

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Industriel

Mémoire de projet de fin d'études d'ingénieur d'Etat en Génie Industriel

Thème

Formulation d'une stratégie de développement de
SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel par
la Théorie des Jeux

Présenté par :

M^{lle} CHERFA Hanane

M^{lle} KHELIL Rym

Dirigé par :

M^{me} BELMOKHTAR Oumhani

M. AIB Mabrouk

Promotion : juin 2006

DÉDICACES

Je dédie ce mémoire à toutes les personnes qui me sont chères. Plus particulièrement :

A ma mère Fadila, mon père Mohamed Chérif et ma sœur Siham qui de près ou de loin m'ont toujours soutenue, encouragée et ont toujours cru en moi.

A toute ma famille et à tous mes amis.

A mon amie Lamia qui a toujours été là pour moi.

Hanane CHERFA

A tous ceux qui, par leur amour, par leur soutien, ont fait de moi celle que je suis aujourd'hui,

A Maman, à Babazizi, à tata lo et tonton Rachid...

A mes frères et sœurs : Fata, Lilou et Selma,

A mes amis Amel, Mimi, Mina, Samir et Djalil,

A tous ceux que j'aime,

A mon très cher Hadi,

Je dédie ce travail.

Rym KHELIL

REMERCIEMENTS

La soutenance d'un mémoire de fin d'étude est un événement majeur dans le cursus universitaire d'un étudiant. Nous tenons à saisir cette occasion pour exprimer notre gratitude, notre reconnaissance et nos remerciements :

Tout d'abord à M^{me} BELMOKHTAR, Maître de Conférences au département Génie Industriel, et à M^r AIB, Chargé de Cours au département Génie Industriel, qui ont encadré notre travail, nous ont guidées, encouragées et soutenues tout au long du déroulement de notre projet. Nos remerciements pour votre disponibilité, votre aide continue, et surtout de nous avoir poussées à faire mieux et d'avoir cru en nous.

À notre chef de département M^{me} ABOUN, à tous les enseignants du département Génie Industriel de l'École Nationale Polytechnique, et leur exprimons le témoignage de notre reconnaissance.

Envers tous ceux qui nous ont accordé leur soutien, tant par leur gentillesse que par leur dévouement et à toutes les personnes qui de près ou de loin nous ont aidées et encouragées.

Enfin, nous ne remercierons jamais assez nos parents dont le soutien moral et matériel ainsi que leurs encouragements permanents ont beaucoup contribué à la réalisation de ce mémoire.

ملخص :

الهدف من هذه الدراسة هو تأسيس إستراتيجية توسيع لسونطراك على مستوى السوق الايطالي للغاز الطبيعي بعد فتحه للقيام بهذه الدراسة، هيكل هذا البحث على مرحلتين :
أولاً، أعطي تحليل دراسة أعمال نظرية الألعاب مع الوضعية الحالية للسوق الأوروبي للغاز الطبيعي. انطلاقاً من هذه المعلومات مثل مختلف اللاعبين الرئيسيين على مستوى السوق الايطالي للغاز الطبيعي. بعدئذ، مثلت التفاعلات الإستراتيجية بين مختلف اللاعبين وهذا ما قاد إلى تأسيس إستراتيجية لسونطراك.

الكلمات المفتاحية : نظرية اللعب، توازن "ناش"، إستراتيجية سوق الغاز، توجيه الغاز.

Résumé :

L'objet de cette étude est de formuler une stratégie de développement de SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel. Ceci, afin de permettre à l'entreprise de faire face à l'entrée de nouveaux concurrents sur ce marché suite à sa libéralisation.

Pour ce faire, ce mémoire est structuré en deux parties :

Il s'agit en premier lieu de donner l'état de l'art de la théorie des jeux et celui du contexte du marché gazier européen. Partant de là, il sera question d'identifier les principaux acteurs du marché gazier italien pour lesquels nous modéliserons les interactions stratégiques afin d'aboutir à une proposition de formulation d'une stratégie de SONATRACH.

Mots clés : théorie des jeux – équilibre de Nash – stratégie – marché gazier – concurrence – Directive Gaz.

Abstract :

The purpose of this work is to state a strategy of development for SONATRACH on the Italian natural gas market. This, to give the opportunity to the firm to face the entrance of new competitors on this market afterwards liberalization.

To do this, this study is structured in two parts :

First, game theory's review of literature and the context of the European gas market will be given. From this, we will need to identify the main actors of the Italian natural gas market. The strategic interactions of these actors will be modelled and will allow us to formulate a strategy for SONATRACH.

Keywords : theory of games – Nash equilibrium – strategy – gas market – competition – Gas Directive.

« Si les gens ne croient pas que les mathématiques sont simples, c'est uniquement parce qu'ils ne réalisent pas à quel point la vie est compliquée »

John Von NEUMANN

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE ET PROBLÉMATIQUE	1
DÉMARCHE DE L'ÉTUDE	4
CHAPITRE I : ÉTAT DE L'ART SUR LA THÉORIE DES JEUX	5
I. INTRODUCTION	5
II. APERÇU HISTORIQUE SUR LA THÉORIE DES JEUX	6
III. DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE LA THÉORIE DES JEUX	8
III.1. Définition d'un jeu	8
III.2. Représentation d'un jeu	8
III.2.1. Forme stratégique	8
III.2.2. Forme extensive	9
III.3. Caractéristiques d'un jeu	10
III.3.1. Information d'un jeu	10
III.3.1.1. Jeux à information complète	10
III.3.1.2. Jeux à information incomplète	11
III.3.2. Stratégies d'un jeu	11
III.3.2.1. Stratégies pures	12
III.3.2.2. Stratégies mixtes	12
III.3.2.3. Les actions	12
III.3.2.4. Les stratégies conditionnelles	12
III.3.3. Dynamique d'un jeu	13
III.3.3.1. Jeux dynamiques	13
III.3.3.2. Jeux séquentiels	13
III.3.3.3. Jeux répétés	14
III.3.4. Dominance d'une stratégie	14
III.3.4.1. La dominance faible	14
III.3.4.2. La dominance stricte	14
III.4. Concept de solution d'un jeu	14
III.4.1. Équilibre de Nash	16
III.4.1.1. Définition	16
III.4.1.2. Équilibre de Nash et processus	17
III.4.1.3. Équilibre de Nash et croyances	17
III.4.1.4. Équilibre de Nash et optimalité	17
III.4.1.5. Le problème de l'existence de l'équilibre de Nash	18
III.4.1.6. Équilibre parfait en sous-jeux	18
IV. EXEMPLES DE MODÉLISATION ÉCONOMIQUE PAR LA THÉORIE DES JEUX	19
IV.1. Le dilemme du prisonnier	19
IV.2. La guerre du couple	20
IV.3. Le monopole et le nouveau venu	21
IV.4. Cas particuliers en théorie des jeux	22
IV.4.1. Menaces non crédibles	22
IV.4.2. Promesses non crédibles	22
IV.4.3. Menaces et promesses crédibles	23
IV.4.4. Coopération bilatérale et « théorème de tout le monde »	24
V. LIMITES DE LA THÉORIE DES JEUX DANS LA MODÉLISATION DE PHÉNOMÈNES ÉCONOMIQUES	25
V.1. Règles de jeu	25

V.1.1. Définies avec précision	25
V.1.2. Leurs origines	25
V.2. Multiplicité des équilibres	25
V.3. Utilisation des raffinements	25
V.4. Absence de jeux évidents	27
V.5. Rationalité limitée et rétrospection	27
VI. ÉQUILIBRE DE NASH ET RATIONALITÉ ÉCONOMIQUE	28
VII. RÔLE DE LA THÉORIE DES JEUX DANS L'AIDE LA PRISE DE DÉCISIONS STRATÉGIQUES	31
VIII. CONCLUSION	34
CHAPITRE II : OUVERTURE DU MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN	35
I. INTRODUCTION	35
II. CHAÎNE GAZIÈRE	36
III. MARCHÉ GAZIER MONDIAL	38
IV. MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN	40
IV.1. Avant l'ouverture	40
IV.1.1. Les clauses dites de « Take-or-pay »	41
IV.1.2. Les clauses de destination	41
IV.1.3. Pratique du prix « Net back »	41
IV.2. Cadre juridique et réglementaire du marché gazier dans l'Union européenne	42
IV.2.1. Directive 98/30/CE	42
IV.2.2. Directive 2003/55/CE	44
IV.3. Conséquences de l'ouverture du marché gazier européen	46
IV.3.1. Remise en cause des contrats à long terme	46
IV.3.2. Développement des contrats spot et court terme	47
IV.3.3. Déploiement de nouvelles stratégies (alliances et fusions acquisitions)	47
IV.3.4. Montée en puissance des nouveaux entrants dans l'aval gazier	48
IV.3.5. Le point sur le taux réel d'ouverture	48
V. CONCLUSION	49
CHAPITRE III : MARCHÉ ITALIEN DU GAZ NATUREL	50
I. INTRODUCTION	50
II. STRUCTURE DU MARCHÉ ITALIEN DU GAZ NATUREL	51
II.1. Demande de gaz	51
II.2. Offre de gaz	52
II.3. Équilibre offre/demande	54
II.4. le cadre de la régulation en Italie	55
III. ACTEURS DU MARCHÉ ITALIEN DU GAZ NATUREL	57
III.1. Principaux intervenants sur le marché italien du gaz naturel	57
III.2. Classification des acteurs en fonction de leurs activités caractéristiques	64
III.3. Classification des projets d'investissement	65
IV. CONCLUSION	68
CHAPITRE IV : MODÉLISATION DE LA CONCURRENCE SUR LE MARCHÉ GAZIER ITALIEN PAR LA THÉORIE DES JEUX	69
I. INTRODUCTION	69
II. IDENTIFICATION DU JEU ET DE SES CARACTÉRISTIQUES	70
II.1. Démarche méthodologique	70
II.1.1. Définir l'issue de la stratégie	70

II.1.2. Déterminer les joueurs appropriés	70
II.1.3. Identifier l'objectif stratégique de chaque joueur	70
II.1.4. Identifier les actions potentielles de chaque joueur	70
II.1.5. Déterminer la structure probable du jeu	71
II.1.6. Commencer à jouer	71
II.2. Modélisation	72
II.2.1. Définition de l'issue de la stratégie	73
II.2.2. Détermination des joueurs appropriés	75
II.2.3. Identification de l'objectif stratégique de chaque joueur	76
II.2.4. Identification des actions potentielles de chaque joueur	79
II.2.5. Détermination de la structure probable du jeu	79
II.2.6. Commencer à jouer	86
III. ANALYSE DES RÉSULTATS	90
IV. PROPOSITIONS DE FORMULATIONS DE STRATÉGIES	92
V. CONCLUSION	94
CONCLUSION GÉNÉRALE	95
BIBLIOGRAPHIE	97
ANNEXES	101

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Glossaire	101
Annexe 2. Hubs gazier européens	103
Annexe 3. Évolution de la concurrence sur les marchés gaziers	105
Annexe 4. Demande et offre de gaz en Italie	106
Annexe 5. Informations complémentaires sur certaines compagnies	107
Annexe 6. Fonction d'utilité	109

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Forme stratégique d'un jeu	9
Figure 2. Forme extensive d'un jeu	9
Figure 3. Stratégie conditionnelle	13
Figure 4. Élimination par itérations des stratégies dominées	15
Figure 5. Équilibre de Nash	16
Figure 6. Problème de l'existence de l'équilibre de Nash	18
Figure 7. Le dilemme du prisonnier	19
Figure 8. La guerre du couple	20
Figure 9.1. Forme extensive du jeu du monopole et du nouveau venu	21
Figure 9.1. Forme stratégique du jeu du monopole et du nouveau venu	22
Figure 10. Jeu du mille-pattes	26
Figure 11. Chaîne gazière	36
Figure 12. Chaîne d'approvisionnement du GNL	37
Figure 13. Répartition des réserves prouvées de gaz naturel en 2005	38
Figure 14. Répartition de la production commercialisée de gaz naturel en 2004	39
Figure 15. Structure traditionnelle du marché européen	40
Figure 16. Structure du marché européen après l'ouverture	46
Figure 17. Sources étrangères d'approvisionnement en gaz	54
Figure 18. Représentation du jeu sous forme extensive	87
Figure 19. Extrait de la feuille de calcul du tableur Excel	89

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1. Répartition de la demande gazière à l'horizon 2030 (%)	39
Graphique 2. Demande annuelle de gaz par secteur en Italie	51
Graphique 3. Offre de gaz annuelle par type en Italie	52
Graphique 4. Équilibre offre/demande de gaz	55
Graphique 5. Équilibre offre/demande de gaz en tenant compte des projets futurs	67
Graphique 6. Variation du coefficient de perte d'un projet en fonction de son taux d'utilisation	85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Principaux acteurs du marché gazier italien	57
Tableau 2. Classification des acteurs du marché gazier italien	64
Tableau 3. Principaux projets en aval de la chaîne gazière italienne	65
Tableau 4. Projets retenus pour le jeu	76
Tableau 5. Liste des joueurs et de leurs stratégies	77
Tableau 6. Coefficients de pondération de la part de marché et de la rentabilité	78

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ATR : Accès des Tiers au Réseau
ATS : Accès des Tiers au Stockage
BG : British Gaz
BP : British Petroleum
CAF : Capacité d'Auto Financement
CE : Commission Européenne
CNUCED : Conférence des Nations Unies sur le Commerce Et le Développement
D : demande
EBN : Energie Beheer Nederland
ENDESA : Empresa Nacional De Electricidad S.A
ENEL : Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
ENI: Ente Nazionale Idrocarburi
EOS Energia: Elettrica della Svizzera Occidentale
ERG: European Regulators Group
Gm³ : giga de mètres cubes
GALP(ou GDP) : Gás de Portugal
GAISI: Gas Algeria Sardinia Italy
GdF: Gaz de France
GNL: Gaz Naturel Liquéfié
GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié
GVS : Gecorrigeerd Voor Seizoenschommelingen
IFP : Institut Français du Pétrole
IGI : Interconnector Greece-Italy
NV : Nouveau Venu
O : Offre
P : Production
ProGeMiSa : Programma Generale Minerario Sardo
R: Réserves
SFIRS: Società Finanziaria Industriale Rinascita Sardegna
Snam RG S.p.A. : Snam Rete Gas S.p.A
SoNaTraCH : Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures
t : tonnes
TAG : Trans Austria Gasleitung
TMPC : Trans Mediterranean Pipeline Company
TRI : Taux de Rentabilité Interne
TTPC : Trans Tunisian Pipeline Company
UE : Union Européenne
VAN : Valeur Actualisée nette
WEC : World Energy Council

INTRODUCTION GÉNÉRALE ET PROBLÉMATIQUE :

Jusqu'à la fin du siècle dernier, parler du marché gazier européen revenait à désigner deux pôles oligopolistiques distincts : l'amont de la chaîne gazière, constituant l'oligopole de production/exportation, formé par les compagnies publiques, de la Russie, de l'Algérie, de la Norvège et des Pays-Bas ; et l'aval gazier, représentant les acheteurs, incluant les compagnies gazières des pays européens détenteurs du monopole sur les marchés de gros. Dans la majorité de ces pays, la distribution était du seul ressort des autorités réglementaires et locales, principalement sous la forme de monopoles locaux de distribution.

L'épuisement des réserves gazières européennes et la forte hausse de la demande combinés au développement de l'offre extérieure accroissant la dépendance énergétiques en Europe ; tout ceci opérant dans un environnement de plus en plus enclin à la globalisation a engagé l'Europe dans un processus de libéralisation de ses marchés gaziers. Celui-ci vise à créer une concurrence interne et externe fondée sur un marché gazier unifié concurrentiel. L'objectif affiché par les directives européennes de 1998 et 2003 concernant l'ouverture du marché gazier est d'obtenir un approvisionnement, à moindre coût, des consommateurs de toute catégorie et ceci en éliminant les « rentes » à tous les niveaux de la chaîne gazière sous la pression concurrentielle. Il s'agit également de « sécuriser » l'approvisionnement gazier en Europe.

Cependant, qui dit « avantages » pour les uns, dit « inconvénients » pour les autres. En effet, l'ouverture entraîne la multiplication et la diversification des acteurs sur le marché. La place qu'occupait le groupe pétro-gazier SONATRACH en tant que deuxième fournisseur de l'Europe en général et premier fournisseur de l'Italie en particulier se retrouve menacée par l'entrée sur le marché de nouveaux concurrents.

En effet, SONATRACH qui confirme d'année en année sa vocation gazière se doit d'affronter cette menace. Grâce à la richesse du sous-sol algérien, le rythme des investissements consentis, le travail des hommes et la place qu'elle occupe dans l'approvisionnement des marchés gaziers internationaux, SONATRACH est aujourd'hui la première société gazière en méditerranée. Elle est par ailleurs la seconde société exportatrice mondiale de GNL et de GPL et est aussi, un leadership dans la chaîne gazière. Ainsi, pour assurer sa pérennité, elle se doit d'avoir un accès stable aux marchés de consommation.

C'est dans cette optique que, jusqu'à présent, l'Italie a représenté environ 68% des exportations de SONATRACH par gazoducs, ce qui en fait l'un de ses principaux clients. Certes, l'ouverture des marchés européens se fait de manière progressive mais la menace qui

pèse ne peut être négligée. D'autant plus que le marché italien se trouve dans une phase de libéralisation plus rapide que certains pays comme la France.

Afin d'arriver à la réalisation de sa vision, à savoir, rester le leader du gaz sur le marché méditerranéen, SONATRACH doit tenir compte des caractéristiques de chacun des marchés sur lesquels elle opère. De ce fait, sa stratégie de développement sur le marché italien du gaz naturel doit absolument tenir compte de la présence d'autres entreprises dont l'objectif est de remettre en cause sa position sur ce marché particulièrement attractif.

La question qui se pose alors est la suivante : comment réussir à formuler une stratégie de développement de SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel qui tienne compte du comportement stratégique de chacun des acteurs de ce marché ?

L'étude de la stratégie des entreprises, des marchés et de leurs interactions est l'objet de l'économie industrielle. Elle vise, entre autres, à aider à la prise de décisions stratégiques pour les entreprises. Qui dit stratégie, dit choix ; mais qui dit choix, dit multiplicité. Multiplicité à la fois des actions potentielles et des intervenants. De ce fait, une entreprise se trouvant parmi de multiples autres entreprises ne peut ignorer leurs choix dans la formulation de sa propre stratégie.

Ce raisonnement caractérise un peu les interactions stratégiques auxquelles SONATRACH devra se confronter lors de la formulation de sa stratégie de développement sur le marché gazier italien. La nature même de ces comportements nous incite à considérer la théorie des jeux.

En effet, la théorie des jeux étudie les choix rationnels d'acteurs lorsque leurs gains dépendent des actions des autres et lorsque ceux-ci en ont pleinement conscience. Pourtant, la véritable révolution qu'a opérée la théorie des jeux sur le plan académique, débouchant sur ce qu'il est maintenant convenu d'appeler la « nouvelle économie industrielle », et qui joue un rôle primordial dans la façon d'aborder en théorie les problèmes de stratégies l'entreprise, n'a pas connu beaucoup d'applications concrètes pour des entreprises. (CAR 2004)

De ce fait, l'application que nous allons proposer à SONATRACH de la théorie des jeux dans le cadre de la formulation de sa stratégie de développement sur le marché gazier italien constitue l'une des premières approches pratiques de la théorie des jeux. Pour ce faire, nous avons structuré notre mémoire en quatre chapitres :

Le **chapitre I** sera consacré à la théorie des jeux. Il s'agit de comprendre ses concepts de base qui sont à l'origine de toute modélisation de phénomènes économiques, en particulier les

interactions stratégiques. Le but étant de cerner les principales caractéristiques d'un jeu au sens de la théorie ainsi que l'équilibre de Nash, concept de solution privilégié. La maîtrise des outils de la théorie des jeux passe notamment par l'étude de ses exemples types de modélisation ainsi que de ses limites. En fin de chapitre, pour resituer la théorie dans le cadre de notre problématique, il sera question de considérer son rôle dans l'aide à la prise de décisions stratégiques.

Le **chapitre II** vise à décrire le contexte du marché gazier européen. Un contexte qui est passé de relations bipolaires oligopolistiques à une ouverture qui se veut totale mais progressive. En effet, la chaîne gazière se divisait en deux parties, la première regroupant les monopoles d'importation européens liés à la deuxième partie – les producteurs de gaz naturel – par des contrats à long terme, des clauses de non-revente et des pratiques de prix dites « Net back ». L'ouverture du marché gazier européen a été impulsée par les deux directives européennes de 1998 et 2003 et a pour principale conséquence la multiplication et la diversification des acteurs tant du côté des acheteurs que du côté des vendeurs

Le **chapitre III** décrit un des marchés les plus dynamiques de l'Europe, l'Italie. Au-delà de l'ouverture très rapide que connaît le marché italien du gaz naturel, l'Italie occupe une place prépondérante dans le portefeuille des clients de SONATRACH. Ce chapitre a pour objectif de décrire la structure de ce marché en vue d'identifier ses principaux acteurs – que nous classerons en fonction des activités qui les caractérisent dans le jeu de la concurrence – et nous préciserons les menaces auxquelles devra faire face SONATRACH.

Enfin, le **chapitre IV** présentera notre démarche de modélisation de la situation concurrentielle sur le « nouveau » marché italien du gaz naturel par la théorie des jeux, à travers l'identification de toutes les caractéristiques du jeu ainsi que la détermination de ses équilibres au sens de la théorie. La démarche considérée débouchera sur la proposition d'une formulation de stratégie de développement de SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel.

DÉMARCHE DE L'ÉTUDE :

Pour répondre à l'objectif de développement de SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel ; nous nous proposons, à travers le présent travail, de considérer les concepts de la théorie des jeux afin de formuler une stratégie permettant de répondre à l'objectif de SONATRACH.

Pour ce faire, nous débuterons l'étude par un état de l'art sur la théorie des jeux. Ses concepts étant nouveaux, il sera question de la présenter en insistant sur le volet « modélisation des interactions stratégiques ».

Ensuite, dans une optique de modélisation, nous analyserons le contexte du marché gazier européen avant et après l'ouverture, en passant par un résumé des points essentiels des deux directives gaz à l'origine de l'ouverture.

Une fois les caractéristiques des marchés gaziers européens cernées, il s'agira d'analyser la structure du marché italien en particulier et d'identifier ses principaux acteurs et projets qui leurs sont associés.

Enfin, nous considérerons tous les acteurs du marché gazier italien afin de modéliser la concurrence qui le caractérise. Parmi eux, nous sélectionnerons les joueurs ; nous déterminerons leurs stratégies ainsi que les caractéristiques du jeu. Ceci nous permettra de trouver une solution au jeu et de formuler une stratégie de développement de SONATRACH sur le marché gazier italien.

CHAPITRE I : État de l'art sur la théorie des jeux

I. INTRODUCTION :

Dans un marché où la concurrence occupe une place prépondérante sous la pression d'un environnement de plus en plus hostile et complexe, l'analyse des interactions entre les acteurs nécessite une grande finesse, voire le recours à des outils mathématiques permettant de visualiser ces interactions stratégiques de manière dynamique.

Les outils traditionnels de la micro économie modélisent la dynamique des marchés – la concurrence – en insistant sur l'efficacité du marché « parfait » avec pour modèle phare, la concurrence parfaite. Cette approche revêt une dimension normative par rapport à ses hypothèses. En effet, la micro économie traditionnelle suppose l'existence d'un « marché » avec de « nombreux agents » en « concurrence » dans un cadre « transparent ».

Le contexte réel des marchés ne répondant pas forcément aux normes dites-traditionnelles, d'autres approches notamment issues de l'économie industrielle ont vu le jour afin de compléter les hypothèses de base, en particulier à travers l'étude des situations de monopoles (concurrence imparfaite). Le modèle de base qui va dans ce sens est le triptyque structures – comportements – performances.

Cependant, considérer les différents éléments de ce paradigme comme des « données » qui s'imposeraient aux firmes exclut d'éventuelles influences que pourraient exercer certaines firmes sur les autres. Autrement dit, les firmes n'auraient pas de comportements stratégiques.

Les travaux récents de la nouvelle économie industrielle se proposent d'interpréter les caractéristiques des marchés dans un cadre plus riche et plus complexe. Cela passe notamment par l'abandon de la simplification commode mais de faible portée pratique qui consiste à traiter toutes les firmes comme égales ; l'introduction de ces asymétries débouche sur les modèles de théorie des jeux. Dans une approche plus positive que normative, la théorie des jeux a pour but d'étudier et de modéliser les situations d'interactions stratégiques entre des agents rationnels sur un marché concurrentiel en utilisant des outils mathématiques.

Dans un premier temps, nous donnerons un bref aperçu historique sur la théorie des jeux ; puis nous expliciterons ses concepts de base ; par la suite, nous présenterons des exemples types de modélisation économique par la théorie de jeux. Nous listerons alors les limites que peut rencontrer cette théorie dans la modélisation de phénomènes économiques et donnerons une interprétation d'une des limites. Enfin, nous soulignerons le rôle que peut jouer la théorie des jeux dans l'aide à la prise de décisions stratégiques.

II. APERÇU HISTORIQUE SUR LA THÉORIE DES JEUX :

La théorie des jeux, depuis son apparition, a connu trois grandes étapes :

Période I : des années 20 jusqu'à la fin de la deuxième guerre mondiale.

Durant cette période, la théorie des jeux s'est élaborée en prenant comme exemples les « jeux de société » et leurs prolongements guerriers – jeux dont la principale caractéristique est d'être à somme nulle (ou constante) – ce que certains gagnent étant forcément perdu par d'autres. (KRE 1999)

On considère généralement que l'origine de la théorie des jeux se trouve dans l'article du mathématicien Zermelo – portant sur les jeux d'échecs (1913) – qui utilise pour la première fois la démarche appelée par la suite « récurrence à rebours ». L'accent est alors mis sur la recherche de stratégies qui seraient d'une certaine façon « optimales », dans le but de désigner avec le moins d'ambiguïté possible la « solution » d'un jeu. (KRE 1999)

Le premier résultat de la théorie des jeux est issu du théorème du MINIMAX démontré en 1928 par le mathématicien Von Neumann, qui établit que tout jeu à somme nulle à deux joueurs comporte une solution formée par leurs stratégies MAXIMIN, solution pour laquelle leurs gains sont égaux à leurs niveaux de sécurité. Ce niveau de sécurité se détermine en calculant d'abord son gain minimal pour chacune de ces stratégies (en supposant que les autres joueurs optent à chaque fois pour les stratégies qui leur sont les plus défavorables), puis en prenant le maximum des gains minimaux ainsi obtenus. (GUE 2002)

Période II : ouverte par la parution du livre de Von Neumann et Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behaviour* (1944), et qui a pris fin dans les années soixante-dix.

On parle alors de jeux coopératifs. La théorie des jeux coopératifs s'intéresse aux « coalitions » que peuvent former des individus rationnels dans le but de maximiser leurs gains ; il s'agit de déterminer parmi l'ensemble des coalitions possibles – ou envisageables – lesquelles sont « stables », dans le sens où leurs membres ne sont pas incités à les quitter (pour former d'autres coalitions). (KRE 1999)

Dans les jeux coopératifs, le terme « jeux de marché » est utilisé pour désigner des situations où des agents économiques – ménages ou entreprises – sont en possession de biens qu'ils sont disposés à échanger (pour augmenter leur utilité ou leur production), sans qu'il existe de taux d'échanges donnés, à priori. Ils supposent généralement les utilités

transférables, ce qui revient à introduire une sorte de monnaie, qui sert aux transferts des gains au sein des coalitions (et de représenter le jeu par une fonction caractéristique). (GUE 2002)

Période III : période actuelle

Il s'agit de la théorie des jeux non coopératifs, avec l'équilibre de Nash comme concept de solution privilégié. Les individus sont alors la donnée première, et non les coalitions (celles-ci ne sont pas exclues, mais la théorie doit expliquer comment elles se forment et se maintiennent). Leurs croyances jouent alors un rôle essentiel dans la caractérisation des solutions des modèles. (KRE 1999)

La théorie des jeux a été consacrée par l'obtention du prix Nobel d'économie, en 1994, par John F. Nash, John C. HARSANYI et Reinhard SELTEN. (ENS 2004)

De même, Robert AUMANN et Thomas SCHELLING ont été récompensés par un prix Nobel en sciences économiques en 2005 pour leur contribution à l'amélioration de la compréhension des conflits et de la coopération par la théorie des jeux. Leurs travaux ont essentiellement porté sur les négociations durant la guerre froide, la coopération à long terme et les limites de la rationalité. (NOB 2005)

III. DÉFINITIONS ET CONCEPTS DE LA THÉORIE DES JEUX :

III.1. Définition d'un jeu :

Un « jeu » est une situation où plusieurs individus (les « joueurs ») agissent dans un cadre précis (les « règles du jeu »), en observant leurs choix mutuels. Ceux-ci conduisent à une des « issues du jeu », issues qui sont généralement caractérisées par des « gains » (positifs ou négatifs) pour chacun des participants. Ces gains peuvent se mesurer en monnaie, en « satisfaction » (celle d'avoir remporté une partie d'échecs, par exemple) ou en toute autre chose. (GUE 2002)

Tout modèle économique qui suppose des agents « rationnels » prenant leurs « décisions » dans un cadre précis peut être mis sous la forme d'un jeu.

Exemple : la concurrence parfaite. (GUE 2002)

Le jeu comporte trois types de joueurs :

- Les ménages : qui demandent des quantités de biens dans le but de maximiser leurs utilités ;
- Les entreprises qui offrent des quantités de biens dans le but de maximiser leurs profits ;
- Le commissaire-priseur : qui affiche les prix des biens, prix sur la base desquels les autres agents formulent leurs offres et leurs demandes.

III.2. Représentation d'un jeu :

Au sens de la théorie des jeux, un jeu peut être représenté sous deux formes :

III.2.1. Forme stratégique :

La forme stratégique laisse apparaître les stratégies des joueurs de manière explicite et exhaustive. Elle est souvent appelée « forme normale » par opposition à la « forme extensive » qui est représentée par un arbre de jeu.

Dans le cas de deux joueurs, la représentation est la suivante :

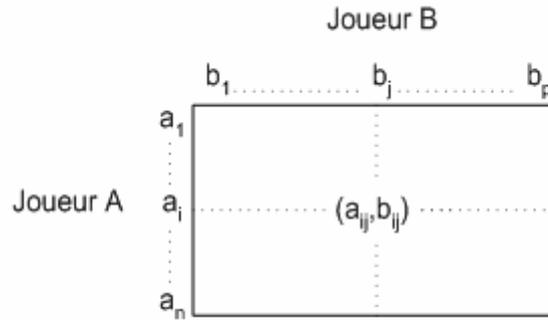


Figure 1. Forme stratégique d'un jeu

Où :

a_i et b_j désignent respectivement, les i -ème et j -ème stratégies de A et B.

a_{ij} et b_{ij} sont leurs gains lorsqu'ils optent pour ces stratégies.

Dans le cas de trois joueurs, A, B et C, il est théoriquement possible de représenter le jeu sous forme stratégique, mais cela devient très lourd si le nombre de stratégies disponibles dépasse quelques unités. Cette représentation peut prendre la forme d'un « ensemble de tableaux » comme le précédent, où les lignes et les colonnes correspondent aux stratégies de deux des joueurs, celle du troisième étant représentée par les tableaux eux-mêmes (une par tableau). (GUE 2002)

III.2.2. Forme extensive :

La forme extensive résume les caractéristiques du jeu à travers un « arbre » de jeu. Elle est particulièrement adaptée à l'étude des « jeux à plusieurs coups » (ou à coups successifs).

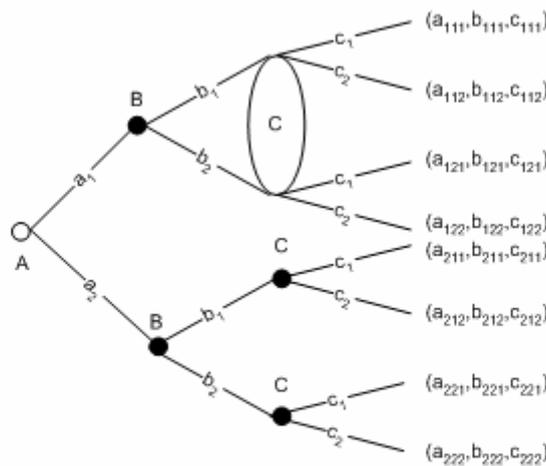


Figure 2. Forme extensive d'un jeu

- Un nœud : représente un « endroit » où un joueur doit prendre une décision, en empruntant une des branches de l'arbre issues de ce nœud ;
- Une branche : représente une action possible pour un joueur ;
- Un chemin : c'est un ensemble de branches « contiguës » dont la première est issue du nœud initial et dont la dernière représente une action au dernier coup du jeu ;
- Un vecteur de gains : se trouve à l'extrémité de la dernière branche, donné dans l'ordre d'intervention des joueurs ;
- Une stratégie : c'est un ensemble de branches de l'arbre issues d'un nœud où le joueur peut avoir à prendre une décision.

Lorsqu'un joueur ignore – du moins partiellement – quelle est la branche de l'arbre (l'action) qui a été retenue par celui qui agit juste avant lui, alors l'arbre de jeu comporte des « ensembles d'informations » qui relient entre eux certains des nœuds du joueur concerné. (GUE 2002)

Dans cette représentation, il est important de distinguer entre les « actions » possibles des joueurs aux nœuds où ils sont concernés (actions représentées par des branches de l'arbre) et leurs « stratégies », qui sont des stratégies conditionnelles (et qui sont donc représentées par des ensembles de branches, qui correspondent à toutes les éventualités possibles). (GUE 2002)

III.3. Caractéristiques d'un jeu :

Pour qu'un jeu soit complètement spécifié, il faut que soient aussi précisés :

- l'information dont disposent les participants ou, plus généralement, les « règles du jeu » ;
- le domaine de choix de chaque joueur : ensemble de ses stratégies ;
- la dynamique du jeu : la manière dont interviennent les joueurs.

III.3.1. Information d'un jeu :

Les jeux se classent en deux catégories en fonction de la qualité de l'information dont disposent les joueurs :

III.3.1.1. Jeux à information complète :

Chaque joueur dispose de toute l'information possible, sur les règles du jeu, sur ses issues et sur les gains qui leur sont associés (les siens et ceux des autres), mais aussi sur les stratégies dont disposent les autres joueurs, sur leurs motivations et sur leurs caractéristiques propres. La seule incertitude pour un joueur est celle qui provient des décisions des autres joueurs, qu'il doit d'une façon ou d'une autre anticiper avant de faire son propre choix. (BOU 1998)

Parmi les jeux à information complète, on distingue :

- les jeux à information parfaite :

Les règles du jeu stipulent que les ensembles d'informations des joueurs n'ont qu'un seul élément (nœud) c'est-à-dire que les joueurs interviennent successivement. (GUE 2002)

- les jeux à information imparfaite :

Les règles du jeu stipulent que les ensembles d'informations des joueurs peuvent avoir plusieurs nœuds, ce qui signifie qu'à certains coups il y a des choix simultanés des actions par les joueurs. (GUE 2002)

III.3.1.2. Jeux à information incomplète :

Certaines caractéristiques du jeu peuvent ne pas être connues de tous les joueurs. Elles prennent pour eux la forme de « variables aléatoires », dont l'ensemble des valeurs possibles sont supposées connues de tous. Afin de se ramener à un cadre d'analyse semblable à celui des jeux à information complète, les théoriciens des jeux supposent qu'il existe un joueur fictif, qu'ils appellent *Nature*. (BOU 1998)

En effet, Harsanyi propose d'introduire ce joueur fictif, appelé *Nature*, dont le rôle est de fixer au début du jeu le type de chaque joueur. Chacun connaît son type, mais pas celui des autres : il y a donc asymétrie d'information. Chaque joueur détermine la stratégie qui maximise son espérance de gain, compte tenu des types que peuvent prendre les autres joueurs. Le jeu cesse quand ces stratégies sont déterminées. Il y a équilibre quand chaque joueur, constatant le choix des autres, ne regrette rien — équilibre dit *de Bayes* (relevant de la catégorie des équilibres de Nash) parce que les joueurs utilisent la règle de Bayes (règle statistique calculant une probabilité *ex post* à partir d'une probabilité *ex ante*) pour vérifier si leurs anticipations sur le type des autres sont correctes. Cet équilibre implique que les croyances — à propos du type des autres joueurs — soient vérifiées. (ENS 2004)

III.3.2. Stratégies d'un jeu :

Une stratégie est le terme utilisé en théorie des jeux pour désigner les variables – prix, quantités, couleur d'une carte, face d'un dé, ...etc. – sur lesquelles portent les choix des joueurs.

Exemple : Concurrence parfaite. (GUE 2002)

- Stratégies des ménages : paniers de biens (qui vérifient la contrainte budgétaire) ;
- Stratégies des entreprises : paniers d'inputs/outputs (qui appartiennent à leurs ensembles de productions) ;

- Stratégie du commissaire priseur : vecteur de prix (un prix par bien).

En théorie des jeux, on distingue deux types de stratégies :

III.3.2.1. Stratégies pures : qui sont des variables certaines ;

III.3.2.2. Stratégies mixtes : qui sont des distributions de probabilités ayant pour support les stratégies pures.

Une stratégie mixte est une distribution de probabilités affectées par un joueur à l'ensemble de ses *stratégies pures*. Ainsi, si un individu a le choix entre n stratégies pures, s_1, \dots, s_n alors ses stratégies mixtes sont des vecteurs de la forme (p_1, \dots, p_n) où p_i est la probabilité qu'il affecte à la stratégie pure s_i . Celle-ci peut d'ailleurs être considérée comme un cas limite, ou « dégénéré », de stratégie mixte, avec $p_i=1$, les autres probabilités étant alors forcément nulles. Lorsque les joueurs font appel à des stratégies mixtes, ils ont pour objectif de maximiser leurs *espérances de gain*, qui sont calculées à partir des distributions de probabilités retenues pour chacun. (GUE 2002)

Remarque : Le principal problème que posent les stratégies mixtes à l'économiste est celui de leur *signification exacte*, autre que mathématique. Car que peut vouloir dire, par exemple, « afficher un prix – avec une certaine probabilité » ? en sachant que les gestionnaires demandent en général des décisions tranchées (exemple : se lancer ou pas dans la production d'un bien donné ?).

L'interprétation qui semble la plus appropriée consiste à voir dans les stratégies mixtes l'expression des « croyances » de chaque joueur concernant les décisions que vont prendre les autres. Dans ce cas, les stratégies mixtes d'un joueur ne sont pas choisies par lui, mais par les autres. (GUE 2002)

L'ensemble des stratégies (pures ou mixtes) se divise en deux catégories :

III.3.2.3. Les actions : caractéristiques des jeux à un seul coup ;

III.3.2.4. Les stratégies conditionnelles : caractéristiques des jeux à plusieurs coups.

Une stratégie conditionnelle est une « liste d'instructions », qui précise l'action qu'un joueur choisit à chaque « ensemble d'informations » qui le concerne. Elle est dite « conditionnelle » car l'action choisie à un ensemble d'informations dépend des choix faits aux coups précédents qui aboutissent à cet ensemble. (GUE 2002)

Dans le cas où le jeu comporte des actions simultanées à certains coups, alors les stratégies conditionnelles précisent les actions choisies aux ensembles d'information correspondants. (GUE 2002)

Exemple :

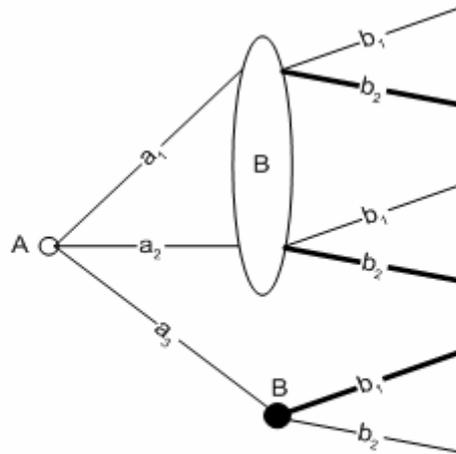


Figure 3. Stratégie conditionnelle

Une stratégie possible de B est : « Si A opte pour a_1 ou a_2 , alors j'opte pour b_2 ; si A opte pour a_3 , alors j'opte pour b_1 » (cette stratégie est représentée dans l'arbre de jeu par des branches en « gras »).

III.3.3. Dynamique d'un jeu :

Les règles de jeu déterminent la manière dont interviennent les joueurs. Celle-ci va fixer la dynamique du jeu. On distingue :

III.3.3.1. Jeux dynamiques :

On suppose que les joueurs décident l'un après l'autre, le second ayant pris connaissance de la décision du premier avant de faire son propre choix. (BOU 1998)

III.3.3.2. Jeux séquentiels :

Les règles de jeu stipulent que les joueurs interviennent selon un ordre prévu à l'avance, et qui prennent donc la forme d'une séquence – ou d'une suite – de coups successifs. Les jeux séquentiels sont donc des jeux à plusieurs coups. Mais même s'ils font intervenir une dimension temporelle (la succession des coups), les jeux séquentiels ne peuvent être qualifiés de dynamiques, car les choix des agents sont supposés être faits simultanément et en une fois ; ils portent sur des « stratégies conditionnelles », qui énumèrent les actions des joueurs dans toutes les éventualités possibles. (GUE 2002)

III.3.3.3. Jeux répétés :

Un jeu répété est un jeu séquentiel repris plusieurs fois de suite (ou même indéfiniment), et qui prend donc la forme d'un nouveau jeu ; celui-ci est parfois appelé « super jeu », pour le distinguer du jeu qui est répété, appelé « jeu de base ». Le caractère « répété » des jeux – avec des interventions régulières et alternées des joueurs – leurs donne certaines spécificités qui permettent des interprétations particulières à travers l'introduction de notions de menaces et de réputations par exemple. (GUE 2002)

III.3.4. Dominance d'une stratégie :

Une stratégie est dite « dominante » si le gain qu'elle procure à un joueur est supérieur à celui qu'il peut obtenir avec n'importe quelle autre stratégie, quel que soit le choix fait par les autres joueurs. Si un joueur dispose d'une stratégie dominante alors toutes ses autres stratégies sont forcément dominées. (GUE 2002)

Il est possible de distinguer deux types de dominances :

III.3.4.1. La dominance faible :

Une stratégie domine faiblement une autre si, quel que soit le choix de l'adversaire, le résultat de la première stratégie est préféré au résultat de la seconde (l'indifférence restant possible, à condition qu'il n'y ait pas d'indifférence pour tous les choix de l'adversaire). (BOU 1998)

III.3.4.2. La dominance stricte :

Une stratégie domine strictement une autre si, quel que soit le choix de l'adversaire, le résultat de la première stratégie est strictement préféré au résultat de la seconde. (BOU 1998)

III.4. Concept de solution d'un jeu :

Que peut être la « solution » d'un jeu ? L'issue « la meilleure pour tout le monde » ? Oui, à condition qu'une telle issue existe, ce qui est rarement le cas (car elle suppose pour tous les joueurs des gains supérieurs à ceux que peut leur procurer n'importe quelle autre issue du jeu). Si l'on adopte un critère moins exigeant, on peut considérer que toute issue qui est un « optimum de Pareto » est une solution du jeu, mais le problème est alors celui de la multiplicité des solutions – la plupart des jeux comportent de nombreuses issues optimales au sens de Pareto. (GUE 2002)

Ainsi, il n'existe pas de critère qui, appliqué à n'importe quel jeu, en désigne une issue particulière comme « solution » incontestable. Après avoir fait cette constatation, les théoriciens des jeux proposent des critères moins ambitieux, qu'ils appellent « concepts de solution », et qui peuvent être rangés en deux grandes catégories :

- **Concepts de solution de type coopératifs** : ils admettent la formation de coalitions et accordent une place toute particulière à l'optimalité de Pareto ; toutefois, leur principal inconvénient est qu'ils ne précisent rien ni sur la façon dont se forment et – se maintiennent – les coalitions, ni sur le partage des gains entre leurs membres.
Le « cœur » est le concept de solution privilégié lors de la recherche de solutions aux jeux coopératifs : il donne l'ensemble des situations (issues) où il n'y a pas la possibilité pour les joueurs d'augmenter leurs gains en formant de nouvelles coalitions. Le « cœur » est un ensemble de vecteurs de gains (un par joueur). (GUE 2002)
- **Concepts de solution de type non coopératifs** : le concept de solution privilégié est l'équilibre de Nash. Mais avant de l'énoncer, il est important de savoir comment est-ce qu'on peut arriver à une solution (ou à un « concept de solution ») dans un jeu non coopératif. Pour ce faire, nous énonçons la méthode suivante :

Méthode d'élimination des stratégies dominées par itérations successives :

Lorsqu'on s'intéresse à la « solution » d'un jeu, on commence généralement par chercher s'il comporte des stratégies dominées, si tel est le cas, on les élimine. Si le jeu de taille plus réduite auquel on aboutit alors, est tel qu'il ne reste plus qu'une stratégie à la disposition de chaque participant, alors la combinaison de ces stratégies peut être considérée comme une des solutions possibles du jeu (solution dite : à stratégies dominantes). (GUE 2002)

Exemple : Soit le jeu sous la forme stratégique suivante :

		B	
		b ₁	b ₂
A	a ₁	(7,4)	(5,5)
	a ₂	(6,7)	(4,8)

Figure 4. Élimination par itérations des stratégies dominées

a_1 domine a_2 et b_2 domine b_1 , de sorte que la solution à stratégies dominantes est donnée par le couple $\{a_1, b_2\}$, avec (5,5) pour vecteur de gains.

Dans le cas de jeux à plusieurs coups, sous une représentation extensive, on appelle l'élimination par itération des stratégies dominées « la récurrence à rebours ».

L'élimination des stratégies dominées ne mène pas forcément à une issue unique, et donc à une solution du jeu. Ceci incite à un élargissement de champ des issues qui peuvent

s'approcher de la notion de solution en définissant un concept de solution pour les jeux non coopératifs : L'équilibre de Nash.

III.4.1. Équilibre de Nash :

Un couple $\{a_i, b_j\}$ de stratégies forme un équilibre lorsqu'aucun des deux joueurs n'a intérêt à s'écarter unilatéralement de la stratégie qui est la sienne dans ce couple. Autrement dit, chacune des stratégies $\{a_i, b_j\}$ est la meilleure réponse à l'autre. (BOU 1998)

III.4.1.1. Définition :

Un équilibre de Nash¹ désigne toute combinaison de stratégies – une par joueur – telle que chaque joueur a choisi la sienne en prévoyant correctement le choix fait par les autres. Ainsi, à l'équilibre de Nash, aucun joueur ne regrette son choix, après avoir constaté celui des autres (qu'il a correctement prévu). On dit que l'équilibre est atteint lorsqu'aucun des joueurs ne peut maximiser sa position en modifiant son choix. Les « anticipations » de chacun concernant le choix des autres jouent un rôle essentiel dans la définition de l'équilibre de Nash. (GUE 2002)

Exemple :

Si on reprend l'exemple précédent :

		B	
		b ₁	b ₂
A	a ₁	(7,4)	(5,5)
	a ₂	(6,7)	(4,8)

Figure 5. Équilibre de Nash

La solution à stratégies dominantes est donnée par le couple $\{a_1, b_2\}$, avec (5,5) pour vecteur de gains. Cette solution est un équilibre de Nash, aucun des deux joueurs ne regrettant son choix au vu de celui de l'autre. Mais elle n'est pas un « Optimum de Pareto » puisque la combinaison $\{a_2, b_1\}$ procure un gain strictement supérieur aux deux joueurs.

Remarques :

- A l'équilibre de Nash, le jeu est terminé, puisque chaque joueur a fait son choix en tenant compte du choix de ses adversaires. Ceci laisse apparaître la difficulté de la mise en évidence de l'équilibre de Nash dans un jeu à plusieurs coups. En effet, pour qu'un joueur puisse savoir s'il a fait le choix approprié à chaque fois qu'il a eu à intervenir (et ne regrette pas la décision prise), il faut qu'il connaisse les décisions

¹ Concept de solution en théorie des jeux non coopératifs, proposé en 1950 par le mathématicien John Nash.

qu'auraient prises les autres joueurs dans toutes les circonstances possibles, et non seulement dans celles qui se sont effectivement présentées devant eux.

- Toute « solution évidente » d'un jeu est forcément un équilibre de Nash (si elle ne l'était pas, au moins un joueur regretterait le choix qu'il a fait, de sorte que la « solution » envisagée n'en serait pas vraiment une). Mais la réciproque de cette proposition n'est pas vraie : un équilibre de Nash n'est pas forcément « la » solution du jeu. D'abord, parce qu'il n'y a aucune raison pour que chaque joueur prévoit correctement le choix des autres ; ensuite parce qu'il peut être sous optimal.

III.4.1.2. Équilibre de Nash et processus :

Aussi bien dans le langage courant que dans la modélisation économique, l'idée d'équilibre est étroitement associée à celle de processus ; plus précisément, l'équilibre apparaît comme une « situation limite » d'un processus, un « point » où il s'arrête car toutes les forces mises en œuvre s'y compensent ou s'y neutralisent. (GUE 2002)

Or, il serait erroné de concevoir ainsi l'équilibre de Nash, puisqu'il résulte d'un choix unique (et simultané) de la part des joueurs. Quand les joueurs ont annoncé les stratégies qu'ils ont retenues, le jeu est terminé. Dans ces conditions, l'équilibre ne peut être considéré comme une situation « qui se renouvelle à l'identique de période en période », puisqu'une seule période est envisagée (celle où les décisions sont prises). (GUE 2002)

III.4.1.3. Équilibre de Nash et croyances :

L'équilibre de Nash est un concept de solution « local » et non global. En effet, il consiste à se situer en un « point » (c'est-à-dire à considérer une combinaison de stratégies des joueurs), puis à constater si ce « point » satisfait la condition de non-regret. Le choix d'un point particulier dépend des croyances des joueurs sur les décisions éventuelles des autres joueurs. A l'équilibre de Nash, les croyances des joueurs sont confirmées. (GUE 2002)

III.4.1.4. Équilibre de Nash et optimalité :

Il n'existe pas de lien entre équilibre de Nash et Optimum de Pareto. Les théoriciens des jeux attirent d'ailleurs depuis longtemps l'attention sur ce point, et notamment sur la sous optimalité possible des équilibres. (GUE 2002)

III.4.1.5. Le problème de l'existence de l'équilibre de Nash :

Il y a une vaste catégorie de jeux qui ne comportent pas d'équilibre de Nash.

Exemple :

		B	
		b_1	b_2
A	a_1	(1,0)	(0,2)
	a_2	(0,3)	(1,1)

Figure 6. Problème de l'existence de l'équilibre de Nash

Le fait qu'un jeu puisse ne pas comporter d'équilibre a pour principal inconvénient d'empêcher les raisonnements « à l'équilibre », de loin les plus fréquents en théorie économique. Pour faire apparaître un (ou des) équilibre(s) dans les jeux qui n'en ont pas, les théoriciens ont eu recours aux stratégies mixtes, en affectant des distributions de probabilités aux stratégies pures. (GUE 2002)

III.4.1.6. Équilibre parfait en sous-jeux :

Il s'agit d'un cas particulier de l'équilibre de Nash, qui impose cependant des conditions plus restrictives que lui et qui concerne les jeux séquentiels.

Pour qu'il y ait équilibre parfait en sous-jeux, il faut que les parties des stratégies conditionnelles qui concernent tout sous-jeu du jeu considéré forment un équilibre de ce sous-jeu. La récurrence à rebours est la méthode par excellence de détermination des équilibres en sous-jeux, puisqu'elle consiste à considérer successivement tous les sous-jeux d'un arbre, en commençant par la fin. (GUE 2002)

IV. EXEMPLES DE MODÉLISATION ÉCONOMIQUE PAR LA THÉORIE DES JEUX :

IV.1. Le dilemme du prisonnier : (GUE 1997)

L'histoire qui donne son nom à ce jeu peut être racontée de la façon suivante :

La police a arrêté deux individus qu'elle suspecte fortement d'avoir commis un délit (ce qui est effectivement le cas). Cependant, elle ne dispose pas d'éléments suffisants pour les inculper et doit les libérer tous les deux, à moins que l'un d'entre eux ne fournisse des preuves qui accablent l'autre. Elle les enferme alors dans des cachots séparés et fait la proposition suivante à chacun d'entre eux :

« Dénonce ton partenaire. Si aucun d'entre vous ne dénonce l'autre, vous resterez tous les deux en prison pendant le temps maximum permis par la loi lorsqu'il n'existe aucun élément à charge. Si l'un d'entre vous dénonce l'autre, tout en n'étant pas dénoncé par lui, nous libérerons le premier et nous demanderons au juge de condamner l'autre à la peine maximale prévue par la loi. Si vous dénoncez tous les deux votre partenaire, alors vous irez en prison, mais le juge tiendra compte du fait que vous avez coopéré avec les autorités ».

La représentation du jeu sous forme stratégique est la suivante :

		<u>Prisonnier B</u>	
		Ne pas dénoncer A	Dénoncer A
<u>Prisonnier A</u>	Ne pas dénoncer B	(5,5)	(-1,6)
	Dénoncer B	(6,-1)	(0,0)

Figure 7. Le dilemme du prisonnier

Au vu des gains résumés dans le tableau et imposés par les règles de jeu de départ, il est possible de distinguer les situations suivantes :

Soit le prisonnier A :

- Situation la plus avantageuse : dénoncer B sans être dénoncé par lui
- Situation un peu moins avantageuse : ne pas dénoncer B et ne pas être dénoncé par lui ;
- Situation nettement moins avantageuse : dénoncer B et être dénoncé par lui ;
- La pire situation : ne pas dénoncer B et être dénoncé par lui.

Pour chaque joueur, la stratégie « ne pas dénoncer l'autre » est dominée par « dénoncer l'autre ». Par conséquent, la méthode d'élimination des stratégies dominées conduit ici à une solution unique : A et B se dénoncent mutuellement.

Cette solution est inefficace, car A et B gagneraient à se taire tous les deux, mais inévitable si on adopte un strict point de vue individualiste (chacun a intérêt à dénoncer l'autre si celui-ci se tait).

Remarque :

Des situations du type dilemme du prisonnier sont fréquentes en économie : cas d'un duopole (ou d'un oligopole) avec fixation de quotas pour obtenir un prix de vente plus élevé, mais où chacun est tenté de produire plus que son quota tout en bénéficiant du prix « avec quotas » ; cas d'entreprises se lançant dans des campagnes publicitaires coûteuses et qui se neutralisent mutuellement ; cas d'un collectif dont chacun voudrait bénéficier sans contribuer à son financement.

IV.2. La guerre du couple :

Le jeu est appelé ainsi parce qu'on peut le présenter en considérant deux époux qui doivent décider de l'endroit où ils vont passer la soirée. Le mari aimerait aller à un match de boxe, alors que sa femme désirerait aller voir un ballet. Mais tous deux préfèrent assister ensemble à l'un ou l'autre spectacle, plutôt que d'assister seul à son spectacle préféré.

Les gains représentés dans le tableau suivant décrivent une situation de ce type.

		<u>Le mari</u>	
		Boxe	Ballet
<u>La femme</u>	Boxe	(4,5)	(0,0)
	Ballet	(1,1)	(5,4)

Figure 8. La guerre du couple

Ce jeu est représentatif de beaucoup de situations où les deux (ou plus) parties cherchant à coordonner leurs actions, bien qu'elles aient des préférences opposées en ce qui concerne l'issue sur laquelle la coordination doit avoir lieu.

Il comporte deux équilibres de Nash : $\{Boxe, Boxe\}$ et $\{Ballet, Ballet\}$. Il y a donc indétermination, puisqu' aucune des issues ne s'impose, même si l'on adopte l'équilibre de Nash comme concept de solution. (KRE 1999)

Bernard GUERRIEN, (GUE 2002), analyse le jeu « la guerre du couple » en supposant que répéter le jeu permettrait de réduire le nombre d'équilibres (les joueurs tirent les leçons de leur expérience), mais il n'en est rien, puisqu'en fait le jeu répété se présente comme un nouveau jeu qui peut être réduit au choix unique (et simultané) d'une stratégie (conditionnelle) par chaque joueur. En fait, le jeu répété comporte plus d'équilibres, et non moins que le jeu de base, le nombre d'équilibres augmente même de façon exponentielle avec le nombre de fois que le jeu de base est répété.

IV.3. Le monopole et le nouveau venu : (GUE 1997)

Soit un nouveau venu (NV) dans un secteur où auparavant une entreprise (M) était en situation de monopole.

Pour NV le choix est simple : soit il « entre », soit il « n'entre pas ».

M ayant à décider s'il cède – par exemple, en limitant sa production afin d'éviter un effondrement des prix – dans le cas où NV entre, ou s'il ne cède pas – par exemple, en imposant des barrières à l'entrée.

Il y a des trois issues possibles :

- NV n'entre pas et M fait le bénéfice maximum ;
- NV entre et M cède de sorte qu'il y ait un partage des ventes (et des bénéfices) ;
- NV entre et M ne cède pas, et toutes deux produisent à perte.

Le jeu peut être représenté sous la forme extensive suivante :

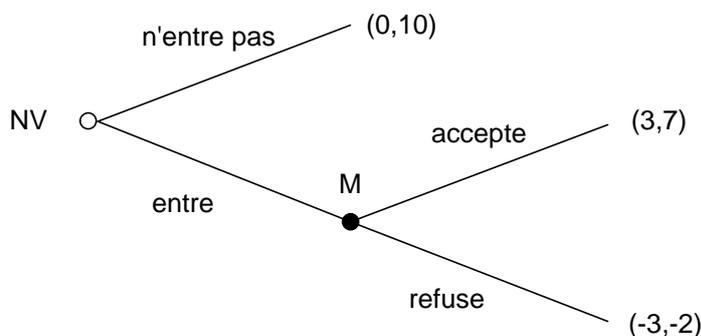


Figure 9.1. Forme extensive du jeu du monopole et du nouveau venu

Ce jeu comporte deux sous-jeux : celui qui est issu du nœud où M doit prendre une décision et le jeu tout entier. En appliquant le principe de récurrence à rebours on obtient l'équilibre parfait : $\{NV \text{ entre}, M \text{ accepte}\}$.

Toutefois, ce jeu comporte un autre équilibre. Pour le déterminer, il faut considérer sa forme stratégique :

		M	
		accepte	refuse
NV	entre	(3,7)	(-3,-2)
	n'entre pas	(0,10)	(0,10)

Figure 9.2. Forme stratégique du jeu du monopole et du nouveau venu

Ainsi la combinaison de stratégies $\{n'entre\ pas, n'accepte\ pas\}$ est aussi un équilibre de Nash – au sens faible, puisque quand NV n'entre pas, il est indifférent pour M d'accepter ou de ne pas accepter. Toutefois, cet équilibre n'est pas parfait en sous-jeu, car ne pas accepter n'est pas d'équilibre dans le sous-jeu ayant M pour nœud initial.

IV.4. Cas particuliers en théorie des jeux :

IV.4.1. Menaces non crédibles :

KREPS, (KRE 1999), explique à travers un exemple l'hypothèse où l'entreprise qui détient le monopole fait des menaces non crédibles. En effet, l'analyse de la situation du monopole est fondée sur l'hypothèse que l'entrant répondrait de façon optimale pour lui au choix du monopole, ce choix étant donné ; une menace d'agir autrement n'est donc pas crédible puisque l'entrant doit considérer le choix du monopole comme un fait accompli, ce qu'il est effectivement.

IV.4.2. Promesses non crédibles :

De même que pour les menaces non crédibles, on peut imaginer qu'une partie aimerait faire des promesses mais qu'elle serait par la suite incitée à ne pas les tenir.

Exemple : finances publiques

Soit le cas d'un possible gisement d'une ressource naturelle – dans une zone où il peut y avoir du pétrole –. Afin de promouvoir son exploration et son éventuelle exploitation, les autorités promettent aux investisseurs que les revenus qui résulteront éventuellement de l'extraction du pétrole ne seront pas soumis à des impôts exorbitants. Cependant, *ex post*, lorsqu'ils ont découvert le pétrole et ont commencé à l'extraire, les autorités n'ont plus les mêmes motivations concernant le type d'imposition à considérer. Si elles ne peuvent pas garantir le mode d'imposition qui prévaudra dans le futur (et une telle garantie est d'autant plus difficile à fournir qu'un gouvernement peut être remplacé par un autre n'ayant pas les mêmes positions sur ce point), sa promesse *ex ante* de maintenir un faible niveau d'impôts n'est pas

crédible et les entreprises qui se lanceront dans la prospection pétrolière le feront en s'attendant à être lourdement imposées dans le futur. (KRE 1999)

IV.4.3. Menaces et promesses crédibles : coopération et réputation

La théorie des jeux suggère des façons de rendre crédibles les promesses et les menaces, en mettant en jeu la réputation de celui qui les formule. Herbert Simon (1951), (KRE 1999), est un des premiers à utiliser la notion de « réputation » dans son analyse de la relation d'emploi.

Enoncé :

Soit B un employé de A lié par un contrat ouvert : pour un salaire fixé au départ, la partie B est d'accord pour accepter les directives, non précisées par avance, de la partie A.

Le contrat est ouvert, selon Simon, parce qu'il est parfois difficile de préciser à priori les tâches que A voudra que B exécute par la suite. Trois situations sont possibles :

- B peut s'inquiéter du fait que A exigera trop de lui. Il peut toujours s'en aller mais il se retrouvera au chômage pendant un temps. Son pouvoir de négociation avec A est affaibli. Donc ce cas suppose que B est au courant du rapport de force de A et l'accepte. (A menace B)
- A peut être considéré comme un otage de B car il détient des informations secrètes. Ceci renforce la main de B dans toute négociation *ex post* concernant les tâches qu'il doit effectuer et empêcher A de trop lui demander. (B menace A)
- A peut promettre que le travail ne se traduira pas par des tâches désagréables ou pénibles. Une telle promesse peut être crédible car si A la violait, elle se forgerait alors une réputation de mauvais employeur. Avec cette réputation, elle n'arriverait peut être pas à trouver un remplaçant à B si celui ci la quittait. Ce n'est donc pas le départ de B qui la menace et qui limite ses exigences mais la perte possible de sa réputation. Car l'exploitation, certes lui procure un gain élevé à court terme mais pas à long terme si la réputation est mauvaise.

Remarque :

Une condition pour que la notion de réputation soit valable est que le jeu soit infini car sinon la récurrence à rebours serait applicable et l'entreprise n'aurait aucun intérêt à conserver sa réputation et les employés le sachant n'accepteraient plus de travailler pour elle. (KRE 1999)

IV.4.4. Coopération bilatérale et « théorème de tout le monde » :

En élargissant le champ de l'exemple de l'employeur – à la durée de vie illimitée qui se crée une réputation auprès d'une population d'employés potentiels –, il est possible de considérer d'autres situations plus élaborées avec cette fois-ci des individus qui sont tous engagés dans des interactions répétées. (KRE 1999)

Une stratégie basée sur le prix peut être décrite de la façon suivante :

« Faire une concurrence modérée tant que votre rival a la réputation d'en faire autant ; sinon, baisser fortement votre prix ».

Tant que chaque entreprise attribue une certaine importance à ses « profits futurs », le choix par l'une et l'autre de la stratégie donnée ci-dessus constitue un équilibre de Nash. L'une ou l'autre pourrait doubler son profit immédiat en diminuant un peu le prix qu'elle propose, mais cela provoquerait aussitôt la riposte de sa rivale, de sorte que les profits seraient nuls par la suite, indéfiniment. Cela constitue naturellement tout simplement une présentation très stylisée de l'image courante d'un cartel. Chaque entreprise applique la discipline du cartel parce que cela lui permet de gagner plus que si elle se livrait à une concurrence féroce contre sa rivale. (KRE 1999)

Remarque :

Pour qu'il y ait équilibre, il est essentiel que les deux entreprises tiennent compte du futur. En effet, quand les deux parties ont une réputation à sauvegarder, de la « coopération » peut parfois apparaître dans des cas où elle n'aurait pas été possible si l'une seulement des parties était dans cette situation. (KRE 1999)

V. LIMITES DE LA THÉORIE DES JEUX DANS LA MODÉLISATION DE PHÉNOMÈNES ÉCONOMIQUES :

V.1. Règles de jeu :

V.1.1. Définies avec précision :

Pour utiliser les techniques de la théorie des jeux, il faut définir, de manière claire et précise, les « règles du jeu ».

Exemple :

Considérons une situation de « marchandage » entre deux acteurs ne pouvant traiter qu'entre eux et où ni l'un ni l'autre n'a de solution alternative intéressante (monopole bilatéral).

Si aucune règle n'est imposée au départ, l'issue de ce problème dépendra non seulement de facteurs économiques, mais également du pouvoir de négociation de chaque partenaire et des représentations que ces derniers ont de la situation. (KRE 1999)

V.1.2. Leurs origines :

La théorie des jeux en économie a trop souvent tendance à considérer les règles comme des données, sans s'interroger sur leurs origines et sans chercher à savoir si elles peuvent être influencées par les issues des jeux. (KRE 1999)

V.2. Multiplicité des équilibres :

Certaines catégories (importantes) de jeux possèdent de nombreux équilibres, la théorie des jeux ne nous permet pas de désigner l'un d'entre eux en tant que « solution » du jeu ; à supposer que celle-ci existe.

Exemple :

Dans une situation de « marchandage », n'importe quel partage réalisable, efficient et individuellement rationnel correspond à un équilibre de Nash du jeu. (KRE 1999)

V.3. Utilisation des raffinements :

Dans les jeux à équilibres multiples, il est possible d'en éliminer certains en utilisant les « raffinements ». Ils sont définis en imposant des conditions plus restrictives aux comportements qui constituent un équilibre de Nash. En général, ils consistent à interdire aux joueurs d'effectuer des menaces ou des promesses qui ne sont pas crédibles ou de déduire des propositions non crédibles de leurs observations.

Le paradoxe est que l'utilisation de ces raffinements a montré que dans certaines situations les faits constatés sont contraires à ce que dicte la théorie. (KRE 1999)

Exemple : jeu du mille-pattes

Le jeu a été proposé par le mathématicien R. ROSENTHAL pour illustrer le fait que l'application par chacun du principe de rationalité peut conduire à des situations absurdes, mauvaises pour tout le monde. Ce jeu est séquentiel à information complète.

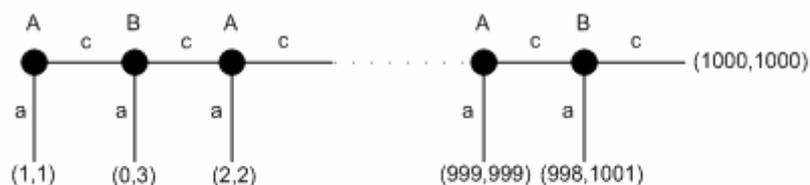


Figure 10. Jeu du mille-pattes

Il comporte mille coups ; les joueurs (A et B) interviennent alternativement, en ayant à chaque fois à décider s'ils arrêtent (*a*) ou s'ils continuent (*b*). Le jeu est construit de la façon suivante :

Quel que soit le coup considéré, le joueur qui doit prendre une décision sait que, s'il décide de continuer, son gain au coup suivant sera inférieur (de 1) à son gain « présent » tandis que celui de l'autre augmentera de 2. Ainsi, en décidant de continuer, il rend service « à l'autre », mais au prix d'une perte, qui peut cependant être provisoire si l'« autre » décide de continuer. (GUE 2002)

Le problème que pose le jeu réside dans l'existence d'un « dernier coup » et des conclusions qu'en tirent les joueurs. En effet, il est clair que celui qui intervient le dernier (B, selon l'arbre du jeu) ne peut que décider d'arrêter (gain de 1001, contre 1000 s'il continue, le jeu finissant alors) ; mais sachant cela, le joueur qui intervient à l'avant-dernier coup (ici, A) ne peut que décider d'arrêter à ce coup (gain de 999 plutôt que 998 s'il continue et si B arrête ensuite) ; et ainsi de suite. Finalement ce raisonnement par récurrence à rebours a pour conséquence que A décide d'arrêter au premier coup, les gains des joueurs se réduisant à la proportion congrue (01 chacun). (GUE 2002)

Remarque :

Une façon d'éviter d'avoir recours à la récurrence à rebours consiste à introduire des « imperfections » dans le modèle. Tel est le cas si :

- Il y a incertitude sur le « moment » où s'arrête le jeu ; l'introduction d'une probabilité de fin de jeu amène à raisonner avec des espérances de gain, ce qui ne conduit pas forcément à arrêter au premier coup ;
- Le jeu se poursuit indéfiniment, de façon que la récurrence à rebours ne puisse pas être mise en œuvre, faute de « dernier coup » ;

- Il y a « doute » d'un des joueurs à propos de la rationalité de l'autre ; ce doute peut inciter les deux joueurs à continuer, dans l'espoir de gagner plus. Toutefois, le fait d'introduire le doute dans le modèle revient à abandonner une de ses hypothèses essentielles, celle selon laquelle il y a information complète. (GUE 2002)

V.4. Absence de jeux évidents :

Il existe beaucoup d'exemples de jeux pour lesquels il n'y a pas de façon évidente de jouer et où l'ensemble des équilibres de Nash ne présente donc pas d'intérêt particulier. Ceci est peut être dû aux conditions restrictives d'un équilibre de Nash qui dit qu'il faut que la manière de procéder soit évidente pour l'ensemble du jeu. (KRE 1999)

Exemple : jeu d'échec

Le jeu des échecs, envisagé en tant que jeu à information complète et parfaite, est bien trop compliqué pour les joueurs. Seules certaines parties du jeu – par exemple, des positions de fin de partie – sont assez simples pour être analysées de cette façon. En revanche, lorsque les joueurs envisagent le jeu dans son ensemble, ils ne peuvent concevoir toutes les options à leur disposition. (KRE 1999)

V.5. Rationalité limitée et rétrospection :

« La rationalité limitée représente un comportement qui se veut rationnel, mais qui ne l'est que de façon limitée : l'individu s'efforce consciencieusement d'atteindre certains objectifs, mais il le fait d'une façon qui reflète ses limites d'ordre cognitif et de calcul ».

« Un comportement rétrospectif est celui dans lequel l'expérience passée influence les décisions courantes ». (KRE 1999)

De ce fait, la rationalité limitée des individus remet en cause leurs choix ainsi que leurs anticipations, leurs (in)capacités cognitives pouvant les biaiser.

De plus, si les joueurs savent ce qu'ils peuvent faire ou ce à quoi ils doivent s'attendre en raison d'une expérience directe, celle-ci n'est pas évidente pour autant. En effet, l'analyse de la façon dont les individus apprennent de leurs expériences passées pour prévoir le futur a mis en évidence une grande complexité, qui fait qu'un individu ne peut le faire de manière « optimale » étant données ses capacités cognitives. On doit donc envisager des processus d'apprentissage avec une rationalité limitée. (KRE 1999)

VI. ÉQUILIBRE DE NASH ET RÉALITÉ ÉCONOMIQUE :

Nous avons relevé parmi les problèmes que peut rencontrer la modélisation des phénomènes économiques par la théorie des jeux que plusieurs équilibres de Nash peuvent apparaître. Selon l'économiste Julien THERON (THE 2006), cette situation peut avoir pour conséquences, soit un meilleur reflet de la réalité ou alors la révélation d'une certaine instabilité du système qu'il faut, alors, soit gouverner ou laisser évoluer en pensant que celui-ci se régulera seul.

En effet, qu'ils soient inégaux en terme d'optimalité (un équilibre a des gains associés plus profitables aux joueurs qu'un autre), ou égaux – cela dépend du jeu ou des conditions dans lesquelles il s'exerce –, la multiplicité des équilibres de Nash peut être considérée comme négative si l'on considère qu'elle laisse le système irrésolu, puisqu'il n'existe pas de solution, de réalisation unique. Cependant, avec du recul, il est possible de considérer cette diversité comme une avancée de l'analyse économique vers le réel.

Si les équilibres de Nash qui résultent d'un jeu sont identiques et se traduisent par un même vecteur de gains, ceci reviendrait pratiquement à admettre que la notion d'équilibre est telle que les choix des joueurs peuvent être indépendants de l'atteinte de l'équilibre (au sens large) du modèle. L'équilibre économique général, s'il reste une fin, ne donne plus une information précise, unique, sur les choix à mener pour l'atteindre.

De nouvelles problématiques apparaissent mais une chose est établie : le système dans lequel se place la théorie de Nash rejoint à grands pas la réalité (n'est-il pas vrai que le système économique général est en équilibre, dans la mesure où il est pérenne, et ce malgré la diversité des choix des agents ?).

Un autre problème constaté et qui concerne l'équilibre de Nash est sa sous-optimalité. A l'image de l'exemple du « dilemme des prisonniers », un équilibre de Nash peut être sous optimal, alors même que la théorie des jeux se fonde sur la rationalité des individus (optimisation de son choix en fonction de tous les choix des autres).

En fait le problème vient du fait que les individus constituent leurs choix selon le principe du « chacun pour soi », dans lequel il est supposé que l'autre agira au mieux pour lui, quitte à choisir la solution la pire pour l'autre. Mais tout dépend du rapport entre les agents (partenaires commerciaux, amis, parents ou bien concurrents, pays en guerre, ennemis) selon lesquels le principe du « chacun pour soi » peut être absolument vérifié (création par son propre choix d'externalités négatives maximisant le choix dans le cas d'agents rivaux) ou complètement invalidé (dans le cas d'agents liés).

Afin de conditionner cette dualité dans le modèle étudié, il faudrait soit considérer le principe du « chacun pour soi », soit admettre l'existence d'une institution capable d'inverser le comportement des agents de la situation « tous ensemble autant que faire se peut pour ma situation » à la situation « tous ensemble quoi qu'il m'en coûte » ou à une autre close conditionnelle à définir. Dans ce cas, il faudrait introduire un coefficient de probabilité à la réalisation de tel ou tel équilibre de Nash. Cette situation se rapprocherait encore plus de la réalité.

La présence d'institutions de régulation n'est pas un concept arrivé avec l'équilibre de Nash. Le modèle de concurrence parfaite a déjà posé le problème avec le rôle du médiateur. Mais à la différence de celle-ci, l'équilibre de Nash peut, à travers la mise en place d'institutions régulatrices (exemple : La mafia éliminant le prisonnier qui avoue dans le cas du dilemme des prisonniers) peut faire tendre la théorie vers la réalité. L'équilibre de Nash serait alors conditionné par une série de règles institutionnelles dont l'application serait préalable à toute discussion entre les agents, c'est-à-dire à tout jeu. Ce principe est en effet relativement en accord avec le fonctionnement réel en économie.

Il reste certes un biais : celui du comportement irrationnel d'un agent dont on postule à son contact qu'il a accepté les mêmes règles institutionnelles. Celui-ci a effectivement la capacité de trahir, de mentir, etc... Il y a alors deux possibilités :

- Négliger le risque d'avoir affaire à un tel agent. La probabilité étant estimée assez faible pour que le système ne conditionne pas ce genre de cas ;
- Faire appel à l'attribution de coefficients de probabilité associés aux réalisations. Par exemple, la réalisation d'un événement avec un partenaire commercial B dans lequel A n'a que peu de confiance sera associée à un fort coefficient de défaut contractuel du partenaire, ce qui jouera dans le choix de A.

La sous-optimalité de l'équilibre de Nash est donc inhérente à la simplicité du modèle de base, et s'efface lorsque l'on aménage les conditions de réalisation de l'équilibre. L'aménagement fait certes s'éloigner de l'équilibre théorique initial imaginé par Nash (il est capable d'être optimal grâce au contrôle d'institutions), mais c'est pour se rapprocher du modèle réel.

L'équilibre de Nash constitue une problématique dont l'ampleur en terme d'interrogations, de domaines d'application, de possibilités d'adaptation est telle qu'elle semble toucher à l'organisation générale des relations humaines, et donc, de l'ensemble des relations économiques.

Il n'est, certes pas, une fin en soi. Il devra peut-être même être remanié complètement pour être plus adapté aux conditions du réel. Sa forme initiale est simple, comme toute théorie microéconomique, et répond à une logique triviale. L'équilibre de Nash apparaît donc comme le fondement de l'équilibre économique général, fondement dont les adaptations révèlent toute la portée.

VII. RÔLE DE LA THÉORIE DES JEUX DANS L'AIDE Á LA PRISE DE DÉCISIONS STRATÉGIQUES :

En 1965, à l'occasion d'une conférence sur l'aide à la décision, l'économiste Jacques LESOURNE a dit : « l'unité de tous les problèmes rencontrés lors du développement d'une entreprise est que, pour que ceux-ci soient résolus, il faut que les responsables effectuent des choix entre plusieurs décisions possibles. Étant donné le nombre et la complexité des données à prendre en compte pour évaluer les incidences de chaque solution envisagée, le décideur doit, à partir d'informations recueillies puis élaborées sous forme de données opérationnelles, définir des politiques, les comparer en mesurant les conséquences de chacune d'elles, de sorte que la décision finale puisse être prise en connaissance de cause et compte tenu des risques à encourir ». (THE 2000)

La prise de décision, rationnelle, délibérée et qui mène à l'atteinte de la cible fixée, est l'objectif de toute organisation. Qu'il s'agisse d'une décision interne à l'entreprise ou externe, à savoir par exemple : la décision d'entrer sur un marché, le processus de prise de décision reste le même, seul le contenu diffère. Cependant, il n'y a pas de meilleure méthode pour prendre une décision, il y a juste de meilleures convenances aux situations et circonstances qui se présentent. La question qui se pose est de savoir comment décider de la stratégie la plus appropriées ?

Il existe différents modèles de prise de décision, chaque modèle est particulièrement adapté à une situation donnée, en dehors de laquelle, il perd son efficacité : (TAR 1998)

1. Si l'information est complète autour du problème considéré et que les fins sont claires, l'**optimisation** est la décision stratégique la plus appropriée ;
2. Si l'information est incomplète et que les fins sont claires, le **satisficing**² est la décision stratégique la plus appropriée ;
3. Si l'information est incomplète et que les fins sont provisoires, le **satisficing adapté**³ est la décision stratégique la plus appropriée ;
4. Si l'information est incomplète et que les fins sont provisoires, à court terme, les décideurs doivent procéder par **comparaisons successives** entre la situation actuelle et celles possibles. Ils ne doivent pas se baser sur les objectifs, qui sont à priori flous.

² Atteindre un niveau satisfaisant, au lieu du meilleur possible.

³ La combinaison entre rationalité et flexibilité.

5. Dans les organisations mal structurées, si l'information est incomplète et que les fins sont vagues, la chance ne va qu'occasionnellement lier les problèmes persistants à leurs solutions. On parle de modèle **irrationnel** (garbage-can model).
6. Dans les organisations politisées, les décisions rationnelles personnelles expliquent les réponses organisationnelles irrationnelles, on parle de **modèle politisé**, c'est-à-dire que les intérêts personnels dominent les intérêts organisationnels.

Et la théorie des jeux ?

Le « modèle » de la **théorie des jeux** n'a pas encore été formalisé comme un modèle de prise de décision dans une entreprise, mais cela ne veut pas dire qu'elle n'a pas sa place dans la prise de décisions stratégiques. En effet, cette dernière fournit un processus structuré qui peut aider les managers à construire de meilleures décisions stratégiques lorsqu'ils sont face à l'incertitude des comportements stratégiques de leurs concurrents. La théorie des jeux n'est pas nouvelle, les économistes, les mathématiciens et les spécialistes en politique l'ont développée pendant 50 ans. La nouveauté est l'accent mis sur celle-ci en tant qu'outil pratique que peuvent utiliser concrètement les managers pour construire des décisions stratégiques.

La notion même de stratégie fait partie des concepts fondateurs de la théorie des jeux, à partir du plan d'action conditionnel qu'elle établit (les stratégies des joueurs), elle permet d'identifier le plus grand nombre de possibilités compatibles avec les données recueillies sur la situation (information) et de recenser – par l'équilibre de Nash – celles qui répondent à une certaine cohérence logique au terme de critères explicitement définis (les règles de jeu). La finalité de ceci est bien entendu la prise de décisions par les managers, après une analyse – qui peut faire appel à leurs connaissances du domaine considéré – afin de mieux interpréter le (ou les) équilibres de Nash. (TAR 1998)

Les qualités de rigueur et de discipline de la théorie des jeux dans l'analyse des comportements stratégiques des entreprises expliquent la place prépondérante qu'elle occupe en économie industrielle. Plus qu'une boîte à outils, elle est un mode de réflexion stimulant, qui appliqué de manière intelligente dans la prise de décisions stratégiques pourrait ouvrir de grandes perspectives pour les managers.

Leçons de stratégie ?

Une fois que le manager a opté pour la théorie des jeux pour formuler sa décision stratégique, il est important qu'il respecte les concepts généraux de la stratégie. En clair, les 10 leçons suivantes résument les conseils que la théorie des jeux recommande de considérer. (ROT 1995)

- Leçon 1 : si vous possédez une stratégie dominante et qu'il est impossible de convenir à un autre moyen d'action avec l'adversaire, jouez là ;
- Leçon 2 : si vous possédez une stratégie dominée et que celle de votre adversaire est dominante, et qu'il est impossible de convenir à un autre moyen d'action avec lui, attendez-vous à ce qu'il joue sa stratégie dominante et agissez en conséquence du mieux possible ;
- Leçon 3 : si ni vous ni votre adversaire ne possédez de stratégies dominantes, et qu'il n'y a aucune possibilité de convenir à un accord, annoncez votre stratégie afin d'encourager votre adversaire à adopter une stratégie compatible avec la votre ;
- Leçon 4 : la seule menace crédible est celle qu'il serait intéressant pour vous de concrétiser ;
- Leçon 5 : une menace crédible peut engendrer des avantages à long terme ;
- Leçon 6 : un investissement peut être rentable s'il décourage les nouveaux entrants sur le marché et inversement si vos concurrents sont plus efficaces que vous ;
- Leçon 7 : prenez toujours au sérieux les menaces de votre adversaire si sa concrétisation représente sa stratégie dominante ;
- Leçon 8 : une menace crédible n'est pas forcément une tentative de dissuasion ;
- Leçon 9 : une menace qui semble non crédible à court terme peut le devenir à long terme ;
- Leçon 10 : une firme qui donne l'impression de se fermer des portes peut être, en réalité, en train de fermer celles de ses adversaires.

VIII. CONCLUSION :

Les fondements de la théorie des jeux non coopératifs reposent sur une donnée première : la rationalité individuelle où chaque joueur cherche à maximiser son propre gain en tentant d'anticiper les choix de ses adversaires.

Dans cette optique, ce chapitre avait pour objets :

- D'abord, d'énoncer les concepts de base de la théorie des jeux, à travers notamment :
 - La définition d'un jeu au sens de la théorie ainsi que sa représentation sous les formes stratégique et extensive ;
 - La caractérisation du jeu défini en fonction de la qualité de l'information dont disposent les joueurs ;
 - L'identification des stratégies des joueurs en fonction de leurs degrés de certitude ou leur nombre d'interventions dans le jeu ;
 - La caractérisation de l'équilibre de Nash en tant que concept de solution privilégié ;
- En deuxième lieu, de matérialiser les concepts définis auparavant sous forme d'exemples types de modélisation de phénomènes économiques ainsi que l'étude de quelques cas particuliers ;
- En troisième lieu, de lister les limites que pourrait rencontrer le gestionnaire lors de la modélisation de situations concurrentielles par la théorie des jeux ;
- Ensuite, de démontrer que la multiplicité des équilibres de Nash n'est pas forcément la preuve de la faiblesse de la théorie des jeux, mais plutôt, un rapprochement concret de la réalité ;
- Enfin, de présenter le rôle de la théorie des jeux dans la prise de décisions stratégiques, autrement dit, porter un autre regard sur la théorie des jeux, celui d'une aide à la décision pour les managers dans les situations de concurrence stratégique.

Au-delà des limites qu'elle peut rencontrer, la théorie des jeux permet d'avoir une idée sur la structuration des interactions stratégiques entre les participants à travers le calcul des gains et la détermination des concepts de solutions. Il s'agit non seulement d'apprendre la bonne façon de jouer pour la formulation d'une stratégie adéquate, mais aussi de comprendre les possibilités existantes et les conséquences des règles de jeu imposées au départ.

CHAPITRE II : Ouverture du marché gazier européen

I. INTRODUCTION :

Doté de qualités intrinsèques qui en font une énergie moins polluante que ses concurrentes, le gaz naturel apparaît comme l'une des sources d'énergie privilégiées du XXI^e siècle. Les réserves gazières se répartissent dans le monde de manière très inégale impliquant une séparation sur de grandes distances des centres d'offre des centres de demande.

L'exemple de l'Europe Occidentale et de la Russie en est la preuve ; d'un côté, un continent pauvre de cette denrée rare, de l'autre, le détenteur des plus grandes réserves gazières mondiales. Cette inégalité a créé une dépendance entre les offreurs et les demandeurs et a donné lieu à l'émergence de monopoles bilatéraux qui liaient les producteurs de gaz aux entreprises nationales des pays demandeurs.

Cette situation a caractérisé en particulier le marché européen du gaz naturel durant des décennies. Cependant, du fait des tensions engendrées par cette dépendance à un nombre réduit de fournisseurs, du fait de l'impact de la mondialisation et des contraintes environnementales, on assiste ces dernières années à une restructuration totale du marché du gaz dans l'Union Européenne.

Mais qui dit ouverture, dit multiplication et diversification des acteurs sur le marché, qu'ils soient producteurs, fournisseurs ou distributeurs, donc concurrence accrue, en particulier pour les entreprises productrices comme SONATRACH, par l'apparition de concurrents inexistant auparavant.

Dans ce chapitre, nous allons décrire le contexte du marché gazier mondial, en général, puis du marché européen en particulier. A ce niveau, il sera question d'abord :

- De décrire la structure du marché gazier européen avant l'ouverture ;
- Puis, d'exposer le cadre juridique et réglementaire visant à l'ouverture ;
- Et enfin, de déduire les conséquences de l'ouverture de ce marché.

II. CHAÎNE GAZIÈRE :

Les étapes par lesquelles passe le gaz naturel partant de l'exploration jusqu'à l'utilisation finale se schématisent comme suit :¹

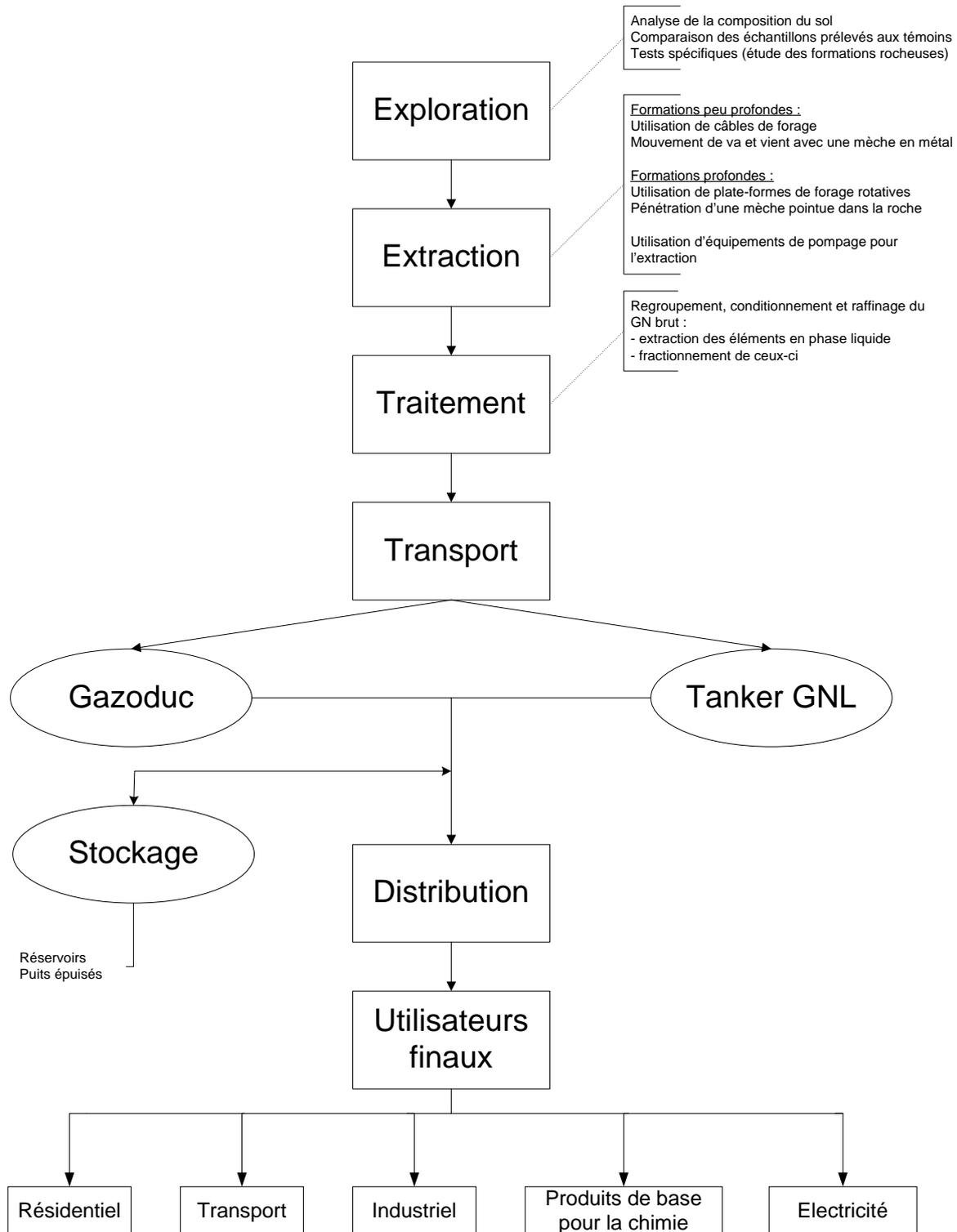
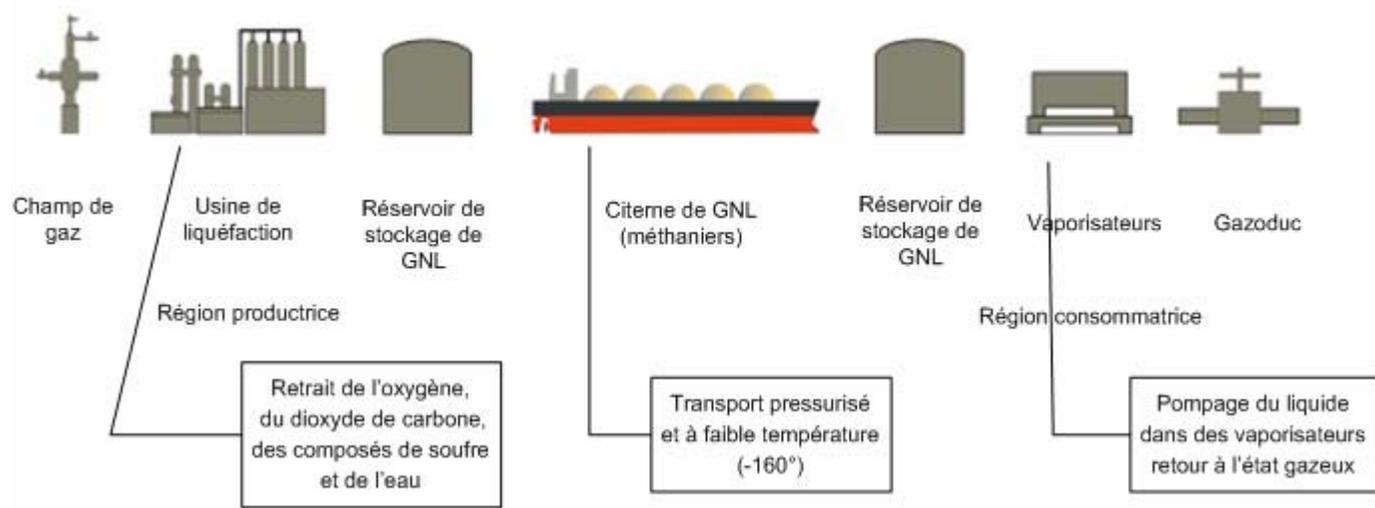


Figure 11. Chaîne gazière

¹ *Source* : schéma établi à partir des informations issues du site internet de CNUCED (Conférence des Nations Unies sur le Commerce Et le Développement). (CNU 2006)



2

Figure 12. Chaîne d’approvisionnement du GNL

² Source : Idem

III. MARCHÉ GAZIER MONDIAL :

La Russie, l'Iran et le Qatar détiennent, respectivement 26%, 15% et 14% des réserves de gaz totales. Il faut noter une hausse des réserves totales de 15% à cause de la découverte de nouveaux champs et de la réévaluation des champs existants. En Europe, il y a une baisse de 20% depuis 2000. En Afrique, il y a une augmentation de 25% grâce aux découvertes au Nigeria, en Egypte et en Angola. La demande mondiale en gaz devrait augmenter de 2.1%/an contre 1.3% pour le pétrole. (SAN 2005)

La production de gaz devrait se développer de manière différente selon les régions du monde. Toutes les zones vont enregistrer des augmentations de production à l'exception de l'Europe. En effet, les champs producteurs y sont anciens et les nouveaux développements trop peu nombreux pour pallier au déclin. (SAN 2005)

Les réserves et la production gazière mondiales se partagent entre un certain nombre de régions de la manière suivante :

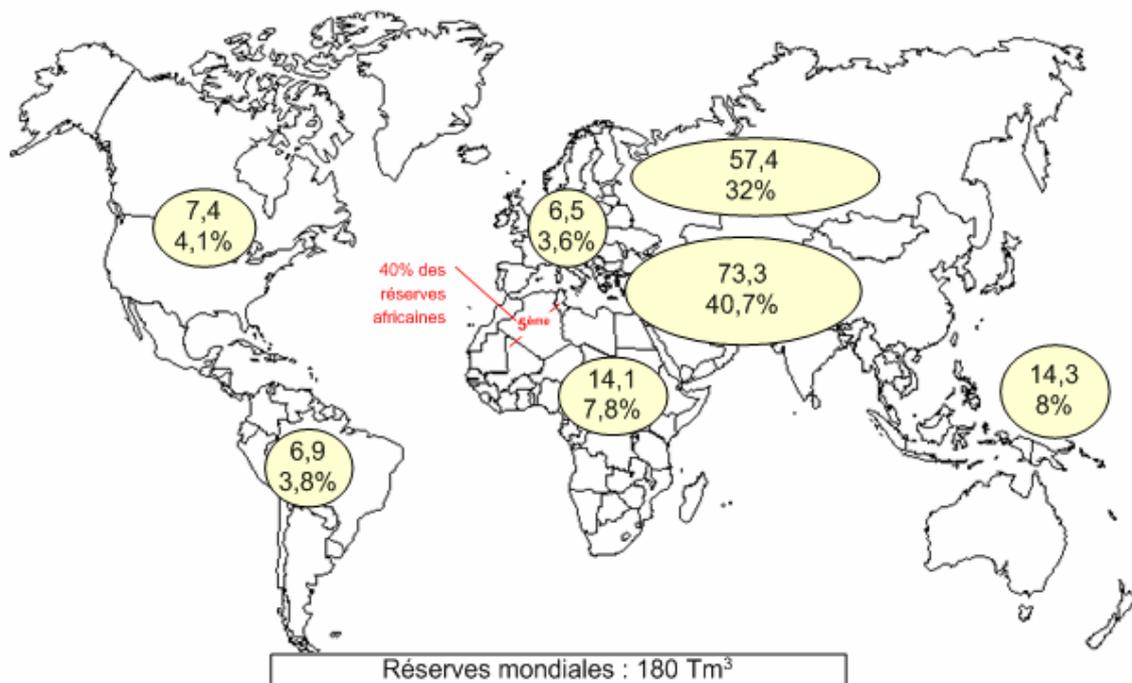


Figure 13. Répartition des réserves prouvées de gaz naturel en 2005 (tm³/ % du total mondial)³

³ Source : carte établie à partir des données d'un rapport de l'IFP. (SAN 2005)

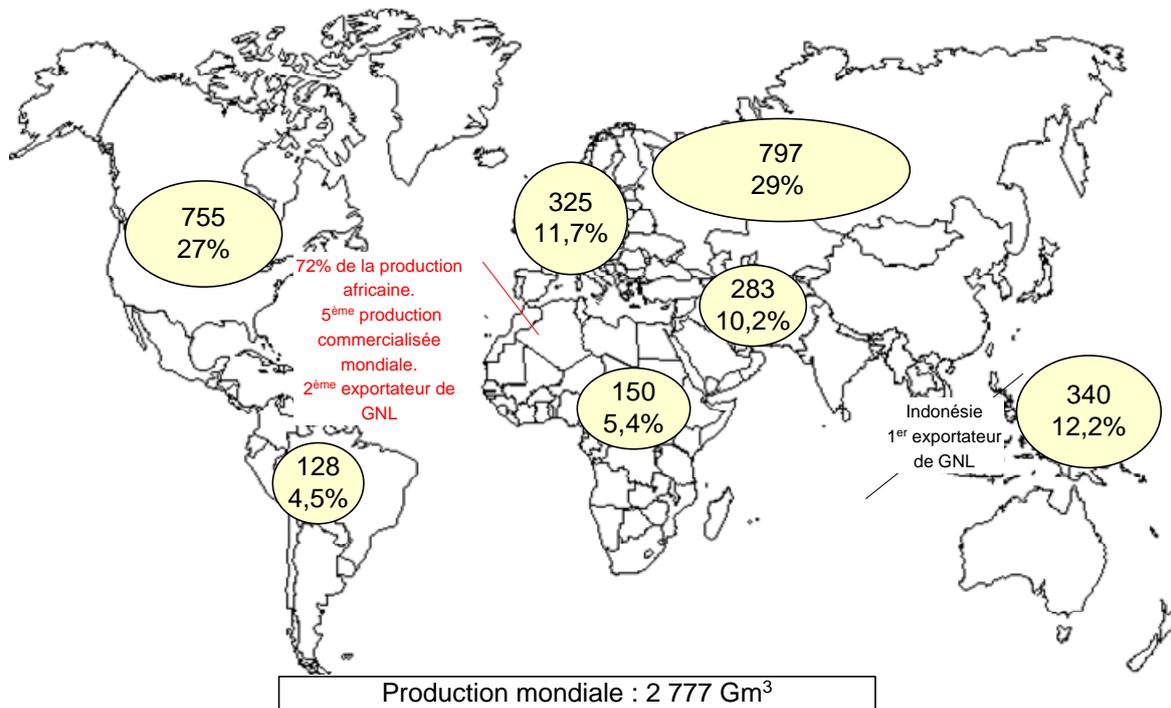
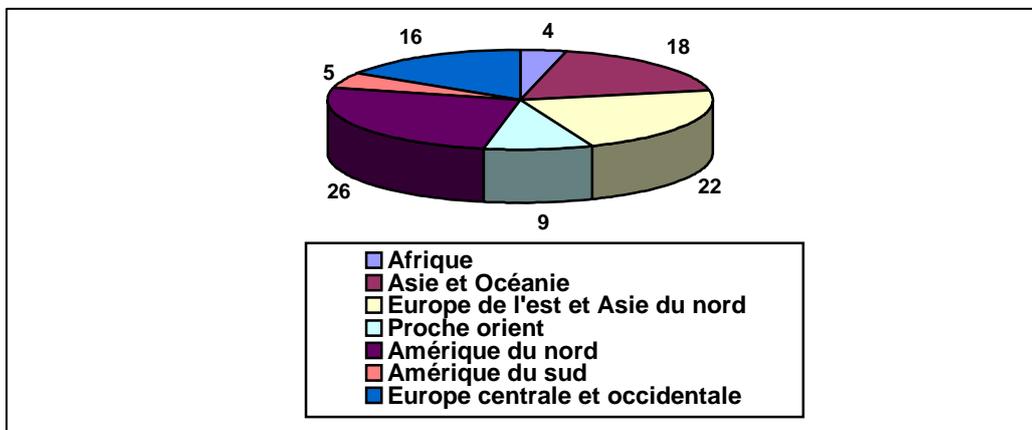


Figure 14. Répartition de la production commercialisée de gaz naturel en 2004 (Gm³)⁴

La demande gazière à l'horizon 2030 devrait se répartir comme suit :

Graphique 1. Répartition de la demande gazière à l'horizon 2030 (%)⁵



Au vu de la répartition des réserves prouvées, de la production mondiale du gaz naturel ainsi que de sa consommation apparaît la dépendance croissante de l'Union Européenne (à 25) vis-à-vis de ses fournisseurs extérieurs.

En effet, 89% de ses réserves gazières sont concentrées dans trois pays : Norvège, Pays-Bas et Royaume-Uni ayant une durée de vie évaluée à 16 ans. (SME 2004)

Etant donnée cette dépendance, l'Europe opte pour une stratégie de diversification des sources d'approvisionnement gazier. Pour ce faire, elle décide d'instaurer un climat de concurrence

⁴ *Source* : Idem

⁵ *Source* : graphique établi à partir des données issues du site internet du World Energy Council. (WEC 2005)

entre ses fournisseurs actuels (Algérie, Russie, Norvège) - qui pourraient représenter plus de 60% de ses approvisionnements à l'horizon 2020 - et ses fournisseurs potentiels :

- Pays du Moyen Orient : Qatar, Iran ;
- Pays de la Caspienne : Turkménistan, Kazakhstan ;
- Pays d'Afrique : Nigéria, Egypte.

IV. MARCHÉ GAZIER EUROPÉEN :

IV.1. Avant l'ouverture :

Dans chaque État membre de la Communauté, régnait sur le marché du gaz naturel un monopole public. Toutes les opérations de production, d'importation, de transport et de distribution lui étaient attribuées. La structure de ce marché se schématisait comme suit :

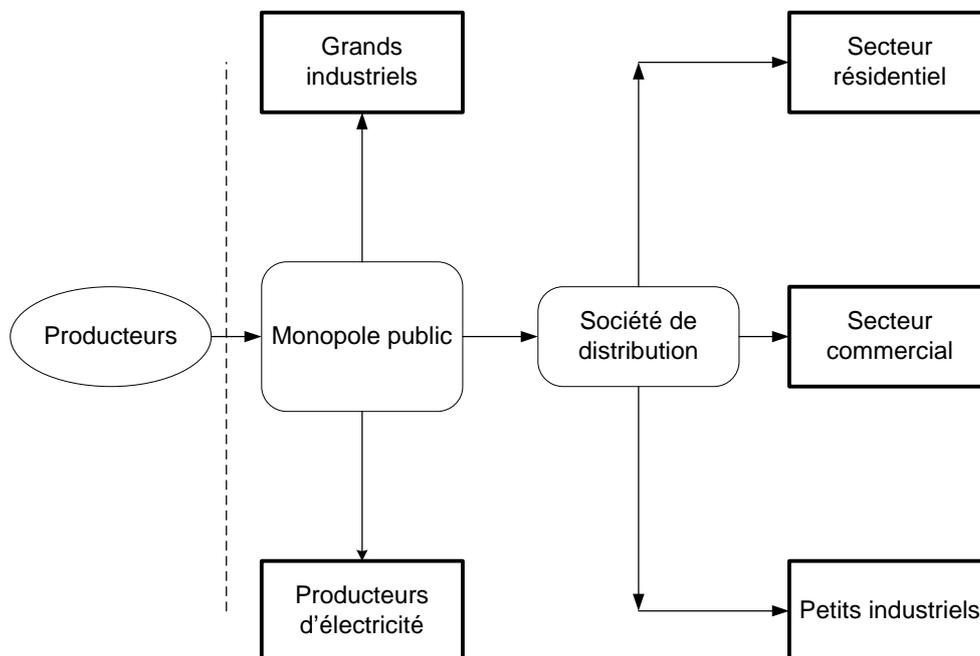


Figure 15. Structure traditionnelle du marché européen.

Pour son approvisionnement, l'entreprise nationale concluait des contrats à long terme avec les pays producteurs de gaz hors Union Européenne. Trois principales clauses les caractérisaient :

- La clause dite de « Take-or-Pay » ;
- La clause de destination ou de non-revente ;
- Pratique du prix « Net back ».

A. Les clauses dites de « Take-or-Pay » :

Dans un contrat à long terme, l'acheteur s'engage à enlever une quantité minimale de gaz naturel ou à la payer. Ces clauses ont l'avantage d'assurer une sécurité des approvisionnements, il s'agit d'un élément de stabilité pour les producteurs en leur permettant d'amortir et/ou de rentabiliser les investissements lourds que représente la construction de nouveaux pipelines par exemple.

De plus, ces clauses garantissent un partage des risques entre le producteur et l'acheteur. Le producteur assume le risque de variation des prix alors que l'acheteur assume le risque que représente l'arrivée à échéances régulières d'un volume prédéfini qui ne correspond pas toujours à ses besoins. (CHA 2004)

B. Les clauses de destination ou de non-revente :

Elles sont imposées par le producteur qui ne souhaite pas permettre à l'opérateur de revendre son gaz à un tiers situé hors de l'État de livraison à un prix plus élevé que celui payé par l'opérateur étant donné que celui-ci bénéficie d'un prix préférentiel. (CHA 2004)

C. Pratique du prix « Net back » :

Elles consistent à fixer le prix du gaz en l'indexant sur celui des produits pétroliers raffinés.

Cette pratique vise à assurer structurellement la compétitivité du gaz sur le marché final, à travers un prix de départ du gaz tenant compte des charges de transport et une formule d'indexation sur le prix des énergies concurrentes (généralement les produits pétroliers sur le marché Européen). L'indexation sur les prix des produits pétroliers assure en quelque sorte aux fournisseurs une sécurité quant à la volatilité des prix. (FIN 2002)

L'application de ces clauses a conduit à des tissages de liens bilatéraux durables entre les trois premiers fournisseurs – GAZPROM, STATOIL et SONATRACH qui représentent 46% du total de l'UE-25 – avec chacun des opérateurs nationaux de transport et de distribution.

Si l'on inclut les deux principaux producteurs, EXXONMOBIL et SHELL, on constate que les cinq premiers fournisseurs de l'UE-25 couvrent plus de 60 % de son approvisionnement. Cette proportion passe à 80 % si l'on tient compte des dix plus grands fournisseurs de la région (dont TOTAL, ENI, BP, CENTRICA) et de la société nationale néerlandaise EBN. Les contrats long terme qui lient producteurs et acheteurs chargés de la fourniture et de la commercialisation du gaz représentent plus de 90 % de l'approvisionnement européen. (LEC 2005 a)

IV.2. Cadre juridique et réglementaire du marché gazier dans l'Union Européenne :

Le marché du gaz naturel a longtemps été cloisonné par des monopoles de production et de distribution. Chaque État pouvait définir de manière souveraine sa politique d'approvisionnement et avait le pouvoir de négocier directement avec les pays producteurs ; ceci a eu pour effet une limitation des échanges entre les États. De plus, les prix étaient fixés par des mécanismes autres que l'équilibre Offre/Demande.

L'ouverture du marché du gaz naturel en Europe a été impulsée par les deux directives : 98/30/CE et 2003/55/CE. (*Voir annexe 1*)

A. Directive 98/30/CE :

Adoptée le 22 juin 1998 par le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, la directive 98/30/CE vise à établir des **règles communes** concernant le transport, la distribution, la fourniture et le stockage du gaz naturel. Elle définit les modalités d'organisation et de fonctionnement du secteur du gaz naturel, y compris du gaz naturel liquéfié (GNL), d'accès au marché et d'exploitation des réseaux, ainsi que les critères et procédures applicables en ce qui concerne l'octroi d'autorisations de transport, de distribution, de fourniture et de stockage du gaz naturel. Les modalités d'applications sont laissées à la charge des États membres. (PEC 1998)

Règles générales d'organisation du secteur : (PEC 1998)

- Les États membres veillent à ce que les entreprises de gaz naturel soient exploitées conformément aux principes de la directive sans aucune discrimination pour ce qui est des droits et des obligations de celles-ci ; (article 3)
- Les États membres peuvent imposer des obligations de service public qui peuvent porter sur la sécurité, y compris la sécurité d'approvisionnement, la régularité, la qualité et le prix des fournitures et la protection de l'environnement ; (Article 3)
- Dans les cas où la construction ou l'exploitation d'installations de gaz naturel nécessitent une autorisation, il revient aux États membres ou toute autre autorité compétente de les accorder de façon objective et non discriminatoire ; (Article 4)

Transport, stockage et GNL : (PEC 1998)

- Chaque entreprise de gaz naturel exploite, entretient et développe, dans des conditions économiquement acceptables des installations sûres, fiables et efficaces, en accordant toute l'attention au respect de l'environnement. De plus, elle doit s'abstenir de toute discrimination entre les utilisateurs du réseau, notamment en faveur de ses entreprises liées ; (Article 7)
- Chaque entreprise de gaz naturel fournit aux autres entreprises de gaz naturel des informations suffisantes pour garantir que le transport et le stockage peuvent se faire

d'une manière compatible avec un fonctionnement sûr et efficace du réseau interconnecté ; (Article 7)

- Chaque entreprise de gaz naturel préserve la confidentialité des informations commercialement sensibles dont elle a connaissance au cours de ses activités et ne les exploite pas de façon abusive en donnant accès ou en négociant l'accès au réseau ; (Article 8)

Distribution et fourniture : (PEC 1998)

- Les États membres peuvent obliger les entreprises de distribution et/ou les entreprises de fourniture à approvisionner les clients situés dans une zone donnée et/ou appartenant à une certaine catégorie. La tarification de ces approvisionnements peut être réglementée, par exemple pour assurer aux clients concernés l'égalité du traitement ; (Article 9)

Dissociation comptable et transparence de la comptabilité : (PEC 1998)

- Les États membres ou toute autre autorité compétente qu'ils désignent, ont le droit d'accéder à la comptabilité des entreprises de gaz naturel lorsque cette consultation leur est nécessaire pour exercer leurs fonctions. Le principe de confidentialité concernant les informations sensibles doit être respecté sauf dérogations ; (Article 12)
- Les entreprises de gaz naturel intégrées tiennent, dans leur comptabilité interne, des comptes séparés pour leurs activités de transport, de distribution et de stockage de gaz naturel et, le cas échéant, des comptes consolidés pour les activités non liées au gaz, comme elles devraient le faire si les activités en question étaient exercées par des entreprises distinctes, en vue d'éviter les discriminations, les subventions croisées et les distorsions de concurrence. Elles font figurer dans cette comptabilité interne un bilan et un compte de résultats pour chaque activité ; (Article 13)

Accès au réseau : (PEC 1998)

- Les États membres désignent les clients éligibles, c'est-à-dire les clients établis sur leur territoire qui ont la capacité juridique de passer des contrats de fourniture de gaz naturel ou d'acheter du gaz naturel ; (Article 18)
- Les États membres prennent les mesures nécessaires pour assurer qu'au moins les clients suivants soient désignés comme éligibles : (Article 18)
 - Les producteurs d'électricité à partir du gaz, quel que soit le niveau de leur consommation annuelle ;
 - Les clients finaux consommant plus de 25 millions de m³ de gaz par an et par site de consommation ; (voir changement en 2003)
- Afin de garantir une réelle ouverture des marchés nationaux à la concurrence, il a été prévu une ouverture progressive en trois étapes :

- le 10 août 2000, l'ouverture du marché doit porter sur au moins 20% de la consommation annuelle totale du marché national du gaz ;
 - le 10 août 2003, ce pourcentage passe à 28% ;
 - le 10 août 2008, ce pourcentage passe à 33%.
- Les États membres veillent à ce que les parties négocient de bonne foi l'accès au réseau et à ce qu'aucune d'entre elles n'abuse de sa position de négociation pour empêcher la bonne fin des négociations ; (Article 21)
 - Les États membres créent des mécanismes appropriés et efficaces de régulation, de contrôle et de transparence afin d'éviter tout abus de position dominante, au détriment notamment des consommateurs, et tout comportement prédateur ; (Article 22)

B. Directive 2003/55/CE:

Adoptée le 26 juin 2003 par le Parlement Européen et le Conseil de l'Union Européenne, la directive 2003/55/CE abroge la directive 98/30/CE afin de dépasser ses insuffisances. La directive 2003/55/CE a pour objectif de trouver des solutions viables permettant de concilier deux principes importants :

- Assurer l'ouverture réelle du marché intérieur du gaz naturel et donc :
 - Assurer la transparence des prix ;
 - Assurer le libre accès au réseau ;
- Veiller à la sécurité des approvisionnements.

Les principales règles de la présente directive sont :

Règles générales d'organisation du secteur : (PEC 2003)

- Les États prennent les mesures appropriées pour protéger les clients finaux et assurer un niveau élevé de protection des consommateurs, et veillent en particulier à garantir une protection adéquate aux clients vulnérables, y compris en prenant les mesures appropriées pour leur permettre d'éviter l'interruption de la fourniture de gaz. De même, ils veillent à ce que le client éligible puisse effectivement changer de fournisseur. (Article 3)

Suivi de la sécurité de l'approvisionnement : (PEC 2003)

- Les États membres assurent le suivi de la sécurité de l'approvisionnement. Ce suivi couvre notamment l'équilibre entre l'offre et la demande sur le marché national, le niveau de la demande prévue et des réserves disponibles, les capacités supplémentaires envisagées en projet ou en construction, la qualité et le niveau d'entretien des réseaux, ainsi que les mesures requises pour couvrir les pics de

demande et faire face aux déficits d'approvisionnement d'un ou plusieurs fournisseurs ; (Article 5)

Transport, stockage et GNL : (PEC 2003)

La directive 2003/55/CE vient affiner la précédente directive en définissant des « gestionnaires de réseaux » alors qu'auparavant il s'agissait juste d'entreprises de gaz naturel. Cette nouveauté vise le démantèlement des entreprises monopolistiques nationales qui intégraient souvent dans une même structure juridique les activités de production, transport et distribution du gaz naturel.

- Les États membres désignent ou demandent aux entreprises de gaz naturel propriétaires d'installations de transport, de stockage, de GNL ou de réseaux de distribution, de désigner un ou plusieurs gestionnaires de réseau, pour une durée à déterminer par les États membres en fonction de considérations d'efficacité et d'équilibre économique ; (Article 7)
- Les règles adoptées par les gestionnaires de réseaux de transport ou de distribution de gaz pour assurer l'équilibre de ceux-ci doivent être objectives, transparentes et non discriminatoires, y compris les règles de tarification pour les redevances à payer par les utilisateurs du réseau en cas de déséquilibre énergétique ; (Article 8)
- Lorsque le gestionnaire de réseau fait partie d'une entreprise intégrée verticalement, il doit être indépendant, au moins sur le plan de la forme juridique, de l'organisation et de la prise de décision, des autres activités non liées au transport ou la distribution ; (Article 9)

Organisation du système d'accès : (PEC 2003)

- Les États membres veillent à ce que soit mis en place, pour tous les clients éligibles un système d'accès des tiers aux réseaux de transport et de distribution ainsi qu'aux installations de GNL. Ce système fondé sur des tarifs publiés, doit être appliqué objectivement et sans discrimination entre les utilisateurs du réseau ; (Article 18)
- Les dispositions de la présente directive ne font pas obstacles à la conclusion de contrats à long terme pour autant qu'ils respectent les règles communautaires en matière de concurrence ; (Article 18)

Ouverture des marchés : (PEC 2003)

- Les États membres veillent à ce que les clients éligibles soient : (article 23)
 - Jusqu'au 1^{er} juillet 2004, les clients éligibles visés à l'article 18 de la directive 98/30/CE. Les États membres publient, au plus tard le 31 janvier de chaque année, les critères de définition de ces clients éligibles ;
 - A partir du 1^{er} juillet 2004, au plus tard, tous les clients non résidentiels ;
 - A partir du 1^{er} juillet 2007, tous les clients.

Autorités de régulation : (PEC 2003)

- Les États membres désignent un ou plusieurs organes compétents chargés d'exercer la fonction d'autorités de régulation. Ces autorités sont totalement indépendantes du secteur du gaz. Elles sont au minimum chargées, par l'application du présent article, d'assurer la non-discrimination, une concurrence effective et le fonctionnement efficace du marché. (article 25)

IV.3. Conséquences de l'ouverture du marché gazier européen :

Le marché européen du gaz naturel devrait connaître une restructuration progressive ayant pour finalité une ouverture totale du marché à l'image des marchés gaziers libéralisés aux USA et en Grande Bretagne. Ceci se traduit par la nouvelle structure suivante :

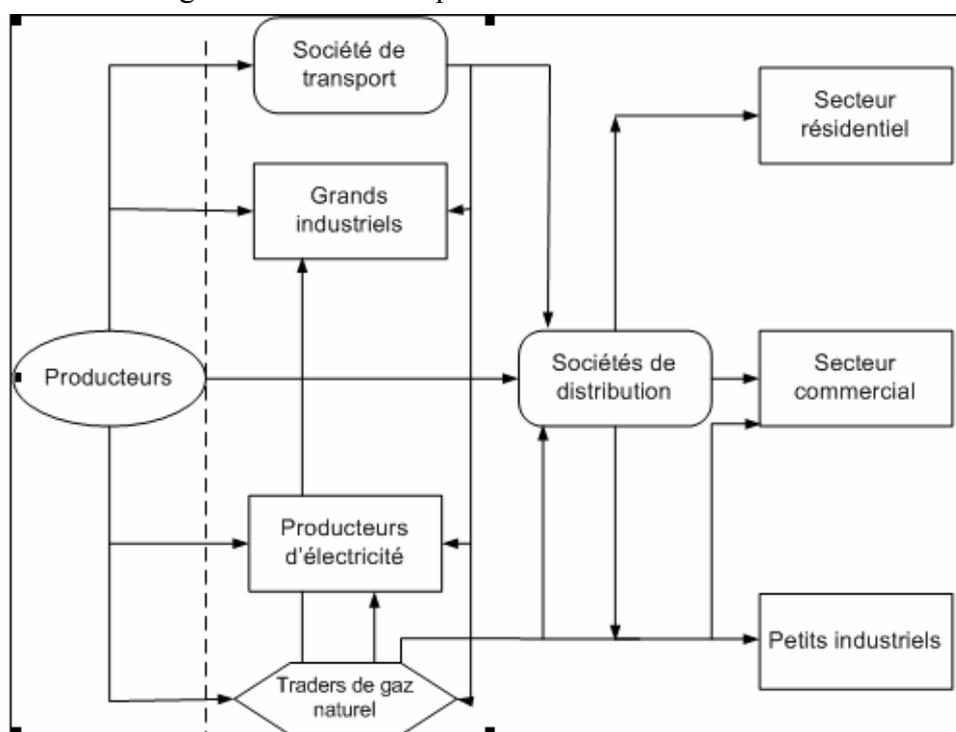


Figure 16. Structure du marché européen après l'ouverture.

IV.3.1. Remise en cause des contrats à long terme :

Les clauses des contrats à long terme appliquées à un marché ouvert peuvent avoir des conséquences anticoncurrentielles selon certains analystes de la Commission Européenne.

En effet, dans un marché ouvert, le consommateur final pourra être directement livré par un producteur. Ainsi, le producteur pourrait théoriquement être payé deux fois :

- Une fois, en vertu de la clause « Take-or-Pay », par l'opérateur ayant conclu un contrat à long terme, et ce, quand bien même ce-dernier n'aurait pas de débouché pour le gaz livré.
- Une fois par le consommateur final, auquel il pourra livrer du gaz naturel grâce à la liberté d'accès au réseau.

Par conséquent, la liberté d'accès au réseau et l'ouverture du marché à destination du consommateur final permettront au producteur de concurrencer les opérateurs tout en gardant le bénéfice des clauses « Take-or-Pay ». Alors qu'à l'opposé, l'opérateur sera obligé de payer le producteur en vertu de la clause « Take-or-Pay », bien que n'ayant pas la possibilité de chercher à l'étranger, des débouchés pour le gaz livré compte tenu de la clause de destination. En outre, l'opérateur subira la concurrence du producteur sur son propre territoire, ce qui réduira d'autant plus les chances de trouver des débouchés pour le gaz livré. (CHA 2004)

Ceci reste très théorique car il est très difficile pour une compagnie étrangère non européenne de distribuer du gaz naturel dans un pays européen.

D'ailleurs, certains pays producteurs, notamment l'Algérie ont proposé à la Commission Européenne de mettre en balance ces clauses avec l'ouverture réelle du marché du gaz européen pour pouvoir vendre leur gaz directement au consommateur final. Depuis, les clauses de destination ont été supprimées et les contrats à long terme maintenus. (CHA 2004)

IV.3.2. Développement des contrats spot et court terme : (IFP 2003)

L'ouverture du marché grâce à la directive devrait favoriser le développement des marchés spots et des transactions court terme – à travers des hubs gaziers – (*Voir annexe 2*) du fait de la présence de la majorité des conditions nécessaires :

- Un marché « mûr » (capacités de production et transport disponibles et bien localisées) ;
- Un déséquilibre marginal entre l'offre et la demande ;
- Un accès non discriminatoire au transport ;
- La possibilité de contrats directs avec les utilisateurs finaux ;
- Le nombre et la diversité des acteurs,
- Des instruments de couverture du risque à travers un marché « papier » ;
- Des « markers » de prix représentatifs.

IV.3.3. Déploiement de nouvelles stratégies (alliances et fusions acquisitions) :

Ces stratégies se traduisent par :

- Une intégration verticale : afin de bénéficier d'économies d'échelle, de capter une part de la rente gazière devenue plus volatile sous l'effet de la concurrence et d'assurer une meilleure maîtrise de la chaîne des coûts.
- Une intégration horizontale : afin d'exploiter les synergies potentielles avec d'autres activités du réseau, en particulier l'électricité.

Le déploiement de ces nouvelles opérations stratégiques vise à mieux contrôler certains risques renforcés par la concurrence, tels que les risques liés aux débouchés ou à la volatilité

des prix de l'énergie, tout en tirant profit des opportunités d'investissement sur des marchés à fort potentiel et dans de nouvelles activités, comme le transport international, pour diversifier les débouchés et accroître les ventes. (LEC 2005 a)

IV.3.4. Montée en puissance des nouveaux entrants dans l'aval gazier : les électriciens

Les compagnies électriques ont fait une percée fulgurante sur le marché gazier en combinant les activités gaz et électricité. Cette expansion se développe sur la base d'une croissance interne (construction de centrales à cycles-combinés) et/ou externe via l'acquisition d'actifs dans des compagnies gazières. (LEC 2005 a)

Pour un électricien, être vendeur de gaz permet en particulier :

- d'optimiser le fonctionnement du parc des centrales électriques en donnant la possibilité à certains opérateurs de remettre sur le marché des volumes significatifs de gaz initialement destinés à la production d'électricité ;
- de conclure des contrats d'achat de gaz sur le long terme directement avec les producteurs. (LEC 2005 a)

IV.3.5. Le point sur les taux réels d'ouverture :

Depuis le 1er juillet 2004 tous les clients industriels et commerciaux sont éligibles et peuvent choisir leur fournisseur. Toutefois, il existe un décalage important entre le taux légal d'ouverture et le degré de concurrence réelle. Bien qu'il soit difficile d'évaluer la concurrence effective des marchés, compte tenu de la multiplicité des critères envisageables, on peut estimer le degré d'ouverture réel des marchés par le pourcentage des consommateurs éligibles qui ont effectivement changé de fournisseurs.

Ainsi, il apparaît, de manière générale, que l'ouverture réelle des marchés du gaz est bien moins importante que son degré d'ouverture théorique. De plus, les situations des pays en termes de concurrence effective sont très inégales :

- Le taux de changement de fournisseur pour les gros consommateurs est très élevé (supérieur à 50 %) au Royaume-Uni, qui reste le leader de la concurrence effective, ainsi qu'en Irlande et en Espagne.
- La France se situe dans la moyenne européenne avec un taux d'ouverture réel situé autour de 25 %.
- Le taux d'ouverture réel est faible (inférieur à 10 %) en Autriche et en Allemagne.

Dans l'ensemble des pays où les petits consommateurs sont déjà éligibles, le taux de changement de fournisseurs pour ces derniers, reste négligeable sauf au Royaume-Uni (47 %) et en Italie (35 %). (LEC 2005 b) (*Voir annexe 3*)

V. CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons décrit le contexte du marché du gaz naturel ; de manière générale – à l'échelle mondiale –, ceci a permis de mettre en relief les besoins du vieux continent en gaz naturel et l'insuffisance de la production de la plupart de ses pays. De là est apparue la dépendance de l'Union Européenne par rapport aux pays voisins producteurs de gaz (Algérie, Russie, Norvège).

Ce contexte monopolistique a longtemps été cloisonné par des contrats de fourniture de gaz à long terme dits « Take-or-pay » ainsi que des clauses de non-revente permettant un partage des risques entre producteurs et consommateurs tout en assurant le développement de l'industrie gazière. Toutefois, ce schéma ne permettait pas d'établir un marché concurrentiel au sein de l'Europe.

Les directives visant l'ouverture du marché européen ont apporté des règles communes concernant chaque maillon de la chaîne gazière. La finalité étant d'assurer la transparence des prix, la liberté d'accès au réseau et la sécurité des approvisionnements.

Cependant, l'ouverture s'accompagne d'une multiplication des acteurs sur le marché, en particulier les électriciens. Ceci a pour effet d'augmenter le nombre d'intervenants sur chacun des pays de l'Union Européenne en fonction du taux d'ouverture atteint.

Cette réflexion nous conduit à nous intéresser au marché italien, un marché ayant atteint un taux d'ouverture relativement avancé. Étant donnée sa place de client majeur pour SONATRACH, il est important de considérer toutes ses caractéristiques et identifier les acteurs en présence. Nous allons nous intéresser à ces aspects dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III : Marché italien du gaz naturel

I. INTRODUCTION :

Dans le chapitre précédent, nous avons décrit les structures qui ont caractérisé le marché européen du gaz naturel avant et après l'ouverture et nous avons souligné l'impact de cette dernière sur les compagnies qui détenaient le monopole de fourniture, de transport et de distribution du gaz naturel, à savoir l'apparition de nouveaux concurrents.

Parmi les principaux clients de SONATRACH : l'Italie. Jusqu'à l'ouverture de son marché gazier, la fourniture du gaz se faisait exclusivement grâce aux contrats à long terme. L'ouverture se faisant de manière progressive, ces derniers ne sont pas prêts de disparaître. Cependant, SONATRACH doit tenir compte de la concurrence croissante en particulier du côté du marché du GNL favorisé par le développement des marchés spots venant concurrencer le transport par gazoducs (dont l'investissement est plus coûteux sur de longues distances).

SONATRACH se trouve à présent en concurrence avec de nouveaux acteurs sur le marché européen. Afin d'identifier ses concurrents potentiels sur le marché italien du gaz naturel, il est important d'étudier la structure de ce marché ainsi que ses caractéristiques. C'est ce que nous nous proposons de faire à travers ce chapitre, selon le déroulement suivant :

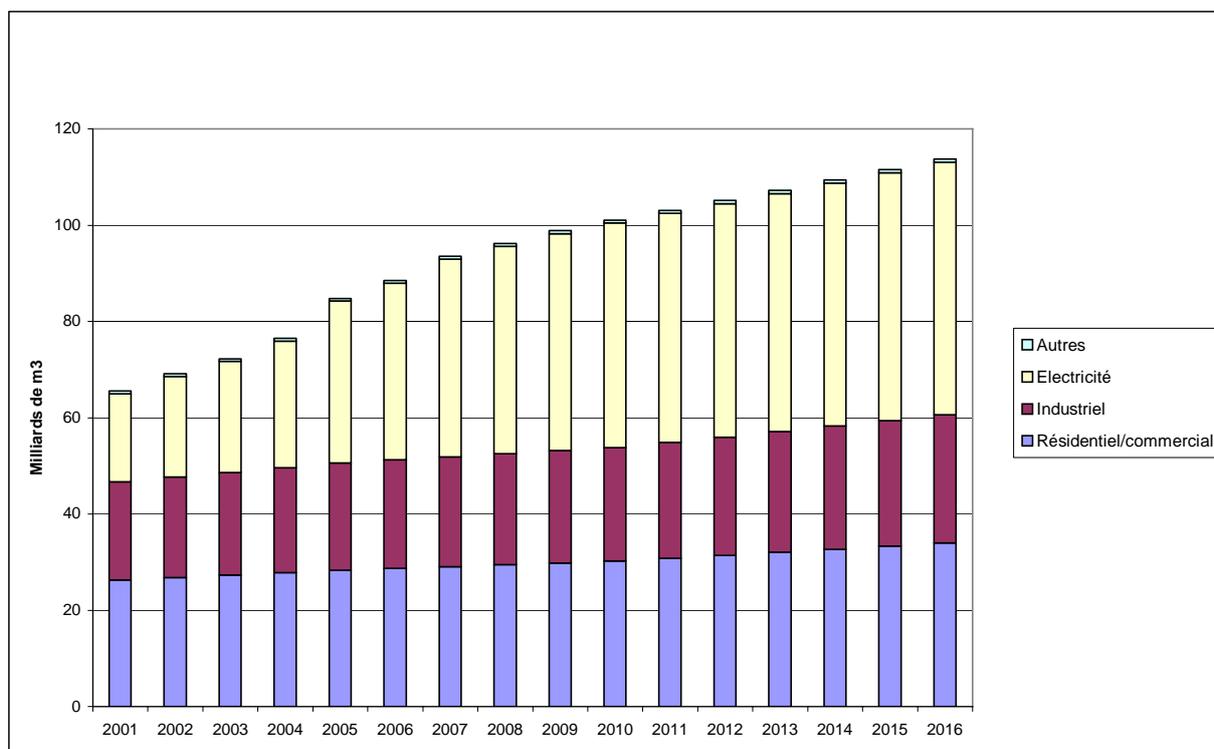
- D'abord, nous identifierons la demande et l'offre de gaz naturel actuelle et future sur leurs différents segments ;
- Ensuite, nous resituerons le cadre de la régulation en Italie ;
- Enfin, nous identifierons les principaux acteurs œuvrant sur le marché italien du gaz naturel ainsi que leurs projets d'investissement en Italie.

II. STRUCTURE DU MARCHÉ ITALIEN DU GAZ NATUREL :

II.1. Demande de gaz :

La consommation de gaz naturel est répartie proportionnellement entre les différents secteurs de la manière suivante :

Graphique 2. Demande annuelle de gaz par secteur en Italie¹



- Secteur résidentiel et commercial : le gasoil est le principal concurrent du gaz naturel, situation due à la taxation élevée sur la consommation du gaz naturel, mais atténuée par la taxation sur l'émission de carbone ; (IEA 2002)
- Secteur industriel : le gaz est dominant, au dépend du charbon et du pétrole. Son prix est considérablement inférieur à celui du fuel-oil léger. La compétition industrielle croissante dans le nord de l'Italie va mener à une plus grande pénétration du gaz, mais puisqu'il est prévu que la production industrielle soit moins soutenue par rapport aux années précédentes, la demande industrielle en gaz devrait augmenter modérément d'un taux annuel moyen de 1,7 % ; (IEA 2002)
- Secteur de l'électricité : Le secteur électrique est ouvert à la concurrence à 50 % permettant à des consommateurs de 01 Twh/an de choisir leurs fournisseurs. A défaut

¹ *Source* : graphique établi à partir de données extraites du document référencé en bibliographie par (IEA 2002). (Voir annexe 4)

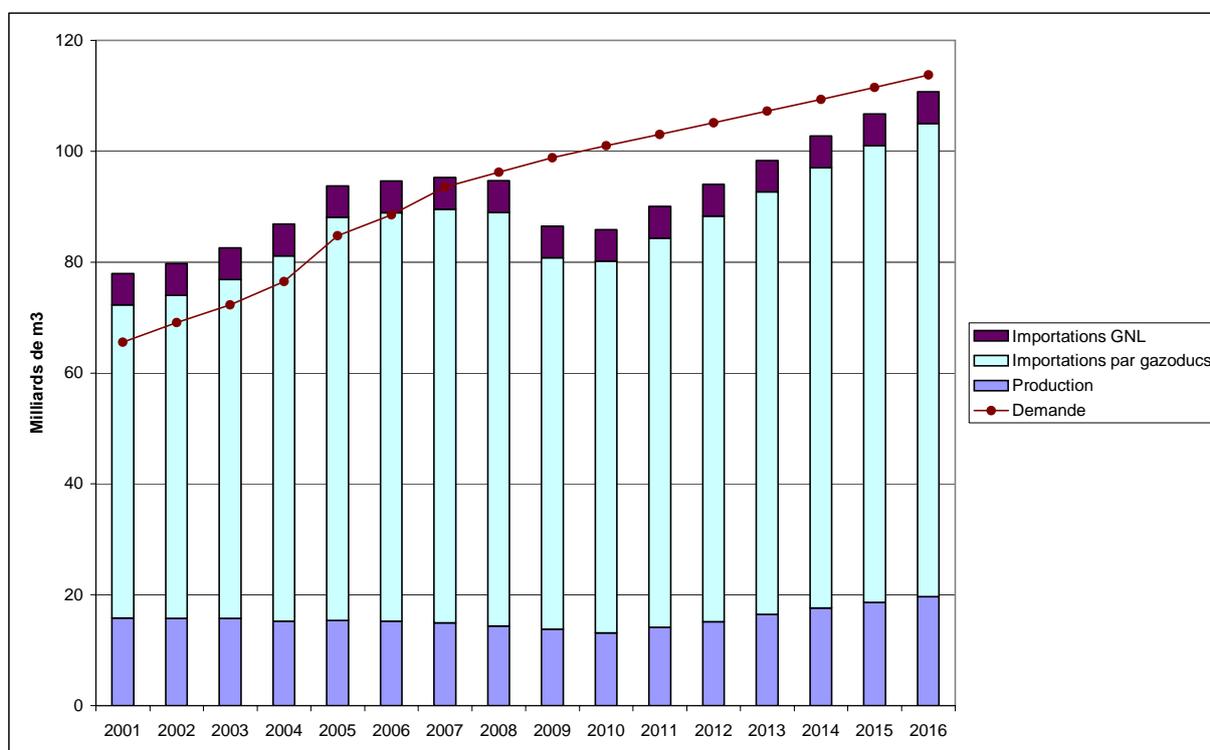
de capacité pour répondre à la demande croissante en électricité, le pays est devenu de plus en plus dépendant des importations en gaz (20 %). (IEA 2002)

II.2. Offre de gaz :

- Réserves de gaz : 199 milliards de m³ ;
- Ratio R/P : 13 ans ;
- Production nationale : 22% ; Importations : 78%.

L'offre de gaz naturel en fonction de son type se répartie de la manière suivante :

Graphique 3. Offre de gaz annuelle par type en Italie²



Les trois plus grands importateurs de gaz naturel sont :

- ENI qui détient une alliance stratégique avec GAZPROM et SONATRACH ;
- ENEL pour la production d'électricité (10%), suivi par EDISON en troisième position. (IEA 2002)

² Source : Idem

Infrastructures gazières en Italie :

L'Italie a 31200 km de gazoducs connectant les points d'importation et de production aux réseaux régionaux de distribution.

▪ Gazoduc Enrico Mattei :

Il connecte l'Italie à l'Algérie en deux phases :

– Gazoduc TTPC : (742 km)

Il raccorde l'Algérie à la Tunisie (Cap Bon), il est composé de deux lignes et entrecoupé de trois stations de compression. Sa capacité est de 26 milliards de m³/an.

– Gazoduc TMPC : (775 km)

Partant de Cap Bon, il traverse le canal de Sicile pour arriver en Italie, il se compose de 5 lignes. Sa capacité est de 33 milliards de m³/an. (IEA 2002)

▪ Gazoduc TAG : (1081 km)

Il raccorde la Russie à l'Italie en passant par l'Autriche et la Slovaquie. Il se compose de deux lignes et de trois stations de compression. Sa capacité est de 28 milliards de m³/an. (IEA 2002)

▪ Gazoduc Transitgaz : (291 km)

Il est raccordé au réseau suisse pour recevoir le gaz norvégien et hollandais. Il se compose de deux lignes et d'une station de compression. Une nouvelle ligne de 55 km de longueur a été construite pour augmenter la capacité d'importation du gaz norvégien vers l'Italie. Sa capacité est de 21 milliards de m³/an. (IEA 2002)

▪ Gazoduc Green Stream : (520 km)

Il relie la Libye à l'Italie à travers la méditerranée. D'une capacité de 08 milliards de m³/an.

Pour ce qui est du GNL, l'Italie n'a qu'un seul terminal de regazéification, à Panigaglia d'une capacité de 3.5 milliards de m³. D'autres projets sont en cours ou prévus.

Les principales infrastructures gazières en Italie ainsi que les pays fournisseurs associés sont représentés sur la figure suivante :

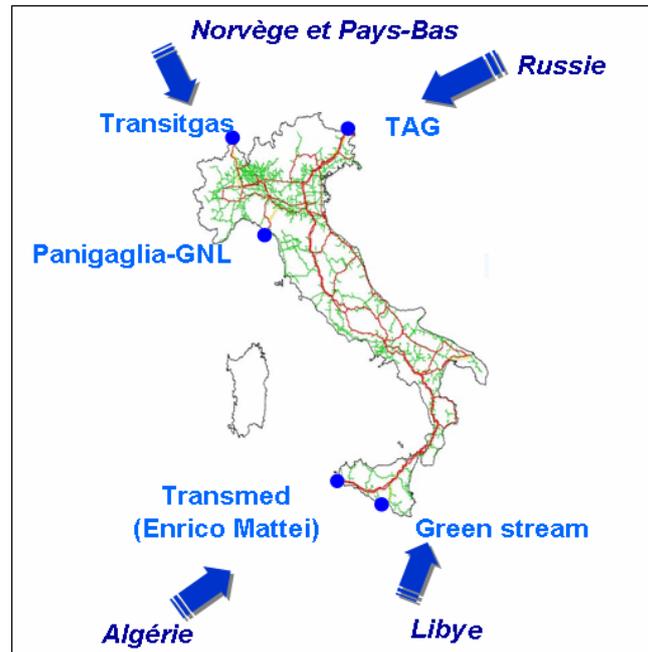


Figure 17. Sources étrangères d’approvisionnement en gaz.
(CAV 2004)

II.3. Équilibre offre/demande :

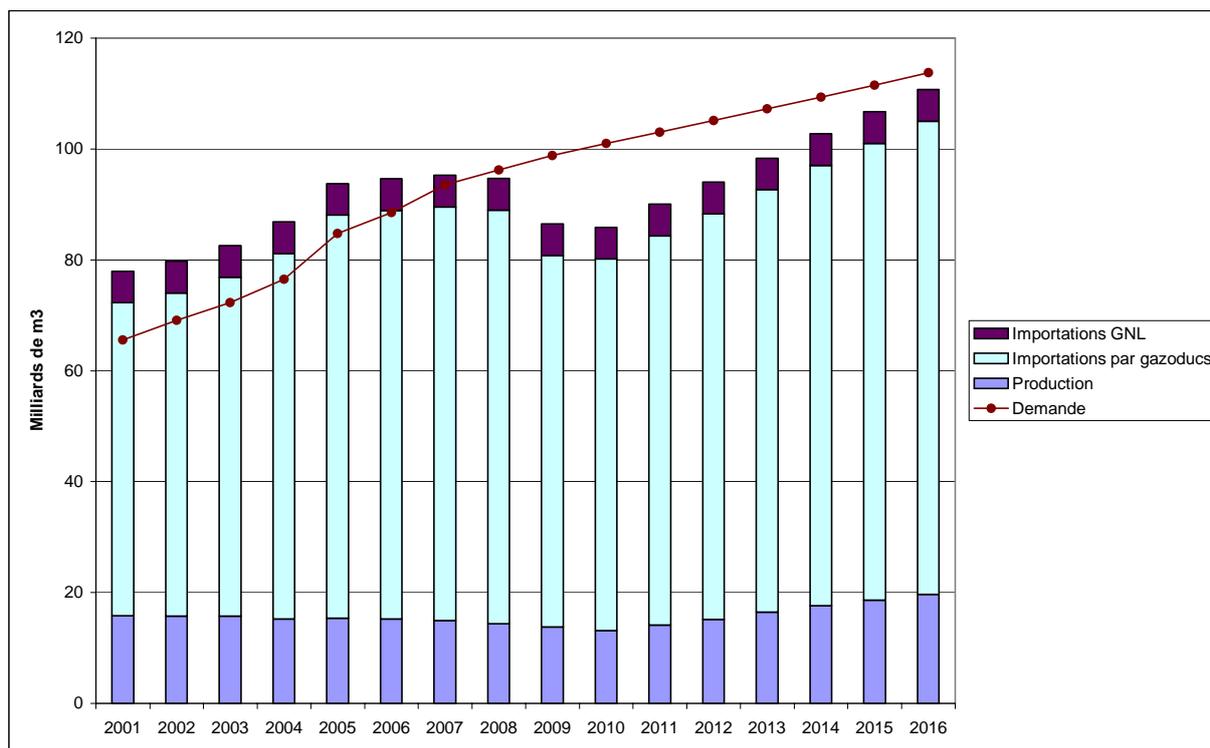
Suite à l’impulsion donnée par l’ouverture du marché, de nombreuses compagnies se précipitent dans des études de faisabilité de projets à destination du marché Italien. On pourrait penser que celui-ci risque de connaître (jusqu’en 2016) une quantité de gaz disponible supérieure à la demande. Cependant, il faut noter que les futurs projets énergétiques modifient cette supposition (exemple : l’implantation de centrales électriques, grandes consommatrices de gaz naturel).

Parallèlement, ENI a la possibilité de vendre le gaz contracté en dehors de l’Italie (notamment en Allemagne). Cette possibilité peut être considérée comme une obligation compte tenu de la restriction sur ses parts de marché maximum sur le marché italien. En effet, la Directive Gaz impose à l’ENI de passer de 75% de part de marché en 2002 à 61% en 2010. (IEA 2002)

De plus, ENI et GAZPROM ont conclu d’ôter la « clause de destination » de leurs contrats, offrant une liberté de commercialisation aux deux compagnies, au bénéfice de l’Autriche et de l’Allemagne ; ce qui permettrait de résorber un éventuel surplus d’offre gazière généré par les contrats « Take-or-pay ». Ceci est vrai pour SONATRACH également. (IEA 2002)

Le graphique suivant représente les écarts entre l’offre et la demande à l’horizon 2016 :

Graphique 4. Équilibre offre/demande de gaz³



Remarque :

Ce graphique considère l’offre et la demande de gaz incrémentales, sans tenir compte des projets futurs à destination du marché italien du gaz naturel. Ceci laisse apparaître un potentiel d’investissement à l’horizon 2016 (puisque la demande est supérieure à l’offre).

II.4. Le cadre de la régulation en Italie :

- Sécurité des approvisionnements : (IEA 2002)

L’Italie accorde une grande importance à la sécurité de ses approvisionnements. Pour ce faire, elle veille à la disponibilité de systèmes de transmission et de stockage qui permettent de faire face à la demande de gaz pendant les jours les plus froids ou à l’occasion d’une interruption d’une durée allant jusqu’à six mois du fournisseur le plus important.

Selon le décret régulant les importations de gaz naturel (mars 2001), les importations de gaz hors UE exigent l’approbation du Ministère des Activités Productives. En plus des conditions techniques et financières exigées, l’importateur doit démontrer :

- La disponibilité d’un stockage stratégique équivalent à 10% du volume annuellement importé hors UE et à 50% du pic moyen journalier prévu lorsque la saison froide se termine ;

³ Source : Ibid.

- Sa capacité à contribuer par l'intermédiaire de plans d'investissements appropriés, au développement et à la sécurité de la diversification du système ou de l'offre de gaz.

Le Ministère des Activités Productives sera responsable de la planification des conditions de sûreté de fonctionnement du système italien. Il supervisera les planifications à long terme et devra donner des instructions spécifiques concernant la sécurité des approvisionnements et le fonctionnement du système de stockage.

En cas de crise énergétique ou de risques sérieux, le ministère décrètera les mesures nécessaires à court terme.

– Accès au transport, stockage et terminaux GNL : (IEA 2002)

L'accès à tous les services est régulé, à l'exception des terminaux GNL nouvellement construits. L'autorité de régulation indépendante (Autorità per l'energia elettrica e il gas) publie les tarifs et critères pour la transmission, l'expédition et la distribution locale (ATR) ; il en est de même pour l'accès au stockage et aux terminaux GNL (ATS).

Un décret a été publié en Avril 2001 pour réguler l'ATR aux gisements de gaz épuisés afin de les convertir en dépôts de stockage.

De plus, cette autorité de régulation instruit les litiges et a un pouvoir de sanction et un pouvoir d'audit.

III. ACTEURS DU MARCHÉ ITALIEN DU GAZ NATUREL :

De nombreuses compagnies gazières nationales et internationales interviennent sur le marché italien du gaz naturel, que ce soit à l'amont ou à l'aval de la chaîne gazière. Certaines alimentent déjà le marché, d'autres projettent de le faire en investissant dans des projets d'infrastructures gazières (gazoducs ou terminaux de regazéification). De plus, d'autres organismes tels que les autorités de régulation, les organismes financiers ...etc peuvent jouer un rôle de manière indirecte sur le marché gazier italien.

Avant de classer les différents acteurs en fonction de leurs objectifs sur le marché italien du gaz naturel, nous allons lister les compagnies et organismes qui interviennent sur ce marché ainsi que leurs principales caractéristiques.

III.1. Principaux intervenants sur le marché italien du gaz naturel :

Tableau 1. Principaux acteurs du marché gazier italien

Compagnie /Organisme	Actifs sur le marché italien	Stratégies et aspirations en Italie	Atouts/faiblesses
Autorità per l'energia elettrica e il gas	Autorité de régulation indépendante.	- Régulation des services de fourniture, de transport, de distribution, de stockage et des terminaux GNL. - Assurer l'ATR, la transparence et la sécurité d'approvisionnement.	
BG (Issue de la scission de BRITISH GAZ en BG et CENTRICA) ⁴	- Sites d'exploration/production. - Centrales électriques. - Contrat de fourniture du gaz de Brindisi à ENEL de 3.2 Gm ³ / an.	- Développer le projet d'un terminal de regazéification à Brindisi pour le gaz en provenance d'Egypte. - Développer des champs gaziers en Egypte, au Kazakhstan, au Nigeria et à Trinidad & Tobago.	- Une profonde expérience dans le gaz naturel. - Compagnie intégrée. - Des coûts compétitifs et un porte feuille GNL flexible.
BP (3 ^{ème} compagnie énergétique mondiale)	- Fourniture du gaz algérien en partenariat avec SONATRACH.	- Prendre part au projet du terminal de regazéification de GNL à Rosignano. - Profiter de la dérégulation pour explorer les nouveaux marchés du gaz et les	- Une bonne position en Egypte, en Algérie, à Trinidad et à Tobago. - Désengagement du marché italien en vendant ses actifs algériens. ⁵

⁴ BG figure parmi les leaders mondiaux dans le domaine de l'énergie. Elle est présente dans 20 pays et assure la production, la distribution, le transport et le stockage d'énergie, de gaz naturel et de GPL.

		<p>opportunités dans celui de l'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vendre le GNL de Trinidad. - Prendre part dans les projets de gazoducs méditerranéens. - Construire un gazoduc à travers l'Azerbaïdjan, la Géorgie et la Turquie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible position en aval.
CROSS ENERGY		<ul style="list-style-type: none"> - Développer le projet d'un terminal de regazéification de GNL à Gioia Tauro. - Améliorer la fourniture d'énergie électrique et de services accompagnés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible capacité financière et industrielle. - Faible position en Italie.
DEPA (compagnie nationale grecque)		<ul style="list-style-type: none"> - Développer le projet du gazoduc IGI reliant l'Italie à la Grèce en passant par le réseau turc pour importer le gaz de la Caspienne et du Moyen Orient. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faible position en Italie.
EDISON (filiale de la compagnie industrielle italienne COMPART (MONTEDISON))	<ul style="list-style-type: none"> - 2^{ème} opérateur gazier et électrique en Italie (14% de parts de marché). - 3^{ème} importateur de gaz. - Production de 1.3 milliards de m³/an de gaz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prendre part au projet d'un terminal de regazéification de GNL à Rovigo pour l'importation du gaz du Qatar. - Développer le projet d'un terminal de regazéification de GNL à Rosignano. - Prendre part au projet du gazoduc GALSI pour l'importation du gaz algérien. - Développer le projet du gazoduc IGI pour l'importation du gaz de la Caspienne et du Moyen Orient. - Augmenter ses parts de marché de génération d'énergie et de fourniture de gaz en Italie. - Signer des contrats de fourniture de gaz avec la Libye, la Russie, l'Algérie et le Qatar.⁶ 	<ul style="list-style-type: none"> - Possession une flotte à faible coût. - Présence en amont et en aval de la chaîne. - Nombreuses alliances européennes.⁷ - Faible position par rapport à ENI et ENEL. - Faible expérience des marchés libéralisés.

⁵ BP a vendu environ la moitié de ses actifs (en joint-venture avec SONATRACH à In Salah et In Amenas) à STATOIL. Ces parts produisaient du gaz à destination de l'Espagne et de l'Italie. Ceci pourrait signifier (d'après les analystes) que le groupe britannique privilégie désormais le marché nord-américain du gaz, au détriment de l'Europe Occidentale.

⁶ SONATRACH : 04 milliards de m³/an durant 20 ans à travers le Transmed dès l'achèvement de son extension. (à suivre...)

CHAPITRE III : Marché italien du gaz naturel

ENDESA (1 ^{er} opérateur énergétique en Espagne)	- Signature d'un contrat de production d'énergie pour des complexes industriels de FIAT.	- Prendre part au projet d'un terminal de regazéification de GNL de Livorno (off shore). - Tenter de consolider sa position en Italie.	- Faible position en Italie.
ENEL (compagnie énergétique italienne détenue à 34% par l'État)	- 1 ^{er} opérateur énergétique. - 2 ^{ème} importateur de gaz. - 3 ^{ème} compagnie de distribution de gaz. (Voir annexe 5) - Signature d'un contrat de fourniture de gaz avec BG de 3.2 milliards de m ³ /an.	- Prendre part au projet GALSI du gazoduc transméditerranéen pour l'importation du gaz algérien. - Développer le projet d'un terminal de regazéification de GNL à Brindisi. - Se diversifier dans le domaine de l'électricité. - Élargir sa stratégie dans le domaine du gaz, de l'eau et la télécommunication. - Accroître les synergies gaz-électricité par l'acquisition de compagnies de distribution.	- Relations solides avec des clients importants. - Faible expérience des marchés libéralisés. - Forte position dans le secteur électrique mais faible compétence dans celui du gaz.
ENI (compagnie pétro-gazière italienne détenue à 30 % par l'État)	- Domination de toutes les phases de la chaîne gazière à travers ses filiales : AGIP – SNAM – ITALIAN GAS SUPPLY – INTERNATIONAL GAS TRANSPORT – ITALGAS – ENI POWER (Voir annexe 5) - Gazoduc TMPC reliant l'Algérie à l'Italie en passant par la Tunisie.	- Résister à la pression des nouveaux entrants. - Offrir des services multiples en fusionnant avec d'autres acteurs (ex : ITALGAZ) - S'auto alimenter en gaz en augmentant sa capacité de génération d'électricité. ⁸ - Prendre part aux projets d'extension des gazoducs TMPC et TAG pour l'importation du gaz algérien et russe.	- Actifs en méditerranée en amont de la chaîne gazières et en GNL. - Contrats à long terme signés. - Possibilité d'évacuation du surplus de gaz. (relations internationales). - Menace des nouveaux entrants sur le marché.
EOS ENERGIA (compagnie électrique suisse)		- Participer à hauteur de 9% au projet GALSI. - Rechercher des alliances avec des partenaires externes, suisses	- Pas de présence en Italie.

(...suite) RASGAS (une joint venture entre QATAR PETROLEUM et EXXONMOBIL de 4.6 milliards de m³ durant 25 ans)

⁷ BG : joint venture (50:50) dans les champs gaziers du Delta de l'Ouest en Egypte. EDISON possède une part de 39% à Sidi Krir, un projet développé par INERGEN en Egypte.

⁸ L'auto génération permet d'apaiser l'impact de la nouvelle restriction qui dicte qu'un acteur sur le nouveau marché peut fournir au maximum 50% de gaz sur le marché italien.

		ou étrangers.	
ERG (European Regulator Group)		- Constituer une interface entre les autorités de régulation et la Commission Européenne dans le domaine de l'énergie. - Contribuer au développement des marchés internes et à l'application des règles de régulation.	
EXXONMOBIL (1 ^{ère} compagnie énergétique mondiale)		- Développer le projet d'un terminal de regazéification de GNL à Rovigo pour l'importation du gaz du Qatar.	- Grande compétence dans le marché du GNL. - Sa position mondiale en fait un partenaire attirant. - Faible présence sur le marché italien. - Stratégie plutôt conservatrice dans un marché ouvert.
GALP (premier acteur du marché pétro-gazier au Portugal) ⁹		- Trouver une position sur le marché italien grâce à l'assistance de ses actionnaires ENI et IBERDROLA.	- Risque de modification de l'actionariat (ENI) à cause d'une éventuelle restructuration. - Manque d'expérience sur un marché libéralisé.
GAS NATURAL (compagnie espagnole)	- Fourniture, distribution et commercialisation du gaz naturel.	- Exploiter les champs algériens pour fournir l'Italie. - Développer une activité de production de GNL en partenariat avec REPSOL YPF. - Développer le projet du terminal de regazéification de GNL à Trieste.	- Proximité géographique. - Faible présence sur le marché italien.
GASUNIE (leader européen en matière d'approvisionnement en gaz naturel)	- Fourniture de 9.2 milliards de m ³ (en 2004) et 8.6 milliards de m ³ en (2005) par des contrats spots (18% de ses livraisons)	- Exploiter les petits champs.	- Grandes réserves. - Avantage compétitif par sa flexibilité dans la fourniture du gaz.
GAZPROM (premier producteur et exportateur gazier dans le monde)	- Contrat d'achat long terme (20 ans) avec ENEL (3 milliards de m ³). - Contrat d'achat long terme avec ENI (28.8	- Prises de participations dans la société de distribution italienne par l'intermédiaire de PROMGAZ. - Développer le projet d'extension du gazoduc TAG	- Importantes réserves de gaz (1 ^{ère} réserve mondiale) - Contrats à long terme déjà signés. - Perte du monopole d'approvisionnement de

⁹ Ses actionnaires sont : le gouvernement portugais (36%), ENI (33%), EDP (14%) et IBERDROLA (4%).

	<p>milliards de m³/an en 2008).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alimentation du marché italien à travers le gazoduc TAG. 	<p>pour l'importation du gaz russe.</p>	<p>l'Europe.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacité financière limitée qui contraint sa stratégie d'investissement. - Contrats long terme tendant à disparaître sont la base du financement de ses investissements.
<p>GDF (leader du gaz en France)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fourniture par gazoduc du GNL nigérian reçu sous forme de GNL. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir le gaz algérien à l'Italie en développant le champ d'Ahnet (avec SONATRACH et PETRONAS). - Association avec SONATRACH dans les opérations marketing pour le marché italien. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proximité géographique. - Faible position en Italie.
<p>GIOIA TAURO OIL</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Développer le projet du terminal de regazéification de GNL à Gioia Tauro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Une organisation mince facilitant le contrôle des coûts et la flexibilité opérationnelle. - Faible taux de diversification. - Des ressources limitées l'exposant aux risques des marchés financiers.
<p>Ministère des Activités Productives</p>	<p>Autorité publique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Est responsable de la planification des conditions de sûreté de fonctionnement du système italien. - Superviser la planification à long terme. - Donner des instructions concernant la sécurité des approvisionnements et le fonctionnement du système de stockage. 	
<p>PROGEMISA (organisation italienne de recherche et de gestion scientifique)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation italienne financée en partie par le gouvernement local sarde, s'occupe de la recherche et de la gestion des ressources naturelles, y compris les minerais de métaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Participation (5%) dans le projet GALSI. 	<ul style="list-style-type: none"> - Influence sur le gouvernement de la région de Sardaigne.

<p>QATAR PETROLEUM (compagnie pétro-gazière du Qatar)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Développer le projet d'un terminal de regazéification de GNL à Rovigo pour l'importation de son gaz. - Construire une organisation avec un business internationalement compétitif.¹⁰ - Viser la première place d'exportateur de GNL grâce à ses projets QATAR GAS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Importantes réserves de gaz (3^{ème} réserve mondiale).
<p>SFIRS (société d'intérêt national italienne)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Société financière d'investissements assujettie à la réglementation de la Banque d'Italie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Promouvoir le développement économique de la Sardaigne grâce à une intervention directe dans les entreprises, notamment par une participation de 5% au projet GALSI. - Dans le cadre de ses objectifs, la SFIRS intervient sur le marché financier avec des produits innovants et des opérations de capital risque, en vue du renforcement de la structure patrimoniale des entreprises. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acquisition des participations minoritaires dans le capital des entreprises et permet, à terme, au partenaire majoritaire de les réacquérir.
<p>SHELL (2^{ème} compagnie énergétique mondiale)</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Développer des projets en amont de la chaîne en Egypte. - Développer le projet GNL à Bonny (Nigeria) avec la société nigériane NLNG¹¹. 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande maîtrise de la plupart des maillons de la chaîne gazière. - Grande capacité de production de gaz. - Faible position sur le marché italien. - Inexpérience en aval de la chaîne.
<p>SONATRACH</p>	<ul style="list-style-type: none"> - L'Italie consomme 68 % de ses exportations de gaz naturel et 5% de GNL. (Voir annexe 5) - Gazoduc « Enrico Mattei ». - Fourniture de GNL par contrats spots à travers le 	<ul style="list-style-type: none"> - Tirer parti de ses atouts pour accroître sa part de marché. - Développer le projet GALSI du gazoduc transméditerranéen pour approvisionner le marché italien. - Développer le projet d'extension du gazoduc 	<ul style="list-style-type: none"> - Proximité du marché et avantage compétitif en termes de coûts de transport. - Forte position en amont de la chaîne gazière et importante réserve de gaz. - Alliances avec SNAM,

¹⁰ QATAR PETROLEUM a formé une joint venture (50:50) avec EXXONMOBIL : RASGAS pour le développement de projets GNL au Qatar notamment dans la région de Ras Laffan.

¹¹ La société NLNG exploite l'usine de Bonny au Nigéria qui fournit près de 12 milliards de m³/an de GNL dont environ 70% sont destinés à l'Espagne et à l'Italie.

CHAPITRE III : Marché italien du gaz naturel

	terminal de regazéification de Panigaglia.	« Enrico Mattei ».	GDF, EDISON. - Inexpérience sur le marché aval du gaz naturel.
STATOIL (Groupe pétro-gazier international, principal producteur du secteur norvégien de la Mer du Nord et de la Mer de Norvège).	- Filiale STATOIL : France SAS pour le développement de sa présence commerciale en France, Italie et Espagne. - Fourniture du gaz algérien.	- A racheté à BP de ses parts dans deux champs gaziers en Algérie : In Salah (reprise de 40% des actifs) et In Amenas (50 % des actifs). Ce qui lui vaut des participations de 32% et 50% respectivement. - Développer des projets en Azerbaïdjan et en Iran.	- Ressources technologiques, financières et organisationnelles considérables, ainsi qu'une expérience riche due aux activités diversifiées dans plusieurs régions du monde. - Mais des coûts élevés, un manque de flexibilité ainsi qu'un déficit en gaz naturel.
TOTALFINAELF (Principal acteur sur le marché européen)		- S'axer sur la fourniture du GNL en provenance d'Afrique et du Moyen Orient pour sécuriser les marchés gaziers en amont.	- Accès au gaz et puissance financière. - Faible présence en aval de la chaîne gazière italienne.

Sources : tableau établi à partir des sources suivantes : (BG 2006), (CLE 2003), (GAS 2006), (IEA 2002), (SHE 2005), (SON 2004 a), (STA 2005), (WEC 2005), (YAH 2006).

III.2. Classification des acteurs en fonction de leurs activités caractéristiques :

Le tableau suivant classifie les principales compagnies gazières ou organismes qui interviennent déjà ou qui sont susceptibles d'intervenir sur le marché italien du gaz naturel en fonction de la prédominance de leurs activités (vente – importation – grossiste ou autre).

Tableau 2. Classification des acteurs du marché gazier italien

Compagnie	Producteur/ Vendeur	Importateur	Grossiste	Autres
Autorità per l'energia elettrica e il gas				×
BG	×		×	
BP	×			
CROSS ENERGY		×	×	
DEPA	×			
EDISON	×	×	×	
ENDESA	×			
ENEL	×	×	×	
ENI	×	×	×	
EOS ENERGIA				×
ERG				×
EXXONMOBIL	×			
GALP	×			
GAS NATURAL	×	×	×	
GASUNIE	×			
GAZPROM	×			
GDF	×			
GIOIA TAURO OIL	×	×		
Ministère des Activités Productives				×
PROGEMISA				×
QATAR PETROLEUM	×			
SFIRS				×
SHELL	×			
SONATRACH	×			
STATOIL	×			
TOTALFINAELF	×			

III.3. Classification des projets d'investissement :

De nombreux projets d'investissement à destination du marché italien du gaz naturel sont planifiés. Il s'agit essentiellement de gazoducs et de terminaux de regazéification de GNL. Le tableau suivant résume les principaux projets en cours de négociation et ceux potentiellement réalisables par ordre chronologique de la date d'entrée en production.

Tableau 3. Principaux projets en aval de la chaîne gazière italienne

Projet	Compagnies participantes au projet	Capacité du projet	Date d'entrée en production
Terminal de regazéification de GNL à Rosignano (Livorno on shore)	EDISON (70%) BP (30%)	03 milliards de m ³ /an	07/2006
Terminal de regazéification de GNL à Brindisi	BG (50%) ENEL (50%)	08 milliards de m ³ /an	08/2006
Terminal de regazéification de GNL à Rovigo	EXXONMOBIL (45%) QATAR PETROLEUM (45%) EDISON (10%)	05 milliards de m ³ /an	10/2006
Terminal de regazéification de GNL à Trieste	GAS NATURAL (100%)	08 milliards de m ³ /an	11/2006
Terminal de regazéification de GNL à Taranto	GAS NATURAL (100%)	08 milliards de m ³ /an	12/2006
Extension de la capacité du gazoduc TAG	GAZPROM (50%) ENI (50%)	+ 3.2 milliards de m ³ / an	02/2008
Extension de la capacité du TMPC (gazoduc reliant l'Algérie à l'Italie en passant par la Tunisie, 742 km)	SONATRACH (50%) ENI (50%)	+ 3.2 milliards de m ³ / an	04/2008
Terminal de regazéification de GNL à Gioia Tauro	GIOIA TAURO OIL (50%) CROSS ENERGY (50%)	06 milliards de m ³ /an	05/2009
Gazoduc GALSI (reliant l'Algérie à l'Italie à	SONATRACH (36%) EDISON (18%)	08 milliards de m ³ /an	06/2009

travers la méditerranée, 1470 km)	ENEL POWER (13.5%) WINTERSHALL (13.5%) EOS ENERGIA (9%) PROGEMISA (5%) SFIRS (5%)		
Terminal de regazéification de GNL à Livorno (off shore) ¹²	OLT (49%) ¹³ AMGA-ASA (25.5 %) ENDESA (25.5%)	03-06 milliards de m ³ /an	12/2010
Gazoduc IGI (Grèce-Turquie-Italie, 800 km)	EDISON (50%) DEPA (50%)	08-10 milliards de m ³ /an	03/2011

Sources : tableau établi à partir des sources : (EDI 2005), (EDI 2006), (KSI 2004), (LIV 2006), (MAN 2005), (SHE 2005), (SON 2004 a), (SON 2004 b), (SON 2004 c), (SON 2004 d), (SON 2005 a), (SON 2005 b), (SOU 2004), (TEC 2005).

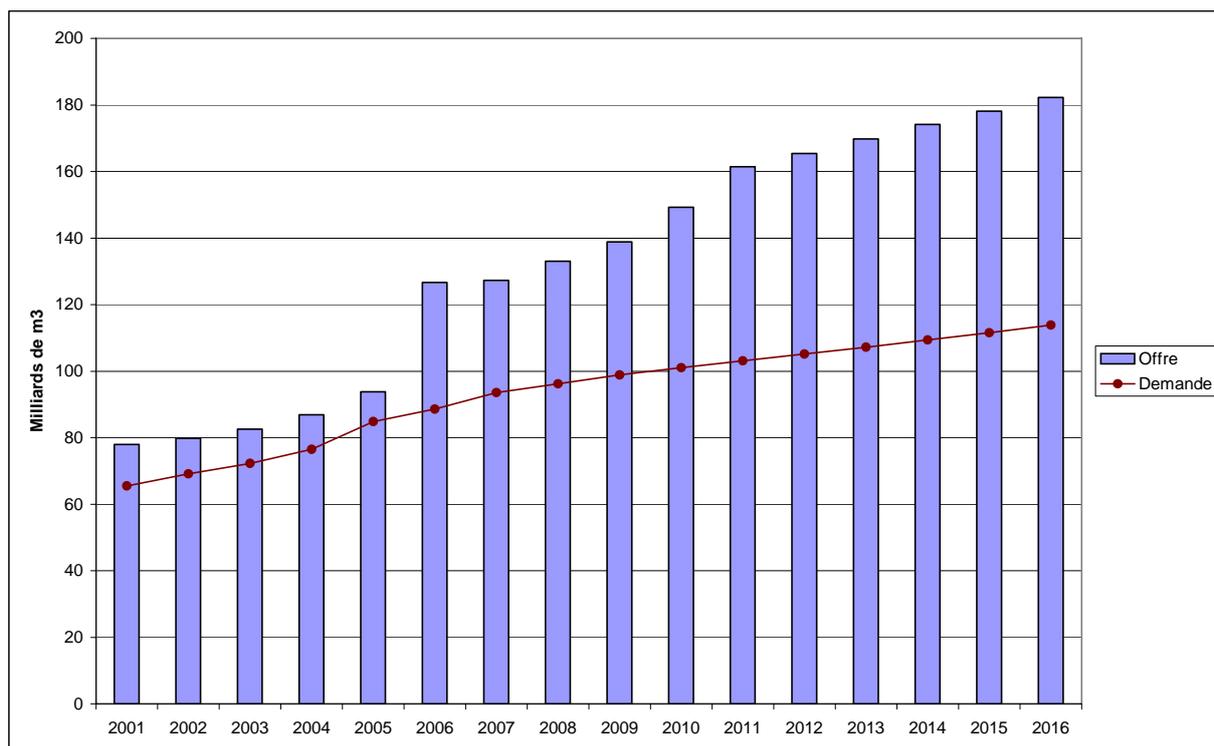
Remarques :

- Un projet annoncé par une compagnie n'est pas systématiquement réalisé. Certaines compagnies font des annonces sur des projets en vue d'agir sur les cotations en bourse. Nous sélectionnerons dans le chapitre suivant les projets les plus pertinents.
- Si on considère les capacités des différents projets d'investissement (gazoducs ou terminaux GNL) dans la détermination de l'offre de gaz à l'horizon 2016, l'équilibre offre/demande se modifiera comme suit :

¹² Les deux projets de Livorno (on shore : Rosignano et off shore) sont en concurrence car les autorités locales n'ont accepté, pour des contraintes environnementales qu'un seul projet de terminal de regazéification de GNL à Livorno. D'un autre côté la participation des compagnies dans le projet off shore ne cesse de changer à cause de problèmes juridiques.

¹³ Consortium entre ITALY CROSS GAS et le groupe norvégien GLOAR LNG.

Graphique 5. Équilibre offre/demande de gaz en tenant compte des projets futurs



Si tous les projets se réalisaient, il y aurait un surplus d'offre à l'horizon 2016. Aucun acteur n'aurait intérêt à se retrouver dans cette situation. A travers la modélisation des interactions stratégiques des principaux acteurs sur le marché italien du gaz naturel, nous verrons quels sont les projets qui devraient se réaliser.

VI. CONCLUSION :

L'étude de la structure du marché italien du gaz naturel tout au long de ce chapitre nous a permis de mettre en évidence les points suivants :

- En premier lieu, la prévision de la demande de gaz par secteur en Italie se caractérise par une tendance croissante à l'horizon 2016 avec une part prépondérante au secteur électrique. Cette constatation vient appuyer les suppositions faites au chapitre précédent concernant la montée en puissance des électriciens dans l'aval gazier impulsée par l'ouverture du marché ;
- En second lieu, la confirmation à travers la liste des infrastructures gazières en Italie de la prédominance jusqu'à présent des contrats à long terme, car sur les cinq infrastructures, quatre sont des gazoducs. Nous vérifierons par la suite que la plupart des nouveaux projets de fourniture du marché italien en gaz naturel sont des terminaux de regazéification de GNL ;
- De même, le surplus d'offre supposé suite à l'ouverture du marché n'est pas vérifié du fait des nouveaux projets énergétiques – grands consommateurs de gaz naturel –, ainsi que les restrictions de parts de marché obligeant les importateurs à revendre une partie de leur gaz et enfin l'élimination progressive des clauses de destination. Cependant, si on suppose la réalisation de tous les projets d'investissement prévus, la tendance s'inverse.
- Ensuite, nous relevons l'importance de la sécurité des approvisionnements dans la politique de régulation en Italie ;

Enfin, en tenant compte de toutes ces observations, nous avons pu recenser les principaux acteurs du marché italien du gaz naturel, – qui interviennent soit de manière directe ou indirecte – ainsi que leurs projets d'investissement.

CHAPITRE IV : Modélisation de la concurrence sur le marché gazier italien par la théorie des jeux

I. INTRODUCTION :

La théorie des jeux peut être considérée comme un outil d'aide à la décision pour les managers. Même si elle n'a que très peu, sinon jamais été utilisée pour ces fins – aucune preuve de son application dans la formulation de stratégies d'entreprises n'a été rencontrée –, elle peut néanmoins aider les managers à prendre de meilleures décisions stratégiques face à l'incertitude des comportements concurrentiels.

L'application de la théorie des jeux dans la formulation d'une stratégie de développement de SONATRACH sur le marché italien du gaz naturel fera l'objet de ce chapitre.

Après avoir identifié les principaux acteurs du marché gazier italien, dans le chapitre précédent, notre travail à présent consiste à modéliser leurs interactions stratégiques à travers un jeu que nous appellerons « nouveau marché italien du gaz naturel ».

En effet, chacun de ces acteurs a annoncé qu'il prendrait part à un projet d'investissement (Gazoduc ou terminal GNL) visant à alimenter le marché italien du gaz naturel. Il est évident que tous les projets annoncés ne devraient pas être réalisés dans la mesure où les capacités totales d'approvisionnement dépasseraient significativement la demande. Ceci aurait pour conséquence une perte énorme pour tous les investisseurs.

Pour ce faire, nous devons d'abord identifier les caractéristiques du jeu ainsi que sa structure en répondant à un certain nombre de questions. Les réponses obtenues à chaque étape constitueront les règles du jeu.

Par la suite, il s'agira d'affiner la sélection des joueurs – ne participeront au jeu que les acteurs qui répondent à un certain nombre de critères.

Une fois la sélection des joueurs appropriés et de leurs stratégies effectuée, nous nous poserons la question suivante : quelles sont les issues possibles du jeu et les gains associés ? Pour y répondre, nous considérerons les profils des joueurs et les caractéristiques de leurs projets afin d'établir des formules de calcul des gains associés à chaque issue du jeu. Ces dernières seront introduites dans une application Excel dont la finalité sera l'obtention des équilibres de Nash (concept de solution des jeux non coopératifs).

Enfin, nous analyserons les résultats obtenus pour une formulation finale de la stratégie de développement de SONATRACH sur le marché gazier italien.

II. IDENTIFICATION DU JEU ET DE SES CARACTÉRISTIQUES :

II.1. Démarche méthodologique :

Avant de procéder à la modélisation de notre problème, il est important d'établir les règles qui vont caractériser le jeu. Pour ce faire, il faut se mettre à la place des autres joueurs afin de comprendre leurs incitations économiques et comportements probables. Cinq¹ étapes importantes sont à considérer :

II.1.1. Définir l'issue de la stratégie :

Sur quoi va porter ma décision : sur le prix, la capacité, l'entrée sur un marché ?

Quel est le lien de mon choix par rapport à celui de mes concurrents ? Sont-ils identiques ou pas ?

II.1.2. Déterminer les joueurs appropriés :

Les actions de quels joueurs vont avoir le plus grand impact sur le succès de ma stratégie ?

Tous les joueurs ne sont pas forcément des concurrents et à la fin du jeu il n'y aura pas que des vainqueurs et des vaincus. Par exemple, un fournisseur d'une entreprise est un acteur sur le marché mais il va suivre une politique « gagnant-gagnant » et non concurrencer son client. Il est important alors de ne retenir que les acteurs dont l'objectif est le même que celui de notre entreprise.

II.1.3. Identifier l'objectif stratégique de chaque joueur :

Dans les simulations par des jeux de situations réelles de concurrence, il apparaît que la plupart des décisions – du moins à court terme – sont basées sur des critères de « parts de marchés » et de « croissance ». Il est important de bien connaître ces critères, car si une entreprise construit sa décision d'entrée sur un nouveau marché en pensant – à tort – que l'objectif du concurrent est de maximiser son profit alors qu'en réalité il vise des parts de marché, elle pourrait subir des pertes imprévues lorsque ce dernier baissera son prix pour maintenir sa part de marché.

II.1.4. Identifier les actions potentielles de chaque joueur :

Pour chaque joueur, développer une liste d'actions potentielles sur l'issue stratégique considérée.

¹ La démarche de caractérisation du jeu proposée a été inspirée de l'article du consultant Hugh Courtney du bureau d'études McKinsey's. (COU 1997).

II.1.5. Déterminer la structure probable du jeu :

Les décisions vont-elles être prises simultanément, séparément ou de manière séquentielle ? Si c'est séquentiel, qui jouera en premier et qui suivra ? Est-ce un jeu en un seul coup ou répété ?

II.1.6. Commencer à jouer :

Une fois les cinq éléments identifiés, il est important (lorsque ceci est possible) de représenter le jeu sous sa forme stratégique ou extensive afin de résumer toutes ses caractéristiques et faciliter sa lecture par les managers pour la prise de décisions.

II.2. Modélisation :

Nous modéliserons les interactions stratégiques entre les différents acteurs du marché italien du gaz naturel sous la forme d'un jeu que nous appellerons : « **nouveau marché italien du gaz naturel** »

- Type du jeu : Jeu non coopératif

Les jeux non coopératifs correspondent à des situations d'interactions entre individus « libres dans leurs choix » et poursuivant des « objectifs propres et indépendants ». Ces individus ne communiquent pas avant le jeu et n'ont pas nécessairement le moyen de s'engager à poursuivre une stratégie particulière. Ceci est le cas du jeu que nous étudierons. Il ne s'agit pas de coalitions mais d'individus rationnels représentés par les différentes entreprises désirant maximiser leurs gains.

Avant de sélectionner les acteurs et les stratégies pertinentes du jeu, nous allons d'abord identifier tous les acteurs potentiels ainsi que les stratégies possibles et nous expliquerons par la suite comment s'effectuera le choix de retenir ou pas l'un d'entre eux.

- Joueurs :

Les joueurs potentiels ne sont autres que les acteurs du marché gazier italien identifiés au chapitre précédent (tableau 1) à savoir : des entreprises de gaz naturel, une autorité de régulation, l'État ... etc.

La liste préliminaire est la suivante :

- Autorità Per l'Energia Elettrica e il Gas;
- BG
- BP
- CROSS ENERGY
- DEPA
- EDISON
- ENDESA
- ENEL
- ENI
- EOS ENERGIA
- ERG
- EXXONMOBIL
- GALP
- GAS NATURAL
- GASUNIE
- GAZPROM

- GDF
- GIOIA TAURO OIL
- Ministère des Affaires Productives
- PROGEMISA
- QATAR PETROLEUM
- SFIRS
- SHELL
- SONATRACH
- STATOIL
- TOTALFINAELF

- Stratégies :

SONATRACH vise l'accroissement de sa part dans le marché italien du gaz naturel, mais pour ce faire, elle ne peut pas ignorer la présence des concurrents qui ciblent la même chose. Donc, son but à travers le jeu « **nouveau marché italien du gaz naturel** » est de savoir si elle doit se lancer dans de nouveaux projets à destination de ce marché. De ce fait, nous orienterons la définition des stratégies du jeu dans ce sens.

Pour chaque joueur nous retiendrons la stratégie suivante:

- Faire le projet j ;
- Ne pas faire le projet j .

Il apparaît d'ores et déjà que si l'un des acteurs de la liste précédente n'est impliqué dans aucun projet concernant le marché italien du gaz naturel, il ne sera pas retenu dans le jeu.

Après avoir identifié la problématique de SONATRACH dans le jeu, la stratégie qui en découle ainsi que la typologie du jeu, nous allons à présent, mettre en œuvre la démarche de modélisation proposée plus haut :

II.2.1. Définition de l'issue de la stratégie :

L'issue stratégique pour SONATRACH est une augmentation de la capacité de fourniture du marché italien en gaz naturel dans le but de gagner des parts de marché.

Pour ce faire, SONATRACH veut savoir si elle doit se lancer ou pas dans de nouveaux projets à destination du marché italien du gaz naturel. Sa décision finale sera donc un choix entre deux actions :

- Faire le projet j ;
- Ne pas faire le projet j .

Ces deux actions possibles constituent la stratégie de SONATRACH dans le jeu « nouveau marché italien du gaz naturel ».

Les projets $j=1$ et $j=2$ associés à SONATRACH sont respectivement :

- Le projet d’extension de la capacité du gazoduc « Enrico Mattei » qui relie l’Italie à l’Algérie en passant par la Tunisie ;
- Le projet GALSI d’un gazoduc reliant l’Italie à l’Algérie à travers la méditerranée ;

Parmi tous les acteurs du marché italien du gaz naturel cités plus haut (liste des joueurs), tous n’ont pas le même objectif que SONATRACH et donc ne constituent pas une menace directe pour elle sur la réalisation de ses objectifs. Il n’est donc pas utile de les retenir comme joueurs.

Nous ne retiendrons alors que les acteurs qui ont le même objectif concurrentiel que SONATRACH et sont donc impliqués dans des projets de construction de gazoducs ou de terminaux de regazéification de GNL. Cette première sélection donne la liste des acteurs suivants (acteurs associés aux projets prévus, extraits du tableau 3) :

- SONATRACH
- EDISON
- BP
- BG
- ENEL
- EXXONMOBIL
- QATAR PETROLEUM
- GAS NATURAL
- GAZPROM
- ENI
- GIOIA TAURO OIL
- CROSS ENERGY
- WINTERSHALL
- EOS ENERGIA
- PROGEMISA
- SFIRS
- OLT
- AMGA-ASA
- ENDESA
- DEPA

II.2.2. Détermination des joueurs appropriés :

Dans cette étape, nous allons affiner la sélection des joueurs en nous axant sur les actions de ceux qui peuvent avoir le plus grand impact sur le succès ou l'échec de la stratégie de SONATRACH.

Pour ce faire, nous allons d'abord éliminer parmi les projets sélectionnés, ceux qui sont encore au stade de négociations juridiques et d'instabilités de la constitution de l'actionnariat. Les décisions étant prises dans un intervalle de temps réduit, ces projets ne constituent pas une grande menace pour le succès de la stratégie de SONATRACH.

Justifications :

- Projet d'un terminal de regazéification de GNL à Rosignano (Livorno on shore) ;
- Projet d'un terminal de regazéification de GNL à Livorno off shore ;

Nous ne retiendrons pas ces deux projets dans le jeu. En effet, ces derniers sont en concurrence du fait de conflits avec les autorités locales. De plus, dans le second projet, la participation des acteurs est très instable. (LIV 2006)

- Projet d'un terminal de regazéification de GNL à Trieste (GAS NATURAL à 100%) ;
- Projet d'un terminal de regazéification de GNL à Taranto (GAS NATURAL à 100%) ;

Les deux projets sont initiés par une seule compagnie GAS NATURAL, il apparaît en toute vraisemblance que l'actionnariat risque de se modifier dès l'obtention des autorisations nécessaires. De plus, l'un d'entre eux risque d'être rejeté en application des clauses de la directive 2003/55/CE sur l'ouverture des marchés européens du gaz naturel et sur l'accès des tiers au réseau. Sans compter le fait que GAS NATURAL n'a pas une forte présence en Italie. Ainsi nous ne retiendrons pas ces deux projets dans le jeu.

- Projet du gazoduc IGI reliant la Grèce à l'Italie en passant par la Turquie.

En raison des tensions politiques qui caractérisent les relations entre la Turquie et la Grèce, ce projet connaît une lenteur dans l'octroi des autorisations nécessaires. Sa réalisation est très hypothétique. (EDI 2006)

Une fois cette deuxième sélection effectuée, nous retiendrons les projets suivants :

Tableau 4. Projets retenus pour le jeu

Projet	Participants	Capacité	Promoteurs
Terminal de regazéification de GNL à Brindisi	BG (50%) ENEL (50%)	08 milliards de m ³ /an	BG ENEL
Terminal de regazéification de GNL à Rovigo	EXXONMOBIL (45%) QATAR PETROLEUM (45%) EDISON (10%)	05 milliards de m ³ /an	EXXONMOBIL QATAR PETROLEUM
Extension de la capacité du gazoduc TAG	GAZPROM (50%) ENI (50%)	+ 3.2 milliards de m ³ / an	GAZPROM ENI
Extension de la capacité du TMPC	SONATRACH (50%) ENI (50%)	+ 3.2 milliards de m ³ / an	SONATRACH ENI
Terminal de regazéification de GNL à Gioia Tauro	GIOIA TAURO OIL (50%) CROSS ENERGY (50%)	06 milliards de m ³ /an	GIOIA TAURO OIL
Gazoduc GALSI	SONATRACH (36%) EDISON (18%) ENEL POWER (13.5%) WINTERSHALL (13.5%) EOS ENERGIA (9%) PROGEMISA (5%) SFIRS (5%)	08 milliards de m ³ /an	SONATRACH

Parmi tous ces acteurs (identifiés par les projets auxquels ils participent), nous éliminerons :

- WINTERSHALL, EOS ENERGIA, PROGEMISA, SFIRS parce qu’il s’agit de petits acteurs qui souhaitent acheter du gaz naturel à SONATRACH. Ils n’ont aucune influence sur la décision d’investir.

Remarque :

Certains acteurs sont présents sur plusieurs projets différents. Nous les identifierons en fonction de chaque projet sur lequel ils se trouvent, car la décision finale peut être considérée comme indépendante pour chaque projet. Ils jouent en quelque sorte le rôle de plusieurs joueurs différents (adversaires de SONATRACH).

Nous pouvons alors donner la liste définitive des joueurs du « nouveau marché italien du gaz naturel » ainsi que leurs stratégies :

Tableau 5. Liste des joueurs et de leurs stratégies

Acteur	Stratégie
BG	Faire Brindisi Ne pas faire Brindisi
ENEL	Faire Brindisi Ne pas faire Brindisi
EXXONMOBIL	Faire Rovigo Ne pas faire Rovigo
QATAR PETROLEUM	Faire Rovigo Ne pas faire Rovigo
EDISON/ROVIGO	Faire Rovigo Ne pas faire Rovigo
GAZPROM	Faire TAG Ne pas faire TAG
ENI/TAG	Faire TAG Ne pas faire TAG
SONATRACH/TMPC	Faire TMPC Ne pas faire TMPC
ENI/TMPC	Faire TMPC Ne pas faire TMPC
GIOIA TAURO OIL	Faire Gioia Tauro Ne pas faire Gioia Tauro
CROSS ENERGY	Faire Gioia Tauro Ne pas faire Gioia Tauro
SONATRACH/GALSI	Faire GALSI Ne pas faire GALSI
EDISON/GALSI	Faire GALSI Ne pas faire GALSI
ENEL POWER	Faire GALSI Ne pas faire GALSI

II.2.3. Identification de l'objectif stratégique de chaque joueur :

A ce niveau intervient la classification des acteurs faite au chapitre précédent en fonction de la prédominance de leurs activités : Producteur/vendeur – Importateur – Grossiste/revendeur. Elle nous servira à fixer l'objectif stratégique de chaque acteur en fonction de son activité.

L'objectif stratégique d'un acteur est constitué de deux composantes essentielles :

- La part de marché que le projet permet d'acquérir ;
- La rentabilité du projet.

Étant donnés les montants colossaux qu'investissent les entreprises « productrices » de gaz naturel dans la prospection, la recherche et le développement de nouveaux outils, la prise de risque en matière de forage ...etc, celles-ci espèrent assurer un débouché pérenne pour leur production. Leur rentabilité repose alors essentiellement sur la vente du gaz produit et non sur la rentabilité du projet de gazoduc ou du terminal GNL proprement dit. (FIN 2002)

De ce fait, nous pouvons dire qu'une entreprise productrice/vendeuse de gaz naturel accordera plus d'importance à la part de marché acquise grâce au projet qu'à la rentabilité directe de celui-ci.

Inversement, pour une entreprise distributrice de gaz naturel, un projet d'infrastructure gazière représente un investissement exceptionnel dans son business plan. Elle accordera donc plus d'importance à la rentabilité du projet. Ceci n'exclut pas l'importance de vouloir développer l'acquisition de parts de marché mais le poids accordé à celle-ci sera inférieur.

Nous affecterons les poids suivants (qui interviendront dans le calcul des gains) :

- Une entreprise productrice accorde 70% d'importance à la part de marché issue de la réalisation du projet et 30% à sa rentabilité ;
- Une entreprise distributrice accorde 30% d'importance à la part de marché issue de la réalisation du projet et 70% à sa rentabilité ;

Le tableau suivant résume ceci pour les joueurs considérés.

Tableau 6. Coefficients de pondération de la part de marché et de la rentabilité

Acteur	Pondération
BG	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
ENEL	Part de marché : 0,3 Rentabilité : 0,7
QATAR PETROLEUM	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
EXXONMOBIL	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3

EDISON	Part de marché : 0,3 Rentabilité : 0,7
GAZPROM	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
ENI	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
SONATRACH	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
ENEL POWER	Part de marché : 0,3 Rentabilité : 0,7
GIOIA TAURO OIL	Part de marché : 0,7 Rentabilité : 0,3
CROSS ENERGY	Part de marché : 0,3 Rentabilité : 0,7

II.2.4. Identification des actions potentielles de chaque joueur :

Cette identification a déjà été faite puisque c'est à travers la sélection des projets gaziers prévus à destination du marché italien que nous avons retenu les joueurs. Une démarche qui nous a semblée plus simple que de considérer de manière exhaustive tous les acteurs et voir s'ils sont impliqués dans un projet ou pas. (Voir tableau 5)

Donc une action potentielle d'un joueur est : soit de faire le projet dans lequel il est impliqué ou alors de ne pas le faire.

II.2.5. Détermination de la structure probable du jeu :

Cette étape permet de classer le jeu et de donner ses caractéristiques au sens de la théorie des jeux (telle qu'énoncée dans le chapitre I). A savoir : la qualité de l'information, le type de stratégies considérées, la dynamique du jeu ainsi que l'ordre d'apparition des joueurs.

- Qualité de l'information : complète car toutes les données du jeu sont connues :
 - Règles de jeu : connues puisqu'énoncées au préalable (ce sont les étapes de la démarche de modélisation) ;
 - Gains : connus (voir formules au point suivant) ;
 - Stratégies : connues (faire ou ne pas faire les projets) ;
 - Motivations : connues (objectifs stratégiques des joueurs) ;
 - Caractéristiques propres : connues.

De plus, l'information est « imparfaite » car les ensembles d'informations des joueurs ont plusieurs nœuds du fait de la simultanéité des décisions.

- Types de stratégies : il s'agit de stratégies pures (variables certaines) conditionnelles car le jeu est à plusieurs coups (chaque coup est associé à un choix d'un acteur).
- Dynamique du jeu : Jeu séquentiel à décisions simultanées.

Nous supposons la simultanéité des prises de décisions car c'est la voie qui se rapproche le plus de la réalité. En effet, les décisions sont prises dans un intervalle de temps réduit.

Dans ce cas, les règles du jeu stipulent que les joueurs interviennent selon un ordre prévu à l'avance, et qui prennent donc la forme d'une séquence – ou d'une suite – de choix successifs. Cependant, les décisions finales de tous les joueurs sont prises simultanément. C'est-à-dire qu'une fois un ordre établi, chaque joueur doit lister toutes ses possibilités d'actions et celles des autres joueurs (stratégies conditionnelles) associées à cet ordre. Une fois cette liste établie, ils énoncent tous en même temps leurs décisions (en une seule fois/un seul coup).

Nous avons établi l'ordre d'intervention des joueurs selon l'ordre chronologique d'entrée en production d'un projet, et c'est celui qui figure au tableau 3.

- Formules de calcul des gains :

Pour calculer le vecteur gain qui apparaîtra à la fin de chaque chemin de l'arbre du jeu, nous avons retenu deux critères :

- La part de marché générée par un projet ;
- La rentabilité du projet.

Remarques :

- La décision de faire ou pas un projet revient au promoteur de celui-ci. S'il choisit de ne pas le faire, le projet ne se fera pas même si les autres participants le souhaitent. Il faut prendre en considération cette donnée dans le calcul des gains des chemins.
- Nous ne considérons que la demande incrémentale et l'offre des nouveaux projets sur la période 2007-2016.

Notations :

i : indice représentant un acteur ;

n : nombre d'acteurs dans un jeu ; (dans notre cas : $n=14$)

j : indice représentant un projet ;

p : nombre de projets dans un jeu ; (dans notre cas : $p=6$)

x : indice représentant le numéro du promoteur ; $x \in \{1,2\}$ (il n'y a pas plus de deux promoteurs dans un projet)

O_j : capacité du projet j ;

P_{ij} : la participation de l'acteur i dans le projet j ;

D : demande prévisionnelle de gaz naturel cumulée et non satisfaite par l'offre actuelle à l'horizon 2016 ;

A_{ij} : variable binaire représentant le choix de l'acteur i du projet j (qui n'est pas promoteur du projet) ;

$$A_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si l'acteur } i \text{ du projet } j \text{ choisit de faire le projet} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

R_{xj} : variable binaire représentant le choix du promoteur numéro « x » de faire ou pas le projet j ;

$$R_{xj} = \begin{cases} 1 & \text{si le promoteur } x \text{ du projet } j \text{ choisit de le faire} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

λ_j : coefficient de perte d'un projet j (ou de non rentabilité) ;

Tx_j : taux d'utilisation d'un projet j ;

g_{ij} : part de marché de l'acteur i du projet j par rapport à l'offre totale ;

g'_{ij} : rentabilité obtenue par l'acteur i s'il réalise le projet j ;

α_{ij} : poids accordé par l'acteur i du projet j à la part de marché (tableau 6) ; $\alpha_{ij} \in \{0.7;0.3\}$

β_{ij} : poids accordé par l'acteur i du projet j à la rentabilité (tableau 6) ; $\beta_{ij} \in \{0.7;0.3\}$

G_{ij} : gain total pour l'acteur i sur le projet j .

▪ **Part de marché :**

La part de marché est estimée comme étant le rapport entre la capacité nominale d'un projet et l'offre totale (la somme des capacités des projets qui seront réalisés avant lui).

Nous distinguerons deux cas en fonction du nombre de promoteurs dans un projet :

Cas 1 : le projet j a deux promoteurs :

▪ Formule relative aux parts de marché des promoteurs du projet j :

La décision d'un promoteur x dépendra de celle du deuxième promoteur ;

$$g_{ij} = \frac{O_j \cdot P_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

▪ Formule relative à la part de marché pour un acteur i du projet j qui n'est pas un promoteur :

La décision de i dépendra de celle des promoteurs :

$$g_{ij} = \frac{O_j \cdot P_{ij} \cdot A_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

Cas 2 : le projet j a un seul promoteur :

Il suffit de remplacer dans les deux cas précédents le terme $\prod_{x=1}^2 R_{xj}$ par R_{1j} .

▪ **Rentabilité :**

Typiquement, la rentabilité d'un projet est estimée par la VAN ou le TRI. Dans le cadre de notre étude, qui consiste à modéliser un problème de décisions stratégiques par la théorie des jeux, la détermination précise de la rentabilité n'est pas pertinente en elle-même. L'essentiel est de déterminer si le projet est rentable pour un acteur ou non. Pour cela, il est possible de considérer qu'un projet d'infrastructure d'importation de gaz naturel est rentable s'il est utilisé à 60% de sa capacité nominale, selon les experts de SONATRACH.

Nous considérerons que la demande sera répartie proportionnellement entre tous les projets réalisés. Ainsi,

– Si $\frac{D}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}} \geq 0,6$ alors :

Cas 1 : le projet j a deux promoteurs :

- Formule relative à la rentabilité pour les promoteurs du projet :

$$g'_{ij} = \frac{D \cdot P_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

- Formule relative à la rentabilité pour un acteur i du projet j qui n'est pas promoteur :

$$g'_{ij} = \frac{D \cdot P_{ij} \cdot A_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

Cas 2 : le projet j a un seul promoteur :

Il suffit de remplacer dans les deux cas précédents le terme $\prod_{x=1}^2 R_{xj}$ par R_{1j} .

- Sinon : c'est-à-dire que la demande n'est pas suffisante pour exploiter les projets décidés à un taux supérieur à 60% afin de les rentabiliser. Ce qui correspond à :

$$\frac{D}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}} < 0,6$$

, alors, nous introduisons un paramètre qui sera d'autant plus élevé (en valeur absolue) que les pertes seront importantes (autrement dit l'investissement sera sous-exploité).

Cas 1 : le projet j a deux promoteurs :

- Formule relative aux promoteurs du projet :

$$g'_{ij} = \lambda_j \cdot \frac{D \cdot P_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

- Formule relative à un acteur i du projet j qui n'est pas promoteur :

$$g'_{ij} = \lambda_j \cdot \frac{D \cdot P_{ij} \cdot A_{ij} \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xj}}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

Cas 2 : le projet j a un seul promoteur :

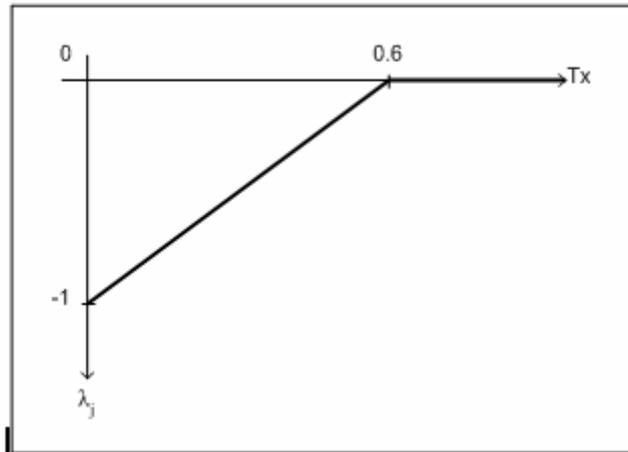
Il suffit de remplacer dans les deux cas précédents le terme $\prod_{x=1}^2 R_{xj}$ par R_{1j} .

Avec : $\lambda_j \leq 0$;

Calcul de : λ_j

Pour le calcul du coefficient de perte d'un projet j , nous considérerons le graphique suivant qui représente la variation du coefficient de perte d'un projet en fonction de son taux d'utilisation :

Graphique 6. Variation du coefficient de perte d'un projet en fonction du taux d'utilisation



L'équation de la droite est :

$$\lambda_j = A \cdot Tx + B$$

Avec :

A : pente de la droite ;

B : valeur de l'ordonnée initiale de λ_j ;

En calculant A et B, nous obtenons l'équation de la droite du coefficient de perte λ_j :

$$\lambda_j = \frac{1}{0,6} \cdot Tx - 1 \quad (0 \leq Tx \leq 0,6)$$

Dans ce cas, puisque $\frac{D}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}} < 0,6$, la valeur du taux d'utilisation est égale à

$$\frac{D}{O_j + \sum_{k=1}^{j-1} O_k \cdot \prod_{x=1}^2 R_{xk}}$$

▪ **Gain total :**

Nous considérerons que le gain total est la moyenne pondérée de la part de marché et de la rentabilité. Sa formule est :

$$G_{ij} = \alpha_{ij} \cdot g_{ij} + \beta_{ij} \cdot g'_{ij} \quad \text{avec } \alpha_{ij} + \beta_{ij} = 1$$

Les gains considérés représentent – pour chaque joueur – la fonction d'utilité (satisfaction) obtenue lorsque celui-ci opte pour une action donnée tenant compte des choix des autres joueurs.

La notion d'utilité représente une mesure du bien-être ou de la satisfaction éprouvée par un joueur lors du choix d'une stratégie déterminée.

Pour les joueurs du jeu « nouveau marché italien du gaz naturel », la fonction d'utilité n'est autre que la fonction G_{ij} qui tient compte à la fois de la part de marché et de la rentabilité d'un projet. Ainsi, en adoptant le concept d'utilité, nous pouvons additionner g_{ij} et g'_{ij} représentant, respectivement la satisfaction ressentie par l'acquisition de parts de marché et celle de la rentabilité du projet. (Voir annexe 6)

II.2.6. Commencer à jouer :

Une fois le jeu bien défini à travers les étapes précédentes, il convient à ce niveau de le représenter sous une de ses deux formes (stratégique ou extensive) afin d'identifier toutes les stratégies conditionnelles possibles (assimilées aux chemins de l'arbre), calculer le gain associé à chacune d'elle et chercher le (ou les) équilibres de Nash qui en résultent.

Nous avons : $n=14$ joueurs ;

Chaque joueur a deux options : faire ou pas un projet ;

Donc le nombre de combinaisons possibles est 2^{14} , soit 16384 chemins dans l'arbre du jeu.

Il est évident qu'il n'est pas possible de représenter ce jeu sous sa forme extensive. Ni même sous une forme stratégique car celle-ci ne permet qu'une représentation deux à deux et donc il y aurait autant de tableaux que de combinaisons possibles.

Cependant, nous proposons le schéma suivant pour illustrer la complexité de la représentation du jeu « nouveau marché italien du gaz naturel » :

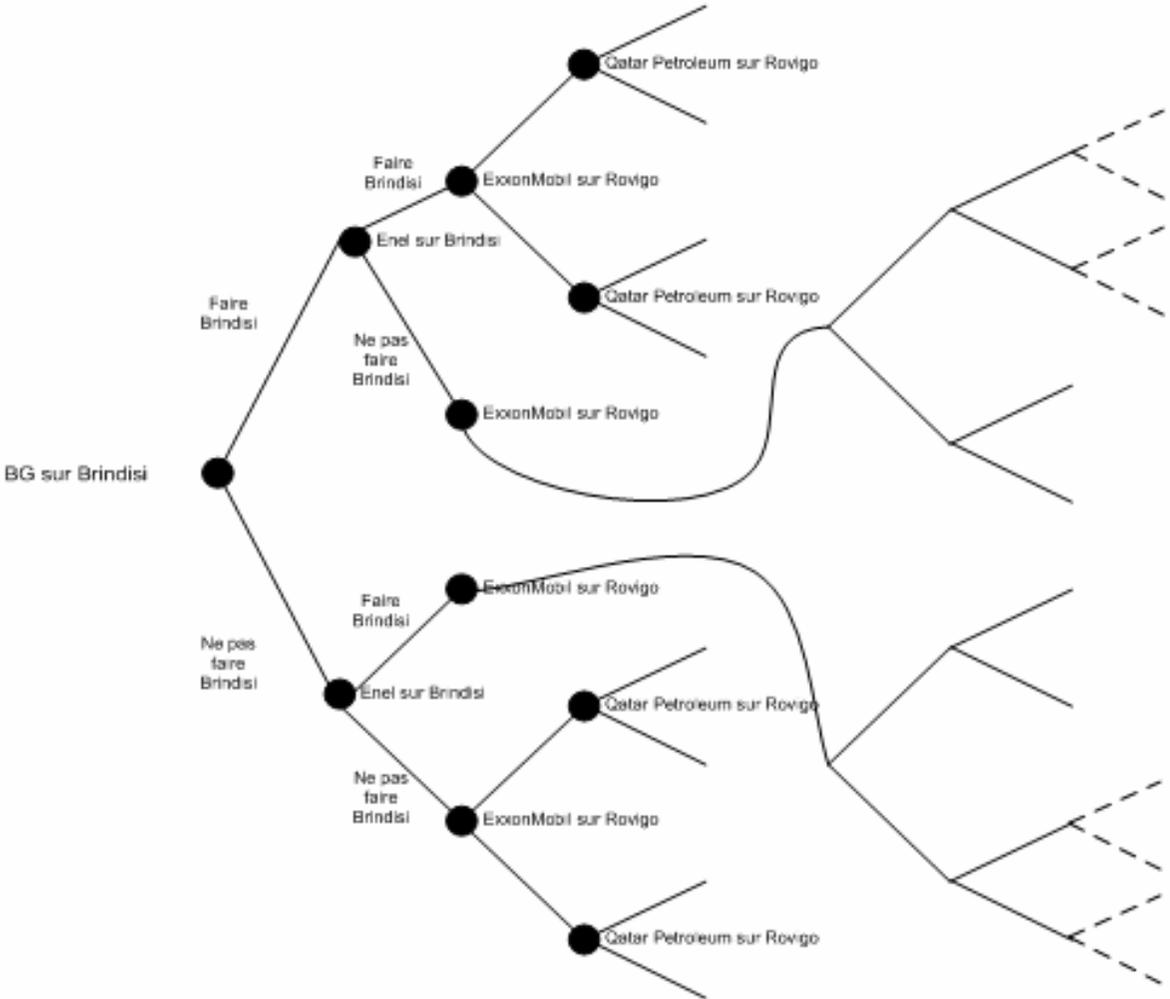


Figure 18. Représentation du jeu sous forme extensive

Nous allons représenter le jeu en considérant chaque branche de l'arbre qui sera représentée par une suite de 1 ou de 0 (l'acteur i décide de réaliser le projet j symbolisé par 1, ou pas, symbolisé par 0). Ainsi nous obtiendrons toutes les combinaisons possibles (chemins) et calculerons le gain associé à chacun d'entre eux à l'aide des formules précédentes.

Pour ce faire nous avons utilisé le tableur Microsoft Excel 2003 qui facilite la manipulation des grandes structures de données.

Principe de calcul :

Dans la feuille de calcul, nous introduisons les données suivantes :

- La capacité de chaque projet ;
- La participation de chaque acteur dans un projet ;
- Les coefficients de pondération de la part de marché et de la rentabilité ;
- La demande incrémentale ;
- La combinaison de stratégies de chaque acteur (à partir de la liste des chemins).
- L'équation de la droite du coefficient de perte de rentabilité.

Nous obtenons en sortie, après application des formules, une liste de vecteurs gains (dont le nombre est égal au nombre de chemins possibles : 16384). Les composantes de chaque vecteur gain représentent le gain d'un acteur i sur le projet j sachant son choix et celui des joueurs qui l'ont précédé. L'extrait suivant illustre la méthodologie considérée :

Projet (j)	Capacité (Oj)	Acteur (i)	Participation	Promoteur	Liste des chemins														
Brindisi	8	BG	0,5	BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
		ENEL	0,5	ENEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Rovigo	5	QP	0,45	QP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
		ExxonMobil	0,45	ExxonMobil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
		Edison	0,1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
TAG	3,2	GP	0,5	GP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		ENI	0,5	ENI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TMPC	3,2	SH	0,5	SH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
		ENI	0,5	ENI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Gioia Tauro	6	Gioia Tauro Oil	0,5	Gioia Tauro Oil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	1,23	0,92
		Cross Energy	0,5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	1,23	0,0
Galsi	8	SH	0,36	SH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	0	0,92
		Edison	0,18		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Enel Power	0,135		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coefficients de pondération					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0,7														
					0,3														
D incrémentale	Demande cumulée-2016		Offre cumulée-2016			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	1,23	0,92
74,71	1039,64		964,93			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	1,23	0,00

Les rectangles rouges représentent le maximum de la dernière colonne. Les lignes associées représentent alors les équilibres de Nash

L'offre et la demande sont en milliards de m³

Figure 19. Extrait de la feuille de calcul du tableur Excel

III. ANALYSE DES RÉSULTATS :

Une fois les vecteurs gains obtenus, il s'agit maintenant d'essayer de solutionner le jeu, si toutefois le jeu admet une solution unique, ce qui n'est pas forcément le cas (*voir chapitre I*). En effet, la multiplicité des équilibres de Nash est un frein à l'existence d'une solution unique du jeu, étant donné que la théorie des jeux ne propose pas d'outils efficaces pour sélectionner, parmi les équilibres de Nash, la solution du jeu.

D'abord, pour retrouver les équilibres de Nash, nous appliquons le principe de la « récurrence à rebours » : il consiste à éliminer les stratégies dominées en partant de l'extrémité finale de l'arbre de jeu. C'est-à-dire que chaque joueur choisit sa stratégie en prévoyant celle qui sera choisie par le joueur qui lui succèdera, ce dernier optera forcément pour la stratégie qui l'arrange le plus en tenant compte de celle qui suivra (et des stratégies précédentes), ... etc. Donc, dans notre application, partant de la dernière colonne, nous sélectionnerons le maximum de celle-ci. Les lignes associées seront retenues comme des stratégies dominantes, les autres sont éliminées.

Une fois cette étape effectuée, nous obtenons 456 combinaisons de stratégies possibles. L'application de nouveau de la récurrence à rebours à l'avant dernier joueur permet de sélectionner 228 chemins. Ceci peut aussi se justifier par le fait que l'avant dernier joueur « EDISON sur GALSI » n'a pas d'influence sur la réalisation de l'équilibre : qu'il dise oui ou non pour le projet GALSI, l'équilibre est atteint.

Pour les acteurs suivants : BG sur le projet Brindisi ; ENEL sur Brindisi ; QATAR PETROLEUM sur Rovigo ; EXXON MOBIL sur Rovigo ; EDISON sur Rovigo ; GAZPROM sur TAG ; ENI sur TAG ; SONATRACH sur TMPC ; ENI sur TMPC ; GIOIA TAURO OIL sur Gioia Tauro ; CROSS ENERGY sur Gioia Tauro ; SONATRACH sur GALSI ; EDISON sur GALSI ; ENEL POWER sur GALSI, les vecteurs de gains réalisant l'équilibre de Nash sont identiques et égaux à :

G ₁₁	G ₂₁	G ₁₂	G ₂₂	G ₃₂	G ₁₃	G ₂₃	G ₁₄	G ₂₄	G ₁₅	G ₂₅	G ₁₆	G ₂₆	G ₃₆
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,26	1,23	0,92

Nous pouvons constater que les acteurs intervenant sur le dernier projet sont les seuls à avoir des gains non nuls, ceci s'explique par le fait que l'application de la récurrence à rebours revient à sélectionner les équilibres de Nash en considérant le maximum de la dernière composante du vecteur gain. Et puisque le joueur qui intervient en dernier tient compte des choix précédents, il semble logique que le maximum de la dernière colonne soit

atteint lorsque tous les autres joueurs ont un gain nul (le dernier n'ayant pas à partager le gain de ceux qui l'ont précédé).

Il existe 228 combinaisons de stratégies des joueurs qui mènent à cet équilibre de Nash. Comment choisir, parmi celles-ci, la solution du jeu ?

IV. PROPOSITIONS DE FORMULATIONS DE STRATÉGIES :

La situation qui se présente est celle d'une multiplicité d'équilibres de Nash, plus particulièrement des équilibres de Nash identiques.

La théorie des jeux ne propose pas d'outils particuliers pour choisir parmi les équilibres de Nash la solution du jeu mis à part l'utilisation des raffinements de l'équilibre de Nash :

Exemple : interdire aux joueurs d'effectuer des menaces ou des promesses non crédibles ou de déduire des propositions non crédibles de leurs observations. Une autre manière de faire serait de considérer l'« équilibre parfait en sous-jeux » qui est un cas particulier de l'équilibre de Nash :

« Pour qu'il y ait équilibre parfait en sous-jeux, il faut que les parties des stratégies conditionnelles qui concernent tout sous-jeu du jeu considéré forment un équilibre de ce sous jeu. Ceci revient à appliquer la récurrence à rebours pour chaque sous-jeu ».
(GUE 2002)

Cependant, étant donné que les équilibres obtenus sont identiques, dont seules les trois dernières composantes sont non nulles, il n'est pas possible d'appliquer de nouveau la récurrence à rebours pour éliminer certains équilibres.

Propositions :

Une manière de faire serait de s'arrêter là et de considérer que le jeu n'admet pas de solution unique puisqu'il existe plusieurs chemins menant à un même équilibre. Tel qu'il a été précisé au chapitre I selon les propos de Julien THERON (THE 2006) : « ... le système dans lequel se place la théorie de Nash rejoint à grands pas la réalité (n'est-il pas vrai que le système économique général est en équilibre, dans la mesure où il est pérenne, et ce malgré la diversité des choix des agents ?) »

Une autre manière de faire – celle que nous proposons – serait d'analyser les combinaisons de stratégies qui mènent à ces équilibres de Nash et voir si certains choix des joueurs se démarquent des autres par leur cohérence (principe de rationalité). Pour ce faire nous avons suivi la logique suivante :

- Si on considère l'acteur, objet de notre étude, SONATRACH sur le projet TMPC, on constate que quel que soit le choix de celui-ci, son gain est nul ($G_{14}=0$). Selon l'hypothèse de rationalité, SONATRACH ne devrait pas choisir de faire le projet TMPC. Donc nous pouvons ignorer toutes les combinaisons de stratégies où SONATRACH choisit de faire le projet TMPC.
- De même, puisque seuls les promoteurs ont un pouvoir de décision sur la réalisation des projets, les autres acteurs prennent juste une part résiduelle des gains lorsque le projet se fait, nous pouvons alors ne considérer que les choix des promoteurs dans les

équilibres de Nash obtenus. En opérant ainsi, on retient 17 équilibres de Nash au lieu de 228.

- En revenant sur l’hypothèse de rationalité des joueurs et à supposer que tous les acteurs aient le même raisonnement que SONATRACH sur son projet TMPC : si quels que soient leurs choix sur leurs projets, leurs gains sont nul, ils choisiront de ne pas faire les projets considérés.

A l’issue de ceci, nous retiendrons un seul équilibre de Nash, le plus cohérent, à savoir la combinaison de stratégies suivante : (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1) ; autrement dit : l’équilibre de Nash le plus cohérent serait associé à la stratégie conditionnelle suivante :

« Si aucun des joueurs ne choisit de faire son projet lorsque celui-ci génère un gain nul alors SONATRACH fera le projet GALSI »

La combinaison de stratégies obtenue peut être considérée comme la solution du jeu « nouveau marché italien du gaz naturel ».

Conclusion :

Dans notre étude, l’objectif n’est pas de solutionner un jeu mais plutôt de proposer une formulation de stratégie pour SONATRACH pour son développement sur le marché italien du gaz naturel. Et selon les résultats obtenus nous pouvons donner les conclusions suivantes :

- Dans toutes les combinaisons de stratégies qui mènent à l’équilibre de Nash, le choix stratégique de SONATRACH est de faire le projet GALSI. Le gain associé est le maximum des gains des équilibres de Nash ;
- Dans toutes les combinaisons de stratégies qui mènent à l’équilibre de Nash, quel que soit le choix de SONATRACH pour le projet TMPC, le jeu est en équilibre mais avec un gain nul.

Le résultat obtenu énonce que seul le projet GALSI est conseillé. Ceci est en parfaite adéquation avec la logique puisque dès le démarrage de l’activité de ce projet, la capacité de ce dernier absorbera toute la demande incrémentale de gaz naturel prévue jusqu’à l’horizon 2016. Il n’y aurait donc pas de place à d’autres projets en parallèle. GALSI, dès sa réalisation, va équilibrer l’offre et la demande sur le marché italien, voir inverser la tendance de sous-offre en situation de sur-offre.

La formulation stratégique qui en découle pour SONATRACH est de faire le projet GALSI mais pas le projet d’extension du TMPC.

V. CONCLUSION :

La modélisation de la concurrence sur le marché gazier italien tout au long de ce chapitre avait pour finalité la formulation d'une stratégie de développement de SONATRACH sur ce marché. Les outils de la théorie des jeux étant à la base de cette modélisation, une identification claire des caractéristiques du jeu « nouveau marché italien du gaz naturel » s'est imposée dès le départ.

Pour ce faire, une démarche en cinq étapes a été considérée, elle consistait à établir les règles du jeu en répondant à un certain nombre de questions. Cette dernière a permis de sélectionner les joueurs dont les stratégies étaient les plus pertinentes par rapport à celle de notre acteur principal SONATRACH.

De même, modéliser un jeu revient à calculer des gains associés aux combinaisons de stratégies des chemins de l'arbre de jeu. Pour ce faire, nous avons considéré l'utilité des joueurs exprimée en termes de part de marché – attendues par un acteur – suite à la réalisation de son projet et de la rentabilité de celui-ci.

Par la suite, l'introduction des principaux paramètres du jeu dans une application Excel a permis d'obtenir des résultats à savoir : des gains et des équilibres de Nash.

Enfin, l'analyse de ces résultats a mis en évidence une multiplicité d'équilibres de Nash. Ceci nous a conduit à considérer deux voies d'interprétation : D'abord, celle de l'équilibre du système (ou jeu) considéré, malgré la diversité des choix des acteurs : hypothèse soutenue par l'économiste THERON. Ensuite, l'analyse que nous avons proposée et qui repose sur le principe de rationalité des joueurs et de la cohérence des combinaisons de leurs choix a mené à proposer une solution du jeu.

Cependant, quelle que soit l'analyse adoptée, la problématique de notre étude étant de formuler une stratégie de développement de SONATRACH sur le marché gazier italien, l'analyse des résultats nous permet de dire que : « selon les règles de jeu et les paramètres imposés et compte tenu des résultats obtenus, il serait conseillé à SONATRACH de ne faire que le projet GALSI ».

CONCLUSION GÉNÉRALE :

Suite à la libéralisation des marchés gaziers européens – réaction prévisible face à la globalisation, l'épuisement des réserves du vieux continent, la crainte pour la sécurité des approvisionnements et des prix imposés par les majors – de nombreuses compagnies ont décidé de conquérir ce marché. A plus forte raison, le marché italien, principal client de la compagnie nationale SONATRACH, intéresse un bon nombre d'entreprises visant la réalisation de projets – de construction de gazoducs ou de terminaux de regazéification – leur assurant une assise de leurs bases ou un renforcement de leurs présences en Italie.

La situation qui a caractérisé le nouveau marché italien du gaz naturel a conduit SONATRACH à reconsidérer ses futurs projets de développement sur ce marché en tenant compte, cette fois-ci, de la présence d'autres acteurs. Dès lors que le « meilleur » choix pour un agent dépend de ce que font les autres, on parle d'interactions stratégiques. A ce niveau, apparaît le rôle de la théorie des jeux, celui de modéliser au mieux les jeux où les participants ne peuvent être totalement maîtres de leurs choix.

La problématique qui en a découlé repose sur la formulation d'une stratégie de développement pour SONATRACH qui tienne compte des considérations précédentes. C'est dans ce cadre que nous avons entrepris d'effectuer, dans le chapitre I, un état de l'art synthétisant les principaux aspects de la théorie des jeux qui touchent à la modélisation de phénomènes économiques. Nous en avons conclu que cette dernière, outre son aspect théorique, permettait de structurer les interactions stratégiques entre les participants et de ce fait, elle pouvait jouer un rôle important dans l'aide à la prise de décisions stratégiques.

Toute modélisation passe par une description claire de l'environnement et du contexte de l'étude, ceci a fait l'objet du chapitre II. En effet, la description du contexte du marché gazier européen avant et après l'ouverture nous a permis de cerner les motivations de la libéralisation ainsi que ses conséquences, dont la principale est la multiplication et la diversification des acteurs. Ainsi après avoir analysé le marché européen de manière générale, nous nous sommes focalisées, dans le chapitre III, sur le marché italien, afin d'identifier ses principaux intervenants ainsi que le potentiel d'implantation dont ils disposent en Italie. Les acteurs identifiés n'ayant pas tous les mêmes activités, nous les avons classés en fonction de celles qui les caractérisent le plus. En effet, le degré de menace que représente un acteur pour SONATRACH dépend du rapprochement de son activité par rapport à celle-ci ainsi que des actifs dont il dispose en Italie.

A partir de là, nous avons considéré, dans le chapitre IV, une démarche de modélisation par la théorie des jeux consistant à procéder par étape pour ne retenir que les joueurs qui

répondent à un certain nombre de critères. Ainsi, nous avons souligné la difficulté de représenter le jeu « nouveau marché italien du gaz naturel » sous l'une de ses formes stratégique ou extensive. Ceci étant dû au nombre important de combinaisons possibles et qui sont toutes nécessaires pour la caractérisation de l'équilibre de Nash. En effet, cette complexité s'est traduite par des équilibres multiples de Nash. Mais au-delà de celle-ci, nous avons proposé une analyse basée sur la cohérence des choix des acteurs, qui nous a amenées à conclure par une formulation de stratégie pour SONATRACH consistant à retenir le projet GALSI comme voie de développement sur le marché gazier italien.

Notre étude ne représente sans doute pas toute la réalité du nouveau marché italien du gaz naturel ; étudier un marché libre n'est pas aussi simple que de considérer un duopole où le nombre d'acteurs est minime et l'environnement maîtrisable ; néanmoins, elle fournit aux responsables de la stratégie de SONATRACH un support leur permettant de mieux visualiser les interactions stratégiques de leur compagnie sur un marché complexe ainsi qu'une base qui servira pour les stratégies futures. En ce qui nous concerne, elle nous a permis d'enrichir nos connaissances tant sur le plan théorique que sur la réalité des marchés gaziers. Nous espérons que cette première étude ouvrira la voie à d'autres travaux de recherche et d'applications par la théorie des jeux. Allant dans ce sens, il serait intéressant de considérer certaines propriétés de la théorie des jeux, comme par exemple les jeux répétés – ou plus généralement les jeux dynamiques –. Ceci permettrait d'adapter la stratégie obtenue en fonction des changements de l'environnement et des acteurs à mesure que de nouveaux projets se décident et d'autres se réalisent.

BIBLIOGRAPHIE :

(BOU 1998) BOURSIN J.L, *Initiation à la théorie des jeux*, éd. Montchrestien, Paris, 1998, 188 p.

(CAR 2004) CARON C, *Contribution de l'économie industrielle à la stratégie d'entreprise (le cas des industries de commodité)*, thèse de doctorat d'économie, École Polytechnique, Paris, 2004.

(CHA 2004) CHABRELIE M.F – Cedigaz, *La dynamique du commerce gazier mondial*, Panorama 2004, IFP, 2003.

(FIN 2002) FINON D, LOCATELLI C, *La libéralisation du marché gazier européen et ses conséquences pour la Russie*, IEPE, France, 2002.

(GUE 1997) GUERRIEN B, *La théorie des jeux*, éd.Economica, Paris, 2^e éd., 1997, 100 p.

(GUE 2002) GUERRIEN B, *Dictionnaire d'analyse économique*, éd.La découverte, Paris, 3^e éd., 2002, 540 p.

(IEA 2002) INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, *Flexibility in natural gas (supply and demand)*, éd.OECD/IEA publications, Paris, 2002, 273 p.

(IFP 2003) Séminaire ENSPM Fi à l'Institut Algérien du Pétrole, *Économie du gaz naturel (libéralisation du marché)*, Formation Industrie, IFP, 2003.

(KRE 1999) KREPS D.M, *Théorie des jeux et modélisation économique*, éd.Dunod, Paris, 1999, 157 p.

(LEC 2005 a) LECARPENTIER A – Cedigaz, *La stratégie des acteurs du marché gazier européen*, Panorama 2006, IFP, 2005.

(LEC 2005 b) LECARPENTIER A – Cedigaz, *La libéralisation des marchés gaziers en Europe*, Panorama 2006, IFP, 2005.

(MCC 2001) MCCREDIE C, *LNG Glossary*, The Petroleum Economist Ltd, London, 2001.

(PEC 1998) *Journal Officiel n° L 204 du 21/07/1998 p.0001-0012*

Directive 98/30/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 juin 1998 concernant les règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel.

(PEC 2003) *Journal Officiel n° L 176 du 15/07/2003 p.0057-0078*

Directive 2003/55/CE du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2003 concernant les règles communes pour le marché intérieur du gaz naturel et abrogeant la directive 98/30/CE.

(ROT 1995) ROTHSCHILD R, "Ten simple lessons in strategy from the games firm play", *Management Decision*, Volume 33 Number 9, 1995, pp. 24-29.

(SAN 2005) SANIERE A – Cedigaz, *Réserves de gaz, découvertes, production*, Panorama 2006, IFP, 2005.

BIBLIOGRAPHIE

(SME 2004) SMEDLEY M, "World Gas Intelligence", *Energy Intelligence*, Volume 15 Number 39, 2004, pp. 2-8.

(SON 2004 a) SONATRACH, *Commercialisation Gaz et développement international*, Alger, Partie I, *Activité commercialisation*, 2004 ; Partie II, *Exportations de GNL et GPL*, 2004.

(SON 2004 b) SONATRACH, *Market News n°7*, Alger, Octobre 2004.

(SON 2004 c) SONATRACH, *Market News n°8*, Alger, Novembre 2004.

(SON 2004 d) SONATRACH, *Market News n°9*, Alger, Décembre 2004.

(SON 2005 a) SONATRACH, *Market News n°11*, Alger, Février 2005.

(SON 2005 b) SONATRACH, *Market News n°13*, Alger, Avril 2005.

(TAR 1998) TARTER C.J, HOY W.K, "Toward a contingency theory of decision making", *Journal of Educational Administration*, Volume 36 Number 3, 1998, pp. 212-228.

(THE 2000) THEPOT J, GODET M, ROUBELAT F, SAAB A.E, *Décision, prospective et auto-organisation*, éd.Dunod, Paris, 2000, 502 p.

SITOGRAFIE :

(BG 2006) *BG Company Profile*, 2006.

Lien : http://www.bg-group.com/about/bg_profile.htm

(CAV 2004) CAVICCHIA V, Conference: *Convergence of electricity and gas markets*, IEA/IGU Workshop, Paris, 14 June 2004.

Lien : www.iea.org/Textbase/work/2004/power_generation/Vincenzo%20Cavicchia.pdf

(CLE 2003)

Lien : http://www.clean-auto.com/article.php?id_article=1318

(CNU 2006)

Lien : <http://r0.unctad.org/infocomm/francais/gaz/filiere.htm>

(COU 1997) COURTNEY H.G, *Games managers should play*, World Economic Affairs, 1997.

Lien : www.mckinsey-quarterly.com/strategy/game.asp

(EDI 2005) EDISON, *Report on operations 2005*, Milano.

Lien : <http://www.edison.it>

(EDI 2006) EDISON, *Edison Business Plan and Strategic Update*, Milano, January 17th 2006, 35 p.

Lien : <http://www.edison.it>

(ENS 2004) *Introduction à la théorie des jeux*, 2004

Lien : http://www.eleves.ens.fr/home/mlnguyen/eco/theorie_jeux.html

(GAS 2006) *GASUNIE Company Profile*, 2006.

Lien : <http://www.gasuniegas.com>

(KSI 2004) KING and SPALDING International, *LNG in Europe*, 2004.

Lien : www.kslaw.com/library/pdf/LNG_in_Europe.pdf

(LIV 2006)

Lien : <http://www.verdilivorno.it/offshorecr.htm>

(MAN 2005) MANCINI G – ENEL, *Riprendere la strada per Kyoto:*

il ruolo del gas naturale (Conciliare competitività e riduzione delle emissioni), Roma, 6 Luglio 2005.

Lien : www.issi.it/archivio/documenti/download/060705/mancini.ppt

(NOB 2005) THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES, *The Prize in Economic Sciences 2005*.

Lien : <http://www.kva.se>

BIBLIOGRAPHIE

(SHE 2005) Press release: *Shell and ERG sign Joint Development Agreement for LNG terminal in Sicil*, 22 February 2005.

Lien :

[www.erg.it/ergctx/cms/ERG/en/press_room/comunicati_stampa/default.jsp?anno=2005 - 27k](http://www.erg.it/ergctx/cms/ERG/en/press_room/comunicati_stampa/default.jsp?anno=2005-27k)

(SOU 2004) SOUTH HOOK LNG TERMINAL COMPANY LTD, *Report on the proposed LNG Terminal ("South Hook") at Milford Haven*, 22 September 2004.

Lien :

http://www.ofgem.gov.uk/temp/ofgem/cache/cmsattach/8945_23404b.pdf?wtfrom=/ofgem/w/hats-new/archive.jsp

(STA 2005) *STATOIL Company Profile*, 2006.

Lien : www.statoil.com

(TEC 2005) TECHNIP, *Lettre aux actionnaires n°18*, Paris, Avril 2005.

Lien : <http://www.technip.com>

(THE 2006) THERON J, *Analyse économique de l'équilibre de Nash et de l'équilibre économique général*.

Lien :

[http://www.inuop.com/PDF/Nash%20and%20the%20general%20economical%20equilibrium%20\(JT-fr\).pdf](http://www.inuop.com/PDF/Nash%20and%20the%20general%20economical%20equilibrium%20(JT-fr).pdf)

(WEC 2005) World Energy Council

Lien : <http://www.worldenergy.org>

(YAH 2006)

Lien : <http://fr.finance.yahoo.com/q/pr?s=GAS.MC>

Annexe 1¹
GLOSSAIRE

Entreprise de gaz naturel : toute entreprise physique ou morale qui remplit au moins une des fonctions suivantes : la production, le transport, la distribution, la fourniture, l'achat ou le stockage de gaz naturel, y compris du GNL, et qui assure les missions commerciales, techniques et /ou d'entretien liées à ces fonctions, à l'exclusion des clients finaux ;

Transport : le transport de gaz naturel via un réseau de gazoducs à haute pression autre qu'un réseau de gazoducs en amont, aux fins de fourniture à des clients, mais ne comprenant pas la fourniture ;

Distribution : le transport de gaz naturel par l'intermédiaire de réseaux locaux ou régionaux de gazoducs aux fins de fourniture à des clients, mais ne comprenant pas la fourniture ;

Fourniture : la vente, y compris la revente, à des clients de gaz naturel, y compris de GNL ;

Gestionnaire de réseau de transport (ou distribution) : toute personne physique ou morale qui effectue le transport (ou distribution) et est responsable de l'exploitation, de l'entretien et, si nécessaire, du développement du réseau de transport (ou distribution) dans une zone donnée et, le cas échéant, de ses interconnexions avec d'autres réseaux, ainsi que de garantir la capacité à long terme du réseau à satisfaire une demande raisonnable de transport (ou distribution) de gaz ;

Installation de GNL : un terminal utilisé pour la liquéfaction du gaz naturel ou l'importation, le déchargement et la regazéification du GNL et comprenant les services auxiliaires et le stockage temporaire nécessaire pour le processus de regazéification du GNL et sa fourniture ultérieure au réseau de transport, mais ne comprenant aucune partie des terminaux GNL utilisés pour le stockage ;

Entreprise intégrée verticalement : elle remplit au moins une des fonctions suivantes : transport, distribution, GNL ou stockage, et au moins une des fonctions suivantes : production ou fourniture de gaz naturel ;

Entreprise intégrée horizontalement : elle assure au moins une des fonctions suivantes : production, transport, distribution, fourniture ou stockage de gaz naturel, ainsi qu'une activité en dehors du secteur du gaz ;

¹ Source : glossaire extrait du Journal Officiel référencé en bibliographie par (PEC 2003)

Annexe 1 (suite)

Utilisateurs du réseau : les personnes physiques ou morales alimentant le réseau ou desservies par le réseau ;

Clients : les clients grossistes ou finaux de gaz naturel et les entreprises de gaz naturel qui achètent du gaz naturel ;

Clients résidentiels : les clients achetant du gaz naturel pour leur propre consommation domestique ;

Clients non résidentiels : les clients achetant du gaz naturel non destiné à leur usage domestique ;

Clients finaux : les clients achetant du gaz naturel pour leur utilisation propre ;

Clients éligibles : les clients qui sont libres d'acheter du gaz naturel chez le fournisseur de leur choix au sens de l'article 23 de la directive 2003/55/CE ;

Clients grossistes : les personnes physiques ou morales, autres que les gestionnaires de réseau de transport et de distribution, qui achètent du gaz naturel pour le revendre à l'intérieur ou à l'extérieur du réseau où elles sont installées ;

Annexe 2

HUBS GAZIERS EUROPÉENS

Définition d'un hub : emplacement physique où deux ou plusieurs gazoducs convergent et s'interconnectent. On l'appelle aussi « place de marché ». Un opérateur est désigné pour superviser les opérations à l'interconnexion.

Les hubs permettront le développement de transactions et l'instauration progressive de prix de référence (price discovery). (MCC 2001)

Les hubs européens sont :

- Hub de Zeebrugge, en Belgique ;
- Hub de Baumgarten à la frontière autrichienne ;
- Hub d'Emdem en Allemagne du Nord ;
- Hub Co aux Pays-Bas.
- Hub National Balancing Point en Grande Bretagne.



Dans le même ordre d'idées nous définissons :

Marché spot : il s'agit d'un marché physique (cash crude) de gaz naturel, de produits raffinés ou d'un marché d'électricité. Un marché pour une livraison immédiate et non future. (MCC 2001)

Annexe 2 (suite)

Contrat à court terme : c'est un contrat d'approvisionnement en gaz sur un marché physique avec un prix fixe et un volume fixe, habituellement connu sous le nom de « marché spot ». Le contrat est écrit au plus 30 jours à l'avance. Il permet aux utilisateurs de satisfaire des besoins inattendus et de couvrir les pics non prévus de la demande à court terme. Les transactions à court terme sont facilitées par l'existence de hubs. (MCC 2001)

Annexe 3
ÉVOLUTION DE LA CONCURRENCE SUR LES MARCHÉS GAZIERS

	Marché éligible (Gm ³)	Taux légal d'ouverture (1 ^{er} juillet 2004)	Taux réel d'ouverture	
			Gros consommateurs	Ménages
Allemagne	82	100%	7%	<2%
Autriche	7	100%	9%	0.5%
Belgique	11	90%	60%	4%
Danemark	5	100%	30%	<5%
Espagne	20	100%	>50%	5%
Estonie	1	95%	20%	
France	30	70%	25%	
Hongrie	8	69%	5%	
Irlande	3	86%	>50%	
Italie	62	100%	30%	35%
Lettonie	0	0%	0%	
Lituanie	2	70%	0%	
Luxembourg	1	72%	<5%	
Pays-Bas	38	100%	30%	2%
Pologne	4	34%	0%	
Rép. Chèque	0	0%	0%	
Royaume-Uni	95	100%	>50%	47%
Slovaquie	2	34%	0%	
Slovénie	1	91%	0%	
Suède	1	50%	<5%	

(Source : Commission Européenne rapport d'étalonnage janvier 2005). (LEC 2005 b)

Annexe 4
DEMANDE ET OFFRE DE GAZ EN ITALIE (IEA 2002)

Demande de gaz par secteur (Milliards de m³)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Electricité	18,35	20,94	23,10	26,31	33,63	36,72	41,07	43,10	45,07	46,62	47,55	48,50	49,47	50,46	51,47	52,50
Résidentiel/commercial	26,34	26,83	27,32	27,82	28,31	28,69	29,06	29,44	29,82	30,20	30,80	31,42	32,05	32,69	33,34	34,01
Industriel	20,32	20,81	21,31	21,80	22,29	22,55	22,82	23,08	23,35	23,61	24,09	24,57	25,06	25,56	26,07	26,59
Autres	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67
Total	65,52	69,11	72,26	76,47	84,78	88,52	93,53	96,21	98,83	101,03	103,05	105,11	107,21	109,35	111,54	113,78

Offre de gaz par type (Milliards de m³)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Production	15,77	15,73	15,74	15,25	15,34	15,24	14,94	14,34	13,75	13,13	14,13	15,13	16,45	17,64	18,64	19,64
Importations Gazoducs	56,49	58,32	61,13	65,9	72,72	73,66	74,61	74,61	67,04	67,04	70,21	73,19	76,18	79,37	82,37	85,37
Importations GNL	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71	5,71
Total	77,97	79,76	82,58	86,85	93,77	94,61	95,25	94,66	86,5	85,88	90,04	94,02	98,34	102,71	106,68	110,85

Annexe 5

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR CERTAINES COMPAGNIES

ENEL :

ENEL est le deuxième importateur de gaz en Italie. Sa part de marché dépasse 12% dans le marché électrique de l'Union européenne, ce qui la classe seconde.

ENEL est la troisième plus importante compagnie de distribution de gaz en Italie après TELGAZ et CAMUZZI.

Sur un approvisionnement gazier total de 16.3 Gm³ en 2004, 57% ont été destinés à la production d'électricité tandis que 32% ont été commercialisés dans les autres secteurs. (LEC 2005 a).

ENI :

Le poids important de l'activité gaz – électricité constitue un point de différenciation majeur par rapport aux majors européens. Le groupe ENI est présent sur l'ensemble de la filière gaz, à travers ses divisions et filiales : (CHA 2004)

- SNAM RETE GAS (transport national et regazéification), détenue à 59,8 % par ENI
- ITALIAN GAS SUPPLY (fourniture de gaz), sous-division
- INTERNATIONAL GAS TRANSPORT (transport international), sous-division
- ITALGAS (distribution secondaire de gaz), détenue à 56 % depuis décembre 2002
- ENI POWER (production d'électricité à partir de gaz), entité séparée
- GVS (Allemagne, distribution de gaz), détenue à 50 % depuis juin 2002
- UNION FENOSA GAS (Espagne, 50 %), détenue à 50 % depuis décembre 2002

La plupart de ces filiales sont issues d'opérations de croissance externe récentes. (CHA 2004)

Le groupe ENI détenu à 30,33% par l'État italien, présente des performances globales élevées par rapport au secteur. Avec un chiffre d'affaires annuel de 47,9 Md € et une croissance de 54,5 %, ENI se positionne comme le quatrième opérateur mondial. (CHA 2004)

SNAM RETE GAS :

SNAM RETE GAS (filiale d'ENI) regroupe les activités liées au transport de gaz en Italie pour ENI : transmission et dispatching de gaz naturel, gestion du terminal de regazéification du GNL, prestations de services et assistance (activité marginale représentant 5 % du chiffre d'affaires). (CHA 2004)

Détenue à 60 % par ENI (le reste étant en bourse), la société est une entité séparée. Toutefois, ses résultats restent entièrement consolidés dans les comptes d'ENI.

Annexe 5 (suite)

Malgré une performance économique inférieure à celle du groupe, SNAM RETE GAS représente la plus large division gaz d'ENI, avec 1/3 du capital employé, et détient une position de leader en Italie (99 % de part de marché en terme de volume transporté). (CHA 2004)

SONATRACH :

SONATRACH est la première société gazière en méditerranée. En 2003, elle a produit 142 milliards de m³ (65% de la production totale des hydrocarbures) dont la part commercialisée nette était de 80 milliards de m³. (SON 2004 a)

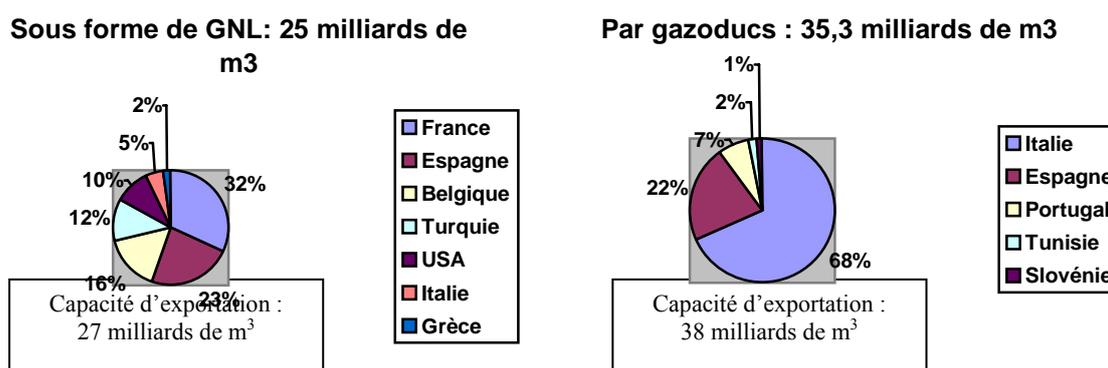
Marché international :

SONATRACH dispose actuellement d'un portefeuille de 14 clients répartis au sein de 10 pays.

Avec un marché méditerranéen représentant environ 87 % du total des ventes, SONATRACH a livré au cours de l'année 2004, 60 milliards de m³ de gaz dont 59 % par voie gazoduc et 41 % par voie GNL. (SON 2004 a)

Après satisfaction des contrats existants, la production excédentaire dégagée a été commercialisée essentiellement, hors contrats à long terme, aussi bien sur les marchés européens qu'américains. (SON 2004 a)

Ses exportations se répartissent comme suit : (SON 2004 a)



La filière gazoduc constitue la pièce maîtresse de la politique de commercialisation du gaz naturel. Cette politique s'articule autour de trois objectifs :

- Diversification des débouchés ;
- Recherche de marchés valorisants ;

Choix de la forme d'exportation la moins coûteuse en capital. (SON 2004 a)

Annexe 6 FONCTION D'UTILITÉ²

En Micro économie, plus particulièrement dans la « théorie des comportements individuels rationnels », on admet que le comportement d'un consommateur rationnel s'opère en termes de choix ; le but est alors de mettre en équation les goûts de ce dernier. Cependant, étant donné que les préférences et les goûts sont difficilement quantifiables, la « théorie des choix » distingue deux démarches différentes dans l'esprit du consommateur :

- La première choisit la meilleure consommation possible, c'est-à-dire celle compatible avec une certaine dépense ;
- La deuxième compare et opère un classement entre les diverses consommations.

À ce niveau intervient la « fonction d'utilité ».

Soit un consommateur dont les achats portent sur deux biens X et Y.

La satisfaction éprouvée par celui-ci est liée aux quantités x et y des biens X et Y dont il peut disposer, c'est-à-dire l'utilité obtenue en fonction des quantités consommées des biens considérés.

« L'utilité d'un bien est la satisfaction éprouvée par un consommateur à consommer ce bien ». Pour mesurer l'utilité d'un bien, il existe deux approches :

1. L'approche cardinale :

Elle consiste à affecter à un bien un nombre qui représente la satisfaction ressentie à le consommer. Cette mesure permet à l'aide des opérations mathématiques simples (addition, multiplication, division, ... etc) d'exprimer des comparaisons absolues entre deux ou plusieurs biens. Dans ce cas, le consommateur connaît parfaitement bien le nombre d'utilités que chaque quantité de bien lui procure ;

2. Approche ordinale :

Cette approche exige du consommateur d'être capable de ranger les biens par ordre de préférence. La fonction d'utilité dans ce cas, lie la quantité de chaque bien et le rend attribué à cette quantité dans l'échelle de préférence du consommateur.

² Source : Cours de Micro Économie de M^{me} BELMOKHTAR. Quatrième année/Génie Industriel.