

**STRUCTURE DU MARCHE GAZIER AMERICAIN,
REGLEMENTATION ET TARIFICATION
DE L'ACCES DES TIERS AU RESEAU**

Laurent David et François Mirabel

Cahier N° 00.06.17

Juin 2000

Laurent David
Doctorant CREDEN

François Mirabel
Maître de Conférences – Université Montpellier I

Centre de Recherche en Economie et Droit de l'ENergie – CREDEN

Université de Montpellier I

Faculté des Sciences Economiques

BP 9606

34 054 Montpellier Cedex France

Tel. : 33 (0)4 67 15 83 32

Fax. : 33 (0)4 67 15 84 04

e-mails : ldavid@sceco.univ-montp1.fr

fmirabel@sceco.univ-montp1.fr

Structures du marché gazier américain, réglementation et tarification de l'Accès des Tiers au Réseau*

L'ouverture à la concurrence du marché américain du gaz naturel s'accompagne de profondes modifications des réglementations mises en place pour une organisation et un fonctionnement efficace de l'industrie gazière. Les transformations des structures industrielles (transformations impulsées par les firmes elles-mêmes ou imposées par les réglementations en vigueur) mais aussi les comportements stratégiques des acteurs sont autant d'éléments qui caractérisent les mutations des marchés gaziers aux Etats-Unis.

Dans ce contexte, l'objet principal de notre papier est d'essayer de transcrire les faits stylisés du marché du gaz naturel en Amérique du Nord et de modéliser la structure de l'industrie dans ce secteur ouvert en aval à la concurrence (ou en voie de l'être). Nous essayerons alors de répondre à deux questions essentielles :

- Une première question, relative à l'organisation de l'industrie dans ce secteur, est celle du rôle, de la place et de la mission qui seront attribués à l'ancien monopole (la « Utility ») sur le marché aval. Dans ce cadre, une question importante se pose, celle de savoir si le monopole doit continuer à vendre ou non du gaz aux utilisateurs finals¹. Certains régulateurs estiment qu'à terme, les Compagnies de Distribution Locale (CDL) doivent abandonner la fonction de fourniture de la molécule pour, à l'instar des compagnies de gazoducs inter-Etats, se concentrer sur leur activité d'exploitation du réseau de distribution. Ils estiment que la transparence du marché de détail exige la sortie de la fonction commerciale des CDL en raison de la position dominante de ces dernières. D'autres considèrent qu'il n'y a pas de raison de contraindre les clients résidentiels et commerciaux à se séparer de leur fournisseur traditionnel. Cependant, même les régulateurs (dont la Public Service Commission de New York) qui estiment que les CDL doivent abandonner la vente de la molécule, prônent le développement modéré de la concurrence sur le marché des usagers résidentiels et commerciaux, et

* Nous tenons à exprimer tous nos remerciements à Jacques Percebois (Université de Montpellier) pour les conseils et observations qui nous ont aidé dans la rédaction de cet article. Nos remerciements vont aussi à Jean-Christophe Poudou pour ses remarques pertinentes très utiles. Nous restons toutefois seuls responsables des erreurs et incorrections qui pourraient encore subsister dans cet article.

¹ La question est pertinente au regard des réglementations envisagées dans certains Etats du Nord Est des Etats-Unis où le monopole en place ne serait plus autorisé à fournir de gaz sur le marché de détail.

se prononcent pour le maintien des CDL dans cette activité tant que le nombre de *marketers* et le nombre de clients disposés à quitter la CDL ne sont pas suffisants.

- Une deuxième question particulièrement importante concerne le type de réglementation que la tutelle est susceptible de mettre en place pour éviter que l'ancien monopole n'utilise son pouvoir de marché et ne fasse des profits exorbitants aux dépens des entrants. Ainsi, la réglementation doit-elle s'appliquer sur la charge d'accès que le monopole fait payer aux entrants ou doit-elle contraindre le monopole sur ses quantités offertes en limitant ses parts de marché (s'il continue à vendre du gaz en aval) ?

Pour répondre à ces questions, notre analyse est menée en deux étapes :

- Dans une démarche empirique, en prenant pour éclairage les caractéristiques du marché gazier nord américain, la première partie de notre papier vise à expliciter les hypothèses qui sous-tendent notre analyse ; elle pose le cadre général de notre modèle, décrit et explique les deux « scénarios réglementaires » retenus dans notre étude.
- Dans la deuxième partie du papier, les principales étapes de la résolution du modèle sont détaillées.

I. La modélisation du marché gazier américain : hypothèses, cadre général et scénarios retenus

A. Les faits stylisés du marché gazier sur l'Etat de New York.

L'Etat de New York est l'un des plus actifs en matière de déréglementation gazière puisque aujourd'hui il figure avec le Nouveau Mexique et la Virginie de l'Ouest parmi les trois seuls Etats à avoir donné aux consommateurs résidentiels et commerciaux le choix de leur fournisseur en gaz naturel. Ces derniers ont la possibilité de choisir leur fournisseur depuis mai 1996 dans le cadre d'un projet-pilote. Dans ce projet, des fournisseurs indépendants étaient susceptibles de fournir les clients résidentiels et commerciaux participants au programme. Ce n'est qu'en novembre 1998 que la *New York Public Service Commission* a mis en place un programme d'ouverture général du marché résidentiel et commercial qui a concerné l'intégralité de cette clientèle.

L'ouverture des marchés gaziers à l'ensemble des consommateurs de gaz implique une transformation profonde de la structure de distribution puisque la CDL qui assurait seule la fourniture du gaz et de tous les services annexes va se trouver concurrencée pour la vente de la

molécule par des « marketers ». L'apparition de ces nouveaux acteurs au niveau de la distribution gazière va profondément modifier l'activité des CDL.

1. Les acteurs en présence

a) La Compagnie de distribution locale.

Avant l'ouverture de la distribution, chaque CDL de l'Etat de New York disposait d'une zone de franchise sur laquelle elle vendait du gaz aux utilisateurs finals, gaz dont elle assurait l'organisation du transport de la zone de production jusqu'à son réseau, c'est à dire jusqu'aux portes de la ville. Grâce à son réseau de distribution, elle achemine le gaz jusqu'au brûleur du consommateur.

Chaque consommateur peut désormais choisir le fournisseur de son choix. Ce sont les négociants (« marketers ») qui mettent en relation les différents clients (industriels, résidentiels et commerciaux) avec les producteurs. Les gros consommateurs comme les industriels ou les centrales électriques peuvent s'adresser directement aux producteurs. Les CDL ont ouvert leur réseau de distribution aux marketers pour que ces derniers puissent acheminer leur gaz jusqu'au compteur de leurs clients. Les négociants prennent en charge le transport du gaz jusqu'aux points d'entrée du réseau de distribution (c'est à dire jusqu' « aux portes de la ville »).

La question centrale qui préoccupe le régulateur est le maintien ou la sortie de la CDL de la fonction commerciale. Si cette dernière est contrainte d'abandonner le négoce de la molécule, elle ne sera plus qu'un transporteur. Ses recettes ne proviendront plus que de la fourniture du service de transport² aux négociants via la charge d'accès qu'elle sera autorisée à pratiquer.

Actuellement plusieurs dirigeants de CDL américaines se déclarent indifférents quant à leur sortie de la fonction commerciale étant donné qu'ils ne réalisent aucun profit sur la vente de la molécule. En effet, le régulateur a prévu la répercussion directe des coûts d'achat en gaz dans les tarifs appliqués aux utilisateurs finals. Le taux de rendement que le régulateur autorise à la compagnie distributrice est calculé sur la base des volumes transportés et non sur les volumes achetés (et vendus). La Commission de régulation de l'Etat de New York prévoit que les CDL devront abandonner leur activité de négoce après une période qui peut aller de 3 à 7 ans. En

² Ainsi que des services annexes comme le comptage.

mai 1999, seulement 1,4% des usagers du gaz (EIA [1999]) participaient à ce projet. Ainsi, considérant l'inertie des usagers de ce secteur et le fait que les négociants indépendants ne sont pas très incités³ à démarcher la clientèle résidentielle (et dans une moindre mesure la clientèle commerciale), la commission de régulation de l'Etat de New York a préféré adopter une attitude prudente.

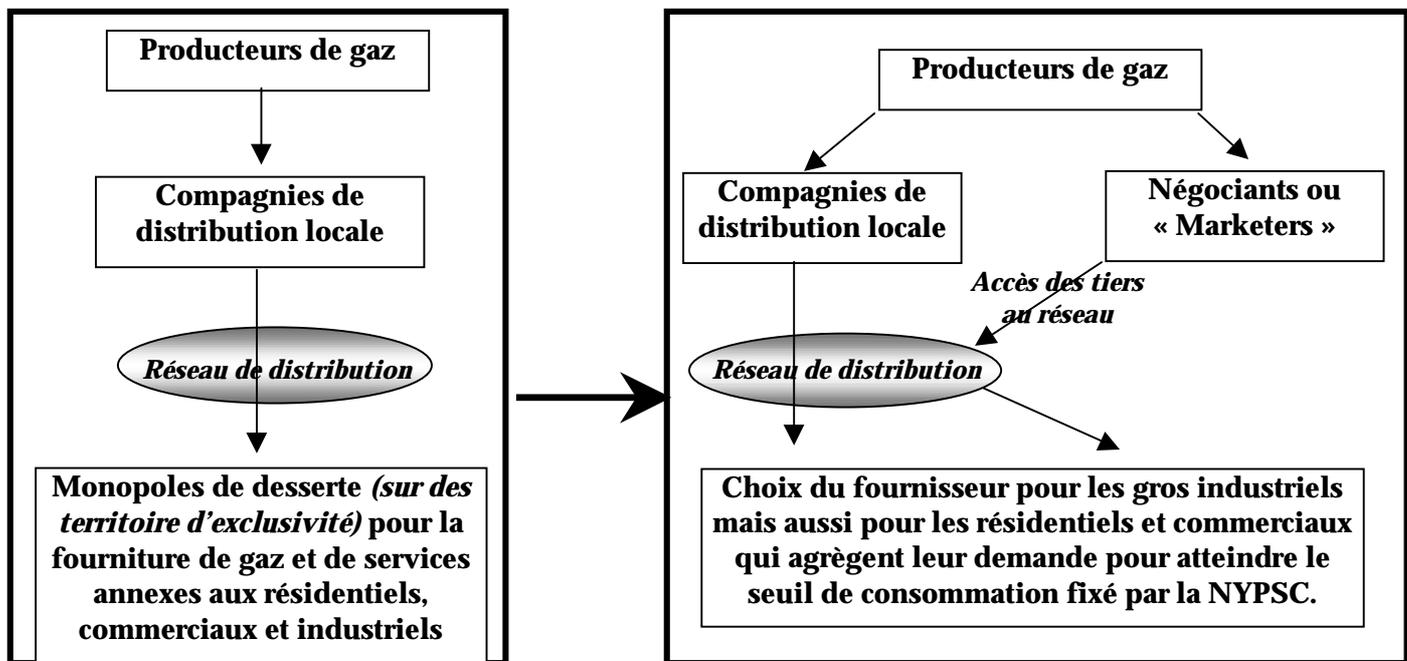
b) Les entrants sur le marché.

Les marketers sont apparus après l'ouverture du marché de gros vers le milieu des années 80. Ce sont pour l'essentiel des filiales de gazoducs, de producteurs ou de compagnies de distribution locales qui profitent de leur expertise des marchés gaziers pour mettre en relation les producteurs et les consommateurs. Ils interviennent massivement sur les marchés spots et les marchés à terme. Ils profitent de la volatilité des cours du gaz naturel et effectuent des arbitrages entre les différents marchés et les différents termes des contrats gaziers.

Alors que la FERC (Federal Energy Regulatory Commission) réglemente l'activité des marketers sur le marché de gros, l'intervention de ces derniers sur le marché de détail est soumise à l'autorisation des régulateurs de chaque Etat. Actuellement plus d'une trentaine de marketers interviennent sur l'Etat de New York. Les filiales non réglementées des CDL new-yorkaises ne sont actuellement pas autorisées à vendre du gaz dans la zone desservie par leur maison-mère réglementée.

Le graphique suivant résume l'évolution de l'organisation du secteur gazier de l'Etat du New York avec le processus d'ouverture à la concurrence du marché de détail :

³ Cette clientèle présente un niveau de consommation annuelle ainsi qu'un facteur de charge faibles. La fourniture de ces clients risquent donc de s'avérer coûteuse en matière de transport sur les réseaux inter-état et sur le réseau des CDL. Pour contourner cet obstacle, certaines commissions souhaitent inciter les fournisseurs indépendants à agréger les clients commerciaux et résidentiels.



2. La réglementation en vigueur.

La NYPSC exige un « unbundling » comptable des CDL qui distribuent du gaz sur l'Etat de New York de façon à ce que les différents coûts occasionnés par la fourniture du gaz à l'utilisateur apparaissent (acquisition du gaz, distribution, facturation et services annexes). Cette séparation des coûts au niveau de la facture doit permettre au consommateur de comparer les prix offerts par la CDL en place avec ceux proposés par les marketers.

Actuellement les tarifs de transport sur le réseau de distribution appliqués par les CDL sont réglementés sur la base du coût du service. La CDL est donc autorisée à couvrir l'intégralité des coûts occasionnés par le transport du gaz de ces points de collecte aux portes de la ville jusqu'aux brûleurs des utilisateurs. A ces coûts, la firme ajoute un rendement du capital calculé sur la base d'un taux de rendement⁴ fixé par le régulateur et de la valeur de son actif. Les prix pratiqués par les marketers sont des prix de marché.

B. Modélisation et scénarios retenus

Les faits stylisés du marché gazier sur l'Etat de New-York étant donnés, les acteurs en présence étant définis et les processus réglementaires étant explicités, il s'agit à présent de modéliser la

⁴ Le taux de rendement autorisé (ou coût du capital) défini pour chaque transporteur, est une moyenne pondérée du coût d'endettement de la firme et du taux de rendement sur fonds propres tel qu'il est déterminé par le processus réglementaire.

structure de l'industrie dans le secteur et les relations qui lient le monopole et les entrants sur le marché aval.

1. Les hypothèses et le cadre général du modèle

Les hypothèses et le cadre général du modèle sont fondés sur la structure du marché gazier de l'Etat de New-York :

- Le processus d'ouverture du marché impose au monopole en place M (la « utility ») deux types d'obligations :
 - l'obligation d'ouvrir son réseau de distribution pour permettre à la concurrence de livrer le gaz aux utilisateurs finals. En contrepartie, il reçoit le paiement d'une charge d'accès (**a**) pour chaque unité de gaz qui transite sur son réseau.
 - l'obligation de séparer ses coûts au niveau comptable pour faire apparaître le niveau des charges effectivement supportées à chaque stade de la filière (coût de fourniture, de transport, de distribution,...). On suppose ainsi que les coûts supportés par le monopole sont connus de tous les acteurs (absence d'asymétrie d'information).
- L'agence réglementaire détermine les (n) entrants sur le marché aval qui seront habilités à vendre du gaz aux utilisateurs finals (pas de libre entrée).
- Le prix final du gaz (P) est supposé déterminé par le marché.

2. La question de l'intervention du monopole sur le marché aval

La question de l'intervention du monopole sur le marché aval reste cependant en suspens et aucune décision ferme n'a encore été prise par les instances réglementaires de l'Etat de New York pour régler ce point. De ce fait, nous envisagerons deux situations alternatives :

- ➔ une première situation où le monopole continue à offrir du gaz aux utilisateurs finals ;
- ➔ une deuxième situation où il est obligé d'abandonner ses activités de vente et se contente d'ouvrir son réseau aux entrants.

3. Les processus réglementaires envisagés

Une autre question centrale concerne le processus réglementaire à mettre en place par la tutelle pour éviter que le monopole n'abuse de sa situation dominante. Puisque le prix de vente est supposé fixé par le marché, le monopole dispose de deux variables stratégiques pour accroître ses profits : ses parts de marché (s'il intervient en aval) et/ou la charge d'accès qu'il fait payer aux entrants pour utiliser son réseau de distribution. La tutelle peut ainsi agir sur l'une de ces deux variables stratégiques pour contrôler le profit du monopole en place.

Dans ce contexte, nous envisageons deux scénarios réglementaires alternatifs :

- le premier scénario suppose que la tutelle réglemente le niveau de la charge d'accès ;
- le deuxième scénario suppose une réglementation sur la part de marché du monopole si celui-ci continue à vendre du gaz en aval. Dans cette situation, c'est le monopole qui détermine le niveau de la charge d'accès.

II. Résolution et résultats du modèle : le triptyque « Structures de l'Industrie/Réglementation/Tarifification de l'Accès des Tiers au Réseau »

A. Etapes du jeu et résolution

Soient les notations suivantes :

- $P(q) = p_b - \sigma q$, la fonction de demande inverse de gaz sur le marché aval ;
- $V(P) = \int_P^{\bar{p}} P(q) dq$ le surplus des consommateurs ;
- $C_T(q) = c_t q + F$ le coût de transport supporté par le monopole, (c_t) étant le coût variable et F la charge fixe ;
- $C_G(q) = c_g q$ le coût d'achat d'une quantité de gaz q par l'entrant (ou le monopole lorsqu'il intervient en aval) ;
- a le prix que payent les entrants au monopole en place pour utiliser le réseau de transport ;
- q_i la quantité de gaz offerte aux utilisateurs finals par l'entrant i ;
- q_m la quantité de gaz offerte aux utilisateurs finals par le monopole lorsqu'il intervient sur le marché aval ;

A ce niveau de l'analyse, il est possible de poser deux hypothèses supplémentaires :

- **H1** : le prix plafond p_b d'une unité de gaz sur le marché aval (qui correspond à une demande nulle) est toujours supérieur au coût total supporté par le monopole : $p_b - c_g - c_t \geq 0$;
- **H2** : le prix plafond p_b d'une unité de gaz sur le marché aval (qui correspond à une demande nulle) est toujours supérieur au coût total supporté par l'entrant : $p_b - c_g - a \geq 0$;

On suppose dans un premier temps que la réglementation se fait sur la charge d'accès.

➔ **SITUATION A : le monopole n'intervient pas en aval.**

Dans ce cadre, l'agence réglementaire détermine le niveau de la charge d'accès qui maximise le niveau de bien-être collectif sachant que les (n) entrants se concurrencent en aval à la Cournot. La résolution de ce jeu séquentiel, où la tutelle joue en premier, se résout à partir du principe de récurrence régressive (« backward induction »). Les étapes de la résolution du jeu sont les suivantes :

- a.** première étape de la résolution : on détermine la quantité (q_e) de gaz que chaque entrant vend de manière à maximiser son niveau de profit (sachant que les (n-1) autres entrants vendent une quantité de gaz (q_i))⁵ :

$$\text{Max}_{q_e} \{ \pi_e(q_e) = \{ P([n-1]q_i + q_e) - a \} q_e - c_g q_e \} \quad (1)$$

L'équilibre de Cournot se caractérise par un prix (P^*) du gaz sur le marché aval et une quantité offerte (q_e^*) par chaque entrant :

$$q_e^{1A}(a) = \frac{p_b - c_g - a}{\sigma(1+n)} \quad \text{et} \quad P^{1A}(a) = p_b - \frac{n(p_b - a - c_g)}{(1+n)} \quad (2)$$

Cet équilibre permet de déterminer le niveau de profit des entrants à l'équilibre en fonction du niveau de la charge d'accès [$\pi_e^*(a)$] :

$$\pi_e^{1A}(a) = \frac{(p_b - a - c_g)^2}{\sigma(1+n)^2} \quad (3)$$

De manière tout à fait logique, le profit des entrants est d'autant plus élevé que le niveau de la charge d'accès acquittée est faible et que le nombre de concurrents sur le marché aval est peu élevé.

⁵ Equilibre classique de type Cournot où les n acteurs se concurrencent sur les quantités offertes.

Le profit du monopole (s'il n'intervient pas en aval) est dans ce cas égal à :

$$\pi_m^{1A}(a) = (a - c_t) n q_e^{1A}(a) - F = \frac{n(p_b - a - c_g)(a - c_t)}{\sigma(1+n)} - F \quad (4)$$

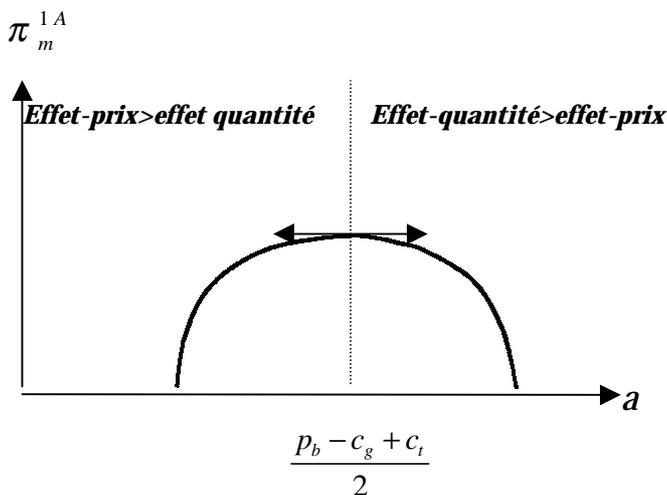
Dans ce scénario où le monopole n'intervient pas en aval, la rémunération de l'accès au réseau représente la seule source de profit du monopole. Dans ce contexte, on montre, de manière tout à fait logique, que l'opérateur en place a tout intérêt à ce qu'un nombre important de concurrents pénètre sur le marché pour que des quantités élevées de gaz circulent dans ses

tuyaux et viennent accroître ses recettes : $\frac{\partial \pi_m^{1A}}{\partial n} = \frac{(p_b - c_g - a)(a - c_t)}{\sigma(1+n)^2} \geq 0$.

En ce qui concerne l'effet du niveau de la charge d'accès sur le profit du monopole, deux types d'effets contradictoires peuvent être mis en avant :

- le premier effet direct correspond à un effet-prix : tout accroissement du niveau de la charge d'accès engendre nécessairement un accroissement du profit unitaire du monopole.
- Le second effet, moins direct, joue en sens inverse et correspond à un effet-quantité : toute augmentation de la charge d'accès engendre une diminution des quantités fournies par les entrants $\left(\frac{\partial q_e^{1A}}{\partial a} \leq 0\right)$, ce qui se traduit par une baisse des recettes d'accès perçues par le monopole et de fait, une diminution de son profit.

Globalement, on obtient : $\frac{\partial \pi_m^{1A}}{\partial a} = \frac{n(p_b - c_g - 2a + c_t)}{\sigma(1+n)} \Rightarrow \frac{\partial \pi_m^{1A}}{\partial a} = 0$ si $a = \frac{p_b - c_g + c_t}{2}$



b. deuxième étape de la résolution du jeu : les fonctions d'offre des entrants étant déterminées par la première étape du jeu (équilibre de Cournot), la tutelle fixe le niveau de la charge d'accès qui maximise le niveau de bien-être de la collectivité, sous contrainte que le monopole ne fasse pas de pertes :

$$\text{Max}_a \{W(a) = V(P(a)) + n\pi_e^*(a) + (1+\lambda)\pi_m(a)\} = \text{Max}_a \{W(a) = V(P(a)) + n\pi_e^*(a) + (1+\lambda)(anq_e^*(a) - C_T(nq_e^*))\}$$

Le cas où la contrainte n'est pas saturée n'est pas pertinent. En effet, dans cette situation, le monopole fait des pertes avec une charge d'accès qui est inférieure au coût marginal de transport :

$$a = c_t - \frac{p_b - c_g - c_t}{n} < c_t.$$

Dans le cas où la contrainte est saturée, c'est-à-dire lorsque le monopole fait des profits nuls, la résolution du programme conduit au résultat suivant :

$$a^{1A} = c_t + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \frac{1}{2} \frac{\sqrt{X}}{n} \geq c_t \text{ avec } X = n^2(p_b - c_g - c_t)^2 - 4F\sigma n(1+n) \quad (5)$$

On peut poser une nouvelle condition (C1) sur les paramètres :

$$X \geq 0 \Rightarrow (p_b - c_g - c_t)^2 \geq 4F\sigma \frac{(1+n)}{n} \Rightarrow (p_b - c_g - c_t) \geq 2\sqrt{F\sigma \left(1 + \frac{1}{n}\right)} \quad (C1)$$

Dans ce cas, si le nombre de concurrents augmente, la charge fixe de transport (F) peut être répartie entre un nombre plus important d'acteurs ce qui se traduit par une diminution du péage d'accès $\left(\frac{\partial a^{1A}}{\partial n} \leq 0\right)$. Ce sont les bienfaits classiques de la concurrence où l'accroissement du nombre de firmes engendre une diminution de la charge unitaire d'accès qui permet une diminution du prix payé par le consommateur final (relation 2).

c. troisième étape de la résolution : la charge d'accès étant déterminée, le niveau de profit des entrants π_e^{1A} , du monopole π_m^{1A} , le niveau de bien-être collectif w^{1A} et le prix du gaz P^{1A} sont calculés à l'équilibre :

$$\text{Prix du gaz : } P^{1A} = p_b - \frac{n}{2(n+1)}(p_b - c_g - c_t) - \frac{\sqrt{X}}{2(1+n)} \quad (6)$$

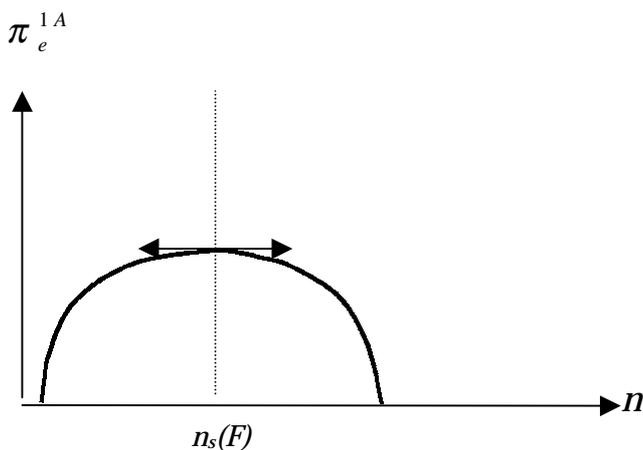
$$\text{Profit des entrants : } \pi_e^{1A} = \frac{\left\{ \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \frac{1}{2} \frac{\sqrt{X}}{n} \right\}^2}{\sigma(1+n)^2} \quad (7)$$

$$\text{Bien-être collectif: } W^{1A} = \frac{1}{8} \left\{ \frac{2(n+2) \left[n(p_b - c_g - c_t)^2 + \sqrt{X} (p_b - c_g - c_t) \right]}{\sigma(1+n)^2} \right\} - \frac{2+n}{2(1+n)} F \quad (8)$$

Contrairement à la relation (3), le profit des entrants n'est pas nécessairement plus faible lorsque le nombre de concurrents sur le marché aval est important. En effet, lorsque le nombre de concurrents augmente, deux effets jouent à présent en sens inverse :

- l'accroissement du nombre d'entreprises entraîne une diminution des parts de marché servis par les entrants (concurrence à la Cournot) ce qui se traduit par une baisse du niveau de leur profit ;
- d'un autre côté, du fait de la présence d'une charge fixe de transport (F), l'accroissement du nombre de concurrents entraîne une diminution du niveau de la charge d'accès payée par chacun des entrants et par là-même, engendre un accroissement du niveau de leur profit.

On peut ainsi donner l'allure du profit des entrants lorsque le nombre de concurrents augmente :



Il existe un seuil minimal d'entreprises $n_s(F)$ au delà duquel le profit des entrants diminue lorsque le nombre de concurrents augmente. Au-delà de ce seuil, lorsque le nombre de firmes augmente, les gains liés à la baisse de la charge d'accès pour les entrants représentent une partie négligeable par rapport aux pertes liées aux parts de marché perdues. De manière tout à fait logique, ce seuil est d'autant plus élevé que le niveau de la charge fixe de transport (F) est élevé.

→ **SITUATION B: le monopole vend du gaz aux utilisateurs finals**

Dans cette nouvelle situation où la firme en place a l'autorisation d'intervenir sur le marché aval, la résolution du jeu se fait de la même manière :

- a.** Sur le marché aval, les (n) entrants et le monopole en place se concurrencent sur les quantités (Cournot). Dans ce cadre, chaque entrant vend la quantité (q_e) de gaz qui maximise son niveau de profit (sachant que les (n-1) autres entrants vendent une quantité de gaz (q_i) et que le monopole vend une quantité de gaz (q_m)) :

$$\text{Max}_{q_e} \{ \pi_e(q_e) = [P((n-1)q_i + q_e + q_m) - a]q_e - C_G(q_e) \} \quad (9)$$

La quantité offerte par l'entrant (i) s'écrit alors en fonction de la quantité offerte par le monopole en place :

$$q_i = \frac{p_b - \sigma q_m - a - c_g}{\sigma(1+n)} \quad (10)$$

Le monopole détermine quant à lui les quantités de gaz offertes qui maximisent son niveau de profit sachant que les entrants vendent une quantité (q_i) de gaz :

$$\text{Max}_{q_m} \{ \pi_m(q_m) = [P(nq_i + q_m)]q_m + anq_i - C_G(q_m) - C_T(nq_i) \}$$

La résolution du programme donne (en remplaçant q_i par son expression en fonction de q_m [relation 10]) :

$$q_m = \frac{p_b - c_g - c_t}{2\sigma} \quad (11)$$

En remplaçant q_m par son expression dans la relation (10) on obtient la quantité produite par l'entrant (i) en fonction de la charge d'accès :

$$q_i(a) = \frac{p_b - c_g + c_t - 2a}{2\sigma(1+n)} \quad (12)$$

L'équilibre de Cournot se caractérise ainsi par une quantité offerte (q_e^*) par chaque entrant, une quantité offerte (q_m^*) par le monopole ; cet équilibre détermine le niveau du prix du gaz, le profit des entrants et du monopole à l'équilibre en fonction du niveau de la charge d'accès :

$$\textbf{Prix du gaz : } P(a) = \frac{p_b + 2na + (2n+1)c_g + c_t}{2(1+n)} \quad (13)$$

$$\textbf{Profit des entrants : } \pi_e(a) = \frac{(p_b - 2a - c_g + c_t)^2}{4\sigma(1+n)^2} \quad (14)$$

$$\textbf{Profit du monopole : } \pi_m(a) = \frac{n(p_b - a - c_g)(a - c_t) + \frac{1}{4}(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)} - F \quad (15)$$

En comparant les relations (3) et (14), on peut remarquer la présence de c_t dans l'expression du profit des entrants $\left(\frac{\partial \pi_e}{\partial c_t} \geq 0\right)$. Dans ce scénario où le monopole intervient en aval, cet effet de c_t sur le profit des entrants est tout à fait logique puisque, toutes choses étant égales par ailleurs, toute augmentation du coût marginal de transport entraîne une diminution des quantités produites par le monopole (relation 11) et de fait, engendre un accroissement des quantités fournies par chacun des entrants et un accroissement induit de leur niveau de profit⁶.

b. La deuxième étape de la résolution concerne la détermination de la charge d'accès par l'agence réglementaire. Les fonctions d'offre des entrants et du monopole étant déterminées par la première étape de la résolution (équilibre de Cournot), la tutelle fixe le niveau de la charge d'accès comme dans la situation A.

$$\text{Max}_a \{W(a) = V(P(a)) + n\pi_e^*(a) + (1+\lambda)\pi_m^*(a)\} \quad (16)$$

Comme pour le scénario A, seule la situation où la contrainte est saturée est possible et permet au monopole de ne pas faire de pertes ; dans ce cas, le niveau de la charge d'accès est égal à :

$$a^{1B} = c_t + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \frac{\sqrt{Y}}{2n} \quad \text{avec } Y = n(1+n)\{(p_b - c_g - c_t)^2 - 4F\sigma\} \quad (17)$$

L'expression de la charge d'accès existe si $Y \geq 0 \Rightarrow (p_b - c_g - c_t)^2 \geq 4F\sigma$

⁶ Evidemment, ne sont pas ici pris en compte les effets indirects de c_t sur le niveau du profit qui se manifestent par le biais de la charge d'accès: $\nearrow c_t \Rightarrow \nearrow a \Rightarrow \searrow \pi_e$ (cet effet apparaîtra lorsque le niveau de la charge d'accès sera calculé à l'équilibre).

Si la condition C1 s'applique, alors nécessairement, cette relation est vérifiée et la charge d'accès a^{1B} existe bien.

Dans ce cas, contrairement au scénario 1A, le niveau de la charge d'accès fixé par la tutelle est d'autant plus fort que le nombre d'entrants est élevé $\left(\frac{\partial a^{1B}}{\partial n} \geq 0\right)$. En effet, pour garantir un profit non négatif au monopole qui intervient à présent en aval, lorsque des concurrents pénètrent sur le marché, la tutelle augmente la rémunération de l'accès de manière à compenser les parts de marché perdues par l'opérateur en place.

c. La charge d'accès étant déterminée, le niveau de profit des entrants π_e^{1B} , du monopole π_m^{1B} , le niveau de bien-être collectif w^{1B} et le prix du gaz P^{1B} sont calculés à l'équilibre :

$$\textbf{Profit des entrants : } \pi_e^{1B} = \frac{1}{4} \frac{(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)n} - \frac{F}{(1+n)n} \quad (18)$$

$$\textbf{Profit du monopole : } \pi_m^{1B} = 0$$

$$\textbf{Prix du gaz : } P^{1B} = p_b - \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \frac{\sqrt{Y}}{2(1+n)} \quad (19)$$

$$\textbf{Bien-être collectif : } w^{1B} = \frac{1}{8} \left\{ \frac{(2n+3)(p_b - c_g - c_t)^2 + 2\sqrt{Y}(p_b - c_g - c_t)}{\sigma(1+n)} \right\} - \frac{2+n}{2(1+n)} F \quad (20)$$

Si on s'intéresse au profit que font les entrants, on obtient maintenant : $\frac{\partial \pi_e^{1B}}{\partial n} \leq 0$. Ce résultat est

logique puisqu'à présent, lorsque le nombre de concurrents augmente, deux effets se cumulent pour faire baisser le profit des entrants :

- chacune des firmes perd des parts de marché ;
- chacune des firmes paye un tarif d'accès plus élevé pour faire transiter son gaz sur le réseau de l'opérateur historique (relation 17).

Dans le scénario 2, la tutelle n'intervient plus pour fixer le niveau de la charge d'accès mais réglemente les parts de marché du monopole dans le cas où celui-ci interviendrait sur le marché aval.

SITUATION A : le monopole ne vend plus de gaz sur le marché aval

- a. Cette situation est la plus simple : comme pour le scénario réglementaire I, dans la première étape de la résolution, les (n) entrants se concurrencent sur les quantités (Cournot). Dans ce cadre, chaque entrant vend la quantité de gaz (q_e) qui permet de maximiser son niveau de profit (sachant que les n-1 autres entrants vendent une quantité de gaz (q_i) (relation 1). L'équilibre de Cournot se caractérise par un prix (P^*) du gaz sur le marché aval, une quantité offerte (q_e^*) par chaque entrant (relation 2) ; cet équilibre détermine le niveau de profit des entrants (relation 3) et du monopole (relation 4) en fonction du niveau de la charge d'accès.
- b. La fonction d'offre des entrants étant déterminée dans la première étape (équilibre de Cournot), le monopole fixe alors le niveau de la charge d'accès qui lui permet de maximiser son profit :

$$Max_a \left\{ \pi_m(a) = (an)q_e^*(a) - C_T(nq_e^*(a)) \right\} \Rightarrow \quad (21)$$

$$a^{2A} = c_t + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) \quad (22)$$

Dans ce scénario, le niveau de la charge d'accès qui maximise le profit du monopole en place ne dépend pas du nombre de concurrents sur le marché.

- c. La charge d'accès étant déterminée, le niveau de profit des entrants π_e^{2A} , du monopole π_m^{2A} , le niveau de bien-être collectif w^{2A} et le prix du gaz P^{2A} sont alors calculés à l'équilibre :

$$\text{Profit des entrants : } \pi_e^{2A} = \frac{1}{4} \frac{(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)^2} \quad (23)$$

$$\mathbf{Profit\ du\ monopole}^7 : \pi_m^{2A} = \frac{1}{4} \frac{n(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)} - F \quad (24)$$

$$\mathbf{Prix\ du\ gaz} : P^{2A} = p_b - \frac{n}{2(1+n)}(p_b - c_g - c_t) \quad (25)$$

$$\mathbf{Bien-être\ collectif} : W^{2A} = \frac{1}{8} \left\{ \frac{(p_b - c_g - c_t)^2(3n^2 + 4n)}{\sigma(1+n)^2} \right\} - F \quad (26)$$

Dans cette situation, puisque le niveau de la charge d'accès ne dépend pas du nombre de concurrents (relation 22), la relation entre le profit des entrants (et du monopole) et le nombre d'acteurs en aval est relativement simple :

- le profit des entrants est une fonction décroissante de (n) puisque chaque nouvel acteur réduit la part de marché (q_e) de chacune des entreprises ;
- le profit du monopole est une fonction croissante du nombre d'entrants puisque, pour une charge d'accès donnée indépendante de (n), tout nouvel entrant permet de réduire le coût unitaire de transport que subit l'opérateur du réseau.

SITUATION B : le monopole continue à offrir du gaz aux utilisateurs finals

Le fait que le monopole dispose du réseau de distribution lui confère une position privilégiée par rapport aux entrants et dans ce cadre, la structure de sa fonction de coût lui permet d'avoir des parts de marché plus importantes que celles de ses concurrents (s'il est autorisé à vendre du gaz sur le marché aval). On peut donc envisager le cas où la tutelle fixerait à priori les quantités offertes par le monopole. Cette situation pourrait très bien être envisagée en imposant à l'opérateur historique de revendre certaines capacités de production pour diminuer ses parts de marché et se conformer à la réglementation mise en place⁸. Dans cette situation, la détermination des parts de marché du monopole pourrait se faire en « faisant comme si » le monopole avait la même fonction de coût que les entrants. Dans ce contexte, la résolution du jeu se déroule comme suit :

⁷ Quelles que soient les valeurs prises par les paramètres, la condition (C1) permet d'assurer au monopole un profit positif ou nul.

⁸ On peut prendre pour exemple la Compagnie d'électricité italienne ENEL ou la compagnie anglaise de fourniture de gaz British Gas qui se sont vues contraintes de revendre une partie de leur capacité de production pour respecter la réglementation mise en place.

a. La première étape de la résolution du jeu se situe toujours en aval mais à présent, ce sont (n+1) entrants (les n « véritables » entrants et le monopole en place dont la fonction de coût est assimilée à celle des entrants) qui se concurrencent sur les quantités (Cournot). Dans ce cadre, chaque entrant (y compris le monopole) vend la quantité (q_e) de gaz qui permet de maximiser son niveau de profit (sachant que les (n) autres firmes vendent une quantité de gaz (q_i)) :

$$\text{Max}_{q_e} \{ \pi_e(q_e) = [P((n)q_i + q_e) - a]q_e - C_G(q_e) \} \quad (27)$$

L'équilibre de Cournot se caractérise par un prix (P^*) du gaz sur le marché aval, une quantité offerte (q_e^*) par chaque entrant, une quantité offerte ($q_m^* = q_e^*$) par le monopole :

$$\text{Prix du gaz : } P^{2B}(a) = p_b - \frac{(1+n)(p_b - a - c_g)}{2+n} \quad (28)$$

$$\text{Quantités offertes par un entrant (et le monopole) : } q_e(a) = \frac{p_b - a - c_g}{\sigma(2+n)} \quad (29)$$

Cet équilibre détermine le niveau de profit des entrants et du monopole à l'équilibre en fonction du niveau de la charge d'accès :

$$\text{Profit des entrants : } \pi_e(a) = \frac{(p_b - a - c_g)^2}{\sigma(2+n)^2} \quad (30)$$

$$\text{Profit du monopole : } \pi_m(a) = \frac{(p_b - a - c_g)}{\sigma(2+n)^2} \{ a(1+3n+n^2) + p_b - c_g - c_t(1+n)(2+n) \} - F \quad (31)$$

b. La deuxième étape concerne toujours la détermination de la charge d'accès par le monopole. Les fonctions d'offre des entrants et du monopole étant déterminées dans la première étape (équilibre de Cournot), le monopole détermine le niveau de la charge d'accès qui maximise son profit :

$$\text{Max}_a \{ \pi_m(a) = (P(a) + na)q_e^*(a) - C_G(q_e^*(a)) - C_T(nq_e^*(a)) \} \quad (32)$$

$$a^{2B} = c_t + \frac{(3n+n^2)}{2(1+3n+n^2)} (p_b - c_g - c_t) \quad (33)$$

Comme pour le scénario 1B (relation 17), le niveau de la charge d'accès augmente lorsque le nombre d'entrants s'accroît : en effet, lorsque des concurrents pénètrent sur le marché,

l'accroissement de la rémunération de l'accès permet au monopole de compenser les parts de marché perdues.

c. La charge d'accès étant déterminée, le niveau de profit des entrants π_e^{2B} , du monopole π_m^{2B} , le niveau de bien-être collectif W^{2B} et le prix du gaz P^{2B} sont alors calculés à l'équilibre :

$$\mathbf{Profit\ des\ entrants : } \pi_e^{2B} = \frac{1}{4} \frac{(1+n)^2 (p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma (1+3n+n^2)^2} \quad (34)$$

$$\mathbf{Profit\ du\ monopole : } \pi_m^{2B} = \frac{1}{4} \frac{(1+n)^2 (p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma (1+3n+n^2)} - F \quad (35)$$

$$\mathbf{Prix\ du\ gaz : } P^{2B} = p_b - \frac{(1+n)^2}{2(1+3n+n^2)} (p_b - c_g - c_t) \quad (36)$$

$$\mathbf{Bien-être\ collectif : } W^{2B} = \frac{1}{8} \left\{ \frac{(p_b - c_g - c_t)^2 (1+n)^2 (3n^2 + 10n + 3)}{\sigma (1+3n+n^2)^2} \right\} - F \quad (37)$$

A présent, puisque le niveau de la charge d'accès est une fonction croissante du nombre de concurrents (relation 33), quelles que soient les valeurs prises par les paramètres, le profit des entrants demeure une fonction décroissante du nombre de concurrents présents sur le marché. En ce qui concerne le profit du monopole, on montre à partir de la relation (35) que pour $n > 1$, il est une fonction croissante du nombre de firmes. Cela signifie donc que, lorsqu'un nouvel entrant fournit du gaz, les parts de marchés perdues par le monopole sont marginales par rapport aux gains liés à la rémunération de l'accès (plus de gaz circule dans les tuyaux à un prix plus élevé [relation 33]).

On montre enfin facilement que, pour $n > 1$, le bien-être collectif est d'autant plus fort que le nombre de firmes est important et ce, quelles que soient les valeurs prises par les paramètres.

B. Comparaison des scénarios réglementaires et situation optimale pour la collectivité

Il est à présent intéressant de comparer les différents scénarios réglementaires et de déterminer la situation optimale pour la collectivité dans le cadre d'hypothèses que nous avons posé. L'ensemble des démonstrations sont données dans les annexes I, II et III à la fin du document.

1. Le cas de la réglementation sur la charge d'accès

Lorsque la charge d'accès est réglementée, il est intéressant de voir s'il est collectivement préférable ou non de laisser le monopole intervenir en aval. On obtient les résultats suivants (voir l'annexe I) :

Réglementation de la charge d'accès

	<i>Le monopole ne vend pas de gaz</i>	<i>Le monopole vend du gaz</i>
Charge d'accès	$a^{1A} >$	a^{1B}
Prix du gaz	$P^{1A} >$	P^{1B}
Profit des entrants	$\pi_e^{1A} >$	π_e^{1B}
Profit du monopole	$\pi_m^{1A} =$	$\pi_m^{1B} = 0$
Bien-être collectif	$W^{1A} <$	W^{1B}

$a^{1A} > a^{1B}$: Le niveau de la charge d'accès est plus élevé lorsque le monopole n'intervient pas en aval, ce qui est logique puisque dans ce cas, la charge d'accès représente la seule source de recettes du monopole pour couvrir ses coûts.

$P^{1A} > P^{1B}$: Le prix du gaz est plus élevé lorsque le monopole n'intervient pas en aval. En effet, dans cette situation, l'accroissement de la charge d'accès est répercutée sur le prix aval du gaz, ce qui est préjudiciable pour le consommateur final.

$\pi_e^{1A} > \pi_e^{1B}$: Le profit des entrants est supérieur dans le cas où le monopole n'intervient pas en aval. Ainsi, les gains en parts de marché que font les entrants lorsque le monopole n'intervient pas en aval font plus que compenser le surcoût lié à une charge d'accès plus élevée (surcoût qui est par ailleurs répercuté sur le prix aval du gaz), et ce quelles que soient les valeurs prises par les paramètres.

$W^{1B} > W^{1A}$: ***Si le monopole est réglementé sur la charge d'accès, il est préférable au niveau collectif de le laisser intervenir en aval pour servir le marché et ce, quelles que soient les valeurs prises par les paramètres.***

2. Le cas de la réglementation sur les parts de marché du monopole

Après calculs (voir l'annexe II), on obtient les résultats suivants :

Réglementation des parts de marché du monopole

	<i>Le monopole ne vend pas de gaz</i>	<i>Le monopole vend du gaz</i>
Charge d'accès	$a^{2A} >$	a^{2B}
Prix du gaz	$P^{2A} >$	P^{2B}
Profit des entrants	$\pi_e^{2A} >$	π_e^{2B}
Profit du monopole	$\pi_m^{2A} <$	π_m^{2B}
Bien-être collectif	$W^{2A} <$	W^{2B}

$a^{2A} > a^{2B}$: Comme pour le scénario I, le niveau de la charge d'accès est plus élevé lorsque le monopole n'intervient pas en aval, ce qui est logique puisque dans ce cas, la charge d'accès représente la seule source de recettes du monopole pour couvrir ses coûts.

$P^{2A} > P^{2B}$: L'accroissement de la charge d'accès (cas où le monopole n'intervient pas en aval) est répercutée sur le prix aval du gaz.

$\pi_m^{2B} > \pi_m^{2A}$: Le profit du monopole est supérieur lorsqu'il est autorisé à vendre du gaz en aval puisque dans ce cas, les sources de profit sont doubles pour le monopole : la rémunération de l'accès au réseau et les quantités de gaz fournies sur le marché.

$\pi_e^{2A} > \pi_e^{2B}$: Le profit des entrants est supérieur dans le cas où le monopole n'intervient pas en aval. Ainsi, les gains en parts de marché que font les entrants (du fait de l'absence du monopole sur le marché aval) font plus que compenser le surcoût lié à une charge d'accès plus élevée (surcoût qui est par ailleurs répercuté sur le prix aval du gaz).

$W^{2B} > W^{2A}$: **avec l'ouverture du marché à la concurrence, lorsque la réglementation porte sur la part de marché du monopole, il est préférable au niveau collectif de laisser l'opérateur en place intervenir sur le marché aval.**

3. Vers une réglementation de la charge d'accès ou de la part de marché du monopole ?

Nous venons de montrer que dans les deux scénarios réglementaires, si on se place dans l'intérêt de la collectivité, il est préférable de laisser l'opérateur en place intervenir sur le marché aval. Dans ce contexte, lorsque l'opérateur historique continue à fournir du gaz, il est intéressant de savoir s'il vaut mieux réglementer la charge d'accès qu'il fait payer aux entrants (scénario 1B) ou au contraire, restreindre ses parts de marché en lui imposant de servir un volume de gaz équivalent à celui fourni par les entrants (scénario 2B). Dans ce cas, on montre (voir l'annexe III) qu'***avec l'ouverture du marché, si on laisse le monopole intervenir en aval pour vendre du gaz, il est préférable au niveau collectif de réglementer la charge d'accès en n'imposant pas au monopole historique de servir une part de marché donnée qui correspondrait au volume de gaz servi par chacun des concurrents.***

CONCLUSION

Même si le modèle présenté peut apparaître comme un cas d'école aux hypothèses trop simplificatrices, il représente néanmoins un exercice pertinent et utile pour mettre en lumière certains faits marquants du secteur gazier et comparer différents scénarios réglementaires du point de vue du bien-être collectif. Deux résultats ont pu être mis en évidence :

- Quel que soit le scénario réglementaire retenu (réglementation de la charge d'accès ou réglementation de la part de marché du monopole), il est collectivement préférable que l'opérateur historique continue à servir le marché aval. En effet, si le monopole se voit contraint d'abandonner la vente de gaz, les recettes d'accès représentent alors sa seule source de profit ; dans ce contexte, le péage d'accès au réseau doit être plus élevé pour permettre au monopole de ne pas faire de pertes. Cette augmentation engendre des prix à la consommation plus élevés, ce qui est préjudiciable pour le consommateur.
- Dans le cas où l'opérateur historique continue à servir le marché en aval, la réglementation qui consisterait à imposer au monopole de servir des parts de marché comparables à celles des entrants n'est pas bénéfique au niveau collectif. En effet, si l'opérateur historique est réglementé sur ses parts de marché, le manque à gagner qu'il subit devra être compensé par un accroissement de la charge d'accès payée par les entrants et in fine, par un accroissement du prix du gaz payé par le consommateur final. ***La situation collectivement préférable consiste donc à réglementer l'opérateur historique sur la charge d'accès et à le laisser intervenir sur le marché aval.***

Le modèle présenté pourrait être approfondi et amélioré dans plusieurs directions en relâchant certaines hypothèses jugées trop restrictives :

- Les fonctions de coût et de demande retenues dans notre modèle sont linéaires et ne reflètent que de manière très imparfaite la structure de l'offre et de la demande sur le marché gazier. Il serait ainsi souhaitable de travailler avec des fonctions non explicites pour donner un caractère plus général aux résultats énoncés. Cela permettrait ainsi d'obtenir des expressions analytiques moins lourdes que celles obtenues avec des fonctions linéaires, donc plus faciles à manipuler et interpréter.
- Le scénario où le monopole est réglementé sur ses parts du marché pourrait être approfondi. Dans cette situation, l'opérateur historique doit fournir un volume de gaz équivalent à celui

fourni par les entrants ; si une telle réglementation était mise en place, elle pourrait permettre de limiter le pouvoir de marché de la firme en place et de favoriser l'entrée de concurrents sur le marché gazier. Dans le cadre d'une réglementation sur les parts de marché de la firme en place, il pourrait être très intéressant de déterminer le volume de gaz servi par le monopole qui permettrait de maximiser le bien-être collectif. Dans ce cas, la part de marché imposée au monopole ne serait pas choisie de manière ad-hoc mais correspondrait à la volonté de la tutelle de servir des objectifs d'efficacité normative. Il faudrait ainsi envisager le scénario où la tutelle détermine simultanément le niveau de la charge d'accès et la part de marché optimale du monopole qui permettent de maximiser le bien-être collectif (tout en assurant à l'opérateur historique un profit non négatif)⁹.

- Dans le cadre du modèle présenté, le coût d'acquisition de la ressource gazière (c_g) est identique pour le monopole et pour les entrants. Or, dans la réalité, le coût d'acquisition est plus élevé pour l'opérateur historique que pour les entrants puisque les prix du gaz fixés par les contrats à long terme sont supérieurs aux prix du gaz sur le marché spot où s'approvisionnent les entrants¹⁰. Cette observation nous incite à envisager le cas où le coût d'acquisition de la ressource gazière serait plus faible pour les entrants, ce qui devrait se traduire par un accroissement du bien-être collectif dans les situations où le monopole n'intervient pas sur le marché aval.
- Il nous paraît aussi important d'envisager le cas où le nombre d'entrants sur le marché est endogène. Il s'agit dans ce cas de déterminer le nombre optimal de firmes pour lesquelles le bien-être collectif est maximisé tout en assurant un profit non négatif pour la firme en place.
- Enfin, une dernière remarque nous semble particulièrement intéressante : dans notre modèle, lorsque l'opérateur historique intervient en aval, l'ensemble des calculs (notamment le calcul de la charge d'accès) est effectué en prenant le profit global du monopole (somme du profit engendré par l'activité de transport et du profit engendré par la vente de gaz en aval). Cette absence de différenciation entre les profits réalisés sur les différents segments de la chaîne gazière génère des situations où l'opérateur historique a la possibilité de « subventionner » ses activités de vente par la fixation d'un péage d'accès plus élevé (péage d'accès qu'il fait supporter aux concurrents). Dans une « phase naissante » d'ouverture à la concurrence, cette situation reflète de manière assez précise les réalités observées le long de

⁹ Il est à noter qu'avec des fonctions linéaires, ce scénario conduit à une solution en coin où le monopole sert la totalité de la demande.

¹⁰ Il faut ici mentionner les nombreuses négociations qui sont actuellement menées entre certains fournisseurs et acheteurs pour modifier les prix du gaz fixés dans les contrats à long terme.

la chaîne gazière : le monopole peut profiter d'une information peu transparente sur la répartition de ses charges et effectuer ainsi les glissements ou transferts de coûts les plus judicieux entre ses activités de transport et ses activités de négoce. Dans une phase d'ouverture à la concurrence plus avancée, cette hypothèse ne tient plus et il serait alors plus pertinent de dissocier le profit réalisé sur l'activité de transport et le profit réalisé sur l'activité de vente de gaz. Cette modification du modèle paraît particulièrement judicieuse au regard des textes réglementaires sur l'ouverture à la concurrence dans le secteur gazier notamment en Europe. En effet, la directive européenne d'août 1998 stipule l'obligation d'une dissociation comptable des activités pour les anciens monopoles intégrés d'amont en aval. Cette différenciation des profits sur chacun des maillons de la chaîne gazière permettrait ainsi de faire jouer à la charge d'accès son véritable rôle : financer les coûts de transport sans « subventionner » les autres activités intégrées de l'opérateur historique.

Le modèle présenté constitue ainsi l'assise d'une recherche plus vaste sur l'ouverture à la concurrence du secteur gazier en Amérique du Nord et en Europe. Les quelques voies de recherche mentionnées devront ainsi être approfondies pour élargir le modèle de base et appréhender de manière plus juste la complexité des nouvelles structures industrielles et réglementaires des marchés gaziers.

Annexe I

comparaison des scénarios A et B dans la situation (I) où le monopole est réglementé sur la charge d'accès

la charge d'accès :

$$a^{1A} - a^{1B} = c_t + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \sqrt{X} - c_t - \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) + \sqrt{Y} = \sqrt{Y} - \sqrt{X} > 0 \Rightarrow \boxed{a^{1A} > a^{1B}}$$

Le prix du gaz en aval :

$$P^{1A} - P^{1B} = p_b - \frac{n}{2(n+1)}(p_b - c_g - c_t) - \frac{\sqrt{X}}{2(1+n)} - p_b + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) + \frac{\sqrt{Y}}{2(1+n)} \Rightarrow$$

$$P^{1A} - P^{1B} = \frac{1}{2(n+1)}(p_b - c_g - c_t) + \frac{1}{2(1+n)}(\sqrt{Y} - \sqrt{X}) \Rightarrow \boxed{P^{1A} > P^{1B}}$$

Le profit des entrants :

$$\pi_e^{1A} - \pi_e^{1B} = \frac{\left\{ \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - \frac{1}{2} \frac{\sqrt{X}}{n} \right\}^2}{\sigma(1+n)^2} - \frac{1}{4} \frac{(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)n} + \frac{F}{(1+n)n} > 0 \Rightarrow \boxed{\pi_e^{1A} > \pi_e^{1B}}$$

Le bien-être collectif :

$$W^{1B} - W^{1A} = \frac{(p_b - c_g - c_t)}{8\sigma(1+n)^2} \left\{ [(2n+3)(n+1) - (2n^2+4n)](p_b - c_g - c_t) + 2(n+1)\sqrt{Y} - 2(n+2)\sqrt{X} \right\}$$

$$W^{1B} - W^{1A} = \frac{(p_b - c_g - c_t)}{8\sigma(1+n)^2} \left\{ (n+3)(p_b - c_g - c_t) + 2(n+1)\sqrt{Y} - 2(n+2)\sqrt{X} \right\}$$

Pour signer cette différence, il faut comparer les grandeurs $Z_1 = \{(n+3)(p_b - c_g - c_t) + 2(n+1)\sqrt{Y}\}$ et $Z_2 = \{2(n+2)\sqrt{X}\}$, ce qui peut être fait à travers la comparaison de leurs expressions au carré.

$$Z_1^2 - Z_2^2 = (n+3)^2(p_b - c_g - c_t)^2 + 4(n+1)^2Y - 4(n+2)^2X + 4(n+3)(n+1)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{Y}$$

$$Z_1^2 - Z_2^2 = \{(n+3)^2 + 4n(n+1)^3 - 4n^2(n+2)^2\}(p_b - c_g - c_t)^2 - 4F\sigma\{n(1+n)^3 - 4n(1+n)(2+n)^2\} + 4(n+3)(n+1)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{Y}$$

$$Z_1^2 - Z_2^2 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + (4n^2 + 16n + 12)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\{(p_b - c_g - c_t)^2 - 4F\sigma\}$$

On montre facilement que $\forall (A, B) \in \mathbb{R}_+^2$ avec $A > B$, $\sqrt{A} - \sqrt{B} \leq \sqrt{A-B}$ d'où :

$$\sqrt{(p_b - c_g - c_t)^2 - 4F\sigma} \geq \sqrt{(p_b - c_g - c_t)^2} - \sqrt{4F\sigma}$$

Donc, pour montrer que la différence $Z_1^2 - Z_2^2$ est positive, il suffit de montrer que :

$$\Delta_1 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + (4n^2 + 16n + 12)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\left(\sqrt{(p_b - c_g - c_t)^2} - \sqrt{4F\sigma}\right) \geq 0$$

$$\Delta_1 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + (4n^2 + 16n + 12)\sqrt{n(n+1)}(p_b - c_g - c_t)^2 - (4n^2 + 16n + 12)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\sqrt{4F\sigma} \geq 0$$

Enfin, puisque $\sqrt{n(n+1)} \geq \sqrt{n^2}$, pour montrer que $\Delta_1 \geq 0$, il suffit de montrer que :

$$\Delta_2 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + (4n^2 + 16n + 12)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\sqrt{4F\sigma} > 0$$

$$\Delta_2 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + (4n^2 + 16n + 12)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\sqrt{4F\sigma} > 0$$

$$\Delta_2 = \{-4n^3 - 3n^2 + 10n + 9\}(p_b - c_g - c_t)^2 + 4F\sigma\{3n^4 + 17n^3 + 29n^2 + 15n\} + 8(n+3)(n+1)(p_b - c_g - c_t)\sqrt{n(n+1)}\sqrt{F\sigma} > 0$$

$\Delta_2 = \left\{ \sqrt{3(n+3)(n+1)}(p_b - c_g - c_t) - 2\sqrt{F\sigma} \sqrt{3n(n+3)(n+1)} \right\}^2 + 10n(n+1)(p_b - c_g - c_t)^2 + 4(n+1)(n+3)\sqrt{n(n+1)}(p_b - c_g - c_t)\sqrt{F\sigma} \geq 0$, ce qui est toujours vrai, quelles que soient les valeurs prises par les paramètres d'où : $W^{1B} > W^{1A}$

Annexe II

comparaison des scénarios A et B dans la situation (II) où le monopole est réglementé sur sa part de marchés

La charge d'accès :

$$a^{2A} - a^{2B} = c_t + \frac{1}{2}(p_b - c_g - c_t) - c_t - \frac{1}{2} \frac{3n+n^2}{3n+n^2+1} (p_b - c_g - c_t) > 0 \Rightarrow a^{2A} > a^{2B}$$

Le prix du gaz en aval :

$$P^{2A} - P^{2B} = p_b - \frac{n}{2(n+1)}(p_b - c_g - c_t) - p_b + \frac{1}{2} \frac{(1+n)^2}{1+3n+n^2} (p_b - c_g - c_t)$$

$$\text{Or, } \frac{n}{1+n} \leq \frac{(1+n)^2}{1+3n+n^2}, \text{ donc : } P^{2A} > P^{2B}$$

Le profit du monopole :

$$\pi_m^{2A} - \pi_m^{2B} = \frac{1}{4} \frac{n(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)} - F - \frac{1}{4} \frac{(1+n)^2 (p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+3n+n^2)} + F$$

Pour signer cette différence, il faut comparer $\frac{n}{1+n}$ et $\frac{(1+n)^2}{1+3n+n^2}$:

$$\frac{(1+n)^2}{1+3n+n^2} = 1 - \frac{n}{1+3n+n^2} \text{ et } \frac{n}{1+n} = 1 - \frac{n}{n+n^2}, \text{ ce qui signifie que } \frac{n}{1+n} < \frac{(1+n)^2}{1+3n+n^2} \text{ d'où : } \pi_m^{2B} > \pi_m^{2A}$$

Le profit des entrants :

$$\pi_e^{2A} - \pi_e^{2B} = \frac{1}{4} \frac{(p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+n)^2} - \frac{1}{4} \frac{(1+n)^2 (p_b - c_g - c_t)^2}{\sigma(1+3n+n^2)^2}$$

Pour signer cette différence, il faut comparer $\frac{1}{(1+n)^2}$ et $\frac{(1+n)^2}{(1+3n+n^2)^2}$:

$$\frac{1}{(1+n)^2} = \frac{(1+n)^2}{(1+2n+n^2)^2} > \frac{(1+n)^2}{(1+3n+n^2)^2} \text{ d'où : } \pi_e^{2A} > \pi_e^{2B}$$

Le bien-être collectif :

$$W^{2B} - W^{2A} = \frac{(p_b - c_g - c_t)^2 (1+n)^2 (3n^2 + 10n + 3)}{8\sigma(1+3n+n^2)^2} - F - \frac{(p_b - c_g - c_t)^2 (3n^2 + 4n)}{8\sigma(1+n)^2} + F$$

$$W^{2B} - W^{2A} = \frac{(p_b - c_g - c_t)^2 (4n^4 + 22n^3 + 34n^2 + 18n + 3)}{8\sigma(1+n)^2 (1+3n+n^2)^2} > 0 \text{ d'où : } W^{2B} > W^{2A}$$

Annexe III

comparaison des situations (I) et (II) dans le scénario B où le monopole intervient en aval

$$W^{1B} - W^{2B} = \frac{1}{8} \left\{ \frac{(2n+3)(p_b - c_g - c_i)^2 + 2\sqrt{Y}(p_b - c_g - c_i)}{\sigma(1+n)} \right\} - \frac{2+n}{2(1+n)} F - \frac{1}{8} \left\{ \frac{(p_b - c_g - c_i)^2 (1+n)^2 (3n^2 + 10n + 3)}{\sigma(1+3n+n^2)^2} \right\} + F$$

$$W^{1B} - W^{2B} = \frac{n}{2+2n} F + \frac{1}{8} \frac{(p_b - c_g - c_i)}{\sigma(1+n)(1+3n+n^2)^2} \left\{ -(n^5 + 4n^4 + 2n^3 - 3n^2 - n)(p_b - c_g - c_i) + 2(1+3n+n^2)^2 \sqrt{n(1+n)} \left\{ (p_b - c_g - c_i)^2 - 4F\sigma \right\} \right\}$$

$$W^{1B} - W^{2B} = \frac{1}{8\sigma(1+n)(1+3n+n^2)^2} \left\{ 2(1+3n+n^2)^2 (p_b - c_g - c_i) \sqrt{n(1+n)} \left\{ (p_b - c_g - c_i)^2 - 4F\sigma \right\} + 4F\sigma n(1+3n+n^2)^2 - (n^5 + 4n^4 + 2n^3 - 3n^2 - n)(p_b - c_g - c_i)^2 \right\}$$

Puisque $\forall (A, B) \in \mathbb{R}_+^2$ avec $A > B$, $\sqrt{A} - \sqrt{B} \leq \sqrt{A-B}$, pour montrer que $W^{1B} - W^{2B} \geq 0$, il suffit de prouver que $\Delta_3 \geq 0$ avec :

$$\Delta_3 = 2(1+3n+n^2)^2 \sqrt{n(1+n)} (p_b - c_g - c_i)^2 - 4(1+3n+n^2)^2 (p_b - c_g - c_i) \sqrt{n(1+n)F\sigma} + 4F\sigma n(1+3n+n^2)^2 - (n^5 + 4n^4 + 2n^3 - 3n^2 - n)(p_b - c_g - c_i)^2$$

Enfin, puisque $\sqrt{n(n+1)} \geq \sqrt{n^2}$, pour montrer que $\Delta_3 \geq 0$, il suffit de prouver que :

$$\Delta_4 = 2n(1+3n+n^2)^2 (p_b - c_g - c_i)^2 - 4(1+3n+n^2)^2 (p_b - c_g - c_i) \sqrt{n(1+n)F\sigma} + 4F\sigma n(1+3n+n^2)^2 - (n^5 + 4n^4 + 2n^3 - 3n^2 - n)(p_b - c_g - c_i)^2 \geq 0$$

$$\Delta_4 = (n^5 + 8n^4 + 20n^3 + 15n^2 + 3n)(p_b - c_g - c_i)^2 - 4(1+3n+n^2)^2 (p_b - c_g - c_i) \sqrt{n(1+n)F\sigma} + 4F\sigma n(1+3n+n^2)^2 \geq 0$$

$$\Delta_4 = \left[(1+3n+n^2) \sqrt{n+1} (p_b - c_g - c_i) - 2(1+3n+n^2) \sqrt{F\sigma n} \right]^2 + (n^4 + 3n^3 - 2n^2 - 4n - 1) (p_b - c_g - c_i)^2 \geq 0$$

Or, $\forall n \geq 2$, $n^4 + 3n^3 - 2n^2 - 4n - 1 \geq 0$ ce qui signifie que : $\forall n \geq 2, W^{1B} > W^{2B}$

BIBLIOGRAPHIE

- AIE 1995 : « The IEA Natural Gas Security Study », OCDE, Paris.
- AIE 1994 : « The Natural Gas Transportation Organisation and Regulation », OCDE, Paris.
- ARMSTRONG M., DOYLE C. 1995 : « The economics of access pricing », Rapport établi pour la division « Competition and Consumer Policy » de l'OCDE.
- ARMSTRONG M., DOYLE C. et VICKERS J. 1996 : « The access pricing problem : a synthesis », *Journal of Industrial Economics*, Vol. XLIV, N°2, Juin, pp. 131-149.
- BAUMOL W. et SIDAK G. 1995 : « Transmission pricing and stranded costs in the electric power industry », The AEI Press, Publisher for the American Enterprise Institute, Washington DC.
- ECONOMIDES N. et WHITE L. 1995 : « Access and Interconnection Pricing : How Efficient is the "Efficient Component Pricing Rule" ? »; *Antitrust Bulletin*; 1995.
- Energy Information Administration 1995 : « Natural Gas 1995 : Issues and Trends », DOE, Office of Oil and Gas, Washington.
- Energy Information Administration 1996 : « Natural Gas 1996 : Issues and Trends », DOE, Office of Oil and Gas, Washington.
- Energy Information Administration 1998 : « Natural Gas 1998 : Issues and Trends », DOE, Office of Oil and Gas, Washington.
- Energy Information Administration (1997), « Natural Gas Annual 1996 », *Office of Oil & Gas, US Department of Energy (EIA/DOE)*.
- Energy Information Administration (EIA), 2000, « Retail Unbundling », Office of Oil & Gas, US Department of Energy (EIA/DOE)
- KLEIN C. 1993 : « A comparison of cost-based pricing rules for natural gas distribution utilities », *Energy Economics*, Juillet, pp. 176-182.
- PERROT A. 1995 : « Ouverture à la concurrence dans les réseaux : l'approche stratégique de l'économie des réseaux », *Economie et Prévision*, N°119, pp. 59-71.
- PERROT A. 1997 : « Réglementation et concurrence », *Laboratoire d'économie industrielle, Collection ESA, Economica*.
- VICKERS J. 1995 : « Competition and regulation in vertically related markets », *Review of Economic Studies*, 62, pp. 1-17.

Table des matières

I. La modélisation du marché gazier américain : hypothèses, cadre général et scénarios retenus	2
A. Les faits stylisés du marché gazier sur l'Etat de New York.	2
1. Les acteurs en présence	3
a) La Compagnie de distribution locale.	3
b) Les entrants sur le marché.	4
2. La réglementation en vigueur.	5
B. Modélisation et scénarios retenus	5
1. Les hypothèses et le cadre général du modèle	6
2. La question de l'intervention du monopole sur le marché aval	6
3. Les processus réglementaires envisagés	6
II. Résolution et résultats du modèle : le triptyque « Structures de l'Industrie/Réglementation/Tarification de l'Accès des Tiers au Réseau »	7
A. Etapes du jeu et résolution	7
SCENARIO 1 : la réglementation du niveau de la charge d'accès	8
SCENARIO 2 : la réglementation de la part de marché du monopole	15
B. Comparaison des scénarios réglementaires et situation optimale pour la collectivité	18
1. Le cas de la réglementation sur la charge d'accès	19
2. Le cas de la réglementation sur les parts de marché du monopole	20
3. Vers une réglementation de la charge d'accès ou de la part de marché du monopole ?	21
CONCLUSION	22
Annexe I	25
Annexe II	26
Annexe III	27
BIBLIOGRAPHIE	28