

**Market Power in Electricity Markets, Underinvestment and ISO
Procurement.
What Efficiency of the Remedy to Market Power?**

**Guy MEUNIER et Dominique FINON
CIRED, EHESS et CNRS**

**Draft version française
Projet de présentation au Colloque de la North American Association of Energy
Economists, Ann Arbor, 24-27 Septembre 2006**

Résumé

On se focalise ici sur le risque de sous-investissement par rapport à un optimum de planificateur ou de concurrence sur un marché électrique. Etant donné l'oligopolisation des marchés de l'électricité, les gouvernements craignent que le marché ne permette pas la réalisation d'investissements suffisants en capacité pour faire monter les prix, ce qui, compte tenu des caractères de l'électricité, peut créer aussi des risques de défaillance du système en pointe. Cette crainte repose sur le fait que sur un marché concentré, les acteurs utilisent leur pouvoir de marché et peuvent s'écarter de l'optimum social et réaliser des profits strictement positifs. Dans de telles conditions, on teste ici l'intérêt de laisser le gestionnaire de réseau puisse passer des contrats de long terme pour la fourniture d'électricité ou développer ses propres équipements pour pallier par ce moyen le sous-investissement du marché, notamment en pointe.

En considérant un modèle de concurrence entre un monopole producteur et un ISO/régulateur bienveillant qui peut investir et produire, nous établissons que ce système permettrait effectivement de compenser la perte due à l'exercice de pouvoir de marché du monopole sur le long terme par le canal suivant : sachant que le gestionnaire de réseau peut compléter l'investissement du monopole, le monopole anticipant cette action du gestionnaire de réseau investit plus que si il n'y avait pas menace d'action d'investissement du régulateur.

On montre aussi qu'en investissant suffisamment, le monopole peut conserver un profit strictement positif, mais que le gestionnaire de réseau ne peut pas rétablir l'optimum de long terme. L'explication de cette incapacité se trouve dans l'exercice de pouvoir de marché du monopole sur le court terme. A partir d'un certain seuil de capacité de production du gestionnaire de réseau, le monopole produira moins que ce que ne lui permet sa capacité, ce qui engendre des pertes pour la société que le gestionnaire prend en compte.

La libéralisation du secteur de l'électricité a modifié les incitations des entreprises électriques à investir. A côté de l'incomplétude des marchés qui empêche l'établissement de prix de long terme lisibles pour les investisseurs, les entreprises en oligopole peuvent développer des stratégies d'investissement dans différentes directions qui éloignent de l'optimum : surinvestir pour dissuader les entrées, ou à l'inverse sous-investir dans une stratégie dynamique à la Cournot. La question se complexifie si l'on distingue les différents marchés horaires, notamment ceux de pointe et d'extrême pointe par rapport aux autres marchés alimentés par les équipements de base. L'investissement en capacité de pointe peut faire l'objet de stratégies spécifiques de rétention d'investissement en sus des stratégies de court terme de rétention de capacité, alors qu'est en jeu la disponibilité de la fourniture pendant ces périodes de tension sur les capacités dans le futur.

Les régulateurs se sont emparés de la question de l'investissement en capacité de pointe pour que soit assurée dans la durée le développement de capacités pour assurer un taux de réserve suffisant, en considérant d'abord les difficultés d'investissement en pointe accrues par leurs choix de mettre un plafond de prix. Divers instruments de capacité sont ainsi proposés pour donner un complément de revenus aux équipements de pointe : paiement de capacité, obligation de capacité avec échanges, obligation de contrats de « reliability options ». Mais des outils plus directs sont aussi envisagés comme la constitution de réserve de capacité par le gestionnaire de réseau (on l'appellera ici ISO), et surtout la programmation des capacités combinée à l'appel d'offres pour des contrats de long terme encadrant l'investissement en unité de pointe en cas d'identification d'un risque de déficit de capacité.

A notre connaissance il y a peu d'exercice analytique sur ce type d'instruments¹. Pourtant que ce dispositif est critiqué pour son effet d'aubaine pour les candidats prêts à investir sans ce dispositif ; il constitue une désincitation à investir en unités de pointe, ce qui conduit à un auto-entretien du dispositif. Cette question pourrait faire l'objet d'une analyse en termes de jeu séquentiel. Mais nous aborderons ici la question de l'efficacité de ce dispositif sous un tout autre angle : la concurrence imparfaite qui conduit les producteurs à développer une stratégie de sous-investissement, en particulier en pointe et la possibilité pour le régulateur de contrer leur jeu en menaçant de procéder au développement de capacité par un appel d'offres pour des contrats de long terme avec l'ISO.

¹ Joskow et Tirole (2004) étudient une situation avec entrée libre pour des investisseurs en unité de pointe grâce à l'obtention d'un contrat de long terme avec l'ISO. L'ISO contracte pour des capacités de pointe afin d'assurer la sécurité de fourniture en pointe. Dans leur modèle l'action de l'ISO n'est pas justifiée puisque l'optimum serait atteignable par le marché. Ici on se situera précisément dans une situation où les stratégies d'oligopole ou de monopole empêchent d'atteindre l'optimum

Joskow et Tirole analysent les distorsions créées par l'action de l'ISO. L'analyse porte sur les inefficacités de deux situations concrètes:

1. 'out of merit dispatching' : l'ISO considère que les capacités contractées sont de coût nul et les utilise en permanence,
2. 'uplift' : l'ISO dispatche correctement, mais, comme il ne reçoit pas le prix de l'électricité il met en place une taxe pour payer ses contrats.

Joskow et Tirole montrent que, si l'ISO peut récupérer le prix de l'électricité qu'il dispatche, l'optimum est atteint si il contracte pour une quantité de capacités de pointe inférieure à l'optimum.

La question posée est la suivante : en quoi la menace d'intervention du régulateur peut inciter les producteurs en concurrence à investir ?

Pour simplifier on assimile le régulateur et le gestionnaire de réseau sous l'hypothèse de leur b n volence commune (maximisation du surplus collectif). Dans cette situation où le gestionnaire du réseau peut investir soit directement soit indirectement via un contrat de long terme , la possibilité qu'il intervienne doit être prise en compte par les firmes lors de leur choix d'investissement. Deux problèmes sont alors posés :

-  tant donné le comportement stratégique de court terme des firmes, le gestionnaire de réseau peut avoir des difficultés à rétablir l'optimum de long terme. En effet si les firmes sont incitées à sous-produire sur le court terme, il peut être difficile pour le gestionnaire de réseau de trouver le niveau optimal d'investissement pour qu'ensuite le prix s'égalise avec le coût marginal de long terme, ce qui peut le conduire à surinvestir et mettre en faillite les oligopoleurs;
- seconde difficulté du côté des oligopoleurs anticipant le comportement du gestionnaire de réseau : ils vont investir en moyen de production de façon à maximiser leurs profits ; cependant il n'est pas garanti qu'ils peuvent obtenir des profits strictement positifs, étant donné l'intervention du gestionnaire du réseau.

Nous proposons d'analyser ce problème à l'aide d'un modèle simple mettant un monopole face à un gestionnaire de réseau bienveillant. On présente d'abord le modèle, puis on discute l'objectif du gestionnaire de réseau, enfin on résout le modèle est résolu.

1. Le modèle du jeu entre l'ISO investisseur et un producteur monopoliste

La situation analys e est celle d'un monopole en interaction stratégique avec le gestionnaire de réseau. Le choix de ne considérer qu'une firme unique permet de se focaliser sur l'interaction avec le gestionnaire de réseau sans s'encombrer des interactions stratégiques entre firmes. De la même façon on simplifie le problème de l'investissement en ne considérant qu'une technologie et qu'un seul marché sans distinction des marchés horaires de pointe et de base.

Le modèle est en trois étapes, avec deux étapes d'investissement en capacités de production et une étape de production :

- le monopole commence par investir dans des capacités de production, la quantité de capacité choisie est notée k_I .
- ensuite, le gestionnaire de réseau observe cet investissement et investit à son tour dans une capacité de production, notées k_{ISO} . (Le coût unitaire des capacités est identique pour les deux acteurs : I).
- Une fois les capacités en place, les acteurs produisent de l'électricité.

Le monopole maximise son profit et le gestionnaire de réseau le surplus social,

Le coût marginal de production est constant et identique pour les deux acteurs et noté c , les quantités produites sont q_I et q_{ISO} .

La demande inverse d'électricité est notée $p(.)$ décroissante et log-concave avec $p(0) > c + I$.

On suppose qu'il existe une quantité optimale notée k^* telle que $p(k^*) = c + I$ et une quantité k^{**} telle que $p(k^{**}) = c$.

On suppose que le gestionnaire de réseau vend l'électricité qu'il produit sur le marché de façon à juste amortir ses investissements et à se rembourser de ses coûts variables. Ainsi, aucune taxe sur le prix de l'électricité n'est prélevée.

Le modèle peut donc se résumer ainsi :

1. Le monopole choisit k_I
2. l'ISO choisit k_{ISO}
3. Le monopole et l'ISO choisissent les quantités q_I et q_{ISO} , les capacités étant fixées.

Le profit de la firme est : $\pi_1 = (p(q) - c) \cdot q_1 - I \cdot k_1$,

Celui du gestionnaire de réseau est : $\pi_{ISO} = (p(q) - c) \cdot q_{ISO} - I \cdot k_{ISO}$.

Nous considérerons les équilibres parfaits en sous-jeux et nous procéderons dans une démarche à rebours en commençant par résoudre la dernière étape.

Les trois fonctions objectifs qui vont interagir dans le jeu sont :

i. la maximisation du surplus des consommateurs qui est l'objectif du régulateur :

$$S(q) = \int_0^q p(u) du - p(q)q$$

ii. la maximisation du profit du gestionnaire de réseau : $\pi_{ISO} = (p(q) - c) \cdot q_{ISO} - I \cdot k_{ISO}$

ii. la maximisation du profit de la firme : $\pi_1 = (p(q) - c) q_1 - I \cdot k_1$

Mais le régulateur et l'ISO étant confondus, il convient de préciser la fonction objectif de l'ISO/régulateur.

2. Les objectifs du gestionnaire de réseau :

On doit définir le comportement du gestionnaire de réseau pendant les étapes 2 et 3.

Le gestionnaire de réseau contrairement à la firme ne cherche à maximiser son profit ni sur le court terme ni sur le long terme. Le gestionnaire de réseau est assimilé ici au régulateur dont l'objectif doit être précisé. Deux visions du régulateur s'opposent :

- la plus optimiste est celle du régulateur bienveillant cherchant à maximiser le surplus social,

- la plus pessimiste est celle du régulateur ‘capturé’ permettant à la firme de maximiser son profit.

Le résultat de chacune de ces situations est un optimum de Pareto, éventuellement sous contrainte budgétaire, l’un étant favorable aux consommateurs l’autre à la firme. Dans la première perspective que l’on retient ici, l’objectif du régulateur est la maximisation de la somme du surplus des consommateurs et du profit de la firme sous des contraintes à préciser.

Le régulateur fusionné avec l’ISO intervient directement sur le marché en vendant de l’électricité plutôt qu’en imposant des contraintes aux acteurs (prix plancher, prix plafond, menus de contrats réglementaires, quotas) en asymétrie d’informations comme dans les modèles courants. On devrait donc considérer qu’il maximise son profit dans la fonction objectif correspondant à l’ISO/régulateur.

Mais en fait on fait le choix méthodologique inverse. Puisque le gestionnaire de réseau est assimilé à un régulateur, il est le représentant des consommateurs qui ne cherche à maximiser pas un profit de monopole. Il maximise la fonction $S(p)$ sous contraintes de profits positifs $\pi_{ISO} \geq 0$ et $\pi_I \geq 0$. Dans une telle situation, il annule le profit de long terme du monopole et le sien, c’est-à-dire qu’il sature systématiquement les deux contraintes².

Le gestionnaire de réseau maximise donc le surplus social, ce qui s’écrit :

$$W(q) = S(q) + (\pi_1 + \pi_{ISO}) = \int_0^q p(u) du - C_1(q_I) - C_{ISO}(q_{ISO})$$

Les coûts ont une structure différente selon l’horizon auquel on se situe.

- Sur le long terme un monopole bienveillant choisit une capacité k permettant de maximiser $W(q)$ sous la contrainte $q \leq k$. Dans ce cas la contrainte est saturée ; le coût de long terme est $C(q) = (c+I)q$; l’optimum est atteint en k^* , le prix est égal au coût marginal de long terme.
- Sur le moyen terme, une capacité k étant installée, il s’agit de décider de l’installation éventuelle de nouvelles capacités.
Le coût est alors $cq + I \cdot \max(q-k, 0)$ si l’on est dans une situation de surcapacité $q \leq k$ et le prix est compris entre le coût marginal de court terme et le coût marginal de long terme.
Sinon, de nouvelles capacités sont installées et le prix est égal au coût marginal de long terme.
- Sur un horizon tel que de nouvelles capacités ne peuvent être installées, soit le prix est égal au coût marginal de court terme, soit les capacités sont saturées et on se retrouve dans le cas précédent.

On procède à présent à la résolution de notre problème par la démarche à rebours : résolution de la concurrence en production, choix d’investissement de l’ISO si le

² Cependant il est possible qu’il ne sature qu’une seule des contraintes, peut-être la sienne et pas celle du monopole. Nous n’étudions pas cette situation mais cela pourrait être intéressant.

Ainsi, l'équilibre dépend des quantités k_I et k_{ISO} .

Les quantités produites à l'équilibre sont notées $q_I^N(k_I, k_{ISO})$ et $q_{ISO}^N(k_I, k_{ISO})$.
La quantité totale est notée $q^N(k_I, k_{ISO})$.

4. Résolution de la deuxième étape : le choix d'investissement de l'ISO

Le monopole ayant investi dans la capacité de production k_I , le gestionnaire de réseau investit à son tour.

Son objectif est la maximisation de $W(q^N(k_I, k_{ISO}))$ qui ne dépend plus que de k_{ISO} , k_I étant fixé.

$$W(k_I, k_{ISO}) = \int_0^{q^N} p(u) du - c \cdot q^N(k_I, k_{ISO}) - I \cdot k_{ISO}$$

Le gestionnaire de réseau choisira une quantité inférieure à k^{**} et il saturera ses capacités à l'équilibre de production ainsi $q^N(k_I, k_{ISO}) = q_I^N(k_I, k_{ISO}) + k_{ISO}$.

La production est continue sous la contrainte de capacité de l'ISO, mais elle n'est pas dérivable en une quantité.

C'est la quantité $r^{-1}(k_I)$ à partir de laquelle le monopole ne sature plus ses capacités.
Si l'équilibre est intérieur, $k_{ISO} > 0$, la condition du premier ordre est:

$$W'(k_{ISO}) = (p - c) \cdot \frac{\partial q^N}{\partial k_{ISO}} + p - (c + I) = 0$$

Si à l'équilibre le monopole sature ses capacités, ce qui est le cas si k_{ISO} est petit, sa production n'est pas modifiée par un changement infinitésimal de la quantité de capacité choisie par l'ISO : $\frac{\partial q^N}{\partial k_{ISO}} = 0$.

Dans ce cas l'optimum est atteint en $k_{ISO} = k^* - k_I$. Le gestionnaire de réseau investit de façon à ce que les capacités totales en place correspondent à l'optimum de long terme.

Dans cette situation à l'équilibre de l'étape de production $q^N = k^*$ et $p = c + I$.

Par contre, pour une quantité k_{ISO} suffisamment importante, le monopole ne sature pas ses capacités. Dans ce cas :

$$-1 < \frac{\partial q_{prod}}{\partial k_{ISO}} = r' < 0 \text{ si l'équilibre est intérieur ;}$$

le gestionnaire de réseau investit de telle sorte que :

$$p = c + \frac{I}{1 + r'} > c + I$$

Ainsi les capacités installées et les quantités d'électricité produite sont différentes de l'optimum de long terme. Ceci vient du fait que le gestionnaire de réseau prend en compte la perte liée à la production d'électricité par de nouvelles

capacités plutôt que par celles déjà installées. Même si le gestionnaire de réseau peut forcer la situation en investissant suffisamment pour que $p=c+I$, cela n'est pas optimal.

Graphiquement, en reprenant le schéma précédent et en ajoutant la droite $p=k^*$, on voit que l'essentiel se situe au point d'intersection de cette droite et de r , la fonction de réaction sans contrainte de capacité du monopole (droite en pointillés).

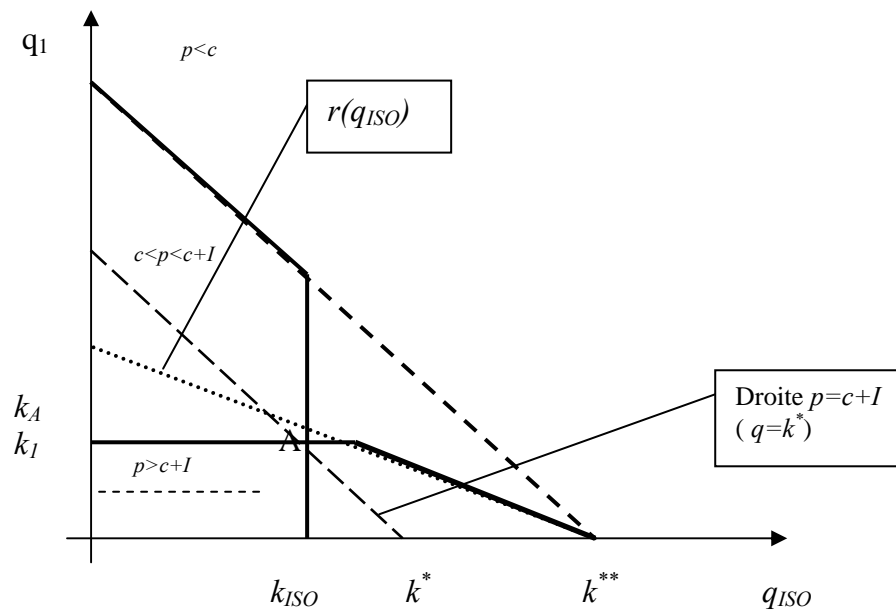
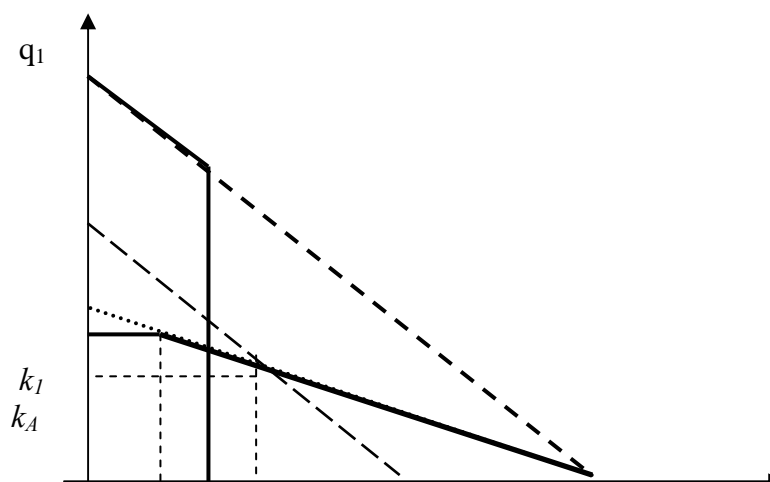


Figure 2 : Choix de capacité optimale de l'ISO.

Si la quantité de capacités du monopole est inférieure à l'abscisse du point A, l'ISO peut atteindre l'optimum social en complétant les capacités jusqu'à k^* . L'équilibre se situe alors sur la droite $p=c+I$.

Le second cas est plus intéressant (il est représenté en figure 3). C'est celui où le monopole ayant suffisamment investi, le gestionnaire de réseau ne peut plus obtenir l'optimum de long terme. Cette situation se réalise si la capacité k_I développée par le monopole est supérieure à k_A ordonnée du point A sur le graphique de la figure 2.

Il n'est pas garanti dans ce cas qu'il existe une solution intérieure au problème de l'ISO en raison du point de non-dérivabilité. Dans cette situation, le surplus W est croissant avant ce point ; par contre après ce point, il peut aussi bien être croissant ou décroissant. Il est même possible que la solution du problème ne soit pas unique.



Est-ce que de telles situations peuvent faire partie d'un équilibre ? Autrement dit, le monopole a-t-il intérêt à choisir une quantité de capacités supérieure à k_A ? Pour que cela soit le cas, une condition minimum est que cela lui rapporte un profit positif,

Résultats 1 : Ces résultats sont résumés ainsi.

Si $k_I \leq k_A$:

- $k_{ISO} = k^* - k_I$,
- Les productions et prix d'équilibre sont : $q^N = k^*$, $p = c + I$
- Les profits sont nuls : $\pi_I = 0$, $\pi_{ISO} = 0$

Si $k_I > k_A$:

- $k_{ISO} < k^* - k_A$,
- à l'équilibre, $q^N = q_I^N + k_{ISO}$ et $p > c + I$
- Le profit du gestionnaire de réseau est strictement positif : $\pi_{ISO} > 0$.

Discussion . Nous ne pouvons pas clairement définir k_A , car il est possible que ce seuil de capacité n'existe pas. La condition nécessaire pour qu'il existe est que la fonction de réaction du monopole r sans contrainte de capacité croise la droite $p = c + I$. Pour que cela soit le cas, il suffit que la production de monopole sans contrainte de capacité $r(0)$ soit inférieure à k^* . Ce qui est le cas pour des fonctions de demande peu élastiques.

5. Résolution de la première étape : le choix de capacité du monopole

Le monopole choisit la quantité de capacité pour laquelle il doit investir en prenant en compte la réaction du gestionnaire de réseau à ce choix et ses conséquences sur son profit. Comme souligné plus haut, pour une quantité inférieure ou égale à k_A , le profit du monopole est nul. Notre problème est de savoir si le monopole en choisissant une quantité $k_I > k_A$ peut réaliser un profit strictement positif.

Une situation qui pourrait empêcher la réalisation de profit positif serait la suivante : le monopole ayant investi dans des capacités de production, le gestionnaire investit à son tour,

le prix est supérieur au coût marginal de long terme,

mais le monopole ne vend pas assez d'électricité pour amortir ses investissements.

Même, si une telle situation n'est pas exclue par le modèle, le monopole peut l'éviter.

Résultats 2 :

En effet , à l'équilibre global de ce jeu, on a :

$$k_I > k_A,$$

$$k_{ISO} = r^{-1}(k_I) < k^* - k_I,$$

le monopole et le gestionnaire de réseau produisent à pleine capacité : $q^N = k_I + k_{ISO}$,

le prix est supérieur au coût marginal de long terme : $p > c + I$.

les profits sont strictement positifs : $\pi_{ISO} > 0, \pi_1 > 0$

La démonstration de ce résultat repose sur l'idée suivante : si pour k_I suffisamment grand, le gestionnaire de réseau investit dans $k_{ISO} > r^{-1}(k_I)$ qui maximise le surplus social. Le monopole est alors en surcapacité ($r(k_{ISO}) < k_I$).

Dans ce cas, le monopole peut décider par anticipation de diminuer sa capacité à investir sans entraîner d'investissement supplémentaire de la part du gestionnaire de réseau car le surplus social reste maximal au même point le long de la fonction r .

Ainsi, le monopole peut choisir une quantité de capacité de telle sorte que

$$k_{ISO} = r^{-1}(k_I).$$

Il n'est alors plus en surcapacité ($q_I^N = r(k_{ISO}) = k_I$) et, comme le prix est supérieur au coût marginal de long terme, son profit de long terme est strictement positif.

6. Conclusions et perspectives

On s'est focalisé ici sur le risque de sous-investissement par rapport à un optimum de planificateur ou de concurrence sur un marché électrique. Etant donné l'oligopolisation des marchés de l'électricité, les gouvernements craignent que le marché ne permette pas la réalisation d'investissements suffisants en capacité pour faire monter les prix, ce qui, compte tenu des caractères de l'électricité, peut créer aussi des risques de défaillance du système en pointe. Cette crainte repose sur le fait que sur un marché concentré les acteurs utilisant leur pouvoir de marché peuvent s'écarter de l'optimum social et réaliser des profits strictement positifs. Dans de telles conditions, il est envisagé que le gestionnaire de réseau puisse engager des contrats de long terme pour la fourniture d'électricité et pallier par ce moyen le sous-investissement du marché.

En considérant un modèle de concurrence entre un ISO/régulateur qui peut investir et produire et un monopole producteur, nous avons établi que ce système permettait effectivement de compenser la perte due à l'exercice de pouvoir de marché du monopole sur le long terme par le canal suivant : sachant que le gestionnaire de réseau peut compléter l'investissement du monopole, le monopole anticipant cette action du gestionnaire de réseau investit plus que si il n'y avait pas menace d'action d'investissement du régulateur.

On montre aussi qu'en investissant suffisamment, le monopole peut conserver un profit strictement positif, mais que le gestionnaire de réseau ne peut pas rétablir l'optimum de long terme. L'explication de cette incapacité se trouve dans l'exercice de pouvoir de marché du monopole sur le court terme. A partir d'un certain seuil de

capacité de production du gestionnaire de réseau, le monopole produira moins que ce que ne lui permet sa capacité, ce qui engendre des pertes pour la société que le gestionnaire prend en compte.

Ce résultat est donc sensible à l'objectif du gestionnaire de réseau, qui est de maximiser le surplus des consommateurs et cherche à annuler systématiquement le profit du monopole. Cet exercice pourrait être prolongé dans deux directions afin d'en augmenter la pertinence. D'une part, il est peu probable que le gestionnaire de réseau investit dans des moyens de production de base. Il pourrait donc être intéressant d'introduire plusieurs états de la demande et plusieurs technologies. Cela permettrait, entre autres, de comprendre les répercussions de l'appel d'offres pour des capacités de pointe sur les incitations à investir en moyens de productions de base (du fait de l'érosion possible des rentes infra-marginales). D'autre part, la situation de monopole considérée ici étant particulière, l'analyse d'une situation d'oligopole permettrait de comprendre comment les interactions entre les firmes modifient l'équilibre du jeu.

Bibliographie

Joskow, P., Tirole J., 2004 '*Reliability and Competitive Electricity Markets*', Working Paper, MIT Electricity Policy Group

Laffont, J.-J., Martimort, D., 2002, '*The Theory of Incentives*', Princeton, Princeton University Press

Peltzman, S., 1976, 'Toward a More General Theory of Regulation', *Journal of Law and Economics*, 19, p. 211-240

Spulber, D.F., 1989 '*Markets and regulation*', Cambridge (Mass.), MIT Press