

UNIVERSITE MONTPELLIER I  
**FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES**  
*Ecole Doctorale « ECONOMIE GESTION »*  
*Equipe d'accueil : **LASER-CREDEN***

STRATEGIES D'APPROVISIONNEMENT EN GAZ NATUREL  
DES ACTEURS ENERGETIQUES EUROPEENS

THESE POUR LE DOCTORAT  
ès Sciences Economiques

Formation Doctorale :  
ANALYSE ET POLITIQUE ECONOMIQUE  
Groupe des Disciplines du CNU : Sciences Economiques  
Section 05

Par  
**Vincent GIRAULT**

**Jury :**

- **Madame Corinne CHATON**, Economiste EDF R&D à Clamart
- **Monsieur Claude CRAMPES**, Professeur à l'Université de Toulouse (Rapporteur)
- **Monsieur Joseph DOUCET**, Professeur à l'Université d'Alberta, Canada
- **Monsieur Didier LAUSSEL**, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille II (Rapporteur)
- **Monsieur Jacques PERCEBOIS**, Professeur à l'Université Montpellier I (Directeur de thèse)

Juin 2007



"La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur".

UNIVERSITE MONTPELLIER I  
**FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES**  
*Ecole Doctorale « ECONOMIE GESTION »*  
*Equipe d'accueil : **LASER-CREDEN***

STRATEGIES D'APPROVISIONNEMENT EN GAZ NATUREL  
DES ACTEURS ENERGETIQUES EUROPEENS

THESE POUR LE DOCTORAT  
ès Sciences Economiques

Formation Doctorale :  
ANALYSE ET POLITIQUE ECONOMIQUE  
Groupe des Disciplines du CNU : Sciences Economiques  
Section 05

Par  
**Vincent GIRAULT**

**Jury :**

- **Madame Corinne CHATON**, Economiste EDF R&D à Clamart
- **Monsieur Claude CRAMPES**, Professeur à l'Université de Toulouse (Rapporteur)
- **Monsieur Joseph DOUCET**, Professeur à l'Université d'Alberta, Canada
- **Monsieur Didier LAUSSEL**, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille II (Rapporteur)
- **Monsieur Jacques PERCEBOIS**, Professeur à l'Université Montpellier I (Directeur de thèse)

Juin 2007

# Remerciements

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à EDF R&D et à l'ANRT pour le financement CIFRE qui m'a été attribué et m'a permis de réaliser ce travail.

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur le Professeur Jacques PERCEBOIS pour la confiance qu'il m'a accordée durant ces trois années de doctorat. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour le caractère formateur et constructif de sa direction.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Messieurs les Professeurs Claude CRAMPES et Didier LAUSSEL d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse et d'en être les rapporteurs. Je remercie également Madame Corinne CHATON et Monsieur le Professeur Joseph DOUCET qui ont accepté de me faire bénéficier de leurs commentaires en participant au jury.

Je désire également exprimer toute ma gratitude au groupe Marché d'Energie et Régulation Environnementale d'EDF R&D qui m'a accueilli lors de mes séjours à Clamart. Je remercie tout particulièrement M. DHAUSSY, L. TEULERE, F. VERDOL pour l'attention portée à mes travaux.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance pour l'accueil, les conditions de travail et la convivialité dont j'ai bénéficié au CREDEN. Je remercie tout particulièrement les Maîtres de Conférences Cécile BAZART, François MIRABEL et Jean Christophe POUDOU qui ont toujours trouvé le temps de se pencher sur les problèmes théoriques que je leur soumettais. Merci au Professeur Edmond BARANES d'avoir partagé sa connaissance en matière de recherche.

Mes remerciements vont aussi aux thésards du CREDEN, notamment Thomas, Marion, Laurent, Cédric et Sebastien pour les discussions fructueuses que nous avons eues. Nos recherches étaient toujours motivées par leur enthousiasme à aborder diverses problématiques.

Je tiens à remercier mes amis, particulièrement Geoffroy et Jean-Marc ainsi que tous ceux, trop nombreux à citer ici, qui m'ont soutenus moralement durant cette période.

Toute ma reconnaissance va à mes parents et à ma famille pour leur écoute, leur présence et leur soutien renforcé durant ces trois dernières années.

Merci à Maguelone pour sa patience, son attention et ses encouragements nécessaires à l'achèvement de cette thèse.

# Table des matières

<b>Introduction Générale</b>	<b>9</b>
<b>1 L'organisation industrielle du marché gazier européen</b>	<b>23</b>
1.1 Introduction . . . . .	23
1.2 Caractéristiques du marché européen du gaz naturel . . . . .	28
1.2.1 La demande et l'offre de gaz naturel en Europe . . . . .	28
1.2.1.1 La demande européenne de gaz naturel . . . . .	28
1.2.1.2 L'offre de gaz naturel . . . . .	29
1.2.1.3 Une utilisation de gaz naturel croissante . . . . .	30
1.2.2 Des marchés de l'énergie oligopolistiques . . . . .	31
1.2.2.1 La concentration des acteurs . . . . .	32
1.2.2.2 Le choix d'une concurrence en quantités . . . . .	36
1.2.2.3 Confirmation théorique . . . . .	39
1.3 Les modes d'approvisionnements . . . . .	42
1.3.1 Les contrats de long terme . . . . .	43
1.3.1.1 Poids du coût d'approvisionnement . . . . .	43
1.3.1.2 Caractéristiques des contrats de long terme . . . . .	45
1.3.2 Les marchés de court terme . . . . .	48
1.3.2.1 Hubs Européens, lieux d'échanges du gaz naturel . . . . .	48
1.3.2.2 Objectif : intensifier la concurrence par le développement des échanges . . . . .	50
1.3.3 Le <i>Gas release</i> . . . . .	53

## TABLE DES MATIÈRES

---

1.3.4	Les stratégies d'intégration : pour acquérir un portefeuille d'approvisionnements ou pour acquérir la molécule . . . . .	54
1.3.4.1	L'intégration Horizontale permet d'accéder à un portefeuille d'approvisionnements . . . . .	54
1.3.4.2	L'Intégration Verticale : objectif acquérir la ressource .	58
1.3.4.3	Effets sur l'approvisionnement . . . . .	61
1.3.5	Interprétations empiriques . . . . .	64
1.4	Actions stratégiques au niveau de l'approvisionnement . . . . .	67
1.4.1	L'importance de l'évolution des prix . . . . .	67
1.4.2	En théorie une offre de gaz plus concurrentielle... . . . .	71
1.4.3	... Ou vers la formation d'un cartel gazier . . . . .	76
1.4.4	Le pouvoir de négociation des acteurs européens . . . . .	79
1.5	Régulation et approvisionnements . . . . .	82
1.6	Conclusion . . . . .	86
<b>2</b>	<b>Impact des stratégies aval sur le coût d'approvisionnement</b>	<b>91</b>
2.1	Introduction . . . . .	91
2.2	Etat de la littérature : les ventes liées . . . . .	95
2.2.1	Le monopole . . . . .	96
2.2.2	L'oligopole . . . . .	98
2.3	Modèle de base . . . . .	102
2.3.1	Hypothèses . . . . .	104
2.3.2	Concurrence à la Cournot sur le marché de l'énergie européen .	106
2.3.3	Approvisionnement en gaz naturel fournisseurs d'énergies européennes . . . . .	111
2.4	Les ventes liées : conquête de parts de marché . . . . .	116
2.4.1	Construction . . . . .	116
2.4.2	Approvisionnement gazier : relations verticales et stratégies de ventes liées . . . . .	124
2.5	Prix d'approvisionnement et concurrence entre producteurs . . . . .	128

2.5.1	Absence de ventes liées sur le marché aval . . . . .	129
2.5.2	Ventes liées sur le marché de l'énergie européen . . . . .	133
2.5.3	Comparaison des différentes stratégies . . . . .	135
2.6	Conclusion . . . . .	138

**3 Stratégies d'un électricien face au pouvoir de marché des producteurs de gaz 143**

3.1	Introduction . . . . .	143
3.2	L'intégration verticale dans l'industrie du gaz naturel . . . . .	145
3.2.1	La relation verticale dans la chaîne gazière . . . . .	145
3.2.2	Cadre de référence . . . . .	149
3.2.2.1	Stratégie d'exclusion de l'électricien . . . . .	151
3.2.2.2	Deux industries verticalement intégrées . . . . .	152
3.2.2.3	Effets de l'intégration verticale . . . . .	155
3.2.3	Stratégie d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien . . . . .	158
3.2.3.1	Hypothèses et notations . . . . .	158
3.2.3.2	Le Modèle . . . . .	160
3.2.3.3	Interprétation . . . . .	163
3.2.4	Les préférences des consommateurs . . . . .	164
3.2.4.1	Distorsion introduite par les préférences entre énergies . . . . .	165
3.2.4.2	Interprétation en terme de coût d'approvisionnement . . . . .	170
3.2.5	Interdiction des Ventes Liées . . . . .	171
3.2.6	Interprétations . . . . .	173
3.3	Emergence d'un leader dans la production de gaz naturel . . . . .	176
3.3.1	Contexte . . . . .	176
3.3.2	Un leader de Stackelberg offre du gaz sur le marché européen . . . . .	176
3.3.3	Cadre d'analyse . . . . .	179
3.3.4	La demande de gaz des firmes aval sur le marché gazier amont . . . . .	181
3.3.5	Effets des coûts supportés par l'amont de la chaîne gazière . . . . .	183
3.3.6	Réduction du coût d'approvisionnement . . . . .	186

3.3.7	Asymétrie des coûts de production du gaz naturel . . . . .	188
3.3.7.1	Le leader dispose d'un avantage en coûts . . . . .	188
3.3.7.2	Désavantage en coûts du leader . . . . .	189
3.3.8	Interprétations . . . . .	192
3.4	Conclusion . . . . .	193
<b>4</b>	<b>Technologies de production d'électricité et discrimination sur le mar-</b>	
	<b>ché amont</b>	<b>197</b>
4.1	Introduction . . . . .	197
4.2	Transformation du gaz en électricité . . . . .	200
4.2.1	Contexte . . . . .	200
4.2.2	Le modèle . . . . .	201
4.2.2.1	La fonction de coût de l'amont gazier . . . . .	203
4.2.2.1.1	Equilibre sur le marché final . . . . .	203
4.2.2.1.2	Intégration de la fonction de coût du producteur	205
4.2.2.2	Effet de l'introduction de coût sur l'amont gazier : com- paraison avec le cas où les coûts sont normalisés à zéro	208
4.2.3	Coût de la production d'électricité à partir de gaz naturel . . . .	211
4.2.3.1	L'équilibre sur le marché final . . . . .	212
4.2.3.2	Evolutions du coût d'approvisionnement . . . . .	213
4.2.4	Commentaires . . . . .	216
4.3	Discrimination sur les prix de l'input . . . . .	218
4.3.1	Contexte . . . . .	218
4.3.2	Cadre d'analyse . . . . .	223
4.3.2.1	Structure . . . . .	224
4.3.2.2	Diversification de l'approvisionnement en gaz naturel .	227
4.3.3	Prix uniforme sur le marché amont . . . . .	228
4.3.4	Discrimination par le prix de l'input . . . . .	233
4.3.5	Evolution des prix de l'input à l'équilibre . . . . .	238

*TABLE DES MATIÈRES*

---

4.3.6	Ventes liées sur le marché européen de l'énergie . . . . .	239
4.3.6.1	Diversification de l'approvisionnement . . . . .	239
4.3.6.2	Augmentation du coût d'approvisionnement . . . . .	241
4.3.6.3	La discrimination sur les prix de l'input annule la pro- fitabilité privée des ventes liées . . . . .	243
4.4	Conclusion . . . . .	245
	<b>Conclusion générale</b>	<b>249</b>
	<b>Annexes</b>	<b>267</b>

---

# Introduction Générale

La croissance de la demande d'énergie en Europe, les contraintes environnementales dues à l'effet de serre, les incertitudes sur le nucléaire font du gaz naturel l'un des combustibles privilégiés pour la production d'électricité dans le futur. Même si aujourd'hui encore, on observe en Europe continentale des règles de marché hétérogènes, des règles d'interconnexion peu transparentes et des structures industrielles encore très différentes, un mouvement de convergence est désormais engagé et devrait permettre de favoriser la concurrence dans l'offre de gaz et développer l'accès aux ressources de gaz à court et moyen termes.

L'ouverture à la concurrence du marché du gaz est implémentée par la Directive 2003/55/CE du Parlement Européen et du Conseil. En Europe, l'obligation de séparation juridique du réseau et du stockage, l'accès des tiers réglementé, les règles de transparence sur les capacités disponibles de transport et la création d'autorités de réglementation indépendantes garantissant ces règles, favorisent la concurrence sur le marché européen de l'énergie. De nouvelles stratégies d'approvisionnement en gaz seront possibles, et constitueront un enjeu majeur pour des entreprises électriques qui devraient pouvoir jouer un rôle d'acheteur international et de trader sur le marché gazier européen.

Cependant, l'intensité de la concurrence est freinée par le fait que la chaîne gazière impose des investissements élevés (usines de liquéfaction et flotte de méthaniers pour le GNL, gazoducs transcontinentaux pour le transport terrestre). Leur mise en œuvre se fait dans le cadre de contrats de long terme (plusieurs décennies) entre un producteur

---

(souvent un consortium) et un pool d'acheteurs, épaulés par un consortium bancaire. La prise de risque est encadrée par des clauses d'obligation de fourniture et d'enlèvement, dites « take or pay ». L'importance des besoins en capitaux sur la chaîne gazière suppose que les acteurs du marché ont un poids suffisamment important pour assurer le financement des projets. Seul un petit nombre d'acteurs sur un marché peut garantir la réalisation des investissements nécessaires à l'importation de gaz en Europe.

L'industrie du gaz naturel verticalement structurée demeure par conséquent un secteur relativement concentré, la concurrence sur le marché est imparfaite, les acteurs y détiennent un certain pouvoir de marché. Dans ce cadre, la stratégie de chaque acteur sur la chaîne gazière affecte les décisions de production des autres firmes du marché, toute modification de stratégie sur le marché aval a des répercussions sur le prix du gaz proposé par les producteurs actifs sur le marché amont. Inversement, les producteurs de gaz naturel agissent sur le prix en amont du gaz en modifiant soit les volumes offerts aux firmes européennes soit en choisissant des prix qui maximisent leurs profits à structure de la concurrence donnée sur le marché final.

L'objet principal de la thèse est de mettre en lumière les stratégies d'acteurs sur la scène gazière européenne qui affectent le prix du gaz naturel déterminé par les producteurs. Il s'agit de modéliser différents scénarios d'organisation industrielle afin de préciser les stratégies qui affectent l'approvisionnement d'un opérateur électrique.

En raison des besoins liés à la génération électrique, la demande de gaz des pays européens est amenée à croître d'ici 2010-2020. L'objectif du travail est de rechercher les principes économiques qui régissent l'évolution du système gazier européen dans le cadre du développement d'une concurrence sur le marché final. Plus précisément, il s'agit de préciser dans quelles mesures les synergies gaz-électricité sont de nature à influencer les stratégies des grands électriciens européens. Comment les stratégies des électriciens en tant que nouveaux acteurs de ce marché vont-ils affecter le coût de l'approvisionnement gazier ?

L'économie industrielle permet d'analyser les diverses stratégies menées en amont

et en aval de la chaîne gazière. Les stratégies d'approvisionnement en gaz sont-elles les mêmes selon que les acteurs du marché final achètent du gaz pour leur production ou pour le revendre aussi à leurs clients ? Les différents modèles d'organisation industrielle qui utilisent des outils de la théorie des jeux permettront d'analyser les scénarios possibles et d'examiner quel type de stratégie peut être privilégié par les électriciens européens.

Il existe un grand nombre de modèles économiques qui visent à analyser les interactions stratégiques des acteurs énergétiques. Les firmes disposent en effet de divers moyens pour se concurrencer sur un marché. Toutes leurs décisions, leurs conduites peuvent s'interpréter comme des stratégies pour conquérir, asseoir ou préserver une position dominante. L'analyse des stratégies de ces firmes peut se faire au travers des théories de l'organisation industrielle, théories basées sur la concurrence imparfaite, où les relations entre firmes sont considérées comme un jeu de marché.

Pour analyser les stratégies susceptibles d'être mises en œuvre sur le marché européen du gaz nous insisterons sur certains aspects de l'économie industrielle. Nous définirons une stratégie envisageable par les industries énergétiques (notamment les électriciens) pour renforcer leur position sur le marché du gaz, les ventes liées. Ont-elles une volonté de profiter de leur expérience dans la production d'une énergie (l'électricité) pour accroître leur pouvoir de marché sur le marché du gaz naturel ? Quelle stratégie un électricien doit-il adopter lorsque des concurrents de l'industrie gazière s'intègrent verticalement ? Le prix du gaz naturel sur le marché amont est-il affecté par l'émergence d'un leader puissant de la production gazière ? Comment le coût d'approvisionnement en gaz est-il affecté lorsqu'un acteur du marché final utilise du gaz pour sa production d'électricité ? Quel prix les producteurs vont-ils proposer à une firme qui offre à la fois du gaz et de l'électricité ?

L'étude des modèles inspirés par la théorie des jeux non coopératifs conduira à la modélisation des stratégies des différents acteurs en matière d'approvisionnement gazier. Il s'agit donc de proposer plusieurs scénarios d'approvisionnement en gaz liés

---

aux différentes stratégies d'offre sur le marché aval et ainsi lier les stratégies amont-aval.

La thèse s'articule autour de quatre chapitres et vise à étudier la répartition de la valeur sur la chaîne gazière. Chaque chapitre met en évidence une structure de marché particulière qui représente la future organisation de la chaîne gazière européenne. Sont alors étudiés l'effet des stratégies, des firmes de l'amont et de l'aval, sur le coût d'approvisionnement et la façon dont chaque firme cherche à s'approprier la rente sur les marchés de l'énergie.

Le *premier chapitre* étudie les interactions entre acteurs du marché de l'énergie, afin d'éclairer les stratégies à la disposition des acteurs de la chaîne gazière. Notre point de vue est celui d'un électricien souhaitant renforcer sa position sur le marché gazier européen. La revue de la littérature menée dans ce chapitre est construit de façon à répondre aux questions suivantes. Quelles sont les sources d'approvisionnement à la disposition d'un entrant sur le marché du gaz naturel ? Quelles sont alors les stratégies offertes aux acteurs du marché de l'énergie pour conserver une place importante ? En quoi ces actions sont-elles susceptibles de modifier l'approvisionnement d'un entrant sur le marché du gaz ?

L'originalité de ce chapitre réside dans l'analyse des stratégies des acteurs du marché gazier européen et du marché amont qui affectent le coût d'approvisionnement en gaz naturel. L'étude se démarque des approches traditionnelles qui se focalisent sur les stratégies de diversification de portefeuille pour réduire les risques d'approvisionnement et qui visent à quantifier les scénarios d'évolution de la demande et de l'offre de gaz naturel. En ce sens, notre analyse propose un complément aux nombreuses études quantitatives sur l'évolution future des marchés de l'énergie européens et internationaux.

L'étude de la littérature économique relative aux comportements des acteurs sur un marché oligopolistique permet la détermination des moyens d'approvisionnements en gaz disponibles pour un acteur qui souhaite renforcer sa position sur le marché

gazier. La première section étudie les caractéristiques du marché européen du gaz naturel. L'évolution de la demande et de l'offre de gaz sur un marché gazier oligopolistique débouche sur l'étude des possibilités d'approvisionnements offertes aux acteurs européens. Cette revue de la littérature économique relative aux marchés de l'énergie conclut à l'existence de trois principaux moyens d'approvisionnement en gaz naturel : les contrats de long terme, les marchés spots et les possibilités d'intégration. Le rôle du stockage qui est aussi un moyen d'approvisionnement n'est pas étudié dans cette thèse<sup>1</sup>. Une autre conclusion est que la structure oligopolistique des marchés amont et aval gaziers affecte le mode de formation du prix du gaz naturel sur le marché amont et que les stratégies des firmes du marché aval sont soumises aux actions du régulateur européen.

Ce premier chapitre met évidence les principales caractéristiques de l'industrie gazière qui est verticalement structurée. En conséquence, l'étude de l'évolution du prix du gaz naturel sur le marché amont s'effectue par l'interprétation des effets des stratégies à la fois des producteurs et des firmes du marché européen sur le prix d'équilibre du gaz naturel sur le marché amont. La sélection des stratégies des firmes les plus probables, après l'ouverture totale à la concurrence en juillet 2007, conduit au développement de divers modèles d'organisation industrielle. Ces modèles ont en commun l'étude de la répartition de la valeur sur la chaîne gazière européenne.

Le *second chapitre* s'intéresse à l'effet des stratégies d'un électricien, actif sur le marché européen de l'énergie, sur son coût d'approvisionnement en gaz naturel. Le marché aval européen de l'énergie est verticalement relié à des producteurs actifs sur le marché amont du gaz naturel. L'amont producteur de gaz naturel est très concentré, ce pouvoir de marché permet aux producteurs de manipuler les prix du gaz naturel. Les prix fixés par ces firmes extérieures à l'Europe varient en fonction des quantités demandées par les acteurs de l'aval européen.

---

<sup>1</sup>Pour plus de développements sur le rôle stratégique du stockage se référer à l'article de Baranès, Mirabel et Poudou (2007).

---

Un régulateur européen n'a pas les pouvoirs juridiques pour contrôler le comportement des producteurs. Les firmes du marché amont sont libres de choisir leur stratégie et de définir le prix de leur output. Une stratégie d'augmentation de parts de marché, comme celle des ventes liées, accroît la demande d'input de l'électricien. Suite à une modification de la demande qui leur est adressée sur le marché amont, les producteurs ont intérêt à modifier le prix du marché amont. Se pose alors le problème de la détermination de l'effet de stratégies des firmes du marché de l'énergie européen sur leur coût d'approvisionnement en gaz naturel.

L'analyse de la modification du prix du gaz proposé aux firmes européennes suite à un changement de stratégie sur le marché aval est menée avec un modèle d'organisation industrielle. Le prix de l'électricité est considéré comme indépendant de celui du gaz naturel<sup>2</sup>.

Une stratégie de ventes liées sur le marché final est comparée à une tarification indépendante des biens électricité et gaz naturel. Après l'ouverture totale à la concurrence des marchés de l'énergie européens, une stratégie de ventes liées est fort probable. En effet, une telle stratégie permet à une firme de vendre simultanément du gaz et de l'électricité à un consommateur. Le consommateur bénéficie de l'achat de deux biens à un seul prix, inférieur à la somme des prix de chaque composantes du "package". Un des résultats souligne qu'une stratégie de ventes liées de l'électricien augmente la demande de gaz sur le marché final ainsi que sur le marché amont. Par conséquent, le producteur de gaz qui offre du gaz naturel aux firmes du marché aval, détermine un prix plus élevé lorsque l'électricien adopte une stratégie de ventes liées. Le modèle conclut qu'un approvisionnement plus coûteux pour l'électricien n'implique pas forcément une baisse de profit. L'augmentation du prix du gaz sur le marché amont défavorise plus l'acteur spécialisé dans le gaz naturel que l'électricien qui propose une offre bi-énergie.

---

<sup>2</sup>Or en réalité, le prix du gaz naturel influence celui de l'électricité. L'augmentation de la production d'électricité à partir de gaz, dans le futur, renforce cette relation. Seule la première section du chapitre 4 aborde la connexion des prix du gaz et de l'électricité avec une technologie de production d'électricité à partir de gaz naturel.

La stratégie de ventes liées, dans une industrie structurée verticalement, est une stratégie qui permet à l'électricien d'augmenter le coût de son concurrent. En ce sens, le modèle présenté met en évidence les effets d'une concurrence en "packages" de biens substituables ou complémentaires, entre un électricien et un fournisseur de gaz, sur la stratégie d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien.

Le changement de stratégie d'un électricien européen modifie la répartition de la rente issue des marchés finaux de l'énergie, la vente liée d'un électricien augmente son profit et celui du producteur de gaz naturel. Une répartition différente des rentes est abordée, dans le troisième chapitre, par l'intermédiaire d'une modification de la structure de la chaîne gazière.

Empiriquement, plusieurs firmes ont déjà mis en oeuvre des stratégies de ventes liées. Nous proposons quelques exemples de ventes liées gaz/électricité. En 2005, British Gas proposait des ventes liées. Si le consommateur achetait du gaz et de l'électricité à BG, BG lui offrait forfait téléphonie soir et week end<sup>3</sup>. La firme australienne Actewagl propose des ventes liées de gaz, électricité, accès Internet et téléphonie mobile<sup>4</sup>.

En France, ces types d'offres seront certainement bientôt proposés aux consommateurs. Pour l'instant la différence, et ce qui suggère la représentation bi-énergies de la vente liée de notre modèle, c'est que les firmes du secteur de l'énergie ne sont pas intégrées (ou n'ont pas conclu d'accords) avec des firmes d'autres secteurs. Ainsi, EDF n'est pas en mesure de proposer actuellement, une offre gaz-électricité-téléphonie. Les seuls éléments à ajouter au bundle, utilisé dans nos modèles, sont les services associés aux deux énergies.

Notre modélisation ne s'attache pas à la détermination de la composition du package<sup>5</sup>. Dans notre cas l'électricien qui propose des ventes liées pourrait déterminer un

---

<sup>3</sup><http://www.britishgasnews.co.uk/index.asp?PageID=19&Year=2005&NewsID=662>

<sup>4</sup><http://www.actewagl.com.au/bundles/residential/act/whatcanbundle.aspx>

<sup>5</sup>Nous montrons simplement qu'il existe une composition du package qui rend la stratégie de ventes liées non profitable. L'acteur qui souhaite obtenir un effet levier entre deux marchés, n'a alors pas

---

package qui maximise son profit. Cependant, en France, un fournisseur ne peut subordonner la vente d'un produit, en l'occurrence de l'électricité ou du gaz, à l'achat d'une quantité imposée ou à l'achat concomitant d'un autre produit ou d'un service.

Déterminer le package optimal revient alors à imposer au consommateur un panier gaz/électricité. Un modèle intéressant à développer est alors la détermination d'un package optimal soit par catégorie de consommateurs soit qui maximise le bien être collectif.

Il apparaît bien sûr que les ventes liées mixtes sont plus souvent utilisées puisqu'elle s'offrent un choix plus large. D'un point de vue théorique, le bien être des consommateurs est alors plus élevé. Il sera intéressant de développer un modèle qui élargi le choix des consommateurs en intégrant les ventes liées mixtes. L'objet des modèles développés dans cette thèse est d'obliger le consommateur à choisir entre un package gaz/électricité et une offre uniquement gazière. La vente liée permet à l'électricien de reporter son pouvoir de marché du marché de l'électricité à celui du gaz naturel. D'un point de vue empirique les ventes liées pures peuvent être utilisées par une firme le temps d'accroître suffisamment sa part de marché sur le marché gazier.

Au final, les ventes liées sont envisageables sur le marché de l'énergie européen. Cependant, les autorités de la concurrence et de régulation veillent à ce que les consommateurs ne soient pas affectés par le pouvoir de marché des firmes. Ainsi, nous pouvons envisager des packages gaz/électricité dont la composition est définie par le consommateur (ou un acteur qui maximise le bien être collectif). Des solutions de ventes liées mixtes sont à privilégier puisque le consommateur n'est pas obligé de consommer tous les produits proposés dans un package. Nos modèles permettent l'analyse des effets extrêmes des ventes liées. Il s'agit notamment d'étudier leur impact sur le prix du gaz en amont et sur la répartition du surplus entre les acteurs du marché de l'énergie.

---

intérêt à utiliser cette stratégie. Le calcul de la valeur seuil de  $\eta$  est complexe et pas menée dans notre étude. Cependant et d'un point de vue empirique (approche calculatoire), il sera intéressant de calculer la valeur du paramètre de composition du package qui annule la profitabilité de la stratégie de ventes liées.

Le *troisième chapitre* présente les effets d'une intégration verticale sur le coût d'approvisionnement des firmes européennes. L'ouverture à la concurrence du marché de l'énergie européen introduit plus de transparence dans les activités de l'aval gazier. Les producteurs sont incités à diversifier leurs activités et à profiter des rentes du marché final. Pour cela, en accord avec des partenaires européens qui cherchent à sécuriser leur approvisionnement gazier, les firmes prennent des participations sur la chaîne gazière. Le cas extrême analysé dans ce chapitre est celui d'une intégration verticale entre un producteur de gaz et un gazier européen.

Un autre objectif de ce chapitre est de proposer un modèle qui donne des intuitions sur l'effet des stratégies des producteurs asymétriques en coûts sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des firmes européennes. Une telle asymétrie en coûts reflète la diversité des coûts des différentes sources qui approvisionnent l'Europe en gaz naturel. Le coût d'exploration, le coût de production et la distance entre les lieux de production et de consommation sont des facteurs propres à chaque producteur. Ainsi, tous les producteurs n'ont pas les mêmes coûts. Dans le cas où le régulateur européen interdit les intégrations verticales, nous étudions quel est l'effet de l'existence d'un leader parmi les producteurs de gaz qui supportent des coûts de production différents.

Dans un premier temps, un modèle propose l'étude du marché gazier verticalement intégré. Dans ce cas, un producteur de gaz naturel est intégré verticalement avec un gazier du marché aval. Nous étudions les incitations de cet acteur à fournir du gaz à un concurrent qui vend également de l'électricité sur le marché final. Le modèle conclut à l'exclusion de l'électricien de l'accès au gaz naturel lorsqu'il a une stratégie de ventes séparées sur le marché final. Au contraire, une stratégie de ventes liées électricité/gaz permet à l'électricien d'obtenir du gaz naturel.

Mais, sa présence sur le marché final du gaz naturel se fait au prix d'une baisse de profit. Autrement dit, la stratégie de ventes liées n'est pas une stratégie dominante. Une stratégie de ventes liées sur le marché aval n'est pas une stratégie dominante pour l'électricien. Si l'électricien adopte une telle stratégie, il perd une part de son profit. Une intégration verticale sur la chaîne gazière incite l'électricien à s'intégrer verticalement.

---

Une entité verticalement intégrée sur la chaîne gazière n'a plus d'incitation à vendre du gaz à un concurrent sur le marché final. Notre travail montre qu'un acteur qui souhaite acheter du gaz à la firme intégrée verticalement peut obtenir cet input par l'intermédiaire de son action sur le marché final. La stratégie de création d'offres de ventes liées sur le marché final incite la firme intégrée à vendre du gaz à son concurrent. L'électricien, qui a un approvisionnement plus coûteux, concède alors une part de son profit pour obtenir du gaz naturel.

Mais, les autorités européennes peuvent juger que l'intégration verticale des firmes européennes et des producteurs de gaz n'est pas en accord avec l'indépendance énergétique de l'Union Européenne. Les producteurs verticalement intégrés peuvent décider de ne plus offrir du gaz naturel aux firmes qui la concurrencent sur le marché final du gaz naturel. Pour éviter de tels risques, le régulateur pourrait interdire, ou rendre non profitable, l'intégration verticale des firmes de la chaîne gazière. Le régulateur européen peut aussi dissuader l'intégration verticale par des obligations de séparations d'activités sur le marché final. Ces réactions du régulateur peuvent affecter la stratégie des producteurs. Si l'intégration verticale n'est pas autorisée, les producteurs cherchent à augmenter leurs parts de marché pour servir les firmes européennes. Un producteur qui dispose d'importantes réserves et capacités de production dispose des caractéristiques pour devenir leader de la production de gaz à destination de l'Europe.

Sur un plan pratique, la séparation verticale de la production et de la distribution peut entraîner certaines difficultés juridiques de mise en œuvre. Il paraît impossible de réglementer directement les structures industrielles d'opérateurs étrangers. Une possibilité pourrait être envisagée, celle de réglementer l'accès au marché de la distribution en déterminant les « firmes éligibles » ayant le droit de fournir le marché aval. On pourrait par exemple instaurer un système de licences qui pourrait être associé à la mise en place de seuils permettant soit de contrôler la distribution ou la fourniture exclusives des pétrogaziers intégrés. En ce qui concerne la fourniture exclusive, cela consisterait à obliger les pétro-gaziers qui entrent sur le marché aval à fournir en gaz les autres distributeurs selon des règles qui restent à définir (par exemple, au prorata

de sa quantité distribuée en aval). Ce dernier point reviendrait à étendre le « release gas » aux entrants pétro-gaziers...

Pour représenter la stratégie des producteurs dans le cas où l'intégration verticale est interdite sur le marché européen, nous utilisons un oligopole de Stackelberg entre producteurs asymétriques en coûts. L'existence d'un leader sur le marché amont réduit le prix d'approvisionnement des firmes européennes par rapport à une situation où les producteurs agiraient tous simultanément. Ce résultat est valide jusqu'à ce que le coût du leader soit beaucoup plus élevé par rapport à celui de ses concurrents. En effet, au delà d'un seuil de coût, le pouvoir de marché du leader n'est plus suffisant pour maintenir un prix plus faible sur le marché amont que dans le cadre d'une concurrence à la Cournot entre producteurs. Le niveau élevé des coûts conduit à la hausse du prix sur le marché amont.

Le *quatrième chapitre* traite des effets des coûts de l'amont gazier et de la production d'électricité avec du gaz naturel sur le prix amont de cet input. En effet, en Europe, la réduction du nucléaire et l'importance des réserves de gaz naturel font du gaz naturel un principal combustible pour la production d'électricité. De plus tous les acteurs européens des marchés de l'énergie n'ont les mêmes caractéristiques. Ceci incite les producteurs de gaz à déterminer un prix du gaz différents selon que l'acheteur utilise le gaz pour sa production d'électricité ou qu'il le vende en parallèle de son offre d'électricité.

Dans l'analyse, l'accent est mis sur le comportement des producteurs. Ces derniers ont la possibilité de proposer différents prix aux firmes du marché européen. Les prix du gaz naturel sur le marché amont sont définis en fonction des caractéristiques des acteurs du marché final. Les diverses caractéristiques des acteurs de l'aval de la chaîne gazière et la fin des clauses de destination conduisent les producteurs à définir un prix différent selon l'acheteur. L'étude des effets de la discrimination sur les prix de l'input est développée dans une industrie où les firmes européennes ont des offres asymétriques. L'exemple donné est celui d'un électricien qui est en concurrence sur le marché du gaz

---

naturel avec une firme qui n'offre que du gaz. Nous proposons alors un autre modèle dans lequel la firme qui est présente sur les deux marchés finaux de l'énergie dispose de la possibilité de diversifier son approvisionnement en gaz naturel. Un producteur offre du gaz à deux firmes européennes qui se concurrencent ensuite en quantités.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, l'acheminement de gaz jusqu'au consommateur final européen nécessite des investissements coûteux. L'approvisionnement gazier des acteurs européens sera donc le fait d'un petit nombre d'acteurs. Un faible nombre d'acteurs européens dispose d'une taille assez importante pour négocier les approvisionnements. Les acteurs du marché gazier européen peuvent aussi être actifs sur d'autres marchés. En prenant l'exemple du marché électrique, nous souhaitons analyser l'impact d'une transformation du gaz naturel en électricité sur le prix du gaz qui s'établit sur le marché amont.

Cette analyse s'articule autour d'un modèle qui représente la concurrence sur les marchés de l'électricité et du gaz naturel entre deux firmes. Ces deux firmes s'approvisionnent au même producteur dont la fonction de coût de production est de forme convexe.

La convexité des coûts de production traduit le fait qu'il est de plus en plus coûteux pour le producteur de produire une unité supplémentaire, le coût marginal du producteur est croissant. L'intérêt d'une telle forme de coût est de représenter le caractère épuisable du gaz naturel. Plus l'on épuise un stock de gaz et plus son exploitation est coûteuse.

La différence entre les deux acteurs du marché aval est qu'une firme produit toute son électricité avec le gaz acheté sur le marché amont et que sa concurrente produit de l'électricité avec une énergie dont le coût de production est indépendant du prix du gaz naturel. Le modèle fait apparaître un résultat classique, à savoir que lorsque cet oligopole s'approvisionne en gaz à un même acteur, le producteur répercute toute hausse de coûts sur les firmes de l'aval de la chaîne gazière. Ensuite, l'étude de l'effet de la transformation du gaz en électricité pour un acteur européen conclut à l'augmentation

du coût d’approvisionnement en gaz avec le coût de production d’électricité à partir d’une énergie alternative au gaz naturel.

Dans le second modèle de ce chapitre, où un producteur discrimine ses acheteurs sur les prix, nous concluons que pour une firme de l’aval gazier qui diversifie son approvisionnement gazier et qui est présente sur les marchés du gaz et de l’électricité, l’approvisionnement est moins coûteux par rapport à sa concurrente (qui a suffisamment de contrats de long terme et qui ne peut plus diversifier son approvisionnement). La discrimination sur les prix de l’input est favorable à un électricien qui peut diversifier son approvisionnement et qui offre un substitut au gaz naturel sur le marché final.

Tout au long des chapitres de cette thèse, nous nous intéressons au développement de modèles d’organisation industrielle pour analyser la relation entre le pouvoir de marché des acteurs de la chaîne gazière et le prix du gaz sur le marché amont. Ces deux facteurs sont reliés par la répartition des rentes entre les firmes. Nous proposons aussi de prendre des exemples simplificateurs et représentatifs du marché de l’énergie européen. Ainsi, nous étudierons le cas où un électricien (que l’on pourra supposer être *EDF*) offre de l’électricité aux consommateurs finaux. Cet acteur est en concurrence avec un gazier (que l’on pourra supposer être *Gaz de France*) sur le marché final du gaz naturel. Les acteurs du marché européens sont supposés s’approvisionner sur un marché amont du gaz naturel alimenté par des producteurs (que l’on pourra supposer être *Gazprom*, *Sonatrach*...). Nous verrons quelles sont les stratégies qui affectent le coût d’approvisionnement en gaz naturel de ces deux acteurs. Cette interprétation de résultats théoriques en termes d’actions possibles pour les acteurs du marché européen de l’énergie permettra de souligner la pertinence et la portée des résultats issus de la théorie économique.

La conclusion générale présente une synthèse des résultats et leurs interprétations en terme d’effets sur le coût d’approvisionnement en gaz d’un électricien européen. Une bonne stratégie pour un électricien, qui s’approvisionne auprès d’une même source de gaz que son concurrent, est de pratiquer des ventes liées sur le marché aval pour aug-

---

menter le coût de son concurrent. Cependant, l'existence de producteurs, directement présents, sur le marché final peut conduire l'électricien à se centrer sur son activité historique. L'information, de plus en plus transparente sur les marchés de l'énergie européens, incite les producteurs de gaz à discriminer sur les prix leurs acheteurs. Une bonne stratégie pour un électricien est alors d'être présent sur les marchés du gaz et de l'électricité. Le producteur capte alors une part importante du marché final et il est incité à vendre du gaz à un prix peu élevé à l'électricien. Une stratégie de ventes liées n'est alors pas favorable à l'électricien bien qu'elle renforce son avantage en terme de différence de prix d'approvisionnement par rapport à un concurrent spécialisé sur le marché du gaz naturel.

# Chapitre 1

## L'organisation industrielle du marché gazier européen

### 1.1 Introduction

L'objectif de la directive européenne 2003/55/CE est d'instaurer un marché européen du gaz naturel efficace et exempt de tout comportement prédateur. La libéralisation des marchés de l'énergie en Europe sera totale en 2007, elle soulève de nouveaux problèmes ; notamment dans l'organisation de la structure verticale de la chaîne gazière<sup>1</sup>. De plus, les participations des firmes à plusieurs niveaux de la chaîne gazière et l'importance des coûts d'investissement pour la production et le transport rendent difficile l'analyse des stratégies des acteurs.

Quelles sont les stratégies offertes aux acteurs de la chaîne gazière lors de l'ouverture à la concurrence du marché européen ? Notre représentation simplifiée du marché gazier européen vise à trouver les éléments qui affectent la composition d'un portefeuille d'approvisionnement en gaz naturel. Nous prenons le cas d'un acteur qui souhaite entrer sur le marché du gaz naturel. Une étude de la littérature sur le gaz naturel et de l'organisation industrielle nous permet de voir que le marché du gaz naturel est

---

<sup>1</sup>E. Baranès, F. Mirabel et J. C. Poudou, « Une analyse économique de la structure verticale sur la chaîne gazière européenne », Cahier de recherche, CREDEN, Novembre 2003.

oligopolistique à la fois du côté production et du côté achat/revente en Europe. Ces oligopoles vont mettre en place des stratégies pour asseoir leur position sur le marché et pour assurer que leurs consommateurs soient approvisionnés.

Compte tenu des prévisions de croissance de la demande européenne, de 30% d'ici 2020, selon le rapport "*Outlook for European Gas Demand, Supply and Investment to 2030*" de l'International Energy Agency en 2004, la chaîne gazière est amenée à évoluer avec l'apparition de nouveaux acteurs et la multiplication des fusions. Cependant, la production et le transport de gaz naturel vont rester des secteurs caractérisés par la présence d'acteurs à fort pouvoir de marché éloignés du lieu de consommation. De ce fait, tout nouvel entrant sur le marché du gaz naturel européen, doit mettre en place une stratégie d'approvisionnement efficace et diversifiée pour répondre aux caractéristiques du secteur, aux fluctuations du marché, aux différentes régulations et aux changements géopolitiques.

Le problème de la sécurité des approvisionnements est renforcé par la dépendance des pays européens qui n'ont pas de stocks importants. En effet, l'approvisionnement de l'Europe dépend aujourd'hui de pays, comme l'Algérie et la Russie et devrait dépendre demain de pays encore plus lointains comme le Moyen-Orient. Selon des prévisions<sup>2</sup> de l'AIE (2006), cette dépendance devrait atteindre plus de 70% d'ici 2030.

En plus d'une dépendance accrue, les spécialistes s'accordent sur une croissance du prix du gaz naturel d'environ 20% d'ici à 2010, ce qui semble aller à l'encontre de l'effet souhaité de la libéralisation en Europe. Mais, le prix du gaz naturel est lié à celui du pétrole et comme ce dernier combustible, le gaz naturel est une énergie fossile. L'évolution du prix du gaz tient aussi compte de l'épuisement des stocks à long terme, de la rente que cela représente pour les producteurs et de la croissance de la demande mondiale.

Une autre limite à la baisse des prix est le coût très élevé de la recherche de nouveaux champs gaziers et de leur mise en exploitation.

---

<sup>2</sup>International Energy Outlook 2006.

Le progrès technique et les propriétés géologiques des nouveaux champs ne permettront pas, pour l'instant, une importante baisse de ces coûts<sup>3</sup>. Les acteurs européens souhaitant entrer sur le marché gazier et créer un portefeuille d'approvisionnement gazier devront donc arbitrer entre les différents prix des producteurs, la dépendance de ces producteurs qui ne doit pas être trop élevée et entre la sécurité des approvisionnements.

Les rapports annuels européens sur la mise en œuvre du marché intérieur du gaz et de l'électricité indiquent que les pays européens mettent progressivement en place l'ouverture des marchés de l'énergie. La séparation des activités de production, transport et distribution est un préalable à l'ouverture à la concurrence mais, elle n'est pas suffisante pour assurer l'arrivée d'une concurrence entre groupes européens. Les différentes participations des acteurs à plusieurs niveaux de la chaîne rendent difficile l'analyse coûts/avantages de chacun.

De plus, pour développer la concurrence, les régulateurs ont introduit l'Accès des Tiers au Réseau (ATR), pour lequel chaque pays est libre de déterminer le niveau. Ainsi, la tarification du transport n'est pas uniforme en Europe et dans certains cas, le gestionnaire du réseau peut refuser le passage d'un concurrent. Il en est de même pour le stockage, les régulateurs européens sont libres de déterminer si l'Accès des Tiers au Stockage (ATS) est négocié ou régulé. Par exemple, la Grande Bretagne, depuis le milieu des années 1990, utilise des marchés spots pour le commerce du gaz et 20% des échanges en 2002 ont été réalisés sur ces marchés de court terme. En Europe, il existe d'autres marchés spots, mais l'évolution des échanges de gaz à court terme est assez lente.

La forte dépendance des pays européens pour l'importation de gaz naturel (les principaux exportateurs sont : l'Algérie, la Russie et la Norvège) a contraint l'architecture du marché européen du gaz. Jusqu'à récemment, on observait en Europe un marché bipolaire avec, au niveau international, le marché "oligopolistique" des contrats de long

---

<sup>3</sup>Par exemple, dans leur modèle EUGAS, J. Perner et A. Seeliger (Novembre 2003) fixent le progrès technique à 3% par an. Reste à déterminer à partir de quel niveau les prix finaux sont modifiés.

terme nécessaires à l'approvisionnement européen et, au niveau national, le marché d'achat-revente géré par les monopoles historiques.

Avec le travail réglementaire de la Commission Européenne et des régulateurs nationaux, les échanges entre marchés nationaux augmentent et devraient être renforcés par le développement des échanges de moyen et court termes sur les "hubs" gaziers et par l'émergence de nouveaux "marchés de la régulation".

Ce chapitre s'intéresse à l'étude des interactions entre acteurs du marché de l'énergie sur l'approvisionnement gazier. Notre point de vue sera celui d'un électricien entrant sur le marché gazier européen. Quelles sont les sources d'approvisionnement à la disposition d'un entrant sur le marché du gaz naturel? Quelles sont alors les stratégies offertes aux acteurs du marché de l'énergie pour conserver une place importante? En quoi ces actions sont susceptibles de modifier l'approvisionnement d'un entrant sur le marché du gaz?

L'étude de la littérature relative aux comportements des acteurs sur un marché oligopolistique permet la détermination des moyens d'approvisionnements en gaz disponibles pour un acteur qui souhaite renforcer sa position sur le marché gazier. La première section étudie les caractéristiques du marché européen du gaz naturel. L'évolution de la demande et de l'offre de gaz sur un marché gazier oligopolistique sont abordés.

La seconde section est axée sur l'étude des possibilités d'approvisionnements offertes aux acteurs européens. Cette analyse conclut à l'existence de trois principaux moyens d'approvisionnements en gaz naturel qui sont les contrats de long terme, les marchés spots et les possibilités d'intégrations.

Dans une troisième section, l'analyse de la littérature relative au marché du gaz naturel nous indique quels sont la place et le jeu des acteurs dans les marchés amont et aval. Ceci permet d'étudier les stratégies qui entrent en jeu dans la construction d'un portefeuille d'approvisionnement. Pour constituer leurs approvisionnements, les

## *CHAPITRE 1. L'ORGANISATION INDUSTRIELLE DU MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN*

---

acteurs européens tiennent compte du prix du gaz, de la sécurité de leurs importations et le pouvoir de marché des producteurs et des importateurs.

Enfin, l'action du régulateur est susceptible de modifier le mode de concurrence sur le marché européen de l'énergie. Une dernière section présente les principaux éléments qui permettent l'étude des effets d'interventions de la Commission Européenne sur le marché de l'énergie européen.

## 1.2 Caractéristiques du marché européen du gaz naturel

Etudions à présent quelles sont les caractéristiques des fondamentaux du marché gazier européen.

### 1.2.1 La demande et l'offre de gaz naturel en Europe

#### 1.2.1.1 La demande européenne de gaz naturel

Plusieurs raisons expliquent la croissance de la demande européenne de gaz naturel, d'environ 30% d'ici 2020<sup>4</sup>. Les principaux rapports sur la prévision de la demande de gaz à long terme anticipent une forte croissance de la demande à des fins de production électrique. Une des principales raisons est que le gaz naturel est moins polluant que les autres énergies fossiles.

Ces dernières années, les Turbines à gaz à cycle combiné (TGCC) sont devenues un moyen efficace de produire de l'électricité, cette technologie est utilisée par plusieurs pays européens. Le développement de son utilisation est en accord avec le protocole de Kyoto signé par les pays européens et aussi avec la perspective de mise en place de Permis d'Emissions Négociables au 1<sup>er</sup> Janvier 2005.

Un autre facteur favorable à l'augmentation de la demande européenne de gaz est l'augmentation, dans les années 1980, du ratio réserves/production (puis s'est stabilisé autour de 60), les réserves mondiales prouvées de gaz naturel ayant augmenté. Le prix du gaz étant lié à celui du prix du pétrole, la baisse du cours du pétrole, entre 1985 et 2000, a également favorisé les échanges de gaz par contrats de long terme. Ainsi, de nombreux gazoducs ont été installés, ce qui est une base solide pour le développement des échanges. En devenant une énergie aussi compétitive que l'électricité et progressivement aussi abondante que le pétrole, le gaz naturel voit sa demande augmenter

---

<sup>4</sup>International Energy Agency (2004) "*Outlook for European Gas Demand, Supply and Investment to 2030*".

fortement.

### 1.2.1.2 L'offre de gaz naturel

En ce qui concerne l'offre de gaz naturel, un petit nombre de pays se partage les stocks<sup>5</sup>, leur situation géographique est favorable à une augmentation des coûts de transport. L'offre de gaz naturel est oligopolistique, tant au niveau européen qu'au niveau international.

Cinq pétrogaziers (*ExxonMobil*, *Shell*, *Total*, *BP* et l'*ENI*) offrent la moitié du gaz en Europe comme l'indique le tableau suivant. Les ressources importées proviennent à 95 % de trois pays, la Russie (45%), la Norvège (27 %) et l'Algérie (23 %). Les énergies fossiles représentent une part très importante des exportations des pays producteurs.

Les Etats cherchent à maximiser leur rente sur une longue période tout en essayant de servir la demande. Cependant, les joint-ventures entre producteurs et pétrogaziers sont nombreuses et limitent les risques dans l'exploration de nouveaux champs gaziers.

Des joints Ventures et participations dans le transport et la distribution permettent des investissements en capacités de transport. Ces prises de participations à plusieurs niveaux de la chaîne gazière complexifient l'analyse des relations stratégiques entre acteurs. Ce schéma n'indique pas que de nombreuses participations croisées entre amont et aval structurent l'offre de gaz. En effet, en plus d'un oligopole en aval de la chaîne gazière, la distribution de gaz en Europe reste fortement concentrée.

Les anciens monopoles d'Etats pour la fourniture d'énergie sont devenus des acteurs internationaux qui possèdent des parts importantes de l'offre de gaz aux consommateurs finaux. On assiste par ailleurs à une diversification de l'offre tant sur le plan des services, avec la création d'une offre multi-énergie, que sur le plan de la stratégie internationale, avec la présence d'une firme dans plusieurs pays européens ou dans les pays producteurs.

Mais, la Commission Européenne veille à ce que le pouvoir de marché des firmes matinales ne soit pas trop fort, pour permettre l'entrée de nouveaux concurrents dans

---

<sup>5</sup> Carte en Annexe 1. Réserves et structures des importations en France Annexes 2 et 3..

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ EUROPÉEN DU GAZ NATUREL

---

le pays (par exemple au Portugal le rachat de *Gás de Portugal* (GDP) par *Energias de Portugal* (EDP) et *ENI* n'y a pas été autorisé). Pourtant les acteurs défendaient le fait de s'agrandir pour pouvoir concurrencer les autres grands groupes européens mais, cela peut être interprété comme une façon de créer des barrières à l'entrée sur le marché Portugais.

### 1.2.1.3 Une utilisation de gaz naturel croissante

L'épuisement des réserves gazières européennes et la forte hausse de la demande européenne combinés au développement de l'offre extérieure accroissent la dépendance énergétique en Europe. Cette dépendance est rendue encore plus coûteuse du fait de la distance qui sépare les lieux de consommation de ceux de production. La production d'électricité à partir de gaz naturel va tirer vers le haut la demande de gaz. Augmentation de la demande et de la dépendance européenne sont des éléments favorables à la hausse du prix du gaz.

La découverte et la mise en exploitation de nouvelles réserves de gaz sont lentes et coûteuses. Un facteur favorable au développement de l'offre gazière est l'apparition de nouveaux producteurs, tels que l'Asie Centrale, le Nigeria, Trinidad et Tobago, les pays du Moyen-Orient, de la Caspienne et du Maghreb, qui ont d'importants stocks de gaz naturel et qui sont donc susceptibles de concurrencer les gros producteurs traditionnels que sont l'Algérie, la Norvège, le Pays Bas et la Russie peut faire peser une pression à la baisse des prix. Mais, cette pression sur les prix est toutefois limitée par la structure oligopolistique du marché gazier et, comme nous l'avons dit, par l'importance des coûts d'exploration, de transport et de stockage du gaz naturel.

Enfin pour les acteurs européens, un autre facteur renchérit le coût des approvisionnements, c'est celui de la sécurité des approvisionnements. En effet pour ne pas dépendre que d'une source d'approvisionnement, les acteurs européens diversifient leurs fournisseurs et de ce fait n'achètent pas toujours le gaz au prix le plus bas.

Une guerre des prix entre producteurs semble peu probable<sup>6</sup> ; bien que de nouveaux producteurs apparaissent, le statut d'énergie épuisable du gaz naturel combiné à la hausse de la demande ne sont pas favorables au développement d'une concurrence forte entre producteurs qui chercheront à garder par ailleurs leurs rentes. La réduction, ou une augmentation limitée, du prix final du gaz naturel passe plutôt par le développement d'une concurrence gaz-gaz sur le marché aval européen<sup>7</sup>.

## 1.2.2 Des marchés de l'énergie oligopolistiques

Nous abordons, à présent, l'étude des marchés de l'énergie européens comme un secteur concentré. Les marchés de l'énergie sont des marchés oligopolistiques où chaque firme adopte un comportement stratégique face à l'action de ses concurrents. Par ailleurs, nous constatons une forte concentration des producteurs gaziers. En 2005, trois principaux producteurs<sup>8</sup> détiennent 90% des importations de l'Europe en gaz naturel. En 2005, la production européenne ne représente plus que 43% de l'offre<sup>9</sup>.

Le rapport sur "Les Réformes Des Industries Électrique et Gazière en Europe", juillet 2004, indique que « *Trois pays, l'Algérie, la Russie et la Norvège, fournissent environ 95 % du gaz importé dans l'UE, les exportations des deux premiers étant confiées aux monopoles nationaux Sonatrach et Gazprom* ». Le rapport annuel de la CRE 2003 avait déjà précisé que : « *la production gazière européenne est concentrée entre les mains de peu d'acteurs. En 2003, la production de gaz cumulée des cinq premiers producteurs gaziers européens (ExxonMobil, Shell, ENI, BP et Total) a représenté 120 Gm<sup>3</sup>, soit 54% du total de l'Europe des 15* ». Ces cinq premiers producteurs européens sont aussi les principaux fournisseurs sur le marché final. A ces principaux acteurs du marché

---

<sup>6</sup>Sadek BOUSSENA « La commercialisation inquiète les producteurs » du 4 février 2002, disponible sur le site [www.latribune-online.com](http://www.latribune-online.com). DRI-WEFA, Juillet 2001.

<sup>7</sup>Kingma, D., Lijesen, M., et Mulder, M., 2002, "Gas-to-gas competition versus oil price linkage". 25<sup>th</sup> Annual Conference on the IAEE.

<sup>8</sup>Le gazier russe Gazprom, l'algérien Sonatrach et pour la Norvège 60% du gaz est offert par Norsk Hydro

<sup>9</sup>Commission de régulation de l'énergie Rapport d'activité juin 2006

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ EUROPÉEN DU GAZ NATUREL

---

gazier européen, il suffit d'ajouter les monopoles nationaux de la France et de l'Allemagne (*Gaz de France* et *Rurhgaz*) pour avoir les 7 plus importants acteurs du marché européen. Nous voyons ainsi que peu de firmes se concurrencent sur le marché européen du gaz naturel.

### 1.2.2.1 La concentration des acteurs

La libéralisation de la demande de gaz européenne provoque l'apparition de nouveaux acteurs. En effet, des acteurs anciennement spécialisés dans une autre énergie (l'électricité par exemple) peuvent entrer sur le marché gazier, comme le prouve l'exemple allemand de la fusion entre l'électricien E.ON et le gazier RUHRGAS en 2003. Dans le passé, la théorie néoclassique a étudié la mise en place d'une concurrence efficace entre les acteurs sur les marchés. Pour tendre vers ces résultats, la Commission Européenne souhaite le libre accès des firmes au marché du gaz avec des systèmes de tarification non discriminatoires pour les infrastructures de stockage, de transport et distribution.

De nombreuses fusions/acquisitions ont eu lieu à la fin des années 1990, début 2000 et se poursuivent encore (par exemples, sont en cours de négociation les fusions : *Suez* et *Gaz de France* ou *EON* et *Gas Natural*), la tendance est à la constitution de grands groupes de l'énergie et à l'exploitation des synergies et au développement des offres multiservices (gaz, électricité, vapeur). En effet, les firmes énergétiques s'intègrent verticalement ou horizontalement pour constituer des offres multi-énergies, multi-services et ainsi atteindre une taille permettant d'offrir leurs services sur tous les pays européens. Les entreprises étaient avant spécialisées dans une seule énergie.

Par exemple Centrica, leader du marché gazier au Royaume-Uni, fournit dorénavant en électricité plusieurs millions de consommateurs et investit dans les unités de production. Iberdrola, producteur espagnol d'électricité intervient sur le marché gazier à hauteur de 5%. De même les opérateurs de l'amont gazier cherchent à vendre directement leurs ressources sur le marché européen, tandis que ceux de l'aval tentent d'éviter

les marges des producteurs. Sur le marché de l'énergie concentré et à forte intensité capitalistique, seuls quelques acteurs seront en mesure de se concurrencer. Ainsi, comme l'ont montré les fusions/acquisitions de la fin des années 1990, la concentration sur le secteur de l'énergie offre aux acteurs l'occasion d'asseoir leur position en augmentant leur nombre de consommateurs et leurs offres de services.

Lors de l'ouverture du marché gazier européen, les gaziers opérateurs historiques, les pétrogaziers, les électriciens ainsi que des sociétés de trading et de services ont la possibilité d'échanger du gaz. Dans ce cadre, le développement d'une concurrence entre acteurs du marché de l'énergie induit au moins deux avantages lors de l'entrée d'un électricien sur le marché du gaz naturel.

Les intérêts d'un électricien à entrer sur le marché gazier par l'analyse des avantages productifs et commerciaux :

Le premier, l'avantage productif est lié à la nécessité de développer des moyens de production d'électricité flexibles. En effet, le parc électrique européen a besoin de flexibilité pour répondre aux variations de la demande. Ainsi, la production d'électricité doit s'adapter aux périodes de pics de demande sans que son coût soit trop élevé.

Les turbines à gaz, rapides à mettre en œuvre et nécessitant des investissements plus faibles que le nucléaire, sont efficaces pour répondre à cette flexibilité nécessaire à la production électrique. Plusieurs pays européens utilisent cette technologie. Notamment, l'Allemagne qui abandonne progressivement le nucléaire au profit du gaz naturel. De plus, comme nous l'avons vu plus haut, lors de sa combustion le gaz naturel pollue moins que les autres énergies fossiles et son utilisation est de plus en plus efficace et permet de répondre aux objectifs environnementaux.

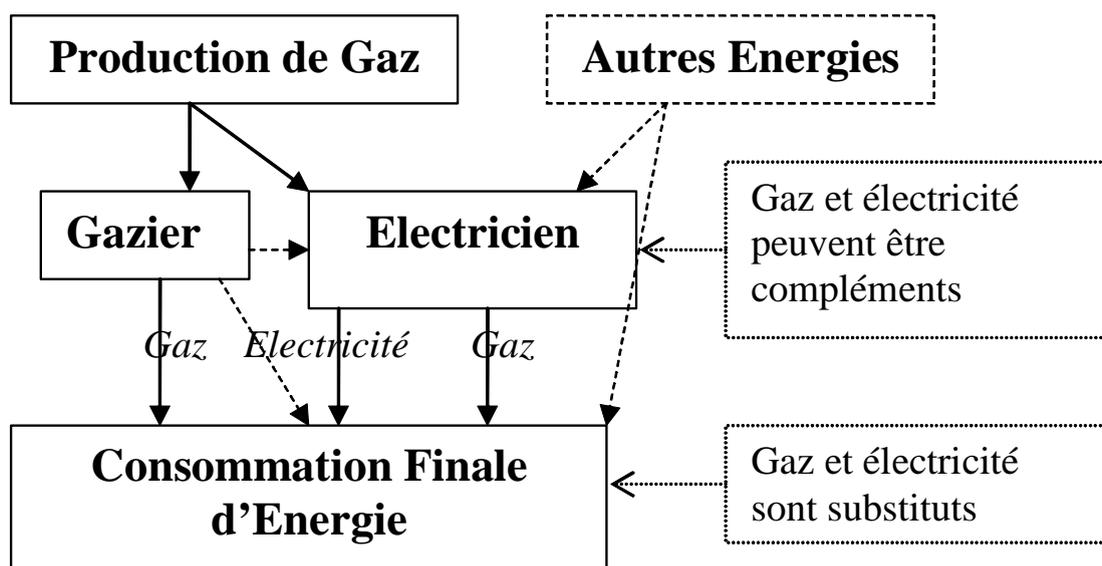
Le second, l'avantage commercial regroupe deux aspects. Le premier aspect concerne l'offre de plusieurs énergies et services à ses clients. La constitution d'une offre duale gaz et électricité, permet à un opérateur de conserver ses clients du secteur d'origine et d'en acquérir de nouveaux. Plusieurs groupes européens proposent déjà une offre duale, soit parce qu'ils détiennent les deux énergies, soit parce qu'ils ont des participations dans le secteur qui leur fait défaut.

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ EUROPÉEN DU GAZ NATUREL

Ensuite, dans un second temps il s'agit de concurrencer les pétrogaziers. Ces multinationales s'intègrent verticalement et concurrencent les anciens monopoles sur la fourniture. De même, les fournisseurs prennent des participations dans la chaîne gazière. La présence d'une même firme à plusieurs niveaux de la chaîne gazière lui donne un avantage concurrentiel.

Pour prendre un exemple simplifié, si une firme intervient à la fois aux niveaux de la production et de la fourniture au client final, elle peut pratiquer des prix inférieurs à ceux d'une firme uniquement présente en aval. Elle a un accès facilité à la ressource. Elle ne subit pas la double marge.

La convergence gaz/électricité est un phénomène relativement récent qui est né avec l'ouverture à la concurrence des marchés énergétiques. La double interaction entre le gaz et l'électricité à la fois comme substituts sur le marché final de l'énergie et comme compléments sur le marché de l'input pour la production d'électricité soulève des questions importantes, surtout lorsqu'on prend en compte la régulation de ces deux secteurs<sup>10</sup>. La Figure suivante présente la structure simplifiée du marché de l'énergie.



Marché européen du gaz et de l'électricité simplifié.

<sup>10</sup>Plus d'informations à ce sujet : J. A. Ferrando Yanez, "Interactions réglementaires dans les industries énergétiques en réseaux". Thèse de Doctorat, Paris I, 24 Juin 2004.

L'adoption par de nombreux groupes énergétiques d'un modèle de développement fondé sur la convergence gaz/électricité repose sur plusieurs constats : l'ouverture à la concurrence des marchés électriques et gaziers crée de nouvelles opportunités dans des secteurs connexes mais génère une pression sur les marges dans les activités historiques.

Par ailleurs, les clients sont confrontés à la multiplication des offres et le gaz naturel et l'électricité sont deux énergies complémentaires et en partie substituables. De plus, l'aval du marché de l'énergie favorise l'exploitations d'économies d'échelle (l'accroissement de la production permet de diminuer le coût moyen) et d'envergure (lorsqu'il est plus avantageux de fabriquer et/ou vendre des produits conjointement que séparément).

L'objectif des stratégies de convergence est donc de bénéficier de relais de croissance pouvant générer des synergies.

Dans ce contexte, plusieurs types de compagnies s'affrontent. Il s'agit notamment des compagnies pétrolières qui détiennent la ressource gazière et d'importants moyens financiers, des compagnies d'électricité et des compagnies de l'aval gazier qui vont jouer sur la connaissance de leur clientèle et des métiers de base. Les trois enjeux principaux pour les acteurs sont les suivants :

- D'abord, il faut maîtriser les ressources énergétiques. L'accès, dans de bonnes conditions, au gaz naturel et à l'électricité est un pré-requis car il permet de contrôler les marges (dans le cadre d'une intégration verticale).
- Ensuite, il faut atteindre la taille critique. Les activités électriques et gazières sont extrêmement capitalistiques. Il faut pouvoir atteindre une taille qui permette d'exploiter les économies d'échelle et d'envergure.
- Enfin, il faut financer la convergence. Pour prendre position sur le marché européen, des alliances sont nécessaires. Les investissements sont lourds, que ce soit pour développer une infrastructure ou pour racheter d'autres firmes, plusieurs joints ventures se développent dans le secteur de l'énergie.

Les grands groupes énergétiques européens adoptent donc différents comportements. Les compagnies d'électricité cherchent à avoir accès à la ressource gazière. Cela dans le but de constituer une offre duale à la fois pour leur production d'électricité externe et

pour se développer dans le gaz naturel. Les compagnies pétrogazières internationales pénètrent les marchés européens en se dotant de moyens de production d'électricité grâce à des acquisitions.

Les firmes souhaitent avoir plusieurs secteurs de services pour capter une nouvelle demande. Regardons à présent comment les acteurs du marché gazier vont se concurrencer. C'est-à-dire la concurrence va-t-elle plutôt porter sur les prix ou sur les quantités ?

### 1.2.2.2 Le choix d'une concurrence en quantités

Sur un marché européen concentré, quelles sont les stratégies d'un entrant sur le marché gazier en terme de pénétration et d'approvisionnement ? L'opérateur historique adaptera ses stratégies, tant sur le marché final qu'en matière d'approvisionnements. En effet, une entrée sur le marché gazier aval affecte le nombre de concurrents qui s'adressent aux producteurs. Ainsi, la concurrence sur le marché amont peut être affectée.

Dans le cadre de l'étude d'approvisionnement en gaz d'un électricien qui souhaite étendre sa part de marché sur le marché européen sur le marché aval, le principal axe de recherche est l'analyse des effets de la libéralisation de la demande adressée aux producteurs de gaz sur l'offre jointe de gaz et d'électricité.

L'engagement sur des quantités, qui peut s'exprimer par la réalisation d'investissements, rend l'action des firmes crédible. La modélisation des stratégies d'acteurs s'effectue à l'aide de la théorie de l'organisation industrielle qui utilise la microéconomie et la théorie des jeux. Deux concepts d'oligopoles sont principalement utilisés, d'abord celui de Cournot, qui modélise une concurrence en quantités pour des objectifs de moyen terme ; puis celui de Bertrand, qui met en jeu une concurrence en prix à plus court terme. Un troisième concept, l'oligopole de Stackelberg<sup>11</sup> permet de donner un avantage à un des joueurs.

---

<sup>11</sup>Les firmes sont asymétriques. Une firme est supposée mieux anticiper les réactions des concurrents. Les fonctions de réaction des concurrents sont intégrées dans la maximisation de son profit. Les suiveurs sont des firmes "à la Cournot".

Les firmes sont amenées à se concurrencer par une diversification de leurs activités et de leurs marchés. Cela est réalisable avec des prises de participations dans différents secteurs de l'énergie en cours de libéralisation. L'oligopole de Cournot semble mieux représenter le marché du gaz naturel. L'utilisation d'un oligopole de Cournot dans la modélisation du marché gazier européen est justifiée avec Smeers et al. (1987), Salinger (1988), l'article de Smeers (1997), De et Wolf et Smeers (1997). Les principales justifications sont les suivantes :

- D'abord pour une raison historique, les négociations et renégociations de ces contrats portent plus souvent sur les quantités à livrer que sur une modification de prix (qui, en général et en Europe, suit le cours du pétrole).
- Ensuite, le gaz naturel s'échange par contrats de long terme accompagnés de clauses Take or Pay. Ces contrats obligent les acheteurs à enlever les quantités fixes durant plusieurs années. Lorsque l'acheteur n'enlève pas la totalité des quantités fixées, il doit quand même les payer. Ceci souligne l'importance de la négociation et des possibilités de renégociation des quantités dans les contrats de long terme.
- Enfin, l'objectif des pétrogaziers est de capter des rentes et de faire des profits. La concurrence à la Cournot permet de laisser des profits aux firmes.

Les caractéristiques du modèle de Bertrand. Pourquoi n'est-il pas utilisé dans la modélisation du marché du gaz naturel ?

- La principale caractéristique du modèle de Bertrand est l'absence de profit (le prix s'établit au niveau du coût marginal) pour les firmes qui se concurrencent en prix. Les résultats de la concurrence parfaite sont retrouvés même avec un faible nombre de firmes.
- L'introduction de contraintes (de capacité par exemple) ou d'asymétrie d'informations dans les modèles permet de modifier le résultat d'une concurrence en prix. Ainsi, un modèle de Bertrand contraint par les quantités, pour un rationnement efficace, est équivalent à un modèle de Cournot<sup>12</sup>. Le rationnement efficace

---

<sup>12</sup>D. Kreps, J. A. Scheinkman, 1983. "Quantity precommitment and Bertrand competition yields

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ EUROPÉEN DU GAZ NATUREL

---

est celui qui maximise le surplus des consommateurs<sup>13</sup>.

- Une concurrence en prix entre acteurs sur le marché du gaz européen ne pourra avoir lieu que lorsque les échanges de court terme seront développés, que les prix du gaz ne seront plus liés à ceux du pétrole et que tous les acteurs européens pourront s'échanger du gaz.

Notons enfin que l'oligopole de Stackelberg donne un avantage à un acteur (leader) sur le marché, il connaît la réaction de ses concurrents (followers) face à son action. En conséquence, le leader détermine ses quantités (ou son prix) en intégrant dans son profit la réaction des followers qui se concurrencent à la Cournot (ou Bertrand). Les concurrents considèrent les quantités (ou prix) du leader comme données. L'équilibre obtenu conduit à des profits supérieurs à ceux de Cournot (ou Bertrand) mais toujours inférieurs à la solution de monopole, cela même si certaines firmes sont exclues du marché. Ce type de concurrence suppose donc que le leader fixe le même niveau de production quoi que fassent ses concurrents. Les effets d'une concurrence à la Stackelberg entre producteurs sont étudiés dans le *chapitre 3*.

En pratique, cette condition suppose que le leader ait réalisé d'importants investissements et qu'il ne peut pas modifier sa production. Pour le gaz naturel, cette condition peut être vraisemblable dans la mesure où les investissements nécessaires à l'exploitation de champs gaziers sont très importants. L'intensité capitalistique nécessaire à l'entrée dans ce secteur est telle que peu de firmes sont en position de venir concurrencer celles qui sont déjà en place.

En conséquence, les articles présentant le marché du gaz naturel analysent principalement les stratégies des acteurs du marché du gaz européen avec une concurrence en quantités. Et, chaque firme anticipe la production de ses concurrentes lors de la maximisation de son profit. Un autre point fort de l'analyse de Cournot est qu'elle permet d'étudier l'évolution de la marge relative prix-coût marginal en fonction de la Cournot outcomes". *Bell Journal of Economics* 14, 326–337.

<sup>13</sup>Pour une illustration et un approfondissement de cette règle de rationnement, se référer à : Tirole, J., 1995, "Théorie de l'organisation industrielle". *Economica*. p.22.

part de marché des firmes et de l'élasticité de la demande. L'étude de la littérature sur l'organisation industrielle nous donnera des intuitions sur le comportement des firmes, sur leurs relations verticales, horizontales et contractuelles.

### 1.2.2.3 Confirmation théorique

Les premières modélisations du marché européen du gaz naturel étudient les contrats de long terme, leurs caractéristiques et leurs effets sur les échanges de gaz. Dans ce cadre, Y. Smeers et al. (1987) modélisent le marché gazier européen comme un oligopole de Cournot. Le modèle représente un jeu dynamique et stochastique. C'est l'un des rares articles qui modélise une demande de gaz naturel aléatoire avec l'utilisation de plusieurs prix possibles pour le gaz. Les producteurs ont un objectif de maximisation de leur profit et ils se concurrencent à la Cournot.

La demande est un oligopsone<sup>14</sup>, les distributeurs européens ne sont pas actifs dans le modèle, ils représentent seulement les fonctions de demande des consommateurs ; c'est-à-dire qu'ils n'ont pas d'actions stratégiques. C'est pourquoi nous pouvons obtenir une analyse théorique des stratégies entre les producteurs, avec pour horizon l'année 2020. Cette perspective se caractérise alors par le développement d'échanges de gaz plus flexibles (comme le permet le marché spot) et d'un assouplissement des contrats de long terme.

Pour trouver un équilibre de Nash dynamique, le modèle de Salant (1982) est utilisé. L'étude des équilibres en dynamique entraîne une complexité des calculs qui peut être contournée par la répétition du jeu des acteurs. La résolution des jeux répétés implique de prendre en compte les réactions possibles des acteurs à chaque période, ce qui reproduit une dynamique et qui détaille les stratégies offertes aux acteurs<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup>Un petit nombre de demandeurs est confronté à un grand nombre d'offeurs (les distributeurs européens).

<sup>15</sup>Pour plus de développements sur le duopole de Cournot répété et les processus dynamiques, se reporter à la section 9.3 de "Jeux et théorie des jeux", Binmore, K., DeBoeck. p 392 à. p 396.

## 1.2. CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ EUROPÉEN DU GAZ NATUREL

---

Les stratégies des producteurs sont définies par les quantités qu'ils mettent sur les marchés. Plusieurs niveaux de prix du baril de pétrole et la formule de liaison au prix du gaz sont définis, puis des simulations numériques sont effectuées. L'incertitude porte sur le prix du gaz. Ensuite, il s'agit de comparer les résultats sur les quantités et prix d'équilibres (théorie) aux caractéristiques des contrats signés en 1987 (réalité). La principale conclusion est que la production, théorique, de la Norvège et des Pays Bas correspond aux quantités contractées en réalité.

Une contrainte réduit les exportations Russes, la sécurité des approvisionnements limite à 30%<sup>16</sup> les importations de gaz Russe. La Russie pourrait exporter plus de gaz mais n'en a pas la possibilité. Cette limitation n'est plus d'actualité. Néanmoins, la diversification des approvisionnements conduit les gaziers européens à importer moins de 30% d'une même source. Ce résultat est confirmé par la carte de Energy Markets : « 2002 european gas flows ». Seule l'Espagne est actuellement dépendante du gaz Algérien (Selon Energy Markets, les seuls approvisionnements espagnols sont, en 2002, 9 Bcm de gaz algérien et 12,6 Bcm de GNL de diverses sources).

L'incertitude sur le prix du gaz ainsi que les différences entre quantités contractées et celles indiquées par le modèle conduisent à l'assouplissement des clauses des contrats Take or Pay et des clauses de destination. Ces dernières ont pour objectif d'éviter le cabotage. L'acheteur européen ne peut pas vendre son gaz ailleurs que sur le marché prévu dans le contrat, il ne peut donc pas le vendre à un autre acteur qui aurait des prix d'approvisionnement plus élevés. De ce fait, l'annulation de la clause de destination permet à un importateur européen de revendre le gaz ailleurs que sur le marché anciennement indiqué par la clause.

L'analyse de Smeers et al. (1987) offre les avantages suivants :

- Elle pose les bases d'une concurrence à la Cournot sur le marché gazier européen.

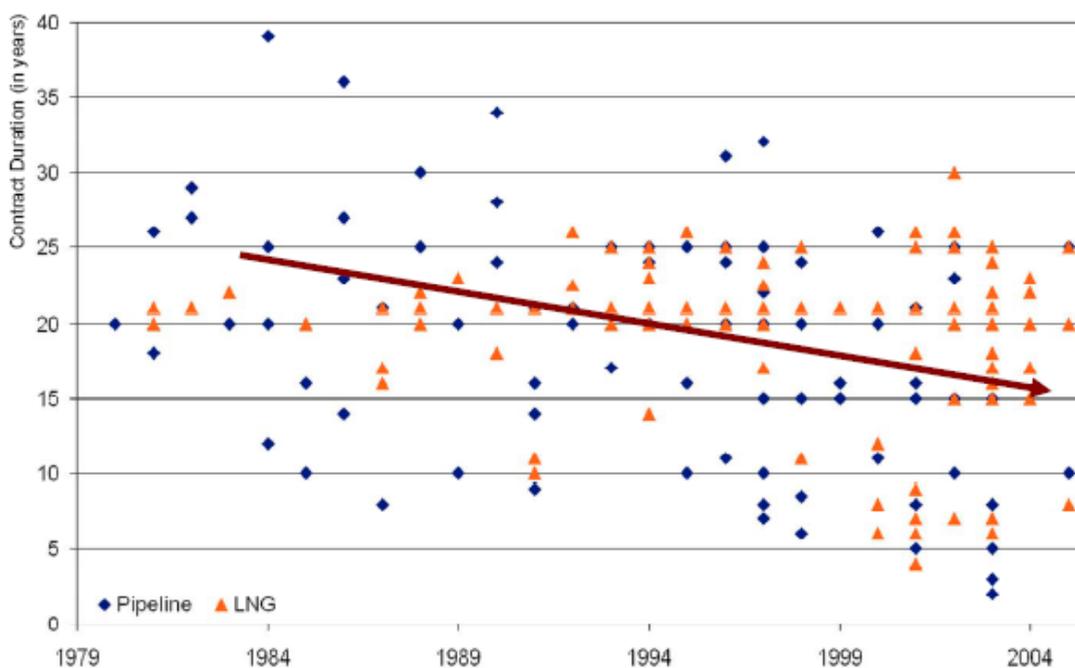
---

<sup>16</sup>En 1984 l'OTAN interdit aux pays européens d'importer plus de 30% de gaz russe. Actuellement, 38,5 % des approvisionnements en gaz de l'Europe OCDE proviennent de Russie. (Source : IFP, Panorama 2004).

## CHAPITRE 1. L'ORGANISATION INDUSTRIELLE DU MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN

---

- Elle donne les caractéristiques des contrats de long terme et décrit leurs effets sur la demande et l'offre de gaz :
  - Le manque de flexibilité décrite par les auteurs freine le développement des marchés spots et l'arrivée de nouveaux concurrents en aval de la chaîne.
  - De plus, les contrats doivent être renégociés. Ce qui se révèle vrai jusqu'en 2004 avec la réduction de leur durée. Leur durée passe de 20-25 ans à 10-15 ans (comme le confirme la tendance de la Figure ci-après). Les résultats de cette étude sont contrastés par la signature de nouveaux contrats de long terme pour une durée de 20-25 ans, comme, par exemple, l'indique la prolongation des contrats de long terme entre *Gaz de France* et *Gazprom* en décembre 2006.



Réduction de la durée des contrats de long terme sur la période 1980-2000.

Source : Neumann, A., von Hirschhausen, C., 2004, "Less long term gas to Europe? A quantitative analysis of European long term gas supply contracts", *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, Vol.28.

- Certaines conclusions se sont avérées exactes lors de l'ouverture du marché gazier européen. L'assouplissement des contrats de long terme doit se faire essentiellement par la fin des clauses de destinations. Par exemple, en 2004, le gaz russe livré

à Baumgarten par OMV est libre de toute contrainte de destination, de même que celui livré à *ENI* en Italie par *Gazprom*, qui en échange peut librement intervenir directement sur le marché aval italien<sup>17</sup>.

Pour l'instant, le gaz circule sur ces marchés en plus ou moins grandes quantités selon la volonté des opérateurs. L'intérêt de cet article pour la modélisation de l'approvisionnement réside plus dans l'introduction d'une concurrence imparfaite entre producteurs de gaz naturel que dans l'utilisation d'un outil mathématique nouveau. En effet, avec l'introduction d'une concurrence oligopolistique et grâce à la mise en forme particulière des problèmes de maximisation sous contraintes et à l'utilisation d'algorithmes de résolution, les auteurs parviennent à calculer les solutions d'équilibres de Nash généralisés. Par conséquent, une concurrence à la Cournot entre producteurs est envisageable. D'autres possibilités d'approvisionnements restent à introduire telles que les programmes de *gas release* et les marchés spot.

## 1.3 Les modes d'approvisionnements

Après avoir observé que le marché du gaz naturel a une structure oligopolistique, déterminons à présent quels sont les principaux moyens d'approvisionnements à la disposition des acteurs du marché gazier européen. Le gaz naturel est principalement échangé par contrats de long terme depuis les années 1960, et depuis 1998, il s'échange aussi sur des marchés spots de court terme mais pour de faibles quantités.

Nous proposons d'étudier trois principales sources d'approvisionnement en gaz naturel :

- Les contrats de long terme relativement rigides.
- Les marchés de courts terme (spots), risqués. Les programmes de *gas release* ne peuvent être qu'une solution temporaire et ils sont favorables à l'essor des marchés spots.

---

<sup>17</sup>C. Clastres et L. David, Monder 2004, « Le gaz naturel : doit-on signer des contrats de long terme ou s'en remettre au marché ? ».

- Les intégrations horizontales ou verticales

### 1.3.1 Les contrats de long terme

Un contrat de long terme se conclut entre un producteur et un distributeur, il fixe l'évolution des quantités à livrer et de leurs prix (pour l'instant, souvent liés au cours du pétrole) pour une période de 15 à 25 ans

#### 1.3.1.1 Poids du coût d'approvisionnement

Commençons par déterminer pourquoi les régulateurs accordent autant d'importance à la tarification de l'accès aux réseaux. L'infrastructure de transport présente les caractéristiques du monopole naturel, c'est-à-dire qu'une seule entreprise est plus efficace que plusieurs en concurrence.

Ainsi, la firme qui détient le réseau a un pouvoir important qui justifie sa régulation ou son contrôle par l'Etat. En effet, en raison des coûts fixes importants, il est trop coûteux de dupliquer les réseaux de transport et distribution de gaz naturel.

De plus, les économies d'échelle et les économies d'envergure rendent la fonction de coûts sous additive<sup>18</sup> ce qui signifie qu'une seule fonction de coût pour tous les outputs est toujours inférieure à la somme des fonctions de coûts de chaque output produit séparément.

Enfin, la gestion d'un réseau est plus efficace lorsqu'elle est centralisée. La Commission Européenne met en œuvre des politiques pour que l'accès au réseau de transport de gaz naturel ne freine pas le développement de la concurrence sur un marché déjà concentré.

Le rapport annuel européen 2003, sur l'évolution de l'ouverture des marchés de l'énergie précise qu'il y a un «*manque de cohérence entre les structures de tarification des différents exploitants de systèmes de transport a également empêché la concurrence*

---

<sup>18</sup>Définition de Baumol, Panzar et Willig en 1982.

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

*dans certains domaines. Pour transporter du gaz de Zeebrugge à Budapest, par exemple, il faudrait utiliser au moins cinq réseaux différents. La complexité du calcul de la redevance serait très dissuasive pour tout utilisateur des réseaux».* Au niveau européen les régulateurs doivent offrir des tarifs d'accès aux réseaux concurrentiels.

Pour ce qui est du transport international, les firmes financent les projets de gazoducs et d'infrastructures GNL par des contrats de long terme ou par des participations avec d'autres gaziers. Regardons quelles sont les principales caractéristiques du transport international du gaz.

Comme pour le pétrole, les coûts d'exploration/production du gaz naturel sont très élevés. En revanche, du fait de son état gazeux, le gaz naturel est beaucoup plus cher à transporter. Historiquement, le gaz naturel est transporté par gazoducs, sur une distance pouvant aller jusqu'à 6000 Km. Le transport par gazoducs présente l'avantage d'avoir des rendements d'échelle croissants.

Les volumes de gaz transportés augmentent plus que proportionnellement au diamètre du pipeline, de plus son coût de construction reste proportionnel au diamètre. Cependant, pour de longues distances, le transport par pipeline est trop coûteux, alors le Gaz Naturel est Liquéfié (GNL). C'est-à-dire que le gaz est refroidi à une température de  $-160^{\circ}C$ , il devient liquide et son volume est réduit par 600. Ensuite le GNL est chargé sur des méthaniers et regazéifié dans le port d'arrivée. Ce moyen de transport est rentable à partir d'une distance de 3000 Km pour de petites quantités ( $<3Gm^3$  par an) ou de 6000 Km pour de plus importantes quantités ( $>253Gm^3$  par an).

Les avantages du GNL sont que les coûts des investissements<sup>19</sup> sont en baisse depuis quelques années et qu'il permet une plus grande flexibilité dans la destination des cargaisons. De ce fait, les transporteurs de GNL peuvent modifier le lieu d'arrivée de leur méthanier, sans subir un surcoût trop important, selon le prix du gaz sur les marchés ou selon les besoins des consommateurs. Il facilite donc l'interconnexion

---

<sup>19</sup>L'Annexe 4 indique l'évolution suivie par le coût de construction des navires GNL de 1992 à 2003.

des marchés. Le commerce international du GNL représente 10% des échanges de gaz naturel en 2003.

Pour ce qui est du progrès technique sur la chaîne du GNL, les coûts ont baissé ces dernières années. En effet, d'après le Gas Technology Institute (GTI) : « The Global Liquefied Natural Gas Market : Status & Outlook » (décembre 2003), les coûts de liquéfaction ont baissé de 35 à 50 % ces dix dernières années. Le coût en capital des usines est passé de plus de 500 US\$ à moins de 200 US\$ par tonne de capacité de liquéfaction annuelle. Les coûts de construction des tankers GNL est passé de 280 million US\$ (nominal) vers le milieu des années 1980 à environ 155 million US\$ en 2003.

A cette date, les principaux composant du coût d'installation d'une chaîne GNL sont :

- L'extraction du gaz et transport jusqu'à l'usine de liquéfaction, ce qui représente 15 à 20 % des coûts.
- L'usine GNL : traitement du gaz, liquéfaction, chargement des navire GNL et stockage, ce qui représente 30 à 45 % des coûts.
- Le transport du GNL par navire, ce qui représente 10 à 30% des coûts.
- Le terminal de réception : déchargement, stockage, regasification et distribution, ce qui représente 15 à 25 % des coûts.

Pour financer leurs projets nécessaires à l'approvisionnement gazier et assurer l'arrivée de gaz en Europe, les groupes mettent en place essentiellement des contrats de long terme. Examinons à présent quelles sont les caractéristiques de ces contrats.

### **1.3.1.2 Caractéristiques des contrats de long terme**

Un contrat de long terme spécifie les quantités et prix du gaz qu'un producteur devra livrer à un revendeur sur le marché européen (appelé fournisseur dans cette thèse) pour une période déterminée. Ainsi, un contrat assure le producteur pour le

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

financement de l'infrastructure nécessaire à la production et l'acheminement du gaz. Il garanti la sécurité des approvisionnements pour le fournisseur européen pour une période donnée. Les contrats de long terme se sont beaucoup développés dans les années 1970 pour étendre le réseau de transport européen.

Les contrats de long terme sont assortis de clauses de destination et de Take or Pay. La clause de destination oblige les distributeurs à enlever le gaz à l'endroit désigné par le contrat et à le vendre sur le marché indiqué. Ainsi du gaz enlevé par un acteur français à la frontière Allemande ne peut être revendu sur le marché allemand. La clause Take or Pay oblige à enlever toute la quantité contractée.

L'objectif de ces clauses est de partager les risques entre le producteur et l'acheteur et aussi d'assurer le financement d'investissements importants tels que l'installation des gazoducs, la mise en service de champs gaziers. Ces coûts sont des coûts fixes irrécupérables, ou "*sunk costs*". Les contrats sont donc plus complexes qu'un simple couple quantité/prix. Dans ces contrats, le prix du gaz est lié à la logique net back. Cette logique tend à être abandonnée au profit d'une logique de marché, même si ceux-ci demeurent imparfaits, qui prend en compte : le prix de tête de puits, le coût du transport sur une longue distance, et le coût de la distribution locale.

Malgré le fait que certains secteurs aient une élasticité moins sensible, le gaz naturel est considéré comme substituable dans tous ses usages, il n'a donc pas d'usage captif. Son prix sur le marché final doit rester compétitif. Dans ce cadre, les prix du gaz (FOB en général, frontière du pays producteur) sont négociés sur la base des prix de ses substituts éventuels sur le marché final, auxquels les coûts de distribution, de stockage, et éventuellement de transport sont retranchés.

Les formules de prix sont indexées et revues régulièrement. Le processus d'indexation est déterminé lors de la négociation du contrat de long terme et selon le pouvoir de marché du producteur ou du consommateur. Souvent, le prix est lié à l'énergie fossile qui favorise celui qui a le plus fort pouvoir de négociation.

Un avantage autre que celui de présenter un faible coût de transport sur de longues

distances<sup>20</sup> est que le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) offre des opportunités d'arbitrages entre les différents marchés mondiaux. Ainsi, une cargaison de gaz naturel peut ne pas être envoyée sur le marché initialement prévu lorsque les prix sont très élevés sur un autre marché. Cependant, à court et moyens termes, le GNL est négocié sur la base de contrats de long terme. Prenons pour exemple les échanges GNL en 2003, 91% des quantités échangées l'ont été sur la base de contrats de long terme<sup>20</sup>.

A long terme, un opérateur doit donc avoir une source d'approvisionnement sûre et efficace, c'est-à-dire qu'il s'assure une arrivée de gaz constante et à un prix concurrentiel. Les contrats de long terme assurent cette stabilité avec comme l'indique leur nom, leur objectif de long terme. Cependant, à court terme, les fournisseurs européens doivent aussi pouvoir répondre à la demande, sans déstabiliser l'équilibre du réseau. A ce niveau, la sécurité des approvisionnements passe par la disponibilité physique de la molécule.

L'importateur de gaz doit s'assurer qu'il y ait assez de gaz au niveau de la production puis, qu'il puisse le transporter jusqu'à destination et le stocker, il doit aussi pouvoir l'acheminer jusqu'au client final. Ils ont donc besoin de flexibilité.

Pour diversifier les risques, les importateurs (fournisseurs européens dans notre cas) de gaz constituent leur portefeuille d'approvisionnement avec des contrats de long terme, signés avec différents producteurs et à différents prix. Un portefeuille gazier n'est pas constitué que de sources de gaz à bas prix.

Comme nous venons de le voir, les contrats de long terme sont utiles à la sécurité des approvisionnements mais ils freinent le développement d'une concurrence en prix sur le marché du gaz et ils manquent de flexibilité. Cette flexibilité peut être introduite par un assouplissement des clauses des contrats de long terme et par un recours aux marchés spots que nous étudions maintenant.

---

<sup>20</sup>Jensen, J., "The Development of a Global LNG Market : Is it Likely? If so When?", *Oxford Institute for Energy Studies*, 2004

#### 1.3.2 Les marchés de court terme

Les marchés spots sont des lieux d'échange de gaz semblables à une bourse pour les marchandises.

##### 1.3.2.1 Hubs Européens, lieux d'échanges du gaz naturel

Depuis le milieu des années 1990, le marché spot gazier de Grande Bretagne, le National Balancing Point (NBP), est assez efficace. C'est-à-dire qu'il est assez liquide et que le prix reflète les conditions du marché, l'état de l'offre et de la demande. Ce marché s'est développé lorsque les gaziers ont eu besoin d'équilibrer leurs position sur le réseau de transport, ils se sont alors échangé du gaz. Par exemple en 2005, Distrigaz acheté 7% de son gaz sur les marchés spot<sup>21</sup>.

Pour le reste de l'Europe, il n'y a encore que le marché spot de Zeebrugge qui est actif. Zeebrugge est principalement détenu par Distrigaz<sup>22</sup> qui fait appel au marché spot de Zeebrugge pour satisfaire 19% de sa demande. Ce hub est situé à l'intersection des pipelines venant de Grande Bretagne (GB) et de Norvège. Le Huberator (Fluxys) est l'opérateur du hub, il a environ 54 utilisateurs. En 2002, les échanges sur ce marché se sont élevés à un niveau de 67 bcm, sachant que la capacité physique maximale est de 40 bcm. Les prix sur ce marché sont fortement liés à ceux du NBP en raison de la connexion GB/Belgique (Interconnector).

D'autres places de marché vont émerger comme le montre l'évolution de la bourse d'électricité d'Amsterdam. En effet, fin mai 2004, l'APX (Amsterdam Power Exchange) commence à échanger du gaz, soutenu par le Gastransport Services (GTS) hollandais qui lance en 2003 un service le TTF (Title Transfer Facility) grâce à l'introduction d'un système de tarification sur le réseau hollandais de type Entrée/Sortie. Le TTF est associé aux hub physiques de la région Bunde/Oude-Statenzijl/Emden. Sur ce marché le gaz est d'origine norvégienne, hollandaise et Russe. Actuellement, dix traders effectuent cinq à dix échanges quotidiens, ce qui représente 5% de la consommation de gaz

---

<sup>21</sup>Distrigaz Rapports à l'Assemblée générale du 9 mai 2006, 5ème exercice.

<sup>22</sup>Rapport Annuel Distrigaz 2003.

hollandaise.

A Baumgarten (Autriche), OMV Erdgas détient un hub peu liquide pour l'instant et dont le gaz provient essentiellement de la Russie. Ce hub pourrait se développer avec l'arrivée de gaz transitant par la Turquie.

D'autres hubs pourraient apparaître en Europe aux interconnexions de pipelines ou aux points d'arrivée du GNL.

Pour résumer, le développement des échanges spots de gaz est assez lent, les lieux d'échanges et le nombre d'acteurs étant insuffisants. En effet, les opérateurs européens s'approvisionnent historiquement avec des contrats de long terme. C'est le besoin d'assurer l'opérabilité du réseau qui incite les acteurs à échanger. Les marchés européens restent donc encore cloisonnés<sup>23</sup>.

La concurrence reste imparfaite, les firmes européennes sont souvent d'anciens monopoles d'Etats<sup>24</sup>.

Ainsi, il est difficile pour les firmes étrangères de prendre des parts de marché à un concurrent national. Notons à ce sujet que le nouveau « rapport annuel sur la mise en œuvre du marché intérieure du gaz et de l'électricité » (Bruxelles, 5 Janvier 2005) confirme cette notion : « Les marchés gaziers continuent de présenter d'importantes rigidités dans de nombreux cas, généralement à cause du manque persistant d'intégration entre les marchés nationaux. En l'absence de concurrence transfrontalière, les opérateurs en place peuvent protéger facilement leur position ». La pénétration du marché est alors coûteuse pour une nouvelle firme. Cependant, l'objectif des directives européennes est de permettre un accès non discriminatoire au marché gazier (ATR).

---

<sup>23</sup>Ce qui est confirmé lors de notre entretien avec M. Hafner et B. Esnault à l'OME le 02 Décembre 2004.

<sup>24</sup>Excepté pour l'Allemagne où la distribution de gaz est séparées en plusieurs niveaux : supra régional, régional et local. De nombreuses firmes interviennent à un ou plusieurs de ces niveaux.

#### 1.3.2.2 Objectif : intensifier la concurrence par le développement des échanges

Pour favoriser la concurrence sur le marché gazier européen, le développement de marchés de court terme est encouragé. Le marché spot est un marché de court terme, il a lieu en  $j-1$ . L'opérateur de ce marché collecte les offres et les demandes puis les confronte, puis il modifie les nominations afin de les équilibrer et, enfin, confirme les livraisons effectives et leur prix. Souvent, le marché spot est adossé à un hub physique pour faciliter les échanges de gaz. Il existe aussi des hubs virtuels, tels que le National Balancing Point en Grande Bretagne, nous verrons plus loin quels sont les principaux hubs européens.

Un hub physique est un lieu où plusieurs canalisations de gaz naturel s'interconnectent. Il permet d'envoyer le gaz naturel d'une canalisation à l'autre. Un hub doit avant tout disposer d'une station de comptage pour pouvoir effectuer correctement les transactions. Les hubs proposent une offre croissante de services qui facilitent l'achat, la vente et le transport de gaz naturel. Les services classiques d'un hub efficace comprennent à la fois la vente de gaz, l'équilibrage et le stockage qui peut être provisoire, pendant la durée des transactions, ou pour de plus longues périodes. Il a un service d'information sur les transactions (propriétés du gaz) et les prix. Il permet le commerce électronique.

Les hubs peuvent être notionnels, il s'agit de lieux virtuels d'échanges du gaz naturel. Le hub virtuel ne se situe pas à l'interconnexion de gazoducs. Le marché spot doit offrir la transparence des prix et permettre une pression concurrentielle. En effet, il assure l'augmentation de la liquidité du marché, de la transparence et de l'accès non discriminatoire au marché. Il fournit de bons signaux pour l'investissement lorsqu'il est suffisamment fluide et dynamique.

Cependant, les signaux ne donnent pas d'indications quand à la responsabilité des investissements. Nul ne désire supporter les coûts d'investissements élevés et dont la rapidité d'amortissement dépend des fluctuations des échanges sur le marché. Les prix sur les marchés spot profonds et liquides peuvent constituer de bons signaux pour

l'investissement. Toutefois, ils ne garantissent pas le prix du gaz dans le futur, ils n'assurent que la sécurité de l'approvisionnement à court terme.

L'objectif du développement de marchés de court terme est de permettre un approvisionnement de court terme. Si ces marchés se développent, ils permettront une indexation des contrats sur les prix de court terme. Ce qui est le cas aux Etats-Unis où le prix de référence est celui du Henry Hub. Ce serait la fin de l'indexation du prix du gaz sur le cours du pétrole et le prix du gaz reflèterait les fondamentaux<sup>25</sup> (états de l'offre et de la demande).

Le prix du gaz sur les marchés de gros ne serait alors plus lié avec celui de ses substituts (comme le pétrolé) par une relation fixe mais par une relation de corrélation entre le cours de chacune des énergies. Donc, pour que le prix spot du gaz naturel devienne une référence, les échanges de court terme doivent se développer et de nombreux acteurs doivent intervenir sur ce marché. Il y a là un problème d'incitation. En effet, pour que les marchés spots gaziers se développent, ils doivent être suffisamment approvisionnés pour éviter les pénuries et attirer de plus en plus d'acheteurs (fournisseurs européens).

Mais, l'offreur souhaite vendre son gaz de façon continue. Actuellement, ce n'est pas possible puisque plupart des importateurs européens s'approvisionnent avec des contrats de long terme. Ils n'interviennent donc pas systématiquement sur le marché de court terme. L'objectif d'une concurrence européenne est l'essor des échanges de court terme qui inciteraient les producteurs à offrir du gaz sur les marchés spots.

Autrement dit, l'augmentation du nombre d'acteurs présents sur le marché spot est un élément essentiel à leur fluidité et donc à leur développement.

Cependant, l'importance des risques (variations des prix des énergies ou variations des approvisionnements) freine aussi l'essor des marchés spots. Pour de faibles variations de la demande, les marchés spots et leurs services financiers permettent la couverture des risques de variations des prix. Mais cette couverture peut s'avérer inef-

---

<sup>25</sup>Pour une comparaison plus complète de l'évolution des prix du gaz naturel entre logique net back et prix de marché, se référer à l'article de D. Kingma et al., 2002. « Gas-to-gas competition versus oil price linkage ».

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

ficace lors d'une crise politique ou internationale ou de spéculations trop importantes. La demande doit être en mesure de s'adapter aux variations de prix.

Le gaz naturel est une énergie substituable dans tous ces usages, une augmentation importante de son prix incite les consommateurs à changer d'énergie, la demande semble donc capable de s'ajuster. Cependant, certains secteurs sont plus captifs dans l'usage du gaz naturel, par exemple le maintien d'un prix élevé peut rendre les investissements dans les Turbine à Gaz à Cycle Combiné (TGCC) non rentables, or, c'est précisément cette utilisation du gaz qui doit augmenter la demande de gaz. L'expansion des échanges de court terme de gaz nécessite la participation des producteurs et des consommateurs. Les premiers doivent offrir suffisamment de gaz sur le marché.

Le développement du marché spot passe par l'augmentation des livraisons de Gaz Naturel Liquéfié (GNL), et des points d'arrivée des cargaisons. En effet, le GNL offre une flexibilité d'approvisionnement. En plus des contrats de long terme, des capacités excédentaires de GNL peuvent être mises sur le marché et la modification du point d'arrivée d'un navire est moins coûteuse que pour un gazoduc.

L'Europe peut s'approvisionner avec le GNL venant de l'Algérie, du Nigeria et du Qatar. Le principal inconvénient du GNL est que ses coûts de transport et stockage sont encore plus importants que ceux du gaz naturel. L'Europe tente de développer ses marchés spots sur le modèle américain où il y a 37 places de marché. Le principal hub américain est le Henry Hub (Louisiane) qui est le lieu de livraison et de référence du New York Mercantile Exchange (NYMEX). Sur le NYMEX, les volumes quotidiens échangés sont de 20bcm, ce qui représente 10 fois les quantités de gaz effectivement livrées aux Etats-Unis.

Les marchés spots, bien qu'insuffisamment développés en Europe, offrent donc une possibilité d'approvisionnement. Cette source d'approvisionnement n'est pas envisageable pour fournir à long terme des consommateurs qui ont une demande relativement stable et une élasticité prix faible. En outre, elle permet des ajustements et des opportunités d'arbitrages, selon le niveau des prix du marché et des autres sources. Ainsi, lorsqu'un pic de demande apparaît et que l'approvisionnement par contrat ne suffit

pas, l'appel au marché spot offre une solution de flexibilité. De même, si les prix sont élevés sur le marché spot et qu'un acteur détient suffisamment de ressources, il peut réaliser des profits supplémentaires en offrant du gaz sur les marchés spots. Examinons à présent comment le régulateur favorise l'entrée de nouveaux acteurs.

### 1.3.3 Le *Gas release*

L'instauration de programmes de rétrocession de gaz par l'opérateur historique à ses concurrents sur le marché final dans plusieurs pays européens a été décidée par les régulateurs ou les gouvernements afin de favoriser le développement des échanges de court terme. Cet approvisionnement est une solution temporaire qui permet aux concurrents d'un importateur de lui acheter du gaz pendant une certaine période. Le prix et la méthode d'attribution des quantités rétrocédées (3 ou 4 % de la demande) sont fixés soit par enchères soit par négociations de gré à gré. Un point important du *gas release* est qu'ils sont temporaires, ils durent de 3 à 5 ans.

Ces programmes ont déjà été menés :

- En Grande Bretagne (années 1992-1995) le gaz était rétrocédé au prix moyen pondéré.
- En Espagne (fin en janvier 2004) rétrocession par enchères sur des couples prix-quantités.
- D'autres pays utilisent aussi le *gas release* : la France (enchères et gré à gré), l'Italie (sur la base du coût d'approvisionnement), l'Allemagne et l'Autriche (pratiquent des enchères ascendantes).

### **1.3.4 Les stratégies d'intégration : pour acquérir un portefeuille d'approvisionnements ou pour acquérir la molécule**

Les stratégies d'intégration permettent à un acteur d'acquérir un portefeuille d'approvisionnement en fusionnant avec un concurrent du marché gazier ou d'acquérir directement des stocks de gaz en fusionnant avec un producteur.

#### **1.3.4.1 L'intégration Horizontale permet d'accéder à un portefeuille d'approvisionnements**

L'intégration horizontale est un moyen pour une firme de diversifier rapidement son offre, d'acquérir de l'expérience (ou information) sur un nouveau secteur et d'acheter des approvisionnements. Par exemple, ce peut être le gaz pour un électricien qui cherche à entrer sur ce marché. Par une fusion avec un gazier européen, l'entrant électricien acquiert le portefeuille d'approvisionnement et il entre sur un nouveau marché qui peut être dans un pays autre que celui où il vend son électricité. L'intégration horizontale est définie par les stratégies de prise de contrôle, d'absorption, de fusion, d'OPA et d'OPE. Elle vise notamment à :

- Réaliser des synergies industrielles comme les économies d'envergure et les économies d'échelle. Particulièrement vrai lorsque un énergéticien crée une énergie à partir d'une autre (génération électrique avec du gaz).
- Augmenter le pouvoir de marché en élargissant le nombre de consommateurs
- Diversifier les activités des firmes pour profiter des secteurs en expansion, comme celui du gaz naturel dans le domaine de l'énergie.
- Investir de nouveaux marchés. Ce qui est le cas en Europe où avant la libéralisation les marchés étaient nationaux. Le rachat de firmes étrangères permet à un groupe de s'implanter dans un nouveau pays. Et pour le cas du marché gazier, l'entrant profite du portefeuille d'approvisionnement déjà constitué par le gazier qu'il absorbe.

A présent, d'un point de vue théorique, l'étude porte sur les incitations à une intégration horizontale. Salant, Switzer et Reynolds (1983), montrent que dans une industrie oligopolistique composée de  $k$  firmes ( $k > 2$ ) avec des demandes linéaires et des coûts moyens (constants et identiques) de production, une fusion horizontale exogène<sup>26</sup> n'est jamais profitable, au sens du bien être collectif et lorsque les firmes se concurrencent à la Cournot (en quantités).

En effet, au lieu de produire des quantités égales à la somme des deux quantités de Cournot avant la fusion, la firme fusionnée préfère réduire son output pour obtenir un profit plus élevé. Ce résultat tient tant que qu'il n'y a pas de gain d'efficacité lors de la fusion.

Les deux effets d'une fusion sont donc les suivants :

- Les entreprises fusionnées réduisent leur output. Le marché est plus concentré, ce qui augmente le prix sur le marché, c'est l'effet « interne ».
- Les entreprises non fusionnées augmentent leur output, pour que le prix revienne au même niveau qu'avant la fusion. Ces firmes augmentent donc leur profit, c'est l'effet « externe » de la fusion.

Les auteurs concluent alors que les firmes ne sont en général pas incitées à fusionner, les profits des firmes extérieures à la fusion augmentent mais pas ceux des firmes fusionnées contrairement à ce qu'elle ont anticipées en réduisant leur output. Ils déterminent aussi qu'en dessous d'un seuil (80%<sup>27</sup> du marché, pour une concurrence à la Cournot), la réduction de la production de l'entité fusionnée est compensée par l'augmentation des quantités des concurrents ce qui ne permet pas une hausse du prix sur le marché. Ceci sous l'hypothèse restrictive pour laquelle la fusion ne doit pas réaliser d'économies de coûts. Cette analyse nous permet donc de comprendre quels sont les principaux effets d'une fusion sur la réaction des concurrents.

---

<sup>26</sup>Exogène signifie que l'analyse s'effectue une fois la fusion réalisée. Le choix de la fusion n'est pas considéré.

<sup>27</sup>Selon les auteurs ( $n$  est le nombre de firmes sur le marché) : « For any number  $n$ , it is sufficient for a merger to be unprofitable that less than 80 percent of the firms collude ».

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

Pour interpréter quels sont les effets de la modélisation du marché de l'énergie, où gaz naturel et électricité sont différenciés, nous étudions quelles sont les stratégies dominantes pour les firmes :

- Concurrence en quantités si les biens sont des substituts
- Concurrence en prix lorsque les biens sont des compléments.

L'effet de la différenciation des produits dans les modèles de concurrence à la Cournot et à la Bertrand est étudié par Singh et Vives (1984). Le résultat classique de la différenciation des produits est que pour une concurrence à la Bertrand les prix sont égaux au coût marginal et que pour la concurrence à la Cournot, les prix tendent vers ceux de monopole. L'écriture des demandes inverses pour le bien 1 et le bien 2, avec les paramètres de substituabilité  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  et  $\gamma$  est la suivante :

$$p_1 = \alpha_1 - \beta_1 q_1 - \gamma q_2,$$

$$p_2 = \alpha_2 - \beta_2 q_2 - \gamma q_1.$$

Pour que ces demandes soient linéaires, paramètres doivent suivre les conditions suivantes :  $\alpha_1 > 0$  et  $\alpha_2 > 0$ ,  $\beta_1 \beta_2 - \gamma^2 > 0$  et  $\alpha_i \beta_j - \alpha_j \gamma > 0 \forall i \neq j$ . Les biens sont parfaitement substituables lorsque, l'égalité entre paramètres est la suivante :

$$\alpha_1 = \alpha_2 \text{ et } \beta_1 = \beta_2 = \gamma$$

Le degré de différenciation des produits est noté  $\theta$  dans les chapitres suivants, il respecte :  $\alpha_1 = \alpha_2$  et  $\theta = \frac{\gamma^2}{(\beta_1 \beta_2)}$ , lorsque l'expression tend vers 0, les biens sont indépendants et lorsqu'elle tend vers 1, ils sont de parfaits substituts. Les biens sont dits parfaitement complémentaires dans le cas où  $\theta = -1$ . Pour la suite, nous procédons à la normalisation suivante :  $\alpha_1 = \alpha_2 = a$  et  $\beta_1 \beta_2$  à 1. Ce qui implique que  $\theta = \gamma^2$ .

Nous reprendrons l'analyse de la différenciation des produits<sup>28</sup> sur les marchés finaux au cours des prochains chapitres, nous verrons ainsi que la relation entre les énergies sur le marché final modifie le comportement d'achat d'input des acteurs européens. Dans tous les modèles des chapitres suivants, nous représentons les préférences des consommateurs avec une fonction d'utilité qui génère des fonctions de demandes linéaires identiques à celles indiquées ci dessus.

Les auteurs trouvent alors que la concurrence à la Cournot avec des biens substituables est le programme dual d'une concurrence à la Bertrand avec des biens complémentaires. De même, la concurrence à la Bertrand avec des biens substituables est le programme dual d'une concurrence à la Cournot avec des biens complémentaires.

Avec une structure de demande linéaire, la concurrence à la Bertrand reste socialement plus efficace que les biens soient substituables ou complémentaires. Le surplus des consommateurs est identique pour les concurrences de Bertrand et de Cournot lorsque les biens sont indépendants. Pour les firmes, les profits sont supérieurs pour une concurrence à la Cournot que pour une concurrence à la Bertrand lorsque les biens sont substitués, c'est l'inverse quand les biens sont complémentaires.

Ces articles donnent une écriture d'une demande qui peut être adaptée au marché de l'énergie, la demande est alors différenciée en gaz et électricité, la sélection des paramètres  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  et  $\gamma$  donnera le degré de substituabilité de ces deux biens. Nous pourrons ainsi étudier les effets d'une fusion entre gaziers et électriciens et sélectionner une concurrence à la Cournot pour laisser un profit plus important aux firmes.

Les fusions horizontales dans le cadre d'un oligopole de Cournot sont étudiées par Farrell et Shapiro (1990). Ils cherchent les conditions qui rendent une fusion profitable,

---

<sup>28</sup>Marie-Bénédicte BOURDON. « Apport des modèles dynamiques d'équations simultanées dans l'analyse des substitutions dans la demande d'énergie résidentielle des ménages ». Communication préparée pour les : XIèmes journées du SESAME, MEDEE, Université de Lille-I, 12-14 septembre 2001. Dans cet article, l'auteur fixe une valeur moyenne, pour la consommation des ménages, de la substitution gaz électricité à 0.12768 grâce à l'estimation d'un modèle translog

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

c'est-à-dire qu'elle accroît le bien être collectif. L'analyse prend en compte la réaction des firmes qui ont un pouvoir de marché mais qui ne participent pas à la fusion.

Les auteurs recalculent donc les réactions des firmes après une fusion entre deux firmes, entraînant une amélioration de l'efficacité de la firme fusionnée. Ce gain d'efficacité peut être dû aux synergies créées par la fusion. Ils retrouvent le résultat de Salant, Switzer et Reynolds (1983), qui dit qu'en l'absence de synergies, une fusion accroît le prix.

Farrell et Shapiro (1990) donnent les conditions d'économies d'échelles ou de l'effet d'apprentissage entre les deux firmes fusionnées qui permettent une augmentation de l'output et donc une réduction des prix. Ces effets d'apprentissage peuvent être dans notre cas du marché de l'énergie, une connaissance du marché (coûts, profil de demande, technique . . .) apporté par un gazier à l'électricien qui le rachète. La réaction des firmes ne faisant pas partie de la fusion est très importante puisqu'elles augmentent leur production lorsque le prix du marché s'accroît.

L'incitation à fusionner dépend de l'intensité de la réaction (qui dépend elle-même de la structure des coûts) des firmes extérieures à la fusion, moins cette réaction est forte (plus leur output augmente quand la firme fusionnée diminue le sien) et plus le nombre de firmes, nécessaires à ce que la fusion soit efficace, est faible. De même, plus le produit est différencié et moins la réaction des firmes hors fusion est intense. Ainsi, les cas où les fusions sont profitables aux firmes qui y participent sont plus nombreux.

#### 1.3.4.2 L'Intégration Verticale : objectif acquérir la ressource

Quels sont les effets d'une intégration verticale<sup>29</sup> entre firmes qui ont du pouvoir de marché? Nous relevons trois principales raisons susceptibles d'inciter des firmes à s'intégrer verticalement :

- La baisse des coûts de transaction. L'entité intégrée n'a plus besoin d'acheter son gaz, les coûts de négociation ou de recherche d'information sont réduits.

---

<sup>29</sup>Deux firmes liées par des relations verticales fusionnent et forment ainsi qu'une entité.

- Suppression de la double marge<sup>30</sup> et baisse du prix intermédiaire du gaz puisqu'il n'est plus déterminé par une relation de contrat de long terme ou par le marché.
- Possibilité d'actions stratégiques comme la forclusion, lorsque le marché aval est peu différencié. Ceci est le cas du marché du gaz naturel, une firme intégrée peut refuser de servir ses concurrents sur le marché aval. Le prix intermédiaire du gaz augmente, les firmes non intégrées supportent un coût d'approvisionnement plus élevé. Certaines firmes peuvent alors être exclues du marché si elles ne sont pas suffisamment efficaces sur le marché aval ou si elles n'ont pas la possibilité de s'intégrer verticalement à leur tour. Cette possibilité est renforcée lorsque la firme aval est mono-produit.

En général, dans les modèles d'intégration verticale, les auteurs (comme Saloner 1988) supposent qu'aucune firme ne peut entrer sur le marché après la fusion, ceci permet d'analyser l'effet de la suppression de la double marge qui existe lors d'une concurrence en quantités ou l'effet de la fusion sur l'intensité de la concurrence sur le marché des biens intermédiaires.

Odoover, Saloner et Salop (1990), modélisent une concurrence à la Bertrand entre deux oligopoleurs, pour un produit homogène en amont. La firme fusionnée est amenée à refuser de vendre son output à son concurrent sur le marché aval. Alors, le concurrent s'approvisionne auprès d'un monopole en amont. Le prix du bien intermédiaire sur le marché monopolistique est ainsi plus élevé.

La firme intégrée verticalement a donc un prix inférieur sur le marché final puisque son concurrent fait face à un coût d'approvisionnement plus élevé. Dans le cadre du duopole, l'intégration verticale et la forclusion des concurrents sur le marché aval exposent ces derniers à un monopole amont.

Ce type de forclusion est bien sûr profitable uniquement lorsque les profits de la vente du bien intermédiaire à ses concurrents sont inférieurs aux profits que la firme

---

<sup>30</sup>Rappelons que la double marge a précédemment été définie comme la marge que font les producteurs sur le marché amont en concurrence imparfaite plus la marge que font les acteurs du marché aval qui est aussi oligopolistique.

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

intégrée obtient en réduisant l'offre amont. Ce qui est le cas dans le modèle puisqu'il n'y a qu'un duopole en amont. L'incitation à la forclusion baisse avec l'intensité de la concurrence sur le marché intermédiaire.

Dans le cas d'un oligopole, l'augmentation du nombre de firmes en amont fait diminuer l'effet de baisse du prix. Les résultats ne sont pas trop modifiés. En effet, la firme intégrée n'intervient plus sur le marché intermédiaire, les quantités offertes sur ce marché diminuent et le prix augmente. Les coûts des concurrents sont donc accrus. En réponse à cette possibilité d'intégration, une stratégie des concurrents peut alors aussi être l'intégration. Alors, deux firmes intégrées se concurrencent alors pour le marché final. Les résultats de Olover, Saloner et Salop (1990) sont aussi valides dans le cadre d'une concurrence à la Cournot, il en est de même lorsqu'il y a différenciation de biens, dans ce dernier cas le pouvoir de marché de la firme amont non intégrée doit être élevé.

Salinger (1988), modélise une concurrence à la Cournot sur le marché d'un bien homogène. Il étudie trois effets des intégrations verticales lorsque les deux marchés (amont et aval) sont oligopolistiques.

- D'abord, la firme intégrée augmente son output.
- Ensuite, cette augmentation sur le marché final réduit la demande adressée aux firmes non intégrées ce qui réduit la demande sur le marché du bien intermédiaire.
- Enfin, la firme intégrée se retire du marché intermédiaire (forclusion). Le prix sur le marché intermédiaire est accru par la hausse de la concentration du marché.

La structure du marché va déterminer l'effet dominant. Nous avons donc deux effets lors d'une intégration verticale.

- Le premier est que le nombre d'offreurs sur le marché amont est réduit, le prix du bien intermédiaire augmente.
- Le second est que la firme intégrée augmente sa production sur le marché final par rapport à ce que vendait cette firme avant fusion (suppression de la double marge). Ceci ne laisse aux firmes non intégrées que la demande résiduelle et réduit donc la demande sur le marché du bien intermédiaire, son prix baisse.

La forclusion est déterminée par le fait que qu'une firme ne souhaite plus servir son concurrent sur le marché aval. Une intégration verticale réduit la concurrence sur le marché du bien intermédiaire ce qui est néfaste pour les firmes non intégrées.

Ces stratégies peuvent être utiles à l'analyse de l'effet de la descente d'un producteur gazier sur le marché européen. Un tel acteur pourrait refuser de vendre du gaz naturel à des concurrents sur le marché aval et ainsi bénéficier de coûts d'approvisionnements plus faibles. Le chapitre 3 étudie l'intégration verticale entre un producteur de gaz naturel (tel que *Gazprom* ou *Sonatrach*) avec un fournisseur de gaz européen (tel que *Gaz de France*), un électricien (tel que *EDF*) cherche à s'approvisionner en gaz à cette entité intégrée avant de la concurrencer sur le marché final.

#### 1.3.4.3 Effets sur l'approvisionnement

Pour mieux analyser en quoi ces possibilités d'intégrations verticales et horizontales s'appliquent au secteur de l'énergie européen, rappelons que le gaz et l'électricité sont des substituts sur le marché final et peuvent être des compléments sur le marché aval (génération électrique). Pour résumer ce qui va suivre nous pouvons dire que les stratégies d'augmentation du coût du concurrent, ou "Raising Rival Cost" (RRC), et de forclusion<sup>31</sup> sont efficaces à certaines conditions.

Si la concurrence est forte sur le marché du gaz (amont), la firme fusionnée n'a pas un pouvoir de marché assez important pour augmenter seule le prix du gaz et ainsi celui de l'électricité (aval). Il en est de même lorsque la firme fusionnée n'a pas assez

---

<sup>31</sup>Selon la Commission Européenne, la forclusion (verrouillage du marché) est définie comme le « comportement stratégique d'une entreprise ou d'un groupe d'entreprises consistant à restreindre les possibilités d'accès au marché de concurrents potentiels, soit en amont (marché en amont), soit en aval (marché en aval). Le verrouillage du marché peut prendre des formes différentes, allant du refus absolu de passer des marchés à des formes plus subtiles de discrimination, telles que la dégradation de la qualité d'accès. Une entreprise peut, par exemple, se réserver des sources importantes de matières premières et/ou des canaux de distribution en passant des contrats d'exclusivité et fermer le marché aux concurrents ».

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

---

de capacités de production pour profiter de l'augmentation du prix sur le marché de l'électricité.

Deux conditions doivent être remplies pour qu'une stratégie de RRC fonctionne lors d'une fusion gaz-électricité :

- La firme doit avoir un pouvoir de marché important.
- La firme doit avoir des capacités de production suffisantes.

En général, les auteurs étudient les incitations qu'ont les firmes à s'intégrer et leurs conséquences sur le bien être de tous les acteurs. Pour étudier des fusions verticales entre compagnies gazières et électriques sur la concurrence, Hunger (2003) utilise les fonctions d'offre. Les courbes d'offre sur le marché aval donnent des réponses à la question essentielle : Quel est l'effet d'une fusion verticale sur la concurrence ? Dans le cas où le gaz naturel est l'input de la production d'électricité, la plupart des échanges ont lieu entre la région où l'offre est fortement élastique (production électricité) et la région fortement inélastique (production de gaz). Si le prix du gaz augmente dans cette dernière zone, le prix d'équilibre du marché de l'électricité va être accru.

La répercussion des variations du prix du gaz sur les prix de l'électricité est immédiate lorsque c'est un input essentiel. Le gain lors de la mise en place d'une stratégie Raising Rival Costs (RRC) dépend des capacités détenues par la firme intégrée et de l'écart entre les coûts de la capacité qui sert la demande de base et le prix de marché qui a augmenté. La firme qui s'intègre doit avoir d'importantes capacités de production en amont, c'est-à-dire que la réduction des quantités qu'elle offre sur le marché affecte le prix intermédiaire du gaz (augmentation) et elle augmente ainsi le coût d'approvisionnement de ses concurrents. En plus, sur le marché de l'électricité, la firme intégrée doit avoir des coûts suffisamment faibles pour qu'elle puisse pratiquer un prix plus faible que les firmes non fusionnées, sur le marché aval.

Pour que la fusion soit efficace, il faut donc que la réduction de l'offre en amont conduise à un prix de l'électricité (aval) plus élevé qu'avant. Finalement, l'interaction entre les prix du gaz et de l'électricité a une influence importante sur les stratégies

d'approvisionnement. Comme A. Ellis et al. (2000) l'exposent, en Europe, les firmes gazières ne sont pas régulées de la même façon qu'aux Etats-Unis. En effet, le modèle européen est moins concurrentiel, puisque la priorité est donnée à la sécurité de l'approvisionnement et de la distribution de gaz naturel.

Les Etats-Unis ont une plus grande tradition de régulation, le gouvernement n'est pas impliqué de la même façon qu'en Europe qui perd tout son pouvoir de contrôle du marché, lors de la libéralisation. Le marché gazier monopolistique devient progressivement oligopolistique. Ce qui conduit, d'après les auteurs, à une efficacité de la concurrence plus importante puisque, l'acteur qui a les coûts les plus faibles en Europe aura la plus grande part de marché. Analysons les scénarios proposés par les auteurs pour l'évolution du marché européen de l'énergie.

Trois scénarios mettent en jeu des stratégies de renforcement de pouvoir de marché des principaux acteurs :

- Dans le premier scénario, stratégies actives et stratégies de défenses, les firmes cherchent à garder un avantage concurrentiel. Cela passe par la mise en place de barrières à l'entrée (ATR élevés) et par des intégrations horizontales (des fusions acquisitions), par des interventions sur plusieurs marchés européens, avec des offres d'énergies diversifiées (gaz et électricité par exemple) et des intégrations verticales (pour contrôler la chaîne gazière et allouer les risques et profits dans une seule firme). Ce scénario peu concurrentiel déboucherait sur un marché de l'énergie européen très concentré. Il entraînerait des réactions des régulateurs européens qui souhaitent plus de concurrence et pas un retour à des positions monopolistiques au niveau européen.
- Le second scénario, transformation progressive, suppose le contrôle des infrastructures de transport par un petit nombre de compagnies. L'objectif est que ces firmes de transport/distribution exploitent un marché captif pour compenser les pertes faites sur le marché éligible. Cela va dans l'intérêt des producteurs qui ne souhaitent pas une concurrence européenne trop élevée afin de contrôler les prix et d'assurer une offre de gaz constante.

- Le troisième scénario considéré est l'intégration verticale, dans ce cas les firmes (amont et aval) s'intègrent verticalement pour limiter les risques d'approvisionnement. Une expérience forte sur toute la chaîne permet profiter des opportunités d'arbitrages entre les marchés, de plus, les doubles marges sont éliminées.

Finalement, Les firmes du marché de l'énergie vont chercher à atteindre une taille importante (profiter des économies d'échelle et d'envergure) pour pouvoir se concurrencer. Le gaz naturel étant un input possible de la production électrique, l'intégration verticale des firmes leur offre un avantage en coût mais les soumet à une forte liaison entre le prix de deux énergies. Ce cas est utile pour modéliser l'intégration de firmes et leurs stratégies d'approvisionnement d'acteurs qui produisent une part importante de leur électricité à partir du gaz naturel, ceci est abordé dans le chapitre 4.

La constitution d'un portefeuille d'approvisionnement d'une firme offrant deux énergies et produisant l'une à partir de l'autre peut intégrer à la fois des intégrations horizontales et verticales. Le seul problème est alors de ne pas entraver la concurrence aux yeux de la Commission Européenne.

#### 1.3.5 Interprétations empiriques

Avec une intégration horizontale l'électricien entre sur le marché du gaz naturel et obtient ainsi des approvisionnements. Il peut ensuite s'intégrer verticalement pour réduire ses coûts d'achats de gaz. L'apparition de nouveaux acteurs incite les firmes à ériger des barrières à l'entrée. Ces barrières sont de plusieurs natures. Elles sont d'abord historiques, c'est-à-dire que les contrats de long terme<sup>32</sup> et leurs clauses de destination et de Take or Pay freinent l'arrivée de nouveaux acteurs. Puis elles peuvent être institutionnelles, l'adaptation de la directive gaz (2003/55/CE) est différente selon les pays, les spécificités et ses interprétations.

Le rapport d'évolution du marché établi début 2005 rappelle cet élément et confirme que trop de charges d'accès se succèdent. Les acteurs n'ont donc pas les mêmes condi-

---

<sup>32</sup>La démonstration théorique se trouve dans Aghion et Bolton 1987.

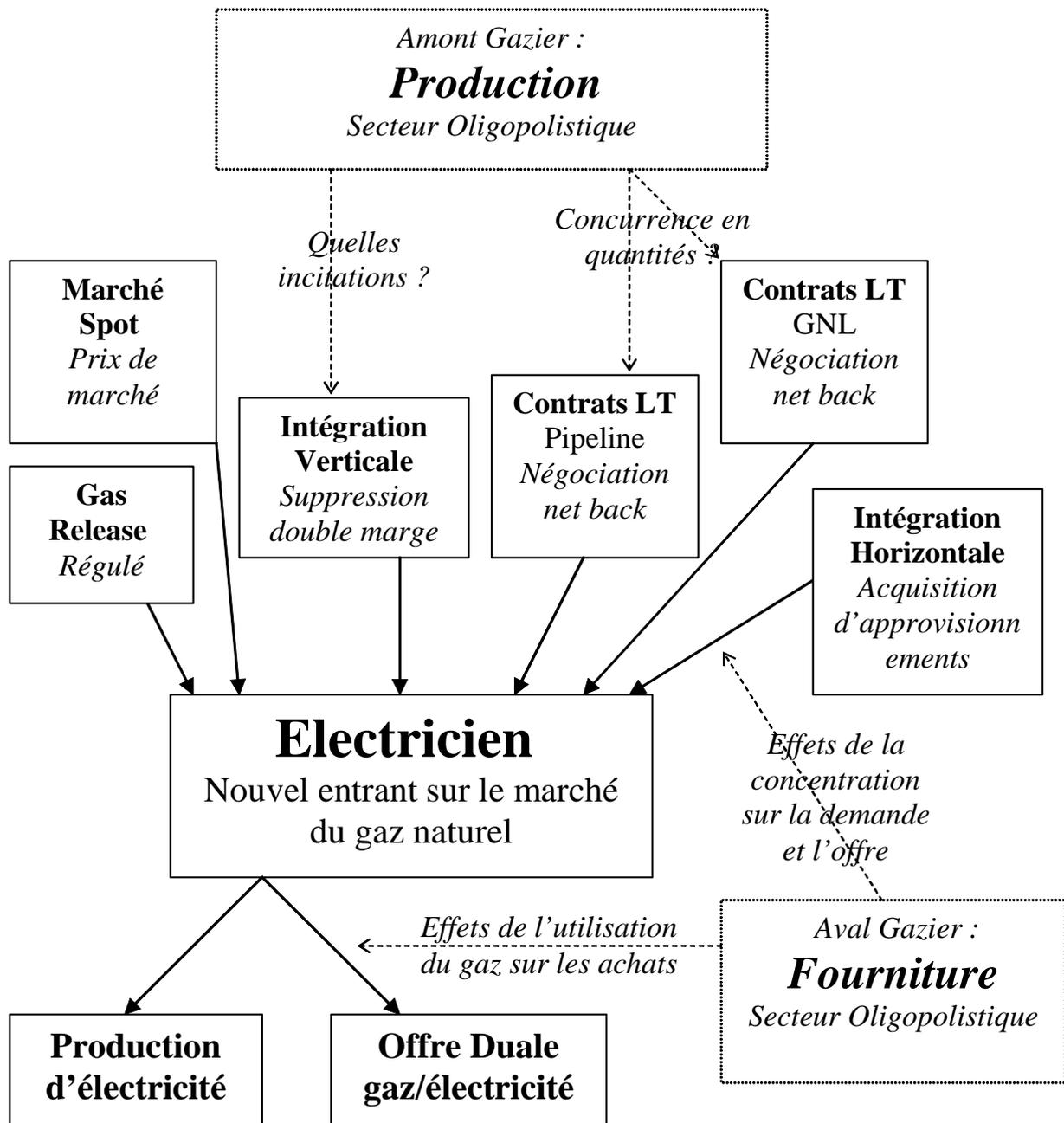
tions d'accès au marché dans tous les pays. Les charges d'accès au réseau sont différentes dans chaque pays. L'accumulation d'ATR, lors du transport du gaz entre pays européens, peut rendre le coût du transport très élevé.

Un autre type de barrière à l'entrée sur les marchés, lié aux récentes stratégies de fusions et acquisitions, est la possibilité d'exclure son concurrent ou d'effectuer des achats stratégiques sur les marchés. En effet, en rachetant un concurrent, la firme le fait disparaître et étant plus grosse, elle peut raréfier l'offre de gaz et provoquer l'augmentation des prix sur le marché. Les firmes à forte part de marché peuvent acheter beaucoup de gaz et ainsi priver leurs concurrents de la ressource, au moins pendant un certain temps puisque cette stratégie a cependant des coûts élevés d'achat et de stockage. La commission de régulation est censée contrôler ce type d'abus de position dominante. Les barrières à l'entrée émanent, aussi, des stratégies d'intégration verticale amont ou aval puisque la firme a alors un avantage en coût.

L'intégration verticale a un effet positif sur le prix final du gaz car la double marge est supprimée. En plus, les concurrents doivent supporter des coûts plus élevés (accès au transport, coût de négociation net back, ...). La première section du *chapitre 3*, développe l'analyse d'une intégration verticale sur la chaîne gazière. les effets sur le coût d'approvisionnement en gaz des acteurs européens et les possibilités d'exclusion d'un acteur sont étudiés. De plus, nous interprétons l'effet d'une stratégie de ventes liées d'un électricien lors d'une intégration verticale de son concurrent avec un producteur de gaz naturel.

### 1.3. LES MODES D'APPROVISIONNEMENTS

Avec une approche basée sur l'organisation industrielle, la figure suivante synthétise les principaux éléments à prendre en compte lors de la construction du portefeuille d'approvisionnement d'un électricien du marché européen.



Construction d'un portefeuille d'approvisionnement en gaz naturel.

Source : Auteur

Dans les chapitres suivants, seuls seront étudiés les effets sur le coût d'approvisionnement en gaz d'une concurrence à la Cournot entre producteurs, d'une stratégie d'intégration verticale entre un producteur de gaz et un fournisseur du marché final, d'un oligopole de Stackelberg asymétrique, de la production d'électricité à partir de gaz naturel et de la discrimination sur les prix de l'input lorsqu'un acteur aval diversifie son approvisionnement.

Un électricien qui souhaite renforcer sa position sur le marché du gaz naturel a donc la possibilité d'acheter du gaz à la fois par contrat de long terme, sur les marchés de court terme européens et avec le rachat d'un gazier possédant déjà des approvisionnements. Nous étudions, dans la section suivante, les actions stratégiques des acteurs de la chaînes gazières susceptibles d'affecter l'approvisionnement d'un électricien.

Une analyse des différents modèles proposés par la littérature relative à l'économie de l'énergie permet de retenir une modélisation simplifiée du marché du gaz naturel. Les chapitres suivants auront pour objectif de représenter, dans un cadre théorique simplifié qui facilite l'analyse, les stratégies qui affectent le prix d'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien européen. Ce dernier acteur aura la possibilité de proposer à aux consommateurs des offres liées gaz/électricité.

## **1.4 Actions stratégiques au niveau de l'approvisionnement**

### **1.4.1 L'importance de l'évolution des prix**

Dans un monde sans risques, la logique nous impose que le coût des sources d'approvisionnement guide le choix des firmes. Une firme gagne à s'approvisionner dans l'ordre croissant en rapport au coût des sources. Cependant, la sécurité des approvisionnements contraint les importateurs européens à diversifier leurs sources. Regardons

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

en quoi les prix sont susceptibles d'influencer la modification de l'approvisionnement des acteurs européens.

Les effets de la variation du prix du gaz sont étudiés par De Wolf et Smeers (1997). Les auteurs lient le prix du gaz à celui du baril de pétrole et étudient plusieurs scénarios. Pour cela, ils utilisent un équilibre de Stackelberg Stochastique, pour les producteurs avec l'hypothèse de concurrence sur le marché aval du gaz. L'objectif est alors de déterminer numériquement quelles sont les possibilités d'approvisionnement pour l'Europe. Leur conclusion est que si le leader était la Norvège, les approvisionnements européens viendraient davantage de cette source. La Norvège est le leader du jeu car elle est un des principaux fournisseurs de l'Europe et qu'en 1997, elle était sur le point de mettre en service des champs gaziers découverts une dizaine d'années avant. La principale limite de ce modèle est qu'il ne prend pas en compte tous les producteurs de gaz, actuels et futurs.

Lors de l'application du modèle au marché gazier européen, le leader du jeu est la Norvège et les followers sont la Russie, les Pays Bas et l'Algérie. Pour représenter l'aspect stochastique, plusieurs scénarios (neuf) de demande sont envisagés. Les prévisions indiquent que le prix du baril de pétrole pourrait varier entre 17 et 51\$. Le scénario qui se rapproche plus de la situation actuelle est donc le scénario 9, un baril à 51\$.

Dans chaque scénario, les pentes de la courbe de demande de gaz linéaire par morceaux sont identiques. Les scénarii sont représentés par neuf prix du baril de pétrole, le cours du gaz sur le marché final étant lié par une formule à celui du pétrole, (pour l'année 2000, le prix de référence du baril de brut étant 34\$). Dans le scénario 1, la demande est forte et donc le prix élevé et dans le scénario 9, la demande est faible et le prix aussi, les scénarios intermédiaires représentant la transition entre ces deux niveaux de prix du pétrole. Les auteurs étudient l'effet d'une variation du prix de 50% autour de ce scénario.

Le leader connaît le montant de ses investissements en 1990, pour une mise en œuvre en 2000, et il doit tenir compte de la réaction de ses concurrents lors de ses décisions de production. Cependant, lors de sa décision de production, la Norvège ne connaît pas

la demande. Les followers vont ajuster leur offre une fois la demande connue.

Comme la pente de la demande est négative, le ratio prix varie bien en fonction inverse du ratio des quantités. Excepté les deux premiers scénarios (prix du baril faible), les quantités de gaz augmentent avec le cours du pétrole jusqu'au scénario 9 et le ratio prix est réduit jusqu'à 50% dans le scénario où le prix du baril de pétrole est le plus élevé.

Les principaux résultats empiriques de cette modélisation concernent la part de marché du leader et des followers. La conclusion est que la part de marché de la Norvège augmente avec le prix du baril de pétrole. Selon ce modèle, la Norvège a intérêt à développer son champ gazier Troll puisque sa part de marché est plus élevée dans tous les scénarios que pour l'année 1985.

Un autre résultat est que la Norvège utilise toujours la même part de ses capacités (86%) et reste le plus important producteur. Les auteurs justifient cette spécificité par les caractéristiques du champ gazier concerné (Troll). Il s'agit d'un grand champ avec d'importantes capacités de productions. Les autres producteurs voient leur part de marché baisser ainsi que leur taux d'utilisation de leurs capacités de production.

L'augmentation du prix du baril de pétrole augmente la part de marché de la Norvège, de la Grande Bretagne, de la Hollande et des autres producteurs. Les perdants sont la Russie et l'Algérie. Une baisse du prix favorise la Russie au détriment de tous les autres producteurs.

Ce modèle fournit des possibilités d'interprétations des réactions des producteurs lorsqu'un d'entre eux décide d'investir dans la mise en service de nouveaux champs. Puisque les fonctions de réaction des followers sont décroissantes, leur production diminue lorsque celle du leader augmente, le modèle permet de quantifier ces variations. Le modèle permet aussi de se rendre compte que cette réduction de production n'est peut être pas la stratégie optimale pour tous les pays. Selon le prix du gaz, chaque producteur n'a pas la même utilisation de ses capacités ou part de marché. Pour l'élaboration d'un portefeuille d'approvisionnement gazier, ce modèle indique le sens de la réaction

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

des producteurs (la baisse) suite à la modification (l'augmentation) de la production du leader.

Le modèle désigne la Norvège comme leader du jeu. Mais l'importance des réserves et le pouvoir de négociation de la Russie semblent indiquer qu'elle peut jouer le rôle d'un leader sur le marché gazier. En effet, les négociations avec l'Ukraine et les quelques ex pays soviétiques au cours de l'hiver 2006 ont montrées que le pouvoir de négociation de la Russie est important. De plus, les pays européens importent une part importante de gaz de la Russie.

Les réductions, ou les menaces de réductions, des flux gaziers au cours de l'hiver 2006 ont provoqué l'augmentation des prix du gaz sur les marchés européens et ont conduit les firmes européennes à utiliser une part importante de leur stock. Les autres producteurs n'ont pas spontanément augmenté, ou annoncé une hausse, leur production pour compenser un problème d'approvisionnement de leur importateurs. Ce qui nous permet de penser, si les producteurs produisent à pleine capacité, que la Russie est peut être considérée à ce moment précis comme un leader dans la production de gaz naturel. Les autres producteurs n'ont pas adapté leurs capacités de production à une éventuelle baisse des exportation russes. Les opportunités de profits liés à des cours du gaz élevés n'incitent pas ces acteurs à dévoiler leurs réelles capacités de production ou à les utiliser.

Pour conclure sur une vision théorique, nous pourrions considérer le même type de modèle avec plusieurs leaders, afin d'analyser les possibilités de collusion ou de concurrents avec un fort pouvoir de marché. L'évolution du prix du gaz lié à celui du baril de pétrole modifie en théorie l'approvisionnement des acteurs européens qui semblent s'orienter vers les sources les plus proches de l'Europe quand les prix montent. Même avec leur souci de sécurité d'approvisionnement, les acteurs européens sont donc sensibles aux variations de prix.

### 1.4.2 En théorie une offre de gaz plus concurrentielle...

L'ouverture des marchés à la concurrence va-t-elle vraiment conduire à une concurrence accrue entre offreurs ou vont-ils profiter de la libéralisation de la demande afin de capter le surplus des consommateurs ? Examinons, maintenant, comment les offreurs réagissent face à un changement important de la structure de la concurrence sur le marché aval. Jusqu'à l'article de Golombek et al. (1995), les études menées sur la libéralisation du côté de la demande des marchés gaziers européens supposent que la structure actuelle de l'offre de gaz reste inaltérée.

Pourtant, après la libéralisation du côté demande, il est prudent de penser que les gouvernements et les firmes des pays gros producteurs de gaz réorganisent la production et la vente de gaz. Ainsi, la demande est libéralisée du point de vue des producteurs de gaz. Lorsque l'on suppose une concurrence parfaite sur le marché aval du gaz naturel, les distributeurs européens sont considérés comme neutres. Ils représentent seulement la demande finale de gaz, ils n'ont pas d'action stratégique, ils sont price taker.

Pour analyser la réaction du côté offre lors de la libéralisation de la demande, avec un modèle de Cournot, il faut connaître la réaction d'un producteur face à l'augmentation de la production des concurrents. Lorsque la production des concurrents augmente, la stratégie optimale du producteur est de réduire sa production puisque l'augmentation totale de la production conduit à une baisse des prix sur le marché et donc à une baisse des profits. Les actions de choix de capacité de production sont des substituts. La réduction de la production est optimale tant que la recette marginale ne descend pas en dessous du coût marginal.

Le scénario de référence pour l'ouverture à la concurrence du marché gazier européen est défini par un marché du gaz de l'Europe de l'ouest avec une demande parfaitement concurrentielle. Ainsi, les producteurs vendent directement leur gaz aux consommateurs en payant un Accès des Tiers au Réseau (ATR). Pour simplifier il n'y a qu'un producteur de gaz par pays. L'année de référence est 1990. A cette époque la chaîne gazière avait une structure intégrée au sein de chaque pays. Ceci justifie la modélisation de chaque

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

pays gros producteur comme s'il n'y avait qu'un agent, un monopole, qui produit et vend le gaz.

Ensuite, la distribution du gaz dans chaque pays consommateur se fait par une firme intégrée. Elle représente seulement la demande, elle est preneuse de prix. L'article tente de répondre à la question suivante : comment aurait réagi le côté offre du marché du gaz naturel de l'Europe de l'ouest si le côté demande était ouvert à la concurrence en 1990 ? L'analyse des effets de la libéralisation du marché du gaz naturel s'effectue par l'impact qu'elle a sur les prix finaux et sur les parts de marché des producteurs. Les producteurs de gaz, Algérie, Norvège, Pays Bas, Russie, se concurrencent à la Cournot. La distribution, lorsqu'elle est prise en compte et bien que détenue par une seule firme dans chaque pays, est supposée concurrentielle.

Trois scénarios sont étudiés :

1. Les producteurs peuvent distribuer eux même le gaz aux consommateurs finaux qui sont les gros consommateurs, les producteurs d'électricité à partir du gaz et les ménages, dans ce cas ils vont discriminer.
2. Les distributeurs ont un rôle d'arbitragistes et atténuent la discrimination.
3. Une concurrence parfaite entre producteurs est étudiée, les prix sont les plus faibles de tous les scénarios.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- les producteurs de gaz, lorsqu'il n'y a pas d'intermédiaires, vont profiter de possibilités de discriminations entre les marchés du gaz (production d'électricité, gros consommateurs et ménages) et capter ainsi le surplus de ces différents types de consommateurs. Le pouvoir de marché des producteurs doit être réduit.
- Les distributeurs en concurrence atténuent la discrimination des producteurs. Car en concurrence, les distributeurs sont obligés de vendre le gaz au coût marginal.

L'article se centre sur les effets de la discrimination sur les prix et des possibilités d'arbitrage. Les données essentielles sont les élasticités de la demande, les coûts de

production, du transport international, du transport national, du stockage et de la distribution.

En 1998, les auteurs reprennent cet article de 1995 et ils étudient l'organisation optimale de la structure de production de gaz. Ils se demandent quel type de concurrence entre producteurs aurait eu lieu, en 1990, si le côté demande avait été libéralisé à cette même date. Dans le scénario de référence, la production totale d'un pays est supposée efficace, c'est-à-dire réalisée au moindre coût. De plus, les producteurs dans certains pays formaient un cartel. Nous citer par exemple, le GFU en Norvège. Ce cartel était instauré pour répondre au fort pouvoir de marché des acheteurs européens, que les auteurs considèrent comme un cartel de demande. Il n'existe plus de nos jours.

Que se passe-t-il lorsque le cartel du côté demande prend fin (libéralisation)? Il s'agit de déterminer le nombre optimal de producteurs par pays en envisageant une concurrence à la Cournot. Commençons par regarder une séparation des producteurs norvégiens. Bien qu'il existe de nombreuses participations dans différents champs et différentes firmes, dans les années 1990 le gouvernement souhaite que les champs du Nord de la mer de Norvège (Haltenbanken fields) augmentent leurs exportations de gaz naturel. Ce nouveau producteur concurrence à la Cournot une firme qui regroupe tous les autres champs.

Le résultat d'une telle concurrence à la Cournot est que la production totale de la Norvège croît et celle de tous les autres producteurs diminue. Contrairement au cas de référence (cartel de production), c'est le champ Haltenbanken qui produit le plus. Le profit de la Norvège est alors plus élevé qu'avant la séparation. Ce résultat peut paraître surprenant car deux firmes en concurrence ont un profit total plus élevé qu'avec une gestion centralisée des sites de production. En effet, le gestionnaire national efficace devrait être capable de reproduire ce résultat.

Analysons pourquoi ce résultat apparaît. Lorsque le producteur national est séparé et que les deux firmes se concurrencent, le jeu change : la séparation des producteurs norvégiens provoque une modification (augmentation) de la fonction de réaction de la

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

Norvège, qui correspond à la somme des fonctions de réaction des deux producteurs. La réaction des autres concurrents, face à une augmentation de la production norvégienne est alors de réduire leur production pour éviter la baisse du prix du gaz. Alors, le profit de la Norvège est accru et cette réaction peut être interprétée comme un engagement des norvégiens à conduire une politique agressive. Elle signale qu'elle dispose d'importantes capacités de production.

Les données du marché gazier donnent des résultats et des indications sur l'effet de la séparation des producteurs au sein de chaque pays. Puis, des résultats similaires sont obtenus lorsque chaque pays cherche à séparer ses producteurs :

- Chaque pays bénéficie d'une séparation de son producteur national en deux entités identiques. Ce qui est en accord avec la volonté du gouvernement norvégien, la séparation des producteurs devait conduire à une augmentation des exportations à partir du champ d'Haltenbanken.
- Dans chaque pays, il existe un nombre optimal de firmes, le nombre de concurrents extérieurs étant fixé.
- Lorsque chaque pays choisit son nombre de producteurs simultanément, aucun équilibre n'est trouvé.

Nous pouvons comparer ces résultats à ceux de Dixit (1984) qui montrent que pour un bien homogène et sur un marché (celui du gaz dans notre cas) une augmentation marginale du nombre de producteurs domestiques accroît la production totale, mais le profit de chaque producteur est réduit.

L'effet global sur le producteur domestique est ambigu, il fait face à deux effets. D'une part, l'augmentation marginale du nombre de producteurs domestiques a un effet direct positif, un producteur national fait des profits plus importants. D'autre part, l'effet indirect négatif est que les profits des autres producteurs domestiques diminuent suite à la baisse de leurs productions.

L'augmentation de revenu liée à la production d'une unité supplémentaire est à comparer à la perte de revenu liée à la baisse du prix qu'entraîne la production de cette unité supplémentaire. L'effet dominant dépend de la forme des fonctions de coûts. Le

profit de la Norvège croît lorsque ses producteurs sont séparés et que les profits des concurrents diminuent. Le bien être collectif augmente avec le nombre de producteurs.

Ces deux articles apportent à la littérature du marché du gaz naturel une étude chiffrée des effets de la libéralisation de la demande de gaz naturel européenne à l'aide d'une concurrence à la Cournot entre producteurs. Les effets analysés portent sur l'amont, c'est-à-dire la production de gaz naturel. Les auteurs prouvent qu'une concurrence pour la fourniture de gaz en Europe réduit les possibilités d'arbitrages des producteurs et les incite individuellement à se séparer. Mais la baisse du profit total de l'amont gazier semble indiquer que la collusion<sup>33</sup> leur est profitable.

Les aspects collusifs sont développés dans la sous section qui suit. Notons que cet article offre aussi des données assez détaillées (année 1995) sur les coûts de production (Algérie, Russie, Hollande, Norvège et Grande Bretagne), du transport international et intra-européen, ainsi que sur l'élasticité de la demande des six principaux pays consommateurs européens (Belgique, France, Hollande, Italie, Allemagne et Grande Bretagne).

Ces modèles représentent l'aval gazier comme concurrentiel, les fournisseurs ne représentent que la demande finale, ce qui est utile pour étudier l'impact d'une concurrence parfaite en Europe sur l'amont. Formulons toutefois quelques critiques à l'égard de ces modèles. Nous pouvons remarquer que les auteurs ne tiennent pas compte de la possibilité d'une concurrence oligopolistique entre fournisseurs européens.

La modification du type de jeu d'acteurs dans l'aval gazier, qui n'est représenté que par une concurrence ici, est susceptible de contrarier la façon dont les producteurs se concurrentent. En effet, les marchés gaziers européens sont historiquement constitués de monopoles nationaux et pour qu'une concurrence se développe entre les firmes, la

---

<sup>33</sup>La Commission Européenne définit la collusion ainsi : « coordination du comportement concurrentiel de plusieurs entreprises susceptible d'entraîner une hausse des prix, une limitation de la production et, pour les entreprises impliquées, des bénéfices plus élevés que ceux qu'elles auraient autrement réalisés. Ce comportement collusoire ne repose pas toujours sur des accords explicites entre entreprises. Il peut résulter de situations dans lesquelles les entreprises définissent seules leur comportement, mais - conscientes de leur interdépendance avec leurs concurrents - exercent conjointement un pouvoir de marché. Cette forme de collusion est généralement dénommée "collusion tacite" ».

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

séparation des activités ne suffira pas. De ce fait, les acteurs européens sont amenés à fusionner (dans les mêmes secteurs d'activité ou pas) et devenir des grands groupes européens capables de capter une demande.

Les fusions verticales permettront d'éviter les doubles marges, de profiter des économies d'échelle et donc de réduire le prix final du gaz. Quant aux fusions horizontales, leur objectif est d'augmenter le nombre de services qu'une firme peut offrir à ses consommateurs.

Pour résumer ces développements théoriques, les principaux effets d'une concurrence européenne sur le marché amont seraient les suivants :

- Les producteurs de gaz, lorsqu'il n'y a pas d'intermédiaires, vont profiter de possibilités de discriminations entre les marchés du gaz.
- Les distributeurs en concurrence atténuent la discrimination des producteurs.
- Qu'une concurrence accrue sur le marché européen est susceptible d'augmenter la concurrence entre producteurs. Cela en incitant leur séparation et par conséquent en augmentant leur nombre.

L'augmentation de la concurrence en Europe est donc théoriquement susceptible d'augmenter le nombre de producteurs de gaz. Les fournisseurs européens ont ainsi plus de possibilités d'approvisionnements. La diversification (sécurité d'approvisionnement) peut alors être améliorée puis le pouvoir de négociation des acteurs européens augmente. En effet, il y a plus de producteurs plus petits qui se concurrencent. La sous section qui suit nous permet d'analyser une autre réponse des producteurs de gaz. Ils formeraient un cartel gazier pour éviter une guerre des prix.

#### **1.4.3 ... Ou vers la formation d'un cartel gazier**

Il n'est pas évident que les producteurs gaziers se concurrencent, ils peuvent s'entendre pour que le prix du gaz reste suffisamment élevé. Cela en formant un cartel

par exemple qui peut ressembler à une OPEP du gaz<sup>34</sup>. Cette possibilité est analysée dans leur article un European Gas Supply (EUGAS), 2003, de Perner et Seeliger. Les auteurs étudient l'impact d'un cartel gazier, similaire à celui de l'OPEP plus les pays d'Afrique du Nord, sur les approvisionnements gaziers européens.

A l'aide d'une programmation sur GAMS et d'un modèle linéaire de minimisation des coûts actualisés de l'ensemble des producteurs, les auteurs trouvent qu'aucune rupture d'approvisionnement n'aura lieu en Europe à l'horizon 2020, cela même en cas de formation d'un cartel. En effet, la production mondiale peut répondre à une baisse de production d'un cartel et l'effet qui domine alors est une hausse des prix, notamment pour les pays qui sont géographiquement proches du cartel ou qui n'ont pas un approvisionnement suffisamment diversifié.

Ce modèle présente l'avantage d'avoir une représentation exhaustive des producteurs susceptibles de fournir le marché gazier européen et de leurs stratégies (cartel), il s'agit d'un modèle qui permet aussi d'étudier quelles seront les principales sources d'approvisionnement. En minimisant le coût d'importation du gaz, les auteurs tiennent compte pour chaque pays de l'expansion et l'arrêt des capacités de production, des capacités de production annuelles, de l'augmentation des capacités d'importations, de l'expansion et l'arrêt des usines de liquéfaction et regazéification, des flux gaziers et des volumes offerts.

Le cartel gazier qui est supposé avoir lieu de 2015 à 2030 fixe des quotas. Il contient les pays de l'OPEP et les pays du Moyen Orient, l'Algérie, la Libye, le Nigeria, l'Iran, l'Iraq et du Venezuela. La minimisation des coûts de production du cartel aboutit à ce que l'Algérie, la Libye et le Nigeria produisent moins que dans le cadre d'une

---

<sup>34</sup>La possibilité de formation de cartel gazier est une menace crédible lorsqu'on considère le rapprochement d'importants producteurs. Par exemple lors de la visite du Président Russe en Algérie en mars 2006. Selon le patron de Gazprom, Alexeï Miller, la Russie (en la personne de Gazprom) et l'Algérie (en la personne de la Sonatrach) exploiteront conjointement des gisements de gaz en Afrique du Nord. Ainsi, la Russie entend aider l'Algérie à moderniser ses systèmes d'extraction en échange d'une aide de l'Algérie dans le développement du GNL en Russie.

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

minimisation des coûts de production individuels. Il en est de même pour les pays du Moyen orient, de l'Iran et de l'Irak. Oman et le Yémen sont capables de compenser cette baisse de la production de ces trois derniers pays. Et la Russie doit combler le reste pour fournir le marché européen. Pour ce faire, elle a besoin de développer son champ Sibérien Yamal et les champs de mer de Barents.

Une fois le cartel actif avec l'instauration de quotas, aucune rupture d'approvisionnement n'est anticipée. Les pays extérieurs au cartel sont capables de répondre à une diminution de la production du cartel. Les importations de GNL baissent. Mais, la minimisation des coûts de tous les producteurs n'indique pas quelles sont leurs actions stratégiques et leur incitation à former un cartel. Nous pouvons nous demander si les stratégies des producteurs ne divergent pas et ainsi si elles provoquent une modification de la répartition des approvisionnements des pays européens.

Les auteurs construisent le cartel de façon exogène, des quotas sur les quantités exportées sont définis sans autre critère que celui d'ajouter les producteurs d'Afrique du Nord à l'actuel OPEP. On peut quand même y voir un critère de coût mais qui reste à justifier. Cela ne permet pas de savoir quels sont les intérêts de chaque pays à faire parti du cartel. Quelles sont les menaces qui rendent la possibilité de cartel crédible ? Qui a suffisamment de capacités de production pour punir une déviation ? Ces questions n'ont pas de réponses dans le modèle et doivent être développées pour assurer cette possibilité de cartel qui fait aussi intervenir des interrogations géopolitiques (possibilités de représailles sur différentes énergies). De plus, les prix du gaz sont déterminés de façon exogène. Une modification du prix dans certaines zones de production affecte l'approvisionnement des pays européens.

L'introduction d'un cartel gazier offre moins de possibilités d'approvisionnements aux pays européens puisque les membres du cartel sont contraints de moins produire. De plus, le cartel offre plus de possibilités aux producteurs de faire augmenter les prix, en diminuant tous les quotas sans que les producteurs indépendants aient une production suffisante pour satisfaire.

Bien que les producteurs de gaz tentent de garantir aux pays européens qu'il n'existera pas d'"OPEP" du gaz naturel<sup>35</sup>, les nombreuses participations croisées dans des projets de développements de champs gaziers représentent des incitations pour les producteurs à colluder sur leur stratégie de prix d'exportation du gaz vers l'Europe. Le cartel, dans ce cas n'est pas alors explicite mais, les stratégies des acteurs peuvent être de définir des prix suffisamment élevés pour obtenir une rente gazière élevée.

La collusion entre producteurs peut aussi passer par le partage géographique du marché européen. Par exemple, *Sonatrach* pourrait servir le Sud et l'Ouest de l'Europe alors que *Gazprom* et *Rosneft-Stroytransgaz* approvisionne en gaz l'Europe de l'Est. Des montages plus complexes sont aussi à envisager. L'essentiel est que, dans un cadre collusif, les prix sur le marché amont du gaz ne sont pas soumis à la pression du marché. De plus des rencontres comme celle du *Gas Exporting Countries Forum (GECF)* qui regroupe des pays comme Algérie, Nigeria, Libye, Egypte, Trinidad et Tobago, Venezuela, Russie, Iran, Qatar, Oman, les Emirats Arabes Unis, Brunei, Malaisie, Indonésie et Norvège (observateur) sont susceptibles de favoriser la collusion entre les producteurs. Ils peuvent alors se comporter comme une forme de cartel.

#### 1.4.4 Le pouvoir de négociation des acteurs européens

L'intensité capitalistique du secteur de l'énergie laisse aussi présager une concurrence oligopolistique le marché européen du gaz naturel. De plus, en réaction aux possibilités d'augmentation du pouvoir de marché des producteurs (concentration ou cartel), les acteurs européens doivent avoir suffisamment de poids pour négocier leurs approvisionnements. Les stratégies de fusions précédemment étudiées confirment l'importance du pouvoir de négociation pour l'approvisionnement.

---

<sup>35</sup>En janvier 2007, le ministre algérien de l'Industrie et des Mines, Chakib Khelil déclare qu'« *il ne peut y avoir une " Opep du gaz ", parce qu'il n'y a pas un marché mondial du gaz, mais trois marchés différents : un asiatique, un européen et un américain* », après un entretien avec Viktor Khristenko, son homologue russe. Il ajoute que « *la demande de gaz augmente plus vite que l'offre. Il n'y aura pas de concurrence entre producteurs, parce que la demande est actuellement plus forte que l'offre* ».

#### 1.4. ACTIONS STRATÉGIQUES AU NIVEAU DE L'APPROVISIONNEMENT

La façon dont l'amont gazier réagit aux caractéristiques du marché aval n'est pas la même selon que ce dernier ait seulement une position de price taker ou un fort pouvoir de marché et aussi des participations dans la production. Au regard de l'importance du pouvoir de marché des firmes amont et aval, une structure de marché constituée d'oligopoles successifs et une concurrence à la Cournot permettent de bien représenter le marché gazier.

Ainsi, à partir des travaux de Greenhut et Ohta (1979), Boots et al. (2003), étudient le rôle des firmes sur le marché aval du gaz en Europe. Les auteurs utilisent aussi le modèle GASTALE (Gas mArket System for Trade Analysis in a Liberalising Europe). Greenhut et Ohta (1979) déterminent que l'équilibre de Cournot entre producteurs entraîne l'inégalité des coûts marginaux, ce qui était le cas en concurrence parfaite. La production de l'industrie est trop faible et les coûts de production ne sont pas minimisés. De plus, les fournisseurs se concurrencent aussi en quantités, chaque acteur réalise une marge sur le marché final, une nouvelle inefficacité apparaît. C'est la définition de la double marge.

Avec une concurrence oligopolistique sur les marchés amont et aval, chaque acteur réalise une marge (le prix est supérieur au coût marginal) ce qui augmente le prix final. Il apparaît que ces distorsions de marché s'atténuent avec l'introduction d'une concurrence, au moins au niveau des fournisseurs permettant au prix de tendre vers le coût marginal. C'est ce en ce sens que nous pouvons dire que Boots et al. (2003) adaptent l'analyse de Greenhut Ohta (1979).

Une analyse numérique est conduite dans ce papier. Deux cas sont étudiés pour la fourniture de gaz sur le marché européen, soit le marché aval est concurrentiel, soit il s'agit d'un oligopole. Une concurrence entre fournisseurs européens supprime les marges sur le marché aval et donc accroît le bien être collectif. La méthode de modélisation est développée ci-après. Les données de l'année 1995 permettent de calculer les prix du gaz ainsi que les parts de marché des producteurs, pour différents secteurs lors de l'ouverture à la concurrence.

Les auteurs concluent qu'une discrimination sur les producteurs entraîne une ré-

duction du surplus des traders et des consommateurs. En effet, lorsqu'un producteur discrimine, il fixe un prix qui ne laisse aucun surplus aux consommateurs.

Dans le modèle GASTALE, le jeu est à deux étapes, d'abord une concurrence à la Cournot sur le marché amont puis aussi une concurrence à la Cournot sur le marché aval. Le point clé du modèle est dans la connexion entre amont et aval, qui s'effectue avec la détermination du prix à la frontière européenne par les producteurs. Le prix à la frontière est endogène pour les producteurs et ils anticipent ainsi la réaction des fournisseurs.

L'équilibre de Cournot entre producteurs conduit à ce que les coûts marginaux ne s'égalisent pas comme en concurrence parfaite. La production de l'industrie est trop faible et les coûts de production ne sont pas minimisés. De plus, les fournisseurs se concurrencent aussi en quantités, une nouvelle inefficacité apparaît, les coûts de distribution ne sont pas minimisés. Il apparaît que ces distorsions de marché s'atténuent avec l'introduction d'une concurrence, au moins au niveau des fournisseurs.

La première modélisation du marché du gaz naturel sous forme d'une succession de deux oligopoles souligne l'importance des fournisseurs européens pour le prix final du gaz. Ainsi, cet article est plus proche de la réalité d'une concurrence imparfaite entre les acteurs du marché de l'énergie. Il permet d'analyser les effets théoriques de la libéralisation du marché gazier européen sur les producteurs de gaz et sur les fournisseurs européens, appelés traders.

Un double oligopole réalise des marges importantes, pour réduire ses coûts il est intéressant pour un opérateur européen de s'intégrer avec un producteur<sup>36</sup>. Il est aussi faisable d'adapter ce type de modélisation à des comportements collusifs que ce soit pour l'amont ou l'aval de la chaîne gazière. Des alternatives d'approvisionnements, telles que l'accès aux marchés spots et la mise en place de *gas release* en Europe, doivent être introduites.

---

<sup>36</sup>L'intérêt de futurs travaux porte sur l'analyse des imitations des acteurs.

Pour conclure sur les développements utiles à l'analyse des approvisionnements d'une firme entrant sur le marché gazier européen, la théorie de l'organisation industrielle permet l'étude de situations oligopolistiques. Les acteurs de l'amont et de l'aval de chaîne gazière ont pour objectif d'asseoir leur position sur les marchés. En conséquence, l'apparition de nouveaux concurrents et la constitution de leur portefeuille d'approvisionnement influencent les stratégies de toute la chaîne gazière.

## 1.5 Régulation et approvisionnements

L'article 25 de la directive 2003/55/CE prévoit que les Etats membres désignent un ou plusieurs organes compétents chargés d'exercer la fonction d'autorités de régulation. L'indépendance vis-à-vis du secteur du gaz est mentionnée. Ces autorités sont chargées d'assurer la non-discrimination, une concurrence effective et le fonctionnement efficace du marché. Ces autorités de régulation se chargent de fixer ou d'approuver :

- Les conditions de raccordement et d'accès aux réseaux nationaux, elles surveillent les ATR. Ces tarifs doivent assurer la viabilité des réseaux. Ceci est un rôle important puisque dans le passé, le marché du gaz était monopolistique, ces monopoles étaient incités à surestimer leurs coûts. Lors de la libéralisation cette tendance peut être maintenue pour fixer des charges d'accès au réseau élevées. Le tarif ATR est régulé, il doit représenter les coûts. Pour éviter que l'ATR soit discriminatoire, la séparation juridique du réseau de transport/distribution est obligatoire au niveau européen d'ici le 1<sup>er</sup> juillet 2007. A ce titre, le premier point essentiel du rapport du 10 janvier 2007 de la CE, indique que la séparation des opérateurs de réseau est insuffisante et que la tarification de l'accès au réseau est toujours discriminatoire. La séparation patrimoniale du réseau de transport doit s'effectuer au 1<sup>er</sup> juillet 2007 au plus tard.
- Les conditions de la prestation de services d'équilibrage pour assurer la sécurité du réseau et le fonctionnement des échanges.

L'article 5 de la directive 2003/55/CE accorde une attention particulière à la sécurité d'approvisionnement qui peut être délégué par les Etats aux autorités de régulation. La Commission vérifie chaque année (en juillet) que la sécurité des approvisionnements européens est assurée. Comme nous venons de le voir, le marché européen du gaz naturel, et de façon plus générale de l'énergie, restera un marché très oligopolistique. Ceci est notamment lié à l'importance des capitaux nécessaires pour entrer sur le marché. La théorie étudie la concurrence entre acteur et a très souvent pour objectif la maximisation du bien être collectif. C'est dans le cadre de l'amélioration de ce bien être que la libéralisation du marché de l'énergie s'est mise en place. Des régulateurs européens ont été créés pour assurer qu'aucune firme ne profite d'une situation dominante et aussi pour contrôler les actions de chaque acteur.

Les théories de l'Organisation Industrielle permettent de modéliser les stratégies que les différents acteurs du marché sont susceptibles d'utiliser. Ainsi, l'industriel a tendance à vouloir capter des profit et rentes. Pour cela, la firme met en place différents modes de tarification et stratégies concurrentielles. Ainsi, elles peuvent discriminer les consommateurs et procéder à des fusions et acquisitions. Ce qui peut être dommageable aux consommateurs et donc au bien être social.

Les régulateurs vérifient que les acteurs du marché ne captent pas toutes les rentes des consommateurs. Ils peuvent prendre des décisions qui affectent la structure de l'industrie (séparation d'activités). Ainsi, le régulateur peut intervenir sur le tarif de l'accès des tiers au réseau, analyser les fusions et acquisitions du secteur et les interdire ou imposer des conditions, lorsqu'il les considère comme anti-concurrentielles ou néfastes au bien être social. L'étude des stratégies des acteurs sur le marché gazier européen nécessite l'analyse de la réaction du régulateur face aux stratégies que les firmes mettent en place pour se concurrencer tout en sachant que l'amont, c'est-à-dire la production et le transport international de gaz, ne peut pas être régulé.

L'analyse de la régulation et l'étude des actions stratégiques des acteurs du marché s'étudient avec les mêmes outils issus de la théorie économique. Ainsi, les théories de la régulation s'appuieront aussi bien sur les concepts d'incitations à la collusion, à la révé-

lation d'informations que sur les moyens d'analyse de la variation du Bien Etre Collectif et des comportements stratégiques des firmes. La modélisation microéconomique des approvisionnements gaziers européens, concept récent de la littérature, permet aussi l'étude des possibilités d'actions et d'analyses du régulateur et donc d'anticiper et de comprendre sa démarche.

Un autre élément à considérer est que les régulateurs européens ne peuvent ni contrôler ni influencer directement sur le marché gazier amont, la production et une partie du transport. Effectivement, la dispersion et l'éloignement des régions de production et de consommation conduisent à des relations entre acteurs européens et acteurs échappant aux règles européennes. Les producteurs d'électricité européens offrent leur output à la fois à leurs consommateurs et aux autres producteurs européens. La régulation s'applique alors pour tous.

En résumé, l'action du régulateur est capitale, l'objectif des firmes est de maximiser leurs profits qui sont culminant en cas de collusion. Les régulateurs refusent cette absence de concurrence, ils souhaitent l'installation d'une concurrence et ils restent sensibles aux hausses de prix et à la sécurité des réseaux.

Bien qu'ayant pour objectif d'améliorer le bien être collectif, la régulation est assez coûteuse puisque les régulateurs n'ont pas toute l'information et qu'il leur faut du temps pour étudier les comportements, pas toujours visibles, des acteurs. Les régulateurs ont aussi des difficultés à analyser les comportements des acteurs sur le marché amont (production de gaz).

Les principaux objectifs des régulateurs sur le marché européen :

- Assurer l'installation d'une concurrence entre acteurs européens.
- En conséquence, vérifier la concentration du marché (importance de l'Indice Herfindahl-Hirschman).
- Assurer un ATR non discriminatoire et l'entretien du réseau
- Favoriser l'essor des marchés spots avec l'arrivée de Gaz Naturel Liquéfié la mise en place de *Gas release*.
- Difficulté : les régulateurs n'ont pas de pouvoir sur les producteurs.

CHAPITRE 1. L'ORGANISATION INDUSTRIELLE DU MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN

**Tableau 1 : Principaux modèles économiques représentant le marché du gaz naturel**

Modèle	Type de concurrence	Résultats	Limites	Intérêt
<b>Smeers &amp; al. (1987)</b>	Cournot entre producteurs	Met en valeur les problèmes de flexibilité des contrats de long terme et de renégociation des contrats de long terme	N'étudie qu'une énergie - concurrence parfaite sur le marché final	Préconisait déjà la fin des clauses de destination
<b>De Wolf &amp; Smeers (1997)</b>	Stackelberg entre producteurs	Le leader de la production de gaz à destination de l'Europe vend plus de gaz L'augmentation du prix du pétrole favorise le leader	La concurrence sur le marché final est parfaite	Définit le pouvoir du leader de la production gazière
<b>Gjelsvik &amp; al. (1995) et (1998)</b>	Les producteurs discriminent entre les différents types de consommateurs	L'existence de traders (intermédiaires) réduit l'effet de la discrimination Une augmentation de la concurrence aval augmente la concurrence amont	Les pays producteurs doivent libéraliser la totalité de leur production, ce qui ne semble pas être d'actualité	Comportement discriminatoire des producteurs
<b>Seeliger (2003) EUGAS</b>	Cartel	L'existence d'un cartel de producteurs réduit l'ensemble de choix d'approvisionnement des acteurs européens	N'étudie pas les incitations à la formation du cartel	Décrit un éventuel comportement collusif des producteurs de gaz
<b>Boots &amp; al. (2003)</b>	Double oligopole vertical	Les producteurs discriminent les acheteurs européens - cet effet négatif est atténué si une concurrence se développe en aval	N'étudie que le marché gazier	La concurrence doit se développer sur le marché final - incitation à l'entrée d'acteurs

## 1.6 Conclusion

Le marché du gaz naturel est étudié comme un marché oligopolistique. Les principaux articles et rapports sur le marché gazier supposent que les firmes vont se concurrencer en quantités. Les décisions de production de certaines quantités représentent des engagements crédibles pour les autres acteurs. L'objectif de la commission européenne est le développement d'une concurrence sur le marché gazier européen. En théorie, le développement d'une concurrence sur le marché européen pousse les producteurs à se concurrencer. Mais en réalité, la présence d'oligopoles en amont et en aval de la chaîne gazière permet aux producteurs et distributeurs de capter la rente du consommateur.

Le pouvoir de marché important des acteurs de la chaîne gazière n'est pas favorable à une baisse du prix final du gaz. Deux effets sont présents sur le marché, d'abord l'effet oligopolistique puis l'effet « ressource épuisable ». La répartition du pouvoir de négociation est complexe et en faveur des producteurs puisque ces derniers détiennent une ressource épuisable et que cet input est indispensable aux firmes aval. Lorsqu'un producteur change de comportement, les firmes aval peuvent difficilement et lentement adapter leur approvisionnement. Il faut du temps pour négocier les contrats et installer les infrastructures nécessaires. Pour éviter ce risque, les principaux acteurs du marché gazier européen diversifient donc leurs approvisionnements.

Les détenteurs de la ressource épuisable semblent donc avoir le pouvoir de négociation puisque la menace de changement de producteurs faite par leur consommateur n'est que peu crédible. Cet argument peut être détourné par l'introduction de nouveaux producteurs qui ont d'importantes ressources, ce qui est le cas des pays du Moyen Orient pour le gaz naturel. L'approvisionnement d'un acteur européen doit prendre en compte le pouvoir de marché des concurrents à la fois sur le marché aval et sur le marché amont.

Dans ce cadre, les différentes options d'approvisionnement pour un électricien entrant sur le marché du gaz naturel sont donc les suivantes : acheter directement au producteur (contrats de long terme), remonter vers l'amont (l'intégration verticale réduit

le coût d'approvisionnement), acheter l'input à un importateur gazier européen, s'intégrer avec un acteur possédant déjà des approvisionnements (intégration horizontale) ou faire appel au marché spot (option qui en l'état actuel de liquidité sur les marchés spots n'est pas envisageable pour un approvisionnement sécurisé à long terme).

Les chapitres suivants représentent, avec des modèles issus de la théorie économique, les effets de tels comportements des acteurs du marché de l'énergie sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens.

Le chapitre suivant a pour but de mettre en évidence l'importance des stratégies des acteurs de l'aval gazier sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des firmes européennes. Cela dans un contexte où l'Accès des Tiers aux Réseaux est supposé parfait sur le marché européen mais où il subsiste des effets de pouvoir de marché. Nous supposons qu'un seul acteur est en mesure d'offrir un "package" gaz/électricité<sup>37</sup> aux consommateurs finaux.

---

<sup>37</sup>Les concurrents ne peuvent offrir qu'une seule énergie en raison de leur coût de production d'électricité.

---

Tableau 2 : Répartition future de la valeur sur la chaîne gazière, évolutions des marchés amont et aval – Grille de lecture des chapitres 2, 3 et 4

Modèle	Objet	Effet sur le profit de l'électricien	Effet sur le profit de son concurrent	Effet sur le profit du (des) producteur (s)	Effet sur le bien être collectif	L'approvisionnement gazier de l'électricien
<b>Ventes liées Gaz/Electricité</b>	Définir une stratégie de l'électricien pour augmenter son poids sur le marché gazier	Effet positif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies. L'électricien doit cependant bien composer son « package »	Négatif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies	Positif, il capte alors une part des rentes sur le marché de l'électricité	Négatif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies	L'adoption d'une stratégie de ventes liées augmente le prix d'approvisionnement. Mais, l'électricien est moins affecté que son concurrent
	Exclure l'électricien du marché gazier	Baisse lorsque son concurrent s'intègre avec un producteur	Positif en comparaison au cas d'une séparation verticale	Positif par rapport à une industrie verticalement séparée	Acteur exclu de l'approvisionnement	
<b>Intégration Verticale</b>	Réduire le coût d'approvisionnement en gaz : Gaz et électricité sont des compléments pour les consommateurs	Positif par rapport à la situation précédente	L'entité intégrée bénéficie de la complémentarité des énergies	Non Etudié	C'est le meilleur cas pour l'électricien. Le problème est que gaz et électricité ne sont pas toujours des compléments	
	La stratégie de ventes liées	Stratégie dominée par les stratégies précédentes mais l'électricien est actif sur le marché gazier	La firme intégrée bénéficie des rentes sur le marché de l'électricité	Non Etudié	Possible mais pas avantageux	

Tableau 2 (suite) : Répartition future de la valeur sur la chaîne gazière, évolutions des marchés amont et aval – Grille de lecture des chapitres 2, 3 et 4						
<b>Producteurs à la Stackelberg</b>	Introduire une asymétrie du pouvoir de marché des producteurs	Positif par rapport à une concurrence à la Cournot entre producteurs	Positif par rapport à une concurrence à la Cournot entre producteurs	Gain pour le leader tant que son coût de production n'est pas trop supérieur à celui de son concurrent	Non Étudié	L'existence d'un leader de la production gazière réduit le coût d'approvisionnement Sauf si le leader supporte un coût trop élevé par rapport à son concurrent
<b>Transformation du gaz en électricité</b>	Introduire une liaison entre le prix du gaz et celui de l'électricité Et créer des offres symétriques en aval	Le producteur est moins affecté par la hausse de ses coûts de production que les autres firmes de la chaîne. Le producteur prend en compte l'existence des autres moyens de production d'électricité		Le coût d'approvisionnement en gaz augmente avec le coût de transformation du gaz en électricité		
<b>Discrimination sur les prix de l'input</b>	Décrire le comportement discriminatoire des producteurs	La firme diversifiée sont approvisionnement – elle bénéficie d'un prix d'approvisionnement plus avantageux Les ventes liées ne sont pas profitables	La firme spécialisée dans le gaz est affectée par la discrimination	Gain, la discrimination permet de capter une part importante du surplus	Négatif	L'électricien qui dispose d'une source de gaz alternative peut aussi s'approvisionner à un producteur. La présence sur

# Chapitre 2

## Impact des stratégies aval sur le coût d’approvisionnement

### 2.1 Introduction

Ce chapitre aborde l’analyse d’un duopole gazier européen qui s’approvisionne sur un marché amont monopolistique. Les actions des acteurs de l’aval gazier affectent le prix de leur approvisionnement en gaz. Parmi ces actions nous montrons que la stratégie de ventes liées, d’un électricien sur marché final de l’énergie européen impacte le prix du gaz naturel proposé par les producteurs<sup>1</sup>. Il est important de noter que la question de la liaison du prix de l’électricité et du gaz naturel n’est pas abordée. C’est uniquement dans la première section du chapitre 4 que le modèle prend en compte l’effet du prix du gaz naturel sur celui de l’électricité<sup>2</sup>.

Cette étude est menée sous la forme d’une modélisation dans laquelle l’objectif des fournisseurs européens est de construire un approvisionnement stable à un coût compétitif tout en maximisant leurs profits. L’objectif des producteurs est aussi la maximisation de leurs profits.

---

<sup>1</sup>L’indexation du prix du gaz naturel au cours des énergies concurrentes n’est développée dans cette thèse. Les arguments en faveur de la désindexation du prix du gaz sont développés dans l’Annexe 5.

<sup>2</sup>Se référer à Roques et alii (2005) pour plus de développements à se sujet ou Bolinger et alii (2006).

Le scénario étudié est le suivant. Un électricien qui vend du gaz naturel doit assurer à la fois son approvisionnement et la vente sur le marché final à des prix compétitifs. L'électricien, récemment entré sur le marché gazier, ne dispose peut-être pas d'une expérience assez longue pour négocier un approvisionnement à faible coût avec les producteurs gaziers. Mais, s'il base ses négociations sur d'importantes quantités ou s'il acquiert un de ses concurrents gaziers, ce désavantage peut disparaître. L'électricien peut négocier les mêmes quantités que ses concurrents, il doit aussi s'acquitter du coût de transport. La négociation, la réservation et l'utilisation de capacités dans les gazoducs sont plus coûteuses lorsque la firme n'a pas de participation dans les infrastructures installées par les opérateurs historiques.

Pour représenter de tels comportements, un exemple de jeu d'acteur sur le marché de l'énergie européen peut être le suivant. *EDF* dispose d'une technologie suffisamment efficace sur le marché de l'électricité. Cette firme est supposée être en monopole sur le marché final, ou une partie de la demande du marché final, de l'électricité. *EDF* vend du gaz naturel et souhaite accroître son activité dans ce secteur. Sur le marché final du Gaz naturel, le concurrent d'*EDF* est un acteur spécialisé dans le gaz, *Gaz de France*. Pour attirer plus de consommateurs de gaz, *EDF* met en place une stratégie de ventes liées gaz/électricité. Les acteurs sont contraints par la spécificité de l'amont gazier. En effet, un seul producteur offre du gaz sur le marché amont. *Gazprom* (ou *Sonatrach* etc...) se comporte comme un monopole. Dans ce cadre, nous analysons comment la modification de la stratégie d'un des acteurs de l'aval du marché gazier européen modifie le coût d'approvisionnement des tous les acteurs du marché aval.

Ce chapitre porte sur les actions des firmes de l'amont et de l'aval gazier, qui affectent la formation du prix amont du gaz. L'électricien a la possibilité de diversifier ses approvisionnements, d'étendre ses offres de services et d'énergies ainsi que de choisir des actions stratégiques susceptibles de modifier le prix du gaz à son avantage. Globalement, pour étendre leurs offres énergétiques, les acteurs européens pourront proposer du gaz naturel et de l'électricité à tous leurs consommateurs en juillet 2007.

Pour s'assurer une place importante sur le marché européen, il est donc plus que jamais nécessaire de créer des offres attrayantes. Plusieurs possibilités se présentent alors aux firmes : elles peuvent vendre indépendamment les deux énergies, ne proposer qu'une des deux énergies ou offrir les deux énergies en accordant un rabais pour cet achat combiné. La littérature relative à l'organisation industrielle étudie ce dernier type d'offres, c'est-à-dire la combinaison de plusieurs produits (sous forme d'un seul package) avec la stratégie de "*bundle*", le "*bundling*", aussi appelé « ventes liées ».

L'intérêt de notre modèle réside dans l'analyse des effets d'une concurrence en packages de biens substituables ou complémentaires, entre un électricien et un fournisseur de gaz européens, sur la stratégie d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien.

Le marché aval européen de l'énergie est verticalement relié à un amont constitué de producteurs de gaz naturel. L'amont producteur de gaz naturel est très concentré, ce pouvoir de marché lui permet de manipuler le prix du gaz naturel. Les prix fixés par ces firmes extérieures à l'Europe varient en fonction des quantités demandées par les acteurs de l'aval européen.

La première section étudie les conditions d'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien européen. Cet acteur concurrence en nombre de packages un acteur gazier concentré sur son activité de base. Dans une seconde section, nous donnons les principaux résultats de la littérature sur les ventes liées. Puis, dans une troisième section, nous nous demandons quel serait le coût d'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien qui serait en relation avec un cartel de producteurs.

La première section présente donc le modèle de base. Deux firmes en duopole, sur les marchés énergétiques européens (gaz et électricité), se concurrencent à la Cournot. Nous proposons un modèle qui représente l'évolution du profit de l'électricien en fonction du coût d'approvisionnement en gaz. Sur cette base, l'effet d'une stratégie de ventes liées de l'électricien sur l'approvisionnement est analysé dans la section 4. Enfin, dans la section 5 nous étudions l'impact d'une augmentation de la concurrence entre producteurs sur l'approvisionnement gazier de l'électricien à la fois dans le cadre d'une concurrence en

## *2.1. INTRODUCTION*

---

quantités sur le marché européen et lors d'une concurrence en packages. Nous concluons en synthétisant les résultats.

## 2.2 Etat de la littérature : les ventes liées

Pour discriminer des consommateurs aux des goûts différents, une firme multi produit peut utiliser une tarification qui distingue les consommateurs en fonction des quantités achetées. Il existe une autre méthode de discrimination, elle est introduite par Stigler (1968) et reprise par Adams et Yellen (1976), qui consiste en la vente d'un "package" de deux ou plusieurs biens plutôt que de les vendre séparément.

Les auteurs définissent ainsi les ventes liées ou "bundling" et donnent les conditions pour que cette stratégie domine la stratégie de ventes séparées.

Le « mixed-bundling » est défini comme la vente d'un "package" et des deux biens séparément. La profitabilité du bundling découle de sa capacité à classer les consommateurs en différents groupes selon leur consentement à payer puis d'extraire leur surplus.

Un exemple classique de "package" est la vente d'un ordinateur avec ses services de maintenance, ou ses logiciels, un rabais étant accordé lors d'un achat joint.

Plus récemment et en reprenant l'interprétation de Shy (1996<sup>3</sup>), le "bundling" fait référence à la vente de packages qui contiennent plus d'une unité d'un même produit. Nous prendrons l'exemple d'une vente de gaz ou d'électricité dont les prix unitaires décroissent avec les quantités achetées. Ce type de ventes liées s'apparente à la tarification non linéaire et il est aussi traduit par « ventes par lots ».

Shy (1996<sup>4</sup>) différencie le "bundling" du "Tying". Ce n'est plus un seul produit qui est vendu à des quantités différentes, mais deux produits différents qui sont associés. C'est sur la définition du prix de vente des packages que les interprétations de Shy (1996) et Tirole (2004, p.6-7) se rejoignent.

Afin d'inciter le consommateur à acheter le package, son prix doit être inférieur à la somme du prix de chaque bien vendu séparément. Tirole (2004) différencie son analyse en séparant le bundling qui correspond à la vente de deux produits ensemble du tying qui fait référence à la vente d'un produit conditionnellement à l'achat d'un

---

<sup>3</sup>pp 362-376

<sup>4</sup>p362

autre produit. La définition du tying insiste sur le fait qu'un consommateur est obligé d'acheter tous les biens qui composent le package.

Comme dans la littérature et puisque nous supposons que les ces deux types de ventes liées peuvent être confondues lorsque ces deux types de "package" sont vendus au même prix, nous ne retiendrons que le terme de ventes liées pour définir la vente de produits différents sous forme d'un package.

Dans ce cadre d'analyse, une vente liée peut aussi être confondue avec une remise sur les quantités lorsque le consommateur choisit d'acheter plusieurs biens à une même firme. Les différentes stratégies de ventes liées laissent la possibilité au consommateur de choisir s'il préfère le "package" ou l'une ou l'autre de ses composantes.

La typologie des ventes liées dans le cadre de l'offre de deux biens est donnée par les points suivants :

1. Ventes séparées : chaque firme vend séparément les deux biens.
2. Ventes liées seulement ou « pure bundling » : obligation d'acheter les deux produits.
3. Offres hybrides ou « Mixed-bundling » : les deux produits sont offerts à la fois séparément et sous forme de package. Le prix des ventes liées est inférieur à la somme du prix des deux produits offerts séparément. Tirole (2004, p. 7) ajoute la spécificité suivante, « *le bundling pur est un cas spécial de mixed bundling dans la mesure où le bundling est une option envisageable que si le prix de chaque bien est élevé* ».

Notre modélisation reprendra d'abord le cas de ventes séparées de gaz et d'électricité puis le cas des ventes liées qui donne des résultats moins larges que celui des ventes liées mixtes.

### 2.2.1 Le monopole

La plupart des auteurs étudient le bundling comme un moyen, pour un monopole, de discriminer les consommateurs par les prix. Ils supposent essentiellement la vente

de biens complémentaires. Quand elle vend un produit, une firme propose d'ajouter un autre produit (ou service) à un prix qui n'est pas celui qu'elle ferait payer si elle n'offrait que celui-ci.

Par exemple, Microsoft offre le « Pack Office » qui est composé de plusieurs logiciels. Microsoft propose cet ensemble de logiciels à un prix inférieur à la somme des prix de chaque logiciel proposé individuellement. De plus, la création de ce "package" donne un avantage aux consommateurs qui commande et installe un produit dont les composantes ont des modes d'utilisations proches. L'avantage pour le producteur est qu'il n'a qu'un CD à graver pour regrouper ses produits, ses coûts sont ainsi réduits.

D'autres exemples, choisis par Adams et Yellen (1976), sont ceux des restaurants qui offrent à la fois un menu et des plats à la carte, ou ceux des commerçants qui vendent un sac de voyage accompagné d'autres sacs de tailles différentes. Ils supposent un monopole multi produit qui propose un prix différent pour chaque bien, ne parvient pas à discriminer parfaitement ses consommateurs du fait de leur hétérogénéité.

Selon Schmalensee (1984), le bundling est souvent vu comme une forme de discrimination sur les prix dans des modèles où les préférences des consommateurs hétérogènes sont inconnues. La création de ventes liées réduit l'hétérogénéité des dispositions à payer des consommateurs. La firme est à même de capter le surplus des consommateurs.

Salinger (1995), indique que les firmes augmentent leurs profits avec le bundling lorsque les dispositions à payer des consommateurs pour chaque bien sont négativement corrélées.

Adams et Yellen (1976), Schmalensee (1984), étendent le résultat en montrant que le monopole a toujours intérêt à vendre deux biens sous forme de ventes liées plutôt que séparément, cela en cas de dispositions à payer indépendantes pour les deux biens.

McAfee, McMillan et Whinston (1989), généralisent le résultat en introduisant des distributions de dispositions à payer. Tous ces articles montrent également que la pratique du « mixed-bundling » permet de capter la demande résiduelle avec la création d'offres séparées pour chaque bien en plus du "package" de deux biens.

Plus récemment Crampes et Hollander (2005) insistent sur le caractère non optimal,

pour les consommateurs, du choix de la composition du "package" par une firme. Ils montrent aussi que la composition du "package" permet à une firme de capter tout le surplus des consommateurs.

Bakos et Brynjolfsson (1999) montrent que plus le nombre de biens regroupés dans une vente liée est important, plus le monopole parvient à déterminer la disposition à payer des consommateurs. Cette pratique accroît ses profits. Un dernier effet du bundling est qu'il peut conduire un monopole à étendre son pouvoir sur le marché du bien qu'il propose dans les ventes liées. La condition est que tous les consommateurs du marché monopolistique optent pour ses ventes liées.

Le modèle proposé dans la section suivante montre que la composition d'un "package" gaz/électricité est importante pour la profitabilité de cette stratégie. L'objectif est de montrer qu'une stratégie de ventes liées sur le marché final de l'énergie affecte le prix d'approvisionnement en gaz des acteurs européens.

### 2.2.2 L'oligopole

D'autres auteurs se sont intéressés au bundling dans le cadre d'une concurrence oligopolistique. Ainsi, Whinston (1990) analyse le cas d'un monopole sur un marché qui souhaite acquérir une place dominante sur un autre marché de structure duopolistique, par le biais de la création d'offres de "pur bundling". Il détermine qu'au cours d'une première période, l'engagement du monopole à pratiquer le bundling dissuade l'entrée d'un concurrent. Le monopole multi produit fixe un prix de vente liée assez bas pour que les consommateurs du marché monopolistique lui achètent les deux biens du package. En effet, les consommateurs qui souhaitent acquérir les deux biens sont attirés par l'offre du monopole qui voit ainsi sa demande augmenter. Le rival subit une baisse de profit du fait de la réduction du nombre de consommateurs qu'il sert, ce qui peut aboutir à sa sortie du marché.

Economides (1993) montre que le « mixed-bundling » est l'équilibre d'un duopole qui produit deux biens complémentaires. Il s'agit d'une stratégie dominante. Comme

pour le monopole, les profits des firmes sont plus élevés, mais une limite est apportée lorsque les biens ont des composantes qui ne sont pas très substituables. Dans ce cas l'équilibre est que les firmes s'engagent dans une stratégie de « mixed-bundling », au cours d'une première étape précédant celle de concurrence. Les profits sont inférieurs à ceux de la vente séparée, elles font face à une situation de « dilemme du prisonnier ». Les deux firmes ont individuellement intérêt à s'engager, mais de ce fait, elles pratiquent toutes les deux le « mixed-bundling » et obtiennent un profit inférieur à celui d'une concurrence duopolistique en ventes séparées. Elles ont toutes les deux baissé le prix de leurs biens pour construire leur offre de ventes liées.

Nalebuff (2004) étudie le bundling comme une stratégie de barrière à l'entrée efficace. Dans un oligopole où une firme a du pouvoir de marché sur deux biens, les regrouper en "package" permet de rendre l'entrée plus difficile sur le marché d'un des deux biens. Il conclut que les gains relatifs à la possibilité de discrimination des consommateurs ne sont pas suffisants pour compenser les pertes de profits liées à l'effet de barrière à l'entrée du bundling. L'effet sur le bien-être collectif est donc négatif. Notre analyse s'éloigne de cet article dans le sens où l'électricien a un important pouvoir de marché uniquement sur le marché de l'électricité.

Sur ce point, Reisinger (2004) analyse les incitations d'un oligopole à pratiquer le "bundling". Il en conclut que contrairement au monopole, lorsqu'un oligopole pratique une stratégie de "bundling", il ne peut pas avoir un profit supérieur à celui d'une simple concurrence à la Cournot. C'est le cas lorsque les dispositions à payer des consommateurs pour chaque bien sont négativement corrélées. Dans notre analyse des ventes liées gaz/électricité nous verrons que les profits des firmes peuvent être supérieurs lorsqu'elles pratiquent le "bundling". En effet, gaz et électricité peuvent être deux biens substituables, c'est à dire qu'un consommateur utilisera indifféremment de l'électricité ou du gaz naturel pour le fonctionnement de ses moyens de production. L'électricien a intérêt à pratiquer du "bundling" pour acquérir un rôle important sur le marché gazier.

Nous utilisons l'incitation à pratiquer du "bundling" comparativement à une concurrence en quantités pour étudier la structure d'approvisionnement d'un électricien européen. Nous nous référons à l'article de Martin (1999) qui montre qu'une stratégie de ventes liées permet à une firme d'accroître son profit et sa part de marché et qu'elle réduit le bien-être des consommateurs. L'effet sur le bien-être collectif est négatif<sup>5</sup>.

L'effet du « mixed-bundling » dans une concurrence en quantités, si l'on suivait le développement de Martin (1999), devrait être (pour les consommateurs) un choix plus large entre les deux énergies fournies séparément ou l'offre groupée de ventes liées.

Le bien-être collectif diminue du fait du "bundling" , dans Martin (1999), ce qui pourrait être modifié par l'ajout d'une offre séparée de chacun des biens. En effet, Martin (1999) trouve que la perte de bien-être est due au caractère substituable des ventes liées de chaque firme. La substitution n'accroît pas suffisamment le profit d'une seule firme pour compenser la réduction du profit du concurrent et du bien-être des consommateurs. Cet effet tend à disparaître avec le « mixed-bundling », comme les consommateurs auront un plus grand choix, ils seront donc plus nombreux à consommer à un prix qui correspond à leur disposition à payer. En effet, l'utilisation d'un des biens d'un "package" peut procurer une désutilité au consommateur.

Au final, les firmes vendent plus avec les ventes liées mixtes, leur profit augmente et le bien-être des consommateurs est augmenté. Cette offre peut donc conduire à une hausse du bien-être collectif.

Le bien-être collectif peut aussi être amélioré par une amélioration de la qualité du bien « "package" » lors de sa construction. C'est-à-dire que consommer une unité de ce "package" donne un surplus plus important au consommateur que s'il achetait les biens de façon indépendante.

Le modèle développé par la suite renvoie à celui de l'article de Martin (1999) qui utilise une concurrence à la Cournot entre deux firmes avant d'étudier les stratégies de ventes liées.

---

<sup>5</sup>Dans notre analyse, l'étude de l'effet d'un tel type de concurrence sur le bien être collectif ainsi que le développement du mixed bundling feront l'objet de futures recherches.

Dans cet article, l'un des deux acteurs fournit deux biens et l'autre ne fournit que l'un des deux. Ensuite, l'auteur crée des offres de ventes liées pour chaque firme dans le but d'étudier les effets du "bundling" sur le bien-être collectif. Il construit ainsi deux types d'offres. La première est constituée d'un "package" de deux biens et la seconde n'est composée que d'un bien.

Cette vente liée modifie la relation de substitution entre les biens choisis par les consommateurs finaux. La comparaison des résultats, avant et après le "bundling", indique que le "bundling" réduit la production du bien que l'une des deux firmes vend. D'autre part, il augmente la production totale du bien fourni par les deux firmes.

Les ventes liées ont le même effet stratégique que deux biens substitués dans la demande. En effet, la création de ventes liées réduit la production de l'acteur qui ne propose qu'un bien et elle accroît la production de ce bien par l'autre firme.

Au final, la quantité du bien, pour lequel les deux firmes se concurrencent, augmente. Ainsi, la firme mono produit voit son profit baisser puisqu'elle produit moins et que le prix est plus faible par rapport à la situation de vente séparée. La dernière conséquence, d'une pratique de vente liée, est donc une baisse du bien-être collectif. En effet, les baisses du profit de la firme qui ne propose qu'un bien et du bien-être des consommateurs ne sont pas compensées par la hausse du profit de la firme qui offre le package.

Mais, ce résultat ne tient pas toujours, notamment lorsque la qualité des biens est augmentée, lorsque le "bundling" réduit les coûts (fixes ou marginaux). Enfin, selon Martin (1999) : « *Il ne peut pas être non plus conclu que le "bundling" fait moins bien que la performance du marché* ».

Dans le modèle suivant, les hypothèses de l'article de Martin (1999) sont relâchées. Ainsi, l'effet de paramètres de substitution ( $\theta$ ) et de composition du "package" ( $\eta$ ) montre que l'électricien n'a pas toujours intérêt à procéder à des ventes liées. En effet, pour certaines valeurs des paramètres ( $\theta$ ,  $\eta$ ) et du coût d'approvisionnement, l'électricien peut préférer une concurrence à la Cournot. L'électricien peut donc choisir sa stratégie aval en fonction des paramètres et de son coût d'approvisionnement.

Avant de fournir une représentation simplifiée du marché et de la relation verticale entre les énergéticiens européens et les producteurs de gaz naturel nous retiendrons que l'utilisation d'une stratégie de ventes liées permet à une firme d'augmenter ses profits. Plus spécialement, lorsqu'elle ne peut pas connaître la disposition à payer de tous ses consommateurs du fait de leur trop grande hétérogénéité. Les ventes liées correspondent alors à une forme de discrimination sur les prix, la firme capte une partie plus importante du surplus du consommateur.

## 2.3 Modèle de base

L'étude est focalisée sur l'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien européen (noté firme 1) qui offre son énergie traditionnelle (notée  $e$ ) et qui concurrence un gazier (noté firme 2) sur son marché. Le bien gaz naturel est noté  $g$ . Cette structure de marché simplifiée est essentielle pour capter l'évolution des prix du gaz naturel en fonction des différentes relations verticales entre la concurrence sur le marché aval européen et la concurrence entre producteurs de gaz extra européens. Pour formaliser différents types de concurrence sur le marché aval, nous utilisons une concurrence en quantités. Ainsi, nous proposons deux scénarios « ventes séparées » et « ventes liées »<sup>6</sup>. Les deux énergies sont substituables du point de vue des consommateurs.  $\theta \in [-1, 1[$  est le paramètre de substituabilité.

La structure de la concurrence sur les marchés du gaz et de l'électricité est la suivante. Un monopole offre de l'électricité sur le marché européen et cet acteur est en concurrence sur le marché gazier européen avec une firme spécialisée dans cette activité. Le choix d'une telle structure de marché permet d'isoler les effets de la concurrence sur le marché européen de l'énergie sur les différents types de concurrences du marché

---

<sup>6</sup>La stratégie mixte de ventes liées dans le cadre d'une concurrence en quantités fera l'objet de futures recherches. Le « mixed-bundling » permet de rendre les offres des acteurs plus réalistes. Dans cette situation, l'offre des firmes européennes est composée du bundle classique et d'une offre indépendante de gaz ou d'électricité.

amont de production gazière où se détermine le prix du gaz.

Les quantités de gaz offertes par le gazier et l'électricien sont notées respectivement  $q_{g2}$  et  $q_{g1}$ , les quantités d'électricité de l'électricien sont notées  $q_e$  et lorsque nous étudierons le cas de ventes liées, le nombre de ventes liées de l'électricien sera noté  $b_1$ . Sur le marché amont, le producteur offre les quantités  $Q_g$ .

Le jeu en trois étapes est le suivant :

1. Le producteur offre du gaz aux énergéticiens européens.
2. L'électricien européen choisit de pratiquer une stratégie de « ventes liées » ou pas.
3. Les fournisseurs de gaz se concurrencent pour servir la demande d'énergie en Europe.

Définissons le cadre de référence. Les acteurs européens se concurrencent en quantités sur le marché gazier et l'électricien est le seul à offrir de l'électricité. Dans un premier temps, le prix ( $c$ ) du gaz naturel sera celui qui maximise le profit d'un producteur de gaz naturel en monopole sur le marché amont de l'approvisionnement.

Ce monopole de production de gaz naturel est représentatif du pouvoir de marché exercé par un cartel de producteurs<sup>7</sup>. En effet, lorsque les firmes s'entendent pour former un cartel, tout se passe comme si une seule firme maximisait le profit de toute l'industrie. Nous supposons que les règles de partage de la production de chacun sont exogènes. Finalement, la structure de marché peut être caractérisée comme dans le schéma 1 ci-après.

---

<sup>7</sup>Cela nécessite de poser l'hypothèse d'utilité transférable des firmes, que ce soit par instauration de quotas ou détermination d'un l'ensemble de règles de production Paréto optimales. Pour plus de précisions à ce sujet, se reporter à Schmalensee (1987).

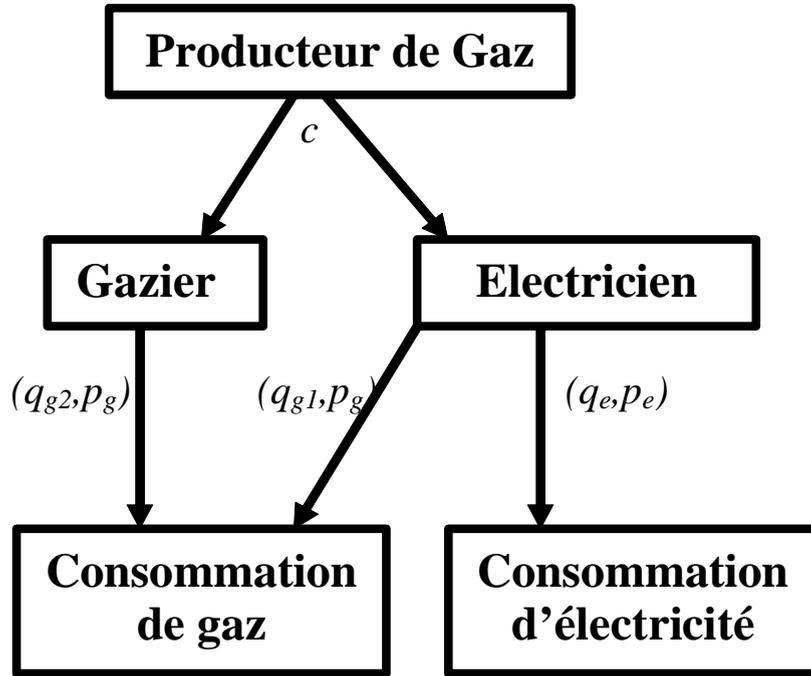


Schéma initial du jeu

Nous reprenons le jeu précédemment cité que nous résolvons par récurrence amont. Ainsi, nous établissons les prix et quantités à l'équilibre du sous jeu de concurrence sur le marché aval. Puis, nous cherchons l'équilibre du jeu lorsque le prix du gaz est fixé par le producteur, ce dernier anticipant le comportement des acteurs du marché aval, qui sont les firmes actives sur les marchés finaux de l'énergie.

### 2.3.1 Hypothèses

Les fonctions de demandes sont supposées linéaires et donc tirées d'une fonction d'utilité quadratique :

$$U(Q_e, Q_g) = a(Q_e + Q_g) - \frac{1}{2}(Q_e^2 + 2\theta Q_e Q_g + Q_g^2),$$

où  $Q_e$  et  $Q_g$  sont respectivement les quantités totales d'électricité et de gaz offertes au consommateur.

Respectivement pour le bien « électricité » et pour le bien « gaz », les fonctions de demandes inverses linéaires sont de la forme :

$$\frac{\partial U(Q_e, Q_g)}{\partial Q_e} = 0 \Leftrightarrow p_e = a - Q_e - \theta Q_g,$$

$$\frac{\partial U(Q_e, Q_g)}{\partial Q_g} = 0 \Leftrightarrow p_g = a - \theta Q_e - Q_g.$$

$\theta \in [-1, 1[$  est le paramètre de substitution gaz/électricité sur le marché aval. Lorsque  $\theta < 0$ , les biens sont complémentaires. Si  $\theta > 0$ , le gaz et l'électricité sont substituables. Enfin pour  $\theta = 0$ , les biens sont indépendants.

Hypothèses du modèle :

- Les molécules de gaz consommées par le gazier ou par l'électricien sont parfaitement substituables. Notons qu'une seule catégorie de gaz est vendue aux deux entreprises. Et, le coût de production du gaz naturel du producteur est noté  $c_g$ .
- Le coût d'acquisition du gaz naturel est noté  $c$  à la fois pour le gazier et l'électricien.
- L'électricien est seul sur le marché de l'électricité, sans perte de généralité, nous normalisons à zéro ses coûts de production et de distribution d'électricité  $c_e$ ,  $c_e = 0$ .
- Les coûts de transport et de distribution du gaz naturel, supposés identiques pour les acteurs sur le marché européen du fait d'un Accès des Tiers au Réseau équitable, sont aussi normalisés à 0.
- $\eta > 0$  est le facteur, positif, qui représente la quantité d'électricité que l'électricien va associer à une unité de gaz lorsqu'il compose sa vente liée. Contrairement à Martin (1999),  $\eta = 1$ , nous supposons que pour adapter ce paramètre (gaz/électricité) au marché de l'énergie, il est important de tenir compte de la composition du package. La profitabilité de la stratégie de vente liée peut être altérée par la proportion d'électricité associée à une unité de gaz dans le package, les quantités de packages vendus sont différentes. Martin (1999) précise<sup>8</sup> : «*In many markets, the units in which goods are measured are essentially arbitrary. In*

---

<sup>8</sup>p374, note de bas de page n°6.

*others (operating systems, web browsers) this may not be the case* ». Les industries du gaz naturel et de l'électricité ont les propriétés d'un système opérationnel puisqu'elles optimisent les flux d'énergies qui transitent par des réseaux de transport. De plus, l'électricité et le gaz peuvent être mesurés avec la même unité de mesure, le KWh.

### 2.3.2 Concurrence à la Cournot sur le marché de l'énergie européen

Pour reprendre l'analyse de Martin (1999), nous considérons dans cette section le cas d'un électricien qui offre du gaz en plus de l'électricité. au contraire, le fournisseur de gaz reste centré sur son activité historique. Dans le deuxième cas, le coût d'approvisionnement en gaz est identique pour les deux concurrents, qui se concurrencent à la Cournot sur le marché gazier. Les choix de production de gaz et d'électricité par chaque firme s'effectuent de façon simultanée.

Nous posons les hypothèses supplémentaires suivantes :

- $Q_e = q_e$ , est la quantité d'électricité vendue sur le marché de l'électricité.
- $Q_g = q_{g1} + q_{g2}$ , est la quantité de gaz vendue sur le marché gazier par l'électricien ( $q_{g1}$ ) et le gazier ( $q_{g2}$ ).
- Le programme de maximisation des profits de l'électricien et du gazier s'écrit de la façon suivante :

$$\underset{q_e, q_{g1}}{Max} \pi_1 = p_e q_e + (p_g - c) q_{g1},$$

$$\underset{q_{g2}}{Max} \pi_2 = (p_g - c) q_{g2}.$$

Le profit de l'électricien est composé de deux termes distincts. Le premier,  $(p_e)q_e$ , représente les gains perçus sur le marché de l'électricité et le second,  $(p_g - c)q_{g1}$ , les gains sur le marché gazier. Le gazier, concentré sur une seule activité, perçoit uniquement des

profits sur le marché gazier. Dans le but de simplifier les calculs, nous faisons l'hypothèse d'un approvisionnement à coûts constants et identiques pour les deux acteurs. Cette hypothèse est basée sur le fait que l'électricien n'a ni suffisamment d'informations ni assez d'expérience pour avoir accès à un gaz dont le prix serait inférieur à celui de son concurrent qui possède déjà des contrats. L'hypothèse se justifie aussi par le fait que les deux acteurs s'approvisionnent sur un même marché de gros.

Pour profiter d'un tel avantage, une stratégie qui s'offrirait alors aux fournisseurs gaziers est l'intégration verticale.

- Chaque firme cherche à maximiser son profit. Les niveaux de production de chaque bien sont fonction des quantités de l'autre bien et des quantités mises sur le marché par le concurrent :

$$\begin{aligned}\frac{\partial \pi_1}{\partial q_e} = 0 &\Leftrightarrow q_e = \frac{a - 2\theta q_{g_1} - \theta q_{g_2}}{2} \\ \frac{\partial \pi_1}{\partial q_{g_1}} = 0 &\Leftrightarrow q_{g_1} = \frac{a - 2\theta q_e - q_{g_2} - c}{2} \\ \frac{\partial \pi_2}{\partial q_{g_2}} = 0 &\Leftrightarrow q_{g_2} = \frac{a - \theta q_e - q_{g_1} - c}{2}\end{aligned}$$

- Les fonctions de réaction sont décroissantes avec :
  - le degré de substitution
  - le coût d'importation du gaz
  - la production du concurrent.

Ainsi, lorsque le gazier européen augmente ses quantités, l'électricien l'anticipe et diminue à la fois ses quantités de gaz et aussi sa production d'électricité du fait de la substituabilité des biens. S'il n'adopte pas une telle stratégie, l'augmentation des quantités de gaz diminue le prix sur le marché final, le gaz est alors une énergie beaucoup plus compétitive et car la demande se déplace vers cette énergie.

A l'équilibre du sous-jeu, les quantités sont fonction du prix imposé par le producteur gazier et sont définies par<sup>9</sup> :

---

<sup>9</sup>L'inégalité  $c < a$  est toujours vérifiée puisque le coût des firmes ( $c$ ) ne peut pas être supérieur à

$$q_e^*(c) = \frac{(\theta - 1)a - \theta c}{2(\theta - 1)(\theta + 1)} \geq 0,$$

$$q_{g1}^*(c) = \frac{(\theta^2 - 3\theta + 2)a - (\theta^2 + 2)c}{6(1 - \theta)(\theta + 1)} \geq 0 \text{ pour tout } 0 \leq c \leq \bar{c},$$

$$q_{g2}^*(c) = \frac{a - c}{3} \geq 0 \text{ pour tout } 0 \leq c \leq a.$$

où  $\bar{c} = \frac{(\theta^2 - 3\theta + 2)a}{2 + \theta^2}$  est le coût d'approvisionnement maximal que l'électricien peut supporter pour être actif sur le marché gazier. L'électricien s'approvisionne en gaz naturel uniquement si son coût n'est pas trop élevé, ce seuil baisse lorsque le degré de substitution augmente. En effet, plus les deux énergies sont substituables, plus l'intensité concurrentielle est forte, plus le prix d'achat du gaz doit être faible pour que l'électricien serve le marché du gaz. Cet effet résulte aussi du différentiel de coût de production des deux énergies qui est en faveur de l'électricien.

- Les prix du gaz et de l'électricité à l'équilibre du sous-jeu sont respectivement de la forme :

$$p_e^* = \frac{1}{6}\theta(c - a) + \frac{1}{2}a,$$

$$p_g^* = \frac{1}{3}a + \frac{2}{3}c.$$

- Finalement, les profits à l'équilibre du sous-jeu sont donnés par les expressions :

$$\pi_1^* = \frac{(-5\theta^2 + 18\theta - 13)a^2 + (10\theta^2 - 18\theta + 8)ac - (5\theta^2 + 4)c^2}{36(\theta - 1)(\theta + 1)} > 0,$$

$$\pi_2^* = \frac{(a - c)^2}{9} > 0.$$

---

la disposition à payer maximale des consommateur ( $a$ ), auquel cas il n'y aurait aucune vente ou des ventes à perte.

L'étude de l'effet d'une augmentation marginale du coût d'approvisionnement sur le profit de chaque acteur du marché européen nous indique, logiquement, que les profits sont décroissants avec ce coût. Cependant, au-dessus d'un certain seuil de coût d'approvisionnement en gaz (noté  $\tilde{c}$  ci-après) et lorsque la substituabilité est assez élevée, le profit de l'électricien croît avec ce coût. Contrairement au gazier, qui est un opérateur historique encore dominant sur son marché et uniquement actif sur ce marché, l'électricien perçoit des recettes sur deux marchés. Ce qui n'est pas forcément vrai lorsque les deux opérateurs proposent les deux énergies à leurs consommateurs<sup>10</sup>.

Ainsi, lorsque le coût d'approvisionnement en gaz naturel devient très élevé, le prix du gaz sur le marché final augmente. La substitution entre les deux énergies provoque un déplacement de la demande des consommateurs du gaz vers l'électricité. Pour l'électricien, seul acteur présent sur le marché de l'électricité, la baisse des revenus sur le marché gazier est plus que compensée par la hausse de ses ventes sur l'autre marché. Dans ce cas, son profit croît avec le coût d'approvisionnement en gaz naturel. Le gazier voit simplement ses revenus baisser et il ne profite pas du report de la demande sur le marché électrique. Si nous considérons gaz et électricité comme deux biens complémentaires, une hausse du coût d'approvisionnement réduit alors systématiquement le profit de l'électricien.

Les résultats énoncés ci-dessus sont issus de l'étude des variations des profits suite à une modification du coût d'approvisionnement :

$$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial c} = \frac{a(5\theta^2 - 9\theta + 4) - c(5\theta^2 + 4)}{18(\theta - 1)(\theta + 1)} \leq 0, \text{ si } c \leq \tilde{c}.$$

$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial c} = 0 \Leftrightarrow \tilde{c} = \frac{a(5\theta^2 - 9\theta + 4)}{5\theta^2 + 4}$  est le seuil de coût d'approvisionnement qui modifie le sens d'évolution du profit de l'électricien.

Il vient alors que

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_1^*}{\partial c} &\geq 0 \text{ lorsque } \tilde{c} \leq c \leq \bar{c}, \\ \frac{\partial \pi_2^*}{\partial c} &= \frac{2}{9}(c - a) \leq 0 \text{ puisque } a \geq c. \end{aligned}$$

---

<sup>10</sup>Notamment lorsque les coûts des acteurs sont identiques ou que le concurrent a un coût de production d'électricité inférieur à celui de l'électricien.

### 2.3. MODÈLE DE BASE

---

Le tableau suivant nous indique quels sont les principaux effets d'une augmentation du coût d'approvisionnement sur le profit de l'électricien. Une augmentation du coût d'approvisionnement réduit toujours le profit de l'électricien lorsque les biens sont complémentaires.

Quand la concurrence entre les deux énergies est de faible intensité<sup>11</sup>, une hausse du coût du gaz augmente son prix final et la demande ne se déplace pas vers l'électricité. Au contraire, un coût élevé du gaz et une forte substituabilité sont favorables à l'électricien. Cela découle du fait que plus le gaz naturel coûte cher, plus son prix est élevé et donc plus la demande se déplace vers l'électricité. L'électricien étant le seul à fournir cette énergie, il est le seul à profiter du déplacement de la demande.

	$\theta < 0$	$\theta > 0$
$c < \tilde{c}$	Toujours défavorable	Défavorable
$c > \tilde{c}$	Toujours défavorable	Favorable si $\tilde{c} < c < \bar{c}$

Effet d'une augmentation de  $c$  sur  $\pi_1^*$ .

La détermination du prix du gaz d'importation est actuellement basée sur l'indexation sur le cours du pétrole et sur la négociation du prix « FOB » (Free on Board<sup>12</sup>). Les fournisseurs européens de gaz doivent donc négocier le prix du gaz de gré à gré pour leurs contrats de long terme. Les clauses de renégociations permettent de couvrir certains risques. En effet, ces clauses permettent une renégociation du prix notamment lors de fortes variations du cours du pétrole. L'essor actuel de la production de gaz laisse penser qu'une concurrence oligopolistique pourrait s'installer sur l'amont gazier.

Un enjeu stratégique apparaît alors pour les producteurs. Tout en considérant que la connexion des prix du gaz à ceux d'énergies concurrentes sert à la construction des contrats de long terme, une partie du prix du gaz peut être manipulée par les producteurs. Ainsi, pour étudier quelles sont les actions stratégiques qui affectent le prix amont

---

<sup>11</sup> $\theta > 0$  mais faible.

<sup>12</sup>Il s'agit du prix à la frontière du pays exportateur de gaz naturel.

du gaz, nous basons notre analyse sur une concurrence oligopolistique entre producteurs. Il reste à déterminer quel est le prix du gaz qui s'établit lors d'une concurrence oligopolistique ou d'une concurrence moins intense comme le cas d'un monopole. Un tel scénario nous permet d'étudier les stratégies d'acteurs en les isolant de l'effet du cours du pétrole sur le prix du gaz.

L'électricien en monopole sur son marché historique et qui concurrence en quantités un gazier, sur le marché du gaz naturel, peut profiter d'un accroissement du coût d'approvisionnement qui augmente les coûts de son concurrent. Ce résultat tient au caractère substituable des deux énergies. En cas de complémentarité entre gaz et électricité, l'augmentation du coût d'approvisionnement réduit le profit des deux acteurs.

Pour étudier l'évolution du coût d'approvisionnement en fonction des types de concurrence sur l'amont et l'aval gazier, nous supposons que les fournisseurs européens sont preneurs de prix. Ceci signifie qu'ils n'ont pas de pouvoir de marché et ne manipulent pas le prix amont du gaz,  $c$ . L'électricien et le gazier se fournissent alors en gaz naturel sur un marché où un, ou plusieurs, producteurs sont présents.

### **2.3.3 Approvisionnement en gaz naturel fournisseurs d'énergies européens**

Pour s'approvisionner en gaz naturel, un acteur européen s'adresse principalement à quelques producteurs extérieurs à l'Europe. Dispersés géographiquement, ces producteurs peuvent soit se coordonner et se comporter comme un monopole, ou un cartel (oligopole coopératif), soit se concurrencer (oligopole non coopératif). Cette partie étudie le cas du "monopole" puis l'étude le cas d'une concurrence en quantités entre producteurs est menée plus loin.

La présentation du cas de monopole peut aussi se justifier par le fait qu'un producteur gazier sait qu'il est le seul en mesure d'offrir du gaz sur un marché (monopole local), ses concurrents étant trop loin ou beaucoup trop chers. Le producteur décide alors d'un prix de monopole pour sa production. L'autre justification de ce type de

### 2.3. MODÈLE DE BASE

---

modélisation, basé sur une structure monopolistique comme nous l'avons vu plus haut, est la formation d'un cartel de producteurs gaziers, ou un oligopole coopératif, qui agit alors comme une seule entité.

Pour la suite, nous posons l'hypothèse de coûts de production et de transport constants et normalisés à  $c_g = 0$ , sans perte de généralité.

Le profit du monopole sur le marché amont est noté  $\pi_U$ . Le programme de maximisation du profit du producteur est donné par :

$$\underset{c}{Max} \pi_U = (c - c_g) Q_g = c(q_{g_1}^* + q_{g_2}^*).$$

Or :

$$\frac{\partial \pi_U}{\partial c} = 0 \Leftrightarrow c^* = \frac{(\theta - 1)(\theta + 4)a}{2(\theta^2 - 4)} > 0 \text{ pour tout } 1 > \theta > -1.$$

Le monopole réalise un profit supérieur lorsque les deux acteurs sont actifs sur le marché européen, il fixe un prix tel que l'électricien soit actif  $c^* < \bar{c}$ . Mais, le prix déterminé par le monopole ne permet pas à l'électricien d'augmenter le coût de son concurrent,  $c^* < \tilde{c}$ <sup>13</sup>.

Conformément aux résultats classiques, le prix de gros du gaz ( $c^{*14}$ ) évolue bien en sens inverse du degré de substitution. En effet, à l'équilibre :

$$\frac{\partial c^*}{\partial \theta} = -\frac{3a(\theta^2 + 4)}{2(\theta^2 - 4)^2} < 0.$$

Ainsi, le monopole qui détermine le prix amont du gaz ne peut pas le fixer à un niveau trop élevé. S'il augmente trop son prix, les consommateurs finaux s'orientent vers l'électricité (biens substituables) ou réduisent leur consommation (biens complémentaires). La demande de gaz qui s'adresse aux fournisseurs de gaz européens est alors

---

<sup>13</sup>  $c^* - \tilde{c} = -\frac{a(\theta+1)(\theta-4)}{2(\theta-2)(\theta+2)} < 0 \quad \forall \theta \in [-1, 1]$ .

<sup>14</sup> Nous avons bien  $c^* \leq \bar{c}$ .

plus faible, ces derniers réagissent en achetant moins de gaz au producteur qui subit une baisse de profit.

Le profit du producteur à l'équilibre du jeu est de la forme :

$$\pi_U^{**} = \frac{(\theta - 1)(\theta + 4)2a^2}{24(\theta + 1)(\theta^2 - 4)} > 0 \text{ pour tout } \theta \in [0, 1],$$

$$\frac{\partial \pi_U^{**}}{\partial \theta} = -\frac{1}{12} \frac{a^2(\theta^4 + 6\theta^3 - 5\theta^2 + 28)}{(-\theta^3 - \theta^2 + 4\theta + 4)^2} < 0.$$

Le profit du monopole est décroissant en rapport paramètre de substitution, ce qui confirme la décroissance du prix du gaz sur le marché amont quand  $\theta$  augmente, que cet acteur propose au firmes du marché aval,  $c^*$ .

Les profits de l'électricien et du gazier, à l'équilibre du jeu, sont finalement donnés comme suit :

$$\pi_1^{**} = \frac{(-5\theta^5 + 61\theta^4 - 92\theta^3 - 476\theta^2 + 160\theta + 640)a^2}{144(\theta + 1)(\theta - 2)2(\theta + 2)2} > 0,$$

$$\pi_2^{**} = \frac{a^2(\theta + 1)2(\theta - 4)2}{36(\theta - 2)2(\theta + 2)2} > 0.$$

A l'équilibre du jeu, les profits sur le marché aval européen n'évoluent pas dans le même sens pour chacune des deux firmes. Ainsi, une augmentation du degré de substitution entre gaz et électricité accroît le profit du gazier, mais pas celui de l'électricien. En effet, dans notre jeu, le monopole producteur de gaz dispose de toute l'information sur les caractéristiques du marché européen de l'énergie. Il détermine donc un prix du gaz naturel en fonction de son degré de substitution avec l'électricité. Le monopole anticipe qu'en cas de prix du gaz trop élevé, la demande de gaz sur le marché aval se déplace vers l'électricité. Ainsi, il évite que la concurrence entre les énergies réduise son profit. De plus, la concurrence entre un fournisseur de gaz et un électricien sur le marché gazier européen réduit le prix du gaz naturel. Il s'en suit un déplacement la demande d'électricité vers celle du gaz.

Le déplacement de la demande produit deux effets contraires sur les profits des firmes de l'aval gazier. L'un est négatif et ne concerne que l'électricien qui est le seul à offrir de l'électricité et donc le seul à subir l'effet de la baisse de la demande d'électricité. L'autre effet est positif pour les deux acteurs, mais l'augmentation des ventes de gaz n'est pas suffisante pour que l'électricien compense les pertes faites sur le marché électrique. L'électricien subit l'intégralité du report de la demande d'électricité vers celle de gaz et il ne récupère qu'une partie de l'augmentation de la demande de gaz. En effet, sur ce marché, l'électricien est en concurrence avec le gazier. Comme par hypothèse, les deux firmes ont le même coût d'approvisionnement, l'augmentation de la demande de gaz naturel se répartit entre les deux acteurs.

A l'équilibre du jeu, les profits de chaque firme ne présentent pas la même évolution quand le degré de substitution est modifié.

$$\frac{\partial \pi_1^{**}}{\partial \theta} = \frac{a^2 (-11\theta^6 + 44\theta^5 + 148\theta^4 + 12\theta^3 - 112\theta^2 + 208\theta + 320)}{24(\theta + 1)2(\theta - 2)3(\theta + 2)3} < 0,$$

$$\frac{\partial \pi_2^{**}}{\partial \theta} = \frac{a^2 (\theta + 1)(\theta - 4)(\theta^2 + 4)}{6(\theta - 2)3(\theta + 2)3} > 0.$$

Alors que nous pouvions penser que l'électricien bénéficierait de l'augmentation de la concurrence entre les deux énergies pour accroître ses ventes d'électricité, l'intervention d'un monopole producteur de gaz naturel inverse le résultat.

En effet, le prix du producteur décroît lorsque le degré de substitution augmente.

Le prix aval du gaz reste donc compétitif par rapport à celui de l'électricité et la demande se déplace vers le gaz. La concurrence entre le gaz et l'électricité permet donc aux acteurs d'avoir un approvisionnement en gaz à un coût compétitif. Mais, l'augmentation de la substitution serait dommageable à l'électricien et profitable à son concurrent qui n'offre qu'une énergie.

Pour terminer, les prix sur le marché final à l'équilibre du jeu sont de la forme :

$$p_e^{**} = \frac{1}{12} \frac{a(-\theta^3 + 9\theta^2 + 4\theta - 24)}{(\theta^2 - 4)} > 0,$$

$$p_g^{**} = \frac{1}{3} \frac{a(2\theta^2 + 3\theta - 8)}{(\theta^2 - 4)} > 0.$$

Le fait que, le monopole amont de production de gaz anticipe<sup>15</sup> la réaction des acteurs européens, implique qu'il détermine un prix du gaz suffisamment faible pour que le marché aval du gaz reste attractif même malgré la marge prélevée par le duopole que forme les fournisseurs européens.

Nous pouvons donc conclure qu'un monopole producteur situé en amont du marché européen va fixer un prix, en fonction du paramètre de substitution, suffisamment faible pour que le marché final du gaz soit actif. C'est plutôt défavorable à l'électricien lorsque le paramètre de substitution est faible. Le producteur détermine un prix qui n'augmente pas les profits de l'électricien. La forme de ce prix est telle que le prix final du gaz soit toujours attractif par rapport au prix de monopole de l'électricien. Tous les acteurs de la chaîne gazière continuent à faire un profit positif. Ce cadre de production de gaz monopolistique n'offre pas la possibilité aux acteurs du marché européen de négocier leurs approvisionnements parce que tout le pouvoir de négociation est du côté du producteur<sup>16</sup>.

L'étude de la formation du prix amont du gaz et des profits à l'équilibre du jeu de concurrence en ventes séparée de gaz et d'électricité, montre que l'approvisionnement en gaz naturel sera d'autant moins coûteux que la substitution entre gaz et électricité sera forte. Le monopole producteur de gaz détermine un prix décroissant avec le degré de substitution et qui assure la revente de son gaz par tous les acteurs du marché européen. En outre, le prix amont est d'ores et déjà sensible aux caractéristiques de l'aval

---

<sup>15</sup>Il joue en premier.

<sup>16</sup>Dans ce cadre théorique, il dispose de toute l'information sur les coûts le long de la chaîne et sur le comportement des fournisseurs qui interviennent sur le marché final. En réalité, l'information n'est pas parfaite et surtout, le producteur ne connaît pas la réalité des coûts de fourniture et distribution. C'est notamment pour cette raison que les producteurs de gaz souhaitent entrer sur le marché européen. Ainsi, ils peuvent connaître les coûts tout au long de la chaîne, mieux négocier le prix de vente du gaz aux distributeurs européens et réaliser des profits en étant eux-mêmes acteurs sur le marché final européen. Ce aspect reste à développer.

gazier.

Sur la base de ce constat, il s'agit, à présent, de connaître l'effet d'une modification de la concurrence sur le marché aval européen sur le coût d'approvisionnement. Pour cela, la partie suivante propose de compléter ce raisonnement par l'étude d'une concurrence en ventes liées entre l'électricien et le gazier européens.

### 2.4 Les ventes liées : conquête de parts de marché

Selon Adams et Yellen (1976), la stratégie de ventes liées permet à une firme de capter une plus grande partie du surplus des consommateurs. Les ventes liées permettent une discrimination sur les prix. L'offre de plusieurs biens sous forme d'un package, à un prix inférieur à la somme du prix de chaque bien fourni séparément, permet à la firme de faire révéler la disposition à payer des consommateurs et ainsi de les discriminer. Maintenant, nous analysons l'impact d'une telle stratégie sur l'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien européen.

#### 2.4.1 Construction

En suivant l'article de Martin (1999), nous construisons des packages gaz / électricité, en supposant que l'électricien offre un "package" de  $\eta$  unités d'électricité pour 1 unité de gaz, notons  $(1, \eta)$  la composition de ces ventes liées. Le nombre de packages vendus par l'électricien est noté  $b_1$ . Le gazier qui n'offre qu'une seule des deux énergies propose en somme des packages composés d'une unité de gaz et de zéro unité d'électricité et nous notons  $(1, 0)$  cette combinaison.  $b_2$  représente le nombre d'unités de gaz naturel offertes par le gazier. Le gazier n'intervient pas sur le marché de l'électricité pour donner un avantage concurrentiel à l'électricien, ainsi, seul l'électricien offre un "package" gaz / électricité. L'offre du gazier européen est seulement constituée de gaz. Ce cadre d'analyse rejoint celui des auteurs précédemment cités, en proposant

une structure de marché où une firme, en monopole sur un marché, est en concurrence duopolistique sur le marché d'un autre bien.

Les quantités totales de gaz et d'électricité offertes sur le marché par ces deux acteurs européens permettent de créer une relation entre les packages de chaque acteur :  $Q_e = \eta b_1$  et  $Q_g = b_1 + b_2$ .

Comme dans l'article de Martin (1999), la fonction d'utilité du consommateur représentatif devient :

$$U(b_1, b_2) = a(b_1\eta + b_1 + b_2) - \frac{b_1^2\eta^2}{2} - \theta b_1\eta(b_1 + b_2) - \frac{(b_1 + b_2)^2}{2}$$

Nous pouvons exprimer les fonctions de demandes inverses pour le "package" de chaque firme. Nous constatons que l'introduction de ventes liées crée des effets stratégiques entre le gaz et l'électricité en plus de ceux de la substituabilité entre ces énergies.

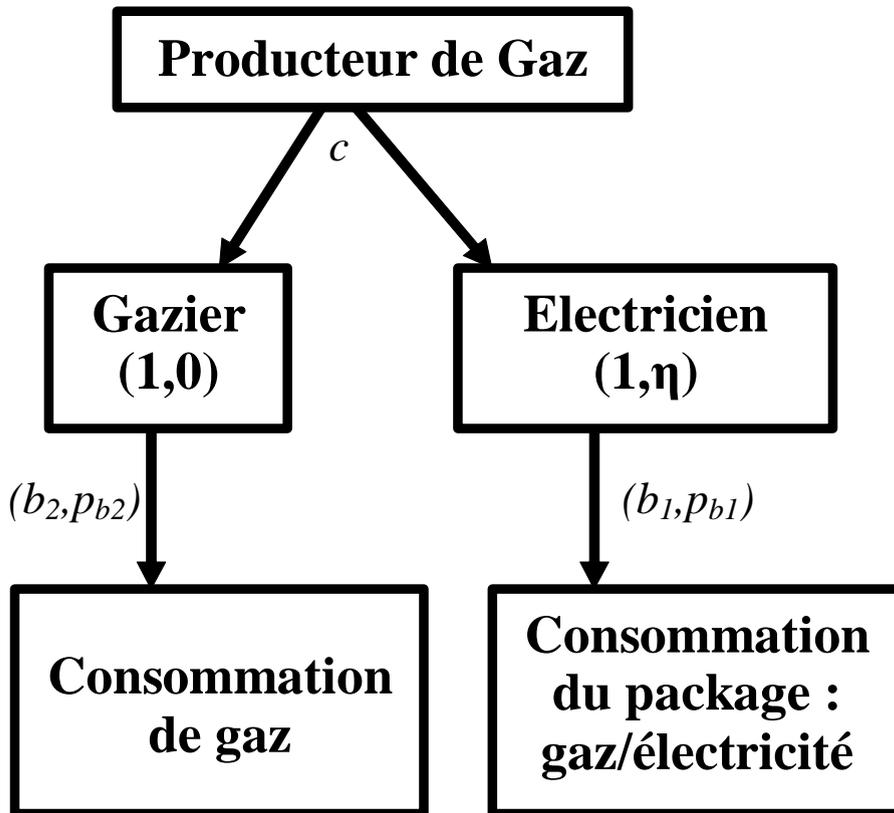
**Remarque 1** *Martin (1999) précise que dans le cas où les biens gaz et électricité sont indépendants,  $\theta = 0$ , l'écriture spécifique des ventes liées dans la fonction d'utilité fait apparaître une nouvelle substitution. En d'autres termes, les packages de chaque acteur sont en concurrence et ont le même rôle que des substituts. Contrairement à l'article de Martin (1999), notre analyse est plus générale  $\theta \in [-1, 1[$ . Nous étudions plus spécifiquement le cas où les biens sont substituts ( $\theta > 0$ ). Dans la littérature, les ventes liées sont souvent étudiées dans le cas de biens complémentaires (par exemple : téléphone et forfait de communication) puisque une consommation élevée du bien complémentaire signale au vendeur une disposition à payer supérieure. Comme le notent Adams et Yellen (1976) et plus tard Tirole (1993, p.291) : « la consommation du bien lié apporte au monopoleur de l'information sur l'acceptation de payer du consommateur pour le bien liant ». Nous pouvons étudier les ventes liées comme un outil de discrimination pour le vendeur dans le cadre de biens substituables.*

Les fonctions de demandes inverses pour les firmes offrant des packages sont de la forme :

$$\frac{\partial U(b_1, b_2)}{\partial b_1} = 0 \Leftrightarrow p_{b_1}(b_1, b_2) = a(\eta + 1) - (\eta^2 + 2\theta\eta + 1)b_1 - (\theta\eta + 1)b_2,$$

$$\frac{\partial U(b_1, b_2)}{\partial b_2} = 0 \Leftrightarrow p_{b_2}(b_1, b_2) = a - (\theta\eta + 1)b_1 - b_2.$$

La structure de marché peut alors être représentée comme le figure le schéma ci-après.



Ventes liées asymétriques

Le coût de l'électricité est toujours normalisé à 0. Avec la constitution d'offres de ventes liées, les profits de l'électricien et du gazier sont respectivement de la forme :

$$\pi_1^b = (p_{b_1} - c)b_1,$$

$$\pi_2^b = (p_{b_2} - c)b_2.$$

Les quantités  $(b_1^*, b_2^*)$  d'équilibre d'une concurrence en nombre de packages offerts sont donnés par la résolution du système de conditions du premier ordre suivant :

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_1^b}{\partial b_1} = 0 &\Leftrightarrow (-2\eta^2 - 4\theta\eta - 2) b_1 + a - b_2 - c + a\eta - b_2\theta\eta = 0, \\ \frac{\partial \pi_2^b}{\partial b_2} = 0 &\Leftrightarrow -2b_2 - b_1(\theta\eta + 1) + a - c = 0. \end{aligned}$$

D'où

$$\begin{aligned} b_1^* &= \frac{(\theta(a-c) - 2a)\eta + c - a}{(-4 + \theta^2)\eta^2 - 3(2\theta\eta + 1)}, \\ b_2^* &= \frac{((-2 + \theta)a + 2c)\eta^2 + (a + (c - a)3\theta)\eta + c - a}{(\theta^2 - 4)\eta^2 - 3(2\theta\eta + 1)}. \end{aligned}$$

Les conditions sur le coût d'approvisionnement nous indiquent que, respectivement pour l'électricien et le gazier,  $b_1^* > 0$  et  $b_2^* > 0$  si

$$c < c^{b_1} = \frac{a((-2 + \theta)\eta - 1)}{\theta\eta - 1},$$

et

$$c < c^{b_2} = \frac{a((2 - \theta)\eta^2 + (-1 + 3\theta)\eta + 1)}{2\eta^2 + 3\theta\eta + 1}.$$

La condition sur le coût d'approvisionnement n'est jamais active pour l'électricien<sup>17</sup>. Mais, il existe un seuil de coût d'approvisionnement qui annule les quantités offertes par le gazier européen. L'analyse de la détermination du prix amont du gaz naturel nous indiquera si cet acteur est exclu du marché ou pas.

La stratégie de ventes liées permet à l'électricien de renverser la situation par rapport au cas des ventes séparées. En effet, dans la section précédente, nous avons montré

---

<sup>17</sup>Preuve en Annexe 6.

## 2.4. LES VENTES LIÉES : CONQUÊTE DE PARTS DE MARCHÉ

---

que l'électricien pouvait être inactif sur le marché gazier lorsque le coût d'approvisionnement était trop élevé.

La création d'un "package" associant le gaz à l'électricité permet maintenant à l'électricien de supporter un coût d'approvisionnement élevé. Son concurrent gazier qui ne peut pas compenser un coût élevé du gaz naturel par une offre d'électricité peut être inactif sur ce marché. La situation de l'électricien s'améliore grâce aux ventes liées.

Sur le marché aval et à l'équilibre du sous jeu, les profits  $(\pi_1^{b*}, \pi_2^{b*})$  sont de la forme :

$$\pi_1^{b*} = \frac{(\eta^2 + 2\theta\eta + 1)(c - a - a\eta - \theta\eta c)^2}{(-4\eta^2 - 6\theta\eta - 3 + \theta^2\eta^2)^2} > 0,$$

$$\pi_2^{b*} = \frac{((\theta\eta^2 + \eta)a + (c - a)2\eta^2 + (c - a)3\theta\eta + c - a)^2}{(-4\eta^2 - 6\theta\eta - 3 + \theta^2\eta^2)^2} > 0.$$

Les quantités de gaz et le profit de l'électricien augmentent, ceux du gazier diminuent, mais cela dans des conditions particulières.

En effet, lorsque le coût d'approvisionnement est faible et que la part d'électricité associée à une unité de gaz est suffisamment importante, l'électricien capte une part importante de la demande sur le marché final. Selon Martin (1999), les ventes liées ont le même effet stratégique que des biens substitués dans la demande. A cet effet s'ajoute celui de substitution entre les énergies. La concurrence entre les énergies est accrue par la stratégie de ventes liées de l'électricien

L'électricien, seul à offrir de l'électricité et en concurrence sur le marché du gaz naturel avec le gazier, arbitre entre les quantités de chaque énergie qu'il offre aux consommateurs pour obtenir un profit maximal.

Il peut ainsi obtenir un profit plus important que lors d'une simple concurrence en ventes séparées. Le gazier préfère la concurrence en ventes séparées sauf lorsque le coût d'approvisionnement est très faible et que l'électricien propose une grande part d'électricité avec une unité de gaz. Mais ce cas n'est pas compatible avec le choix de l'électricien qui anticipe ce comportement.

La stratégie de l'électricien est donc la suivante. L'électricien propose plus de gaz qu'en ventes séparées et le gazier réduit son offre de gaz naturel. Ce qui reflète, comme dans Martin (1999), le fait que les packages ont le même effet stratégique que des biens substitués dans la demande. Le "package" gaz/électricité de l'électricien est substituable au gaz du gazier. L'augmentation des quantités de gaz naturel signifie que le prix de l'offre du gazier est inférieur au prix d'équilibre en situation de ventes séparées.

Compte tenu de la concurrence entre les packages de chaque opérateur, la demande se déplace vers l'offre de l'électricien. Cet effet est renforcé par la substitution entre les énergies, la demande se déplace vers la firme qui propose le "package" le plus attractif. Lorsque l'électricien construit une vente liée efficace et que le coût d'approvisionnement est faible (pour les deux acteurs), l'offre de packages lui permet de réaliser des profits plus importants qu'en cas de concurrence en ventes séparées. De plus, sa part de marché s'accroît sur le marché gazier<sup>18</sup>. Le gazier vend moins et à un prix plus faible, il a donc un profit plus faible lorsque son concurrent adopte une stratégie de ventes liées.

La comparaison des profits d'équilibres dans les deux situations nous indique pour quelles conditions la stratégie de ventes liées est profitable pour l'électricien relativement à sa stratégie de concurrence en ventes séparées. Formellement, la stratégie de ventes liées est profitable quand :  $\Delta\Pi^1 = \pi_1^{b*} - \pi_1^* > 0$ . L'intuition est la suivante. Plus les biens sont substituables ( $\theta$  élevé) et moins la quantité d'électricité à associer dans le "package" devra être importante ( $\eta$  faible), puisque les consommateurs sont disposés à changer d'énergie. Cet effet peut être qualifié d'effet quantité. Lorsque les biens sont très substituables, il suffit que l'électricien offre une unité de gaz et suffisamment d'électricité, pour capter une partie de la demande qui s'adressait au gazier. Si nous analysons les profits de l'électricien, pour  $\eta$  donné, nous pouvons observer que la pratique des ventes liées n'est pas toujours profitable à l'électricien. En effet, la sensibilité des consommateurs est captée dans la demande par le paramètre de substitution  $\theta$ . Pour un  $\theta$  élevé, les consommateurs sont facilement prêts à changer de type d'énergie.

---

<sup>18</sup>Ce qui rejoint les conclusions de la littérature économique et qui peut conduire à l'éviction du gazier du marché gazier.

#### 2.4. LES VENTES LIÉES : CONQUÊTE DE PARTS DE MARCHÉ

---

L'augmentation des quantités de gaz fournies par le gazier fait baisser le prix du gaz. Les consommateurs achètent plus de gaz qui a un prix moins élevé. L'électricien ne pourra pas compenser cet effet prix même en proposant une forte quantité d'électricité dans son package.

Ainsi pour un prix supérieur, et si les consommateurs sont indifférents entre les deux énergies ( $\theta$  très fort) alors, ils préfèrent consommer du gaz à un prix moins élevé. L'effet prix domine l'effet quantité. Cet effet prix est directement relié au fait que les deux firmes s'approvisionnent sur le même marché, à un même coût  $c$ . L'effet prix (effet de  $c$ ) domine d'autant plus l'effet quantité (augmentation des quantités de gaz sur le marché final lors de la vente liée) que le coût d'approvisionnement est élevé. Ainsi, l'augmentation de la concurrence sur le marché aval accroît les quantités de gaz offertes par l'électricien (déplacement de la demande) sur le marché ainsi que son profit, cela lorsque le coût d'approvisionnement est faible et qu'il n'y a pas trop de substitution.

Lorsque nous raisonnons en termes de coût d'approvisionnement et que nous ne tenons pas compte de l'anticipation des stratégies de l'aval gazier européen par le producteur, nous pouvons étudier l'effet du choix d'une stratégie sur l'aval du marché gazier sur le coût d'approvisionnement. Pour obtenir d'importantes parts de marché sur le marché gazier et que la stratégie de ventes liées soit profitable, l'électricien devrait avoir un faible coût d'approvisionnement en gaz naturel et devrait associer suffisamment d'électricité pour gagner des consommateurs. Un niveau de coût égal au coût marginal de production serait atteint si les producteurs étaient en concurrence pure et parfaite. Cependant, cette hypothèse n'est pas réaliste pour le marché du gaz naturel. C'est pourquoi nous analysons, dans la sous-section suivante, quel prix induit un monopole de production (ou cartel).

Nous verrons alors qu'une stratégie de ventes liées peut être profitable pour l'électricien même lorsque le pouvoir de marché du producteur est très fort (monopole). Nous chercherons donc à savoir dans quel sens l'offre de ventes liées affecte l'approvisionnement de l'électricien. Pour simplifier les calculs, Martin (1999) fixe  $\eta = 1$  et  $\theta = 0$ . Ainsi, le "package" est composé d'une unité de chaque bien et ces deux biens

sont perçus comme des biens indépendants par les consommateurs. L'introduction de la substituabilité entre les biens crée une concurrence entre les énergies de l'électricien. Lorsque le coût d'approvisionnement en gaz naturel est trop élevé pour l'électricien, il détermine un prix plus élevé pour sa vente liée. Les biens étant substituables, les consommateurs préfèrent alors consommer de l'électricité. Il peut être plus profitable pour l'électricien de n'offrir que de l'électricité et ne pas créer de "package" avec un bien trop coûteux pour le consommateur.

Le profit de l'électricien n'évolue pas toujours de la même façon avec le coût d'approvisionnement. En effet, cette variation dépend aussi de la composition du "package" qui affecte la demande de gaz ou d'électricité.

$$\frac{\partial \pi_1^{b*}}{\partial c} = 2 \frac{(\eta^2 + 2\theta\eta + 1) ((a - c)\theta\eta - 2a\eta + c - a) (1 - \theta\eta)}{((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)^2} \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} 0.$$

1.  $\hat{c} = \frac{a((\theta-2)\eta-1)}{\theta\eta-1}$  représente le seuil de coût d'approvisionnement à partir duquel le sens d'évolution du profit de l'électricien est modifié. Dans le cas de biens complémentaires l'augmentation de coût est toujours défavorable à l'électricien et au gazier. Mais dans le cas de biens substituables, deux cas se présentent :
2.  $\eta > \frac{1}{\theta}$ , une augmentation du coût d'approvisionnement sera défavorable au profit de l'électricien
3.  $\eta < \frac{1}{\theta}$ , le profit de l'électricien est alors croissant avec le coût d'approvisionnement

**Proposition 1** *L'hypothèse de Martin (1999) d'indépendance des biens permet à l'acteur présent sur les deux marchés d'obtenir un gain lors de la création de ventes liées. Au contraire, si l'on introduit un paramètre de substitution, la stratégie de ventes liées n'est plus toujours efficace pour l'acteur qui intervient sur deux marchés.*

En relâchant les hypothèses de Martin (1999) sur le degré de substitution entre les énergies et sur la composition du package, nous pouvons conclure que ces paramètres sont essentiels pour étudier l'évolution du profit des acteurs du marché européen de l'énergie. Comme dans l'article de Martin (1999), l'introduction de ventes liées réduit

la production d'électricité et accroît celle de gaz<sup>19</sup>. Mais nous remarquons que la vente liée de biens substituables n'est pas toujours efficace pour l'électricien. De plus, sur un intervalle de coût d'approvisionnement,  $[0, \hat{c}]$ , l'offre de l'électricien peut lui permettre d'accroître son profit et faire diminuer celui de son concurrent. Ainsi, pour des structures d'approvisionnement similaires pour les deux acteurs européens, l'accroissement du prix intermédiaire du gaz naturel (prix d'approvisionnement ou prix amont) ne réduit pas toujours le profit de l'électricien et augmente le coût du concurrent gazier qui voit son profit réduire.

### 2.4.2 Approvisionnement gazier : relations verticales et stratégies de ventes liées

L'offre de ventes liées sur le marché aval de l'énergie modifie la concurrence. L'offre du bien gaz est augmentée<sup>20</sup>. Dans cette sous-section, nous étudions l'impact d'une stratégie de ventes liées gaz/électricité sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel. Rappelons que cette représentation de l'amont gazier s'adapte aussi au cas où les fournisseurs européens ne s'approvisionneraient qu'à un cartel de producteurs<sup>21</sup>. Intuitivement, la stratégie de ventes liées peut être une façon d'augmenter le coût du concurrent sur le marché aval. Nous cherchons donc à déterminer l'effet des offres de ventes liées sur le prix amont du gaz qui serait déterminé par un monopole de producteurs de gaz.

La quantité de gaz demandée par les firmes européennes au producteur est égale à la somme du nombre de ventes liées offertes par ces firmes puisque chacune des ventes liées est composée d'une unité de gaz naturel. Le producteur cherche donc le prix  $c^{b*}$  qui maximise son profit :

---

<sup>19</sup>Les calculs sont développés dans l'annexe 9.

<sup>20</sup>L'expression de cet accroissement des quantités de gaz se situe dans l'annexe 9.

<sup>21</sup>Comme nous n'étudions pas le partage de la production au sein du cartel, nous continuons l'analyse par le mode du monopole.

$$Max_c \pi_U^b = cQ_g = c(b_1^* + b_2^*),$$

$$\frac{\partial \pi_U^b}{\partial c} = 0 \Leftrightarrow c^{b^*} = \frac{a(2 + (1 + 2\theta)\eta + (2 - \theta)\eta^2)}{4(1 + \theta\eta + \eta^2)} > 0 \text{ pour tout } 1 > \theta > 0.$$

Ce prix est décroissant avec le degré de substitution des énergies. Si la substituabilité augmente, le producteur de gaz naturel a alors intérêt à baisser son prix pour que la demande ne se déplace pas vers l'électricité.

$$\frac{\partial c^{b^*}}{\partial \theta} = -\frac{3}{2} \frac{a(4 + \theta^2)}{(\theta - 2)^2 (\theta + 2)^2} < 0.$$

En plus de l'effet substitution, la « règle de l'élasticité inverse » (Tirole, 1993, pp 128-130) influence le prix du monopole à produit unique. Ainsi, plus l'élasticité prix des consommateurs est élevée et moins le prix sera haut. Face à une augmentation des prix, les consommateurs réduisent fortement leur consommation. Le degré de substitution entre les énergies modifie, sans les inverser, les effets de cette règle. Une forte substituabilité accroît l'effet prix. Suite à une augmentation du prix, un faible degré de substitution atténue la réduction de consommation.

Le profit, à l'équilibre du jeu, du producteur est alors de la forme :

$$\pi_U^{b^{**}} = \frac{((\theta - 2)\eta^2 - (1 + 2\theta)\eta - 2)2a^2}{8(1 + \theta\eta + \eta^2)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} > 0 \text{ pour tout } \theta \in [0, 1].$$

Les profits de l'électricien et du gazier, à l'équilibre du jeu, sont respectivement donnés par :

$$\pi_1^{b^{**}} = \frac{a^2(1 + \eta^2 + 2\theta\eta)((\theta^2 + 2\theta - 8)\eta^3 + (2\theta^2 - 10\theta - 2)\eta^2 - 2 - 7\eta)2}{16(1 + \theta\eta + \eta^2)^2((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)^2},$$

$$\pi_1^{b^{**}} > 0 \text{ pour tout } \theta.$$

$$\pi_2^{b^{**}} = \frac{a^2 \left( (2\theta - 4)\eta^4 + (\theta^2 - 10\theta + 6)\eta^3 + (-6\theta^2 + 10\theta - 6)\eta^2 + (5 - 8\theta)\eta - 2 \right)^2}{16 (1 + \theta\eta + \eta^2)^2 \left( (\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3 \right)^2},$$

$$\pi_2^{b^{**}} > 0 \text{ pour tout } \theta.$$

Comme dans le cas de ventes séparées, à l'équilibre du jeu, le profit du gazier est croissant avec le degré de substitution entre les deux énergies et le profit de l'électricien diminue lorsque la substitution augmente.

$$\frac{\partial \pi_1^{**}}{\partial \theta} < 0,$$

et

$$\frac{\partial \pi_2^{**}}{\partial \theta} = \frac{a^2 (\theta + 1) (\theta - 4) (\theta^2 + 4)}{6 (\theta - 2)^3 (\theta + 2)^3} > 0.$$

Les prix des ventes liées, à l'équilibre du jeu, ( $p_{b_1}^{**}$  et  $p_{b_2}^{**}$ ) sont positifs. Ils sont détaillés dans l'annexe. Comparons à présent l'évolution du prix intermédiaire du gaz naturel entre les situations de ventes liées et de ventes séparées. Nous trouvons que l'introduction de ventes liées tend à faire augmenter le coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs.

Comme dans Martin (1999), la pratique de ventes liées augmente les quantités totales de gaz, offertes sur le marché européen, ici de  $\frac{1}{21}(a - c)$ . Cette augmentation de la demande de gaz sur ce marché intermédiaire se répercute en une augmentation du prix amont du gaz, donc déterminé par le producteur. La substitution modifie cette augmentation. Ainsi, lorsqu'il existe une forte concurrence entre les énergies, la hausse du prix amont du gaz est limitée.

$$c^{b^*} - c^* = \frac{1}{4} \frac{a \left( (\theta^2 + 2)\eta + 3\theta \right) (\theta\eta + 2)}{(1 + \theta\eta + \eta^2) (4 - \theta^2)} > 0 \text{ pour tout } \theta \in [0, 1].$$

Les quantités d'électricité demandées sur le marché final sont plus élevées dans le cadre d'une concurrence en ventes séparées que dans celui d'une concurrence en packages puisque, comme nous l'avons dit lors de la définition des demandes de ventes liées, ceux-ci ont une action stratégique similaire à celle de produits substituables dans la demande. L'offre de ventes liées accroît la demande finale de gaz aux dépens de celle d'électricité. En profitant de son pouvoir de monopole, l'électricien fixe un prix plus élevé. Cependant, le prix du "package" du gazier n'est pas assez élevé pour que la demande se déplace vers l'électricité. Donc, pour qu'une stratégie de ventes liées soit profitable à l'électricien, les consommateurs doivent accepter de reporter leur consommation de gaz sur celle d'électricité (degré de substitution élevé). De plus, la part d'électricité doit être suffisamment importante pour que l'électricien ait une offre plus avantageuse que le gazier.

La stratégie de ventes liées n'est profitable pour l'électricien que s'il propose assez d'électricité dans son package<sup>22</sup>. Un effet d'augmentation du coût du concurrent peut apparaître. En effet, en augmentant la demande de gaz sur le marché amont, l'électricien provoque une augmentation du prix amont du gaz. Les deux fournisseurs européens ont un coût d'approvisionnement plus élevé. Mais, l'électricien peut alors proposer un "package" qui lui confère un profit plus important qu'une stratégie de concurrence en ventes séparées sur le marché aval. Le fait de proposer de l'électricité en plus du gaz dans son "package" lui assure une part de marché plus importante. L'effet d'augmentation du prix d'approvisionnement en gaz est alors plus important pour le fournisseur de gaz européen que pour l'électricien. L'électricien est donc en mesure de supporter une hausse du coût d'approvisionnement lorsqu'il a la même structure d'approvisionnement que son concurrent sur le marché final.

En suivant Adams et Yellen (1976), nous pouvons penser que l'introduction d'offres de « mixed-bundling »<sup>23</sup> devrait modifier ce dernier résultat en permettant aux

---

<sup>22</sup>L'expression du gain potentiel relatif à une stratégie de vente liée est donnée dans l'annexe 5.

<sup>23</sup>Nous définissons le *mixed bundling* de la façon suivante : Pour capter un surplus plus important

consommateurs de choisir les biens qu'ils désirent, le gaz ou l'électricité ou un "package" des deux. Ainsi, la demande de gaz serait moins élevée qu'en cas de ventes liées seulement, le producteur amont aurait alors moins de pouvoir et l'électricien un profit plus important. De plus, selon Adams et Yellen (1976), la stratégie de « mixed bundling » domine celle de « pure bundling », l'effet d'augmentation du coût du concurrent devrait donc être plus important si l'électricien opte pour une stratégie de « mixed bundling ».

A présent, si l'on supprime l'hypothèse d'un comportement collusif entre les producteurs ou l'idée d'un approvisionnement par un seul producteur, la concurrence entre plusieurs producteurs devrait conduire à un prix amont du gaz naturel moins élevé, reflet d'une structure de marché oligopolistique avec concurrence ou avec absence de coopération.

## 2.5 Prix d'approvisionnement et concurrence entre producteurs

Dans cette section, nous étudions l'effet d'une concurrence entre producteurs de gaz naturel sur le coût d'approvisionnement de l'électricien européen. L'augmentation du nombre d'acteurs sur le marché amont combinée à une concurrence en quantités réduit le prix intermédiaire (amont, d'approvisionnement) du gaz naturel. La première sous-section analyse le cas où aucune firme européenne ne propose de package. La seconde sous-section étudie le cas où l'électricien adopte une stratégie de ventes liées.

---

aux consommateurs et tenter d'augmenter les ventes de gaz et d'électricité, l'électricien offre à la fois un package composé d'une unité de gaz et de  $\eta$  unités d'électricité, puis, séparément de l'électricité et du gaz. Nous étudierons ces offres dans de futures recherches.

### 2.5.1 Absence de ventes liées sur le marché aval

Nous conservons ici les résultats de la section 3.1 et nous cherchons le prix amont du gaz naturel  $p^{c*}$  qui résulte d'une concurrence à la Cournot entre  $N + 1$  producteurs. Notre résultat est alors proche de celui du cadre de référence de Greenhut et Ohta (1979) ou de Salinger (1988). En effet, ces auteurs représentent un double oligopole vertical où en amont et en aval, les firmes jouent à la Cournot. Ils trouvent qu'à chaque étape du jeu, les firmes ajoutent à leur coût marginal une marge d'autant plus élevée que l'élasticité directe de la demande est faible.

En posant l'égalité suivante, la somme des quantités à l'équilibre du sous-jeu de concurrence entre le gazier et l'électricien doit être égale à la somme des quantités offertes par tous les producteurs, nous retrouvons la demande de gaz des acteurs du marché européen, notée  $p^c$  ci-après.  $p^c$  est donc la demande de gaz des firmes européennes adressée aux producteurs sur le marché amont du gaz naturel.

Nous noterons  $G$  la production de tous les producteurs  $G = G_i + G_{-i}$ . Celle du producteur  $i$  est notée  $G_i$ , celle de tous les autres ( $N$ ) producteurs symétriques est notée  $G_{-i} = NG_i$ . La demande qui s'adresse aux producteurs gaziers émerge de la concurrence entre le gazier et l'électricien présents sur le marché européen. Cette demande inverse de gaz sur le marché intermédiaire s'obtient en résolvant en  $p^c$  l'égalité ci-dessus,  $G_{-i} + G_i = q_{g_2}^* + q_{g_1}^*$ , nous obtenons ainsi l'expression :

$$p^c = \frac{((\theta + 4)a - (\theta + 1)6G_{-i} - (\theta + 1)6G_i)(\theta - 1)}{\theta^2 - 4}.$$

Le producteur  $i$  choisit le prix qui maximise son profit noté  $\pi_{prod_i}$ .

$$\pi_{prod_i} = p^c G_i = \frac{((\theta + 4)a - (\theta + 1)6G_{-i} - (\theta + 1)6G_i)(\theta - 1)}{\theta^2 - 4} G_i.$$

La condition de premier ordre pour chaque producteur  $i$ , donne la fonction de réaction de chaque producteur  $i$ . La production de chaque producteur est fonction des quantités produites par l'ensemble des concurrents.

$$\frac{\partial \pi_{prod_i}}{\partial G_i} = 0 \Leftrightarrow \frac{(1 - \theta)((12\theta + 1)G_i + (6\theta + 6)G_{-i} - (\theta a + 4)a)}{(\theta - 2)(\theta + 2)} = 0,$$

## 2.5. PRIX D'APPROVISIONNEMENT ET CONCURRENCE ENTRE PRODUCTEURS

---

$$G_i = \frac{(\theta a + 4)a - (6\theta + 6)G_{-i}}{(12\theta + 1)} \text{ pour tout } i.$$

Ici, nous faisons l'hypothèse simplificatrice de symétrie des  $N + 1$  producteurs de gaz naturel. Nous tenterons de relâcher cette hypothèse pour mieux refléter l'importance des coûts et des contraintes de production et de transport selon les champs gaziers et de leur éloignement du lieu de consommation. Nous ignorons pour l'instant ces coûts dans le but de comparer les différences dans la fixation du prix d'approvisionnement selon la stratégie adoptée dans l'aval gazier. Les producteurs sont symétriques donc  $G_{-i} = NG_i$ . En plaçant cette égalité dans l'équation précédente et en résolvant l'équation ainsi obtenue, nous avons les quantités ( $G_i$ ) de chaque producteur.

$$G_i = \frac{1}{6} \frac{a(\theta + 4)}{2 + (\theta + 1)N + 2\theta} \text{ pour tout } i.$$

Notons que les quantités offertes par chaque producteur  $i$  sont décroissantes avec le nombre de concurrents présents sur l'amont du marché gazier.

Le prix d'exportation du gaz déterminé par l'oligopole symétrique s'établit à :

$$p^{c*} = \frac{(\theta - 1)(\theta + 4)a}{(\theta - 2)(\theta + 2)(N + 2)} \geq 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1, 1].$$

Pour que l'électricien s'approvisionnant au près de l'oligopole puisse mettre en œuvre une stratégie d'augmentation du coût du concurrent, la valeur du coefficient de substitution doit être supérieure à la valeur de  $\theta$  qui annule  $p^{c*} - \tilde{c}$ .

L'augmentation du nombre de producteurs, et donc de la concurrence sur le marché amont, devrait réduire le coût d'approvisionnement d'un électricien européen. Or ce n'est pas le cas. La récente augmentation du prix du gaz (adossé à celui du pétrole), les prévisions d'augmentation de la demande, l'épuisement des réserves et l'existence de

contraintes de capacités (production et transport) favorisent l'apparition de nouveaux producteurs qui sont en mesure de concurrencer les anciens acteurs. Il s'agit notamment de nouveaux pays exportateurs comme l'Iran, le Qatar et l'Égypte qui cherchent à valoriser leurs ressources<sup>24</sup>.

L'hypothèse simplificatrice que nous posons, à savoir que tous les acteurs ont les mêmes coûts, normalisés à zéro sans perte de généralité, nous permet d'étudier le rôle du pouvoir de marché de l'amont gazier sur la détermination du prix de sourcing du gaz naturel. Le niveau des prix actuel permet le financement de systèmes d'exploration, de mise en production des champs gaziers et de transport du gaz naturel qui nécessitent d'importants capitaux. Leur amortissement est assuré par l'importance des stocks gaziers et la durée de leur exploitation. Sans tenir compte pour l'instant des différences de coûts entre les producteurs, l'électricien souhaitant importer du gaz naturel peut négocier avec de nouveaux producteurs ou utiliser leur présence pour conclure ses contrats de long terme.

En l'absence d'entente, l'accroissement de la concurrence entre producteurs tend à réduire le pouvoir de marché des producteurs. L'augmentation du nombre d'acteurs qui ont des coûts (de production, de transport liés à l'éloignement des réserves de gaz) plus élevés conduit à une hausse du coût du gaz naturel qui ne semble pas compensée par la baisse du pouvoir de marché de chacun des producteurs puisque le prix de sourcing du gaz ne diminue pas.

A l'équilibre du jeu, les profits du producteur, de l'électricien et du gazier sont respectivement de la forme :

$$\pi_{prod_i}^{**} = \frac{(\theta - 1)(\theta + 4)2a^2}{6(\theta - 2)(\theta + 2)(N + 2)^2(\theta + 1)},$$

---

<sup>24</sup>AIE, 2005, Security of gas supply in open markets, LNG and power at a turning point. Ces pays développent principalement le GNL pour atteindre des marchés lointains (Etats-Unis et Japon par exemple).

## 2.5. PRIX D'APPROVISIONNEMENT ET CONCURRENCE ENTRE PRODUCTEURS

---

$$\begin{aligned}\pi_{1cc}^{**} &= \frac{a^2(-5\theta^5 N^2 - 10\theta^5 N - 5\theta^5 + 13\theta^4 N^2 + 74\theta^4 N + 61\theta^4 + 40\theta^3 N^2)}{36(\theta + 1)(\theta - 2)^2(\theta + 2)^2(N + 2)^2} \\ &+ \frac{a^2(56\theta^3 N - 92\theta^3 - 476\theta^2 - 472\theta^2 N - 104\theta^2 N^2 - 64\theta N - 80\theta N^2)}{36(\theta + 1)(\theta - 2)^2(\theta + 2)^2(N + 2)^2} \\ &+ \frac{a^2(160\theta + 704N + 208N^2 + 640)}{36(\theta + 1)(\theta - 2)^2(\theta + 2)^2(N + 2)^2}, \\ \pi_{2cc}^{**} &= \frac{a^2(-3\theta + \theta^2 - 4 + \theta^2 N - 4N)2}{9(\theta - 2)^2(\theta + 2)^2(N + 2)^2}.\end{aligned}$$

Pour  $\theta \in [-1, 1]$  nous remarquons que le gazier préfère que l'amont gazier se comporte comme un oligopole,  $\pi_{2cc}^{**} > \pi_2^{**}$ . L'électricien préfère un approvisionnement monopolistique, comparativement au cas de duopole, pour un degré de substitution suffisamment élevé  $\pi_{1cc}^{**} < \pi_1^{**}$ .

Enfin, les prix à l'équilibre du jeu de double oligopole sont de la forme :

$$p_e^{**} = \frac{1}{6} \frac{a((-\theta^3 + 3\theta^2 + 4\theta - 12)N - \theta^3 + 9\theta^2 + 4\theta - 24)}{(\theta^2 - 4)(N + 2)} \geq 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1, 1],$$

$$p_g^{**} = \frac{1}{3} \frac{a((\theta^2 - 4)N + 4\theta^2 + 6\theta - 16)}{(\theta^2 - 4)(N + 2)} \geq 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1, 1].$$

A l'équilibre du jeu, les prix et profits prennent en compte la double marge qui apparaît du fait de la présence de deux oligopoles verticalement reliés<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup>A sujet et pour plus de détails sur la double marge, se référer à Salinger (1988, 349-352). L'idée est qu'à chaque étape du jeu, les firmes tarifient de la manière suivante. Coût marginal plus marge croissante avec l'élasticité de la demande du marché final.

## 2.5.2 Ventes liées sur le marché de l'énergie européen

Lorsque les fournisseurs européens proposent des packages à leurs consommateurs, la production de l'amont doit servir les quantités  $G_B = b_1 + b_2$  puisque chaque acteur de l'aval propose une unité de gaz pour un "package" vendu sur le marché final. La demande inverse de gaz naturel qui s'adresse au marché amont se calcule comme dans le cas sans ventes liées. Nous prenons cette fois,  $G_{-i}^B + G_i^B = b_2^* + b_1^*$ , où  $G_{-i}^B$  et  $G_{B_i}$  sont les quantités offertes par les producteurs, nous obtenons l'expression du prix intermédiaire du gaz :

$$p^{c_b} = \frac{1}{2} \frac{a(2 + \eta(1 + 2\theta) + (2 - \theta)\eta^2) - (G_{-i}^B + G_i^B)((4 - \theta^2)\eta + 6\theta\eta + 3)}{1 + \theta\eta + \eta^2}.$$

Le profit du producteur  $i$  s'écrit alors :  $\pi_{prod_i}^b = (p^{c_b})G_i^B$ . La maximisation du profit de chaque producteur en fonction des quantités s'effectue comme précédemment. Nous obtenons ainsi le prix amont du gaz naturel  $p^{c_b^*}$ , dont l'expression est :

$$p^{c_b^*} = \frac{a(2 + (1 + 2\theta)\eta + (2 - \theta)\eta^2)}{2(1 + \theta\eta + \eta^2)(N + 2)} \geq 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1, 1].$$

Le prix amont du gaz naturel décroît si le nombre de producteurs augmente. La limite de cette baisse de prix est le coût marginal de production du gaz. Il n'apparaît pas ici puisque nous l'avons normalisé à 0. Intéressons-nous plus particulièrement aux profits à l'équilibre du jeu pour déterminer quel est l'effet d'une telle définition du prix du gaz naturel. Le profit du producteur  $i$  s'écrit de la façon suivante :

$$\pi_{prod_i}^{b^{**}} = \frac{a^2(-2 - \eta - 2\theta\eta + \theta\eta^2 - 2\eta^2)^2}{2(1 + \theta\eta + \eta^2)(N + 2)^2(4\eta^2 + 6\theta\eta + 3 - \theta^2\eta^2)}$$

$$* \frac{a^2(1 + 2\theta\eta + \eta^2)(-2 - 7\eta + \eta^2(2\theta^2 - 10\theta - 2) + \eta^3(\theta^2 + 2\theta - 8))^2}{16(1 + \theta\eta + \eta^2)^2(-4\eta^2 - 6\theta\eta - 3 + \theta^2\eta^2)^2}.$$

Le profit de l'électricien qui pratique une stratégie de ventes liées sur le marché final est de la forme :

2.5. PRIX D'APPROVISIONNEMENT ET CONCURRENCE ENTRE PRODUCTEURS

---

$$\pi_{1cc}^{b**} = \frac{(\eta^2 + 2\theta\eta + 1) a^2 ((\theta^2 + 2\theta(1 + N) - 4(N + 2))\eta^3}{4(1 + \theta\eta + \eta^2)^2 (N + 2)^2 (\theta^2\eta^2 - 4\eta^2 - 6\theta\eta - 3)^2} + \frac{(2\theta^2(N + 1) - 2\theta(5 - 2N) - 2(N + 1))\eta^2 - 4N\eta - 7\eta - 2N - 2)^2}{4(1 + \theta\eta + \eta^2)^2 (N + 2)^2 (\theta^2\eta^2 - 4\eta^2 - 6\theta\eta - 3)^2}.$$

Le profit du gazier européen est aussi fonction, du nombre de producteurs en amont et des paramètres de substitution et de composition du package.

$$\pi_{2cc}^{b**} = \frac{1}{4(1 + \theta\eta + \eta^2)^2 (N + 2)^2 (\theta^2\eta^2 - 4\eta^2 - 6\theta\eta - 3)^2} (a^2(\theta N - 2N + \theta - 2)2\eta^4 + (2N + 1)\theta^2 + (N - 1)10\theta + 2N + 6)\eta^3 + (-3\theta^2(N + 1) + \theta(2N + 5) - 3(N - 1))2\eta^2 + (-(N + 1)8\theta + 2N + 5)\eta - 2(N + 1))^2.$$

La stratégie de ventes liées augmente toujours le prix du gaz sur le marché amont. En effet, si nous prenons l'exemple d'un duopole,  $N + 1 = 2$  :

$$p^{c*} - p^{c_b*} = \frac{1}{8} \frac{a(2\eta + 3\theta + \theta^2\eta)(\theta\eta + 2)}{(\theta - 2)(1 + \theta\eta + \eta^2)(\theta + 2)} < 0.$$

Le prix amont du gaz naturel déterminé par un oligopole est donc inférieur lorsque ce dernier ne met pas en place de stratégie de ventes liées. L'effet d'augmentation des quantités demandées par les fournisseurs européens provoque une augmentation des prix des producteurs, il s'agit d'un simple effet d'augmentation de la demande.

Il reste à déterminer si l'augmentation du coût d'approvisionnement peut être profitable à l'un des deux fournisseurs européens. La modification de la concurrence sur le marché aval européen modifie le profit des firmes. L'approvisionnement sur un marché

oligopolistique permet à l'électricien de réduire la quantité d'électricité qu'il propose dans son package.

L'augmentation de la concurrence sur le marché amont gazier rend les producteurs plus sensibles à la concurrence entre gaz et électricité. De ce fait, même une faible substituabilité entre les énergies leur impose de ne pas proposer un prix trop élevé aux fournisseurs européens. Il suffit alors à l'électricien d'offrir un peu d'électricité dans un "package" pour capter une grande partie de la demande.

Dans le cadre d'une concurrence duopolistique sur le marché amont ( $N + 1 = 2$ ), nous comparons les profits d'équilibre de l'électricien dans les cas où il offre un "package" et celui où son offre repose sur deux produits distincts. Lorsque l'électricien propose un "package" sur le marché aval, la quantité de gaz demandée sur le marché amont s'accroît.

Dans ces conditions, les producteurs sur le marché amont réagissent en augmentant le prix du gaz. Cet effet double marge domine l'effet quantité de la stratégie de ventes liées sur le marché aval. Autrement dit, proposer une offre de ventes liées permet d'accroître le nombre d'unités vendues sur le marché aval (à prix donné) donc d'augmenter les profits. De plus, cet effet augmente le prix de l'approvisionnement en gaz. La stratégie de ventes liées a le même effet sur l'amont (prix de sourcing) producteur de gaz naturel qu'il soit oligopolistique ou monopolistique.

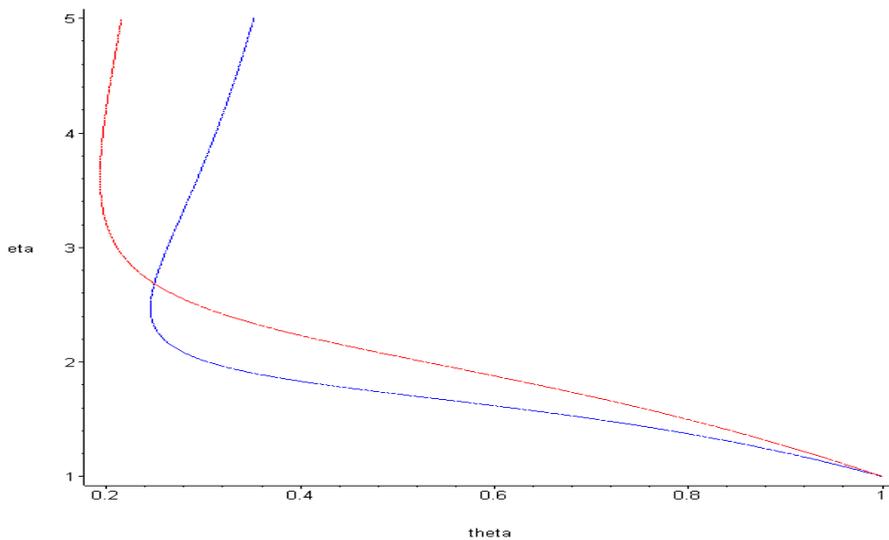
### 2.5.3 Comparaison des différentes stratégies

La stratégie de l'électricien sur l'aval gazier européen modifie les quantités de gaz demandées aux producteurs de gaz. Dans le schéma suivant, nous traçons les courbes où l'électricien est indifférent entre les stratégies de ventes liées et de concurrence à la Cournot. La courbe rouge représente l'indifférence de l'électricien lorsqu'il s'approvisionne sur un marché amont du gaz naturel monopolistique. La courbe bleue donne son indifférence dans le cas d'un approvisionnement sur un marché duopolistique.

## 2.5. PRIX D'APPROVISIONNEMENT ET CONCURRENCE ENTRE PRODUCTEURS

---

Pour l'électricien, les notations utilisées sont les suivantes.  $\Delta\Pi_1^U = \pi_1^{b**} - \pi_1^{**}$  est l'écart entre les profits qu'il réaliserait en adoptant une stratégie de ventes liées et ceux qu'il réaliserait lors d'une concurrence à la Cournot sur le marché aval, cela dans le cadre d'un approvisionnement à un cartel ou à un seul producteur.  $\Delta\Pi_1^{cc} = \pi_{1cc}^{b**} - \pi_{1cc}^{**}$  représente aussi la différence de profits entre les deux stratégies envisagées pour l'aval gazier, mais dans un cadre d'approvisionnement sur un marché oligopolistique.



Indifférence ventes liées – ventes séparées.

Monopole (rouge) vs duopole (Bleu)

Ce schéma nous indique quelle serait la stratégie adoptée par un électricien européen, ventes liées ou pas, qui ferait face à une offre de gaz naturel soit duopolistique soit monopolistique.

Ainsi, lorsque la substitution entre énergies est assez élevée et que l'électricien offre suffisamment d'électricité dans son package, l'approvisionnement de l'électricien n'est pas problématique.  $\Delta\Pi_1^U > 0$  et  $\Delta\Pi_1^{cc} > 0$  quelle que soit sa stratégie d'approvisionnement. Même un approvisionnement plus coûteux lui est profitable, le prix fixé par un monopole lui permet même d'augmenter le coût de son concurrent fournisseur de gaz naturel et d'accroître sa part de marché sur le marché aval du gaz naturel. Dans ces conditions, la stratégie de ventes liées est dominante sur le marché aval.

Une situation opposée qui ne permettrait pas à l'électricien d'utiliser une stratégie de ventes liées, quel que soit son approvisionnement, serait celle où, ni la substitution entre énergies, ni la quantité d'électricité du package, ne permettraient à l'électricien de concurrencer le gazier. Cela se produit pour un  $\theta$  et  $\eta$  faibles. Ne pas pratiquer de ventes liées serait alors une stratégie dominante. Il existe deux zones où il n'existe pas de stratégie dominante. Les effets d'un approvisionnement auprès d'un oligopole ou auprès d'un monopole sont différents. Ainsi pour un type d'approvisionnement et un degré de substitution donnés, l'électricien peut choisir la composition de son "package" suivant la stratégie qu'il souhaite mettre en oeuvre pour concurrencer l'autre fournisseur de gaz. Prenons le cas :  $\theta = \theta^* - \varepsilon$ ,  $\varepsilon > 0$  petit.  $\theta^*$  est la valeur de  $\theta$  qui rend l'électricien indifférent entre toutes les stratégies, qu'il s'approvisionne sur un marché monopolistique ou duopolistique. Si un monopole approvisionne les fournisseurs du marché européen, l'électricien a la possibilité de choisir une stratégie de ventes liées ( $\eta$  élevé) ou de vente séparée ( $\eta$  faible). L'effet qui domine est alors l'effet quantité. L'électricien attire la demande de gaz en offrant suffisamment d'électricité dans son package.

Dans le cas d'un amont gazier oligopolistique, le prix du gaz sera plus faible et donc plus compétitif sur le marché final, de ce fait la composition du "package" sera modifiée. Pour que l'électricien ait une place importante sur le marché gazier, il peut offrir des packages qui contiennent moins d'électricité que s'il avait un approvisionnement monopolistique.

## 2.6 Conclusion

Lorsqu'un électricien, sans expérience dans la négociation de contrats de long terme, tente de s'approvisionner auprès d'un producteur, il subit à court terme d'importants coûts de transaction. A plus long terme, cet investissement permet d'obtenir un approvisionnement à un prix compétitif. Nous nous sommes concentrés sur le développement de l'offre gazière de l'électricien. A ce titre, nous venons d'étudier l'effet des stratégies aval sur le coût d'approvisionnement d'un électricien.

Deux stratégies sont offertes à cet acteur de l'aval énergétique européen, les ventes séparées de gaz et d'électricité ou les ventes liées de ces deux énergies. Nous représentons l'amont producteur de gaz naturel par un monopole. Ce dernier détermine le prix intermédiaire (ou prix de sourcing) du gaz naturel. Puis, nous comparons cette stratégie d'approvisionnement à celle où l'électricien et son concurrent fournisseur gazier européens s'approvisionneraient sur un marché oligopolistique. Nous concluons qu'une stratégie de ventes liées sur le marché aval européen permet à l'électricien d'augmenter le coût d'approvisionnement de son concurrent.

Le coût d'approvisionnement des deux firmes européennes est plus élevé, mais l'électricien capte une plus grande partie de la demande d'énergie grâce à son avantage sur la production d'électricité. Du point de vue de l'approvisionnement, si l'électricien reproduit le portefeuille d'approvisionnement de son concurrent sur le marché aval ou si les deux acteurs s'approvisionnent sur un même marché, une augmentation du prix intermédiaire du gaz naturel peut être supportée par l'électricien qui pratique une stratégie de ventes liées.

Le bénéfice d'un approvisionnement à un coût élevé permet à l'électricien de s'affranchir de la logique de l'efficacité productive. En effet, selon cette logique économique, l'approvisionnement est construit en minimisant le coût total d'achat de gaz naturel. La firme épuise alors les sources d'approvisionnement dans l'ordre croissant de leurs coûts. Une stratégie qui permet à une firme de s'approvisionner à un coût plus élevé

peut venir de la diversification de ses sources. Cette hausse du coût d'approvisionnement, si elle est aussi supportée par les concurrents peut ne pas réduire le profit d'un électricien qui propose un substitut au gaz (l'électricité) et qui adopte une stratégie de ventes liées.

Cette partie montre qu'un électricien qui souhaite acquérir une place importante sur le marché gazier européen peut être incité à pratiquer une stratégie de ventes liées sur le marché aval. Ce type d'offre a deux effets sur son profit. Le premier effet est celui d'une augmentation des quantités de gaz offertes sur le marché final qui accroît son profit. Le second effet touche au de pouvoir de marché, et dicte l'augmentation de la demande sur le marché intermédiaire du gaz naturel. Le producteur a un fort pouvoir de marché (monopole), il réalise une marge supplémentaire à celle que les firmes de l'aval gazier perçoivent.

Cette externalité verticale est la double marge. Ainsi, le producteur augmente le prix du gaz lorsque la demande européenne s'accroît. Les acteurs du marché aval n'internalisent pas dans leurs profits la marge que réalise le monopole producteur de gaz naturel. Lorsque le second effet est plus important que le premier, le coût d'approvisionnement en gaz naturel est plus élevé pour l'électricien, ses profits en sont réduits. Cette baisse de profits sur le marché intermédiaire est d'autant plus forte que la concurrence en amont est faible. Un moyen d'accroître les profits de l'électricien, si la substituabilité est assez élevée, est l'offre d'un "package" gaz/électricité avec une part importante d'électricité.

L'offre d'un substitut au gaz naturel, même imparfait, permet à l'électricien de capter la demande qui s'adressait au fournisseur gazier qui ne propose que du gaz et qui s'approvisionne sur le même marché. Ainsi, un électricien peut profiter d'un approvisionnement à coût élevé (monopole). Pour un taux de substitution donné, l'adoption d'une stratégie de ventes liées dépend du choix du niveau de la variable de contrôle, soit de la quantité d'électricité à inclure dans le "package" gaz/électricité.

L'analyse admet des limites. Notamment, il n'y a pas d'alternatives pour l'appro-

## 2.6. CONCLUSION

---

visionnement en gaz, tout se passe comme s'il n'y avait qu'une étape de détermination du prix du gaz et une étape de concurrence. Les deux fournisseurs européens, modélisés avec le même coût d'approvisionnement, achètent leur gaz auprès d'un même monopole ou marché oligopolistique. L'extension de ces résultats avec une diversification des risques d'approvisionnements peuvent être abordée avec les outils de la théorie du risque<sup>26</sup> dans de futures recherches.

Les perspectives qui permettent de diversifier les choix d'approvisionnement sont la décomposition du coût d'approvisionnement présent dans ce modèle ou d'utiliser la discrimination des producteurs gaziers qui offrent un input essentiel (le gaz). Pour réduire le pouvoir de marché des exportateurs de gaz, l'électricien peut profiter de l'apparition de nouveaux producteurs de gaz et ainsi négocier ses contrats à des prix compétitifs sur le marché européen.

Ainsi, la diversification des sources d'approvisionnement permet à l'électricien de profiter de prix d'importation plus faibles. En disposant de plusieurs sources géographiquement diversifiées, l'électricien assure la sécurité de ses importations. En cas d'interruption d'une source, pour des raisons politiques ou techniques, l'acteur européen peut faire jouer la flexibilité de ses contrats pour assurer son approvisionnement.

Ce chapitre étudie les facteurs stratégiques qui influencent l'approvisionnement gazier européen. Il met en évidence l'importance des stratégies des acteurs de l'aval gazier sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel. Ainsi une stratégie de ventes liées par un électricien ( *EDF* ) accroît le coût d'approvisionnement. Son concurrent spécialisé dans le gaz ( *Gaz de France* ) supporte aussi cette augmentation de coût mais son profit est plus affecté que celui de l'électricien.

Les caractéristiques de l'aval du marché gazier européen et l'ouverture à la concurrence représentent des incitations pour les producteurs à s'intégrer verticalement. En effet, l'existence de marges sur le marché final peut attirer les firmes amont. Mais surtout, des producteurs comme *Gazprom* ou *Sonatrach* cherchent à connaître les caracté-

---

<sup>26</sup>Voir l'article fondateur de la diversification de portefeuille, Markovitz (1952).

ristiques des marchés finaux pour établir un prix du gaz qui leur garanti un maximum de profits. De même, d'importants acteurs du marché final comme *Gaz de France*, cherchent à sécuriser leur approvisionnement. Une telle stratégièse traduit par une volonté de participer à la recherche et à la production du gaz naturel.

Sur la base du modèle présenté dans ce chapitre, nous développons un modèle d'intégration verticale sur la chaîne gazière. Pour étudier l'effet de cette stratégie sur le coût d'approvisionnement, l'analyse est aussi menée lorsque l'électricien utilise une stratégie de ventes liées pour ne pas être exclu du marché de l'approvisionnement.

Cependant, en raison de l'importance de l'indépendance énergétique de l'Europe, la Commission Européenne peut interdire l'intégration verticale ou mettre en place des mesures qui n'incitent pas les acteurs à s'intégrer verticalement. La seconde partie du prochain chapitre développe un modèle où l'intégration verticale n'est pas possible. Un producteur devient alors leader de la production de gaz naturel et dans le but de maximiser ses profits, ses concurrents suivent son action.

---

# Chapitre 3

## Stratégies d'un électricien face au pouvoir de marché des producteurs de gaz

### 3.1 Introduction

Les deux précédents chapitres abordent l'analyse des caractéristiques de la concurrence sur le marché gazier européen et la modélisation des stratégies d'acteurs qui influencent le coût d'approvisionnement en gaz naturel des firmes européennes. Ainsi, nous avons abordé le marché gazier comme un secteur oligopolistique tant sur sa partie amont (production) que sur sa partie aval (revente de gaz sur le marché final européen).

Nous avons montré que les stratégies des firmes en aval et en amont sont susceptibles d'affecter le coût d'approvisionnement en gaz d'un électricien européen. Deux stratégies appartenant aux firmes de l'aval gazier ont été étudiées. Elles seront partiellement reprises dans les sections suivantes pour représenter le comportement des firmes européennes. Ces deux stratégies sont les suivantes : vendre séparément le gaz et l'électricité ou au contraire lier la vente de ces deux biens.

Lorsque la Commission Européenne autorise la présence de producteurs sur le mar-

### 3.1. INTRODUCTION

---

ché final du gaz naturel, ces producteurs de gaz peuvent éventuellement fusionner avec les fournisseurs de gaz européens. La structure de la concurrence est alors modifiée sur le marché final. Il convient donc d'étudier le prix fixé par une firme intégrée verticalement sur le marché amont qui vend aussi du gaz à un de ses concurrents sur le marché aval.

Les préférences des consommateurs interviennent aussi dans la détermination du prix du gaz sur le marché amont. La section suivante a pour but d'étudier comment est affecté l'approvisionnement de firmes européennes lorsque la stratégie des acteurs de la chaîne gazière est modifiée et lorsqu'il existe des coûts de production et de transformation de l'input gaz en électricité.

Ce chapitre aborde dans un premier temps le cas où le concurrent d'un électricien s'intègre verticalement avec le producteur de gaz. Puis, dans le cas d'une action des autorités de la concurrence qui empêche l'intégration verticale, nous développons l'analyse du coût d'approvisionnement en gaz des acteurs du marché final. Dans ce cas, un producteur joue le rôle de leader de la production gazière destinée au marché européen.

## 3.2 L'intégration verticale dans l'industrie du gaz naturel

Dans le premier chapitre, nous avons décrit l'intégration verticale comme une stratégie d'approvisionnement d'une firme active sur le marché européen de l'énergie. Excepté quelques producteurs nationaux qui vendent directement du gaz sur leur propre marché, aucun producteur extérieur à l'Europe ne vend directement du gaz aux consommateurs finaux. Mais, l'ouverture à la concurrence incite des producteurs à pénétrer le marché européen. L'arrivée de tels acteurs verticalement intégrés est initiée par le développement d'accords entre les opérateurs historiques et les producteurs.

Dans cette section, nous commençons par rappeler un résultat standard de la littérature économique. La double marge disparaît lorsque deux firmes s'intègrent verticalement. De plus, un monopole verticalement intégré est incité à empêcher l'accès de ses concurrents potentiels à l'input. Alors, nous poursuivons par la recherche d'une stratégie qui autorise l'accès d'une firme concurrente sur le marché final à ce facteur de production détenu par une firme verticalement intégrée. Nous montrons qu'une stratégie de ventes liées autorise une firme à vendre un input acheté à une firme verticalement intégrée et en monopole de production. Notre analyse montre aussi que la complémentarité entre les biens permet aussi à une firme du marché aval d'accéder à l'input détenu par une firme intégrée verticalement.

### 3.2.1 La relation verticale dans la chaîne gazière

L'ouverture à la concurrence des marchés de l'énergie européens suscite l'intérêt des firmes situées en amont de la chaîne énergétique. Par exemple, un producteur de gaz naturel (Gazprom) peut accepter de vendre du gaz aux firmes européennes (*ENI*) en échange d'un accès au marché vers lequel il exporte (l'Italie). De même que les opérateurs historiques, pour sécuriser leurs approvisionnements, sont présents dans le transport et la production, les producteurs intéressés par le marché européen afin de

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

connaître la chaîne de coûts jusqu'au consommateur final. Dès lors, la sécurité de la vente de gaz est assurée et le producteur qui connaît les caractéristiques du marché est en mesure de capter les rentes du marché final. Ce pouvoir de marché de l'amont s'exerce lors de la détermination du prix amont du gaz naturel.

Par exemple, en novembre 2006, le principal producteur de gaz russe, Gazprom, et l'opérateur historique italien, *ENI*, ont signé un accord de partenariat stratégique. Selon les termes de l'accord, Gazprom est autorisé à vendre directement du gaz sur le marché italien. Le montant des livraisons de gaz pourrait atteindre trois milliards de mètres cubes d'ici 2010. La contrepartie pour l'acteur italien est la prorogation de la durée de ses contrats de long terme jusqu'en 2035. De plus, les deux firmes coopèrent sur l'amont de la chaîne gazière. Ainsi, Gazprom et *ENI* devraient mener ensemble des projets de développement du réseau de transport du gaz, ainsi que des projets de recherche et de production de gaz. En matière de transport, les deux firmes ont déjà créé une société en commun (*Blue Stream Pipeline Company*) qui a pour objectif de développer les exportations de gaz russe vers la Turquie<sup>1</sup>.

Gazprom développe sa présence sur l'aval gazier européen depuis 1999 déjà, ceci à travers sa filiale Britannique *Marketing and Trading*. Cette société lui permet d'acheter du gaz à Norsk Hydro et de le revendre sur le marché final. Cette volonté de maîtriser la totalité de la chaîne gazière se renforce par le rachat de *Pennine Natural Gas*, un distributeur modeste en Grande Bretagne.

Gazprom, avec sa filiale *Gazprom marketing and trading (GMT) France SAS*, créée le vendredi 24 novembre 2006, entend vendre du gaz sur le marché français dès 2007. L'objectif annoncé est d'atteindre une part de marché de 10% en France. Gazprom affirme avoir déjà signé des contrats de fourniture de gaz avec *EDF* et Total.

La présence de producteurs de gaz sur le marché européen se développe. Elle est compensée par des prorogations de contrats de long terme et par des participations de firmes européennes dans les activités de l'amont telles que l'exploration, la recherche,

---

<sup>1</sup><http://www.gazprom.com/eng/news/2006/11/21577.shtml>

la production et le transport. À terme, ces stratégies peuvent aboutir à l'intégration de tous les acteurs. C'est pourquoi nous nous intéressons à l'effet d'une intégration verticale sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des fournisseurs européens.

Comme nous l'avons décrit dans le *chapitre 1*, l'intégration verticale peut être source d'économies de coûts. Cela transite par différents canaux tels que l'élimination de la double marge, la création d'économies d'envergure et la baisse des coûts de transaction.

De plus, l'importance des coûts sur la chaîne gazière renforce l'intérêt de l'intégration verticale. Les fonds utiles aux investissements sont plus faciles à mobiliser lorsque la firme a une taille importante et maîtrise toute l'activité de l'exploration à la vente au client final. D'autres effets de l'intégration verticale sont la réduction des risques de volume<sup>2</sup> et de production<sup>3</sup> du gaz naturel. Les firmes intégrées disposent de plus d'informations sur l'état du marché et peuvent ajuster les quantités à produire et à livrer aux consommateurs. Une baisse de la demande qui s'adresse à la firme intégrée peut se traduire par une stratégie de diversification de l'offre du producteur. Ce dernier dispose de plusieurs possibilités. Il peut utiliser la flexibilité des contrats de long terme. S'il dispose d'installations GNL et qu'il a des coûts compétitifs, il a l'opportunité d'exporter son gaz vers des marchés où les prix sont plus élevés. L'aspect d'arbitrage entre marchés n'est pas abordé dans notre analyse<sup>4</sup>.

Nous rappelons un résultat de la théorie économique, c'est à dire que l'existence de doubles marges sur la chaîne gazière explique des prix élevés pour les consommateurs finaux. L'intégration verticale supprime la double marge. L'intérêt de l'analyse menée

---

<sup>2</sup>Le risque volume est supporté par l'acheteur à travers l'engagement Take or Pay. Cette clause évite que les acheteurs de gaz contractent des volumes de gaz plus importants que leurs besoins. Elle favorise alors l'arrivée de nouveaux acheteurs.

<sup>3</sup>Ce risque correspond aux problèmes techniques que peut rencontrer un producteur. Il peut s'agir d'une interruption de la production ou du transport. Ce risque peut aussi être politique. Nous prendrons pour exemple le cas d'un conflit avec un pays de transit.

<sup>4</sup>Pour plus de détails à ce sujet, se référer à Guillaume L'Hegaret, Boriss Siliverstovs et Christian von Hirschhausen, 2004, "*International Market Integration for Natural Gas ? A Cointegration Analysis of Prices in Europe, North America and Japan*" (document de travail du CEEPER).

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

dans cette section est de déterminer si l'intégration d'un producteur et d'un fournisseur européen modifie le pouvoir de marché d'une firme concurrente sur le marché final.

Avec une nouvelle organisation des acteurs sur la chaîne gazière et l'apparition d'acteurs intégrés sur l'amont et l'aval de l'industrie, nous étudions l'incitation d'un tel acteur intégré à vendre une part de sa production de gaz naturel à une firme qui la concurrence sur le marché final. Ceci pour une firme bi-énergies qui propose soit de l'électricité et du gaz séparément soit une vente liée de ces deux biens à ses consommateurs.

Nous montrons que l'intégration verticale accroît le coût d'approvisionnement de l'électricien et que cet acteur peut être exclu du marché. Cet effet de l'intégration verticale va dans le sens de l'article de *Salinger (1988)*. Dans cet article, l'auteur montre que la fusion verticale entre deux firmes accroît sa production sur le marché final. Il en résulte une baisse de la production des firmes non intégrées. Au final, la firme intégrée retire son offre d'input sur le marché amont. Ceci conduit dans notre cadre, en l'occurrence un marché aval duopolistique, à l'exclusion de l'accès de l'électricien au gaz naturel.

L'originalité de la section suivante est l'introduction d'un effet de substitution entre les offres des acteurs du marché final. Nous montrons qu'une stratégie de ventes liées sur le marché final permet à l'électricien de ne pas être exclu de l'approvisionnement gazier. La stratégie des acteurs du marché final affecte le résultat de l'intégration verticale. Ainsi, un électricien qui vend un "package" électricité/gaz naturel est moins affecté par la décision d'intégration verticale d'un de ses concurrents avec le producteur de gaz naturel. Par la suite, nous observons que lorsque gaz et électricité sont deux biens qui présentent de la complémentarité pour les consommateurs, la firme intégrée vend une partie de sa production de gaz à son concurrent sur le marché final.

Pour représenter ces stratégies sur le marché de l'énergie européen, nous pouvons envisager le scénario hypothétique suivant. Un électricien, *EDF*, produit. Il vend de

l'électricité aux consommateurs finaux, il vend aussi du gaz naturel. *EDF* s'approvisionne en gaz à un producteur à fort pouvoir de marché, Gazprom. Nous supposons que cette entreprise se comporte comme un monopole et qui fournit du gaz à une autre firme du marché aval, Gaz de France. La connaissance des coûts sur toute la chaîne gazière et le partage d'une partie des marges réalisées sur le marché final incitent Gazprom à prendre des participations (dans le cas extrême, le contrôle total) de Gaz de France. La firme issue de cette fusion verticale entre Gazprom et Gaz de France est appelée firme *IV* dans notre modèle. Quelle est l'incitation de cette firme intégrée à vendre son input à un concurrent ? Si elle a une quelconque incitation, quelle est la forme du prix du gaz qu'elle propose à *EDF* ? Nous commençons par développer le cadre de référence.

### 3.2.2 Cadre de référence

Le modèle développé ci-après vise à montrer qu'une stratégie d'un acteur du marché aval européen, telle que les ventes liées, peut lui éviter d'être exclu du marché du gaz naturel. En effet, l'intégration verticale d'un producteur de gaz et d'un fournisseur européen peut conduire à l'exclusion d'un concurrent du marché final. Nous considérons le cas d'une concurrence sur le marché final du gaz entre un électricien et une firme verticalement intégrée.

Une firme verticalement intégrée<sup>5</sup> n'est pas incitée à vendre du gaz à une firme qui va la concurrencer sur le marché final. La firme intégrée est en position de monopole à la fois sur le marché amont et sur le marché aval dans la mesure où elle définit un prix de la ressource sur le marché amont tel que l'approvisionnement est trop coûteux pour que son concurrent soit actif. C'est ce que l'on nomme la forclusion.

---

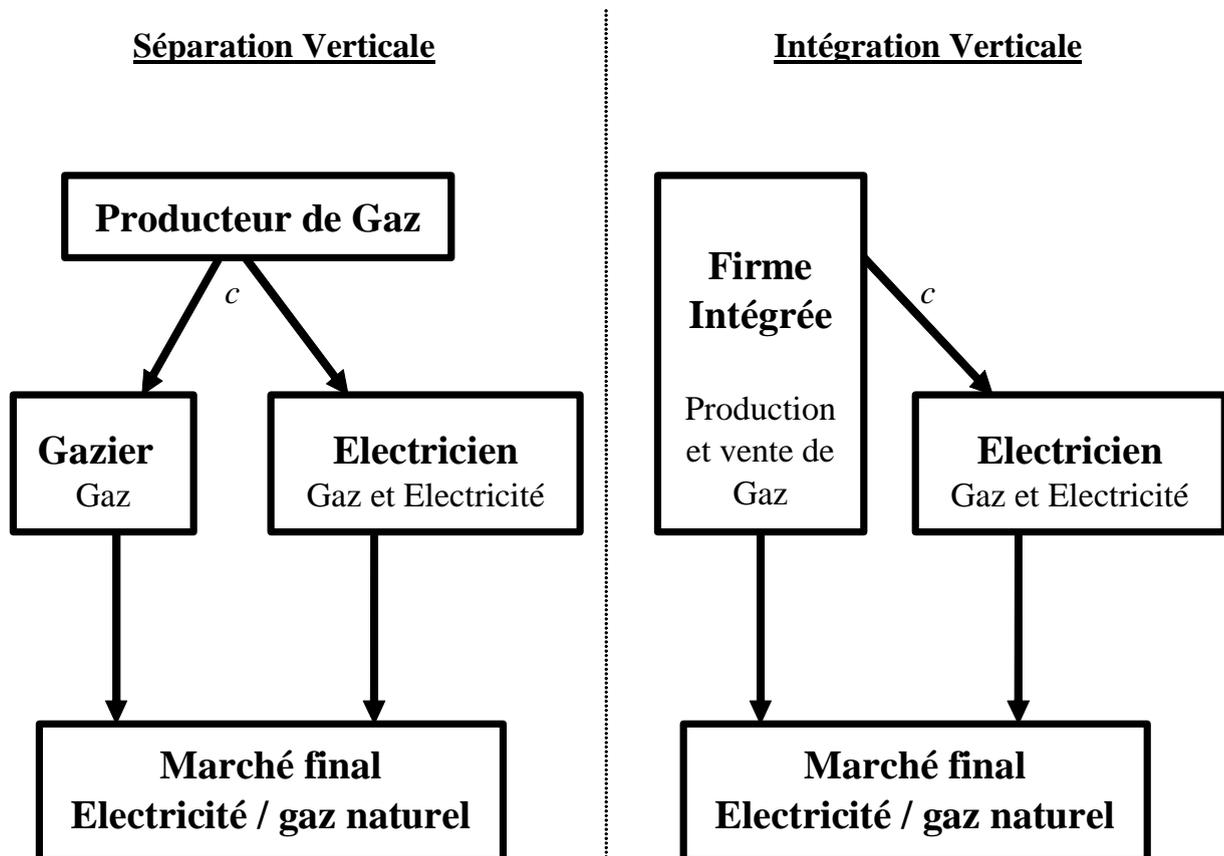
<sup>5</sup>Ce résultat peut se généraliser à plusieurs firmes verticalement intégrées. Lorsque l'électricien est seul ou qu'il existe peu de firmes uniquement présentes sur le marché final (revendeuses de gaz), les firmes intégrées ne sont pas incitées à vendre du gaz. En effet, d'une part les revendeurs vont les concurrencer sur le marché final et d'autre part ces revendeurs supportent une double marge et pratiquent donc un prix plus élevé.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

Dans ce cadre très restrictif pour l'électricien, nous cherchons une stratégie qui atténue le pouvoir de marché de la firme intégrée. L'objectif est que l'électricien continue à fournir du gaz suite à une intégration verticale dans l'industrie gazière. La stratégie de ventes liées introduit une substitution entre les offres des firmes du marché final ce qui peut inciter la firme intégrée à vendre une part de sa production à son concurrent.

Nous menons l'étude de l'impact d'une intégration verticale sur le coût d'approvisionnement lorsque les firmes en aval pratiquent des ventes séparées puis lorsque l'une d'elle pratique les ventes liées (gaz/électricité).

Le schéma suivant représente les deux structures de marché que nous allons comparer :



Structure de l'industrie avant et après l'intégration verticale entre un producteur et un fournisseur de gaz naturel.

Dans le cas de séparation verticale, un producteur en monopole offre du gaz naturel à deux firmes de l'aval gazier européen. L'électricien est représenté par la firme 1 et le gazier par la firme 2. Le producteur détermine le prix de la ressource de façon à obtenir un profit maximum. La firme 1 offre deux énergies, une quantité  $q_{g_1}$  de gaz naturel et une quantité  $q_{e_1}$  d'électricité. La firme 2 n'offre que du gaz naturel en quantité  $q_{g_2}$ . Ces deux firmes se concurrencent en quantités sur le marché final.

Dans le cas de l'intégration verticale, le producteur de gaz est intégré verticalement avec la firme 2. Cette firme, appelée firme *IV*, offre du gaz à l'électricien sur le marché amont. La quantité de gaz mise sur le marché final par la firme *IV* est notée  $q_{IV}$ . La firme *IV* fixe un prix  $c$  pour l'approvisionnement de la firme 1 en gaz. Les deux firmes se concurrencent en quantités sur le marché final européen.

Dans ce cadre de référence, nous montrons que la stratégie de ventes liées offre à l'électricien la possibilité d'être présent sur le marché gazier. La principale intuition derrière ce résultat est que la création de "package" introduit de la substituabilité entre les offres de la firme intégrée et l'offre de l'électricien. Pour capter un surplus supérieur, l'acteur intégré est incité à vendre du gaz à son concurrent du marché final. L'électricien achète du gaz puisqu'il s'est engagé à lier la vente des deux énergies.

Dans un premier temps, les consommateurs ont des préférences restrictives. Le consommateur considère gaz et électricité comme deux bien indépendants. L'analyse des effets de la substitution des énergies au niveau du consommateur est développée dans un prochaine section.

### 3.2.2.1 Stratégie d'exclusion de l'électricien

L'objectif de cette sous-section est de montrer que lorsqu'un producteur s'intègre verticalement avec un fournisseur de gaz sur le marché final, il existe un équilibre où le prix du gaz naturel est trop élevé pour que l'électricien soit actif sur le marché gazier. Un acteur intégré verticalement n'est pas incité à vendre une partie de son input à son concurrent sur le marché final.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

L'exemple qui peut illustrer ce type de stratégie est la configuration dans laquelle Gazprom prend des participations ou rachète totalement avec Gaz de France. Cette entité intégrée verticalement n'a pas d'incitation, a priori, à vendre du gaz naturel sur le marché amont à un concurrent du marché final comme *EDF*. Le prix que propose l'entité fusionnée à *EDF* correspond à celui qu'elle pratique pour les autres consommateurs finaux.

Si ce concurrent sur le marché final a pour seule source d'approvisionnement la firme intégrée, déterminer un prix très élevé pour l'approvisionner en gaz est une stratégie profitable. La firme intégrée détermine un prix tel que l'achat et la revente de gaz par l'électricien évite la baisse du prix sur le marché final. La meilleure solution semble d'exclure l'électricien du marché gazier en fixant un prix de l'input très élevé.

#### 3.2.2.2 Deux industries verticalement intégrées

Le cadre considéré est celui où une firme verticalement intégrée sur la chaîne gazière offre son input à un concurrent sur le marché final. La firme verticalement intégrée est notée *IV*. Dans une première étape, la firme *IV* offre, sur le marché amont, du gaz à la firme 1 pour un prix  $c$ . Dans une dernière étape, la firme *IV* offre du gaz sur le marché final à un prix  $p_g$ . Elle est en concurrence en quantités avec la firme 1 sur ce marché final.

La partie amont de la firme intégrée vend le gaz à l'entité aval à son coût de production. Elle élimine la marge entre ses activités. Son concurrent sur le marché final, la firme 1, la concurrence en quantités sur le marché du gaz et offre en plus de l'électricité au consommateur final.

Nous normalisons les coûts de production des deux firmes à 0. En effet, la firme 1 est seule à produire de l'électricité tout comme la firme *IV* est la seule à produire du gaz naturel. La normalisation des coûts permet d'étudier avec plus de clarté l'incitation d'un des acteurs à fournir une part de son input à son concurrent. Nous pouvons ainsi

### CHAPITRE 3. STRATÉGIES D'UN ÉLECTRICIEN FACE AU POUVOIR DE MARCHÉ DES PRODUCTEURS DE GAZ

---

étudier les effets de la stratégie de la firme  $IV$  sur les conditions d'approvisionnement de la firme 1.

Le jeu se résout par récurrence amont. Nous cherchons tout d'abord l'équilibre de Nash en sous jeu parfait du jeu présenté plus haut. Ensuite, nous établissons l'équilibre du jeu en déterminant le prix sur le marché intermédiaire de l'accès au gaz naturel. Le profit de chacune des deux firmes s'écrit de la façon suivante :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= p_e q_{e_1} + (p_g - c)q_{g_1}, \\ \pi_{IV} &= c q_{g_1} + p_g q_{g_{IV}}.\end{aligned}$$

Le profit de l'électricien est composé des ventes sur le marché de l'électricité et des ventes sur le gaz moins le coût d'achat du gaz. La firme intégrée réalise des recettes sur le marché final et sur la vente de gaz à son concurrent. Les fonctions de demande inverses sont identiques à celles des chapitres précédents. Nous les rappelons ici :

$$\begin{aligned}p_e &= 1 - q_e, \\ p_g &= 1 - (q_{g_1} + q_{g_{IV}}).\end{aligned}$$

A l'équilibre du sous-jeu sur le marché final, les quantités sont de la forme :

$$\begin{aligned}q_{e_1} &= \frac{1}{2}, q_{g_1} = \frac{1 - 2c}{3}, \\ q_{g_{IV}} &= \frac{1 + c}{3}.\end{aligned}$$

Les quantités de gaz achetées par la firme 1 sont décroissantes avec le coût d'approvisionnement qui correspond au prix que fixe la firme intégrée pour fournir une unité de gaz à son concurrent. Ce résultat est confirmé par la relation :  $\frac{\partial q_{g_1}}{\partial c} = -\frac{2}{3} < 0$ .

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

A l'équilibre, le prix auquel la firme 1 s'approvisionner au près de la firme *IV* est noté  $c^*$ . Ce prix  $c^*$  est défini en maximisant le profit de la firme intégrée. L'intégration verticale entre un producteur de gaz naturel et un distributeur européen empêche l'électricien d'accéder à la ressource. A l'équilibre du jeu, les prix, les quantités, les profits et le bien être collectif ont les formes suivantes :

$$\begin{aligned}c^* &= \frac{1}{2}, p_g^* = \frac{1}{2}, p_e^* = \frac{1}{2}, \\q_{e_1}^* &= \frac{1}{2}, q_{g_1}^* = 0, \pi_1^* = \frac{1}{4} \\q_{g_{IV}}^* &= \frac{1}{2}, \pi_{IV}^* = \frac{1}{4}, \\W^* &= \frac{3}{4}.\end{aligned}$$

Les biens électricité et gaz naturel sont considérés comme indépendants par les consommateurs. Cet équilibre correspond à un équilibre de monopole. En effet, le marché de l'électricité est monopolisé par l'électricien qui est verticalement intégré dans la production d'électricité. Le marché du gaz naturel est aussi monopolisé. En fixant un prix  $c^* = \frac{1}{2} = p_g^*$ , la firme intégrée exclut l'électricien du marché amont du gaz naturel. Le coût d'approvisionnement en gaz de l'électricien est trop élevé pour réaliser des marges sur le marché final.

En effet, la firme intégrée a la possibilité d'offrir d'importantes quantités sur le marché final du gaz naturel qu'elle produit à un coût normalisé à zéro dans ce cadre. Du fait de cet avantage, elle propose le prix de monopole<sup>6</sup> à la fois aux consommateurs finaux et à son concurrent ( $c^* = p_g^* = \frac{1}{2}$ ). La firme 1 n'a alors pas intérêt à acheter du gaz pour le revendre sans réaliser de marge sur cette transaction.

---

<sup>6</sup>On pourrait envisager de contraindre la part de marché d'une firme intégrée sur le marché final. Les autorités de la concurrence peuvent fixer un seuil maximal de parts de marché pour la firme intégrée verticalement. Le Working Paper de David et Mirabel (2000) aborde ce sujet. Les auteurs indiquent qu'il existe un cas aux Etats Unis où les fournisseurs du marché final ont été contraint en parts de marché. L. DAVID et Fr.s MIRABEL, 2000, "*Structure du marché gazier américain, réglementation et tarification de l'accès des tiers au réseau*".

Pour reprendre l'exemple précédent, l'entité issue d'une fusion entre *Gaz de France* et *Gazprom* exclue *EDF* du marché de l'approvisionnement (elle propose le même prix que pour les consommateurs finaux). *EDF* doit donc chercher un autre mode d'approvisionnement, ou si *EDF* souhaite s'approvisionner au près la même source<sup>7</sup> que son concurrent, *EDF* doit trouver une stratégie qui incite l'entité fusionnée, *Gaz de France* et *Gazprom*, à vendre du gaz.

La sous section suivante propose l'étude des effets de l'intégration verticale.

### 3.2.2.3 Effets de l'intégration verticale

Le marché semble plus concurrentiel lorsque la chaîne gazière n'est pas verticalement intégrée. En effet, pour le même coût d'approvisionnement que dans le cadre d'une intégration verticale, les deux firmes du marché aval sont actives lorsqu'un monopole producteur de gaz, offre cet input à deux firmes. Pour comparer les résultats obtenus dans le cadre d'une intégration verticale aux résultats du modèle de base présenté dans le *chapitre 2*, nous normalisons  $\theta$  à 0. A l'équilibre du jeu, les prix, les quantités, les profits et le bien être collectif sont décrits par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} c^{SV*} &= \frac{1}{2}, p_g^{SV*} = \frac{2}{3}, p_e^{SV*} = \frac{1}{2}, \\ q_{e_1}^{SV*} &= \frac{1}{2}, q_{g_1}^{SV*} = \frac{1}{6}, \pi_1^{SV*} = \frac{5}{18} \\ q_{g_2}^{SV*} &= \frac{1}{6}, \pi_2^{SV*} = \frac{1}{36}, \\ \pi_M^* &= \frac{1}{6} \text{ et } W^{SV*} = \frac{47}{72}, \end{aligned}$$

où  $\pi_M^*$  est le profit du monopole producteur de gaz et  $\pi_2^*$  le profit du gazier sur le marché final.

**Remarque 2** Dans le cadre d'une demande linéaire, l'électricien gagne à ce que l'industrie reste verticalement séparée. Pour un même coût d'approvisionnement, il réalise un profit supérieur dans le cas d'une séparation verticale de son concurrent.

---

<sup>7</sup>Nous supposons ici que le firme issue de la fusion est le seul fournisseur possible pour *EDF* et qu'il se comporte comme un monopole.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

Nous étudions ici le cas extrême d'une offre d'approvisionnement en gaz monopolisée et d'un acteur unique sur le marché de l'électricité. Nos hypothèses et notamment la normalisation ont pour objectif de permettre l'étude du sens des effets du pouvoir de marché sur la répartition du surplus et sur la possibilité d'exclusion d'un acteur du marché du gaz naturel. Le résultat devrait être moins tranché lorsqu'on considère plusieurs firmes en amont.

La remarque peut être interprétée comme suit. Le prix d'achat du gaz reste le même pour l'électricien ( $c^* = c^{SV^*}$ ) mais il est à présent actif sur le marché du gaz naturel. Les expressions suivantes indiquent les écarts de profits, entre situation de séparation verticale et situation d'intégration verticale, pour les trois acteurs, ainsi que la variation du bien être collectif.

$$\begin{aligned}\Delta\pi_1 &= \pi_1^{SV^*} - \pi_1^* = \frac{5}{18} - \frac{1}{4} = \frac{1}{36} > 0, \\ (\pi_2^* + \pi_M^*) - \pi_{IV}^* &= \frac{1}{36} + \frac{1}{6} - \frac{1}{4} = -\frac{1}{18} < 0, \\ \Delta W &= W^{SV^*} - W^* = \frac{47}{72} - \frac{3}{4} = -\frac{7}{72} < 0.\end{aligned}$$

La comparaison des profits des firmes qui constituent l'entité verticalement intégrée dans le premier temps de notre modélisation, conduit à la conclusion que la firme intégrée réalise un profit supérieur à la somme des profits de la firme  $M$  en monopole et de la firme 2. Les firmes 2 et  $M$  sont donc incitées à s'intégrer verticalement. Ainsi intégrées, les deux firmes ont un pouvoir de marché qui leur permet de capter le surplus des consommateurs finaux. Ceci directement par les quantités qu'elle offre sur le marché final, mais aussi indirectement par le niveau de prix qu'elle propose à l'électricien, empêchent cet acteur de capter du surplus sur le marché du gaz.

**Remarque 3** *Du point de vue du bien être collectif, autoriser la fusion verticale est socialement profitable. Deux industries monopolisées et verticalement intégrées sont pré-*

### CHAPITRE 3. STRATÉGIES D'UN ÉLECTRICIEN FACE AU POUVOIR DE MARCHÉ DES PRODUCTEURS DE GAZ

---

*férables, du point de vue du bien être collectif, à une industrie du gaz naturel verticalement séparée et où il existe un duopole aval. la suppression de la double marge compense l'augmentation du prix liée au pouvoir de marché des acteurs.*

En effet, seul le profit de l'électricien est négativement affecté lors d'une intégration verticale. Dans le cas de séparation verticale, l'électricien capte le surplus des consommateurs sur le marché de l'électricité et du gaz naturel, la firme 2 ne réalise un profit que sur le marché du gaz.

La double marge, qui est au final répercutée sur les consommateurs, n'existe plus dans le cas de l'intégration verticale. La firme IV peut donc proposer aux consommateurs un prix plus faible que celui de la firme 2 dans le cas d'une industrie séparée verticalement.

Sur le marché européen, si les autorités du contrôle de la concurrence ont pour seul objectif la maximisation du bien être collectif, autoriser l'intégration verticale entre un producteur de gaz et un distributeur semble aller dans le sens de cet objectif.

Cependant, ce type de stratégie accroît la dépendance énergétique de l'Europe. Ainsi, l'indépendance énergétique tempère l'effet d'augmentation du bien être collectif obtenu dans notre modèle. Pour sécuriser l'approvisionnement gazier d'acteurs européens qui ne sont pas actifs dans la production de gaz, les firmes européennes doivent inciter les producteurs à les fournir en gaz naturel. Cela peut être réalisé au prix d'un bien être collectif moins élevé.

A présent, dans le cadre de l'intégration verticale de la chaîne gazière, la firme 1 souhaite être présente sur le marché du gaz. Dans la sous-section suivante, une stratégie de ventes liées (gaz/électricité) sur le marché final permet à la firme 1, d'être active sur le marché du gaz naturel. Un acteur tel que la firme 1 qui cherche absolument à s'approvisionner en gaz naturel à une firme intégrée verticalement, peut adopter une stratégie de ventes liées sur le marché final. Un tel engagement incite la firme intégrée à fournir du gaz à la firme 1.

L'intérêt de la présentation précédente, sur l'existence de la double marge, est d'éclairer l'étude de l'action de l'acteur intégré et de la répartition des marges. Il réduit les marges de la firme 1 qui s'engage à lier ses outputs en contre partie de la fourniture de l'accès à l'input gaz naturel.

### 3.2.3 Stratégie d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien

En adaptant le modèle de Martin (1999), comme nous l'avons déjà représenté dans le *chapitre 2*, nous étudions l'effet de l'engagement de la firme 1 à adopter une stratégie de ventes liées sur le marché final. L'intuition est qu'une telle stratégie conduit à un prix élevé de l'input gaz. Mais cette stratégie ne conduit pas à l'exclusion de la firme 1 de l'approvisionnement en gaz.

En effet, la vente liée introduit une concurrence entre l'électricité et le gaz naturel. L'électricien s'engage à lier sa production. Alors, l'acteur intégré verticalement a certainement intérêt, pour capter un surplus supérieur, à vendre l'input gaz à l'électricien à un prix élevé. L'engagement de l'électricien à lier ses outputs lui permet d'avoir du gaz au prix d'une perte du surplus qu'il faisait sur le marché de l'électricité où il est en monopole.

#### 3.2.3.1 Hypothèses et notations

Pour simplifier les calculs, nous normalisons la composition du package. L'électricien (firme 1) offre à présent une vente liée composée d'une unité de gaz et d'une unité d'électricité. Par rapport au *chapitre 2*, nous procédons à la normalisation de  $\eta$  à l'unité. Son offre est notée  $b_1$  et le prix correspondant  $p_{b_1}$ . La firme verticalement intégrée (IV) offre uniquement du gaz naturel. Pour adopter une notation équivalente à celle de l'électricien, nous dirons que cette firme offre une unité de gaz et pas d'électricité, soit  $\eta = 0$ . Son offre sur le marché final est notée  $b_{IV}$  et son prix  $p_{b_{IV}}$ . La firme 1 est

approvisionnée en gaz uniquement par la firme  $IV^8$ . Cette dernière fixe un prix  $c_b$  qui maximise son profit.

Les coûts de production et de transport du gaz supportés par le producteur de gaz naturel sont normalisés à 0. En effet, l'acteur amont est en monopole l'existence de coût ne modifie donc pas le sens de l'analyse. Les coûts de production d'électricité sont aussi normalisés à 0 pour la même raison. Ainsi, nous pouvons étudier uniquement l'effet d'une stratégie de ventes liées sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien qui souhaite être présent sur le marché final.

Nous considérons toujours le cas où les consommateurs ont des préférences indépendantes pour le gaz naturel et pour l'électricité. A court terme, nous considérons que les consommateurs sont captifs d'une technologie. Les consommateurs, à court terme, utilisent du gaz et de l'électricité pour des usages spécifiques. Ils ne peuvent donc pas utiliser chacune des deux énergies pour le même usage.

Le paramètre  $\theta$  de substitution entre l'électricité et le gaz naturel n'apparaît pas pour l'instant. Le consommateur final considère donc l'électricité et le gaz naturel comme des biens indépendants. L'étude de l'effet des préférences des consommateurs est menée dans les sections suivantes.

Nous nous intéressons d'abord au seul effet de la modification de la stratégie de l'électricien sur le marché final. Nous montrons qu'une stratégie de ventes liées évite l'exclusion d'un acteur du marché de l'input.

Ainsi, l'électricien, qui pourrait être *EDF*, pourra s'approvisionner en gaz naturel à une firme intégrée telle que pourrait donner la fusion (ou prise de participations) entre Gazprom et Gaz de France. Si *EDF* ne s'engageait pas à une stratégie de ventes liées, cette firme intégrée ne lui vendrait pas de gaz pour servir les consommateurs finaux.

---

<sup>8</sup>Les effets seraient nuancés dans le cas d'offres de gaz multiples. La configuration extrême que nous retenons permet de bien mettre en évidence les effets d'une stratégie de ventes liées de la firme 1 sur l'organisation de la chaîne énergétique.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

Le coût d'approvisionnement en gaz de la firme 1 correspond au prix de vente du gaz déterminé par la firme  $IV$ ,  $c_b$ , multiplié par le nombre de packages électricité/gaz naturel vendus.

#### 3.2.3.2 Le Modèle

Le timing du jeu, qui est résolu par récurrence amont, est :

1. La firme intégrée verticalement décide du prix qu'elle propose à l'électricien (firme 1).
2. Les firmes 1 et  $IV$  se concurrencent en quantités sur le marché final.

Les préférences du consommateur sont représentées par sa fonction d'utilité ( $U$ ) :

$$U = 2b_1 + b_{IV} - \frac{1}{2}b_1^2 - \frac{1}{2}(b_1 + b_{IV})^2.$$

Nous en dérivons les fonctions de demandes inverses suivantes :

$$\begin{aligned} p_{b_1} &= 2 - 2b_1 - b_{IV} \\ p_{b_{IV}} &= 1 - b_1 - b_{IV} \end{aligned}$$

Le profit de l'électricien qui s'approvisionne en gaz à la firme verticalement intégrée à un prix  $c$  est décrit par l'expression :

$$\pi_1 = (p_{b_1} - c_b)b_1.$$

Le profit de la firme verticalement intégrée qui vend une quantité  $b_1$  de gaz naturel à un prix  $c_b$  à l'électricien s'écrit comme suit :

$$\pi_{IV} = p_{b_{IV}}b_{IV} + c_b b_1.$$

La partie amont de la firme intégrée ne réalise pas de marge sur la fourniture de gaz à l'entité aval. Le prix du transfert du gaz naturel est donc égal au coût marginal de sa production et du transport jusqu'au marché final, ce dernier étant normalisé à zéro dans notre étude.

### CHAPITRE 3. STRATÉGIES D'UN ÉLECTRICIEN FACE AU POUVOIR DE MARCHÉ DES PRODUCTEURS DE GAZ

---

A ce niveau, nous résolvons l'étape 2, c'est à dire l'équilibre d'une concurrence en quantités entre la firme 1 et la firme  $IV$  sur le marché final. A l'équilibre de ce sous-jeu, les quantités et profits sont de la forme :

$$\begin{aligned} b_1^* &= \frac{3 - 2c_b}{7}, \pi_1^* = \frac{2(2c_b - 3)^2}{49} \\ b_{IV}^* &= \frac{2 + c_b}{7}, \pi_{IV}^* = \frac{4 + 25c_b - 13c_b^2}{49} \end{aligned}$$

La résolution de la première étape du jeu s'effectue comme suit. La firme  $IV$  détermine à présent le prix de vente de gaz naturel à la firme 1 qui maximise son profit. Cette firme intègre dans son profit la fonction de réaction de la firme 1. A l'équilibre, il vient les prix, quantités, profits et bien être collectif suivants :

$$c_b^* = \frac{25}{26}, p_{b_1} = \frac{33}{26}, p_{b_{IV}} = \frac{11}{26},$$

$$b_1^{**} = \frac{2}{13}, \pi_1^{**} = \frac{8}{169},$$

$$b_{IV}^{**} = \frac{11}{26}, \pi_{IV}^{**} = \frac{17}{52},$$

$$W^{**} = \frac{747}{1352}.$$

Le prix de vente du gaz naturel entre la firme intégrée et l'électricien est élevé, puisque  $c_b^* = \frac{25}{26}$  est proche de 1 qui est la disposition maximale à payer du consommateur.

La firme intégrée a une part de marché plus importante que la firme 1. Cependant, l'objectif d'incitation d'une firme intégrée à approvisionner un de ses concurrent du marché final est atteint.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

**Proposition 2** *L'électricien ne profite pas de la création d'une offre de ventes liées lorsque les industries du gaz et de l'électricité sont verticalement reliées.*

**Preuve.** La profitabilité privée des ventes liées, comme exposée par Martin (1999), n'est plus valide lorsque la firme qui s'engage à lier ses outputs s'approvisionne au près d'un concurrent verticalement intégré. La comparaison des profits entre une situation de vente séparée du gaz et d'électricité sur le marché final et une situation de ventes liées de ces deux biens par l'électricien nous permet de savoir si l'électricien est incité ou non à adopter une stratégie de ventes liées.

$$\Delta\pi_1 = \pi_1^* - \pi_1^{**} = \frac{137}{676} > 0.$$

■

Contrairement à Martin (1999), la profitabilité privée de la stratégie de ventes liées n'est pas garantie lorsque la firme qui souhaite créer une offre de "package" dépend d'un input acheté à son concurrent (verticalement intégré) sur le marché final.

L'adoption d'une stratégie de ventes liées par la firme 1 lui permet d'être active sur le marché du gaz naturel au prix d'une perte de part de marché. Le surplus du marché final est alors déplacé de la firme 1 vers la firme *IV*.

$$\Delta\pi_{IV} = \pi_{IV}^* - \pi_{IV}^{**} = -\frac{1}{13}.$$

**Corollaire 1** *La firme *IV* gagne à ce que son concurrent pratique une stratégie de ventes liées.*

La création de ventes liées introduit de la substituabilité entre les offres de chaque acteur. La firme *IV* accepte d'approvisionner la firme 1 en gaz naturel mais à un prix élevé. Comme la firme 1 s'est engagée à lier les ventes de ses outputs et qu'elle paie

l'input gaz à un prix supérieur à celui que la firme *IV* propose aux consommateurs finaux, elle est obligée d'avoir une offre à un prix élevé sur le marché final. Le consommateur arbitre alors entre ses besoins en gaz et en électricité et achète plus à la firme qui n'offre que du gaz naturel.

**Remarque 4** *Du point de vue du bien être collectif, cette situation est la moins favorable. La comparaison des deux situations donne :  $W^* - W^{**} = \frac{267}{1352} > 0$ .*

En effet, la firme intégrée verticalement dispose d'un pouvoir de marché important à la fois sur le marché amont et sur le marché final du gaz naturel. Cette firme est en mesure de déterminer des prix qui lui permettent de capter une grande partie du surplus des consommateurs et des profits de la firme 1. La firme *IV* oblige la firme 1 à réduire le surplus qu'elle capte avec sa position de monopole sur le marché de l'électricité.

### 3.2.3.3 Interprétation

Dans ce cadre de référence, la stratégie de ventes liées permet à la firme 1 de continuer à fournir le marché final du gaz naturel. La sécurité d'approvisionnement semble donc garantie. Néanmoins, le prix du gaz sur le marché amont est fixé par une firme verticalement intégrée, ce qui signifie que celle-ci a intérêt à pratiquer des prix de l'input gaz relativement élevés. Il semble donc que la stratégie de ventes liées ne soit pas profitable à la firme 1 même si cela lui permet d'accéder à l'input gaz naturel.

Cependant, de nombreux éléments sont susceptibles de modifier la profitabilité d'une offre de ventes liées. Le *chapitre 2* a étudié les préférences du consommateur ( $\theta$  paramètre qui mesure la substitution entre énergies) et la composition du "package" électricité/gaz ( $\eta$  est le paramètre<sup>9</sup> qui indique combien d'unités d'électricité on associe à l'offre d'une unité de gaz).

---

<sup>9</sup>L'étude de l'impact de la composition du package gaz/électricité optimale fera l'objet de futures recherches.

La sous-section suivant, dans une perspective de moyen ou long terme, étudie l'effet du paramètre de substitution sur le coût d'approvisionnement et sur les profit des firmes de la chaîne gazière dans le cadre du modèle de référence que nous venons de présenter.

### 3.2.4 Les préférences des consommateurs

Cette sous-section analyse comment l'intégration verticale est en mesure de modifier le coût d'approvisionnement de l'électricien à moyen ou long terme. Intuitivement, une firme intégrée verticalement qui a l'opportunité de vendre du gaz à son concurrent sur le marché final va fixer un prix élevé pour approvisionner son concurrent. Plus le prix est élevé pour la firme 1 et plus la firme *IV* a de pouvoir de marché sur le marché aval.

Cette intégration verticale implique un effet double marge pour l'électricien, qui disparaît pour l'entité fusionnée. L'effet double marge peut distordre le coût d'approvisionnement de l'électricien. Dans ces conditions, ce dernier subit une perte de pouvoir de marché sur le marché final du gaz naturel. Nous analysons dans quelle mesure le coût d'approvisionnement de la firme 1 est affecté par la présence d'une substitution entre gaz et électricité.

Nous reprenons l'exemple précédent. *EDF* et Gaz de France se concurrencent sur le marché final du gaz naturel. *EDF* offre aussi de l'électricité aux consommateurs et dispose de la possibilité de pratiquer des ventes liées de ses deux outputs. A présent, nous introduisons dans la fonction d'utilité du consommateur un paramètre de différenciation des biens. Le paramètre  $\theta$  représente le degré de substitution entre l'électricité et le gaz naturel. Nous rappelons que  $\theta$  tend vers  $-1$ , signifie que les consommateurs considèrent l'électricité et le gaz comme des biens plutôt complémentaires. Lorsque  $\theta$  tend vers  $1$ , les biens sont des substituts pour les consommateurs.

Nous trouvons deux cas où *EDF* peut s'approvisionner au près de la firme verticalement intégrée. Il s'agit du cas où cet électricien pratique des ventes liées, ou, dans le cas où il adopte une stratégie de tarification indépendante des biens mais seulement si les biens sont complémentaires.

### 3.2.4.1 Distorsion introduite par les préférences entre énergies

Dans une perspective de moyen terme, nous analysons l'effet d'une stratégie de ventes liées sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien lorsque le consommateur considère que l'électricité et le gaz naturel admettent un certain degré de substitution ou de complémentarité. Les deux industries sont verticalement reliées.

Pour les mêmes raisons que précédemment, les coûts de production sont normalisés à 0. L'électricien offre toujours un "package" composé d'une unité de gaz et d'une unité d'électricité alors que son concurrent n'offre que du gaz sur le marché final.

La fonction d'utilité du consommateur représentatif tient compte de ses préférences en termes de différenciation des biens après ré-introduction du paramètre  $\theta$ . Cette fonction d'utilité permet de calculer les fonctions de demandes suivantes :

$$U(b_1, b_{IV}, \theta) = 2b_1 + b_{IV} - \frac{1}{2}b_1^2 + \theta b_1 (b_1 + b_{IV}) - \frac{1}{2}(b_1 + b_{IV})^2.$$

$$p_{b_1} = 2 - 2b_1 - \theta(b_1 + b_{IV}) - \theta b_1 - b_{IV},$$

$$p_{b_{IV}} = 1 - \theta b_1 - b_1 - b_{IV}.$$

A l'équilibre du sous-jeu qui représente la concurrence sur le marché aval, les quantités s'écrivent :

$$b_{IV} = \frac{2 + c}{7 - \theta},$$

$$b_1 = \frac{3 - \theta - 2c}{(\theta + 1)(7 - \theta)} > 0 \text{ pour tout } c < 1 \text{ et pour tout } -1 < \theta < 1.$$

Plus l'approvisionnement de l'électricien sera coûteux et plus les quantités de gaz offertes sur le marché aval par la firme intégrée seront importantes. La double marge

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

de l'électricien lui impose une réduction de part de marché. Cet effet est renforcé par la dépendance de son approvisionnement à la firme *IV*. L'étude de la sensibilité des quantités offertes par les firmes sur le marché final au paramètre  $\theta$  est menée plus loin et à l'équilibre du jeu.

Le profit de la firme verticalement intégrée *IV* se réécrit comme suit :

$$\pi_{IV} = \frac{(3\theta - 13)c^2 + (\theta^2 - 6\theta + 25)c + 4\theta + 4}{(\theta + 1)(\theta - 7)^2},$$

$$\frac{\partial \pi_{IV}}{\partial c} = \frac{(6\theta - 26)c + \theta^2 - 6\theta + 25}{(\theta + 1)(\theta - 7)^2} > 0, \forall \theta \in ]-1, 1[.$$

Le profit de la firme intégrée verticalement est croissant en  $c$ , coût unitaire d'approvisionnement de son concurrent sur le marché final. Elle sera donc incitée à fixer un prix du gaz  $c$  élevé pour son concurrent.

A l'équilibre du sous-jeu qui représente une concurrence en ventes liées sur le marché final, le profit de l'électricien est de la forme :

$$\pi_1 = \frac{2(\theta + 2c - 3)^2}{(\theta + 1)(\theta - 7)^2},$$

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial c} = \frac{8(\theta + 2c - 3)}{(\theta + 1)(\theta - 7)^2} < 0 \forall \theta \in ]-1, 1[.$$

Il vient logiquement que quel que soit le degré de substitution entre les énergies, le profit de la firme 1 baisse lorsque son coût d'approvisionnement augmente. Elle ne parvient pas à répercuter la totalité d'une augmentation de coût sur le consommateur final.

La maximisation, en  $c$ , du profit de la firme *IV* permet de définir la forme du prix qu'elle fixe, noté  $c^b$ , pour la vente de gaz à la firme 1 :

$$c^b = \frac{25 - 6\theta + \theta^2}{2(13 - 3\theta)} > 0 \forall \theta \in ]-1, 1[.$$

Le prix de l'input défini par le producteur est fonction des préférences des consommateurs.

En conséquence, nous pouvons étudier l'évolution du coût d'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien lors d'une modification du degré de substitution entre gaz et électricité :

$$\frac{\partial c^b}{\partial \theta} = \frac{26\theta - 3\theta^2 - 3}{2(3\theta - 13)^2}.$$

Le prix de l'input déterminé par la firme *IV* diminue lors d'un accroissement du paramètre de substitution. En effet,  $\frac{\partial c^b}{\partial \theta} < 0$  lorsque les énergies sont complémentaires ou peu substituables pour  $\theta \in ]-1, \frac{13-4\sqrt{10}}{3}[$ .

Au contraire, lorsque le consommateur considère le gaz et l'électricité comme des biens plutôt substituables, c'est à dire pour  $\theta \in ]\frac{13-4\sqrt{10}}{3}, 1[$ , alors le prix proposé par la firme intégrée est croissant avec  $\theta$ . En effet,  $\frac{\partial c^b}{\partial \theta} > 0$ .

L'interprétation de ces relations est la suivante. Au delà d'un seuil,  $\theta = \frac{13-4\sqrt{10}}{3}$ , l'augmentation du degré de substitution entre les énergies se traduit par une hausse du prix du gaz naturel que propose la firme *IV* à la firme 1.

En effet, lorsque la concurrence entre les énergies augmente, c'est à dire que  $\theta$  augmente, l'offre mono-produit de la firme intégrée devient plus compétitive par rapport à l'offre multi-énergies de l'électricien. Les consommateurs substituent plus facilement le gaz à l'électricité. Ils ont tendance à opter pour l'offre de gaz unique de la firme intégrée plutôt que pour l'offre de "package" électricité/gaz de l'électricien. Il s'en suit une hausse de la demande de gaz sur le marché final. La firme *IV* peut alors fixer un prix de plus en plus élevé à son concurrent 1 pour accroître la rente qu'il extrait sur le marché final.

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

Au contraire, quand le gaz et l'électricité présentent de la complémentarité et jusqu'à un faible degré de substitution, l'augmentation du paramètre  $\theta$  contraint la firme intégrée à réduire le prix proposé à son concurrent. Lorsque la complémentarité est forte,  $\theta \rightarrow -1$ , la firme intégrée peut aussi fixer un prix élevé du gaz qu'il vend à l'électricien, celui-ci ayant besoin de cet input pour l'associer à son offre d'électricité.

L'intuition est que lorsque  $\theta$  est négatif et qu'il augmente, le consommateur devient de plus en plus indifférent entre les deux énergies. Jusqu'à un certain seuil, si la firme intégrée veut continuer à capter une grande partie du surplus du marché final, elle doit concéder un prix de l'input plus faible. Sinon, son concurrent et acheteur de gaz (la firme 1) risque de ne plus être active sur le marché gazier.

**Remarque 5** Une réduction de la complémentarité conduit à une baisse du coût d'approvisionnement de l'électricien et cela jusqu'au seuil  $\theta = \frac{13-4\sqrt{10}}{3}$ .

Les quantités à l'équilibre du jeu sont de la forme :

$$\begin{aligned} b_1^* &= \frac{2(1-\theta)}{(\theta+1)(13-3\theta)} > 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[, \\ b_{IV}^* &= \frac{11-\theta}{2(13-3\theta)} > 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[. \end{aligned}$$

En effet, les quantités offertes par l'électricien sur le marché final sont décroissantes en fonction du paramètre de substitution.

$$\frac{\partial b_1^*}{\partial \theta} = -\frac{2(3\theta^2 - 6\theta + 23)}{(-3\theta^2 + 10\theta + 13)^2} < 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[.$$

Et les quantités proposées par la firme intégrée sont croissantes avec le paramètre de substitution.

$$\frac{\partial b_{IV}^*}{\partial \theta} = \frac{10}{(3\theta - 13)^2} > 0.$$

Lorsque les biens sont considérés comme complémentaires,  $\theta < 0$ , par le consommateur, une augmentation de  $\theta$  correspond à une réduction de la complémentarité. La firme intégrée a alors intérêt à définir un prix sur le marché amont qui soit décroissant quand  $\theta$  augmente. Jusqu'au seuil  $\theta = \frac{13-4\sqrt{10}}{3}$ , tout accroissement de  $\theta$  est compensé par une baisse du prix du gaz sur le marché amont. Au delà de ce seuil, l'intensité concurrentielle entre les deux énergies est assez forte pour que la firme *IV* détermine un prix croissant avec  $\theta$ .

L'intuition présente derrière ce résultat est que la firme intégrée doit proposer un prix qui permette à l'électricien d'utiliser du gaz pour offrir un "package" sur le marché final. Ainsi, lorsque les biens sont complémentaires,  $\theta < 0$ , la firme intégrée peut fixer un prix assez élevé pour l'input puisque le consommateur final est disposé à payer un prix plus élevé lorsque le prix d'une des deux énergies augmente.

Toute augmentation du paramètre  $\theta$  dans sa partie négative joue dans le sens inverse. Le producteur de gaz en tient compte et réduit le prix de l'input lors d'un accroissement de  $\theta$ , ceci lui permettant de capter la rente du consommateur final et une partie du profit de l'électricien.

Au contraire, si les biens sont plutôt substituables, la firme intégrée a intérêt à augmenter le prix de l'input lorsque la concurrence entre énergies s'intensifie, au risque de céder des parts de marché à l'électricien.

Les profits des deux firmes s'écrivent de la façon suivante :

$$\begin{aligned}\pi_1^* &= \frac{8(\theta - 1)^2}{(3\theta - 13)^2(\theta + 1)}, \\ \pi_{IV}^* &= \frac{\theta^2 + 2\theta + 17}{4(\theta + 1)(13 - 3\theta)}.\end{aligned}$$

Ces profits baissent lorsque que le degré de substitution entre l'électricité et le gaz augmente :

$$\begin{aligned}\frac{\partial \pi_1^*}{\partial \theta} &= -\frac{8(1-\theta)(3\theta^2+4\theta+33)}{(\theta+1)^2(13-3\theta)^3} < 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[, \\ \frac{\partial \pi_{IV}^*}{\partial \theta} &= \frac{4(\theta^2+8\theta-9)}{(\theta+1)^2(3\theta-13)^2} < 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[.\end{aligned}$$

Toute augmentation du paramètre  $\theta$  accroît la concurrence entre les deux énergies et réduit donc les profits des firmes présentes sur le marché final.

### 3.2.4.2 Interprétation en terme de coût d'approvisionnement

Le cadre de cette analyse est celui où l'électricien a une stratégie de ventes liées sur le marché final. Un producteur en monopole produit l'input gaz et l'offre sur le marché amont. Nous caractérisons l'effet d'une intégration verticale entre le gazier du marché aval et le producteur de gaz.

Nous menons une comparaison entre les prix proposés sur le marché amont soit par un producteur en monopole qui offre son output à deux firmes du marché final, soit par une firme verticalement intégrée sur la chaîne gazière.

Intuitivement, la concurrence est réduite sur le marché aval lorsqu'il existe une firme verticalement intégrée. Le concurrent de la firme verticalement intégrée répercute sur ses consommateurs la double marge. Son approvisionnement dépend du prix fixé par la firme *IV*. En effet, dans ce modèle, la seule source d'approvisionnement de l'électricien est le gaz produit par la firme intégrée verticalement. Le coût d'approvisionnement de la firme 1 est plus élevé lorsqu'il existe une firme verticalement intégrée sur la chaîne du gaz naturel.

$$c^b - c_b^* = \frac{(\theta+1)(2\theta^2-7\theta+35)}{4(\theta+2)(13-3\theta)} > 0 \quad \forall \theta \in ]-1, 1[.,$$

où  $c^b$  est le prix que détermine la firme *IV* pour approvisionner en gaz la firme 1 et  $c_b^*$  est le prix du gaz sur le marché amont lorsque l'industrie du gaz naturel est séparée verticalement.

**Remarque 6** *La présence d'une firme verticalement intégrée dans l'industrie gazière rend l'approvisionnement en gaz naturel de l'électricien plus coûteux.*

Ce résultat va dans le sens de celui de Salinger (1988) où la firme intégrée verticalement cesse de fournir du gaz sur le marché amont. Le prix augmente alors sur le marché amont car l'offre est réduite. Dans notre modèle, la différence vient du fait qu'une firme aval pratique une stratégie des ventes liées. Dans ce cas, la firme intégrée n'évince pas son concurrent du marché amont. Elle peut capter une part du surplus de la firme 1 en lui vendant du gaz. Les problèmes de report du pouvoir de marché d'un marché monopolistique sur un marché plus concurrentiel, avec l'effet de levier créé par une stratégie de ventes liées, conduisent les autorités de la régulation à interdire la pratique de ventes liées. Maintenant, analysons quels sont les équilibres obtenus lorsque les autorités de la concurrence interdisent les ventes liées.

### 3.2.5 Interdiction des Ventes Liées

Nous considérons à présent une industrie où les ventes liées sont interdites. Après avoir levé l'hypothèse d'indépendance des biens, le niveau du prix d'équilibre proposé par le producteur de gaz aux deux firmes du marché aval est de la forme suivante,  $c^* = \frac{(1-\theta)(\theta+4)}{2(4-\theta^2)}$ . Au contraire, une firme verticalement intégrée propose un prix à l'électricien de la forme :  $c_{IV} = \frac{(1-\theta)(\theta+10)}{2(10-\theta^2)}$ . Nous calculons, ci-après, l'écart entre ces prix :

$$c^* - c_{IV} = \frac{3\theta(1-\theta^2)}{(4-\theta^2)(10-\theta^2)}.$$

Cette expression est négative lorsque les énergies présentent de la complémentarité ( $\theta < 0$ ). Le prix proposé par la firme verticalement intégrée est plus élevé que le prix que fixerait un monopole amont non intégré vers l'aval. Son pouvoir de monopole est ainsi renforcé.

Mais, dès que les énergies présentent un certain degré substituabilité,  $\theta > 0$ , la concurrence du gaz naturel avec d'autres énergies, ici l'électricité, conduit la firme

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

intégrée à proposer un prix amont du gaz plus faible que le prix d'équilibre qui se formerait s'il n'y avait pas d'intégration verticale. Pour l'électricien, le prix de l'input gaz est le même lorsque les énergies sont considérées comme indépendantes par le consommateur.

**Proposition 3** *Une firme de l'aval du marché gazier s'approvisionne auprès d'un concurrent verticalement intégré, même s'il est le seul à lui proposer l'input gaz naturel. C'est le cas lorsque les consommateurs considèrent que l'électricité et le gaz naturel sont des biens complémentaires.*

**Preuve.** Contrairement au cas d'indépendance des biens, il est possible que l'électricien soit actif quand son concurrent est intégré sur la chaîne gazière. En effet, lorsque gaz et électricité sont compléments pour le consommateur, les quantités de gaz offertes sur le marché final par l'électricien sont de la forme<sup>10</sup> :

$$q_{g1} = -\theta \frac{(\theta + 4)(2 - \theta)}{4(\theta + 1)(10 - \theta^2)} > 0 \text{ pour tout } -1 < \theta < 0.$$

■

L'électricien est actif dès lors qu'il existe de la complémentarité entre les biens.

La firme verticalement intégrée vend le gaz à un prix  $c_{IV} = \frac{(1-\theta)(\theta+10)}{2(10-\theta^2)}$  à l'électricien sur le marché amont.

A l'équilibre, en utilisant l'expression de  $c_{IV}$ , les profits des firmes sont donnés par les expressions suivantes :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= \frac{(400 - \theta^5 + 21\theta^4 + 64\theta^3 + 196\theta^2)}{16(\theta - 10)^2(\theta + 1)}, \\ \pi_{IV} &= \frac{(2 - \theta)(\theta^2 + 5\theta + 10)}{8(\theta + 1)(10 - \theta^2)}.\end{aligned}$$

La firme verticalement intégrée offre son input à son concurrent sur le marché final. En effet, les biens sont complémentaires. L'offre de gaz du gazier n'est donc pas en

---

<sup>10</sup>Les quantités offertes par son concurrent sur le marché final sont  $q_{IV} = \frac{(\theta+5)(2-\theta)}{2(10-\theta^2)}$ . L'électricien offre alors la quantité d'électricité  $q_{e1} = \frac{(20+10\theta-\theta^2)}{4(\theta+1)(10-\theta^2)}$ .

concurrence avec l'offre d'électricité de l'électricien. La firme intégrée peut donc offrir l'input gaz à son concurrent de manière à capter sa rente.

Le pouvoir de marché de la firme intégrée lui permet d'imposer un prix d'approvisionnement en gaz à l'électricien tel qu'elle récupère une part importante du surplus du consommateur.

### 3.2.6 Interprétations

Deux firmes intégrées sont présentes sur le marché de l'énergie européen. L'une offre du gaz naturel, la firme *IV*, l'autre offre de l'électricité, la firme 1. Dans cette section, nous avons montré qu'une stratégie de ventes liées sur le marché final est une assurance pour l'électricien (la firme 1) contre le refus de vente de gaz naturel sur le marché amont, soit la stratégie d'éviction. Dans ce cas, une firme verticalement intégrée, qui bénéficie d'un approvisionnement plus avantageux, est incitée à vendre du gaz à son concurrent sur le marché aval.

L'électricien n'est pas actif sur le marché gazier lorsqu'il a un concurrent verticalement intégré et que les biens sont indépendants du point de vue des consommateurs. L'équilibre conduit alors à l'exclusion de l'électricien par fixation d'un prix d'approvisionnement élevé.

L'introduction des préférences des consommateurs, qui s'expriment par l'introduction du paramètre  $\theta$ , ne modifie pas le sens du résultat précédent lorsque les biens sont des substituts. Nous notons seulement que les profits des acteurs baissent lorsque le degré de substitution entre l'électricité et le gaz augmente.

L'intégration verticale sur la chaîne gazière, lorsque l'électricien a une stratégie de ventes liées, augmente le prix du gaz sur le marché amont. C'est l'effet "pouvoir de marché" de la firme verticalement intégrée en monopole sur l'offre de gaz à son concurrent sur le marché aval. La firme *IV* fixe un prix de monopole sur le marché amont pour récupérer une partie de la rente captée par l'électricien en monopole sur le

### 3.2. L'INTÉGRATION VERTICALE DANS L'INDUSTRIE DU GAZ NATUREL

---

marché final de l'électricité. L'électricien, qui supporte une double marge, n'a pas une offre assez compétitive sur le marché final.

Lorsque la firme 1, par exemple *EDF*, tarifie séparément le gaz et l'électricité sur le marché final, elle peut être exclue du marché gazier quand elle est en concurrence sur le marché final avec une firme verticalement intégrée, par exemple une entité issue de la fusion de Gazprom et de Gaz de France.

Cependant, la recherche de rente sur le marché final conduit la firme intégrée à approvisionner en gaz son concurrent sur le marché final. Ainsi, elle récupère une partie de la rente que l'électricien réalise sur le marché de l'électricité.

Lorsque les ventes liées sont interdites par la loi, ou que *EDF* adopte sa meilleure stratégie, c'est à dire la vente séparée de gaz et d'électricité, pour que l'approvisionnement en gaz d'*EDF* soit possible, gaz et électricité ne doivent pas être en concurrence. C'est le cas lorsque ces biens sont complémentaires. Lorsque les biens sont complémentaires, la firme intégrée sur le marché gazier (Gazprom<sup>11</sup> et Gaz de France) vend du gaz à son concurrent pour capter une part plus importante du surplus des consommateurs.

Quand les biens sont plutôt substituables, l'électricien peut obtenir du gaz naturel sur le marché amont, même lorsqu'il a un concurrent verticalement intégré. Pour cela il peut pratiquer des ventes liées. Cependant, il n'est pas incité à adopter une telle stratégie. En effet, il obtient un profit plus élevé en restant en monopole sur son marché. Les ventes liées sont alors un moyen d'inciter une firme intégrée verticalement à fournir du gaz à un de ses concurrents. L'adoption d'une telle stratégie relève plus de la sécurité d'approvisionnement en gaz naturel sur le marché européen que de la recherche de profits par l'électricien.

Le pouvoir de monopole du producteur de gaz naturel, comme représenté dans ce modèle, peut être contesté. Ce modèle nous éclaire sur le comportement extrême d'acteurs qui ont un fort pouvoir de marché. La possibilité de monopolisation de l'industrie

---

<sup>11</sup>On peut aussi enviser le cas d'un "mariage" entre *Gaz de France* et *Sonatrach*, comme l'a fait remarquer récemment un certain politique.

### *CHAPITRE 3. STRATÉGIES D'UN ÉLECTRICIEN FACE AU POUVOIR DE MARCHÉ DES PRODUCTEURS DE GAZ*

---

gazière par des firmes verticalement intégrées conduit les autorités européennes à s'assurer de la sécurité et de l'indépendance des approvisionnements gaziers des acteurs européens.

Dans la section suivante, nous considérons que les autorités européennes imposent des conditions telles que l'intégration verticale d'un producteur avec un distributeur européen n'est pas possible. Cela peut se concrétiser par l'obligation de la firme intégrée de se séparer de certains de ses actifs (réseau de transport ou de distribution) et de certaines de ses activités. Ces obligations peuvent rendre l'intégration non profitable pour les firmes amont et l'aval de la chaîne gazière.

Dans ce cadre, nous étudions l'effet du développement d'une concurrence entre producteurs. Cela dans le but d'affaiblir le pouvoir de marché du monopole utilisé pour représenter le comportement des producteurs dans les paragraphes précédents.

Enfin, les producteurs ne sont pas tous symétriques. L'approvisionnement de l'électricien s'effectue en principe au moindre coût. Dans la section suivante, nous analysons dans quel sens est affecté le coût d'approvisionnement de la firme 1 lorsqu'il existe deux producteurs asymétriques en coûts et qui n'ont pas le même pouvoir de marché. Nous étudions le cas où le leader de la production de gaz en direction du marché européen dispose d'un avantage en coût de production et transport et le cas où cet acteur aurait des coûts plus élevés que ses concurrents.

### **3.3 Emergence d'un leader dans la production de gaz naturel**

#### **3.3.1 Contexte**

A présent, l'hypothèse posée est que l'intégration verticale est rendue impossible par les autorités de la concurrence ou par la stratégie d'indépendance énergétique des acteurs européens. Cette section étudie comment le prix amont du gaz est affecté lorsque la structure de l'offre gazière amont est oligopolistique. Les producteurs n'ont pas tous les mêmes coûts de production et de transport. Ils n'ont pas non plus le même pouvoir de marché. C'est pourquoi nous étudions dans ce suivant l'effet d'un duopole producteur de gaz, avec des coûts différents, sur le coût d'approvisionnement en gaz de deux firmes européennes.

Dans l'éventualité d'une concurrence à la Stackelberg entre producteurs de gaz naturel, nous développons un modèle qui prend en compte le pouvoir de marché des firmes de l'amont et de l'aval gazier et des coûts différents sur l'amont de la chaîne gazière.

#### **3.3.2 Un leader de Stackelberg offre du gaz sur le marché européen**

L'article de De Wolf et Smeers (1997) étudié dans le *chapitre 1* (Section 1.4.1) représente l'amont gazier comme un oligopole de Stackelberg. La justification d'un tel type de concurrence est qu'il existe un principal fournisseur de gaz pour l'Europe qui est la Norvège. Ce pays prévoit la mise en production d'importants champs gaziers. Il dispose donc d'une importante capacité de production, telle qu'une modification de sa production peut affecter la façon dont les pays européens constituent leurs approvisionnements. Ce statut confère à ce producteur un rôle de leader pour l'offre de gaz aux pays européens.

### *CHAPITRE 3. STRATÉGIES D'UN ÉLECTRICIEN FACE AU POUVOIR DE MARCHÉ DES PRODUCTEURS DE GAZ*

---

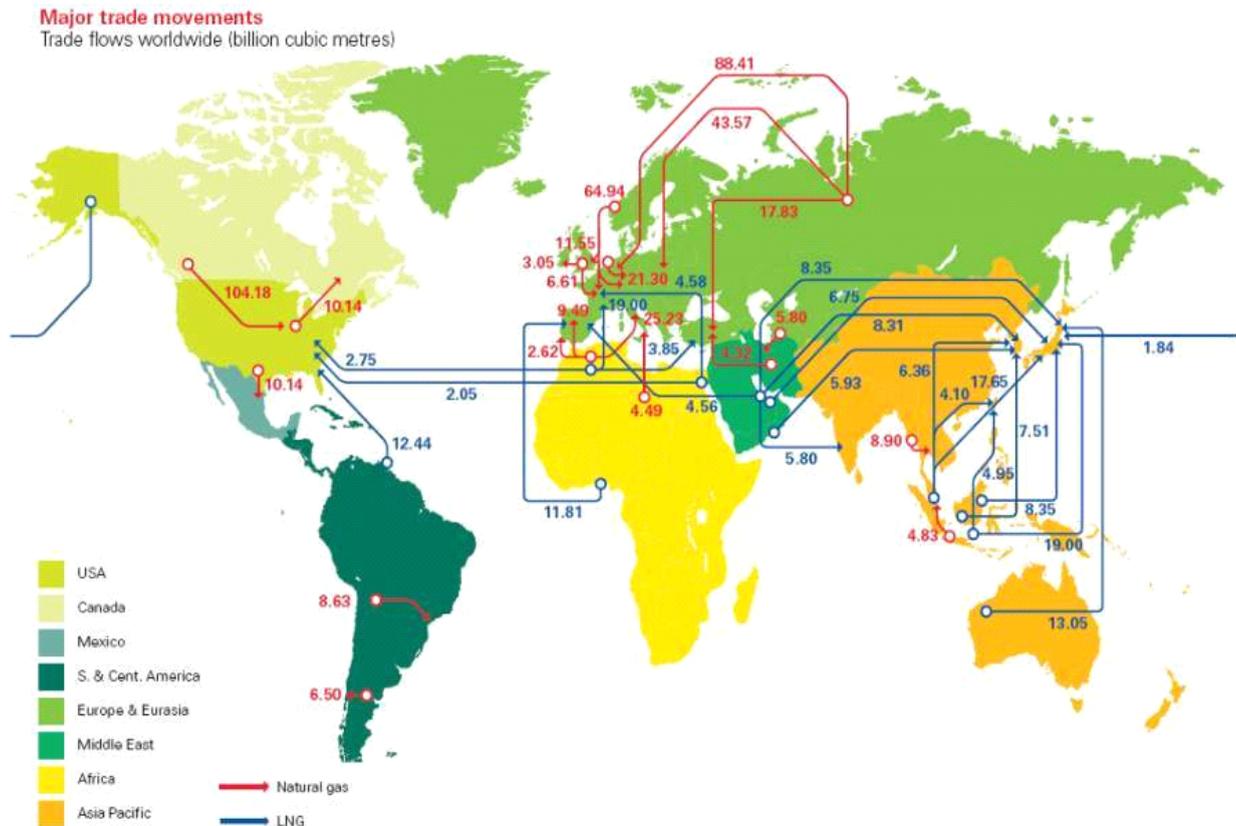
Les auteurs utilisent un équilibre de Stackelberg stochastique, pour représenter la concurrence entre les producteurs. Ils posent une hypothèse de concurrence parfaite sur le marché aval du gaz. Dans une concurrence à la Stackelberg, un joueur leader a un avantage sur son concurrent puisqu'il joue en premier.

L'objectif de l'article de De Wolf et Smeers (1997) est de déterminer numériquement quelles sont les possibilités d'approvisionnement en gaz naturel de l'Europe. Leur conclusion est que si la Norvège se comporte comme un leader de Stackelberg, les pays européens importeraient des quantités plus importantes de cette source.

Jusqu'à présent, nous avons représenté l'amont gazier comme un monopole ou un oligopole symétrique. Pour la partie amont du marché du gaz naturel, nous reprenons la structure de concurrence à la Stackelberg de l'article de De Wolf et Smeers (1997). Nous souhaitons étudier les effets des réactions d'un producteur leader sur le marché amont du gaz naturel sur le coût d'approvisionnement des firmes de l'aval gazier européen. Contrairement à ces auteurs, nous considérons que le marché final du gaz naturel est oligopolistique.

Il est possible qu'une telle structure de marché se développe en amont du secteur. Pour exemple, nous pouvons considérer la position actuelle du principal producteur mondial de gaz naturel, la Russie. Ce pays dispose d'un pouvoir de marché important. La Russie possède cependant des réserves de gaz moins importantes que le Moyen Orient. Mais en Russie, un acteur (Gazprom) possède le monopole d'exportation. Le Moyen Orient n'exporte pas, pour l'instant, d'importantes quantités de gaz vers l'Europe. Gazprom est le premier exportateur de gaz naturel. Ces observations semblent indiquer que Gazprom possède les caractéristiques d'un leader sur le marché de l'exportation de gaz naturel en direction des pays européens. Le schéma suivant indique la répartition des réserves de gaz.

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL



Principaux échanges gaziers mondiaux, 2005. Source : BP Statistical review of World Energy 2006

Le schéma de marché que nous appliquons dans cette section permet de représenter le marché amont gazier avec la Russie comme leader. Tous les autres producteurs sont considérés comme une frange concurrentielle qui agit comme un seul acteur, le suiveur.

En observant la localisation des réserves de gaz et les faibles ratios de Réserve / Production<sup>12</sup> des pays du Moyen Orient (notamment l'Iran), nous pouvons penser à un autre leader de la production mondiale de gaz naturel, le Moyen Orient ou plus particulièrement l'Iran. Cet acteur aura une place importante dans le futur. L'installation de moyens de production et de transport, ainsi que la volonté politique sont nécessaires développement de ce pays comme important exportateur de gaz naturel.

<sup>12</sup>Rapport BP Statistical Review of World Energy 2006.

Nous étudions comment l'approvisionnement d'un électricien européen en concurrence sur le marché gazier avec un acteur spécialisé dans la fourniture de gaz naturel est affectée par le comportement des producteurs.

L'arrivée de producteurs plus importants que Gazprom peut être envisagée, cependant, nous prenons ci-après l'exemple de Gazprom comme leader de la production de gaz naturel. L'extension à l'analyse de tout autre acteur potentiellement leader de la production gazière s'effectue de la même façon pour la partie théorique. En pratique, le lecteur tiendra compte des effets des caractéristiques politiques de ces pays<sup>13</sup>.

### 3.3.3 Cadre d'analyse

Nous considérons toujours une industrie du gaz naturel verticalement structurée. Cependant, pour prendre en considération la concurrence qui s'exerce sur le marché amont de l'approvisionnement gazier, nous proposons d'analyser celle-ci sous la forme d'un duopole. Comme nous pouvons par ailleurs le constater sur le marché, il semble que certaines firmes (comme Gazprom actuellement) disposent des caractéristiques d'un leader sur le marché amont du gaz naturel. Elles disposent d'un pouvoir de marché suffisant pour affecter la production des firmes concurrentes. Afin de rendre compte d'un tel phénomène, nous représentons l'amont gazier par un duopole de Stackelberg.

Un leader, la firme  $L$ , et une firme suivant les actions du leader, la firme  $F$ , se concurrencent en quantités pour offrir l'input aux firmes sur le marché aval gaz naturel. Dans ce jeu séquentiel, le leader joue en premier et détermine quelles quantités de gaz il va offrir sur le marché amont. Les firmes  $L$  et  $F$  produisent l'input gaz naturel pour les firmes 1 et 2. Elles supportent des coûts unitaires de production et transport respectivement notés  $c_L$  et  $c_F$ . Ces coûts sont supposés constants. Le prix du gaz sur le marché amont est fonction des coûts des producteurs, nous le notons  $c(c_L, c_F)$ .

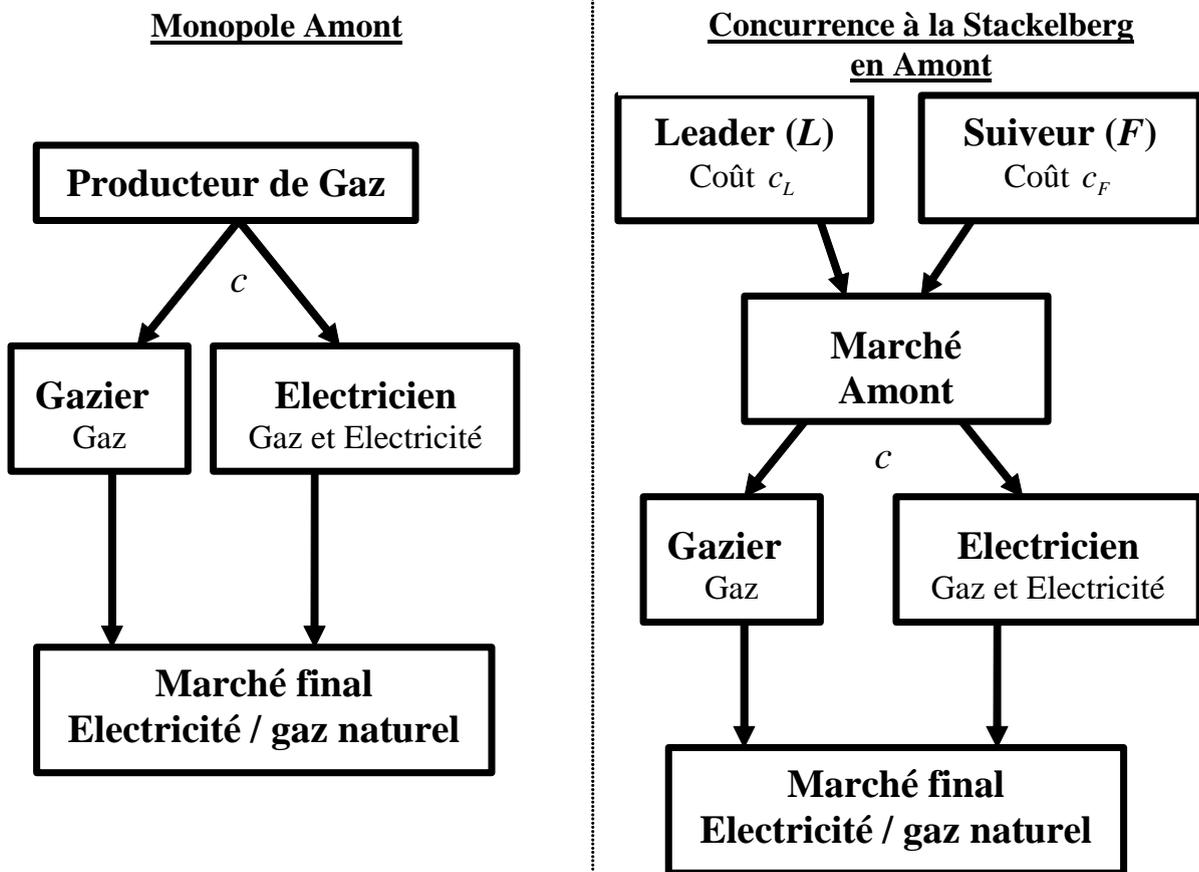
---

<sup>13</sup>L'instabilité politique de pays comme l'Iran, qui possède d'importantes réserves de gaz, n'est pas intégrée dans notre analyse des stratégies des firmes du marché européen du gaz naturel.

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL

Comme dans l'exemple proposé dans la section précédente, la firme 1 peut être l'acteur européen *EDF* et la firme 2 peut être une firme comme *Gaz de France*. La firme *L* peut être représentée par *Gazprom* et la firme *F* par tous les concurrents de *Gazprom*.

Le schéma suivant représente les structures de marché dans le cadre d'un monopole producteur de gaz naturel puis dans le cadre d'une concurrence à la Stackelberg entre producteurs.



Modification du type de concurrence sur l'amont de la chaîne gazière.

Dans le schéma de droite, c'est à dire pour une concurrence à la Stackelberg, les quantités disponibles sur le marché amont sont plus importantes que dans le cadre

d'une concurrence à la Cournot, dans le schéma de gauche. Le prix  $c(c_L, c_F)$  auquel les firmes européennes achètent leur gaz est alors plus faible que dans le cadre de Cournot (*chapitre 2*, dernière section).

L'intuition de ce résultat est la suivante. Dans le cadre d'une concurrence à la Cournot, chaque producteur prend sa décision de production en considérant le niveau de production de son concurrent comme donné. Alors que dans une concurrence à la Stackelberg, le jeu est séquentiel. Lorsque la firme leader prend sa décision de production, elle connaît la réaction de son concurrent. La firme  $L$  anticipe donc une baisse de la production de la firme  $F$  lorsqu'elle augmente sa production. La firme  $L$  s'attend à ce que le prix baisse plus vite que dans la situation de Cournot lorsqu'elle augmente son output. La firme  $L$  produit plus en Stackelberg qu'en concurrence à la Cournot. La firme  $F$  réduit donc sa production. Il en résulte un équilibre où le prix  $c$  diminue. En effet, l'augmentation de la production de la firme  $L$  fait plus que compenser la baisse de l'output de la firme  $L$ <sup>14</sup>.

Sur le marché aval, les firmes offrent deux biens différenciés que sont l'électricité ( $E$ ) et le gaz naturel ( $G$ ). L'électricien (firme 1) est en position de monopole sur le marché de l'électricité. Nous conservons l'hypothèse de concurrence en quantités pour caractériser le marché final du gaz naturel. Nous adoptons les mêmes hypothèses de normalisation des coûts sur le marché final que dans les chapitres précédents<sup>15</sup>.

### 3.3.4 La demande de gaz des firmes aval sur le marché gazier amont

La résolution du jeu en deux étapes, c'est à dire la détermination du prix intermédiaire du gaz naturel, puis la concurrence sur le marché final, s'effectue par récurrence

---

<sup>14</sup>La démonstration de ce résultat se trouve dans "*Industrial Organization : Theory and Applications*" de Oz Shy, p.105 à p.106.

<sup>15</sup>L'accès des tiers au réseau est supposé parfait sur les marchés du gaz et de l'électricité. Les deux acteurs supportent les mêmes coûts de distribution, que nous les normalisons à zéro sans perte de généralités.

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL

amont. Nous commencerons donc par rappeler les résultats de l'équilibre du sous jeu de l'étape de concurrence sur le marché final. Pour cela nous reprenons les fonctions de demandes inverses d'électricité ( $p_e$ ) et de gaz ( $p_g$ ) qui ont la forme suivante :

$$p_e = 1 - q_{e_1} - \theta(q_{g_1} + q_{g_2}),$$

$$p_g = 1 - \theta q_{e_1} - (q_{g_1} + q_{g_2}).$$

L'étape de concurrence sur le marché final est résolue dans les chapitres précédents. Les quantités à l'équilibre représentent le besoin d'approvisionnement en gaz naturel des firmes européennes. Il s'agit donc de la demande de gaz des firmes de l'aval gazier aux producteurs. Nous rappelons simplement quels sont les profits et quantités à l'équilibre parfait du deuxième sous-jeu :

$$\begin{aligned} \pi_1^* &= p_e q_{e_1} + (p_g - c)q_{g_1} = \frac{(5\theta^2 + 4)c^2 + (18\theta - 10\theta^2 - 8)c + 5\theta^2 - 18\theta + 13}{36(1 - \theta^2)}, \\ \pi_2^* &= (p_g - c)q_{g_2} = \frac{(1 - c)^2}{9}, \\ q_{e_1}^* &= \frac{\theta(c - 1) + 1}{2(1 - \theta^2)}, \quad q_{g_1}^* = \frac{\theta^2(1 - c) + 2(1 - c) - 3\theta}{6(1 - \theta^2)} \quad \text{et} \quad q_{g_2}^* = \frac{1 - c}{3}. \end{aligned}$$

Nous remarquons qu'à ce niveau, le profit de la firme 2 est indépendant des préférences des consommateurs en matière de substituabilité des biens. La stratégie de la firme 1 consiste en l'internalisation de l'effet de la relation de substitution entre les biens. La firme 2 n'offre qu'une seule énergie et agit comme s'il n'y avait pas d'interaction entre les deux énergies.

La quantité totale de gaz naturel demandée par ces deux firmes sur le marché intermédiaire est fonction du prix  $c(c_L, c_F)$  issu de la concurrence entre les producteurs. Les quantités totales de gaz vendues sur le marché final, et donc les quantités que les

firmes 1 et 2 demandent aux producteurs sont :

$$\begin{aligned} q_{g_1}^* + q_{g_2}^* &= G_L + G_F, \\ \frac{\theta^2(c-1) + 4(1-c) - 3\theta}{6(1-\theta^2)} &= G_L + G_F. \end{aligned}$$

$G_L$  et  $G_F$  sont les quantités produites par le leader et par son concurrent. La demande inverse, notée  $\hat{c}(G_L, G_F)$ , qui s'adresse aux firmes amont produisant du gaz en quantités  $G_L$  pour le leader et  $G_F$  pour la firme  $F$  se construit en égalisant les quantités demandées par l'aval et celles offertes par les producteurs. Autrement dit, les quantités offertes sur le marché final sont égales aux quantités offertes par les producteurs,  $q_{g_1}^* + q_{g_2}^* = G_L + G_F$ . La résolution de cette égalité en  $c$  donne la demande inverse de gaz naturel des firmes aval sur le marché amont,  $\hat{c}(G_L, G_F)$ . Cette demande d'approvisionnement en gaz naturel par les acteurs européens s'écrit :

$$\hat{c}(G_L, G_F) = \frac{(6(G_F + G_L)(\theta + 1) - \theta - 4)(\theta - 1)}{4 - \theta^2}.$$

A l'équilibre du jeu,  $\hat{c}(G_L, G_F)$  représente le coût d'approvisionnement unitaire des firmes de l'aval gazier.

### 3.3.5 Effets des coûts supportés par l'amont de la chaîne gazière

Nous avons déterminé la demande de gaz des firmes de l'aval sur le marché amont,  $\hat{c}(G_L, G_F)$ . Elle représente le prix auquel les firmes s'approvisionnent. Il reste à déterminer quelle est la forme de ce prix lorsque les producteurs de gaz naturel se concurrencent à la Stackelberg.

Le profit du leader sur le marché intermédiaire est composé de la recette issue de la vente de gaz moins le coût ( $c_F$ ) qu'il supporte pour cette production :

$$\pi_L = (\hat{c}(G_L, G_F) - c_F) G_F.$$

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL

Le profit de son concurrent, la firme  $F$ , se construit de façon similaire :

$$\pi_F = (\hat{c}(G_L, G_F) - c_L) G_L.$$

Dans le duopole de Stackelberg, le leader du jeu joue en premier en anticipant la réaction de son concurrent qui joue dans un second temps. Comme précédemment, nous appliquons le principe de récurrence amont. Autrement dit, nous résolvons d'abord l'étape où la firme  $F$  choisit son niveau de production puis l'étape où le leader maximise son profit.

Le producteur  $L$  intègre la fonction de réaction de la firme  $F$ . La fonction de réaction de la firme  $F$  est obtenue par la résolution des conditions de premier ordre. Dans notre cas, la production de la firme  $F$  réagit à la production de la firme  $L$  de la façon suivante :

$$\frac{\partial \pi_F}{\partial G_L} = 0 \iff G_F = \frac{6G_L\theta^2 - 6G_L + c_F(\theta^2 - 4) + (1 - \theta)(\theta + 4)}{12(1 - \theta^2)}.$$

Le leader, qui anticipe le comportement de son concurrent, introduit cette fonction de réaction dans sa fonction de profit avant de la maximiser. La fonction de profit, que le leader maximise, s'écrit alors :

$$\pi_L = \frac{(6\theta^2 - 6) G_L^2 + ((2\theta^2 - 8) c_L + c_F + (1 - \theta)(\theta + 4)) G_L}{2(2 - \theta)(\theta + 2)}.$$

La résolution des conditions de premier ordre,  $\frac{\partial \pi_L}{\partial G_L} = 0$ , indique quelles sont les quantités produites à l'équilibre. A l'équilibre, la production de la firme  $L$  est notée  $G_L^*$  et celle de la firme  $F$  est notée  $G_F^*$ . Ces quantités sont représentées par des fonctions paramétrées par les coûts de production et par le degré de substitution des biens.

A l'équilibre du sous jeu, qui est représenté par un exposant \* dans les calculs suivants, les quantités offertes sur le marché amont, respectivement par le leader et par la firme  $F$ , ont la forme suivante :

$$G_L^* = \frac{(2\theta^2 - 8) c_L + (4 - \theta^2) c_F + (1 - \theta) (\theta + 4)}{12(1 - \theta^2)},$$

$$G_F^* = \frac{(2\theta^2 - 8) c_L + (12 - 3\theta^2) c_F - (1 - \theta) (\theta + 4)}{24(1 - \theta^2)}.$$

Après substitution de  $G_L^*$  et  $G_F^*$  dans  $\hat{c}(G_L, G_F)$ , le prix du gaz naturel sur le marché amont s'établit selon l'expression suivante :

$$\hat{c}^*(c_L, c_F, \theta) = \frac{(4 - \theta^2) c_F + (8 - 2\theta^2) c_L + (1 - \theta) (\theta + 4)}{4(2 - \theta) (\theta + 2)} > 0.$$

$\hat{c}^*(c_L, c_F, \theta)$  est le prix auquel les firmes sur le marché final se fournissent en gaz naturel. Ce prix est fonction des coûts des producteurs et des préférences des consommateurs.

A l'équilibre, le profit de l'électricien se réécrit comme suit<sup>16</sup> :

$$\pi_1^* = \frac{A}{576 (\theta - 2)^2 (\theta + 2)^2 (1 - \theta^2)}.$$

L'analyse de l'évolution des profits d'équilibre selon les conditions d'approvisionnement est menée plus loin. Nous retenons simplement que les fonctions de profit sont continues sur les domaines de définition des paramètres. Il existe toujours une valeur de chaque fonction de profit pour tous les paramètres pris sur leur domaine de définition.

A l'équilibre, le profit du concurrent gazier est de la forme :

$$\pi_2^* = \frac{1}{144} \frac{\left( (2\theta^2 - 8) c_L + (\theta^2 - 4) c_F + 3(1 - \theta) (\theta + 4) \right)^2}{(\theta - 2)^2 (\theta + 2)^2}.$$

---

<sup>16</sup>  $A$  est donné dans l'Annexe 12.

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL

A l'équilibre, le profit du producteur leader, la firme  $L$ , du jeu s'exprime comme suit :

$$\pi_L^* = \frac{1}{48} \frac{((8 - 2\theta^2) c_L + (\theta^2 - 4) c_F + (1 - \theta)(\theta + 4))^2}{(4 - \theta^2)(1 - \theta^2)}.$$

A l'équilibre, le profit du producteur  $F$ , qui s'adapte à l'action de la firme  $L$ , est de la forme suivante :

$$\pi_F^* = \frac{1}{96} \frac{((8 - 2\theta^2) c_L + (3\theta^2 - 12) c_F + (1 - \theta)(\theta + 4))^2}{(4 - \theta^2)(1 - \theta^2)}.$$

Pour mener l'analyse de la sensibilité des profits des firmes aux conditions de production, nous étudions les prix d'équilibre sur le marché amont dans différentes conditions. Pour simplifier l'analyse, nous procédons à la normalisation de certains paramètres. La section suivante offre l'étude du coût d'approvisionnement des firmes de l'aval de la chaîne gazière.

#### 3.3.6 Réduction du coût d'approvisionnement

Dans un premier temps, nous soulignons un résultat standard de la littérature économique à savoir qu'une concurrence à la Stackelberg sur le marché amont conduit à un prix plus faible que lorsque les producteurs se concurrencent à la Cournot. Puis, nous montrons que l'écart de coûts entre producteurs tempère ce résultat.

Dans la dernière section du *chapitre 2*, nous avons établi que le prix d'équilibre sur le marché amont dans le cadre d'une concurrence à la Cournot<sup>17</sup> entre deux firmes symétrique est :

$$p^{c*} = \frac{(1 - \theta)(\theta + 4)}{3(2 - \theta)(\theta + 2)}.$$

---

<sup>17</sup>Rappel : les coûts des producteurs identiques sont normalisés à 0.

La symétrie des acteurs amont nous autorise à normaliser à zéro les coûts de production comme dans le chapitre 2. Une normalisation du même type dans le cadre d'une concurrence à la Stackelberg conduit à un prix de la forme :

$$\hat{c}^* = \frac{(1 - \theta)(\theta + 4)}{4(2 - \theta)(\theta + 2)}.$$

Du point de vue de l'approvisionnement des firmes sur le marché aval, l'écart des prix d'équilibre sur le marché amont nous indique que la situation de Stackelberg est plus favorable. En effet, comme nous le confirme l'expression suivante, le prix d'équilibre d'une concurrence à la Cournot est supérieur au prix d'équilibre d'une concurrence à la Stackelberg.

$$p^{c^*} - \hat{c}^* = \frac{(1 - \theta)(\theta + 4)}{12(4 - \theta^2)} \geq 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1; 1].$$

**Remarque 7** *Pour l'approvisionnement en gaz des firmes de l'aval gazier européen, il est préférable qu'une firme dispose du statut de leader sur le marché amont.*

Le pouvoir de marché de cet acteur réduit le prix auquel les firmes aval achètent leur input. En effet cet acteur commercialise d'importantes quantités sur le marché pour laisser peu de place à son concurrent qui ne peut que s'adapter à une telle décision de production. La quantité globale est alors moins importante.

Ce cadre d'analyse nous permet d'étudier le principal effet d'une concurrence à la Stackelberg entre producteurs. Cependant, il est restrictif puisqu'il ne tient pas compte des différences de coûts entre producteurs. La sous-section suivante s'attache à l'étude de l'impact de l'introduction de coûts supportés par les producteurs, sur les conditions d'approvisionnement en gaz des firmes européennes.

### 3.3.7 Asymétrie des coûts de production du gaz naturel

Les caractéristiques des champs gaziers, les différentes technologies d'extraction et de transport impliquent des coûts différents pour chaque producteur de gaz naturel. Nous supposons toujours que ces coûts sont constants. Nous reprenons l'analyse précédente en introduisant des coûts supportés par les producteurs.

Lorsque les coûts de production du gaz sont différents pour les deux acteurs amont, l'écart entre les prix d'équilibre deux types de concurrence est :

$$p^{c^*} - \hat{c}^* = \frac{(\theta^2 - 4) 2c_L + (4 - \theta^2) c_F + (1 - \theta) (\theta + 4)}{12(4 - \theta^2)}.$$

Nous cherchons à présent à déterminer quelles sont les conditions de coûts les plus favorables aux acteurs qui s'approvisionnent sur le marché amont. Ainsi, le pouvoir de marché du leader peut être altéré par l'introduction de coût.

Nous étudions d'abord le cas où le leader sur le marché amont dispose d'un avantage en coût. Ensuite, nous étudions le cas contraire où la firme suivant l'action du leader dispose d'un avantage en coût. Pour faciliter l'analyse, nous normalisons à 0 alternativement le coût de chaque producteur.

#### 3.3.7.1 Le leader dispose d'un avantage en coûts

Nous commençons par supposer que la firme leader sur le marché amont dispose d'un avantage en coût. Cet avantage peut découler du fait qu'elle dispose d'une meilleure technologie de production, de coûts d'exploration plus faibles, ou encore de coûts de transport jusqu'au marché final plus faibles que ses concurrents.

Dans le modèle, nous représentons cet avantage avec la normalisation des coûts du producteur leader à zéro,  $c_L = 0$ . La firme  $F$  supporte un coût plus élevé. Ce coût,  $c_F$ , représente ainsi l'écart entre les coûts des deux acteurs. Et, l'écart entre les prix

d'équilibres sur le marché amont dans le cas d'une concurrence à la Cournot et dans le cas d'une concurrence à la Stackelberg entre producteurs,  $p^{c^*} - \hat{c}^*$ , devient alors :

$$p^{c^*} - \hat{c}^* = \frac{(4 - \theta^2) c_F + (1 - \theta)(\theta + 4)}{12(4 - \theta^2)} > 0 \text{ pour tout } \theta \in [-1; 1].$$

**Remarque 8** *Lorsque la firme leader sur le marché de l'approvisionnement en gaz supporte des coûts moins élevés que ses concurrents, le prix d'équilibre sur le marché amont est réduit par rapport à une concurrence à la Cournot entre producteurs. C'est à dire  $p^{c^*} > \hat{c}^*$  quand  $c_L < c_F$ .*

Sans ambiguïté, une concurrence à la Stackelberg réduit le coût unitaire d'approvisionnement des firmes de l'aval de la chaîne gazière. Le leader, qui a des coûts faibles, commercialise des quantités plus importantes sur le marché amont. L'anticipation de la réduction de la production de son concurrent face à cette stratégie conduit à un prix plus faible que lors d'une concurrence à la Cournot où les firmes prennent le niveau d'output du concurrent comme donné.

Le pouvoir de marché du leader est renforcé par le fait qu'il supporte des coûts moins importants que son concurrent.

### 3.3.7.2 Désavantage en coûts du leader

Un producteur de gaz naturel peut disposer d'importants stocks de gaz. Donc, il est en mesure de mettre d'importantes quantités sur le marché. Mais, ces importantes réserves de gaz peuvent être coûteuses à exploiter. De plus, le leader peut se situer loin du lieu de consommation. Il supporte alors d'importants coûts de transport.

Le leader du marché peut donc supporter des coûts supérieurs à ceux supportés par ses concurrents. Pour exemple, si *Gazprom* agit comme un leader de la production de

### 3.3. EMERGENCE D'UN LEADER DANS LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL

---

gaz naturel, son concurrent *Sonatrach* qui suivrait éventuellement son action supporte quand à lui des coûts plus faibles<sup>18</sup>.

Maintenant, un marché amont est représenté par un oligopole où le leader n'a pas d'avantage en coût. Nous analysons comment est affecté le prix auquel s'approvisionnent les firmes aval. La normalisation à  $c_F = 0$  conduit à l'écart de prix, noté  $p^{c^*} - \hat{c}^*$ , suivant :

$$p^{c^*} - \hat{c}^* = \frac{(\theta^2 - 4) 2c_L + (1 - \theta) (\theta + 4)}{12(4 - \theta^2)}.$$

L'écart entre le coût d'approvisionnement dans le cadre d'une concurrence à la Cournot et dans le cadre d'une concurrence à la Stackelberg n'est pas toujours du même signe.

Les firmes de l'aval gazier ne préfèrent donc pas tout le temps une situation où il existe une concurrence à la Stackelberg sur le marché sur lequel ils s'approvisionnent, notamment si le leader supporte des coûts beaucoup plus élevés que ses concurrents.

**Proposition 4** *Il existe un seuil de coût à partir duquel le prix qui émerge d'une concurrence à la Stackelberg est supérieur au prix d'équilibre d'une concurrence à la Cournot entre producteurs.*

$$\begin{aligned} c_L^{seuil} &= \frac{(1 - \theta) (\theta + 4)}{2(4 - \theta^2)}, \\ p^{c^*} &< \hat{c}^* \text{ si } c_L > c_L^{seuil}, \\ \text{et } p^{c^*} &> \hat{c}^* \text{ si } c_L < c_L^{seuil}. \end{aligned}$$

Deux effets contraires conduisent à ce résultat. Le premier effet est l'effet pouvoir de marché de la concurrence à la Stackelberg. Le second effet est l'effet coût. La firme

---

<sup>18</sup>Source : "Analysis of future gas supply sources and costs for Europe", presentation, May 2004.

$L$  a des coûts plus élevés que son concurrent. Cela atténue l'effet pouvoir de marché lié à son rôle de leader.

L'effet pouvoir de marché du leader consiste à augmenter les quantités qu'il offre sur le marché. Il anticipe alors que son rival baisse sa production. Mais, au delà d'un seuil de coût supporté par la firme leader, cet effet est compensé par la hausse de coût. Le leader propose alors des quantités moins importantes que dans le cadre d'une concurrence à la Cournot.

Au contraire, son concurrent offre plus de gaz sur le marché amont que s'il était en concurrence à la Cournot. Autrement dit, quand  $c_L > c_L^{seuil}$ , une augmentation de la production du leader réduit moins les quantités de son concurrent. Les quantités totales mises sur le marché amont sont plus faibles que dans le cadre d'une concurrence à la Cournot. Le prix sur le marché amont est donc plus élevé. L'approvisionnement en gaz des firmes de l'aval gazier européen est plus coûteux.

Pour les firmes de l'aval gazier, une situation de concurrence à la Cournot est plus favorable lorsque le coût du leader est très élevé. Or, ces firmes ne peuvent choisir la stratégie des acteurs qui les approvisionnent.

A long terme leur objectif est donc, si une firme se comporte comme un leader de Stackelberg et supporte un coût  $c_L > c_L^{seuil}$ , d'atténuer le pouvoir de marché de ce producteur. Il peut en être ainsi lorsque les firmes de l'aval gazier réduisent la quantité de contrats de long terme qu'elles signent avec un producteur leader. Ceci a pour effet d'atténuer dans le long terme le pouvoir du leader. Les investissements de production et de transport de cet acteur peuvent alors être réduits. La place de leader du marché peut alors être contestée, et cela peut conduire à une modification du type de concurrence sur le marché amont.

### **3.3.8 Interprétations**

Cette section propose l'analyse des effets de la présence d'un leader sur le marché de l'approvisionnement gazier. En jouant comme un leader de Stackelberg, le producteur possède une stratégie d'engagement qui est crédible du point de vue des concurrents.

Le prix d'approvisionnement en gaz naturel des firmes sur le marché aval est plus faible que dans le cadre d'un marché amont gazier cartellisé (amont gazier monopolistique) ou que dans le cadre d'une concurrence à la Cournot entre ces producteurs.

Une limite de l'oligopole de Stackelberg est que le leader du jeu s'engage à produire avant que son concurrent n'ait annoncé sa stratégie. Mais, dans le cas de l'industrie du gaz naturel, cet engagement peut apparaître comme crédible aux yeux des concurrents. En effet, cette industrie nécessite de lourds investissements amortis sur de longues périodes. Lorsqu'un acteur qui détient des réserves importantes prend une décision d'investissement en production ou en transport, c'est pour d'importantes capacités. Les concurrents peuvent observer la mise en oeuvre des investissements et leur dimensionnement. L'engagement du leader est alors crédible.

Nous avons étudié l'effet des coûts de production du gaz sur le prix déterminé par un oligopole pour approvisionner deux firmes de l'aval de la chaîne gazière. Nous avons interprété les écarts de coûts entre les producteurs et déterminé qu'un acteur avec un pouvoir de marché très important peut voir son avantage disparaître sous l'importance des coûts de production.

Gazprom semble correspondre à un exemple intéressant dans ce sens. La firme dispose d'importantes réserves et capacités de production, ce qui peut lui conférer un statut de leader sur le marché amont, mais, l'exploitation de ses réserves est rendue coûteuse par les conditions météorologiques et géologiques des régions de production. Gazprom peut donc voir sa position d'acteur important sur le marché européen atténuée par le niveau élevé des coûts de production et de transport de son gaz.

### 3.4 Conclusion

Le chapitre 2 a soulevé l'importance des effets de stratégies de l'aval gazier sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens. Le marché du gaz naturel européen est verticalement relié. Sa spécificité est que les producteurs ne sont pas soumis au droit européen. De plus, les producteurs sont éloignés et gèrent une ressource stratégique. Leur objectif est de profiter de la plus grande rente possible de leur stock de gaz naturel.

Peu de producteurs sont en mesure d'offrir du gaz aux fournisseurs européens. Cette structure de marché oligopolistique conduit à une faible concurrence. Cette caractéristique est d'abord représentée par un pouvoir de monopole des producteurs. Le coût d'approvisionnement des firmes européennes est alors élevé. Une stratégie pour un acteur qui souhaite renforcer sa position sur le marché gazier est d'adopter une stratégie de ventes liées. Par exemple, un électricien qui utilise cette stratégie augmente son coût d'approvisionnement mais aussi celui de ses concurrents. La caractéristique de son offre sur le marché final lui permet d'être moins affecté par la hausse du coût d'approvisionnement que son concurrent.

Ce chapitre 3 représente un marché amont gazier monopolistique dans un premier temps puis, dans un second temps, un oligopole est utilisé pour introduire de la concurrence entre les acteurs de ce marché amont.

L'approvisionnement de l'électricien est alors coûteux mais il n'est pas exclu du marché gazier<sup>19</sup>. Lorsque les autorités européennes interdisent la pratique des ventes liées sur le marché final de l'énergie, alors la firme intégrée est incitée à vendre du gaz naturel à l'électricien, uniquement si gaz et électricité présentent de la complémentarité. Dans ce cas, le marché final sur lequel les deux acteurs sont en concurrence doit être

---

<sup>19</sup>Cette volonté de rester présent sur le marché gazier peut traduire, par exemple, le besoin d'image de marque de l'électricien ou la diversification de ses activités. Cet aspect n'est pas modélisé dans cette présentation et reste à développer dans de futurs travaux.

### 3.4. CONCLUSION

---

celui où les consommateurs utilisent l'électricité en complément du gaz naturel<sup>20</sup>.

Si pour des raisons d'indépendance et de sécurité des approvisionnements en gaz naturel, ou si la Commission Européenne estime que la présence des producteurs de gaz sur le marché final n'est pas favorable à la concurrence, l'industrie gazière reste séparée verticalement. Le développement d'une concurrence entre producteurs peut être favorable au coût d'importation du gaz<sup>21</sup>.

Dans la seconde section de ce chapitre, l'oligopole est asymétrique et les acteurs supportent des coûts différents. Deux cas sont alors abordés. Dans le premier cas, le leader de la production gazière à destination de l'Europe est avantagé en coût. C'est à dire que celui-ci produit et transporte le gaz jusqu'au marché européen à un coût plus faible que ses concurrents.

Les résultats portent sur la différence entre deux types de concurrence entre producteurs. Nous avons déterminé que de façon générale il est préférable pour le coût d'approvisionnement des firmes européennes qu'un leader émerge sur le marché amont gazier.

Cependant, lorsque ce leader supporte des coûts très élevés par rapport à ses concurrents, l'approvisionnement est moins coûteux pour les firmes aval si les producteurs se concurrencent à la Cournot. Il conviendrait alors d'intégrer une dynamique dans le modèle (répétition dans le temps). Par exemple, avec une diversification des approvisionnements gaziers des firmes européennes lorsque le leader supporte des coûts trop élevés par rapport à ses concurrents. Ce changement de structure de coût sur le marché

---

<sup>20</sup>La complémentarité peut être faible. Les gros consommateurs industriels et les centrale à gaz peuvent être pris pour exemple. L'estimation de degré de substitution entre l'électricité et le gaz naturel reste à mener sur le marché européen.

<sup>21</sup>Si ce n'est pas le cas, ou si les acteurs s'entendent sur les prix du gaz naturel à fixer pour le marché européen, la représentation du pouvoir de marché des producteurs avec un monopole est préférée. En effet, le monopole représente le cas extrême de l'exercice du pouvoir de marché. Il semble bien représenter le jeu des producteurs de gaz naturel qui n'indiquent pas actuellement de réelles intentions de concurrence pour approvisionner le marché européen.

amont peut provenir, par exemple, de l'arrivée d'un nouvel acteur sur le marché qui supporte un faible coût<sup>22</sup>. A moyen et long termes, l'existence d'un leader sur le marché amont peut être contesté. Les producteurs se concurrencent de façon plus symétrique en terme de pouvoir de marché. Ce qui peut conduire à rétablir une concurrence à la Cournot entre producteurs.

L'effet d'une asymétrie en coût entre producteurs et d'une asymétrie entre les offres des firmes sur le marché final a été abordé au cours de ce chapitre. Les firmes sur le marché de l'énergie européen, anciennement spécialisées sur un type d'énergie, souhaitent développer leurs activités. Ainsi, les acteurs vont chercher à se comporter comme l'électricien qui apparaît dans précédents modèles. C'est à dire, le gazier souhaite avoir une offre bi énergies, puisque l'électricité et le gaz naturel sont les deux énergies que nous considérons dans notre analyse.

A long terme, le développement de la concurrence sur le marché européen tend à rendre les firmes symétriques. Dans cette perspective, nous développons dans le chapitre suivant l'effet d'offres symétriques des firmes sur le marché aval sur les conditions d'approvisionnement en gaz naturel des firmes sur le marché aval. Les deux firmes du marché aval offrent du gaz et de l'électricité, nous étudions aussi la possibilité d'une transformation du gaz acheté sur le marché amont en électricité.

---

<sup>22</sup>Le lecteur peut penser ici a un des pays du Moyen Orient.

---

# Chapitre 4

## Technologies de production d'électricité et discrimination sur le marché amont

### 4.1 Introduction

La spécificité des acteurs du marché final incite les producteurs à discriminer entre leurs acheteurs. Un tel comportement des producteurs se justifie particulièrement dans le secteur du gaz naturel. En effet, les producteurs sont extérieurs à l'Europe, ils ne sont donc pas soumis aux autorités de la concurrence européennes. Ainsi, un producteur est libre de pratiquer des prix différents selon les acheteurs auxquels il fait face.

De plus, la fin des clauses de destination incite les producteurs à discriminer par les prix ses acheteurs. En effet, les clauses de destination avaient pour objet d'éliminer l'effet des différences de distance entre les pays acheteur de gaz. Un acheteur ne pouvait alors pas revendre le gaz acheté à un producteur avant que les quantités ne soient arrivées en un point de livraison contractuel. Les prix du gaz étaient donc différents selon les contrats.

Il apparaît donc fort possible que les producteurs continuent à discriminer entre les

firmes du marché final. Ils ont intérêt à mettre en place une telle stratégie au moins pour éviter que les firmes européennes revendent le gaz avant son arrivée au point de consommation. Un autre argument qui rend probable la discrimination par les prix sur le marché amont est que les firmes européennes auront différentes utilisations du gaz. Une modification de l'utilisation du gaz incite les producteurs à rendre le prix de leur output plus sensibles aux énergies alternatives. En observant ce comportement des acteurs sur le marché aval, les producteurs peuvent appliquer un prix différent à chacun de leurs acheteurs. Ainsi le prix proposé à une firme sur le marché aval dépend de ses caractéristiques (efficacité, diversification...).

A long terme, les acteurs européens sur le marché de l'énergie peuvent proposer des offres similaires à leurs consommateurs. Les précédents chapitres ont étudié le cas où une firme opérant historiquement sur le secteur électrique souhaite renforcer sa position sur le marché gazier. C'est pour cela que seule cette firme pratiquait des ventes liées. Il est aussi possible que les concurrents d'un électricien disposant d'une expérience dans le gaz naturel produisent de l'électricité à partir de gaz naturel. La concurrence se développe alors sur les marchés de l'électricité et du gaz naturel. C'est pour étudier l'impact de la différence de coût de production d'électricité sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel que nous proposons une symétrie entre les acteurs du marché final<sup>1</sup>.

Ce chapitre aborde dans un premier temps, l'effet de l'utilisation de différentes technologies de production d'électricité sur le prix du gaz naturel sur le marché amont. Un résultat standard de la littérature est rappelé dans un premier temps pour détailler l'effet d'un coût de production convexe de l'amont gazier sur le prix amont du gaz naturel. L'augmentation du prix du gaz pour les firmes européennes avec le coût de production est confirmée. Une analyse de la répartition des rentes est menée, le producteur utilise son pouvoir de marché pour obtenir une plus grande part de la rente. Ensuite, l'étude

---

<sup>1</sup>L'étude de l'effet de la transformation du gaz en électricité est séparée de l'étude des effets de la discrimination sur les prix de l'input dans le but de décomposer la responsabilité de chacun de ces effets dans l'évolution du prix amont du gaz naturel.

de l'effet de l'utilisation de gaz naturel dans la production d'électricité est développée.

Nous montrons que sans clause contractuelle d'indexation du prix du gaz naturel (ou détermination Netback) sur les énergies alternatives sur le marché final, le prix amont du gaz naturel prend en compte l'efficacité des technologies de production d'électricité sur le marché aval. Il dirige ainsi le prix de l'électricité sur le marché final.

Après avoir montré que les firmes européennes possèdent différentes caractéristiques, l'asymétrie entre les acteurs sur le marché final est réintroduite<sup>2</sup>. Il s'agit alors d'étudier quel est l'effet d'une discrimination par les prix menée par un producteur. La différence entre les firmes de l'ava gazier ne vient plus du mode de production d'électricité mais du fait qu'une seule firme est une technologie de production qui lui permet d'être présente sur le marché de l'électricité.

Dans ce cas, l'électricien offre de l'électricité et du gaz naturel alors que son concurrent gazier reste centré sur ses activités historiques.

Nous montrons que le producteur de gaz naturel détermine un prix plus faible à la firme qui diversifie son approvisionnement gazier. La présence de cette firme sur un marché final où une énergie concurrente est offerte, renforce cet effet discrimination. L'approvisionnement en gaz est moins coûteux pour une firme qui diversifie ses approvisionnements gaziers et qui diversifie ses activités dans des énergies concurrentes au gaz naturel.

---

<sup>2</sup>Cette asymétrie est représentée par l'absence d'un des deux acteurs européens du marché de l'électricité. Cette simplification est introduite pour réduire le nombre de paramètres de modèle. Les différences de coûts de production d'électricité entre les firmes européennes sont alors simplifiées à l'extrême. Il sera intéressant, dans de futurs travaux plus empiriques, de mesurer l'impact des coûts de production du gaz et de l'électricité sur l'écart entre les prix proposés par un producteur qui discrimine.

## 4.2 Transformation du gaz en électricité

### 4.2.1 Contexte

Le premier chapitre (*section 3.1.1*) aborde le problème du transport du gaz naturel. Ajouté aux coûts de mise en production et d'exploitation des champs gaziers, d'importants investissements et coûts de fonctionnement sont engagés pour fournir du gaz naturel à l'Europe. La section précédente considère des coûts unitaires de production et transport constants. Hors, sur la chaîne gazière les coûts sont élevés, ils sont la raison même de la création des contrats de long terme. Cette section relâche cette hypothèse et a pour objet d'étudier l'effet de fonctions de coûts supportées par le producteur sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel des firmes de l'aval européen. La complexité de l'étude du transport du gaz naturel est abordée dans l'article De Wolf et Smeers (2000).

Dans ce papier, les auteurs proposent une adaptation de l'algorithme du simplexe<sup>3</sup> pour résoudre le problème de transport du gaz naturel. Le problème du transport de gaz naturel est modélisé comme un problème de minimisation des coûts d'approvisionnement soumis à des contraintes non linéaires reliant les flux gaziers à la différence de pression dans les gazoducs ainsi qu'aux contraintes linéaires de conservation du gaz en chaque nœud du réseau, les pressions dans les pipelines sont aussi bornées. Les gazoducs sont représentés comme des arcs reliant les nœuds d'entrée (offre) du gaz aux nœuds de sortie (demande).

Par exemple, si les fournisseurs traditionnels de l'Europe concluent suffisamment de contrats et sur une période assez longue (jusqu'à épuisement d'un champ gazier) pour satisfaire toute la demande, la concurrence n'est pas la même sur le marché du gaz. Dans la mesure où aucun entrant ne peut s'approvisionner (si toutes les capacités de

---

<sup>3</sup>Rappelons la définition de l'algorithme du simplexe de George Dantzig. L'algorithme du simplexe est une technique de résolution de problèmes de programmation linéaire. Ainsi, étant donné un ensemble d'inégalités linéaires sur  $n$  variables réelles, l'algorithme permet de trouver la solution optimale pour une fonction objectif, qui est elle aussi linéaire.

transport sont saturées) le prix du gaz ne profite pas de l'ouverture sur le marché final à la concurrence.

Donc, il apparaît important de tenir compte des jeux d'acteurs et de la sensibilité de la demande lors de la modélisation du développement des réseaux de transport de gaz. Le développement des infrastructures de transport de gaz en direction de l'Europe résulte des anticipations des ventes sur le marché final européen.

#### 4.2.2 Le modèle

Pour représenter un marché sur lequel plusieurs acteurs sont susceptibles d'offrir à la fois du gaz et de l'électricité, nous établissons une symétrie dans les offres des acteurs sur les marchés finaux. Les deux firmes sur le marché final ont des offres symétriques, les coûts sont indentiques pour le gaz mais ils diffèrent pour la production d'électricité. Elles sont présentes à la fois sur le marché de l'électricité et sur le marché du gaz naturel. Ainsi, le marché aval de l'énergie est représenté par un duopole bi-énergies.

Afin d'analyser l'effet de l'utilisation de gaz dans la production d'électricité sur le coût d'approvisionnement en gaz des acteurs européens, nous proposons le jeu séquentiel suivant. D'abord, le producteur de gaz naturel supporte un coût de production et de transport du gaz ( $Z(Q_G)$ ) pour fournir du gaz sur le marché amont. Ce monopole détermine le prix ( $c^*$ ) de cette ressource sur le marché amont. Ensuite, l'électricien et son concurrent ne sont pas dotés de la même technologie pour produire l'électricité. Ces acteurs se concurrencent en quantités sur le marché final.

Dans ce cadre d'analyse, nous pouvons représenter le marché comme suit.

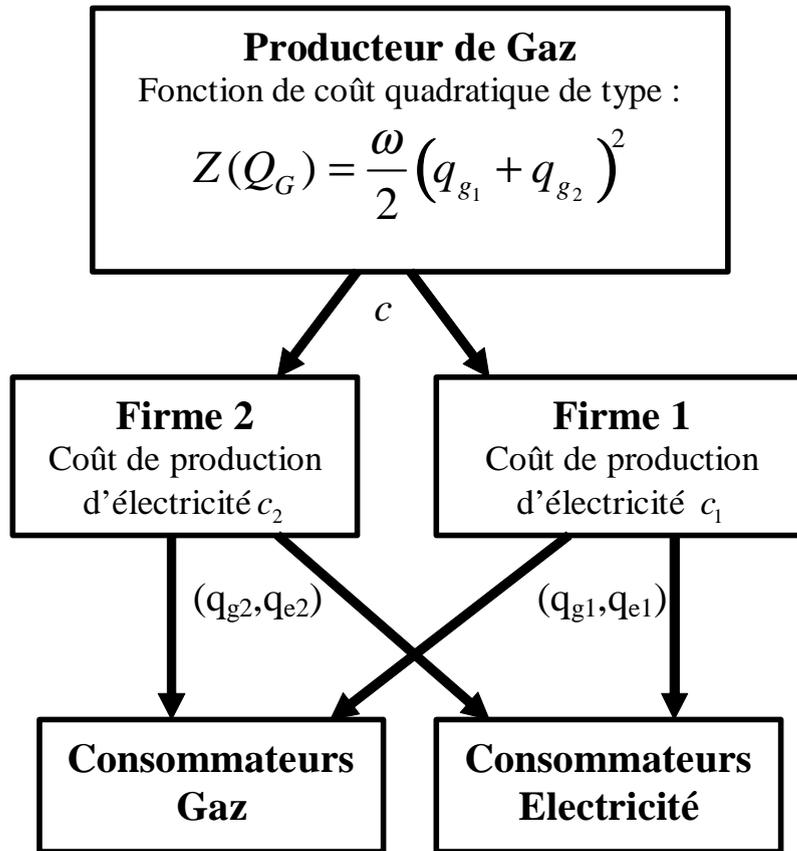


Schéma du jeu, offres symétriques sur le marché aval

Le schéma ci-dessus représente le jeu précédemment énoncé. Un producteur supporte des coûts quadratiques de production. Cet acteur détermine le prix du gaz naturel sur le marché amont. Deux firmes de l'aval achètent du gaz sur le marché amont puis se concurrencent en quantités pour la vente d'électricité et de gaz aux consommateurs finaux.

Nous proposons à partir d'un cadre de référence dans lequel les firmes se concurrencent en achetant du gaz à un monopole qui supporte un des coûts quadratiques, d'analyser l'effet de l'utilisation de gaz naturel dans la production d'électricité sur le coût d'approvisionnement gazier. Dans un premier temps, nous postulons que l'électricien et son concurrents sont dotés des mêmes technologies de production d'électricité. Ensuite, dans une autre section, nous supposons que l'électricien est doté d'une tech-

nologie alternative qui lui coûte  $c_1$  pour produire de l'électricité. Son concurrent, la firme 2, dispose une technologie qui lui permet de produire de l'électricité à partir de gaz naturel à un coût  $c_2$ . La section étudie comment le prix amont du gaz naturel est affecté lors de l'utilisation de gaz comme input dans la production d'électricité.

Nous comparons cette structure de l'industrie au benchmark du *chapitre 2*. Ensuite, nous poursuivons l'analyse du coût d'approvisionnement dans le cas où la firme 2 produirait toute l'électricité qu'elle offre sur le marché final à partir de gaz naturel.

#### 4.2.2.1 La fonction de coût de l'amont gazier

**4.2.2.1.1 Equilibre sur le marché final** Nous cherchons ici à déterminer comment le coût d'approvisionnement des acteurs européens est affecté lorsque des coûts de production et de transport sont intégrés de façon explicite dans la fonction de coût du producteur.

Dans cette section, les firmes 1 et 2 se concurrencent en quantités à la fois sur le marché du gaz et sur le marché de l'électricité. Les quantités totales consommées sur le marché final sont notées comme précédemment,  $Q_g = q_{g1} + q_{g2}$  pour le gaz et  $Q_e = q_{e1} + q_{e2}$  pour l'électricité. Le consommateur est indifférent entre consommer une unité de gaz achetée à la firme 1 et consommer une unité de gaz achetée à la firme 2. Il en est de même pour la consommation d'électricité.

Dans un premier temps, nous ne considérons pas les effets de la substitution entre les énergies. Ainsi, l'électricité et le gaz naturel sont indépendants. L'étude des effets de la différenciation des biens est menée plus loin dans notre analyse.

Nous cherchons d'abord l'équilibre sur le marché final avant de déterminer le prix du gaz naturel sur le marché amont.

Les firmes actives sur le marché final produisent de l'électricité à partir de technologies similaires. Cette symétrie est représentée par un coût de production d'électricité normalisé à zéro pour les deux acteurs. De plus, nous normalisons à zéro les coûts de

## 4.2. TRANSFORMATION DU GAZ EN ÉLECTRICITÉ

---

distribution sur le marché final du gaz et de l'électricité. Nous avons alors  $c_1 = c_2 = 0$ . L'accès des tiers est supposé transparent et non discriminatoire, tous les opérateurs supportent les mêmes coûts pour transporter l'électricité ou le gaz jusqu'au consommateur final. Ces coûts supportés par les acteurs sur le marché européen sont normalisés à zéros dans le modèle.  $c$  est le prix du gaz sur le marché amont.

Le profit des firmes 1 et 2 est noté :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= p_e q_{e1} + (p_g - c) q_{g1} \\ \pi_2 &= p_e q_{e2} + (p_g - c) q_{g2}\end{aligned}$$

La résolution des condition de premier donne un équilibre de *Cournot* unique et symétrique. Les deux firmes se concurrencent sur deux marchés séparés. Il n'y a pas de relation entre les quantités proposées par chacun entre les deux marchés. Nous obtenons les expressions symétriques des quantités à l'équilibre du sous-jeu :

$$\begin{aligned}q_{e1}^* &= \frac{1}{3}, q_{g1}^* = \frac{1-c}{3}, \\ q_{e2}^* &= \frac{1}{3}, q_{g2}^* = \frac{1-c}{3}.\end{aligned}$$

Dans ce cadre, le mode de définition du prix du gaz sur le marché amont n'affecte pas l'équilibre (prix et quantités) sur le marché final de l'électricité. A présent, nous étudions la résolution de la première étape du jeu. Il s'agit de déterminer le prix du gaz sur le marché amont. Le monopole amont définit un prix du gaz naturel pour les deux firmes européennes tel que son profit soit maximum.

Les sous sections suivantes présentent l'équilibre du jeu lorsque l'amont gazier supporte des coûts de production quadratiques. Nous analysons aussi l'effet d'une variation de ces coûts sur les conditions d'approvisionnements des acteurs européens. Ensuite,

nous analysons l'effet de l'introduction de coûts de génération d'électricité à partir de gaz naturel.

**4.2.2.1.2 Intégration de la fonction de coût du producteur** Comme précédemment, le pouvoir de marché est représenté par une structure de marché monopolistique sur le marché amont.

La théorie néoclassique représente la croissance des coûts marginaux par des fonctions de coûts convexes. Nous supposons que la technologie est monotone pour l'exploitation d'un gisement ou d'un pipeline installé. Dans le modèle développé ci-après, nous utilisons des fonctions de coûts quadratiques.

Gabriel, Kiet et Zhuang, (2005) utilisent des fonctions de coûts de production<sup>4</sup>, stockage et de pointe qui sont de forme quadratique. Cette forme de fonction de coûts est classique dans la théorie économique<sup>5</sup>. Nous reprenons cette forme de représentation des fonctions de coûts dans l'industrie du gaz naturel.

Un monopole producteur de gaz naturel, la firme notée  $M$ , maximise son profit et donne un prix unique pour approvisionner les acteurs de l'aval en gaz naturel. Il supporte une fonction coût quadratique (notée  $Z(Q_G)$ ), pour la production et le transport de gaz naturel, de forme :

$$Z(Q_G) = Z(q_{g1}, q_{g2}) = \frac{\omega}{2}(q_{g1} + q_{g2})^2,$$

où  $\omega \in [0, 1]$  est un coefficient qui indique le niveau du coût marginal.

---

<sup>4</sup>p. 814. Le modèle utilise aussi des fonctions de demandes linéaires.

<sup>5</sup> La théorie néo-classique considère la firme comme une entité qui maximise son profit et qui dispose de capacités de production. Dans ce cadre, les principales hypothèses portant sur les ensembles de possibilités de production sont : la convexité ; la libre disposition, c'est à dire qu'il n'est pas coûteux à la firme de ne pas vendre (ou de détruire) ses excédents de production ; la possibilité de stopper la production. Enfin, les rendements d'échelle non croissants découlent des hypothèses de convexité et de possibilité de stopper la production,  $f(\alpha x) \leq \alpha f(x)$  pour  $\alpha > 1$ . Plus de détails à ce sujet dans "*Leçons de théorie microéconomique*" D. Kreps, puf 1996, pp259-266, livre.

## 4.2. TRANSFORMATION DU GAZ EN ÉLECTRICITÉ

---

Nous notons que plus  $\omega$  est faible, plus le coût est faible et plus la firme est dite efficace.

Le profit de la firme amont s'écrit de la façon suivante :

$$\begin{aligned}\pi_M &= c(q_{g_1}^* + q_{g_2}^*) - \frac{\omega}{2}(q_{g_1}^* + q_{g_2}^*)^2, \\ \pi_M &= -\frac{2\omega + 6}{9}c^2 + \frac{6 + 4\omega}{9}c - \frac{2\omega}{9}.\end{aligned}$$

La maximisation de son profit en fonction du prix,  $c$ , donne le prix d'équilibre ( $c^*$ ) sur le marché amont du gaz naturel (ou prix intermédiaire ou prix de "sourcing"). La résolution des conditions de premier ordre donne l'expression suivant du prix d'équilibre sur le marché amont :

$$c^* = \frac{3 + 2\omega}{2(3 + \omega)},$$

où  $c^* > 0$  pour tout  $\omega \in [0, 1]$ .

Le prix d'équilibre sur le marché amont,  $c^*$ , est alors fonction du paramètre d'efficacité du producteur. Nous étudions comment ce paramètre affecte le prix d'équilibre sur le marché amont, c'est à dire comment le coût d'approvisionnement des acteurs européens est affecté lorsque le niveau du coût supporté par le producteur augmente. L'effet d'un accroissement unitaire du coût du transport,  $\omega$ , est décrit par l'expression suivante :

$$\frac{\partial c^*}{\partial \omega} = \frac{3}{2(3 + \omega)^2}.$$

Il vient naturellement qu'un accroissement du coût de l'amont gazier est répercuté sur le marché aval par l'intermédiaire d'une augmentation du prix intermédiaire du gaz naturel,  $\frac{\partial c^*}{\partial \omega} > 0$ .

Les quantités à l'équilibre du jeu s'obtiennent par substitution de  $c^*$  dans les expressions des quantités d'équilibre du sous jeu précédemment résolu. A l'équilibre, du jeu

CHAPITRE 4. TECHNOLOGIES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET DISCRIMINATION SUR LE MARCHÉ AMONT

---

les quantités produites par les firmes 1 et 2 s'expriment de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \text{Pour la firme 1} & : q_{e_1}^{**} = \frac{1}{3}, q_{g_1}^{**} = \frac{1}{2(3 + \omega)}, \\ \text{pour la firme 2} & : q_{e_2}^{**} = \frac{1}{3}, q_{g_2}^{**} = \frac{1}{2(3 + \omega)}. \end{aligned}$$

Comme dans le cas de référence du *chapitre 2*, les deux firmes sur le marché final sont actives. Ces firmes ont des parts de marché symétriques sur les marchés du gaz et de l'électricité.

Les profit de l'électricien, de son concurrent, du producteur et l'expression du bien être collectif sont fonction du paramètre d'efficacité du producteur de gaz naturel. Les égalités suivantes indiquent la forme de ces expressions et permet l'analyse de la variation des profits avec  $\omega$  :

$$\begin{aligned} \pi_1^{**} & = \pi_2^{**} = \frac{45 + 24\omega + 4\omega^2}{36(3 + \omega)^2}, \\ \pi_M^{**} & = \frac{1}{2(3 + \omega)}, \\ W^{**} & = \pi_1^{**} + \pi_2^{**} + \pi_M^{**} + SC = \frac{117 + 57\omega + 8\omega^2}{18(3 + \omega)^2}. \end{aligned}$$

Où  $SC = U - p_e(q_{e_1}^{**} + q_{e_2}^{**}) - p_g(q_{g_1}^{**} + q_{g_2}^{**})$  est le surplus des consommateurs. Le bien être collectif est composé de la somme des profits de l'industrie et du surplus des consommateurs.

L'accroissement unitaire du coût marginal de production est défavorable aux firmes. Pour confirmer ce résultat, nous étudions le sens de variation des profits suite à un choc sur  $\omega$  à l'équilibre du jeu.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_1^{**}}{\partial \omega} & = \frac{\partial \pi_2^{**}}{\partial \omega} = -\frac{1}{2(3 + \omega)^3}, \\ \frac{\partial \pi_M^{**}}{\partial \omega} & = -\frac{1}{2(3 + \omega)^2}, \\ \frac{\partial W^{**}}{\partial \omega} & = -\frac{7 + \omega}{2(3 + \omega)^3}. \end{aligned}$$

Le profit de chaque acteur de l'industrie est affecté négativement par une augmentation du coût de production.  $\frac{\partial \pi_1^{**}}{\partial \omega} = \frac{\partial \pi_2^{**}}{\partial \omega} < 0$  et  $\frac{\partial \pi_M^{**}}{\partial \omega} < 0$  pour tout  $\omega$ . Ces baisses de profits suggèrent que le bien être collectif est affecté dans le même sens,  $\frac{\partial W^{**}}{\partial \omega} < 0$  pour tout  $\omega$ . Le producteur augmente le prix du gaz, les firmes européennes répercutent cette hausse sur le consommateur final et cèdent une part de leur profit.

L'analyse suivante confirme les résultats standards de la littérature. Dans une industrie reliée verticalement, la firme amont répercute une augmentation de ses coûts sur le marché amont. Toute augmentation de coût affecte alors l'aval de la chaîne. La firme située en amont a le pouvoir de répercuter une hausse de ses coûts. La présentation de ces résultats est complétée par l'étude de l'effet de l'utilisation du gaz naturel pour produire de l'électricité sur le prix amont du gaz.

### 4.2.2.2 Effet de l'introduction de coût sur l'amont gazier : comparaison avec le cas où les coûts sont normalisés à zéro

Nous analysons quel est l'effet de l'introduction d'une fonction de coût supportée par le producteur sur le prix amont du gaz, sur les quantités et profits d'équilibre du jeu. Dans le cadre d'analyse initial, auquel nous comparons les résultats de la sous section précédente, un monopole produit du gaz à un coût normalisé à zéro. Il offre ce gaz à deux fournisseurs européens qui se concurrencent en quantités sur le marché du gaz. Un de ces deux acteurs est en position de monopole dans la production d'électricité. Nous rappelons que dans de telles conditions, le prix du gaz sur le marché amont défini par le monopole producteur de gaz s'établit à  $c^*$  :

$$c^* = \frac{1}{2}.$$

Les quantités d'équilibre sur le marché final sont alors données par les expressions suivantes :

$$\begin{aligned} q_{e_1}^{**} &= \frac{1}{3}, q_{g_1}^{**} = \frac{1}{6}, \\ q_{e_2}^{**} &= \frac{1}{3}, q_{g_2}^{**} = \frac{1}{6}. \end{aligned}$$

A l'équilibre du jeu, les profits et le bien être collectif s'écrivent de la façon suivante :

$$\begin{aligned} \pi_1^{**} &= \pi_2^{**} = \frac{5}{36}, \\ \pi_M^{**} &= \frac{1}{6}, \\ W^{**} &= \frac{13}{18}. \end{aligned}$$

L'étude de l'introduction d'une fonction de coût supportée par le monopole producteur de gaz naturel donne un résultat classique. L'approvisionnement en gaz naturel des firmes européennes sera une fonction croissante du coût supporté par le producteur. Le pouvoir de marché du producteur lui permet d'être moins affecté par une augmentation des coûts que les acteurs sur le marché final.

En effet, la différence de prix sur le marché intermédiaire  $\Delta c = \frac{3+2\omega}{2(3+\omega)} - \frac{1}{2} = \frac{\omega}{2(3+\omega)} > 0$  pour tout  $\omega$ . Ce qui confirme l'idée que le producteur charge un prix plus élevé à ses acheteurs lorsque qu'il supporte des coût de production, de transport et de transit.

De plus, le prix proposé par le producteur est d'autant plus élevé que son coût est important. En effet,  $\frac{\partial \Delta c}{\partial \omega} = \frac{3}{2(3+\omega)^2} > 0$  pour tout  $\omega$  pris sur son ensemble de définition. Le producteur en monopole répercute une augmentation de coût sur les consommateurs. Il n'annule pas sa marge alors qu'il est moins efficace. Cet effet est lié au pouvoir de marché du producteur.

Remarquons que dans le cadre d'un oligopole producteur de gaz naturel le sens de ce résultat est le même. Une augmentation du coût de production de l'oligopole est

## 4.2. TRANSFORMATION DU GAZ EN ÉLECTRICITÉ

---

directement répercutée sur les firmes européennes importatrices de gaz. Cette augmentation est ensuite répercutée sur le consommateur final. Nous notons que cette analyse peut être conduite de façon symétrique dans le cas d'une baisse du niveau des coûts de production.

Dans ce suivant, nous montrons que cet effet pouvoir de marché n'affecte pas trop la rente que le producteur de gaz extrait du marché. Les firmes de l'aval, doivent réduire leur marge suite à une augmentation du coût de production.

L'augmentation des coûts sur l'amont de la chaîne gazière est plus dommageable pour l'électricien et le gazier que pour le producteur  $\Delta\pi_1 = \Delta\pi_2 < \Delta\pi_M$ . En effet, la comparaison des profits entre le cas sans coûts et le cas avec coûts nous permet d'analyser les écarts de profits suivants :

$$\begin{aligned}\Delta\pi_1 &= \Delta\pi_2 = \frac{\omega(6 + \omega)}{36(3 + \omega)^2} > 0, \\ \Delta\pi_M &= \frac{\omega}{6(3 + \omega)} > 0, \\ \Delta W &= \frac{\omega(21 + 5\omega)}{18(3 + \omega)^2} > 0,\end{aligned}$$

**Remarque 9** *Pour compenser l'augmentation de ses coûts, le producteur augmente le prix sur le marché intermédiaire mais pas suffisamment pour compenser toute la perte. Les firmes 1 et 2 réduisent les quantités proposées au consommateur (augmentent le prix). Le surplus du consommateur et le bien être sont alors diminués.*

L'introduction d'une fonction de coût pour l'amont gazier a pour effet de réduire les profits de l'électricien, de son concurrent et du producteur de gaz naturel. Pour le producteur, même en monopole, l'accroissement des coûts ne peut pas être intégralement reporté sur les firmes 1 et 2. Si tel était le cas, les quantités de gaz consommées

sur l'aval de la chaîne seraient trop faibles. Les profits des firmes seraient encore plus affectés.

**Remarque 10** *Le producteur est moins affecté par l'introduction de coûts puisqu'il capte une rente plus importante que les firmes de l'aval européen.*

Le pouvoir de marché de l'amont gazier ne permet pas aux firmes qui se concurrencent sur le marché final de répercuter l'intégralité de la hausse des coûts de l'amont gazier. Ces firmes récupèrent une part moins importante de l'augmentation des coûts que le monopole amont.

Une telle hausse de coût réduit le bien être collectif. Les autorités régulation européennes ont de faibles possibilités d'influencer sur cette réduction de bien être. Il découle des caractéristiques de l'amont de la chaîne gazière constitué d'entreprises étrangères à l'Union Européenne. Juridiquement, les autorités européennes ne peuvent pas imposer au producteur de supporter une part plus importante d'une hausse de coûts au lieu de reporter cette augmentation sur le marché aval européen.

L'effet des coûts supportés par l'amont de la chaîne gazière est maintenant connu. Nous cherchons à déterminer si l'utilisation de gaz dans la production d'électricité renforce la baisse du bien être collectif. Il est possible qu'un acteur qui dispose d'une technologie qui utilise un input dont le prix n'est pas affecté par le prix du gaz naturel gagne des parts de marché sur le marché de l'électricité. S'il dispose d'une technologie assez efficace et qu'il augmente les quantités sur le marché final, alors le bien être collectif peut être amélioré.

### 4.2.3 Coût de la production d'électricité à partir de gaz naturel

Comme nous l'avons présenté dans le premier *chapitre*, les acteurs européens présents sur le marché gazier profitent de la compétitivité du prix du gaz naturel pour

produire de l'électricité. L'objectif est de renforcer leur part de marché sur le marché de l'électricité. Le prix amont du gaz naturel va, dans le cas d'une production d'électricité à partir de gaz, déterminer celui de l'électricité.

Cette section analyse comment un producteur est susceptible de modifier le prix du gaz naturel lorsqu'une des firmes aval utilise une part de son approvisionnement gazier pour produire de l'électricité. Elle mène l'étude de l'évolution du coût d'approvisionnement en gaz des firmes européennes lorsqu'une firme produit de l'électricité à partir du gaz. Nous étudions l'impact de la variation du coefficient de transformation de gaz en électricité.

### 4.2.3.1 L'équilibre sur le marché final

La firme 1 n'est dépendante du gaz qu'au niveau de sa activité gazière. À présent, nous supposons que seule la firme 2 est dotée d'une technologie qui lui permet de produire de l'électricité à partir de gaz naturel. Cette technologie transforme une unité de gaz naturel en  $\beta$  unités d'électricité ( $\beta > 0$ ). Toute l'électricité offerte par la firme 2 est produite à partir de gaz naturel. Toute l'activité de la firme 2, sur les marchés du gaz et d'électricité dépend de ses conditions d'approvisionnement en gaz. Au contraire, la firme 1 supporte un coût  $c_1$  pour produire de l'électricité qui est indépendant du prix du gaz naturel. Nous supposons qu'à l'inverse de la firme 2, la firme 1 souhaite diversifier sa production d'électricité. Cette firme n'utilise donc pas de gaz naturel pour produire de l'électricité, elle réduit sa dépendance par rapport à cette énergie. Les profits des firmes 1 et 2 sont de la forme :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= (p_e - c_1)q_{e_1} + (p_g - c)q_{g_1}, \\ \pi_2 &= (p_e - \beta c)q_{e_2} + (p_g - c)q_{g_2}.\end{aligned}$$

Les deux firmes ont des recettes issues de la vente de gaz et d'électricité. Le coût de la firme 1 est composé du coût d'achat du gaz,  $c$ , destiné à la revente de gaz sur le marché

final et du coût  $c_1$  de production d'électricité. Ce dernier coût ( $c_1$ ) est indépendant du prix du gaz naturel et du prix des autres inputs utilisés pour la production d'électricité.

Le coût de la firme 2 est composé du coût d'achat du gaz,  $c$ , et du coût imposé par la transformation de gaz en électricité,  $\beta c$ . Le coût d'achat du gaz est le même que celui de son concurrent puisque les deux firmes s'approvisionnent sur le même marché.

Le timing du jeu est le suivant. Le producteur définit le prix d'équilibre du gaz naturel qui maximise son profit. Ensuite, les firmes sur le marché aval s'approvisionnent en gaz pour se concurrencer sur le marché final.

La maximisation des profits des deux acteurs nous permet d'obtenir l'équilibre sur le marché final. Ainsi, la résolution des conditions de premier ordre conduit à l'équilibre du sous jeu suivant :

$$\begin{aligned} q_{e_1} &= \frac{1 - 2c_1 + \beta c}{3}, q_{g_1} = \frac{1 - c}{3}, \\ q_{e_2} &= \frac{1 + c_1 - 2\beta c}{3}, q_{g_2} = \frac{1 - c}{3}. \end{aligned}$$

Nous étudions à présent quel est l'effet de l'introduction de coût de transformation du gaz en électricité sur le coût d'approvisionnement des deux acteurs européens.

#### 4.2.3.2 Evolutions du coût d'approvisionnement

Le producteur détermine le prix sur le marché amont en maximisant son profit. Nous supposons, pour faciliter l'analyse des effets du coût de transformation du gaz en électricité, que le coût du producteur est normalisé à zéro. En intégrant les expressions des quantités d'équilibre sur le marché aval dans la fonction de profit du producteur, nous obtenons l'expression à maximiser en  $c$  suivante :

$$\pi_M = c(q_{g_1} + q_{g_2} + \beta q_{e_2}) = -\frac{2 + 2\beta^2}{3}c^2 + \frac{2 + \beta(1 + c_1)}{3}c,$$

## 4.2. TRANSFORMATION DU GAZ EN ÉLECTRICITÉ

---

ce profit est composé des quantités de gaz achetée par les acteurs sur le marché final à la fois pour revendre le gaz et pour produire de l'électricité.

A l'équilibre du jeu, le prix du gaz naturel sur le marché amont est donné par :

$$c^* = \frac{2 + \beta(1 + c_1)}{4(1 + \beta^2)}.$$

Ce prix est croissant en  $c_1$ . Le producteur fixe un prix d'autant plus élevé que le coût de production d'électricité à partir d'une énergie alternative est élevé. Ce qui est confirmé par l'égalité suivante :

$$\frac{\partial c^*}{\partial c_1} = \frac{\beta}{4(1 + \beta^2)} > 0 \text{ pour tout } \beta.$$

**Remarque 11** *Lorsque le prix de l'énergie concurrente augmente, le producteur de gaz à intérêt à aussi augmenter son prix. La hausse qu'il est incité à répercuter est inférieure à celle de l'énergie concurrente. Il peut alors capter une partie plus importante du surplus sur le marché final.*

L'évolution du prix du gaz sur le marché amont en fonction du coefficient ( $\beta$ ) de conversion du gaz en électricité est plus sensible aux paramètres. L'expression de la dérivée à étudier est la suivante :

$$\frac{\partial c^*}{\partial \beta} = \frac{1 + c_1(1 - \beta^2) - \beta^2 - 4\beta}{4(1 + \beta^2)^2}.$$

**Remarque 12** *Le coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens augmente avec le coût de transformation du gaz en électricité.*

Ainsi, le prix est croissant lorsqu'il faut plus d'une unité de gaz pour produire une unité d'électricité et que le coût de production d'électricité à partir d'une énergie alternative est inférieur à un seuil. Ce seuil est le coût ( $c_1$ ) qui annule la dérivée,  $\frac{\partial c^*}{\partial \beta} = 0$ . Ces conditions se résument par l'expression suivante :

$$\text{si } \beta > 1 \text{ et } c_1 > \frac{1 - \beta^2 - 4\beta}{\beta^2 - 1} \text{ alors } \frac{\partial c^*}{\partial \beta} > 0.$$

Lorsqu'il faut plus d'une unité de gaz pour produire une unité d'électricité, l'effet de  $c_1$  sur la variation du coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens est inversé. Le prix défini par le producteur sur le marché amont est croissant en  $\beta$  uniquement si  $c_1 > \frac{1 - \beta^2 - 4\beta}{\beta^2 - 1}$ . Le producteur augmente le prix du gaz lorsqu'il est coûteux de produire de l'électricité avec une technologie qui n'utilise pas de gaz naturel.

La baisse du coût d'approvisionnement des acteurs européens ( $\frac{\partial c^*}{\partial \beta} < 0$ ) survient lorsque du progrès technique permet la réduction des quantités de gaz utilisées pour produire de l'électricité. Dans notre modèle, cela se traduit par une réduction exogène de  $\beta$  (progrès technique par exemple).

Les profits des trois firmes de l'industrie et le bien être collectif s'expriment selon les équations suivantes :

$$\begin{aligned} \pi_1^{**} &= \frac{(49\beta^2 + 64) c_1^2 - (70\beta^2 + 36\beta + 64) c_1 + 41\beta^2 + 12\beta + 20}{144A}, \\ \pi_2^{**} &= \frac{(4\beta^4 + 17\beta^2 + 16)}{144A^2} c_1^2 \\ &\quad + \frac{(8\beta^4 - 24\beta^3 + 34\beta^2 - 36\beta + 32) c_1 + 20\beta^4 - 24\beta^3 + 49\beta^2 - 36\beta + 20}{144A^2}, \\ \pi_M^{**} &= \frac{(2 + \beta(1 + c_1))^2}{24A}, \\ W^{**} &= \frac{(143\beta^4 + 316\beta^2 + 176)}{288A^2} c_1^2 \\ &\quad + \frac{(-170\beta^4 - 84\beta^3 - 304\beta^2 - 96\beta - 128)}{288A^2} c_1 \\ &\quad + \frac{247\beta^4 - 36\beta^3 + 464\beta^2 - 48\beta + 208}{288A^2}. \end{aligned}$$

## 4.2. TRANSFORMATION DU GAZ EN ÉLECTRICITÉ

---

où  $A = 1 + \beta^2$ .

Tous les profits sont positifs sur les intervalles de définition des paramètres.

Le profit du producteur est croissant avec le coût de l'énergie alternative utilisée pour produire de l'électricité par la firme 1. Comme nous l'avons déterminé plus haut, le monopole augmente son prix lorsque ce coût augmente. Son profit varie donc dans le même sens. Ce profit augmente aussi avec  $\beta$  lorsque  $\beta < \frac{1+c_1}{2}$ .

Preuve :

$$\frac{\partial \pi_M}{\partial \beta} = \frac{(1 + \beta + \beta c_1)(-2\beta + 1 + c_1)}{12A^2}.$$

$\frac{\partial \pi_M}{\partial \beta} > 0$  pour de faibles valeurs de taux de conversion du gaz en électricité,  $\beta < \frac{1+c_1}{2}$ .

### 4.2.4 Commentaires

Dans cette partie, nous avons introduit une symétrie entre les offres de acteurs sur le marché final. Donc, deux firmes offrent du gaz et de l'électricité au consommateur final. Cette symétrie des offres est modélisée pour étudier d'abord l'impact des coûts du producteur de gaz et ensuite des coûts de transformation du gaz en électricité sur le coût d'approvisionnement en gaz sur le marché de l'énergie européen.

Ainsi, l'introduction d'une fonction de coût quadratique pour la production et le transport du gaz naturel a permis de montrer l'importance du pouvoir de marché des producteurs sur l'aval de la chaîne gazière. Toute hausse du niveau de coût de production se traduit par une hausse du prix auquel les acteurs européens s'approvisionnent en gaz naturel.

Ensuite, l'introduction de coûts de production d'électricité différents pour les deux firmes sur le marché européen de l'énergie nous indique l'importance de ne pas uniquement dépendre du gaz naturel pour satisfaire la demande d'électricité. La technologie utilisée pour produire de l'électricité à partir du gaz à un rôle important. En effet, le producteur de gaz définit un prix du gaz sur le marché amont qui dépend du coefficient

#### *CHAPITRE 4. TECHNOLOGIES DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ ET DISCRIMINATION SUR LE MARCHÉ AMONT*

---

de conversion du gaz en électricité et du prix de l'énergie alternative qui permet aussi de produire de l'électricité.

Le prix que le producteur de gaz détermine est une fonction croissante du coût de l'énergie alternative qui permet la production d'électricité. Les firmes européennes s'approvisionnement en gaz à un prix d'autant plus élevé que le coût de production de l'électricité est fort.

Cette section mettait l'accent sur l'évolution du coût d'approvisionnement en gaz des firmes européennes lorsque le producteur supporte un coût de production normalisé à zéro et qu'un des acteurs de l'aval gazier européen transforme du gaz naturel en électricité.

Un autre point important à ajouter à l'analyse des effets de l'utilisation de gaz naturel sur les conditions d'approvisionnement est le comportement de discrimination des producteurs. Le prix proposé par le producteur diffère selon les caractéristiques de l'acheteur. La section suivante s'attache à l'étude de ce sujet.

Autrement dit, nous menons l'étude des prix définis par un producteur vendant son gaz à des prix différents à des firmes de l'aval gazier qui ont des caractéristiques différentes.

## 4.3 Discrimination sur les prix de l'input

### 4.3.1 Contexte

Cette section présente l'analyse des effets d'une discrimination sur les prix de l'input gaz naturel par un producteur et l'impact sur le coût d'approvisionnement en gaz pour les firmes actives sur l'aval de la chaîne gazière.

Comme le souligne le rapport de la Commission Européenne, "Perspectives du marché intérieur du gaz et de l'électricité", (SEC (2007) 12), les conditions d'accès des tiers au réseau gazier européen restent discriminatoires. Ces comportements discriminatoires peuvent aussi être reproduits sur le marché amont par les producteurs.

La Commission Européenne ne dispose d'aucun moyen juridique pour interdire les comportements discriminatoires des producteurs de gaz naturel extérieurs à l'Europe. Il est alors intéressant d'analyser l'effet d'une telle stratégie des producteurs sur le coût d'approvisionnement d'une firme européenne.

Le jeu étudié est le suivant. Un producteur de gaz détermine les prix du gaz qu'il vend à deux firmes européennes. Un électricien et un gazier européens importent du gaz naturel pour le revendre sur le marché final. Ces deux firmes se concurrencent en quantités sur le marché final. Nous résumons le marché amont à un monopole parce qu'il représente le pouvoir de marché le plus important possible sur l'amont gazier. Les résultats que nous obtenons avec cette forme de pouvoir de marché sont aussi envisageables dans le cadre d'une structure plus concurrentielle.

Aurtement dit, les effets obtenus en monopoles existent lors de l'analyse dans le cadre oligopolistique. Les résultats proposés sur la stratégie de l'électricien seront renforcés par l'analyse d'une situation oligopolistique.

Par ailleurs, l'utilisation du modèle où un monopole est présent sur l'amont de la chaîne nous permet de mener une analyse en terme de discrimination sur les prix de l'input.

Cependant, les firmes de l'aval sont en mesure de changer de producteur, même s'il est moins efficace ou plus coûteux. Cet effet de substitution du côté de la demande est abordé par Inderst et Valletti (2006). Cette possibilité de changement d'offreur d'input contraint le monopole dans sa détermination des prix, le prix de l'input reste cependant fixé au dessus de son coût marginal de production.

Nous prenons l'exemple d'un producteur tel que Sonatrach. Nous supposons que ce producteur offre du gaz naturel à *EDF* et à Gaz de France, deux acteurs sur le marché de l'énergie européen. La possibilité que ces acteurs orientent leurs achats de gaz vers d'autres sources, telles que Gazprom ou *les pays du Moyen Orient*, incite le producteur à déterminer des prix du gaz différents selon les caractéristiques des acteurs du marché final.

Combinées à la confidentialité des contrats, les clauses de destination<sup>6</sup> sur le marché européen, permettaient aux producteurs de gaz naturel de fixer des prix différents selon les acteurs sur le marché final. Il était alors interdit à un acteur qui bénéficiait d'un prix faible de revendre le gaz naturel sur un autre marché que celui qui était notifié dans le contrat.

Les producteurs pouvaient donc fixer un prix du gaz différent selon le marché final, selon les caractéristiques de substitution ou le parc énergétique du pays. Les clauses de destination représentent une sorte de discrimination sur les prix de l'input gaz naturel. L'abolition des ces clauses modifie la façon dont les producteurs vont pratiquer la discrimination sur les prix de l'input. En effet, ils ne peuvent plus discriminer marché par marché, il vont être incité à discriminer acteur par acteur.

Lors de la fixation du prix du gaz naturel un acteur tel que *Sonatrach* tient compte de l'utilisation faite du gaz qu'il vend par ses clients. Pour fixer le prix de vente du gaz, le producteur de gaz prend en compte la possible substitution de son gaz avec d'autres énergies ou la possibilité d'une revente du gaz sur le marché final. Ainsi, *Gaz de France* peut acheter du gaz à *Sonatrach* puis le revendre à *EDF*.

---

<sup>6</sup>Ces clauses sont supprimées progressivement à partir de 2004.

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

Discriminer par les prix ses acheteurs permet à *Sonatrach* de maîtriser la source de gaz utilisées par les firmes aval. En déterminant des prix différents à *EDF* et *Gaz de France*, il évite que *EDF* s'approvisionne en gaz chez *Gaz de France*. De plus, le surplus qu'il récupère sur le marché final est plus important puisqu'il fixe un prix plus faible à l'acteur le plus efficace qui produit donc plus. Le producteur prend aussi en compte l'efficacité des firmes de l'aval gazier.

Face à plusieurs acheteurs, étant donné la structure des coûts de production et de transport du gaz naturel, compte tenu du caractère secret des contrats de long terme, un producteur a tout intérêt à proposer un prix différent à chacun de ses acheteurs. La discrimination entre les importateurs européens a pour but de capter le surplus sur la chaîne gazière.

Nous analysons, dans le cadre d'un producteur en position de monopole, comment la discrimination par le prix de l'input gaz affecte l'approvisionnement des firmes de l'aval gazier. Avant d'interpréter et de développer les résultats de la littérature sur la discrimination sur les prix de l'input à l'industrie du gaz naturel, nous survolons les principaux résultats de la littérature.

Golombek, Gjelsvik et Rosendahl (1995) introduisent la discrimination sur le marché du gaz naturel. Dans leur article, les traders, qui représentent les vendeurs aux clients finaux, ont la possibilité de discriminer les clients industriels et les ménages. Les producteurs se concurrencent à la Cournot. Les auteurs concluent que les traders fixent un prix plus élevé aux gros consommateurs (les industriels) qu'aux ménages. Cette discrimination permet une augmentation des profits par rapport à la situation où les traders ne peuvent pas discriminer. Les ménages ont une demande plus faible que les gros consommateurs.

Notre modèle est basé sur la discrimination des acteurs sur le marché final du gaz, les producteurs de gaz naturel déterminent des prix différents selon les acheteurs sur le marché amont. L'information sur le type, son efficacité, de l'entreprise est supposée

parfaite<sup>7</sup>.

L'effet de la discrimination sur les prix de l'input est étudié dans les articles de Katz (1987) et DeGraba (1990). Le résultat central est que ce type de discrimination, sur le marché de l'input, réduit le bien être collectif. En effet, une distorsion est introduite par la discrimination sur le marché amont, la firme la plus efficace reçoit un prix de l'input plus élevé qu'en tarification uniforme. Yoshida (2000) étend ces résultats en étudiant l'effet de la discrimination sur les prix de l'input lorsque l'output final est modifié par une telle forme de tarification. Yoshida (2000) conclut qu'une augmentation de l'output final est une condition suffisante pour la dégradation du bien être collectif. La firme la moins efficace sur le marché final reçoit un prix plus faible qu'en tarification uniforme et de ce fait produit plus, au contraire la firme la plus efficace produit moins puisqu'elle reçoit un prix plus élevé. Nous montrons que pour deux

Valletti (1998) conclut à la possible inefficacité de la régulation des industries de réseaux si la firme qui détient une infrastructure essentielle peut discriminer par les prix. L'auteur propose alors de ne pas réguler l'industrie et d'instaurer une tarification non discriminatoire. Pour adapter ce résultat au marché gazier européen, nous devons avoir à l'esprit que le régulateur européen ne peut pas contrôler l'action des producteurs qui vendent l'input essentiel (le gaz) à un prix qui n'est peut être pas le même pour tous les acteurs. Nous considérons ce prix à la frontière de l'Europe, l'accès des tiers au réseau est ensuite supposé parfait.

Dans ce cadre, notre modèle tente d'interpréter les effets de la discrimination sur les prix de l'input sur les firmes européennes.

Valletti (2003) montre aussi que contrairement à la discrimination sur le marché final, la discrimination sur les prix de l'input réduit le bien être collectif par rapport à une situation de tarification uniforme. Notre modèle est proche de cet article dans le

---

<sup>7</sup>Dans un contexte de transparence de l'information sur le marché européen ouvert à la concurrence.

Il semble intéressant, dans de futurs travaux, de s'attacher à l'étude de problèmes d'information sur le type des acheteurs européens.

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

sens où nous représentons aussi la concurrence sur l'aval sur le marché européen par une concurrence à la Cournot. De plus nous normalisons aussi les coûts marginaux de l'amont à zéro<sup>8</sup>. Nous repropions aussi l'exemple de demandes linéaires. L'auteur étend les résultats de Katz (1987), de DeGraba (1990) et de Yoshida (2000) en décomposant le profit du producteur. La décomposition est la suivante. Une partie du profit dépend de la distribution des prix de l'input et l'autre partie est fonction du prix moyen de l'input.

Inderst et Valletti (2006) montrent que plus une firme est efficace sur le marché aval et plus le monopole sur le marché amont fixe un prix de l'input faible. Un autre effet de la discrimination sur les prix de l'input par rapport à une tarification uniforme est l'augmentation du coût du concurrent moins efficace. Dans ce sens, il est possible que la discrimination sur les prix de l'input augmente le bien être collectif. Le modèle diffère de celui de Katz (1987) dans le sens où les acheteurs qui se concurrencent ensuite sur le marché final présentent différentes efficacités productives, ce qui crée une différence endogène de taille des firmes sur le marché final.

L'importance de l'étude de l'impact de la discrimination par le prix de l'input dans l'industrie du gaz naturel est que les pays européens n'ont pas de moyens légaux pour interdire de telles pratiques discriminatoire dont l'effet peut être négatif sur le bien être collectif. Contrairement à Valletti (2003), l'analyse de la discrimination sur les prix de l'input s'effectue dans le cadre où une des firmes sur le marché final offre deux biens différenciés aux consommateurs finaux. De plus, nous ajoutons à la littérature sur la discrimination sur les prix de l'input une analyse de l'effet d'une telle tarification lorsqu'une firme de l'aval pratique une stratégie de ventes liées.

L'intersection des littératures sur la discrimination sur les prix de l'input et sur les ventes liées nous permet d'analyser les effets de telles actions sur le coûts d'appro-

---

<sup>8</sup>Selon Valletti (2003) : "*les résultats ne sont pas modifiés lorsque le monopole a une fonction de coût (fortement) convexe. La condition est que le niveau d'input reste constant entre les deux formes de tarification, soit une tarification uniforme du bien soit un prix différent pour chaque acheteur. Des compléments à ce sujet sont disponibles dans Yoshida (2000).*

visionnement en gaz naturel d'un électricien européen. Nous concluons que suite à la discrimination menée par les producteurs de gaz naturel, les firmes européennes n'ont pas intérêt à s'engager à lier leur output et qu'une telle stratégie renforce les effets sur le bien être de la mise en place de ce type de discrimination par les producteurs.

Notre modèle analyse les effets de la discrimination sur les prix de l'input pour une firme qui est présente sur deux marchés finaux et vend des produits qui présentent différents degrés<sup>2</sup> de substitution. Les marchés sont ceux du gaz naturel et de l'électricité, les consommateurs présentent des préférences entre ces énergies. Nous cherchons à déterminer si un électricien qui offre aussi du gaz naturel profite d'une discrimination sur les prix effectuée par un producteur sur l'input gaz naturel.

La sous-section suivante présente le modèle de base. Deux firmes (1 et 2) se concurrencent en quantités sur le marché final du bien  $G$ . Seul un de ces deux acteurs, la firme 1, offre le bien  $E$  sur le marché final. Nous montrons que si un monopole producteur de l'input adopte une stratégie de discrimination sur les prix, les profits des firmes aval et le bien être collectif sont réduits. Nous montrons par la suite que cette perte peut être compensée par une stratégie de ventes liées sur le marché final.

### 4.3.2 Cadre d'analyse

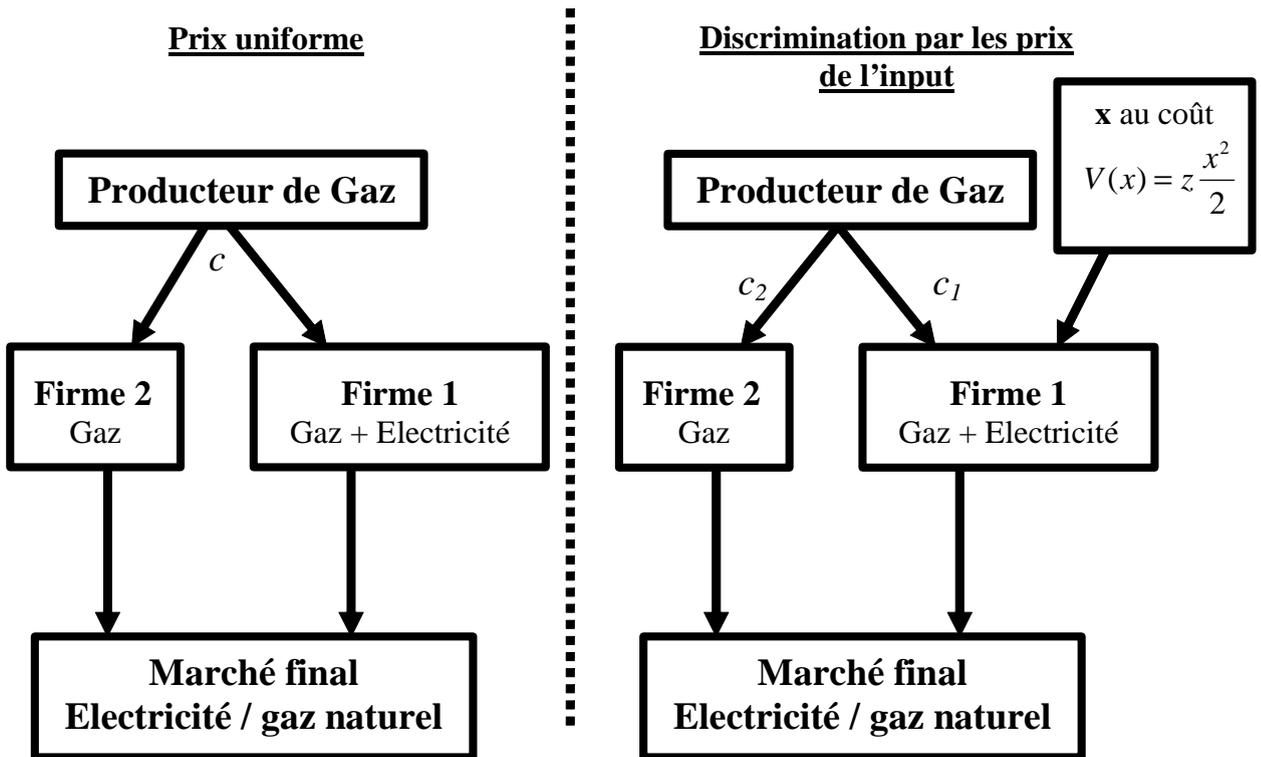
Comme nous l'avons décrit dans le *chapitre 1*, la production de gaz est commercialisée par un oligopole qui supporte des coûts différents. Cette hétérogénéité des coûts provient des caractéristiques des champs gaziers, du mode de transport du gaz naturel et de la distance à parcourir.

Les différences entre les coûts des diverses sources de gaz sont simplement représentées par une fonction de diversification de l'approvisionnement d'un acteur.

4.3.2.1 Structure

Comme dans les précédents modèles, le marché amont du gaz naturel est monopolisé par une firme. Cette firme est notée  $U$  ci-après. Ce monopole produit, à coût marginal constant, l'input essentiel pour les firmes du secteur aval. Le coût marginal de l'amont est normalisé à zéro. Nous notons ici que cette simplification ne modifie pas le sens des résultats. La condition est que la fonction de production du producteur soit convexe pour que l'input total fourni au marché aval soit constant dans chaque régime de tarification choisi par la firme amont<sup>9</sup>.

Le schéma du jeu peut être représenté comme suit :



Scénarios de prix uniforme puis discrimination par les prix de l'input

Le schéma ci-dessus représente les deux formes de tarifications comparées dans le modèle. Pour exemple, nous pouvons assimiler le producteur de gaz (firme  $U$ ) à un

<sup>9</sup>Pour plus de détails à ce sujet, se référer à Yoshida (2000).

acteur tel que *Gazprom*, *Sonatrach* ou *Statoil*. *EDF* peut représenter l'électricien (la firme 1) actif sur les marchés de l'électricité et du gaz naturel et *Gaz de France* peut désigner le Gazier (firme 2) simplement actif sur le marché final du gaz naturel.

Les firmes sur le marché aval,  $i = 1, 2$ , offrent deux biens différenciés, l'électricité et le gaz naturel ( $E$  et  $G$ ). Le marché du bien  $E$  est toujours monopolisé par la firme 1 qui ne supporte pas de coût de production pour ce bien. Un monopole  $U$  offre l'input utile à la production du bien  $G$ . Nous considérons que deux firmes,  $i = 1, 2$ , se concurrencent sur le marché du bien homogène  $G$ . Nous supposons que ces deux firmes ont un coût de production unitaire  $c_i$  pour le gaz naturel. Nous notons  $Q_E$  (respectivement  $Q_G$ ) la demande d'électricité (respectivement de gaz naturel).

Autrement dit, un producteur de gaz naturel offre son output à deux firmes sur le marché aval européen. La première firme sur le marché aval représente un électricien qui est aussi actif sur le marché final du gaz naturel. La seconde firme sur le marché final est un acteur spécialisé dans l'achat et la revente de gaz naturel.

L'asymétrie entre les deux firmes sur le marché final représente l'avantage concurrentiel important de l'électricien. En effet, nous supposons que l'électricien est actif sur le marché gazier et qu'il conserve un pouvoir de monopole sur le marché de l'électricité.

Cette simplification permet de représenter à la fois l'importance du pouvoir de marché de l'électricien qui produit de l'électricité et son efficacité. Nous supposons donc que la part de marché d'éventuels concurrents n'est pas significative ou que les coûts des concurrents sont beaucoup plus élevés.

Le cadre de référence de ventes séparées d'électricité et de gaz naturel sur le marché aval est repris ( cf chapitre 2, section 2). La seule modification apportée est l'intégration de la diversification de l'approvisionnement en bien  $G$  de la firme 1.

Nous supposons que la fonction d'utilité du consommateur représentatif est quadratique :

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

$$U(Q_E, Q_G) = Q_E + Q_G - \frac{1}{2}(Q_E^2 + 2\theta Q_E Q_G + Q_G^2).$$

Avec  $Q_G = q_{G_1} + q_{G_2}$  où  $q_{G_i}$  représente la demande qui s'adresse à la firme  $i$ . Nous dérivons les fonctions de demandes inverses pour chaque bien de la fonction d'utilité précédente :

$$\begin{aligned} p_E &= 1 - Q_E - \theta Q_G, \\ p_G &= 1 - Q_G - \theta Q_E, \end{aligned}$$

où  $p_E$  et  $p_G$  sont les prix unitaire des biens  $E$  et  $G$  sur les marchés finaux. Le paramètre de différentiation est toujours noté  $\theta$ . Il permet l'analyse de la substitution,  $\theta \in ]-1, 1[$ , entre les biens  $E$  et  $G$ .

Pour produire les biens finaux, électricité et gaz, les firmes 1 et 2 ont besoin d'une unité de bien intermédiaire  $G$ , le gaz naturel. Le producteur amont du bien  $G$  dispose d'un pouvoir de monopole et offre cet output aux deux firmes sur le marché aval.

Nous considérons le cas où l'électricien dispose d'une seconde source pour obtenir le bien intermédiaire  $G$ . Nous supposons que le gazier, opérateur historique sur le marché gazier européen, dispose de nombreux contrats de long terme. Sa marge de manoeuvre pour l'exploitation de nouveaux champs est alors réduite, il n'a pas de mode d'approvisionnement alternatif. Au contraire, l'électricien peut produire du gaz lui même. Ce qui s'interprète comme le fait que l'électricien dispose de gaz naturel. Ce gaz peut venir de champs qui sont en possession de l'acteur. L'input peut aussi venir de l'intégration verticale avec un producteur, comme nous l'avons étudié précédemment.

#### 4.3.2.2 Diversification de l'approvisionnement en gaz naturel

Pour produire  $q$  unités du bien final, la firme 1 utilise  $q$  unités de gaz naturel. L'électricien peut satisfaire ce besoin en produisant lui même  $x$  unités de bien intermédiaire<sup>10</sup> et en achetant les  $(q - x)$  unités restantes à un monopole amont qui propose un prix unitaire  $c$ .

Définissons  $V(x)$  comme le coût de production de  $x$  par la firme 1. Pour simplifier l'analyse, nous prenons l'exemple d'une fonction de production quadratique. Cette fonction est notée  $V(x) = z \frac{x^2}{2}$  où  $z$  est le poids du coût marginal de l'auto-production de l'électricien.

Nous analysons l'arbitrage suivant exercé par l'électricien, la firme 1. L'électricien arbitre entre sa propre production et le fait d'acheter à une firme amont productrice de gaz naturel. La firme 1 minimise son coût de production de  $q$  unités de bien final. Soit  $C_1(q_{G_1}, x)$  le coût de production de  $q_{G_1}$  unités de bien  $G$  pour la firme 1. La firme 2 achète l'input au monopole producteur de gaz à un coût  $c$ . La fonction de coût de l'électricien s'écrit :

$$C_1(q_{G_1}, x) = c(q_{G_1} - x) + V(x),$$

avec la minimisation de  $C_1(q_{G_1}, x)$  par l'électricien qui choisit  $q_{G_1}$  et  $x$ . Ce problème est équivalent à celui de trouver  $x$  qui maximise l'expression  $cx - z \frac{x^2}{2}$ . Ceci conduit à une auto-production optimale de l'électricien de  $x^* = \frac{c}{z}$  et sa fonction de coût est alors :

$$C_1(q_{G_1}, x) = c(q_{G_1} - \frac{c}{z}) + \frac{c^2}{2z}.$$

L'électricien est seul sur le marché final de l'électricité. Son coût de production d'électricité est normalisé à 0. Les profits des firmes présentes sur le marché de l'énergie

---

<sup>10</sup>Le cas à considérer est celui où la firme intégrée verticalement n'offre pas de gaz sur le marché amont. Les quantités de gaz qu'elle produit affectent directement le marché final. Remarquons que cette stratégie réduit les quantités de gaz disponibles pour les concurrents du marché final. Le prix qui leur est proposé peut être plus élevé que si la firme intégrée fournissait du gaz en tant qu'input.

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

européen s'écrivent comme suit :

$$\begin{aligned}\pi_1(q_E, q_{G_1}, q_{G_2}) &= p_E q_E + p_G q_{G_1} - \left(c(q_{G_1} - \frac{c}{z}) + \frac{c^2}{2z}\right), \\ \pi_2(q_{G_2}, q_{G_1}) &= (p_G - c)q_{G_2},\end{aligned}$$

et le profit du producteur, noté  $U$ , en position de monopole pour l'offre de gaz naturel sur le marché intermédiaire est :

$$\pi_U(c) = c\left((q_{G_1} - \frac{c}{z}) + q_{G_2}\right).$$

Le jeu se déroule de la façon suivante. Dans un premier temps, le monopole amont maximise son profit,  $\pi_U(c)$ , et définit le prix de vente du gaz naturel,  $c$ , sur le marché amont. Dans un second temps, les firmes de l'aval se concurrencent en quantités et décident du nombre d'unités de gaz naturel à acheter au producteur.

Nous reprenons d'abord le cas d'une tarification uniforme sur le marché amont. Ce modèle diffère du premier dans le sens où l'électricien décide, ici, d'une diversification de son approvisionnement. Ensuite, nous étudions l'impact d'une discrimination sur les prix de l'input, c'est à dire sur le marché amont, sur les profits des acteurs et sur le bien être collectif.

#### 4.3.3 Prix uniforme sur le marché amont

La résolution du jeu s'effectue comme dans les chapitres précédents. Nous résolvons ce jeu par récurrence amont. Pour cela, nous cherchons, d'abord, l'équilibre de Nash parfait en sous-jeu de la seconde étape. A cette étape, chaque firme choisit les quantités qui maximisent son profit étant donné les quantités du concurrent :

$$\begin{aligned}Max_{q_{G_1}, q_E} \pi_1(q_E, q_{G_1}, q_{G_2}) &\iff \frac{\partial \pi_1}{\partial q_{G_1}} = 0, \frac{\partial \pi_1}{\partial q_E} = 0, \\ Max_{q_{G_2}} \pi_2(q_{G_2}, q_{G_1}) &\iff \frac{\partial \pi_2}{\partial q_{G_2}} = 0.\end{aligned}$$

Les conditions de premier ordre, pour les firmes 1 et 2, qui donnent l'équilibre de Nash sont :

$$\begin{aligned} q_E &= \frac{1 - (1 - c)\theta}{2(1 - \theta^2)}, \\ q_{G_1} &= \frac{(1 - c)(2 + \theta^2) - 3\theta}{6(1 - \theta^2)}, \\ q_{G_2} &= \frac{1 - c}{3}. \end{aligned}$$

Les quantités de gaz offertes par la firme 2 sont indépendantes de la relation de substitution qui peut exister entre les deux énergies. Elles sont décroissantes avec le coût d'approvisionnement tout comme les quantités de gaz offertes par la firme 1. En revanche, la quantité d'électricité offerte sur le marché final par la firme 1 croît avec le coût d'approvisionnement en gaz naturel lorsque l'électricité et le gaz sont substituables ( $\theta > 0$ ). Il vient logiquement que la relation est inversée lorsque les biens présentent de la complémentarité.

La première étape du jeu, dans laquelle le prix de l'input sur le marché amont est déterminé, peut maintenant être résolue. Les quantités d'équilibre sur le marché aval sont substituées dans la fonction de profit du producteur. La maximisation de cette fonction par rapport à  $c$  nous donne le prix d'équilibre sur le marché amont du gaz naturel :

$$\frac{\partial \pi_U(c)}{\partial c} = 0 \Leftrightarrow \tilde{c}^{IP} = \frac{1}{A} (\theta + 4) (1 - \theta) z,$$

avec  $A = 2((4 - \theta^2)z + 6(1 - \theta^2))$ .

$$\frac{\partial \tilde{c}^{IP}}{\partial \theta} = -\frac{3z(4z + (6 + z)\theta^2 + 6 - 12\theta)}{2(6\theta^2 + z\theta^2 - 4z - 6)^2} < 0.$$

Le prix d'équilibre sur le marché amont varie en sens inverse du degré de substitution entre l'électricité et le gaz naturel. Ce résultat classique s'interprète comme suit.

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

Plus l'électricité et le gaz naturel sont en concurrence sur le marché final et moins le producteur de gaz a intérêt à élever le prix qu'il propose à ses acheteurs. Le producteur réduit son prix lorsque la concurrence augmente sur le marché final pour éviter le report des consommateurs vers l'électricité.

Au contraire, l'expression de la dérivée du prix uniforme sur le marché amont indique que le producteur détermine un prix du gaz naturel croissant avec le coût du gaz venant d'une source alternative.

$$\frac{\partial \tilde{c}^{IP}}{\partial z} = 3 \frac{(\theta - 1)^2 (\theta + 1) (\theta + 4)}{(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2} > 0$$

Les deux firmes européennes bénéficient donc d'un prix du gaz naturel, sur le marché amont, d'autant plus faible que le coût de production du gaz de l'électricien est faible.

Par substitution de  $c = \tilde{c}^{IP}$ , nous pouvons donner les quantités offertes par les firmes 1 et 2 sur le marché final :

$$\begin{aligned} \tilde{q}_E^{IP} &= \frac{(4\theta + 8 - \theta^2)z + 12(1 - \theta^2)}{2A(\theta + 1)}, \\ \tilde{q}_{G_1}^{IP} &= \frac{(\theta^3 - 8\theta^2 - 10\theta + 8)z + 12(\theta^3 - 2\theta^2 - \theta + 2)}{6A(\theta + 1)}, \\ \tilde{q}_{G_2}^{IP} &= \frac{(\theta + 1)(4 - \theta)z + 12(1 - \theta)}{3A}. \end{aligned}$$

La tarification uniforme sur le marché amont a divers effets sur les quantités proposées sur le marché final.

$$\begin{aligned}\frac{\partial \tilde{q}_E^{IP}}{\partial \theta} &= \frac{-(z^2 + 18z + 72)\theta^4 + (8z^2 + 48z)\theta^3 + (24z^2 + 150z + 144)\theta^2 + (8z^2 + 12z)\theta}{22(\theta + 1)^2(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2} \\ &\quad - \frac{(16z^2 + 72z + 72)}{22(\theta + 1)^2(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2}, \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_1}^{IP}}{\partial \theta} &= \frac{-3((3z^2 + 30z + 72)\theta^4 + (4z^2 + 12z)\theta^3 - (54z - 2z^2 + 144)\theta^2 + (16z^2 + 48z)\theta)}{62(\theta + 1)^2(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2} \\ &\quad - \frac{3(24z^2 + 84z + 72)}{62(\theta + 1)^2(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2}, \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_2}^{IP}}{\partial \theta} &= \frac{3(z^2\theta^2 + 4z^2 + 2z\theta^2 + 20z\theta - 10z - 24\theta^2 + 48\theta - 24)}{32(6\theta^2 - 4z + z\theta^2 - 6)^2}.\end{aligned}$$

Etant données la complexité des calculs nécessaires à la signature de ces expressions, deux deux niveaux de coûts de production sont définis pour permettre l'analyse<sup>11</sup>. Ainsi, bien que la généralisation des résultats à partir de ces deux exemples ne soit pas possible, nous étudions les cas où le coût de l'approvisionnement alternatif de l'électricien est soit égal  $\frac{1}{2}$  soit égal à 1 (qui correspond à la disposition maximale à payer des consommateurs) :

– Si  $z = 0.5$ , alors :

$$\begin{aligned}\frac{\partial \tilde{q}_E^{IP}}{\partial \theta} &= -\frac{325\theta^4 - 104\theta^3 - 900\theta^2 - 32\theta + 448}{4(\theta + 1)^2(13\theta^2 - 16)^2} \begin{cases} < 0 \text{ si } \theta < 0,7268860021 \\ > 0 \text{ si } \theta > 0,7268860021, \end{cases} \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_1}^{IP}}{\partial \theta} &= -\frac{351\theta^4 + 28\theta^3 - 682\theta^2 + 112\theta + 480}{4(\theta + 1)^2(13\theta^2 - 16)^2} < 0, \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_2}^{IP}}{\partial \theta} &= \frac{13\theta^2 - 24\theta + 16}{2(13\theta^2 - 16)^2} > 0.\end{aligned}$$

Lorsqu'il existe de la substituabilité entre les énergies, toute augmentation de ce paramètre réduit les quantités d'électricité et de gaz offertes par l'électricien sur le marché final. Le résultat des chapitres précédents est retrouvé pour l'offre de la firme

---

<sup>11</sup>La fonction est continue sur les ensembles de définition des paramètres.  $\theta \in ]-1, 1[$

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

2. Son offre de gaz n'est pas sensible aux préférences des consommateurs. L'électricien et le producteur internalisent l'effet de la substitution entre les énergies.

Il existe un seuil du degré de substitution au-delà duquel les quantités d'électricité et de gaz offertes par l'électricien sur le marché final sont croissantes avec le paramètre de substitution. En effet, l'électricité et le gaz naturel sont en concurrence sur le marché final. Lorsqu'il existe un coût de production du gaz, le prix du gaz sur le marché final augmente. L'électricien augmente les quantités d'électricité (son prix baisse) pour éviter que les consommateurs se reportent sur le gaz naturel.

– Si  $z = 1$ , alors :

$$\begin{aligned}\frac{\partial \tilde{q}_E^{IP}}{\partial \theta} &= -\frac{91\theta^4 - 56\theta^3 - 318\theta^2 - 20\theta + 160}{4(\theta + 1)^2(7\theta^2 - 10)^2} \begin{cases} < 0 \text{ si } \theta < 0, 6828966260 \\ > 0 \text{ si } \theta > 0, 6828966260, \end{cases} \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_1}^{IP}}{\partial \theta} &= -\frac{105\theta^4 + 16\theta^3 - 196\theta^2 + 64\theta + 180}{4(\theta + 1)^2(7\theta^2 - 10)^2} < 0, \\ \frac{\partial \tilde{q}_{G_2}^{IP}}{\partial \theta} &= \frac{7\theta^2 - 12\theta + 10}{2(7\theta^2 - 10)^2} > 0.\end{aligned}$$

Il apparaît, qu'un coût élevé du gaz pour la firme 1 conduit la firme 2 à augmenter son offre de gaz lorsque la concurrence entre énergie s'intensifie. Les quantités de la firme 1 évoluent comme précédemment. Nous remarquons que plus le coût du gaz est élevé et plus le seuil<sup>12</sup> du degré de substitution, à partir duquel l'électricien augmente sa production d'électricité, diminue. Les résultats sont donc les mêmes que dans le cas où  $z = 0,5$ , seul le  $\theta$  seuil est décalé. Sans pouvoir généraliser, nous remarquons qu'un coût de production du gaz venant d'une source indépendante du monopole réduit le seuil de substituabilité à partir duquel toute augmentation marginale du degré de substitution entraîne une hausse des quantités d'électricité offertes par la firme 1 sur le marché final. Plus le coût de production du gaz de l'électricien est élevé et plus le prix que propose le producteur sur le marché amont est élevé, de ce fait le prix du

---

<sup>12</sup>L'expression de l'évolution du seuil du paramètre de substitution en fonction du coût de production de la firme 1 est obtenue par la résolution de  $\frac{\partial \tilde{q}_E^{IP}}{\partial \theta} = 0$  en  $\theta$ .

gaz augmente sur le marché final. Le degré de substitution à partir duquel l'électricien profite d'une augmentation de sa production d'électricité est donc réduit lorsque son coût de production du gaz augmente.

En substituant les quantités et le prix d'équilibre sur le marché amont, on obtient les profits<sup>13</sup> à l'équilibre du jeu pour les firmes présentes sur l'aval et pour le producteur.

Ils sont notés respectivement  $\tilde{\pi}_1^{IP}$ ,  $\tilde{\pi}_2^{IP}$  et  $\tilde{\pi}_U^{IP}$  :

$$\begin{aligned}\tilde{\pi}_1^{IP} &= \pi_1(\tilde{q}_E^{IP}, \tilde{q}_{G_1}^{IP}, \tilde{q}_{G_2}^{IP}), \\ \tilde{\pi}_2^{IP} &= \pi_2(\tilde{q}_{G_1}^{IP}, \tilde{q}_{G_2}^{IP}), \\ \tilde{\pi}_U^{IP} &= \pi_U(\tilde{c}^{IP}).\end{aligned}$$

Le bien être collectif<sup>14</sup>  $W$  de cette industrie est donnée par la somme des profits des firmes de l'amont, de l'aval et du surplus net du consommateur ( $Sc = \int_0^{\tilde{q}} p(q) dq$ ) :

$$W = Sc + \tilde{\pi}_1^{IP} + \tilde{\pi}_2^{IP} + \tilde{\pi}_U^{IP}.$$

Ce niveau de surplus à l'équilibre du jeu va être comparé au surplus de l'industrie lorsque le producteur discrimine les fournisseurs sur le marché final.

#### 4.3.4 Discrimination par le prix de l'input

A présent, nous supposons que le monopole amont est capable de discriminer les firmes sur le marché aval. Le producteur en monopole maximise son profit en définissant deux prix différents,  $c_1$  et  $c_2$  pour respectivement les firmes 1 et 2. Le profit du producteur s'écrit donc :

$$\pi_U^D(c_1, c_2) = c_1(q_{G_1} - \frac{c_1}{z}) + c_2(q_{G_2}).$$

---

<sup>13</sup>Les expressions des fonctions de profits d'équilibre sont développées dans l'Annexe 13.

<sup>14</sup>L'expression exacte figure dans l'Annexe 13.

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

Dans ces conditions et à l'équilibre du jeu, les prix sur le marché amont sont :

$$\begin{aligned}c_1^* &= \frac{z(1-\theta)}{2(z+2-2\theta^2)}, \\c_2^* &= \frac{(2-\theta)z+2-2\theta^2}{4(z+2-2\theta^2)}.\end{aligned}$$

**Lemme 1** *Lorsque les firmes sur le marché aval tarifient séparément leurs outputs, le monopole amont détermine un prix plus faible pour la firme 1. Le prix de l'input fixé pour le concurrent sur le marché G est plus élevé que dans le cadre d'une tarification uniforme :  $c_1^* \leq \tilde{c} \leq c_2^*$ .*

Avec de tels prix discriminants, le monopole cherche à vendre plus d'input à la firme 1. Le prix de l'input est inférieur pour la firme 1 puisque le producteur prend en compte la relation entre les biens finaux,  $c_1^* \leq \tilde{c}$ . L'approvisionnement de la firme 1 est donc relativement moins coûteux que celui de la firme 2,  $c_1^* \leq c_2^*$ . Cette dernière est captive vis à vis du producteur car elle ne dispose pas d'autres opportunités d'approvisionnement, le producteur lui propose donc un prix plus élevé,  $\tilde{c} \leq c_2^*$ .

La diversification de l'approvisionnement est donc un facteur qui réduit le pouvoir de marché du producteur. Le risque de changement de source d'approvisionnement de l'électricien incite le producteur à lui fixer un prix relativement moins élevé. Le prix d'achat du gaz de la firme 2 est plus élevé. L'approvisionnement en gaz de la firme 2 dépend entièrement de l'offre du producteur. L'absence de diversification de sources d'achat du gaz incite le producteur à déterminer un prix plus élevé à la firme 2 qu'à la firme 1.

L'étude du sens de variation des prix du gaz sur le marché amont s'effectue par l'analyse des dérivées suivantes :

$$\frac{\partial c_1^*}{\partial z} = \frac{(\theta + 1)(\theta - 1)^2}{(z - 2\theta^2 + 2)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial c_2^*}{\partial z} = \frac{(\theta + 1)(\theta - 1)^2}{2(z - 2\theta^2 + 2)^2} > 0.$$

Les expressions  $\frac{\partial c_1^*}{\partial z} > 0$  et  $\frac{\partial c_2^*}{\partial z} > 0$  signifie que le prix que le producteur fixe des prix de l'input croissants avec le coût de production du gaz de l'électricien (firme 1). Nous remarquons que l'électricien est plus affecté que son concurrent par une hausse du coût de sa propre production

La discrimination sur les prix de l'input réduit la production totale de l'industrie. L'effet est donc la réduction de la production du bien  $E$  par la firme 1 comme celle du bien  $G$  par la firme 2. Seule la firme 1 peut compenser la réduction de la production du bien  $E$  par une augmentation de la production de gaz naturel.

$$\frac{\partial \Delta Q_1}{\partial \theta} = -\frac{z^2((\theta^2 - 4\theta + 4)z^2 + (2\theta^5 - 6\theta^4 + 16\theta^2 - 26\theta + 14)z)}{2(2\theta^2 - z - 2)^2(z(\theta^2 - 4) + 6(\theta^2 - 1))^2} + \frac{16\theta^5 - 36\theta^4 + 16\theta^3 + 24\theta^2 - 32\theta + 12}{2(2\theta^2 - z - 2)^2(z(\theta^2 - 4) + 6(\theta^2 - 1))^2}.$$

$$\text{où } \Delta Q_1 = (\tilde{q}_{G_1}^{IP} + \tilde{q}_E^{IP}) - (q_{G_1}^D + q_E^D).$$

En effet, nous avons  $\frac{\partial \Delta Q_1}{\partial \theta} < 0$ . La fonction est continue sur l'ensemble de définition des variables.  $\lim_{\theta \rightarrow -1} \frac{\partial \Delta Q_1}{\partial \theta} = \frac{1}{4}$  et  $\lim_{\theta \rightarrow 1} \frac{\partial \Delta Q_1}{\partial \theta} = \frac{1}{12}$ . Une limite est positive à une borne de l'intervalle de définition et l'autre limite est négative à l'autre borne. La fonction est continue. Selon le théorème des valeurs intermédiaires, il existe un coût d'approvisionnement alternatif,  $\bar{z}(\theta)$ , tel que l'écart entre les quantités produites avant discrimination sur les prix de l'input et après cette action du producteur est d'abord positif puis s'annule et devient négatif. Les quantités totales que l'électricien fournit sur le marché final sont donc supérieures au delà d'un seuil de coût  $\bar{z}(\theta)$ .

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

Lorsque le producteur adopte une stratégie de discrimination sur les prix de l'input, on observe une réduction de l'output total de l'industrie est en effet :

$$Q_G + Q_e - (Q_G^D + Q_e^D) = \frac{(2\theta^2 - z\theta - 2)^2}{4(z - 2\theta^2 + 2)((4 - \theta^2)z + 6(1 - \theta^2))} > 0$$

où l'exposant  $D$  signale les quantités d'équilibre dans le cas où le producteur discrimine.

Les profits d'équilibre des firmes de l'aval sur le marché de l'énergie sont notés  $\pi_1^*(q_E, q_{G_1}, q_{G_2})$ ,  $\pi_2^*(q_E, q_{G_1}, q_{G_2})$  et  $\pi_U^{D*}(c)$  est le profit du producteur de gaz naturel. La discrimination par le prix de l'input implique la réduction des profits des deux firmes sur le marché aval et du surplus du consommateur. Le bien être collectif de cette industrie verticalement structurée est noté  $W^D$ .

**Proposition 5** *La discrimination par le prix de l'input réduit le bien être collectif.*  
 $W^D < W$ .

*Preuve.*

$$\Delta W = W^D - W = \frac{(z\theta + 2 - 2\theta^2) X}{96(z\theta^2 - 4z + 6\theta^2 - 6)^2(2\theta^2 - z - 2)^2} < 0,$$

où  $X^{15} < 0$ . ■

Cette proposition nous indique qu'en cas de tarification séparées de chaque bien sur les marchés finaux, la discrimination par le prix de l'input réduit l'output total de l'industrie. De plus, ce type de tarification dégrade le bien être collectif.

Ce résultat est en accord avec la littérature relative au la discrimination par le prix de l'input. Katz (1987) et DeGraba (1990), montrent que ce mode de définition du prix de l'input réduit le bien être collectif puisqu'il introduit une distorsion des prix. C'est à dire que la firme qui détient le coût de production le plus faible (la plus efficace) se voit

---

<sup>15</sup>  $X = ((15\theta^3 - 2\theta^4 + 8\theta^2 - 48\theta) z^3 + (4\theta^6 - 36\theta^5 - 46\theta^4 + 240\theta^3 + 74\theta^2 - 204\theta - 32) z^2 + (64\theta^6 - 204\theta^5 - 312\theta^4 + 408\theta^3 + 432\theta^2 - 204\theta - 184) z + (216\theta^6 - 648\theta^4 + 648\theta^2 - 216)) < 0$

attribuer un prix pour l'input plus élevé que son concurrent moins efficace. Yoshida (2000) introduit la condition nécessaire à une détérioration du bien être collectif. Ainsi, une hausse de la production finale réduit le bien être collectif.

C'est sur ce point que nos résultats divergent. Dans notre modèle, les firmes de l'aval ne parviennent pas à augmenter les quantités totales sur le marché final. Leurs profits sont donc affectés négativement. Un des acteurs est totalement dépendant de l'offre de gaz du monopole amont. Ce dernier acteur a donc un pouvoir suffisamment important pour récupérer les rentes sur le marché final. La réduction du bien être collectif vient du fait que le producteur capte une plus grande partie du surplus des firmes et des consommateurs.

La réduction du coût d'approvisionnement de l'électricien lorsque le producteur discrimine par les prix conduit à la hausse de son profit. Son concurrent sur le marché final est pénalisé par la mise en place d'une telle stratégie.

Valletti (2003) confirme le résultat de DeGraba (1990) dans le cadre d'une concurrence en quantités. Cependant, Valletti (2003) montre aussi que le bien être collectif peut rester inchangé sous certaines conditions. Ces conditions sont les suivantes. La demande est linéaire, l'output total de l'industrie n'est pas modifié et la corrélation entre les paramètres de coût des firmes de l'aval doit être parfaitement négative. Les coûts de chaque firme varient en sens inverse mais la baisse du coût d'une firme ne cause pas la hausse du coût de sa concurrente.

Dans notre cadre, la discrimination sur les prix de l'input réduit l'output total sur le marché final. La conséquence est la hausse des prix finaux des deux énergies, ce qui réduit le surplus du consommateur. La discrimination donne au producteur la capacité du producteur amont à capter une partie plus importante du surplus des firmes sur le marché aval. Subséquemment, la marge de ces firmes est réduite par rapport au cas d'un prix uniforme pour les deux firmes.

Dans la section suivante nous nous attachons à l'étude d'une stratégie individuelle qui vise à réduire l'effet de la discrimination par le prix de l'input. Cela afin d'étudier

l'évolution du prix d'approvisionnement en gaz naturel d'un électricien qui modifierait sa stratégie sur le marché européen.

### 4.3.5 Evolution des prix de l'input à l'équilibre

L'étude de l'évolution des prix proposés suite à une hausse du taux de substitution entre les énergies, nous indique que le producteur fixe un prix qui décroît avec le degré de substitution.

$$\frac{\partial c_1^*}{\partial \theta} = B \text{ et } \frac{\partial c_2^*}{\partial \theta} = \frac{B}{2} < 0 \text{ avec } B = -\frac{z(z + 2\theta^2 + 2 - 4\theta)}{2(z - 2\theta^2 + 2)^2} < 0.$$

Le prix baisse plus vite pour l'électricien,  $\frac{\partial c_1^*}{\partial \theta} > \frac{\partial c_2^*}{\partial \theta}$ . Il a donc un avantage plus important que son concurrent lorsque  $\theta$  augmente. Plus les biens que l'électricien vend sur le marché final sont en concurrence et plus le prix du gaz baisse.

L'étude de l'évolution des prix définis par le producteur par rapport à une variation du coût du mode d'approvisionnement alternatif montre que ces deux variables évoluent dans le même sens.

$$\frac{\partial c_1^*}{\partial z} = \frac{(1 - \theta)(1 - \theta^2)}{(z - 2\theta^2 + 2)^2} > 0 \text{ et } \frac{\partial c_2^*}{\partial z} = \frac{\theta^3 - \theta^2 - \theta + 1}{2(z - 2\theta^2 + 2)^2} > 0.$$

Comme dans le cas d'un prix uniforme du gaz naturel sur le marché amont, toute baisse du coût de la source d'approvisionnement alternative se traduit par une baisse du prix proposé par le producteur de gaz. Par exemple, un producteur sur le marché amont réduirait le prix du gaz qu'il offre à *EDF* si *EDF* disposait de sa propre production de gaz naturel (ou qui serait verticalement intégré avec un producteur) et que son coût de production était réduit.

En résumé, les éléments favorables à une baisse du coût d'approvisionnement pour les acteurs sur le marché européens sont la hausse du degré de substitution entre gaz

et électricité et la baisse du coût d'une source de gaz alternative (qui ne sera pas en concurrence avec le gaz sur le marché amont).

Cette hypothèse est forte dans le sens où il peut être dans l'intérêt de la firme qui possède un tel approvisionnement alternatif de vendre un part de son gaz à d'autres firmes sur le marché amont. La concurrence avec les autres producteurs peut alors faire baisser le prix auquel les firmes de l'aval s'approvisionnement. La firme qui détient cet approvisionnement, dans notre modèle, s'engage à n'utiliser sa production que pour sa propre utilisation.

Dans ce suivant, nous étudions si ces résultats sont altérés par la stratégie de la firme 1 qui peut adopter une stratégie de ventes liées sur le marché final.

### 4.3.6 Ventes liées sur le marché européen de l'énergie

Dans un contexte de discrimination sur les prix, les firmes de l'aval gazier européen ne réalisent pas les mêmes profits que dans le cas de prix uniformes. La capacité du monopole producteur à capter la rente des firmes de l'aval réduit les profits de ces firmes. Nous introduisons à présent la possibilité d'une stratégie de ventes liées qu'une firme peut mener pour éviter une réduction de son profit.

#### 4.3.6.1 Diversification de l'approvisionnement

L'approche de Martin (1999), précédemment étudiée et utilisée (*chapitre 2*), nous permet de représenter l'effet d'une modification de stratégie d'une firme de l'aval gazier sur le prix intermédiaire du gaz naturel. La précédente relation verticale est reprise. Nous rappelons les principales notations. Les quantités d'électricité et de gaz naturel s'écrivent de la façon suivante :

$$Q_E = \eta b_1,$$

$$Q_G = b_1 + b_2.$$

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

$b_1$  dénote alors le "package" proposé par la firme 1, composé d'une unité de gaz et  $\eta$  unités d'électricité.  $b_2$  est l'offre de gaz de la firme 2. La firme 1 n'offre qu'un package, la possibilité d'une vente séparée de l'électricité et du gaz naturel n'est pas considérée.

Nous supposons que la firme 1 propose aux consommateurs finaux un "package" électricité-gaz composé d'un unité de chacun de ces deux biens,  $\eta = 1$ . Pour simplifier l'analyse et tenir compte uniquement des effets de la pratique des ventes liées, nous normalisons le paramètre de substitution,  $\theta = 0$ . Après substitution des expressions des quantités de gaz et d'électricité vendues dans le "package" dans la fonction d'utilité, nous dérivons les fonctions de demandes inverses :

$$\begin{aligned} p_{b_1} &= 2 - 2b_1 - b_2, \\ p_{b_2} &= 1 - b_1 - b_2, \end{aligned}$$

où  $p_{b_1}$  est la demande de "package" qui s'adresse à la firme 1 et  $p_{b_2}$  la demande de bien  $G$  seulement. Les fonctions de profit des firmes 1, 2, et  $U$  s'écrivent respectivement :

$$\begin{aligned} \pi_1^b(b_1, b_2) &= p_{b_1}b_1 - (c(b_1 - \frac{c}{z}) + \frac{c^2}{2z}), \\ \pi_2^b(b_1, b_2) &= (p_{b_2} - c)b_2, \\ \pi_U^b(c) &= c((b_1 - \frac{c}{z}) + b_2). \end{aligned}$$

Nous résolvons le jeu comme dans les sections précédentes. La comparaison porte sur les différences de prix proposés par le producteur aux firmes de l'aval gazier. Nous confrontons le prix défini lors d'une tarification unique pour les deux acteurs aux prix qui émergent d'une stratégie de discrimination.

Lorsque le monopole amont fixe un prix uniforme, nous obtenons le prix d'équilibre qui possède la forme suivante :

$$\hat{c} = \frac{5z}{2(4z + 7)}.$$

Comme nous l'avons observé dans le chapitre 2, le prix que détermine l'amont producteur de gaz naturel est toujours plus élevé lorsqu'un des acteurs de l'aval adopte une stratégie de ventes liées. Nous avons en effet la relation suivante  $\hat{c} - \tilde{c} = \frac{z(2z+1)}{2(4z+7)(2z+3)} > 0$  pour tout  $z$ .

Les ventes liées accroissent les quantités totales de gaz naturel fournies sur le marché final. Comme dans le chapitre 2, cette augmentation vient de l'augmentation de la production de la firme 1. Malgré la réduction de la production de la firme 2, la demande qui s'adresse au producteur en monopole est plus élevée par rapport à la situation dans laquelle l'électricien fixe des prix séparés pour les biens  $E$  et  $G$ . La demande intermédiaire qui s'adresse au producteur est plus importante, ce qui lui permet d'augmenter le prix qu'il propose aux firmes sur le marché aval.

#### 4.3.6.2 Augmentation du coût d'approvisionnement

Lorsqu'il discrimine, le monopole détermine les prix de gros du gaz naturel,  $\hat{c}_1$  et  $\hat{c}_2$ , pour les firmes européennes, firme 1 et firme 2. Ces prix s'expriment, en fonction du coût de l'approvisionnement alternatif, de la façon suivante :

$$\begin{aligned}\hat{c}_1 &= \frac{z}{4+z}, \\ \hat{c}_2 &= .\end{aligned}$$

La discrimination sur les prix entre les firmes de l'aval par le producteur donne un prix de la ressource (gaz naturel) inférieur à  $\hat{c}$  pour la firme 1. En effet,  $\hat{c}_1 - \hat{c} < 0$  pour tout  $z < 2$  avec  $\hat{c}_1 - \hat{c} = \frac{3z(z-2)}{2(4+z)(4z+7)}$ . D'un autre côté, le prix de l'input augmente pour la firme 2. En effet, nous trouvons l'inégalité suivante  $\hat{c}_2 - \hat{c} = \frac{14-z^2-5z}{2(4+z)(4z+7)} > 0$  pour tout  $z < 2$ .

$$\begin{aligned}\frac{\partial \hat{c}_1}{\partial z} &= \frac{4}{(z+4)^2} > 0 \\ \frac{\partial \hat{c}_2}{\partial z} &= \frac{1}{(z+4)^2} > 0\end{aligned}$$

### 4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT

---

Comme dans le cas de ventes séparées sur le marché aval, les prix proposés par le producteur aux firmes européennes sont croissantes avec le coût de production du gaz d'une source alternative.

L'effet est le même que dans la section précédente. Le producteur capte une rente plus important sur la firme 2 captive. La firme 1 profite de la concurrence entre son propre approvisionnement et le prix offert sur ce marché amont.

**Lemme 2** *La stratégie de ventes liées de la firme 1 augmente l'effet de la discrimination sur les prix de l'input. De plus, comme dans le cas de la tarification indépendante sur les marchés finaux, les prix issus de la discrimination encadrent le prix uniforme.*  
 $\hat{c}_1 \leq \hat{c} \leq \hat{c}_2$ .

**Preuve.**  $\Delta\hat{c} - \Delta c^* = \frac{z(z+1)}{2(z+2)(z+4)} > 0$  où  $\Delta c = c_1 - c_2$ . L'écart entre les prix proposés à chaque firme aval est donc plus important quand la firme 1 a une stratégie de ventes liées sur le marché final.

$$\hat{c}_1 - c_1^* = \frac{z^2}{2(z+2)(z+4)} > 0,$$
$$\hat{c}_2 - c_2^* = -\frac{z}{2(z+2)(z+4)} < 0. \blacksquare$$

L'augmentation du prix lorsque la firme 1 propose un "package" n'est effective que pour la firme 1,  $\hat{c}_1 - c_1^* > 0$ .

Cependant, cette stratégie profite à son concurrent sur le marché final. En effet, la firme 2 reçoit un prix moins élevé par rapport à la situation dans laquelle les biens sont tarifés de façon indépendante sur le marché final. Cet effet découle de l'effet de substitution entre les offres des firmes sur le marché final introduit par la stratégie de ventes liées.

L'offre de la firme 2 est alors davantage concurrencée par celle de la firme 1. Le producteur doit alors consentir un prix plus faible pour la firme 2 qu'en situation de ventes séparées.

La stratégie de ventes liées sur le marché final augmente l'écart de prix que propose le producteur à chacune des deux firmes sur le marché aval. L'écart entre les prix du gaz sur le marché amont est alors moins important.

$\Delta\hat{c} - \Delta c^* > 0$  nous indique que l'écart entre les prix proposés à chaque acteur est plus important lorsque la firme 1, active sur deux marchés, pratique une stratégie de ventes liées.

Le producteur propose toujours un prix plus faible à la firme 1. Cependant, la firme 1 dispose d'un prix beaucoup plus faible lorsqu'elle tarifie ses bien de façon indépendante sur le marché final,  $\hat{c}_1 - c_1^*$ . La hausse du son pouvoir de marché suite à une stratégie de ventes liées peut donc être compensée par la hausse du prix de l'input que lui impose sa stratégie sur le marché aval. Ce résultat semble aller à l'encontre de celui de Martin (1999), c'est à dire la profitabilité privée des ventes liées.

#### 4.3.6.3 La discrimination sur les prix de l'input annule la profitabilité privée des ventes liées

Nous étudions à présent s'il est profitable pour la firme 1 de pratiquer une offre de ventes liées lorsqu'un producteur discrimine par les prix l'input qu'il offre sur le marché amont. Dans Martin (1999) et dans le chapitre 2, l'existence de la relation verticale entraîne la profitabilité privée de la ventes liées lorsque  $\theta = 0$  et  $\eta = 1$ . Ce résultat tient-il lorsque l'amont gazier discrimine par les prix ?

Selon Martin (1999), la stratégie de ventes liées est profitable à une firme. Mais nous venons d'observer qu'une telle stratégie est susceptible d'augmenter le coût d'approvisionnement de la firme 1, même quand celle-ci diversifie son approvisionnement. L'électricien a un prix d'achat du gaz beaucoup plus faible que son concurrent sur le marché final lorsqu'il vend séparément de l'électricité et du gaz. En effet,  $(\hat{c}_1 - c_1^*) - (\hat{c}_2 - c_2^*) = \frac{z(2z+1)}{2(4z+7)(2z+3)} > 0$  donc  $\hat{c}_1 - c_1^* > \hat{c}_2 - c_2^*$ .

La firme 2 profite plus d'une baisse de coût d'approvisionnement lorsque son concurrent adopte une stratégie de ventes liées. Nous regardons à présent si l'augmentation

### *4.3. DISCRIMINATION SUR LES PRIX DE L'INPUT*

---

du pouvoir de marché de la firme 1 sur le marché final compense la hausse de coûts qu'elle supporte lorsqu'un producteur discrimine par les prix.

## 4.4 Conclusion

L'étude du pouvoir de marché des producteurs gaziers a été menée avec l'introduction de coûts de production (non constants). Un producteur de gaz sert les firmes européennes et a une fonction de coût de production convexe.

Pour les firmes européennes, sur les marchés du gaz et de l'électricité, l'idée vérifiée est que toute variation de coût est répercutée sur l'aval, mais au profit de l'amont. Ce résultat est lié au pouvoir de marché et à la recherche de rentes. En ce sens les résultats rejoignent ceux obtenus dans la section qui aborde les effets de l'intégration verticale sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel.

L'intérêt de cette section réside dans l'étude de l'effet de l'utilisation de diverses technologies de production d'électricité par les acteurs sur le marché final. Ainsi, l'introduction de coûts de production d'électricité différents pour les deux firmes sur le marché européen de l'énergie indique l'importance de ne pas uniquement dépendre du gaz naturel pour satisfaire la demande d'électricité. En effet, le producteur de gaz définit un prix du gaz sur le marché amont qui dépend de façon croissante du coefficient de conversion du gaz en électricité et du prix de l'énergie alternative qui permet aussi de produire de l'électricité.

Un acteur tel que *EDF*, qui produirait de l'électricité avec une technologie sans gaz naturel, verrait son coût d'approvisionnement gazier dépendre de l'efficacité de la production de son concurrent *Gaz de France* qui produirait toute l'électricité offerte sur le marché final avec des turbines à gaz. De même, le producteur de gaz prend intègre, dans le prix sur le marché amont, les augmentations de coûts de production d'électricité à partir de technologies alternatives.

De façon générale, les firmes européennes s'approvisionnent en gaz à un prix d'autant plus élevé que le coût de production de l'électricité est fort.

Les diverses caractéristiques des firmes de l'aval gazier et sur le marché final incitent les producteurs à pratiquer des prix différents selon leurs acheteurs. L'étude de

#### 4.4. CONCLUSION

---

l'effet de la discrimination sur les prix de l'input sur le coût d'approvisionnement des firmes européennes indique alors qu'un électricien qui dispose d'un avantage pour la production d'électricité (ou, cas extrême, s'il est en monopole sur ce marché) bénéficie d'un approvisionnement plus avantageux que son concurrent uniquement actif sur le marché du gaz naturel. Dans le modèle cet effet est renforcé par la diversification de l'approvisionnement de l'électricien.

Une conséquence de la discrimination sur les prix de l'input est la hausse des prix finaux des deux énergies, ce qui réduit le surplus du consommateur. La Commission Européenne n'a cependant pas les compétences pour interdire de telles pratiques de la part des producteurs de gaz naturel.

La discrimination donne au producteur la capacité du producteur amont à capter une partie plus importante du surplus des firmes sur le marché aval. Subséquemment, la marge de ces firmes est réduite par rapport au cas d'un prix uniforme pour les deux firmes.

Dans le cadre de la discrimination sur les prix de l'input, la meilleure stratégie de l'électricien est de vendre séparément l'électricité et le gaz. Il obtient ainsi un prix plus faible que s'il pratique des ventes liées. Ce résultat vient du pouvoir de marché du producteur. Le producteur cherche à capter une rente plus forte sur les profits de l'électricien (qui renforce la substituabilité entre ses offres par l'offre de ventes liées) en déterminant un prix du gaz plus élevé.

Ces cadres d'analyses simplificateurs donnent de bonnes intuitions sur l'expression du pouvoir de marché. En effet comme nous l'avons observé dans le premier chapitre, les acteurs de l'industrie de l'énergie sont peu nombreux. Le comportement d'un monopole est représentatif de la façon dont un petit nombre de firmes exerce son pouvoir de marché sur l'aval de l'industrie. Les résultats validés dans le cas extrême de comportements monopolistiques des producteurs peuvent représenter l'action d'un cartel gazier qui influencerait de façon à maximiser le profit de tous les acteurs.

---

Tableau 3 : Apports significatifs

Modèle	Objet	Effet sur le profit de l'électricien	Effet sur le profit de son concurrent	Effet sur le profit du producteur (des)	Effet sur le bien être collectif	L'approvisionnement gazier de l'électricien
<b>Ventes liées Gaz/Electricité</b>	Définir une stratégie de l'électricien pour augmenter son poids sur le marché gazier	Effet positif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies. L'électricien doit cependant bien composer son « package »	Négatif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies	Positif, il capte alors une part des rentes sur le marché de l'électricité	Négatif en comparaison à une stratégie de ventes séparées des énergies	L'adoption d'une stratégie de ventes liées augmente le prix d'approvisionnement. Mais, l'électricien est moins affecté que son concurrent
<b>Discrimination sur les prix de l'input</b>	Décrire le comportement discriminatoire des producteurs	La firme diversifie sont approvisionnement – elle bénéficie d'un prix d'approvisionnement plus avantageux	La firme spécialisée dans le gaz est affectée par la discrimination	Gain, la discrimination permet de capter une part importante du surplus	Négatif	L'électricien qui dispose d'une source de gaz alternative peut aussi s'approvisionner à un producteur. La présence sur

# Conclusion générale

L'étude de modèles théoriques relatifs au marché du gaz naturel a permis la sélection des principales stratégies d'acteurs susceptibles d'affecter le prix du gaz naturel proposé sur le marché amont par les producteurs. Les stratégies d'approvisionnement en gaz naturel de firmes européennes ont été analysés par des modèles d'organisation industrielle. Nous avons mis en évidence l'importance des stratégies des firmes de l'amont et de l'aval de la chaîne gazière lors de la constitution de l'approvisionnement en gaz naturel d'une firme européenne.

Pour conclure ce projet de recherche, nous synthétisons les résultats obtenus et nous proposons leur interprétation en terme de coût d'approvisionnement pour un électricien européen.

Il ressort du premier chapitre que le pouvoir de marché important des acteurs de la chaîne verticale n'est pas favorable à une baisse du prix final du gaz. Deux effets sont présents sur le marché, d'abord l'effet oligopolistique puis l'effet « ressource épuisable ». La répartition du pouvoir de négociation est complexe et en faveur des producteurs puisque ces derniers détiennent une ressource épuisable et que cet input est indispensable aux firmes aval. Lorsqu'un producteur change de comportement, les firmes aval peuvent difficilement et lentement adapter leur approvisionnement. Il faut du temps pour négocier les contrats et installer les infrastructures nécessaires. Pour éviter ce risque, les principaux acteurs sur le marché gazier européen diversifient donc leurs approvisionnements.

Les détenteurs de la ressource épuisable semblent donc avoir le pouvoir de négocia-

---

tion puisque la menace de changement de producteurs brandie par leur consommateur n'est que peu crédible. Cet argument peut être détourné par l'introduction de nouveaux producteurs qui ont d'importantes ressources, ce qui est le cas des pays du Moyen Orient pour le gaz naturel. L'approvisionnement d'un acteur européen doit prendre en compte le pouvoir de marché des concurrents à la fois sur le marché aval et sur le marché amont.

L'essor de la concurrence en Europe et l'augmentation de la demande impliquent que de nouvelles firmes s'approvisionneront en gaz. Elles ont toujours le souci de s'approvisionner au moindre coût mais avec des risques les plus faibles possibles. Bien que non spécialistes du secteur gazier, elles opteront pour une diversification de leurs sources d'approvisionnement.

Ces objectifs ont des répercussions à la fois sur le marché aval où l'opérateur historique va réagir à l'entrée de concurrents et aussi sur le marché amont où les producteurs font face à de nouvelles demandes et ont des possibilités d'accès aux marchés spots européens. En théorie, ces facteurs sont favorables au développement d'une concurrence au niveau de la production.

Dans l'optique du développement de l'offre de services énergétiques complets aux consommateurs européens, du développement des technologies de production d'électricité à partir du gaz naturel et compte tenu de la structure de la chaîne gazière, il est important pour un entrant sur le marché gazier d'avoir un portefeuille d'approvisionnement qui réponde à ses besoins. Nous pouvons concevoir que cet entrant ait différentes stratégies d'approvisionnement selon les stratégies des acteurs de la chaîne gazière.

Le problème est d'étudier l'impact de différentes stratégies des acteurs sur le marché européen de l'énergie et des producteurs de gaz sur le coût d'approvisionnement en gaz naturel sur le marché européen.

Dans ce cadre, les différentes options d'approvisionnement pour un électricien du marché européen du gaz naturel sont les suivantes : acheter directement au producteur (contrats de long terme), remonter vers l'amont (l'intégration verticale réduit le coût

## CONCLUSION GÉNÉRALE

---

d'approvisionnement), acheter l'input à un importateur gazier européen, s'intégrer avec un acteur possédant déjà des sources d'approvisionnements (intégration horizontale) ou faire appel au marché spot (option qui n'est pas envisageable pour un approvisionnement sécurisé à long terme).

La suite des travaux propose une analyse des effets de quelques unes de ces options d'approvisionnement. Sur le marché amont gazier, la structure industrielle est le plus souvent représentée par un monopole producteur. Les analyses menées au cours des différents chapitres de ce travail sont les cas limites des situations plus complexes observables dans le réel.

D'abord nous avons étudié l'effet d'une stratégie de ventes liées sur le marché aval. Un électricien qui souhaite renforcer sa position sur le marché du gaz naturel peut utiliser<sup>16</sup> son pouvoir de marché sur le marché de l'électricité pour vendre aussi du gaz naturel à ses consommateurs. L'introduction de ventes liées accroît le coûts d'approvisionnement de l'électricien mais en contre partie, cette hausse de prix affecte plus son concurrent gazier.

Ensuite, nous avons analysé dans les chapitres suivants les effets sur le coût d'approvisionnement de l'intégration d'un producteur de gaz et d'un gazier européen et en présence d'un oligopole de producteurs asymétriques en coûts.

Enfin, nous avons représenté les possibilités d'offres symétriques (gaz/électricité) sur le marché final avec une technologie de transformation du gaz en électricité et la mise en place de comportements discriminants de la part des producteurs.

Le chapitre 2 a montré qu'une stratégie de ventes liées (gaz/électricité) n'est pas toujours profitable à un électricien<sup>17</sup> lorsque les quantités de gaz et d'électricité qui composent la vente liée sont proposées en unités de mesure comparables (comme les

---

<sup>16</sup>A l'image de ce qui se fait dans l'industrie des télécommunications, où les acteurs proposent des services de télévision et d'accès Internet en plus de leur traditionnelle offre de téléphonie. Ils proposent alors un package : téléphonie, Internet et TV (offre "Triple play").

<sup>17</sup>Il peut préférer une tarification indépendante des deux biens lorsqu'on lui impose d'offrir des packages gaz/électricité inadaptés sur le marché final.

---

KWh). L'intégration de relations verticales et d'un paramètre de comparaison entre les quantités d'énergies offertes tempère les résultats obtenus par Martin (1999). c'est à dire que l'électricité et le gaz naturel peuvent être mesurés dans la même unité, il est alors important de prendre en compte cet aspect pour construire l'offre de ventes liées. Cependant, cette stratégie permet à l'électricien d'accroître sa part de marché sur le marché du gaz naturel tout en augmentant le coût d'approvisionnement de son concurrent gazier.

Dans le chapitre 3, nous avons étudié les conditions d'approvisionnement en gaz d'un acteur européen en retenant deux scénarios susceptibles de représenter l'état du marché gazier européen.

L'intégration verticale, avec la volonté de producteurs (tels que Gazprom) d'être présents sur toute la chaîne gazière, nous indique qu'il n'est pas profitable pour les firmes européennes de laisser un acteur amont à fort pouvoir de marché pénétrer leurs marchés nationaux. Si un électricien fait face à des concurrents intégrés verticalement sur la chaîne gazière et qu'il souhaite se développer sur ce marché, dans notre analyse, il a trois solutions pour s'approvisionner. La première est aussi de s'intégrer avec un producteur. Ce qui ne semble pas forcément réaliste dans l'industrie gazière. La seconde est d'offrir du gaz sur un marché où gaz et électricité sont des biens complémentaires. L'absence de concurrence entre les deux énergies incite l'acteur intégré à offrir du gaz naturel à l'électricien. Une autre solution pour un électricien européen consiste à créer des offres de ventes liées. Cette stratégie est coûteuse mais elle incite une firme verticalement intégrée à fournir du gaz naturel à un acteur qui n'a pas de participation dans l'amont gazier.

Si un régulateur interdit ou rend non profitable l'intégration verticale et dans le cas où une concurrence se développerait entre producteurs, laisser trop de pouvoir à un leader peut conduire à des prix d'approvisionnement en gaz élevés. C'est le cas lorsque le leader à *la Stackelberg* supporte des coûts de production très élevés par rapport à ses concurrents.

## *CONCLUSION GÉNÉRALE*

---

Mais, quand le leader a des coûts de production plus faibles que ses concurrents, les firmes européennes obtiendront du gaz à un prix moins élevé dans le cadre d'une concurrence à la Stackelberg que dans le cadre d'une concurrence à la Cournot entre producteurs. Dans ce cas, laisser un acteur avoir du pouvoir de marché sur le marché amont profite aux firmes de l'aval gazier.

Dans le chapitre 4, après avoir présenté des résultats classiques et robustes de la littérature sur les relations verticales et la double marge, nous analysons l'effet d'une utilisation du gaz pour la production d'électricité par une firme du marché aval. Enfin, nous étudions le comportement de discrimination des producteurs sur les prix de l'input.

Un électricien qui produirait de l'électricité avec une technologie indépendante du prix du gaz naturel, verrait son coût d'approvisionnement gazier dépendre de l'efficacité de la production de son concurrent qui produirait toute l'électricité offerte sur le marché final avec des turbines à gaz. Le producteur de gaz intègre, dans le prix sur le marché amont, les augmentations de coûts de production d'électricité à partir de technologies alternatives. Le prix du gaz est donc un élément directeur du prix de l'électricité, notamment quand il est utilisé dans la production électrique.

De façon générale, les firmes européennes s'approvisionnent en gaz à un prix d'autant plus élevé que le coût de production de l'électricité est fort. Ce problème d'interaction entre le coût d'approvisionnement en gaz des firmes européennes et l'efficacité productive d'un acteur du marché final produisant de l'électricité à partir du gaz naturel, nous pousse à étudier l'impact de la discrimination sur les prix du producteurs sur les firmes de l'aval de la chaîne gazière. En effet, la spécificité des firmes de l'aval gazier pousse le producteur de gaz à déterminer un prix spécifique à chacun de ses acheteurs. Ainsi, les caractéristiques de chaque firme de l'aval gazier affectent le prix amont du gaz.

Les diverses caractéristiques des firmes de l'aval gazier et du marché final incitent les producteurs à pratiquer des prix différents selon leurs acheteurs. L'étude de l'effet de

---

la discrimination sur les prix de l'input sur le coût d'approvisionnement des firmes européennes indique alors qu'un électricien qui dispose d'un avantage pour la production d'électricité bénéficie d'un approvisionnement plus avantageux que son concurrent uniquement actif sur le marché du gaz naturel. La diversification de l'approvisionnement de l'électricien renforce le résultat.

Une conséquence de la discrimination sur les prix de l'input est la hausse des prix finaux des deux énergies, ce qui réduit le surplus du consommateur. La Commission Européenne n'a cependant pas les compétences pour interdire de telles pratiques de la part des producteurs de gaz naturel. La discrimination donne au producteur la capacité de capter une partie plus importante du surplus des firmes du marché aval.

Dans le cadre de la discrimination sur les prix de l'input, la meilleure stratégie de l'électricien est de vendre séparément l'électricité et le gaz. Il obtient ainsi un prix plus faible que s'il pratique des ventes liées. Ce résultat vient du pouvoir de marché du producteur. Dans la relation verticale, les ventes liées augmentent le coût d'approvisionnement des acteurs du marché final et elles permettent au producteur de capter une plus grande partie de la rente du marché final.

Ce travail de recherche est centré sur les principales stratégies susceptibles d'affecter le coût d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens. Ces travaux éclairent les facteurs d'évolution du prix du gaz naturel sur le marché amont à moyen et long termes. Une stratégie de hausse de pouvoir de marché a été représentée par des offres de ventes liées sur le marché final.

Une bonne stratégie pour un électricien, qui s'approvisionne auprès d'une même source de gaz que son concurrent, est de pratiquer des ventes liées sur le marché aval pour augmenter le coût de son concurrent. Mais, l'électricien ne doit pas pratiquer de ventes liées pures lorsque l'amont producteur discrimine. En liant ses ventes d'énergies, l'électricien offre la possibilité au producteur de capter la rente du marché électrique. En ne pratiquant pas de ventes liées l'électricien dispose d'un approvisionnement en

## CONCLUSION GÉNÉRALE

---

gaz naturel moins coûteux et quand il dispose d'une autre source de gaz, il obtient un prix d'approvisionnement plus faible que son concurrent spécialisé sur le gaz.

L'approvisionnement en gaz naturel est moins coûteux pour les acteurs européens lorsqu'il existe un leader de la production gazière. Cependant, l'exemple de *Gazprom* peut être prit ici, un leader qui produit à des coûts très élevés ne dispose pas d'une stratégie qui permette à un électricien européen de s'approvisionner en gaz à un coût moins élevé que lors d'une concurrence à la Cournot entre producteurs.

L'arrivée de producteurs directement présents sur le marché aval conduit à la rupture des relations entre l'acteur intégré et l'électricien. le marché du gaz reste alors concentré. L'électricien qui cherche à s'approvisionner en gaz semble avoir lui aussi besoin de s'intégrer avec un producteur. A ce niveau, le régulateur européen doit vérifier que les producteurs intégrés sur toute la chaîne gazière n'excluent pas les firmes européennes sur le marché amont.

---

# Bibliographie

- [1] Abiru, M., Nahata, B., Raychaudhuri, S., Waterson, M., 1998, “Equilibrium structures in vertical oligopoly”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 37, pp 463-480.
- [2] Adams, W.A., and Yellen, J.L., 1976, “Commodity Bundling and the Burden of Monopoly”, *Quarterly Journal of Economics*, 91, 475-498. 2.
- [3] Aghion, P., Bolton, P., 1987, “Contracts as a Barrier to Entry”, *The American Economic Review*, vol. 77 (3), pp. 388-401.
- [4] Armstrong, M., 2005, “Recent Developments in the Economics of Price Discrimination,” *mimeo*, University College London.
- [5] Bakos, Y., and Brynjolfsson, E., 1999, “Bundling Information Goods : Pricing, Profits and Efficiency”, *Management Science*, 45 (12) : 1613-1630.
- [6] Baranès, E., Mirabel, F. et Poudou, J.C., 2003, “Une analyse économique de la structure verticale sur la chaîne gazière européenne”, *Cahier de recherche du CRE-DEN*, N° 03.11.39.
- [7] Baranès, E., Mirabel, F., et Poudou, J.C., 2004, “Stockage de gaz et modulation : une analyse stratégique”, *Cahier de recherche du CRE-DEN*, N° 04.07.48.
- [8] Baranès, E., Mirabel, F., et Poudou, J.C., 2007, “Concurrence et Stockage Stratégique sur le marché gazier”, à paraître dans *Economie et Prévision*.
- [9] Baranes, E., 2006, “Bundling and Collusion in Communications Markets”, *NET Institute Working Paper* No. 06-17.

- [10] Baumol, W., Panzar, J., Willig, R., 1983, “Contestable Markets : An Uprising in the Theory of Industry Structure : Reply”, *The American Economic Review*, Vol. 73, No. 3, pp. 491-496.
- [11] Boots, Maroeska G. ; Rijkers, Fieke A. M. ; Hobbs, Benjamin F, 2004, “Modelling the Role of Trading Companies in the Downstream European Gas Market : a Successive Oligopoly Approach”, *Energy Journal*, 2004, Vol. 25 Issue 3, p73.
- [12] Bolinger, M., Wiser, R., Golove, W., 2006, “Accounting for fuel price risk when comparing renewable to gas-fired generation : the role of forward natural gas prices?”, *Energy Policy*, Volume 34, Issue 6, Pages 706-720
- [13] Breton, M., Zaccour, G., 2001, “Equilibria in an asymmetric duopoly facing a security constraint”, *Energy Economics*, Vol. 23, 457-475.
- [14] Carlton, D., Waldman, M., 2002, “The Strategic Use of Tying to Preserve and Create Market Power in Evolving Industries”, *RAND Journal of Economics*, vol. 33 (2), pp. 194-220.
- [15] Chemla, G., “Downstream Competition, Foreclosure, and Vertical Integration”, *Journal of Economics & Management Strategy*, vol. 12 (2), 261–289.
- [16] Crampes, C. et Hollander, A., “Product Specification, Multi-Product Screening and Bundling : the Case of Pay TV”, *Information Economics and Policy*, vol. 17, n. 1, janvier 2005, p. 35-59.
- [17] Dahl, Carol ; Gjelsvik, Eystein, 1993, “European natural gas cost survey”. Resources Policy, September.
- [18] David, L. et Mirabel, F., “Structure du marché gazier américain, réglementation et tarification de l'accès des tiers au réseau”, *Cahier de recherche du CREDEN*, N°00.06.17.
- [19] DeGraba, P., 1987, “The Effects of Price Restrictions on Competition Between National and Local Firms”, *Rand Journal of Economics*, 18, 333-47.
- [20] DeGraba, P., 1990, “Input Market Price Discrimination and the Choice of Technology”, *American Economic Review*, 80, 1246-53.

- [21] De Wolf, D., Smeers, Y., 1997, “A Stochastic Version of a Stackelberg-Nash-Cournot Equilibrium Model”. *Management Sciences*, 43 (2).
- [22] De Wolf, D., Smeers, Y., 2000. “The Gas Transmission Problem Solved by an Extension of the Simplex Algorithm”. *Management Science*, Nov2000, Vol. 46 Issue 11, p1454.
- [23] Economides, N., 1993, “Mixed-bundling in duopoly”, *Working Papers 93-29*, New York University, Leonard N. Stern School of Business, Department of Economics.
- [24] Ellis, A., Bowitz, E., Roland, K., 2000, “Structural change in Europe’s gas markets : three scenarios for the development of the European gas market to 2020”. *Energy Policy*, Vol. 28, Issue 5, p297.
- [25] Farrell, J. and Shapiro, C., 1990, “Asset Ownership and Market Structure in Oligopoly”, *RAND Journal of Economics*, 21, N2, pp. 275-92.
- [26] Finon, D., 2002, “Integration of European Gas Markets : Nascent Competition in a Diversity of Models”. Grenoble, Institut d’Economie et de Politique de l’Energie, *Cahier de Recherche IEPE* No. 31.
- [27] Finon, D. et Locatelli, C., 2002, “La libéralisation du marché gazier européen et ses conséquences pour la Russie”, *Working paper IEPE* Grenoble.
- [28] Gabriel, S., Kiet, S., Zhuang, J., 2005, “A Mixed Complementarity-Based Equilibrium Model of Natural Gas Markets”, *Operations Research*, , Vol. 53 (5), p799-818, 20p.
- [29] Gaudet, G. and Van Long, N. (1997). Vertical Integration, Foreclosure, and Profits in the Presence of Double Marginalization, *Journal of Economics and Management Strategy*, Vol. 16 : 367-384.
- [30] Gjelsvik, E., Golombek, R., 1995, “Effects of Liberalizing the Natural Gas Markets in Western Europe”. *Energy Journal*, vol.16, No.1, 85- 111.
- [31] Gjelsvik, E., Golombek, R., et Rosendahl, K., 1998, “Increased Competition on the Supply Side of the Western European Natural Gas Market”, *Energy Journal*, Vol. 19, No. 3, 1- 18.

- [32] Gordon, D.V., Gunsch, K., Pawluk, C.V., 2003, "A natural monopoly in natural gas transmission", *Energy Economics*, 25, 473-485.
- [33] Grais, W., Zhzng, K., 1996, "Strategic interdependence in European east-west gas trade : a hierarchical Stackelberg game approach", *Energy Journal*, Vol. 17 Issue 3, p61.
- [34] Greenhut, M.L., et Ohta, H., 1976, "Related market conditions and interindustrial mergers", *Amercian Economic Review*, Vol. 66, No. 3, 267-277.
- [35] Greenhut, M.L., et Ohta, H., 1979, "Vertical integration of successive oligopolists", *Amercian Economic Review*, Vol. 69, No. 1, 137-141.
- [36] Harris, M., Holmstrom, B., 1987, "On the Duration of Agreements", *International Economic Review*, vol. 28 (2), 389-406.
- [37] Hart, O. and J. Tirole, 1990, "Vertical Integration and Market Foreclosure", *Brookings Papers on Economic Activity : Microeconomics*, 205-276.
- [38] Haurie, A., Legrand, J., Smeers, Y., et Zaccour, G., 1988, "A Stochastic Dynamic Nash Cournot Model for the European Gas Market". *Les cahiers du GERAD*, C-87-24, Octobre.
- [39] Haurie, A., Smeers, Y., Zaccour, G., 2000, "Dynamic Stochastic Nash-Cournot Model with an Application to the European Gas Market, Gas Trade for Western Europe". Final Report, Contract EN3M-0020-B, DG XII, *Commission of the European Communities*, Brussels.
- [40] Hégaret, G., Siliverstovs, B., Neumann, A., Hirschhausen, C., 2003, "International Market Integration for Natural Gas? A cointegration analysis of gas prices in Europe, North America and Japan", *Discussion Papers 393*, DIW Berlin.
- [41] Holz, F., Von Hirschhausen, C. et Kemfert, C., 2006, "A Strategic Model of European Gas Supply (GASMOD)", *Discussion Paper 551*, DIW Berlin.
- [42] Hunger, D., 2003, "Analysing Gas and Electric Convergence Mergers : A Supply Curve is Worth a Thousand Words", *Journal of Regulatory Economics*, Volume 24, Number 2, pp. 161-173(13).

- [43] Inderst, R., Valletti, T., 2006. "Price Discrimination in Input Markets", *Research Paper Series 73*, Tor Vergata University, CEIS
- [44] Katz, M., 1987, "The Welfare Effects of Third Degree Price Discrimination in Intermediate Good Markets", *American Economic Review*, 77, 154-67.
- [45] Kingma, D., Lijesen, M., et Mulder, M., 2002, "Gas-to-gas competition versus oil price linkage". *25<sup>th</sup> Annual Conference on the IAEE*.
- [46] Kreps, D., Scheinkman, J., 1983, "Quantity precommitment and Bertrand competition yield Cournot outcomes", *Bell Journal of Economics*, Vol 14, 326-337.
- [47] Kreps, D., 1996, "Leçons de théorie microéconomique", *Presse Universitaire de France*, livre.
- [48] McAfee, R.P., J. McMillan, J. et Whinston, M.D., 1989, "Multiproduct Monopoly, Commodity Bundling, and Correlation of Values", *Quarterly Journal of Economics*, 104 : 371-83.
- [49] Markowitz, H., 1952, "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, 7, 77-91.
- [50] Martin, S., 1999, "Strategic and welfare implications of bundling", *Economics Letters*, 62, pp. 371-376.
- [51] Martin, S., 2002, "Advanced industrial economics", second edition, *Blackwell Publishers*.
- [52] Nalebuff, B., 2004, "Bundling as an Entry Barrier," *Quarterly Journal of Economics*, 119, 159-187.
- [53] Nalebuff, B., 2005, "Tied and True Exclusion : Comment on Tirole's 'An Analysis of Tying Cases : A Primer'", *Competition Policy International*, Vol. 1, No. 1, pp. 41-53.
- [54] Neumann, A., von Hirschhausen, C., 2004, "Less long term gas to Europe? A quantitative analysis of European long term gas supply contracts", *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, Vol.28.
- [55] Ordover, J., Saloner, G., et Salop, S., 1990, "Equilibrium vertical foreclosure", *The American Economic Review*, Vol. 80, No. 1, pp. 127-142

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [56] Percebois, J., 2003, "Ouverture à la concurrence et régulation des industries de réseaux : le cas du gaz et de l'électricité. Quelques enseignements au vu de l'expérience européenne". *Revue d'Economie Publique* 12-2003/1.
- [57] Polo, M. and Scarpa, C., 2003, "Entry Without Competition". *IGIER Working Paper* No. 245. <http://ssrn.com/abstract=467860>.
- [58] Reisinger, M., "The Effects of Product Bundling in Duopoly", *Discussion Papers in Economics, University of Munich*, Department of Economics, 477.
- [59] Rey, P., Tirole, J., 2005, "A Primer on Foreclosure", *Handbook of Industrial Organization*, sous la direction de Mark Armstrong and Rob Porter, vol. III, North Holland, à paraître, 2005.
- [60] Roques, F., Newbery, DM., Nuttall, WJ., 2005, "Marchés électriques, sécurité énergétique et diversification technologique : le nucléaire comme couverture, face aux risques de prix du gaz et du carbone?", *Revue de l'énergie*.
- [61] Salant, S., Switzer, S. and Reynolds, R., 1983, "Losses from Horizontal Merger : The Effects of an Exogenous Change in Industry Structure on Cournot-Nash Equilibrium", *Quarterly Journal of Economics*, 98 (2), May, pp. 185-99.
- [62] Salinger, M. A., 1988, "Vertical mergers and market foreclosure", *Quarterly Journal of Economics*, pp. 345-356.
- [63] Salinger, M. A., 1995, "A Graphical Analysis of Bundling", *Journal of Business*, 68 (1) : 85-98.
- [64] Salop, S. and Scheffman, D., 1993, "Raising Rivals' Costs," *American Economic Review*, 73, 267-271.
- [65] Schmalensee, R. L., 1984, "Gaussian Demand and Commodity Bundling", *Journal of Business*, 57 : S211-230.
- [66] Schmalensee, R., 1987, "Competitive Advantage and Collusive Optima", *International Journal of Industrial Organization*, 5 : 351-367.
- [67] Shy, O., 1996, "Industrial Organization : Theory and Practice", *MIT Press*, Cambridge.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [68] Smeers, Y., 1997, “Computable equilibrium models and the restructuring of the European electricity and gas markets,” *Energy Journal*, vol. 18, no. 4, pp.1–31.
- [69] Smeers, Y., De Wolf, D., 1997. “A Stochastic Version of a Stackelberg-Nash-Cournot Equilibrium Model”, *Management Science*, Vol.43, No.2.
- [70] Stern, J., 2002, “Security of European natural gas supplies : the impact of import dependence and liberalization”, *The Royal Institute of International Affairs*.
- [71] Stern, J., 2004, “UK gas security : time to get serious”, *Energy Policy*, vol. 32, 1967-1979.
- [72] Stern, J., 2005, “The future of Russian gas an Gazprom”, *Oxford University Press*.
- [73] Stoft, S., 1998, “Using game theory to study market power in simple networks”. *FERC*.
- [74] Tirole, J., 2004, “The Analysis of Tying Cases : A Primer”, *Competition Policy International*, vol. 1, n. 1.
- [75] Tirole, J., 1995, “Théorie de l’Organisation Industrielle”, *Economica*, Tome I et II
- [76] Valletti, T., 2003a, “Obligations That Can Be Imposed On Operators With Significant Market Power Under The New Regulatory Framework For Electronic Communications”, *European Commission, Brussels*.
- [77] Valletti, T., 2003b, “Input price discrimination with downstream Cournot competitors”, *International Journal of Industrial Organization*, Elsevier, vol. 21(7), pages 969-988.
- [78] Valletti, T., 1998, “Two-part access pricing and imperfect competition”, *Information Economics and Policy*, Elsevier, vol. 10(3), pages 305-323.
- [79] Varian, H., 1989, “Price Discrimination,” in R. Schmalensee and R. Willig (eds), *Handbook of Industrial Organization : Volume I*, 597-654, North-Holland, Amsterdam.
- [80] Vives, X., 1999, “Oligopoly pricing : old ideas new tools”, *MIT press, MA, Cambridge*.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- [81] Whinston, M.D., 1990, "Tying, Foreclosure, and Exclusion," *American Economic Review*, 80, 837-859.
- [82] Ferrando Yanez, J. A., 2002, "Incentive Regulation in Vertically Related Industries : Welfare Effects of Industry Structure and Institutional Coordination". *Working paper*.
- [83] Yoshida, Y., 2000, "Third-Degree Price Discrimination in Input Markets : Output and Welfare", *American Economic Review*, 90, 240-46.
- [84] Boussena,S., 2001, "La commercialisation inquiète les producteurs" disponible sur le site [www.latribune-online.com](http://www.latribune-online.com). *DRI-WEFA*, Juillet 2001.
- [85] "3rd Benchmarking report on the implementation of the internal electricity and gas market". Commission of the European Communities, *Commission Draft Staff Working Paper*. Brussels 01.03.2004.
- [86] "Rapport annuel sur la mise en oeuvre du marché intérieur du gaz et de l'électricité". Bruxelles, 5 janvier 2005, COM (2004) 863, *COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN ET AU CONSEIL*.
- [87] *BP 2003*, Statistical Review of World Energy.
- [88] *CRE*, Juin 2004, Rapport d'Activité.
- [89] *Eurogas 2002-2003*, Annual Report.
- [90] *FORA*, November 2003, "Liberalisation of the EU Gas market", Tanja Bisgaard (ed.)
- [91] *AIE*, 2005, "Security of gas supply in open markets, LNG and power at a turning point".
- [92] *AIE*, Juin 2004, "Security of Gas supply in Open Markets", LNG and power at a turning point".
- [93] *AIE*, Kyung-Hwan Toh, Working Paper 2003, "The Impact of Convergence of the Gas and Electricity Industries : Trends and Policy Implications".
- [94] *AIE*, décembre 2003, "The Global Liquefied Natural Gas Market : Status & Outlook".

## *BIBLIOGRAPHIE*

---

- [95] Clingendael International Energy Programme, Juin 2003, “The role of Liquefied Natural Gas (LNG) in the European gas market”. Clingendael Institute The Hague.
- [96] *FIGAS*, Rapport Annuel 2003.
- [97] Commission Européenne, “Livre vert sur la sécurité de l’approvisionnement en énergie : contexte technique”, 2002.
- [98] *OME*, Juin 2003, “MEDSUPPLY : development of energy supplies to Europe from the southern and eastern Mediterranean countries”. Final Report for European Commission Synergy Programme.

---

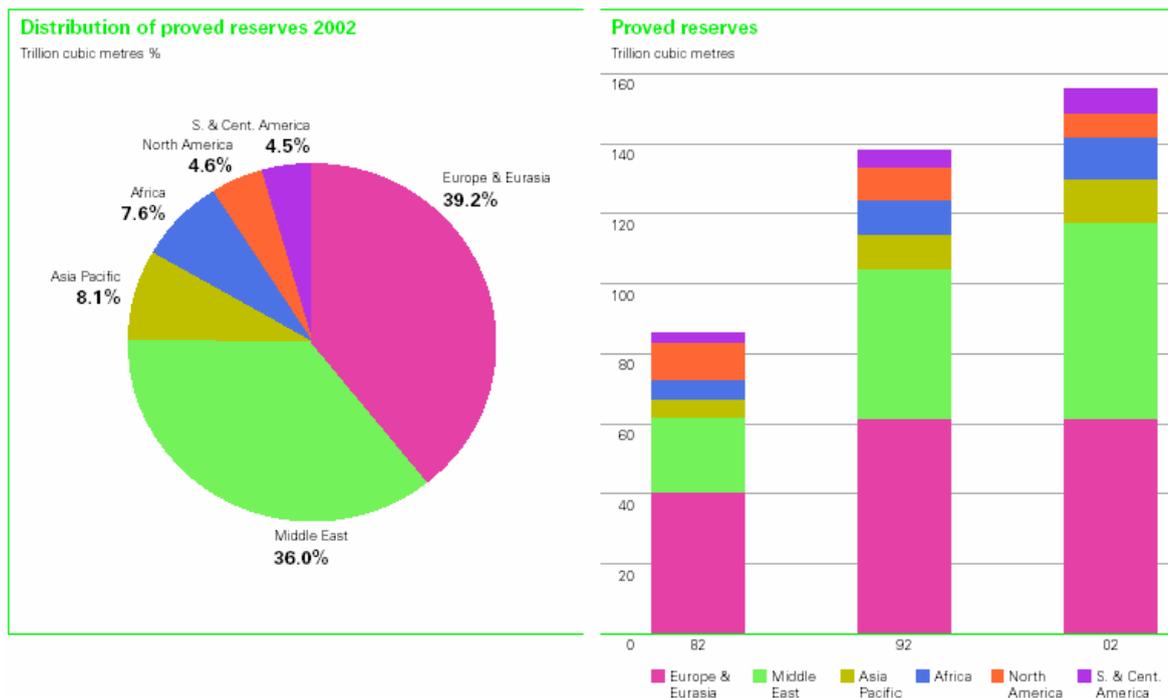
# Annexes

## Annexes du chapitre 1

1. Potentiels pays producteurs de gaz naturel pour le marché européen : *Source : Cedigaz 2002.*

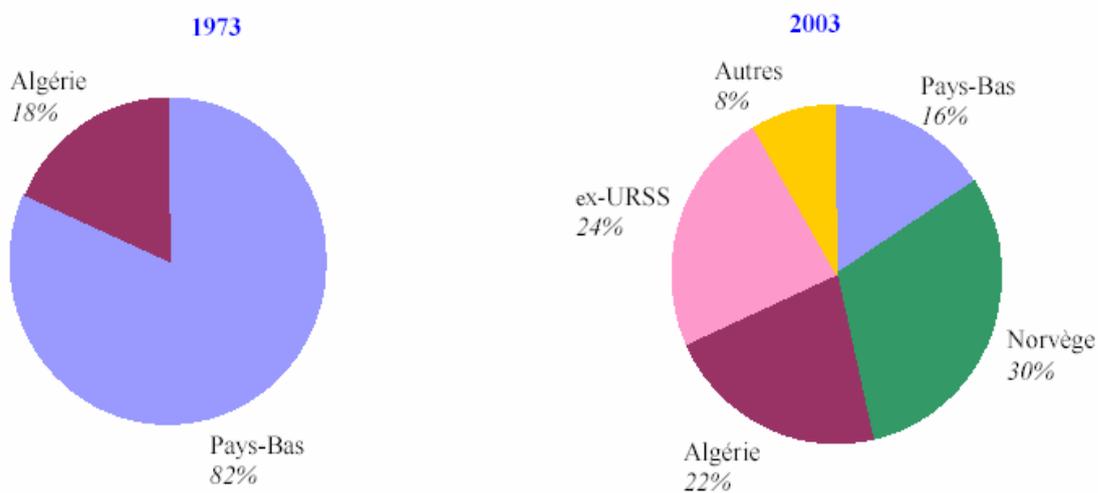


2. Les réserves prouvées en 2002 et ses évolutions depuis les années 1980, en t.c.m.  
*Source : Rapport Annuel BP 2003.*



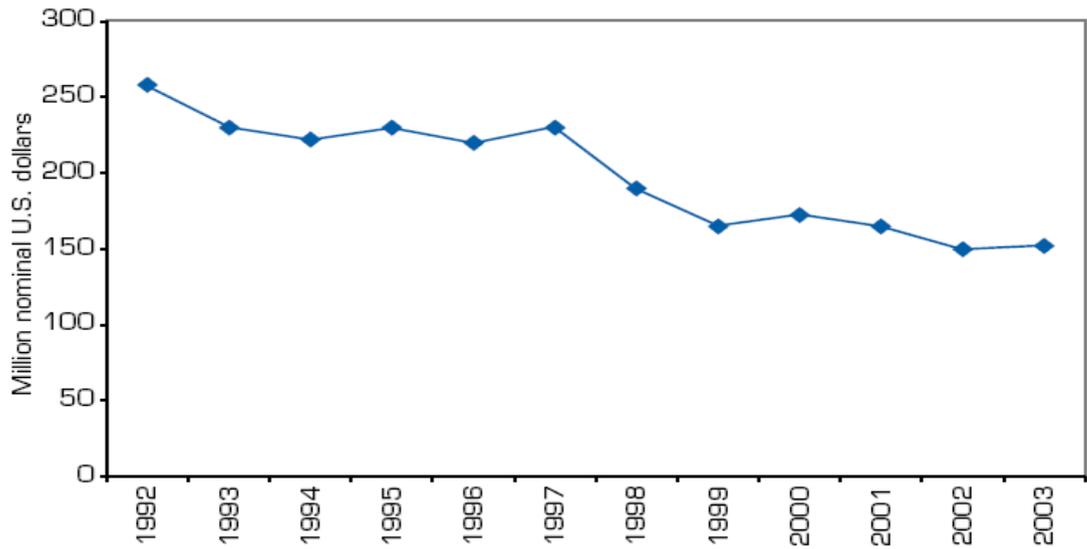
3. Structure des importations de gaz naturel pour la France, *Source : Gaz de France 2004.*

*Structure des importations de gaz naturel en 1973 et 2003*



4. Evolution du prix de construction des navires GNL. *Source : LNG Shipping Solutions, 2004.*

**Construction Prices of LNG Tankers, 1992-2003**



Note: Price reflects a 125,000-cubic-meter ship from 1992-2000. Price reflects a 138,000-cubic-meter ship from 2001-2003.

Source: LNG Shipping Solutions

---

## Annexes du chapitre 2

### 5. Désindexation partielle prix gaz-cours du pétrole

«Selon l'Office fédéral allemand des cartels ([www.bundeskartellamt.de](http://www.bundeskartellamt.de)), l'indexation du prix du gaz naturel sur le pétrole favorise le renchérissement des deux énergies et empêche l'apparition d'un marché libre du gaz, tel qu'il est souhaité par l'UE.

Les arguments suivants sont avancés :

- A mesure de la diminution des réserves pétrolières, le prix du pétrole continuera à augmenter. Or, pour ce qui concerne le gaz, les réserves sont nettement plus importantes et dureront bien plus longtemps. Par le biais de l'indexation des prix, la perspective d'une pénurie prochaine du pétrole a donc pour effet de pousser le prix du gaz naturel à la hausse, même si ce dernier est encore suffisamment abondant ;
- Le cours du pétrole est surtout dicté par des événements politiques et il est très instable ;
- Les raisons historiques de l'indexation n'existent plus. Le marché des combustibles n'est plus dominé par le mazout et, dans la plupart des pays européens, on utilise dorénavant plus de gaz que de produits pétroliers pour le chauffage ou dans les centrales électriques, une tendance qui ne cesse de se confirmer».

Source, Site Internet : [www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/energiemarkteetrgertechniken/10](http://www.energie-schweiz.ch/imperia/md/content/energiemarkteetrgertechniken/10)

6. Inactivité de la contrainte sur le coût d'approvisionnement de l'électricien lorsqu'il pratique des ventes liées :

Nous avons l'expression de la quantité de ventes liées offerte par l'électricien :

$$b_e = \frac{((a - \theta)c - 2a)\eta + c - a}{(\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\eta - 3} > 0.$$

En effet, le dénominateur est négatif et le numérateur aussi pour

$$a \leq 1, |\theta| \leq 1 \text{ et } c \leq a.$$

Il n'existe donc pas de coût d'approvisionnement qui rende l'électricien inactif sur

le marché. Pour alléger les calculs, sans perte de généralité posons :  $a = 1$ .

La valeur du coût qui annule le nombre de ventes liées offert par l'électricien est la suivante :

$$c^{b_e} = \frac{-2\eta}{\theta\eta - 1} + 1.$$

Cette valeur doit être positive. Donc deux cas se présentent :

1. . Si  $\eta\theta < 1$ , nous avons  $\eta > -\frac{1}{2-\theta}$ , ce qui est toujours vrai. Mais, pour avoir un coût d'approvisionnement inférieur à 1, nous avons la condition :

$$\eta > \frac{1}{\theta}.$$

2. Si  $\eta\theta > 1$ , alors  $\eta < -\frac{1}{2-\theta}$ , or pour  $\theta < 1$  cela conduirait à un seuil de  $\eta$  négatif. Impossibilité. Pour tout  $c \leq a$ . La condition sur  $b_e$  (croissant en  $c$ ) conduit à ce que le coût d'approvisionnement  $c$  soit toujours au-dessous de  $c^{b_e}$ . Donc pour tout  $\eta > 0$ , il n'y a pas de condition de coût d'approvisionnement pour que l'électricien vende son "bundle" .

## 7. Incitation aux ventes liées

Preuve de l'incitation au "bundle" pour l'électricien :

$$\begin{aligned} \pi_e^{b^*} - \pi_e^* &= \frac{1}{36} \frac{(-2\eta c - 3\theta c - \theta^2 \eta c + 2a\eta + 3\theta a + \theta^2 a\eta - 3\theta\eta a - 3a)}{(-4\eta^2 - 6\theta\eta - 3 + \theta^2 \eta^2) 2(\theta - 1)(\theta + 1)} \\ &\quad * (5\theta^4 \eta^3 a - 24\eta^3 \theta a - 51\theta^2 \eta c - 24a\eta^2 - 30\eta c - 84\theta \eta^2 c \\ &\quad + 30a\eta + 27\theta a - 27\theta c + 10\eta^3 c\theta^2 - 5\theta^4 \eta^3 c - 81\theta\eta a + 3\theta^3 c\eta^2 \\ &\quad + 51\theta^2 a\eta - 3\theta^3 a\eta^2 - 3\theta^3 a\eta^3 - 10\theta^2 \eta^3 a - 57\theta^2 \eta^2 a + 84\theta \eta^2 a + 32\eta^3 a - 32\eta^3 c - 27a). \end{aligned}$$

Le dénominateur est négatif, le second facteur du numérateur est aussi négatif, il reste à déterminer le signe du premier facteur, qui peut être positif. Intuitivement, le gain à pratiquer les ventes liées est positif,  $\pi_e^{b^*} - \pi_e^* > 0$ , seulement quand  $\eta$  est élevé et que le coût est faible.

Gains lors d'une stratégie de ventes liées	$\eta \rightarrow 0$	$\eta \rightarrow \infty$
$c \rightarrow 1$	$\frac{1}{4(1+\theta)(-1+\theta)} < 0$	$\frac{\theta^2(8+\theta^2)}{4(-1+\theta)(-4+\theta^2)^2(\theta+1)} < 0$
$c \rightarrow 0$	$\frac{-1+\theta}{4(1+\theta)^2} < 0$	Ecart lorsque $c=0.1$ , $\theta=2$ et $\theta=0.5$ $0.0036111111110 > 0$

Limites de la variation du profit de l'électricien selon le niveau de coût d'approvisionnement en gaz et selon la composition du package.  $a$ , le paramètre de taille du marché est fixé à 1 sans perte de généralité.

La concurrence entre les deux énergies que l'électricien propose ne doit pas être trop forte. En proposant une quantité importante d'électricité en plus du gaz, l'électricien capte la demande. Ce niveau d'électricité doit être d'autant plus élevé que la substitution est faible, car dans ce cas les consommateurs sont moins sensibles à une augmentation du prix du gaz.

8. Preuve de l'évolution du nombre de ventes liées en fonction du coût d'approvisionnement

Le nombre de ventes liées offert par l'électricien croît toujours avec  $c$ . En effet, le dénominateur est négatif et le numérateur est toujours négatif dès que  $\eta > \frac{1}{\theta}$  ce qui est vérifié si lorsque  $c < 1$ . Il vient alors que :

$$\frac{\partial b_e}{\partial c} = \frac{1 - \theta\eta}{(\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3} > 0.$$

Le nombre de ventes liées offert par le gazier décroît toujours avec  $c$ . En effet, le dénominateur est négatif et le numérateur est toujours positif. ce qui est vérifié par l'équation suivante :

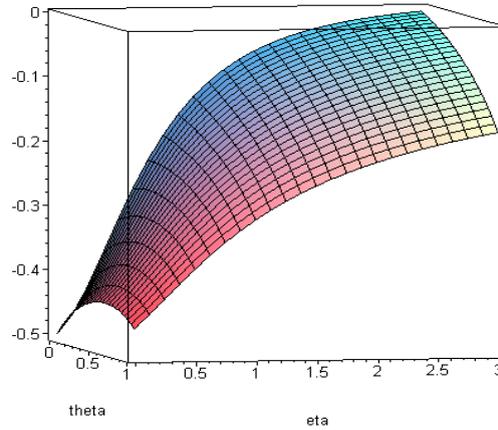
$$\frac{\partial b_g}{\partial c} = \frac{2\eta^2 + 3\theta\eta + 1}{(\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3} < 0$$

9. Variations des quantités entre les cas de ventes liées et de ventes séparées

Evolution des quantités, "situation de ventes liées - situation de ventes séparées".

Les quantités d'électricité offertes par l'électricien sont réduites :

$$\Delta Q_e = \eta b_e - q_e = \frac{a \left( (\theta^5 + 2\theta^4 - 6\theta^3 - 8\theta^2 + 8\theta) \eta^4 + (\theta^5 - 4\theta^4 - 2\theta^3 - 10\theta^2 - 32\theta + 8) \eta^3 \right)}{4(\theta + 1)(2 - \theta)(\theta + 2)(\theta\eta + 1 + \eta^2)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} + \frac{a(5\theta^4 - 27\theta^3 - 40\theta^2 - 28)\eta^2 + (7\theta^3 - 38\theta^2 - 64\theta + 8)\eta + (3\theta^2 - 12\theta - 24)}{4(\theta + 1)(2 - \theta)(\theta + 2)(\theta\eta + 1 + \eta^2)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} < 0$$



Réduction de la quantité d'électricité produite par l'électricien

Dans la situation où les ventes liées sont profitables, les quantités totales offertes sur le marché gazier sont supérieures au cas de ventes séparées :

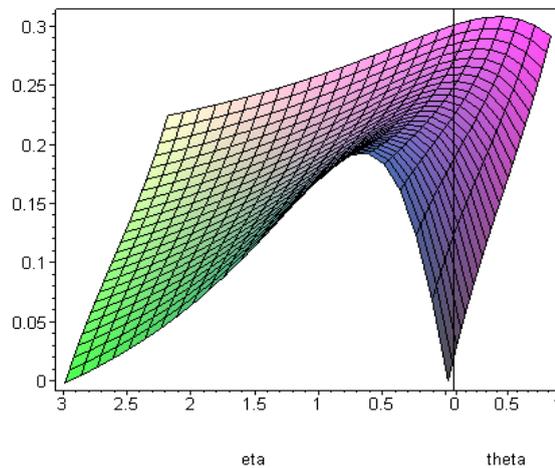
$$\Delta Q_g = b_e + b_g - q_{ge} + q_{gg} = \frac{((\theta - 2)\eta + 3)((\theta^2 + 2)\eta + 3\theta)a}{12(\theta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} > 0,$$

si :

$$\eta < \frac{3}{2 - \theta}.$$

Les quantités de gaz proposées par l'électricien sont plus importantes dans la situation où les ventes liées sont profitables :

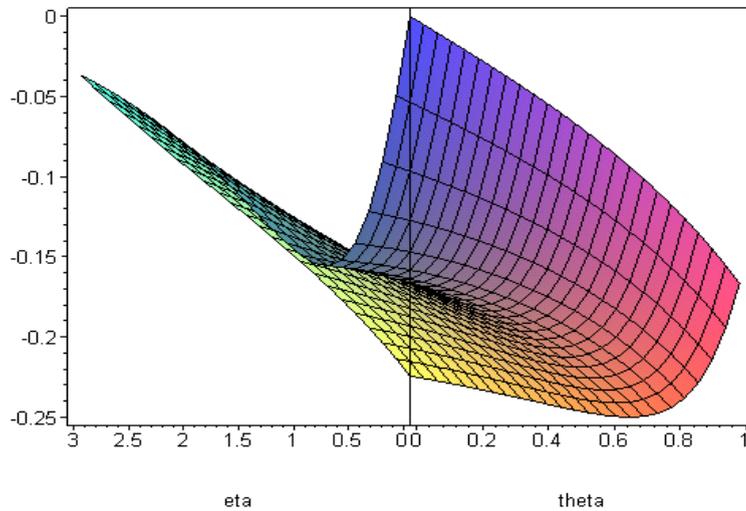
$$\begin{aligned} \Delta Q_g^e = b_e - q_{g_e} = & \frac{a((\theta^5 - 8\theta^4 - 14\theta^3 + 40\theta^2 + 40\theta - 32)\eta^4)}{12(\theta + 1)(\theta - 2)(\theta + 2)(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} \\ & + \frac{a(\theta^6 - 5\theta^5 - 11\theta^4 + 58\theta^3 + 40\theta^2 - 8\theta + 96)\eta^3}{12(\theta + 1)(\theta - 2)(\theta + 2)(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} \\ & + \frac{a((\theta^5 + 16\theta^4 - 17\theta^3 + 106\theta^2 + 214\theta - 32)\eta^2)}{12(\theta + 1)(\theta - 2)(\theta + 2)(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} \\ & + \frac{(51\theta^3 - 9\theta^4 + 69\theta^2 + 12\theta + 84)\eta + (18\theta^2 - 9\theta^3 + 54\theta)}{12(\theta + 1)(\theta - 2)(\theta + 2)(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)} > 0. \end{aligned}$$



Augmentation des quantités de gaz lors de ventes liées

Les quantités de gaz proposées par le gazier sont toujours inférieures lorsque son concurrent pratique des ventes liées et que  $\theta > 0$  (sinon certaines restrictions apparaissent) :

$$\begin{aligned} \Delta Q_g^g = b_g - q_{gg} = & \frac{a(2\theta^4 - 12\theta^3 - 4\theta^2 + 48\theta - 16)\eta^4}{12(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)(\theta - 2)(\theta + 2)} \\ & + \frac{a(2\theta^5 - 9\theta^4 + 2\theta^3 + 54\theta^2 - 40\theta + 72)\eta^3}{12(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)(\theta - 2)(\theta + 2)} \\ & + \frac{a((8\theta^4 - 28\theta^2 + 162\theta - 16)\eta^2 + (6\theta^3 + 39\theta^2 - 24\theta + 60)\eta + 18\theta)}{12(\eta^2 + \theta\eta + 1)((4 - \theta^2)\eta^2 + 6\theta\eta + 3)(\theta - 2)(\theta + 2)} < 0. \end{aligned}$$



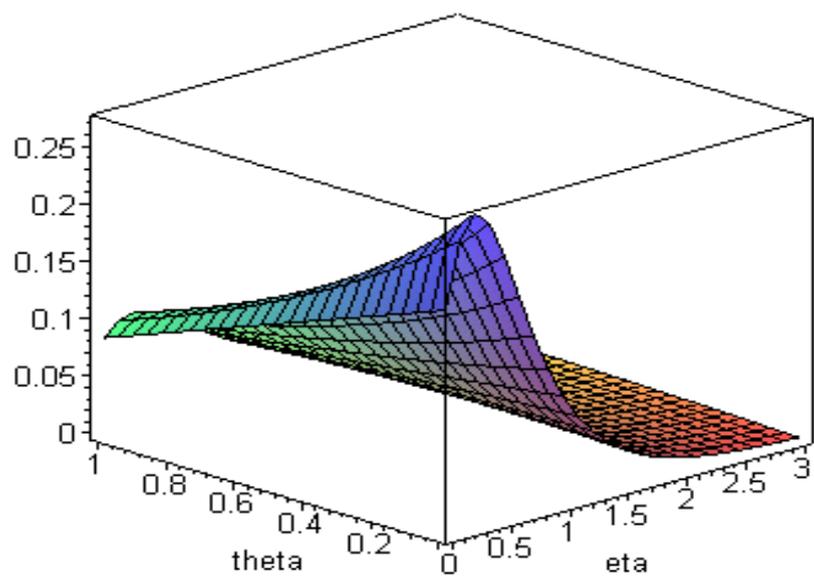
Réduction des quantités du gazier. Existence d'un couple  $(\eta, \theta)$  qui annule l'évolution des quantités du gazier.

Le gain de l'électricien à la forme suivante.

---

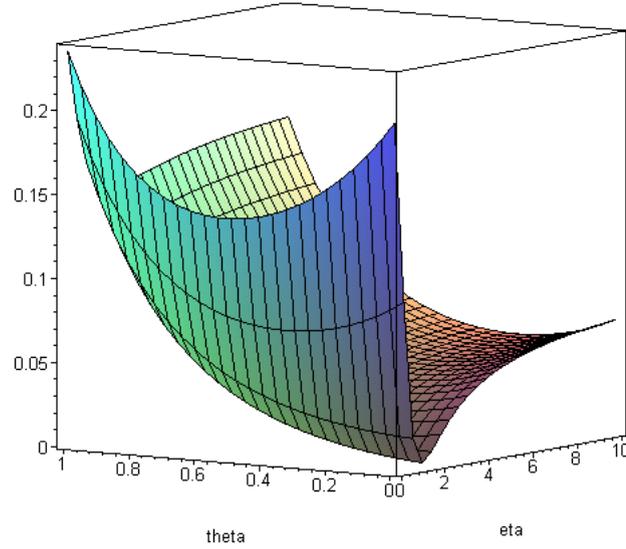

$$\begin{aligned}
\Delta\Pi_e &= \pi_e^{b*} - \pi_e^* \\
&= A[(-92\theta^7 - 16\theta^8 - 1024 + 208\theta^6 + 1792\theta^2 + 2048\theta - 960\theta^4 + 14\theta^9 - 704\theta^3 + 192\theta^5) \eta^8 \\
&+ (28\theta^{10} + 780\theta^6 + 68\theta^7 + 4608 - 6272\theta - 1408\theta^4 + 8192\theta^3 - 1992\theta^5 + 4\theta^9 - 316\theta^8 + 5056\theta^2) \eta^7 \\
&\quad + \left( \begin{array}{c} 23296\theta - 7328\theta^2 - 4928\theta^3 + 17764\theta^4 + 4000\theta^5 \\ -2824\theta^6 + 140\theta^7 - 133\theta^8 - 157\theta^9 + 11\theta^{10} + 5\theta^{11} - 9920 \end{array} \right) \eta^6 \\
&\quad + \left( \begin{array}{c} 21664\theta^2 + 13248 + 17196\theta^5 - 544\theta^8 - 2\theta^9 - 48128\theta - 11860\theta^4 \\ +22256\theta^3 + 9060\theta^6 - 3472\theta^7 + 22\theta^{10} \end{array} \right) \eta^5 \\
&+ (-21808 - 24044\theta^3 + 202\theta^6 - 61004\theta^2 + 8814\theta^5 + 71\theta^9 + 3646\theta^7 + 57936\theta^4 + 38000\theta - 1327\theta^8) \eta^4 \\
&\quad + \left( \begin{array}{c} -4836\theta^7 - 70944\theta + 12672 + 15336\theta^3 + 12456\theta^6 \\ +6240\theta^2 + 276\theta^8 - 19008\theta^4 + 29340\theta^5 \end{array} \right) \eta^3 \\
&+ (44487\theta^4 + 15888\theta - 26352\theta^3 - 18096 + 12411\theta^5 - 42768\theta^2 + 483\theta^7 - 5979\theta^6) \eta^2 \\
&\quad + (-2970\theta^5 + 342\theta^6 + 4644\theta^4 + 23112\theta^3 - 29376\theta - 9504\theta^2 + 4032) \eta \\
&\quad + (-5184 - 864\theta - 513\theta^4 + 540\theta^3 + 81\theta^5 + 3996\theta^2)] \\
\text{où } A &= \frac{a^2}{144(\theta\eta + 1 + \eta^2)^2((-4 + \theta^2)\eta^2 - 3 - 6\theta\eta)^2(\theta + 1)(\theta - 2)^2(\theta + 2)^2}.
\end{aligned}$$

Que dire de l'évolution de ce gain lorsque l'électricien accroît la quantité d'électricité qu'il offre dans son package. Il s'agit d'une hausse puisque l'électricité est produite à un coût normalisé à 0. Le consommateur achète alors plus de "package" chez l'électricien.



Dérivée du gain de l'électricien par rapport à  $\eta$

Une hausse du degré de substitution augmente l'écart de profit de l'électricien entre les situations de vente liée et de vente séparée. La figure ci dessous résume cet effet.



Dérivée du gain de l'électricien par rapport à  $\theta$ .

L'effet de l'adoption d'une stratégie de ventes liées par l'électricien sur le profit du gazier est représenté par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_g = \pi_g^{b*} - \pi_g^* = & A[(-28\theta^2 + 80 + 2\theta^4) \eta^4 + (-58\theta^3 + 66\theta^2 - 3\theta^4 - 72 + 200\theta + 2\theta^5) \eta^3 \\ & + (60\theta^3 - 28\theta^4 + 128 + 80\theta^2 - 78\theta) \eta^2 \\ & + (168\theta - 60 + 69\theta^2 - 42\theta^3) \eta + 48 + 18\theta - 12\theta^2 \\ & * [(-12\theta^3 + 48\theta + 2\theta^4 - 4\theta^2 - 16) \eta^4 + (2\theta^3 - 9\theta^4 + 2\theta^5 + 54\theta^2 - 40\theta + 72) \eta^3 \\ & + (8\theta^4 - 28\theta^2 - 16 + 162\theta) \eta^2 + (6\theta^3 - 24\theta + 39\theta^2 + 60) \eta + 18\theta] \end{aligned}$$

$$\text{où } A = \frac{a^2}{144 (\theta\eta + 1 + \eta^2)^2 (3 + (4 - \theta^2) \eta^2 + 6\theta\eta)^2 (\theta - 2)^2 (\theta + 2)^2}$$

10. Les prix d'équilibres

Prix d'équilibre du jeu d'un oligopole sur l'aval européen et d'un monopole producteur gazier. Cas avec "bundle" .

$$\begin{aligned}
 p_{be}^{**} &= A[(\theta^2 + 2\theta - 8)\eta^5 + (\theta^3 + 8\theta^2 - 22\theta - 10)\eta^4 + (6\theta^3 - 12\theta^2 - 22\theta - 19)\eta^3 \\
 &\quad - ((27\theta + 8\theta^2 + 18)\eta^2 + (22\theta + 10)\eta + 8)], \\
 p_{bg}^{**} &= A(-(\theta^3 + 2\theta^2 + 6\theta - 12)\eta^4 + (2\theta^3 + 8\theta^2 - 30\theta + 2)\eta^3 \\
 &\quad + (-16\theta^2 + 7\theta - 20)\eta^2 + (-26\theta + 2)\eta - 8].
 \end{aligned}$$

$$\text{Avec } A = \frac{a}{4((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)(1 + \theta\eta + \eta^2)}$$

Equilibre du jeu : doubles oligopoles verticaux : Cas "bundle" .

Les prix sur le marché aval, à l'équilibre du jeu de double oligopole, sont donnés par l'expression :

$$\begin{aligned}
 p_{be}^{**} &= \frac{a(\theta^2 + 2\theta(1 + N) - 4N - 8)\eta^5}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
 &\quad + \frac{a((\theta^3 + (8 + 6N)\theta^2 - 22\theta - 2N - 12N\theta - 10)\eta^4)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
 &\quad + \frac{a((\theta^3(6 + 4N) - \theta^2(12 + 8N) - \theta(2N + 22) - 8N - 19)\eta^3)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
 &\quad + \frac{a((\theta^2(2N - 8) - \theta(12N + 27) - 4N - 18)\eta^2)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
 &\quad - \frac{a((\theta(4N + 22) + 4N + 10)\eta - 2N - 8)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)},
 \end{aligned}$$

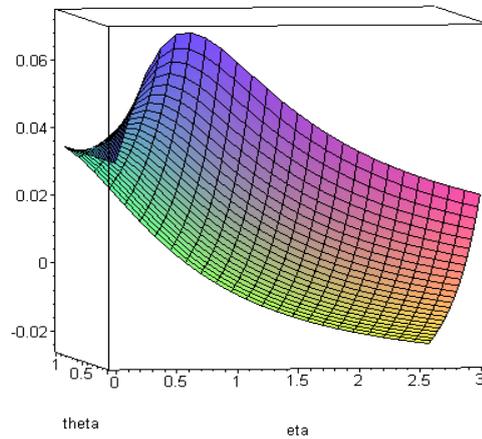
et

---


$$\begin{aligned}
p_{bg}^{**} = & \frac{a((-\theta^3 + 2\theta^2 + \theta(2N + 6) - 4N - 12)\eta^4)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
& + \frac{a((2\theta^3 + \theta^2(2N + 8) - \theta(10N + 30) + 2N + 2)\eta^3)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
& + \frac{a((-\theta^2(6N + 16) + \theta(4N + 7) - 6N - 20)\eta^2)}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)} \\
& + \frac{a(-\theta(8N + 26) + 2N + 2)\eta - 2N - 8}{2(\theta\eta + 1 + \eta^2)(N + 2)((\theta^2 - 4)\eta^2 - 6\theta\eta - 3)}.
\end{aligned}$$

### 11. Gains de l'électricien

Nous notons  $\Delta\Pi_e = \pi_{ecc}^{b**} - \pi_e^{b**}$  la différence entre les profits de l'électricien respectivement lorsqu'il existe une concurrence ou un monopole sur le marché amont. Nous pouvons observer qu'à  $N = 2$ , et tant que l'électricien offre  $\eta$  unités d'électricité supérieures à un seuil, alors, le profit de concurrence est supérieur à celui de monopole. Cela est toujours vérifié pour un niveau de substituabilité pas trop élevé. Ce résultat apparaît dans le graphique suivant, notons que nous normalisons  $a = 1$ .



Gains de l'électricien lors d'un approvisionnement sur un marché duopolistique

**Annexe du chapitre 3**

## 12. Profit d'équilibre de l'électricien

Lorsque deux producteurs se concurrencent à la Stackelberg, à l'équilibre du jeu, le numérateur du profit de la firme 1 s'écrit :

$$\begin{aligned}
A = & [(20\theta^6 - 144\theta^4 + 192\theta^2 + 256) c_L^2 \\
& + (204\theta^5 - 60\theta^6 + 432\theta^4 - 1344\theta^3 - 576\theta^2 + 2112\theta - 768) c_L \\
& + (20\theta^6 - 144\theta^4 + 192\theta^2 + 256) c_i c_L \\
& + (5\theta^6 - 36\theta^4 + 48\theta^2 + 64) c_i^2 \\
& + (102\theta^5 - 30\theta^6 + 216\theta^4 - 672\theta^3 - 288\theta^2 + 1056\theta - 384) c_i \\
& + (45\theta^6 - 306\theta^5 + 81\theta^4 + 2016\theta^3 - 1548\theta^2 - 3168\theta + 2880)].
\end{aligned}$$

**Annexe du chapitre 4A**

## 13. Les profits dans le cas de tarification indépendante sur le marché amont

$$\begin{aligned}
\tilde{\pi}_1^{IP} &= \frac{1}{144(\theta+1)(z\theta^2-4z+6\theta^2-6)^2} ((-5z^2-102z-720)\theta^5 + (61z^2+1014z+1872)\theta^4 \\
&+ (438z-92z^2+1440)\theta^3 + (-476z^2-3414z-3744)\theta^2 \\
&+ (160z^2-336z-720)\theta + (640z^2+2400z+1872)), \\
\tilde{\pi}_2^{IP} &= \frac{(\theta+1)^2(z\theta+12\theta-4z-12)^2}{36(z\theta^2-4z+6\theta^2-6)^2}, \\
\tilde{\pi}_U^{IP} &= \frac{(\theta+4)^2 z(\theta-1)}{24(\theta+1)(z\theta^2-4z+6\theta^2-6)}, \\
\widetilde{W}^{IP} &= \frac{1}{288(\theta+1)(z\theta^2-4z+6\theta^2-6)^2} ((17z^2+228z+720)\theta^5 + (167z^2+2460z+8496)\theta^4 \\
&+ (-328z^2-2148z-1440)\theta^3 + (-1456z^2-12444z-16992)\theta^2 \\
&+ (896z^2+1920z+720)\theta + (3008z^2+9984z+8496)).
\end{aligned}$$

**Stratégies d'approvisionnement en gaz naturel des acteurs énergétiques européens**

*L'ouverture à la concurrence des marchés européens de l'énergie offre l'opportunité à un électricien de diversifier ses activités, notamment de renforcer sa présence sur le marché gazier. Cette thèse a pour objectif de montrer que l'approvisionnement en gaz naturel des acteurs européens prend en compte l'effet des stratégies, de toutes les firmes de la chaîne gazière, sur le prix amont du gaz. Plus précisément, ce travail étudie, avec une structure de marché oligopolistique, la répartition de la valeur sur la chaîne gazière. Ainsi, un électricien peut adopter une stratégie de ventes liées, gaz et électricité, pour augmenter le coût de son concurrent spécialiste du gaz naturel.*

*De plus, les possibilités d'intégration verticale d'un producteur et d'un revendeur de gaz réduisent la concurrence sur le marché final car les concurrents sont exclus du marché de l'approvisionnement en gaz. L'électricien peut s'approvisionner auprès d'une firme verticalement intégrée quand elle oriente ses ventes sur un marché où électricité et gaz sont des compléments. Dans ce cas, la stratégie de ventes liées est une stratégie dominée.*

*La production d'électricité à partir de gaz naturel rend le coût d'approvisionnement en gaz sensible aux technologies de production d'électricité. Le prix l'électricité est alors dirigé par celui du gaz. Le prix final de l'électricité est sensible aux conditions d'approvisionnement des firmes du marché final.*

*La spécificité de chaque énergéticien européen incite un producteur, extérieur à l'Union Européenne, à discriminer ses acheteurs. La discrimination sur les prix de l'input est alors favorable à un électricien qui diversifie ses approvisionnements gaziers. Dans ce cas, la pratique de ventes liées n'est plus une stratégie dominante bien qu'elle renforce l'avantage en coût d'approvisionnement de l'électricien par rapport à ses concurrents.*

**Natural gas supply strategies for European energy market actors**

*The liberalization of the European energy markets leads to the diversification of supplies. Hence, we analyse the natural gas importation problem in a power producer point of view. Upstream and downstream natural gas markets are concentrated. In this oligopoly context, our topic is to focus on strategies which modify natural gas sourcing price. This by studying the surplus sharing on the natural gas chain.*

*A European firm can bundle gas and electricity outputs to increase its market share. Therefore, a bundling strategy of a power producer in competition with a natural gas reseller on the final European energy market increases upstream natural gas price. Bundling also acts as a raising rival cost strategy and reduces the rivals' profit.*

*Profits opportunities incite natural gas producers to enter the final market. Vertical integration between a natural gas producer and a European gas reseller is a way, for producers, to catch end consumer surplus. Vertical integration results in the foreclosure of the power producer on the upstream natural gas market. To be active on the natural gas market, the power producer could supply bundles. But, this strategy reallocates the rent. The integrated firm on natural gas gets the rent of electricity market in expenses of the power producer. Then, a solution for the power producer is to supply gas and electricity as complements.*

*Then, we consider a case where vertical integration is not allowed. Input price discrimination by a monopolist leads to a lower natural gas price for the actor which diversifies its supplying sources. Furthermore, a bundling strategy increases the gap between the price proposed to the firm which also diversify its output and the firm which is fully dependant from the producer to supply natural gas on final market.*

**Discipline : Sciences Economiques**

**Mots clés :** Gaz naturel, Relations verticales, Ventes liées, Discrimination sur les prix de l'input.

**Keywords:** Natural gas, vertical relations, bundling, vertical integration, input price discrimination.

**C.R.E.D.EN**

**Centre de Recherche en Economie de Droit de l'Energie**

**Université de Montpellier I**

**BP 79606 - 34 960 Montpellier cedex 2**

**France**