

# Quelques éléments de modélisation sur le marché de l'électricité

*David Spector*  
*CNRS – Paris School of Economics*

*séminaire GIS-LARSEN*  
*26 janvier 2009*

# Deux sujets d'actualité pour les autorités de concurrence

- Les contrats de long terme
  - Affaire Exeltium
  - Méfiance de la Commission européenne
  - Plusieurs procédures Article 82 en cours
  - Questions
    - Impact sur l'entrée de concurrents
    - Impact sur les prix et le bien-être des consommateurs
- Comment sortir des tarifs régulés?
  - Horizon 2010?
  - Contradiction entre concurrence et tarifs régulés: la décision Direct Energie
  - Mécanismes possibles pour protéger les consommateurs français?

# Modèle simplifié de concurrence en prix avec contraintes de capacités

- Modèle simplifié
  - Duopole nucléaire
  - Capacités  $K_1 > K_2$
  - Coût marginal  $c$ , coût marginal du moyen immédiatement plus coûteux =  $C$  (concurrence parfaite)
  - Rente de monopole =  $C - c$
  - Demande  $D < K_1 + K_2$
  - Prix discriminatoire mais unique (concurrence en prix, pas en courbes d'offres)
- Si  $K_2 > D$ , équilibre  $p = c$
- Sinon, pas d'équilibre en stratégies pures
- Equilibres en stratégies mixtes?

# La concurrence oligopolistique

- Résultat théorique
  - Support des stratégies = intervalle
  - Bornes nécessairement identiques
  - Pas d'atome à la borne inférieure
  - Impossible d'avoir deux atomes à la borne supérieure de l'intervalle
  - Atome uniquement dans la stratégie de 1: vérifier dans le cas  $D > K_1$
- On vérifie que le support est de la forme  $[m, C]$  avec  $m > c$
- Chaque offreur est indifférent entre tous les prix sur cet intervalle
- Offreur 1:  $(C-c)(D-K_2) = (m-c)\text{Min}(D, K_1) = E\pi_1$
- Offreur 2:  $E\pi_2 = (m-c)K_2 = (C-c)K_2(D-K_2)/\text{Min}(D, K_1)$
- Niveau global des prix =  $(E\pi_1 + E\pi_2)/D = c + (C-c)(1 - K_2/D)(1 + \text{Max}(K_2/D, K_2/K_1)) < C$

# Résultats

- Profits : D donné, 3 domaines distincts

Configuration de capacité	Profits	interprétation
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>K_1 &gt; K_2 &gt; D</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\pi_1 = 0</math></li> <li>▪ <math>\pi_2 = 0</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ pas de contrainte de capacité</li> <li>▪ concurrence en prix pure</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>K_1 &gt; D &gt; K_2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\pi_1 = (C-c)(D- K_2)</math></li> <li>▪ <math>\pi_2 = (C-c)(D- K_2) K_2 / D</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 : pivotale, exerce pouvoir de marché</li> <li>▪ 2 : « sous l'ombrelle de 1 »</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>K_1 + K_2 &gt; D &gt; K_1 &gt; K_2</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <math>\pi_1 = (C-c)(D- K_2)</math></li> <li>▪ <math>\pi_2 = (C-c)(D- K_2) K_2 / K_1</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1 et 2 pivotaux</li> <li>▪ 2 : « sous l'ombrelle de 1 »</li> </ul>

$$p - c = \sum_{i=1}^2 \frac{d_i}{D} (p_i - c) = \frac{\Pi_1 + \Pi_2}{D}$$

# Interprétation

- Que se passerait-il si on partageait en 2 le parc nucléaire optimal?
- Parc optimal disponible = 62 GW (en pratique: environ 40 GW après exportations et maintenance)
- Demande minimale observée  $\approx 38$  GW
  - En moyenne 50 GW pendant la période de marginalité du nucléaire
- $K_1=K_2=31$
- Marge unitaire =  $2(C-c)(D- K_2)/D=0,8(C-c)$ 
  - Conservation de 80% de la rente de monopole!
- A comparer à la situation réelle
  - Parc nucléaire disponible après exportations d'environ 40 GW
  - VPP de 5 GW

# Enchère à prix uniforme

- Unique équilibre: prix = prix de monopole
  - Il existe un équilibre dans lequel l'un des duopolistes annonce le prix  $c$  et l'autre le prix  $C$ .
- Pouvoir de marché accru
- Mais moindre volatilité des prix et plus grande efficacité productive

# Les contrats à long terme

- Modèle de référence: Cournot linéaire (cf. Allaz-Vila)
  - Augmentent les quantités d'équilibre
  - Intuition: chacun tente d'être un leader de Stackelberg en première période
  - Cela fait baisser les prix
- Attention, logique inverse en Bertrand (Mahenc-Salanié)
  - Parce que les prix sont compléments stratégiques
  - Chaque producteur achète à long terme pour augmenter la demande future
- Applicabilité à l'électricité?  
  
⇒ retour au modèle de concurrence en prix (discriminatoires)

# Les contrats à long terme: modèle statique

- On suppose  $D > K_1 > K_2$ 
  - Pertinent à court et moyen terme en France
- Le producteur 1 n'a intérêt à vendre qu'à un prix supérieur à  $C$ , ce qui est impossible (sauf à tenir compte de l'aversion au risque de la part des acheteurs)
  - Intuition
    - Marché futur résiduel plus concurrentiel
    - Répartition des capacités plus symétrique sur marché futur résiduel
- Le petit producteur a intérêt à céder de l'électricité à long terme si le prix nucléaire implicite excède  $c + (C - c)(D - K_2) K_2 / K_1$ 
  - Intuition: il a un plus grand besoin de « sécuriser » ses volumes de vente
  - Moindre préoccupation de l'impact sur le marché spot futur (à la limite, le petit producteur peut vendre toute sa capacité à long terme)
- Impact distributif opposé pour les signataires des contrats de long terme (gros industriels) et les autres, qui restent sur le marché spot

# Les contrats à long terme: modèle dynamique

- On suppose toujours  $D > K_1 > K_2$ 
  - Pertinent à court et moyen terme en France
- Producteur 1 seul sur le marché, entrant potentiel
- Timing
  - Le producteur 1 signe des contrats de long terme
  - Le producteur 2 décide de sa capacité
  - Concurrence spot
- A capacité de l'entrant donnée, les contrats de long terme intensifient la concurrence
- Mais ils ont par ailleurs pour effet de diminuer la capacité choisie par l'entrant
- Impact ambigu
  - Sur les incitations du monopole initial
  - Sur les prix sur le marché spot futur

# Les différents scénarios possibles de dérégulation

- Objectifs
  - Marché de détail dérégulé
  - Incitations efficaces (tenant compte du vrai coût de l'électricité marginale, coût écologique inclus)
  - Développement de la concurrence
  - Eviter de priver les consommateurs français de la « rente nucléaire »
    - Idée: le parc nucléaire actuel est inférieur au parc optimal (durée de marginalité d'environ 5%, alors que l'optimum est sans doute supérieur à 40%), et pourrait le rester durablement en raison des contraintes politico-administratives
    - De ce fait, la rémunération de l'énergie nucléaire excède son coût complet
    - Remarque: on pourrait considérer que cela n'est pas grave puisque l'Etat est actionnaire d'EDF à 84%
  - Tout en préservant les incitations à investir dans le nucléaire

# Les différents scénarios possibles de dérégulation

- Objectifs
  - Marché de détail dérégulé
  - Incitations efficaces (tenant compte du vrai coût de l'électricité marginale, coût écologique inclus)
  - Développement de la concurrence
  - Eviter de priver les consommateurs français de la « rente nucléaire »
    - Idée: le parc nucléaire actuel est inférieur au parc optimal (durée de marginalité d'environ 5%, alors que l'optimum est sans doute supérieur à 40%), et pourrait le rester durablement en raison des contraintes politico-administratives
    - De ce fait, la rémunération de l'énergie nucléaire excède son coût complet
    - Remarque: on pourrait considérer que cela n'est pas grave puisque l'Etat est actionnaire d'EDF à 84%
  - Tout en préservant les incitations à investir dans le nucléaire

# Les différents mécanismes possibles pour accompagner la dérégulation du marché de détail

- VPP
  - Solution mise en œuvre comme « remède » à la suite de l'acquisition de EnBW par EDF
  - Vente aux enchères d'options d'achat d'un ruban au coût marginal du nucléaire (8€/MWh), pour une durée de 5 ans (la CRE préconise 15 ans)
  - Pas de clause de destination / Impact d'une telle clause?
- Mécanisme « Direct Energie »
  - Vente aux enchères du droit d'acheter un ruban à un coût voisin du coût complet de la production nucléaire (à partir de 2012)
  - Clause de destination « renforcée »: pénalité pour le ruban revendu sur le marché de gros (sous la forme d'une clause asymétrique: l'acheteur rembourse EDF si le prix Euronext excède le prix contractuel, mais subit la perte sinon)
- Autre mécanisme possible
  - EDF vend à tout opérateur présent sur le marché français le ruban théoriquement consommé par ses clients aval (en supposant ceux-ci équivalents au client « moyen ») ayant contracté au 31/12 de l'année précédente, à un prix voisin du coût complet du nucléaire
  - Pas de clause de destination / variante avec clause de destination

# Les VPP sans clause de destination

## Analyse théorique simple

- Le coût marginal du ruban est égal au prix de marché en l'absence de clause de destination
- Dans l'hypothèse d'une concurrence parfaite hors nucléaire, les VPP sans clause de destination n'ont pas d'impact sur les prix de détail
- Dans l'hypothèse d'une concurrence parfaite parmi les acheteurs de VPP, aucun impact distributif: le résultat de l'enchère est égal à la différence entre le prix de marché du ruban et le coût marginal du nucléaire
- Sinon, la seule conséquence des VPP est de redistribuer une partie de la rente de rareté nucléaire d'EDF vers les acheteurs des VPP

# Les VPP avec clause de destination

## Analyse théorique simple

- Le coût marginal du ruban dépend pour chaque acheteur de VPP de savoir si le ruban du portefeuille de clients est inférieur ou supérieur à la quantité contractée
  - S'il est inférieur, le coût marginal est 8€/MWh
  - S'il est supérieur, coût marginal = prix du ruban sur le marché de gros
- Pour EDF, le coût marginal du ruban dépend de la fraction  $\alpha$  de clients indifférents entre EDF et un opérateur n'utilisant pas la totalité de ses VPP
  - Il est égal à  $8\alpha + (1-\alpha)P_{\text{marché}}$
  - Impossible à l'équilibre d'avoir simultanément un concurrent d'EDF non acheteur de VPP sur le marché de détail et un acheteur de VPP ne les utilisant pas complètement → le coût marginal d'EDF est soit 8€ (si certains acheteurs de VPP ne les utilisent pas complètement), soit le prix de marché
- Un seul équilibre
  - Hypothèse: Bertrand non différencié (y compris entre EDF et ses concurrents)
  - Tous les acheteurs de VPP les utilisent complètement sur le marché de détail
    - Si ce n'est pas le cas, cela signifie qu'EDF fixe un prix de ruban implicite sur le marché de détail à 8€ et vend la totalité du ruban consommé sur le marché de détail au prix de 8€
    - Or EDF peut augmenter son profit en vendant le ruban implicite sur le marché de détail au prix du marché de gros: ce faisant, EDF ne vend pour 8€ qu'un ruban égal au volume total des VPP
  - A l'équilibre, le prix de détail est déterminé totalement par les prix de gros et les acheteurs de VPP les utilisent complètement
  - Les VPP sont sans impact sur le marché de détail

# Les VPP avec clause de destination + pénalité

## (Mécanisme « Direct Energie ») - Analyse théorique simple

- Pénalité  $t$  par MWh de ruban non consommé (versé à EDF? à l'Etat)
- Le coût marginal du ruban dépend pour chaque acheteur de VPP de savoir si le ruban du portefeuille de clients est inférieur ou supérieur à la quantité contractée
  - S'il est inférieur, le coût marginal est  $(8-t)€/MWh$
  - S'il est supérieur, coût marginal = prix du ruban sur le marché de gros
- Pour EDF, le coût marginal du ruban dépend de la fraction  $\alpha$  de clients marginaux qui sont indifférents entre EDF et un opérateur n'utilisant pas la totalité de ses VPP
  - Il est égal à  $(8-t)\alpha + (1-\alpha)P_{\text{marché}}$
- Même conclusion qu'en l'absence de pénalité
- Même conclusion pour tout mécanisme tel que le prix « contractuel » soit inférieur au prix de marché espéré du ruban
- Exemple: enchères induites par la décision « Direct Energie »
- Conjecture: Introduire de la différenciation en aval et de l'incertitude ne change pas fondamentalement les résultats

# Examen d'un autre mécanisme

- Version simplifiée
  - On s'attend à ce que la fin du tarif régulé conduise à une augmentation totale de  $A\text{€}$  en moyenne par consommateur domestique
  - Objectif: rendre  $A\text{€}$  aux consommateurs
  - Moyen simple: pour chaque client domestique d'un concurrent d'EDF, EDF verse  $A\text{€}$
  - Impact en concurrence parfaite: les prix sont égaux à ce que seraient les prix dérégulés moins une partie fixe de  $A\text{€}$  par client.
  - Note:  $A$  est inférieur à la partie fixe des tarifs régulés actuels (environ  $150\text{€}/\text{an}$  soit au total près de 5 milliards d'euros)
- Version raffinée
  - Pour chaque client, les concurrents d'EDF ont le droit d'acheter à EDF le ruban moyen des clients domestiques à un prix couvrant le coût complet du nucléaire (équivalent si le prix implicite du ruban dans le tarif régulé couvre le coût complet du nucléaire)
  - Seule différence: partage du risque sur le prix de marché entre EDF et ses concurrents
- Avantages
  - Aucune distorsion des incitations: chaque opérateur sur le marché de détail est incité à facturer l'électricité à son coût marginal, à développer les « compteurs intelligents » et la fourniture d'incitations tenant compte des fluctuations des prix de marché
  - Aucune discrimination entre entrants précoces et tardifs sur le marché français
  - Aucune tentative d'écrémage des clients domestiques

# Examen d'un autre mécanisme

## *Variante avec clause de destination*

- On suppose que la revente éventuelle sur le marché de gros d'une partie du ruban acheté à EDF donne lieu à un paiement compensatoire égal à la différence entre prix de marché et prix de gros
- Cela modifie le coût du client incrémental sur le marché de détail
- On suppose pour simplifier que tous les clients ont des profils de consommation homothétiques
  - Si un concurrent d'EDF a un profil de clientèle moins consommateur que la moyenne, le coût de la totalité du ruban d'un consommateur marginal sera égal pour ce concurrent à  $(P_{gros} - A/r) * \text{le ruban de ce consommateur}$  (où  $r = \text{ruban moyen}$ )
  - Dans le cas contraire, le coût sera égal à  $P_{gros} *$  (le ruban de ce consommateur) et le concurrent d'EDF gagne en plus  $A$  par client
- A l'équilibre, les clients des concurrents d'EDF sont plus consommateurs que la moyenne et la clause de destination n'a pas d'impact
  - Distorsion: il se peut que les concurrents d'EDF aient un avantage comparatif pour les petits consommateurs
- Variante: on suppose que (p.ex.) les gros consommateurs ont une forte préférence pour EDF
  - A l'équilibre les concurrents d'EDF proposent un prix du ruban égal à  $(P_{gros} - A/r)$ , pas de partie fixe
  - Moins bon en termes d'incitations (si on suppose une certaine élasticité de la demande)