

**INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENERGIE
- CREDEN* -**

LES MECANISMES D'ENCHERES :
LES APPORTS DE LA THEORIE ET QUELQUES EXPERIENCES
RECENTES
- dans les secteurs de l'énergie et des télécommunications -

Fady HAMADÉ,
post-doctorant
fady.hamade@univ-montpl.fr

CREDEN (LASER)
Université de Montpellier I

Mars 2003

*CREDEN
Université de Montpellier 1 - Espaces Richter, Av. de la mer,
BP 34054, Montpellier Cedex

Je tiens à remercier l'Institut Français de l'énergie qui a permis la réalisation de cette étude. J'adresse également mes remerciements au Professeur Jacques PERCEBOIS pour avoir encadré ce travail.

Résumé

Les mécanismes d'enchère ont connu de nombreux développements théoriques ces dernières années. Ces développements ont permis de mieux les comprendre et de mieux cerner les conditions dans lesquelles ils peuvent s'appliquer. Plusieurs États y ont vu une forme moderne de régulation, ainsi qu'une alternative aux modalités discrétionnaires d'attribution de biens et de ressources collectives en situation d'information asymétrique.

Les différentes expériences analysées dans cette étude permettent de montrer qu'il n'existe pas de mécanismes généraux qui s'appliquent à plusieurs situations. L'usage d'un mécanisme d'enchère requiert une étude approfondie et rigoureuse de l'environnement économique dans lequel il sera appliqué. Chaque environnement économique est particulier dans la mesure où, il est fonction de la structure du marché, de la nature du bien et de l'incertitude sur la valeur de ce dernier. En outre, le choix d'un format d'enchère plutôt qu'un autre, doit être étroitement lié aux objectifs fixés par son concepteur.

Nous terminons notre propos en soulevant une question : *les mécanismes d'enchère peuvent-ils apporter une solution aux problèmes de congestion aux frontières sur le marché européen de l'électricité ?*

Fady HAMADÉ
fady.hamade@univ-montp1.fr

L'auteur reste ouvert aux commentaires et critiques qui pourraient être formulés. Ceux-ci peuvent être envoyés à l'adresse suivante fady.hamade@univ-montp1.fr.

*CREDEN
Université de Montpellier 1 - Espaces Richter, Av. de la mer,
BP 34054, Montpellier Cedex

INTRODUCTION

Les mécanismes d'enchère ont, depuis une vingtaine d'années, fait l'objet de nombreux travaux qui ont permis de mieux cerner leurs propriétés. Parmi les nombreuses revues de la littérature, nous nous appuyerons, dans la première partie de ce rapport, sur celles de Riley et Samuleson [1981], Mc Afee et Mc Millan [1987], Naegelen [1988], et Klemperer [1999].

La principale justification du recours à une procédure d'allocation d'un bien aux enchères est de répondre à la problématique de l'efficacité allocative en situation d'asymétrie d'information. De façon générale, l'enchère met en présence deux catégories d'agents, d'un côté le vendeur (ou l'acheteur) d'un bien ou service en situation de monopole (de monopsonie), et de l'autre des acheteurs (vendeurs). Les acheteurs (vendeurs) disposent d'une information privée qui leur confère une rente informationnelle, et les enchères sont des procédures permettant au vendeur (l'acheteur) d'extraire cette information.

Autrement dit, l'enchère est un outil qui permet au vendeur (l'acheteur) d'allouer un bien à celui qui le valorise le mieux, et de maximiser son revenu moyen.

Le recours aux enchères pour l'attribution de biens dans des contextes d'asymétrie d'information se généralise. Récemment, les Etats européens ont attribué les licences de téléphonie mobile de troisième génération -UMTS- par voie d'enchères. Auparavant, aux Etats-Unis, les spectres radio ont été attribués aux enchères. Ailleurs, on organise déjà des enchères pour l'attribution de capacités de production d'électricité ou pour compenser les pertes en ligne sur le réseau de distribution d'électricité. Des propositions de mise aux enchères des obligations du service universel ont également été faites.

Les Etats et les régulateurs perçoivent les bénéfices de la concurrence par les enchères en termes d'efficacité allocative, de revenu de l'Etat, d'équité dans le financement des besoins publics et de transparence.

L'objet de la première partie de ce rapport est de mettre en exergue les apports de la théorie des enchères. Le point de départ de ces résultats s'articule autour de la première contribution qui est celle de Vickrey [1961]. Le théorème de l'équivalence-revenu (2) obtenu à partir du modèle canonique à valeurs privées indépendantes constitue le point de départ incontournable permettant d'éclairer toute la littérature sur les mécanismes d'enchères. Ce modèle constitue un cadre de référence à l'aune duquel les autres modèles vont être jaugés. C'est la raison pour laquelle il nous a semblé important d'insister sur ces premiers résultats. Les quatre formats d'enchères (1) les plus utilisées dans la pratique, l'enchère ascendante, l'enchère descendante, l'enchère au premier prix et l'enchère au deuxième prix sont équivalentes pour le vendeur. Elles sont, sous les conditions d'un environnement économique décrit par les hypothèses, efficaces au sens où elles permettent d'allouer un bien à celui qui a l'évaluation la plus élevée, et génèrent au vendeur le même revenu moyen. En d'autres termes, le concepteur de l'enchère ne peut discriminer entre celles-ci ni procéder à une hiérarchisation.

En revanche, lorsque l'environnement économique se modifie, autrement dit lorsque certaines hypothèses du modèle canonique sont levées, le théorème de l'équivalence-revenu ne tient plus et d'autres résultats conduisent à une hiérarchisation des mécanismes (3).

Dans la seconde partie de ce rapport, nous analysons quatre grandes expériences d'enchères. Les émissions d'Obligations Assimilables du Trésor -OAT- **(1)**, les enchères dans le secteur des télécommunications **(2)**, menées par la Federal Communication Commission -FCC- pour l'allocation du spectre radio aux Etats-Unis **(2.3)**, ainsi que celles qui ont eu lieu en Europe pour l'attribution des fréquences de téléphonie mobile de troisième génération -UMTS- **(2.4)**, et finalement les enchères sur le marché Anglais de l'électricité **(3)**. L'ensemble de ces expériences illustre le recours aux mécanismes d'enchères, soit comme un mode de régulation, soit comme instrument d'allocation de biens, alternatif aux traditionnelles décisions administratives et discrétionnaires. Nous terminons ce rapport par le débat qui porte sur la pertinence du recours aux enchères comme solution au problème de la congestion des interconnexions aux frontières **(3.3)**.

PREMIERE PARTIE

LES APPORTS DE LA THEORIE DES ENCHERES

1 - QUATRE ENCHERES STANDARDS

Une procédure d'enchère se caractérise par son objet, la vente ou l'achat ; la modalité de transmission de l'offre, orale ou écrite ; les règles du jeu, la règle d'attribution du bien au vainqueur, la règle de paiement du vainqueur, l'introduction d'un prix de réserve. A chaque combinaison de ces trois critères correspond une procédure particulière. Les enchères sont qualifiées de "*normales*", lorsqu'un vendeur fait face à n acheteurs. La disposition des acheteurs à payer le bien est une information privée que le vendeur ne connaît pas. Par rapport aux enchères "*normales*", on retrouve le problème symétrique que sont les enchères par appel d'offre. Un acheteur fait face à n vendeurs.

Formellement, il n'y a pas de différence entre les enchères "*normales*" et les enchères par appel d'offre. Dans le premier cas l'information détenue par les agents est celle de l'évaluation du bien à vendre, i.e. leur disposition à payer. Dans le second cas, l'information privée des agents qui concourent à un appel d'offre porte sur les coûts de production ou les coûts de fourniture du bien ou du service.

Par souci de cohérence, dans la première partie de ce rapport, nous nous situerons dans le premier cas de figure.

Quatre modèles théoriques standard représentant quatre types d'enchères jalonnent la littérature de la théorie des enchères. Ces modèles peuvent être classés en deux catégories, les enchères orales, ascendantes et descendantes et les enchères écrites (ou sous plis scellés) au premier prix et au deuxième prix.

1. Les enchères ascendantes, ou enchères anglaises, ou encore enchères orales, sont celles qui sont les plus fréquemment utilisées. Le prix de vente s'élève au fur et mesure de l'enchère et celles-ci se terminent lorsque l'avant dernier candidat se désiste. L'objet est alors attribué au dernier candidat qui ne s'est pas désisté à un prix égal à celui affiché au désistement de l'avant dernier. Il existe plusieurs façons d'annoncer le prix. Soit c'est le vendeur qui procède à des hausses de prix, soit ce sont les acheteurs qui surenchérissent. Le modèle le plus répandu chez les théoriciens est celui de l'enchère japonaise, dans lequel la dynamique du prix est continue tandis que les acteurs quittent l'enchère, en cessant d'appuyer sur un bouton.

2. Les enchères descendantes, ou hollandaises, décrivent un processus inverse aux enchères précédentes. Elles démarrent à un prix élevé qui se réduit au fur et à mesure. Le premier offreur remporte l'objet au prix affiché. Cette enchère diffère de l'enchère ascendante en ce qu'elle n'offre pas au vainqueur des informations sur les préférences des concurrents.
3. Dans l'enchère sous plis scellés au premier prix, chaque enchérisseur soumet une offre indépendante de celle des autres et sans avoir connaissance des offres des concurrents. L'objet est attribué à celui qui fait la meilleure offre et au prix annoncé.
4. L'enchère de Vickrey, ou enchère sous plis scellés au deuxième prix, est celle pour laquelle l'objet est attribué au plus offrant au prix le plus élevé cité par un perdant. Les offres sont indépendantes les unes des autres dans la mesure où chaque agent n'a aucune information sur la valeur du bien pour les autres. Ces enchères se caractérisent par le fait que la vérité est une stratégie dominante.

La littérature théorique tente de comparer ces mécanismes à l'aune de l'efficacité – au sens de l'attribution du bien à celui qui en possède l'évaluation la plus élevée – et du revenu espéré. Cette comparaison a pour objet de hiérarchiser les mécanismes, compte tenu des environnements économiques et en fonction des objectifs prédéterminés.

2 - LE CADRE D'ETUDE DE REFERENCE

2.1 - Le modèle canonique à valeurs privées indépendantes

Le cadre de référence traditionnel pour présenter et comparer les mécanismes d'enchères est celui d'un environnement économique simple du cas de la vente d'un bien et décrit par les hypothèses du modèle à valeurs privées indépendantes -VPI-.

Ces hypothèses sont les suivantes :

- le vendeur fait face à n acheteurs potentiels neutres au risque ;

- chaque agent i attribue à l'objet une valeur v_i , ou prix de réservation, connue de lui et inconnue des autres ;
- tous les agents, y compris le vendeur, considèrent les évaluations des autres candidats comme des variables aléatoires indépendantes, issues d'une distribution de probabilité de fonction de répartition strictement croissante sur $[\underline{v}, \bar{v}]$ avec $F(\underline{v})=0$ et $F(\bar{v})=1$, et de densité de probabilité $f(v)$. La distribution de probabilité est connaissance commune.

Le vendeur a pour objectif la conception d'une enchère optimale (procédure optimale), c'est-à-dire celle qui lui garantit le prix de vente espéré le plus élevé. L'acheteur est quant à lui confronté aux règles de l'enchère (règles d'attribution, prix de réserve et règle de paiement) imposées par le vendeur. Il élabore alors une stratégie optimale en réponse à ces règles qui définissent les mécanismes d'enchères et en tenant compte de la stratégie de ses concurrents.

2.2 - La stratégie de l'acheteur dans une enchère au premier prix

On illustre formellement une procédure d'enchère sous plis scellés au premier prix de la façon suivante. Supposons que les n acheteurs concourent pour l'achat d'un bien unique indivisible. Notons :

- v_i la valeur pour i de l'objet à vendre,
- v_j la valeur pour j , $j \neq i$, du même objet.

Chaque acheteur i connaît sa propre valeur, mais ignorant celle des autres, il formule des croyances subjectives qui prennent la forme d'une loi de probabilité de la distribution des v_j sur un intervalle $[\underline{v}, \bar{v}]$. Il est connaissance commune, pour le vendeur comme pour les acheteurs, que les évaluations sont issues de tirages indépendants de la même distribution de probabilité.

Le joueur i fait une offre b_i la moins élevée possible, son objectif étant de tenter de conserver une rente $u_i(b_i, v_i) = v_i - b_i$. Soit $b = b(v_j)$ la stratégie commune à tous les acheteurs j , c'est-à-dire l'offre faite par un agent lorsque sa valeur de réservation est v_j , b étant une fonction croissante de la valeur de réservation. Dans l'enchère au premier prix, la règle de paiement est la suivante.

$$P_i(b_1, \dots, b_n) = \begin{cases} b_i & \text{si } \{i\} \arg \max_{j \in \{1, \dots, n\}} b_j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

L'agent i remporte l'enchère si et seulement si son offre est supérieure à celles de ses concurrents, i.e. $b_i \geq b(v_j) \forall j \in \{2, \dots, n\}$, ou de façon équivalente lorsque $b^{-1}(b_i) \geq v_j \forall j \in \{2, \dots, n\}$.

Lorsque i fait une annonce b_i , alors la probabilité qu'un acheteur j ait une évaluation inférieure à b_i est $F(b^{-1}(b_i))$, et la probabilité pour i de remporter l'enchère est de $F^{n-1}(b^{-1}(b_i))$. Par conséquent, l'espérance d'utilité de l'agent i qui participe à une enchère est de : $u_i(b_i, v_i) = (v_i - b_i) F^{n-1}(b^{-1}(b_i))$. Cette utilité est fonction de deux paramètres, son annonce b_i et son type v_i . L'acheteur doit procéder à un arbitrage entre d'une part sa probabilité de remporter l'enchère, qui est une fonction croissante de son offre, et d'autre part, le montant de sa rente qui est une fonction décroissante de son offre.

La stratégie optimale d'un acheteur dans une enchère au premier prix est :

$$b(v_i) = v_i - \frac{\int_0^{v_i} F(x)^{n-1} dx}{F(v_i)^{n-1}}. \quad (1)$$

Ce résultat (*cf. annexe 1*) s'interprète de la façon suivante. Dans une enchère au premier prix, afin de conserver une rente informationnelle, l'offre faite par un acheteur est inférieure à sa valeur de réservation. Le deuxième terme de l'expression correspond à la valeur de la déviation stratégique ou mark-up stratégique.

L'expression (1) représente également la valeur moyenne de la deuxième évaluation la plus élevée, compte tenu que v_i est la plus forte. Autrement dit, la stratégie optimale de l'acheteur consiste à estimer l'évaluation de l'individu qui est juste avant lui et à surenchérir de epsilon au dessus, de telle sorte que le prix offert, qui est égal au prix payé dans une enchère au premier prix est, à epsilon près, ***égal à la valeur de l'offre de la deuxième évaluation la plus élevée***. En d'autres termes, bien que la règle de paiement impose au vainqueur de payer le prix de l'offre la plus élevée, celui-ci ne paiera que le prix de la deuxième évaluation la plus élevée.

Notons également que ce mécanisme d'enchère fait partie des mécanismes manipulables au sens où la vérité ne constitue pas une stratégie d'équilibre. La sous-évaluation de la disposition à payer dépendra de la position de v_i par rapport aux autres évaluations.

2.3 - La stratégie de l'acheteur dans une enchère au deuxième prix.

Dans une enchère sous plis scellés au deuxième prix, l'enchère de Vickrey, la stratégie optimale des acheteurs est celle qui consiste à annoncer la véritable valeur de l'objet [Vickrey 1961].

L'annonce par un agent de sa véritable caractéristique est une stratégie dominante dans l'enchère au deuxième prix :

$$b(v_i) = v_i \quad (2)$$

Ce résultat fondamental qui implique que ce mécanisme d'enchère soit non manipulable, au sens où la vérité est une stratégie dominante, provient du fait que par rapport au précédent mécanisme, il introduit une incertitude supplémentaire dans la stratégie de l'acheteur. En effet, dans la précédente enchère, l'incertitude portait uniquement sur la victoire de l'agent. L'enchère au deuxième prix rajoute une incertitude supplémentaire qui porte sur le montant de la valeur du gain de l'acheteur $(v_i - \bar{b}_j)$, avec \bar{b}_j représentant la deuxième évaluation la plus élevée. C'est l'introduction de cette seconde incertitude qui modifie la stratégie optimale des agents. L'offre faite par un acheteur influence sa probabilité de remporter l'objet mais pas son niveau du gain. L'acheteur n'a plus à effectuer l'arbitrage décrit dans la précédente enchère, entre accroître son offre pour accroître sa probabilité de remporter l'enchère et réduire son offre pour accroître son gain.

La démonstration de Vickrey [1961] est assez intuitive. Supposons deux agents, en concurrence pour l'achat d'un objet, ayant respectivement des évaluations v_1 et v_2 , avec $v_1 > v_2$. Notons w l'annonce de l'agent 1. Trois cas de figure peuvent se produire : dans le premier cas, lorsque $w > v_1$ l'agent remporte l'objet et son gain est de $(v_1 - v_2)$; s'il annonce $w < v_1$ et qu'il se trouve que $w > v_2$ (il ne connaît pas v_2), il remporte également l'enchère mais cela ne modifie pas son gain. Il ne fait que rendre plus aléatoire la probabilité de remporter l'objet dans la mesure où, si l'on se retrouve dans le

troisième cas de figure, à savoir $v_2 > w$, l'agent 1 ne risque que de perdre l'enchère. En d'autres termes, en annonçant une offre inférieure à sa véritable valeur, l'agent 1 réduit sa probabilité de remporter l'enchère sans pour autant accroître son bénéfice. Sa stratégie $w = v_1$ est donc une stratégie dominante.

La règle de paiement consiste donc à faire payer au vainqueur de l'enchère le prix de la deuxième offre la plus élevée

2.4 - Les équivalences stratégiques

Équivalence stratégique entre enchère au premier prix et enchère descendante

Notons que le problème stratégique de l'acheteur dans une enchère descendante est identique à celui que lui pose une enchère au premier prix. La règle d'attribution du bien est la même puisque le bien est vendu à celui qui fait l'offre la plus élevée. La règle de paiement est également la même dans la mesure où le prix payé est égal à l'offre du vainqueur. L'environnement informationnel n'est pas plus différent. On aurait pu penser à une procédure séquentielle dans le cas de l'enchère descendante, mais jusqu'à l'arrêt de la séquence descendante, les agents ne bénéficient d'aucune information sur les offres de leurs concurrents. L'acheteur décide en début de procédure, le prix pour lequel il arrêtera la séquence, et il se retrouve dans la même situation d'incertitude sur les propositions des autres que lorsqu'il remet l'offre sous pli scellé dans l'enchère au premier prix. Par conséquent, d'un point de vue stratégique, l'enchère au premier prix est équivalente à une enchère descendante.

Équivalence stratégique entre enchère au deuxième prix et enchère ascendante

L'enchère ascendante est, d'un point de vue stratégique, *presque* équivalente à une enchère au deuxième prix sous plis scellés, c'est-à-dire à une enchère de Vickrey. L'enchère japonaise, qui est une forme particulière de l'enchère ascendante, illustre le processus décisionnel de l'acheteur dans ce type d'enchère. Celle-ci se déroule de la façon suivante. Un système électronique annonce des prix de façon continue et croissante. Les acheteurs qui ne souhaitent pas abandonner l'enchère gardent la main appuyée sur un bouton. Dès que le prix affiché atteint l'évaluation d'un acheteur, celui-ci quitte l'enchère en cessant d'être actif, c'est-à-dire en lâchant le bouton. Les acheteurs ont

donc une stratégie dominante à rester actifs tant que le prix reste inférieur à leur évaluation. L'enchère s'arrête lorsqu'il ne reste qu'un seul agent actif, i.e. lorsque l'avant dernier candidat abandonne l'enchère. Le prix payé est celui affiché, et le vainqueur est le dernier candidat restant dans l'enchère ascendante, i.e. celui qui ne s'est pas désisté. Ce dernier serait prêt à payer un prix supérieur à la dernière offre mais il obtient l'objet au prix de celui qui s'est désisté en dernier. Dans ces conditions, le vainqueur de l'enchère est celui qui a la plus forte évaluation de l'objet, et il paye le prix de celui qui a la deuxième évaluation la plus élevée.

Notons que lorsque l'enchère n'est pas continue comme c'est le cas de l'enchère japonaise, l'enchère au deuxième prix est *presque* équivalente à l'enchère ascendante, à un incrément près, lorsqu'on fixe un niveau minimal de surenchère entre deux offres.

En raison de ces équivalences stratégiques, on parle souvent dans la littérature d'enchère au premier prix et d'enchère au deuxième prix. Ces équivalences stratégiques permettent également de restreindre l'étude des procédures à ces deux formats d'enchères.

2.5 - L'équivalence des revenus du vendeur

Le revenu du vendeur dans une enchère est égal au prix payé par le vainqueur de l'enchère. En dépit des différences dans les règles de paiement des deux enchères étudiées ci-dessus, le vainqueur ne payera que la valeur moyenne de la deuxième évaluation la plus élevée. En conséquence, l'espérance de revenu du vendeur générée par ces deux mécanismes, (et donc par les quatre enchères compte tenu des équivalences stratégiques) est identique.

Il existe deux façons de caractériser l'espérance de revenu du vendeur. Soit en passant par la stratégie optimale des acheteurs dans chacune des deux enchères (premier et deuxième prix), soit par la formalisation du comportement d'un acheteur quelconque dans une enchère quelconque.

Dans le premier cas, le prix payé par le vainqueur est, pour le vendeur, une variable aléatoire, et on affecte une probabilité d'occurrence à l'offre stratégique de chaque acheteur.

Le théorème de l'équivalence revenu peut alors être énoncé de la façon suivante :

Lorsque nous sommes en présence de n acheteurs, tous neutres vis-à-vis du risque, que les valeurs privées des individus sont des variables aléatoires indépendantes issues de la même distribution de probabilité de densité $f(v)$ et de répartition $F(v)$, et que la stratégie d'équilibre commune à tous les acheteurs est une fonction $b = b(v)$ croissante en v , alors l'espérance de revenu d'un acheteur dans une enchère s'écrit :

$$n \int_{v^*}^{\bar{v}} [vf(v) + F(v) - 1] F(v)^{n-1} dv,$$

avec v^* , le prix de réserve du vendeur. La démonstration est fournie en *annexe 3*.

Plusieurs remarques peuvent être faites à propos de ce résultat.

Il apparaît de ce résultat que deux éléments affectent l'espérance de revenu du vendeur. La distribution de probabilité et les conditions initiales, c'est-à-dire le prix de réserve du vendeur. Comme les évaluations des acheteurs sont issues de la même distribution de probabilité, le revenu du vendeur ne dépend que de la valeur de v^* . Si pour toutes les enchères, le prix de réserve du vendeur est fixé au même niveau v^* , alors le revenu du vendeur sera en moyenne le même quel que soit le mécanisme retenu. Ce résultat est connu sous le ***théorème de l'équivalence revenu - TER***.

La portée empirique de ce théorème est importante. Ce résultat signifie que, dans ce contexte de neutralité et de valeurs privées indépendantes, le concepteur de l'enchère ne peut pas discriminer entre ces quatre types d'enchère pour en choisir une qui serait plus pertinente qu'une autre. Toutes les procédures d'enchère qui satisfont les hypothèses du modèle rapportent le même revenu moyen.

2.6 - Enchère optimale : le conflit entre appropriation de la rente et efficacité de l'enchère

Un mécanisme d'enchère est optimal lorsqu'il garantit l'efficacité allocative du bien vendu et maximise le revenu espéré du vendeur.

Il ressort de l'étude de la classe des enchères à VPI que la valeur du prix de réserve qui maximise le revenu du vendeur est : $v^* = v_0 + \frac{1 - F(v^*)}{f(v^*)}$ [Riley et Samuelson

1981], avec v_0 la valeur du bien pour le vendeur lorsque l'objet n'est pas attribué. Par conséquent, les mécanismes optimaux, i.e. ceux qui maximisent le revenu du vendeur, sont ceux pour lesquels le vendeur fixe le prix de réserve correspondant à un seuil en dessous duquel le bien ne sera pas vendu, au niveau $\underline{v} = v^*$. L'introduction d'un prix de réserve, des conditions initiales, par le vendeur, a pour incidence d'accroître l'espérance du revenu du vendeur. Le vendeur a donc tout intérêt à déterminer un prix de réserve optimal. En revanche, l'introduction d'un prix de réserve peut être source d'*inefficacité ex post*, i.e. le bien peut ne pas être attribué à celui qui a la valeur la plus élevée.

En effet, notons que le prix de réserve optimal doit être supérieur à la valeur v_0 de l'objet pour le vendeur, lorsque l'objet n'est pas attribué. Reprenons l'exemple des deux agents dans l'enchère au deuxième prix afin d'illustrer le conflit entre l'appropriation de la rente de l'acheteur et l'inefficacité ex-post. Rappelons qu'il s'agit d'un exemple de deux acheteurs potentiels dans une enchère au deuxième prix et dont les évaluations sont telles que $v_1 > v_2$. Supposons que le vendeur fixe un prix de réserve $v^* > v_2$ (le vendeur ne connaît pas les évaluations des agents). L'objet est alors attribué à l'agent au prix de réserve et non plus au prix de la deuxième offre v_2 , augmentant par là son revenu. Toutefois, s'il se trouve que le prix de réserve est supérieure à v_1 , le vendeur ne connaissant pas les évaluations des agents, il en résulte une inefficacité dans la mesure où l'objet n'est pas attribué à celui qui en a l'évaluation la plus élevée.

Les enchères au premier prix et au deuxième prix discutées ci-dessus possèdent les deux propriétés recherchées dans un mécanisme. L'efficacité au sens où l'objet est attribué à celui qui en a la plus forte évaluation, ce qui correspond à un optimum parétien dans l'ensemble des acheteurs ; et elles maximisent le revenu du vendeur par l'appropriation de la rente informationnelle des acheteurs. Par conséquent, ces deux mécanismes sont optimaux à la condition de fixer un prix de réserve v^* tel que

$$v^* = v_0 + \frac{1 - F(v^*)}{f(v^*)}.$$

2.7 - Le nombre des agents

Dans le cadre de l'enchère au premier prix, l'accroissement du nombre d'agents, c'est-à-dire un accroissement de la concurrence, a pour conséquence une stratégie optimale plus agressive des acheteurs. Les agents font donc des offres qui se rapprochent de leur véritable évaluation de l'objet de telle sorte que l'espérance du revenu du vendeur s'en trouve améliorée. Ce résultat peut être illustré par l'expression de la stratégie optimale de l'acheteur dans une enchère au premier prix, et dans l'hypothèse d'une distribution uniforme, lorsque le nombre d'agents tend vers l'infini (*annexe 2*) :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} b(v_i) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n-1}{n} v_i = v_i$$

Notons que, tant que le nombre de concurrents est fini, l'acheteur conserve toujours une rente positive puisque le prix payé est inférieur à sa véritable valeur. Cette efficacité de second rang est la conséquence directe de l'asymétrie d'information.

Quant à l'enchère au deuxième prix, l'accroissement du nombre d'acheteurs n'a aucune influence sur la stratégie optimale de chacun d'entre eux. En revanche, le nombre d'acheteurs exerce une influence positive sur l'espérance de revenu par le biais de la loi de probabilité des variables aléatoires de rang n et $(n-1)$ ¹.

3 - LES EXTENSIONS AU CADRE DE REFERENCE

Les résultats discutés ci-dessus, principalement celui de l'équivalence des procédures d'enchères, restent assujettis aux hypothèses du modèle à valeurs privées indépendantes. La levée d'une ou de plusieurs de ces hypothèses, autrement dit la modification de l'environnement économique décrit par ces hypothèses, conduit à une hiérarchisation des procédures, différentes selon les contextes.

¹Bulow et Klemperer [1996] effectuent une comparaison entre la taille du marché, i.e. le nombre d'acheteurs et la détermination d'un prix de réserve optimal. Ils montrent, dans le cadre d'une enchère ascendante, qu'un offreur supplémentaire ($n+1$) accroît davantage le revenu moyen du vendeur que la détermination d'un prix de réserve. En d'autres termes, une enchère ascendante sans prix de réserve avec ($n+1$) offreurs est, du point de vue du vendeur, plus rentable que la même enchère avec un prix de réserve et n offreurs. L'interprétation pratique qui découle de ce résultat est qu'il serait plus profitable pour le vendeur de consacrer ses ressources à un élargissement du nombre de concurrents qu'à la collecte d'informations nécessaires pour la conception d'un mécanisme mieux calibré.

3.1 - L'aversion au risque de l'acheteur

Dans un enchère au premier prix, les agents ayant une aversion au risque soumettent des offres plus élevées que les agents moins averses ou neutres au risque [Riley et Samuelson 1981]. Par voie de conséquence, l'espérance de revenu du vendeur est d'autant plus élevée que les agents présentent une aversion au risque élevée, et a fortiori lorsque ces derniers sont neutres au risque.

Dans une enchère au deuxième prix, la stratégie optimale de l'acheteur n'est pas modifiée par le fait que celui-ci soit ou non averse au risque, la vérité reste une stratégie dominante. Chaque agent annonce une offre égale à sa véritable évaluation de l'objet. L'espérance de revenu du vendeur n'est par conséquent pas modifiée par la levée de l'hypothèse de neutralité des agents au risque.

Il s'en suit que du point de vue du vendeur, dans le cas où les acheteurs présentent une aversion au risque, le revenu moyen d'une enchère au premier prix est supérieur au revenu moyen d'une enchère au deuxième prix, $R_1 > R_2$ [Riley et Samuelson 1981]. Lorsque le concepteur de l'enchère n'a aucune information sur le comportement des acheteurs face au risque, il préférera l'enchère au premier prix. Celle-ci lui garantit l'efficacité et maximise son revenu moyen.

3.2 - Interdépendance des évaluations, valeur commune inconnue et hiérarchisation des procédures

3.2.1 - Interdépendance

Le modèle précédent de valeurs indépendantes peut paraître restrictif eu égard à la diversité des biens vendus aux enchères. En effet, dans le cas de la vente d'un objet d'art, de la vente de titres de valeurs mobilières, de l'attribution de concessions d'exploitation de ressources pétrolières ou plus récemment de la vente des spectres hertziens, la valeur de l'objet est non seulement fonction de la propre évaluation de l'acheteur i , mais également des évaluations des autres acheteurs j différents de i . Les évaluations de l'objet sont donc interdépendantes.

Il est possible de représenter les deux catégories d'enchères, celle à valeurs privées indépendante et celle à valeurs affiliées, par une forme fonctionnelle générale en

supposant que la valeur $v_i(t_1, \dots, t_n)$ de l'objet pour l'individu i est fonction, d'une part, de la caractéristique t_i particulière de l'acheteur i , à savoir ses goûts, ses préférences ou sa fonction de coût ; et, d'autre part, des caractéristiques t_j des autres agents $j \neq i$.

La valeur de l'objet peut également être fonction d'un ensemble d'autres variables représentés par le vecteur $S(s_1, \dots, s_k)$ qui ne sont pas intrinsèquement liés aux acheteurs. Dans le cas d'un objet d'art, il peut s'agir d'évaluation d'expert ayant une incidence sur la valeur de revente de l'objet. La Vraie valeur de l'objet pour chaque acheteur s'écrit alors $V_i = v_i(t_1, \dots, t_n, s_1, \dots, s_k)$, et cette *valeur est inconnue* des acheteurs.

Cette forme fonctionnelle de *valeurs interdépendantes* apparaît donc comme une forme générale, pour laquelle le modèle à VPI est un cas particulier $V_i = v_i(t_i)$, c'est-à-dire que l'évaluation de l'acheteur i est uniquement fonction de t_i , sa propre évaluation, ses propres goûts.

3.2.2 - Une valeur commune inconnue

Le modèle à *valeur commune* est également un cas particulier d'interdépendance des évaluations des agents pour lequel $V = v(t_1, \dots, t_n)$ pour tous les acheteurs, i.e. la Vraie valeur de l'objet est identique pour tous les agents.

Cette Vraie valeur commune reste toutefois *inconnue* pour l'ensemble des agents qui ne disposent chacun que d'une information parcellaire sur la valeur de l'objet à vendre. La Vraie valeur de la concession pétrolière ne sera connue qu'a posteriori, i.e. après exploitation de la ressource, de même que la valeur des licences du spectre hertzien est fonction des demandes futures qui seront exprimées sur le marché, et inconnue au moment de l'enchère.

Les acheteurs vont, de façon indépendante, estimer cette valeur commune. Le modèle admet donc différentes estimations de la valeur commune. La valeur commune V est donc une variable aléatoire pour chaque acheteur et les estimations suivent une distribution de probabilité identique.

Supposons que les acheteurs reçoivent des signaux privés t_i représentant des estimations non biaisées de la valeur inconnue du bien. Si les signaux peuvent être représentés par le résultat d'un tirage aléatoire de loi uniforme sur $T = [\underline{t}, \bar{t}]$ centrée sur t_0 , alors la valeur inconnue du bien est t_0 , les agents en moyenne ne se trompent pas².

3.2.3 - Signaux affiliés

Mais alors quelle corrélation entre les évaluations, ou quelle corrélation entre les informations ? Milgrom et Weber [1982] développent la notion d'affiliation. Les informations que reçoivent les acheteurs sont dites affiliées lorsqu'une valeur élevée du signal reçu par un agent rend plus vraisemblable le fait que les autres reçoivent aussi un signal élevé. Cette hypothèse de valeurs affiliées permet de retrouver des équilibres aux modèles d'enchères classiques et de procéder à une hiérarchisation des différents mécanismes.

3.2.4 - Hiérarchisation

Deux conséquences résultent de ce changement de cadre d'analyse. La malédiction du vainqueur et une hiérarchisation des procédures d'enchère différente de celle obtenue dans le cadre du modèle à VPI lorsque les agents sont averses au risque.

3.2.4.1 - La malédiction du vainqueur

L'une des principales caractéristiques des enchères à valeur commune est celle de la malédiction du vainqueur. La démarche analytique permettant de décrire le processus de formation de la malédiction du vainqueur, dans le cadre d'une enchère au premier prix est la suivante. L'argument tient dans le cadre des autres procédures d'enchères.

1. les acheteurs n'ont pas tous la même information sur la valeur commune de l'objet, et par conséquent procèdent à des estimations,

² Il se pose alors le problème de la convergence du prix d'équilibre vers la valeur réelle du bien. Cette vraie valeur étant inconnue des acheteurs, comment expliquer que le prix finalement payé par le vainqueur correspond à la valeur réelle du bien ? Cette question a été résolue et nous renvoyons le lecteur à l'article pionnier de Wilson [1977] "*A bidding model of perfect competition*", dans la *Review of Economic Studies* ; ainsi qu'à ceux de Pesendorf et Swinkel, "*The loser's curse and information aggregation in common value auctions*" dans l'*Econometrica* de 1977 ; et de Ilan Kremer "*Information aggregation in common value auctions*", dans l'*Econometrica* de 2002.

2. l'objet est attribué à l'acheteur qui fait l'estimation la plus élevée et donc l'offre la plus forte,
3. le vainqueur de l'enchère a donc fait une évaluation trop optimiste de la valeur de l'objet puisqu'en moyenne supérieure à celle de ses concurrents. Son estimation est donc en moyenne supérieure à l'évaluation moyenne correspondant à la Vraie valeur de l'objet.
4. Le vainqueur se rend compte, par le fait d'avoir remporté l'objet, qu'il a fait une évaluation plus élevée que celle de ses concurrents, et qu'il paye un prix supérieur à la véritable valeur de l'objet. Le fait d'avoir gagné (bonne nouvelle) s'accompagne d'une mauvaise nouvelle, une estimation trop élevée de l'objet. La malédiction se caractérise par cette mauvaise nouvelle, le regret d'avoir gagné l'enchère.
5. La réaction de l'acheteur rationnel consiste à tenir compte de cette information supplémentaire et à réviser son évaluation *a priori* à la baisse.

Dans l'enchère au deuxième prix, les acheteurs se trouvent dans la même situation informationnelle sur les évaluations des concurrents. Ils doivent faire une offre sans connaître objectivement celles des autres. Toutefois la surestimation de la valeur du bien est inférieure à celle de l'enchère au premier prix parce que précisément, le prix payé n'est fonction que des évaluations des autres. Les offres des acheteurs, ainsi que le revenu du vendeur, sont donc supérieurs à ceux qu'ils auraient été dans l'enchère au premier prix.

Dans le modèle à valeur commune, en termes d'espérance de revenu, les enchères au deuxième prix dominent les enchères au premier prix.

3.2.4.2 - Rupture de la correspondance entre enchères statiques et enchères dynamiques

Rappelons que dans le cas du modèle à VPI, les enchères statiques (sous plis scellés) étaient presque équivalentes aux enchères dynamiques (ascendantes et descendantes). L'enchère anglaise était stratégiquement presque équivalente à l'enchère sous pli scellés au deuxième prix. Dans le modèle à valeur commune, l'enchère ascendante diffère de

l'enchère de Vickrey par le fait que les acheteurs, au cours du processus dynamique de l'enchère ascendante, bénéficient des informations sur les préférences des autres. A chaque fois qu'un agent abandonne, il transmet une information sur son évaluation. Les acheteurs vont intégrer ces informations dans leur propre évaluation du bien et *in fine* corriger leur stratégie en conséquence. Ce phénomène d'apprentissage atténue la malédiction et conduit les acheteurs à des offres plus agressives. Il en résulte une rupture de la correspondance entre enchères dynamiques et enchères statiques. En termes d'espérance de revenu, l'enchère ascendante domine les deux précédentes, et l'enchère au deuxième prix domine l'enchère au premier prix³.

Lorsque les évaluations des agents sont corrélées, afin de réduire le risque de malédiction, le vendeur doit chercher à réduire le caractère privatif de l'information détenue par les agents. Dans l'enchère au deuxième prix, on met en relation l'évaluation du vainqueur avec celle de l'agent ayant la deuxième plus forte évaluation. Dans l'enchère ascendante, on communique aux agents qui restent dans l'enchère l'information sur les évaluations de ceux qui se sont désistés.

3.3 - Asymétrie des acheteurs

Le troisième cas de figure conduisant à la rupture du TER est celui où les acheteurs ne sont pas identiques, au sens où leurs évaluations ne sont pas issues de la même distribution de probabilité.

Le cas typique de cette situation est celui des enchères de licences de téléphonie mobile de troisième génération. Parmi les acheteurs, les firmes incubentes, i.e. celles qui possédaient déjà une licence de deuxième génération, avaient un avantage⁴ sur les nouveaux entrants. Ces avantages se traduisent par le fait que la valeur des licences pour les opérateurs est différente. Autrement dit, les prix de réservation appartiennent à des distributions de probabilité différentes.

L'avantage concurrentiel *ex ante* est exacerbé dans une enchère ascendante. En effet, une firme incubente, consciente de son avantage concurrentiel sur le marché, sera

³ Il faut cependant noter que l'enchère ascendante n'est pas dans ce cas une enchère optimale. Myerson [1981] et Cremer et McLean [1985] ont montré que le concepteur de l'enchère pouvait, en mettant en place un système de récompense et de pénalité, exploiter la corrélation entre les évaluations pour extraire la totalité du surplus de l'acheteur.

⁴ L'avantage reconnu de ces firmes porte sur le fait qu'elles ont déjà une base technique installée qui correspond à des coûts déjà échoués.

toujours prête à surenchérir sur un opérateur entrant. Cette stratégie plus agressive de l'incubente accroît le risque de la malédiction du vainqueur de l'opérateur le plus défavorisé, puisque ce dernier craindra de remporter l'enchère sur son concurrent favorisé. Plus prudent, l'opérateur défavorisé réduit davantage son offre. La firme ayant un avantage finit par avoir la licence à un prix moins élevé, confortant par là sa position dominante. Conscient de cet avantage, les acheteurs sont incités à déployer des stratégies, équivalentes à des stratégies de prédatons, dans l'objectif de profiter des conséquences ces asymétries.

Cette asymétrie *ex ante* entre acheteurs implique de porter une attention particulière aux conditions d'entrée, et à une discrimination en faveur des acheteurs ayant une distribution de probabilité décalée vers la gauche.

Avant d'aborder le cas plus complexes des enchères multi-unitaires, résumons les résultats de la littérature sur les enchères portant sur la vente d'un seul bien.

Soit R_1 , R_2 et R_A les revenus espérés respectivement dans l'enchère au premier prix, l'enchère au deuxième prix et l'enchère ascendante, et notons R_i^* les revenus espérés d'une procédure efficace.

Tableau 1 : Hiérarchisation des procédures d'enchère [Mougeot et Cohen 2001]

- $R_1^* = R_2^* = R_A^*$	dans le cas de la neutralité et de VPI symétriques
- $R_A^* > R_2^* > R_1^*$	dans le cas de neutralité et de valeurs communes ou affiliées symétriques
- $R_1^* > R_2^* = R_A^*$	dans le cas d'aversion et valeurs privées symétriques
- $R_1 \leq R_2^* = R_A^*$	dans le cas de neutralité et de valeurs privées asymétriques
- $R_1^* > R_A$	dans le cas de neutralité et de valeurs presque communes avec asymétries

3.4 Enchères multi-unitaires

Les enchères unitaires posent un cadre de référence permettant de décrire l'architecture générale de l'enchère optimale, en termes d'efficacité allocative et de maximisation du revenu du vendeur. Elles permettent également de mesurer dans

quelles circonstances, i.e. dans quel environnement économique et informationnel, les performances des différents formats peuvent être affectées.

Le modèle canonique des VPI reste toutefois insuffisant pour répondre aux préoccupations des organisateurs institutionnels d'enchères. Les enchères multi-unitaires ont connu un regain d'intérêt à la suite d'une demande sociale et leur utilisation se généralise.

3.4.1 – Enchère multi-unitaire et restriction de la demande à un seul bien par acheteur

Dans une enchère multi-unitaire, la restriction de la demande de chaque acheteur à une seule unité de l'ensemble des biens vendus peut être justifiée par une volonté du concepteur de l'enchère de définir une structure de marché. En effet, comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce rapport, les Etats européens, concepteurs des enchères sur l'UMTS, avaient pour préoccupations, non seulement l'efficacité de l'allocation des licences et la maximisation des revenus, mais également une structure de marché aval des opérateurs qui assure la concurrence entre les opérateurs.

3.4.1.1 – L'enchère multi-unitaire ouverte, ou enchère au $(m+1)^{\text{ème}}$ prix

L'enchère au $(m+1)^{\text{ème}}$ prix, également appelée enchère ouverte, se déroule de la façon suivante. Le vendeur fait monter progressivement le prix auquel chaque unité est vendue. Les acheteurs se retirent au fur et à mesure de l'enchère, de la même façon que dans une enchère ascendante pour la vente d'un seul bien. L'enchère s'arrête lorsqu'il ne reste plus que m acheteurs. Les m unités à vendre sont alors attribuées aux m derniers acheteurs à un prix égal à celui fixé par le désistement du $(m+1)^{\text{ème}}$ acheteur.

Ce format d'enchère admet un équilibre en stratégie dominante et l'enchère est efficace puisque les m unités sont attribuées aux m acheteurs ayant les plus fortes évaluations pour le bien.

3.4.1.2 – L'enchère multi-unitaire au premier prix

Dans une enchère au premier prix, les m acheteurs ayant fait les propositions les plus élevées remportent les m unités au prix de leur offre. Cette enchère est également

efficace et les m acheteurs qui remportent les enchères sont ceux qui ont les m évaluations le plus élevées.

Ces deux mécanismes génèrent des revenus moyens identiques pour le vendeur. Ainsi, lorsque les demandes des acheteurs sont unitaires, que les acheteurs sont neutres vis à vis du risque et que les évaluations sont privées, le TER est étendu à ces deux mécanismes, que le processus des enchères soit séquentiel ou simultané. Les démonstrations de l'extension du TER aux cas multi-unitaires sont dues, entre autres auteurs à Harris et Raviv [1981] et Maskin et Riley [1989].

3.4.2 – Enchères multi-unitaires sans restriction sur les demandes des acheteurs

Lorsque les acheteurs sont autorisés à enchérir sur plusieurs unités, ils font des propositions de prix qui sont fonction des quantités demandées. Autrement dit, ils proposent des fonctions de demandes. C'est le cas par exemple des émissions des OAT du Trésor.

Nous distinguerons deux cas de figures. Dans le premier cas, les biens vendus sont homogènes, et dans le second, les biens mis aux enchères exhibent des synergies.

3.4.2.1 - Biens homogènes

3.4.2.1.1 - Enchère simultanée à prix uniforme (ascendante)

Les demandes des acheteurs sont agrégées et confrontés à la quantité offerte. Le prix d'équilibre correspond au prix de vente de toutes les unités vendues.

Wilson [1979] montre qu'il existe plusieurs équilibres de Nash collusifs à ce programme. L'intuition de la collusion est la suivante : les enchérisseurs s'accordent implicitement à se partager les unités à un faible prix. Les fonctions de demande des acheteurs sont telles que les prix sont faibles pour les quantités correspondant à l'accord du partage et des prix très élevés pour les parts marginales.

Une des possibilités de sortir de la multiplicité des équilibres collusifs est d'introduire de l'incertitude dans les offres du vendeur [Klemperer et Meyer 1989]. Ce modèle

correspond aux modèles des marchés de l'électricité [Green et Newberry 1992, Newberry 1998] pour lesquels la demande est une demande prévisionnelle. Nous aborderons le marché de l'électricité dans la deuxième partie de ce rapport.

3.4.2.1.2 - Les risques : réduction de la demande, inefficacité, collusion

Deux risques majeurs sont inhérents à la procédure de l'enchère multi-unitaire à prix uniforme. Le premier est le risque de la réduction de l'offre. En effet, Ausubel et Cramton [2002] montrent que les enchères uniformes souffrent du phénomène de réduction de la demande qui est la conséquence d'une déviation stratégique des acteurs. Non seulement leur véritable stratégie n'est pas une stratégie dominante⁵, mais en outre, tout équilibre dans une enchère mutli-unitaire uniforme est nécessairement inefficace. Le deuxième risque de l'enchère simultanée est celui de la possibilité offerte aux acheteurs de bénéficier des informations sur les évaluations des concurrents. Ces informations favorisent le risque de collusion mais également de prédation comme ce fut le cas pour les enchères du spectre hertzien aux Etats-Unis.

3.4.2.1.3 - Enchère Discriminante

L'enchère discriminante est un autre moyen d'échapper à la multiplicité des équilibres collusifs de l'enchère multi-unitaire. En faisant payer aux acheteurs les prix de leurs propres offres sur les parts demandées, la stratégie de l'enchère agressive devient beaucoup plus coûteuse.

3.4.2.2 - Les Biens avec synergie

L'exemple type de cette problématique est l'exemple des enchères du spectre hertzien de la Federal Communications Commission -FCC- aux Etats-Unis (nous y reviendrons dans la deuxième partie de ce rapport). Des fréquences adjacentes peuvent avoir une valeur totale supérieure à la somme des valeurs de chaque fréquence. Certaines licences mises en vente présentaient donc des synergies positives

⁵ Il y a dans la littérature une confusion qui est faite entre l'enchère multi-unitaire au $(m+1)^{\text{ème}}$ prix et l'enchère à prix uniforme. Cette confusion a conduit un certain nombre d'auteurs à des analogies entre les performances de ces deux procédures. Entre autres, Milton Friedman [1960] suppose que l'enchère uniforme domine l'enchère discriminante parce que la stratégie des acteurs est une stratégie dominante. Cet "audacieux parallèle" [Martimort 2002] est également relevé par Ausubel et Cramton [2002].

(caractéristiques de complémentarité) et d'autres des synergies négatives (substituabilité). En outre une licence pouvait être considérée comme un complément d'une autre pour un acheteur i et comme un substitut pour un autre acheteur j . C'est également le cas de l'allocation des créneaux aéroportuaires et des sillons ferroviaires. Dans ces cas, l'efficacité allocative suggérerait que les offres combinatoires soient autorisées, mais la complexité et la multiplicité des stratégies rendraient la procédure difficilement réalisable.

3.4.2.2.1 - Enchère séquentielle

L'offre séquentielle consiste à organiser une enchère pour chacun des biens. La difficulté pour les acheteurs, en présence de synergies, est de construire une stratégie, au cours dans une enchère, liée à la probabilité de remporter une autre enchère.

3.4.2.2.2 - Enchère simultanée

i - Offre par lot non autorisée

Bien qu'il ne soit pas possible de faire des offres pour une combinaison de biens, les acheteurs ont la possibilité de faire des offres sur plusieurs biens en même temps. Ils possèdent donc la possibilité de faire de agrégations qui leur étaient plus difficiles dans le format séquentiel. Ce format là favorise donc, relativement au précédent, les agrégations mais on reste dans le cas de figure des enchères multi-unitaires simples. Les risques sont alors les suivants de : la réduction de la demande, l'inefficacité, et la collusion.

ii - Enchère combinatoire : l'enchère de Vickrey généralisée

La procédure de l'enchère de Vickrey généralisée consiste à autoriser les acheteurs à faire des propositions sur un bien isolé, mais également sur un lot de biens, une combinaison d'objets. Par conséquent, un bien peut faire l'objet d'une soumission seul, comme il pourra faire l'objet d'une soumission dans un lot. Lorsque les évaluations sont privées et que les acheteurs sont neutres au risque, il est montré que cette enchère conduit les acheteurs à révéler leur véritable information. Elle est par conséquent efficace. Toutefois, la difficulté de l'enchère de Vickrey généralisée est d'ordre

calculatoire. Dans une enchère avec m objets et n agents, si toutes les propositions sont acceptées, cela revient à comparer $n(2^m - 1)$ soumissions.

4 - LE PROBLEME DE L'EFFICACITE ALLOCATIVE EN EQUILIBRE PARTIEL

L'efficacité d'un mécanisme dans un secteur suppose la même exigence d'efficacité dans les autres secteurs produisant des biens substituables. En effet, les mécanismes étudiés relèvent d'une analyse en équilibre partiel. Ce qui suppose que le reste de l'économie fonctionne de façon concurrentielle, de telle sorte que le bien-être collectif soit égal à la somme des utilités individuelles, et que l'efficacité collective se confonde avec l'efficacité allocative. S'il devait exister des effets externes positifs ou négatifs, l'efficacité du mécanisme peut entrer en conflit avec l'efficacité collective.

Part ailleurs, le recours au mécanismes d'enchères dans le cadre d'une politique publique pour la régulation d'un secteur d'activité, peut avoir des effets induits sur les autres secteurs de l'économie remettant en cause l'efficacité collective. Il est par exemple question de l'attribution de sillons ferroviaires aux enchères. Ce qui conduirait à une tarification du transport ferroviaire à la valeur marginale. Si la taxe dans le secteur des transports n'est pas correctement calibrée, il en résulterait un accroissement du trafic et des nuisances.

Ceci nous amène aux mécanismes d'enchères utilisés dans un objectif de concurrence pour le marché (attribution de droits pour servir le marché). Dans ce contexte, les mécanismes d'enchère peuvent être considérés comme une première étape permettant de poser les bases d'un marché futur, et par conséquent de déterminer la structure du marché aval ainsi que la façon dont la concurrence devra se dérouler. Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, des asymétries *ex ante* à la procédure peuvent être exacerbées par les comportements anticoncurrentiels des acheteurs, qui peuvent affecter le marché aval. Les mécanismes n'ont pas tous la même vulnérabilité aux comportements de collusion et de prédation, et le régulateur devra porter une attention particulière aux asymétries entre les acheteurs.

DEUXIEME PARTIE
QUELQUES EXPERIENCES RECENTES

L'enchère est un outil qui permet à l'acheteur de maximiser l'espérance de son revenu en incitant les acheteurs à révéler leur véritable caractéristique. Il est également efficace au sens de l'octroi du bien à celui qui en possède l'évaluation la plus élevée. Mais l'outil n'est pas infallible. L'objet de cette deuxième partie du rapport est d'analyser les raisons du succès de certaines enchères et de l'échec des autres.

Nous traiterons respectivement des enchères des Obligations Assimilables du Trésor -OAT-, des ventes du spectre hertzien et du marché de l'électricité.

1 - LES OBLIGATIONS ASSIMILABLES DU TRESOR – OAT

Les OAT constituent un moyen de financement de la dette publique. La pratique des enchères pour les adjudications des émissions d'emprunts d'Etat est largement répandue dans le monde. Le format le plus utilisé jusqu'en 1995 est celui de l'enchère discriminante. Toutefois, de nombreux pays - Mexique, Italie, Belgique et Royaume-Uni - ont abandonné ces dernières années l'enchère discriminante en faveur de l'enchère à prix uniforme.

En 1991, dans un contexte où l'enchère était une enchère discriminante, le Trésor américain procède à des expérimentations de ventes, de produits à deux et cinq ans, selon les règles de l'enchère uniforme. Les données analysées par le Trésor montrent un faible accroissement des revenus du trésor avec le format du prix uniforme. Même si cette différence n'est pas statistiquement significative, en 1998, le Trésor américain modifie son format en faveur des enchères uniformes. En France, depuis 1985, il a été retenu le principe de l'enchère discriminatoire descendante (à la hollandaise) dans laquelle chaque acheteur paye ce qu'il a annoncé. Cette procédure a remplacé les émissions fermes.

Le débat ne porte plus sur le choix entre procédure discrétionnaire et enchères, mais sur le choix entre des enchères discriminatoires et des enchères uniformes.

Pour éclairer ce débat entre l'enchère discriminatoire et l'enchère uniforme, il est intéressant de s'arrêter un moment sur la nature et les caractéristiques de l'objet OAT attribué aux enchères.

1.1 - Caractéristiques de l'Objet

En France, les OAT sont mises aux enchères par l'Etat (via le Trésor) sur le marché primaire. Elles sont achetées dans un premier temps par les établissements financiers puis revendues sur le marché secondaire.

1. La valeur finale de l'OAT sur le marché secondaire est identique pour tous les acquéreurs de telle sorte que nous sommes en présence d'un objet à *valeur commune inconnue*, faisant craindre le risque de la malédiction du vainqueur.
2. Mais, l'estimation de la valeur du titre est encadrée en amont par le marché à terme qui précède l'enchère, et en aval par le marché secondaire postérieur à l'enchère. Les établissements financiers, qui sont les acheteurs de ces titres émis aux enchères sur le marché primaire, disposent donc d'indicateurs d'évaluation de la valeur de l'objet vendu *réduisant ainsi l'incertitude*.

1.2 - Le débat

Théoriquement, en présence de valeur commune inconnue, l'espérance de revenu dans une enchère uniforme est supérieure à l'espérance de revenu dans une enchère discriminatoire. En effet, la première étant moins vulnérable à la malédiction du vainqueur, en raison de la réduction du caractère privatif de l'information (liant la valeur de l'estimation du vainqueur à celle de la première offre rejetée), les acheteurs sont moins incités à réduire leur offre.

Par ailleurs, en présence de deux catégories d'acheteurs, informés et non-informés, ou alors experts et non-experts, l'enchère à prix uniforme incite les acheteurs à acquérir des informations coûteuses dans l'objectif d'accroître les asymétries *ex ante* à l'enchère, asymétries qui seraient exacerbées par la procédure. Ces informations coûteuses constituent des barrières à l'entrée de nouveaux concurrents. La simplicité de la stratégie des acheteurs dans une enchère uniforme est également invoquée comme argument favorable à la multiplication du nombre d'acheteurs et donc en faveur de la concurrence.

Toutefois, ces arguments qui plaident en faveur de l'enchère uniforme sont remis en cause par les opportunités de comportements stratégiques anti-concurrentiels qu'offre

cette procédure d'allocation des biens. Les risques sont les suivants : accaparement du marché, réputation d'acheteur agressif dissuadant les nouveaux entrants (réputation beaucoup plus coûteuse dans le cas d'enchère discriminatoire), comportement collusif. La plus grande vulnérabilité de l'enchère uniforme aux comportements de prédation et collusifs incite certains auteurs à préférer l'enchère discriminatoire. Par ailleurs, le risque de malédiction du vainqueur est atténué par le fait que la valeur du bien vendu est encadrée en amont et en aval réduisant ainsi l'incertitude pour les acheteurs.

Ce débat sur le format de l'enchère le plus pertinent pour les émissions des emprunts d'Etat n'est pas tranché, et il n'existe pas de preuve formelle en faveur d'un format plutôt qu'un autre.

2 - LE SPECTRE HERTZIEN

2.1- Les enjeux des enchères mises en œuvre par un régulateur

La mise aux enchères du spectre hertzien engage la puissance publique dans son rôle de gestionnaire des ressources collectives. Les objectifs recherchés sont généralement l'efficacité allocative de la procédure, la maximisation des revenus de l'Etat et la transparence. A ces objectifs s'ajoutent les enjeux de la gestion d'une ressource publique, en termes distributifs, de structure du marché aval et de politique industrielle, qui viennent complexifier la conception des mécanismes.

2.1.1 - Les enjeux distributifs de l'extraction de la rente

Il s'agit donc de l'usage du domaine public qui implique de prendre en considération le partage de la rente générée par l'utilisation de celui-ci. Les firmes, dans ces situations, bénéficient d'une rente informationnelle et les enchères correspondent à un moyen pour le régulateur d'extraire cette information et de réduire les marges bénéficiaires des opérateurs. Cette rente constitue par ailleurs un mode de financement des dépenses publiques moins coûteux que la taxe qui est génératrice de pertes sèches. Ainsi Klemperer [2000] estime que le montant de la rente générée par les enchères britanniques sur l'UMTS pourrait servir à la construction de 400 hôpitaux publics. Mougeot [2001] estime que si l'utilisation du domaine public était bradée aux opérateurs, les principaux perdants seraient les fonds de réserve des retraités qui

devraient être alimentés par la vente d'un bien appartenant au domaine public, et les principaux gagnants seraient les actionnaires des opérateurs dont la valeur boursière devrait grimper.

2.1.2 - Enchères et structure de marché aval

Ces enchères mettent en concurrence plusieurs opérateurs pour l'accès à un marché. Elles posent par conséquent le problème de la structure du marché aval. En effet, si le régulateur s'approprie la rente informationnelle des opérateurs, il lui faut tenir compte du fait que le prix de l'enchère peut être répercuté sur le consommateur final, auquel cas, les enchères n'auront servi qu'à ponctionner indirectement les consommateurs finaux. Il en résulterait un accroissement du prix du bien final et un risque de récession dans le secteur en question. Dans cet objectif, il importe au régulateur de décider de la structure du marché aval auquel doivent accéder les opérateurs, de sorte à maintenir une concurrence pour le bien-être des consommateurs. Cette structure de marché peut être décidée de façon endogène ou alors exogène par le régulateur.

2.1.3 - Enchères et Politique industrielle

Les enchères des licences du spectre hertzien posent également la problématique de la politique industrielle. En effet, le secteur des télécommunications est en mutation, ouverture à la concurrence, accélération des progrès techniques, en liaison avec d'autres secteurs. On peut s'intéresser aux effets du paiement des licences sur les profits des entreprises, et sur la possibilité que ce paiement puisse grever les capacités d'innovation des équipementiers. Ce qui remettrait en cause le développement industriel du secteur des télécommunications. Cette préoccupation n'est pas l'objet de notre étude et nous renvoyons le lecteur au rapport de Didier et Lorenzi [2002], qui s'inscrit dans cette problématique de politique industrielle et s'intéresse à l'avenir de la technologie de téléphonie de 3^{ème} génération.

Les enchères menées dans les secteurs des télécommunications sont, à cet égard, intéressantes pour analyser la pertinence du recours à l'outil compte tenu des objectifs

finaux affichés par les régulateurs. Nous avons choisi de discuter ici des deux plus importantes vagues d'enchères portant sur la vente des spectres hertziens à usage commerciale. La première expérience est celle qui a porté sur la vente des licences de spectres radio par la Federal Communication Commission -FCC- aux Etats-Unis, et la seconde est celle de la vente des licences UMTS par les pays européens qui ont choisi les mécanismes d'enchères.

2.2 - Caractéristiques du bien vendu

Le spectre hertzien est une ressource rare, avec une possibilité d'exclusion d'usage, qui en France est classée domaine public, et destinée à la satisfaction d'un certain nombre de besoins collectifs, tels que la défense nationale, l'aviation civile, la météo, la police et la marine. La gestion de cette ressource incombe à l'agence nationale des fréquences, qui alloue une zone du spectre à des opérateurs privés pour leur donner l'accès aux marchés de l'audio-visuel et de la télécommunication. En France, le Conseil Supérieur de l'Audiovisuel -CSA- alloue les fréquences audiovisuelles aux opérateurs et l'Autorité de Régulation des Télécommunications -ART- attribue les fréquences de télécommunications.

La zone hertziennne destinée aux télécommunications est découpée en blocs, et ce sont ces blocs qui ont fait l'objet d'enchères. Ce bien fait l'objet d'une *concurrence pour le marché* de l'accès à un autre marché, celui des services de télécommunication.

2.3 - Le spectre radio aux Etats-Unis

Cramton [1997] rapporte et analyse six des enchères de la plus importante expérimentation grandeur nature sur ces mécanismes. Celles-ci portent sur l'attribution des spectres radio à usages personnels aux Etats-Unis. La gestion de ces fréquences incombe à la FCC qui a conduit les enchères de 1994 à 1996. Le spectre a été découpé en 2500 licences selon un découpage géographique et selon la longueur de la bande. Ce découpage n'est pas sans incidence sur la nature des interdépendances entre les biens qui seront vendues aux enchères.

2.3.1 - Le débat ex ante sur le format de l'enchère

Les licences vendues sont des biens à *valeur commune inconnue* ou à *valeurs affiliées*. Les interdépendances entre les licences sont, pour une partie de l'ordre de la *complémentarité*, et l'autre partie relève de la *substituabilité*.

L'*objectif prioritaire* affiché de la FCC était celui de l'*efficacité allocative* avant la maximisation du revenu. Un débat public a eu lieu avant la mise en œuvre des procédures et a impliqué non seulement les experts de la FCC mais également ceux des opérateurs candidats à l'achat.

2.3.1.1 - Les synergies entre les licences

Les licences radio mises aux enchères exhibent des effets de synergies⁶ positives (complémentarités entre certaines licences) et des synergies négatives (substituabilités), qui peuvent inciter certains grands opérateurs à vouloir effectuer des offres sur un ensemble de licences. Une question s'est alors posée qui est celle d'autoriser les acheteurs à faire des offres sur plusieurs licences. La non autorisation de vente par lots pouvant être source d'inefficacité ? Cette inefficacité est en corrélation positive avec le degré de complémentarité entre les biens vendus. En revanche, autoriser des offres combinatoires complexifie les stratégies des acheteurs.

Bien que des expérimentations en laboratoire aient été concluantes à certains égards, la FCC n'a tout de même pas jugé prudent d'autoriser cette pratique préférant la simplicité du calcul stratégique d'une seule offre par licence. Les acheteurs n'ont donc été pas autorisés à soumettre pour un lot de plusieurs licences.

2.3.1.2 - Offres ouvertes ou offres scellées

L'enchère ouverte est moins vulnérable à la malédiction du vainqueur. L'argument principal qui a été avancé en faveur de l'enchère ouverte est celui selon lequel le déroulement du processus offre la possibilité aux acheteurs d'acquérir des informations sur les évaluations des concurrents, permettant ainsi à l'ensemble des acheteurs de modifier leur stratégie en conséquence. L'acquisition d'information, réduit

⁶ Pour les discussions des synergies à propos des licences d'exploitation des spectres hertziens voir Ausubel, Cramton, Mac Afee et Mac Millan [1997].

le risque de la malédiction du vainqueur, et incite les agents à faire des offres plus agressives. Il en résulte un accroissement du revenu [Milgrom et Weber 1982].

L'enchère sous plis scellés est, quant à elle, moins vulnérable à la collusion. Les offres fermées ne permettent pas l'envoi de signaux entre concurrents, et altèrent donc leur stratégie de menace ou de collusion. En outre, en présence d'asymétrie entre les acheteurs, cette règle accroît le revenu moyen du vendeur [Maskin et Riley 1984]. La stratégie de l'acheteur ayant la plus forte évaluation du bien est de se rapprocher le plus possible de sa véritable évaluation tandis que dans la procédure précédente, il ne fait que surenchérir, de epsilon, sur ses concurrents.

2.3.1.3 - Offres séquentielles ou offres simultanées

Pour chacune des licences, il est possible d'imaginer une enchère unitaire différente. En raison des synergies entre licences, les comportements de certains acheteurs et les incitations dans chacune de ces enchères auraient été fonction de la probabilité de remporter les enchères suivantes.

L'un des inconvénients de l'enchère séquentielle est de limiter les informations à la disposition des acheteurs. Cette incertitude les contraint à effectuer des anticipations de l'influence des prix de l'enchère en cours sur les prix des licences qui seront vendues par la suite. Hormis la complexité des calculs stratégiques que cela suppose de mettre en place, une des conséquences possibles est l'inefficacité au sens de la non affectation des licences à ceux qui en ont l'évaluation la plus élevée.

Dans le cas d'une enchère simultanée les licences sont vendues en même temps. Les acheteurs possèdent donc l'information sur les prix des différentes licences révélés au cours de la procédure. Ils ont alors la possibilité de switcher entre les licences sur la base de ces informations. Avec ce format, les agents n'ont pas besoin d'effectuer les anticipations stratégiques complexes, les agrégations sont plus simples.

Evidemment, comme à chaque fois que l'on révèle l'information sur les évaluations des différents acteurs, le résultat est une plus grande vulnérabilité de la procédure à la collusion et aux comportements de prédation. Toutefois, eu égard à l'ensemble de ces considérations, et compte tenu de l'objectif prioritaire d'efficacité allocative affiché par

la FCC, les économistes en charge de ces études (Mc Millan, Milgrom, Mac Afee et Wilson) ont tranché en faveur de l'enchère simultanée.

Notons également que la complexité des stratégies qu'impose l'enchère séquentielle a été un argument déterminant en faveur de l'enchère simultanée. La simplicité de la stratégie optimale des acteurs est un moyen d'attirer un plus grand nombre d'acteurs et donc de promouvoir la concurrence.

2.3.2 - Le format retenu

Le résultat de ce débat, qui fut public et qui a précédé les enchères (d'août 1993 à mars 1994), est un consensus quasi unanime sur le fait que, dans la mesure où l'objectif prioritaire est celui de l'efficacité plutôt que la maximisation du revenu, le mécanisme retenu est celui de l'enchère ascendante simultanée.

Après discussion des modalités de l'implémentation, notamment sur le choix du pas de temps qui devait être retenu, continu ou discret, sur la fréquence des étapes, sur le montant de l'offre incrémentale minimale, les enchères se sont déroulées de la façon suivante. Les offres sont transmises en une série d'étapes. L'offre la plus élevée sur chaque licence et à chaque tour est l'offre gagnante transitoire. Les acheteurs qui ne soumettent pas d'offre pendant un tour peuvent être exclus de la procédure. Toutes les licences restent en vente jusqu'à ce que les offres cessent.

A ces règles générales, d'autres règles particulières portant sur la participation, sur l'éligibilité et l'acceptabilité des offres ont été rajoutées en fonction de la gamme des licences vendues, et plus précisément en fonction du degré de synergie qu'il pouvait y avoir entre elles. Des facilités de paiement ont été introduites pour attirer certaines entreprises. Des discriminations positives, allant de 10% à 40 % de crédit offert⁷, ont été accordées à certaines firmes dans l'objectif de compenser des asymétries *ex ante* et favoriser l'entrée de nouveaux acteurs.

⁷ Parmi les firmes ayant bénéficié de 40 % de crédit d'offre, 10 d'entre elles ont remporté une licence. En outre, la concurrence entre acheteurs a éliminé le crédit puisque les prix de ces licences ont été de 40 % supérieurs au prix des licences équivalentes.

2.3.3 - Les résultats : des comportements collusifs limités

Bien que l'évaluation objective des résultats reste assujettie à l'observation des estimations de la valeur des licences faites par les firmes, ces enchères analysées par de nombreux auteurs [Ausubel *et al.* 1997, Cramton 1997, Mac Afee et Mac Millan 1996] ont été un succès, en dépit de quelques comportements collusifs enregistrés [Crampton et Schwartz 2000].

Les deux caractéristiques essentielles de la procédure, une enchère à plusieurs étapes plutôt qu'une offre sous pli scellé en une étape, et une enchère simultanée plutôt que séquentielle, devaient promouvoir la diffusion de l'information sur les évaluations des différents acheteurs et permettre à ces derniers de réagir en conséquence, en procédant à des agrégations efficaces de licences. La réduction du risque de malédiction et l'efficacité des agrégations de licences étaient les deux objectifs recherchés. Le risque étant celui de comportements collusifs.

Crampton et Scharwtz [2000] mettent en lumière de nombreuses observations de comportements de collusion et de prédation dans les enchères de la FCC.

Un exemple : *le code bidding*

Dans la mesure où, les offres étaient ouvertes, chaque acheteur savait qui faisait une enchère, de quel montant et sur quelle licence. Ces informations ont facilité la collusion de deux façons ; d'une part elles ont autorisé les enchérisseurs à coordonner leurs actions ; d'autre part, elles leur ont offert la possibilité de menacer leurs concurrents et de mettre à exécution ces menaces par des sanctions. Le "*code bidding*", en utilisant les deux ou trois derniers chiffres de la proposition faite pouvait ainsi servir à indiquer le numéro de la licence que voulait acquérir un acheteur, ou alors à indiquer à un autre acheteur, le lieu de la sanction éventuelle s'il ne se retirait pas de l'enchère.

Ces stratégies aient été fructueuses pour un certain nombre d'acheteurs qui les ont pratiquées puisqu'ils ont payé un prix inférieur au prix moyen. Toutefois, de façon générale, sur l'ensemble des 16 enchères qui ont eu lieu, il n'existe pas de preuve concrète d'une perte significative de revenu résultant de ces comportements stratégiques.

La principale leçon à tirer de ces expériences est le dilemme efficacité-revenu, très clairement apparu, que posent la transparence et la révélation des informations dans les enchères multi-unitaires ascendantes de biens hétérogènes avec des synergies. Alors que la révélation de l'information, dans l'enchère ascendante, favorise l'efficacité en facilitant l'arbitrage et l'agrégation entre les licences, elle autorise également les acteurs à coordonner leurs stratégies et *in fine* à réduire le revenu de l'enchère. La pertinence de la décision face à ce dilemme est fonction de la nature et des particularités du marché. Dans le cadre d'une enchère "*once-and-for-all*", telle que celles des enchères sur les spectres hertziens, une procédure transparente qui faciliterait les agrégations de biens, avec quelques aménagements⁸, devrait être privilégiée. Dans le cadre d'enchères répétées, les gains de la révélation sont contrebalancés par les risques de collusion exacerbés par la répétition.

2.4 - L'UMTS, des résultats mitigés

L'expérience de l'UMTS est une autre expérience de grande ampleur sur les mécanismes d'enchères. Les interrogations portent sur les différentes interprétations des résultats observés. Les résultats de ces enchères, par rapport à celles du spectre radio aux Etats-Unis, sont contrastés. La nature du bien à vendre avait les mêmes caractéristiques que celui des enchères du spectre radio aux Etats-Unis. Toutefois, il existait une différence de taille avec les précédentes, c'est l'existence d'opérateurs déjà installés dans le secteur et possédant déjà une licence de 2G. Les nouveaux entrants potentiels, ceux qui n'opéraient pas déjà dans le secteur des télécommunications, devaient faire face à deux difficultés majeures. Tout d'abord, les coûts fixes de l'infrastructure requise pour le fonctionnement des services de 3G sont élevés, et une partie de ces coûts fixes sont déjà échoués pour les firmes en place. Ensuite, les firmes en place bénéficient de fichiers clients et d'une présence sur le marché.

Jehiel et Moldovanu [2000] ont par exemple estimé, dans le cadre des enchères UMTS britanniques à 6.4 milliards de livres la valeur de la licence pour un entrant et à 32.1 milliards de livres pour un opérateur de grande taille déjà en place. Les opérateurs en place avaient donc un prix de réservation de 5 fois supérieur. Cette asymétrie dans les

⁸ Comme la réduction de nombres de chiffres des annonces, 3 au lieu de 6, à celles qui sont significatives afin d'éliminer le "*code bidding*".

évaluations des objets devait inciter à la vigilance quant aux conditions d'entrée, dans la mesure où, les effets de ces asymétries sont largement exacerbés par les coûts d'entrée [Klemperer 1998].

Les recettes engendrées par la vente des licences dans les différents Etats figurent dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Recette des licences UMTS en Europe.

	Date	Nombre de Licences	Nombre de concurrents	Prix en euro par hab.
Royaume-Uni	Avril 2000	5	13	630
Pays-Bas	Juillet 2000	5	6	170
Allemagne	Août 2000	6	7	615
Italie	Octobre 2000	5	6	210
Autriche	Nov. 2000	6	6	100
Suisse	Déc. 2000	4	4	20
Belgique	Mars 2001	4	3	43
Grèce	Juillet 2001	4	4	46
Danemark	Sep. 2001	4	5	98

Sources : Mougeot et Cohen, 2001, Jehiel et Moldovanu, 2000, Klemperer 2001,

On observe de grandes différences dans les prix d'attribution des licences. Il est intéressant d'analyser les raisons de la chute de prix constatée. Bien qu'il soit trop tôt pour tirer des conclusions sur le succès ou l'échec de ces enchères, les estimations de la valeur commune inconnue du bien ne seront connues qu'après exploitation des licences et une fois que la demande se sera exprimée sur le marché, plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour tenter une explication.

On peut classer ces facteurs en trois catégories. La première relève de l'organisation de l'ensemble des enchères à l'échelle Européenne et remet en cause le principe de subsidiarité. La deuxième catégorie de facteurs tient à l'environnement économique du secteur des télécommunications et des nouvelles technologies (bulle spéculative) et la troisième est relative à la conception et au choix du format d'enchère par chaque Etat.

2.4.1 - La subsidiarité et le jeu non coopératif entre Etats européens

Le conseil européen, allant à l'encontre des recommandations de la Commission, décide d'appliquer le principe de subsidiarité quant à l'attribution des licences de

téléphonie mobile de 3G. Ce choix de la liberté laissé aux Etats dans la détermination de la procédure a ouvert le champ des pratiques anti-concurrentielles aux grands opérateurs européens.

En effet, la non coordination des procédures est *"une entorse à l'enseignement du fédéralisme fiscal, selon lequel, l'aire d'influence d'un bien public doit coïncider avec son aire de financement"*, [Mougeot 2001 p.23]. Alors que la subsidiarité signifie la reconnaissance de marchés nationaux pour l'UMTS, les grands opérateurs ne se sont pas trompés et ont bien perçu le marché comme étant européen. Compte tenu de la séquentialité des enchères qui devaient avoir lieu, les risques de collusion seront exacerbés par la répétition, et les premières enchères seront plus agressives que les suivantes.

La première enchère britannique est conçue, préparée et exécutée par des experts, Klemperer et Binmore. Le prix révélé des licences, 34 milliards d'euros (630 euros/habitant) au cours de la vente est de sept fois supérieur aux estimations des analystes du Trésor. La deuxième enchère aux Pays-Bas rapporte à l'Etat 2.6 milliards. Rapporté au nombre d'habitants cela revient à 170 euros/habitant. La troisième, est l'enchère allemande et les prix (615 euros/habitant) se rapprochent plus de l'enchère anglaise. Le prix des licences italiennes est d'environ le tiers des licences britanniques et les enchères qui suivront ne dépasseront pas le prix de 100 euros par habitant (tableau 1).

La première interprétation de cette chute des prix repose sur l'idée selon laquelle, la répétition des enchères à l'échelle européenne a permis aux opérateurs de prendre des parts des marchés sur la première vente, avec des offres élevées de manière à se forger une réputation de concurrents agressifs et dissuader les nouveaux entrants dans les prochaines ventes qui devaient suivre en Europe. L'échelonnement des procédures dans le temps et la non-coordination de celles-ci à l'échelle européenne auraient donc contribué à favoriser les comportements anti-concurrentiels, de prédation dans les premières enchères et de collusion dans les dernières. Les premières enchères seront donc moins vulnérables aux risques de collusion et prédation. En outre, le marché anglais des télécommunications est considéré comme étant le marché de référence du secteur [Mougeot et Cohen 2001]. Dans le jeu non coopératif entre Etats européens, il

fallait jouer en premier, et le jeu du gouvernement britannique, bien avisé, est loin de relever de la naïveté.

La seconde erreur de conception des enchères à l'échelle européenne tient au caractère prématuré de la réalisation de celles-ci. En effet, elles ont été décidées dans un contexte de visibilité technologique faible et un degré d'incertitude élevé. Les opérateurs et les pouvoirs publics ne disposaient pas d'évaluation précise de la valeur commune inconnue, ni des estimations fiables des potentialités du marché. Même les équipementiers n'avaient pas d'idée précise sur la façon de mettre en œuvre le produit. Alors que le rôle du régulateur concepteur d'une enchère est de réduire l'incertitude sur la valeur commune du bien à vendre, le choix d'une date prématurée pour l'attribution des licences a favorisé cette incertitude.

2.4.2 - La bulle spéculative

Compte tenu de l'incertitude élevée sur la valeur commune inconnue, les estimations de profit de opérateurs semblent avoir été fondées sur des évaluations boursières en période de bulle spéculative. Le dégonflement de la bulle peut apparaître comme un deuxième facteur explicatif de la réduction des prix des licences. La chute des valeurs boursières du NASDAQ et de l'ensemble des valeurs des entreprises de nouvelles technologies peut avoir provoqué trois effets.

La chute des notations boursières des entreprises de télécommunications a réduit leur possibilité de lever des fonds en provoquant un surenchérissement du coût du crédit

Les estimations de la valeur commune inconnue du bien sont revues à la baisse par les opérateurs.

Le dégonflement de la bulle a pu modifier le comportement des acheteurs vis-à-vis du risque.

2.4.3 - Conception des enchères par chaque Etat

La troisième catégorie de facteurs explicatifs des différences de prix dans les différentes enchères tient à la plus moins bonne conception de chacune d'entre elles, ainsi qu'à l'adéquation du format pour répondre aux objectifs fixés et limiter les risques encourus.

La première enchère est donc conçue, préparée et exécutée par des experts. La Grande-Bretagne était dans un premier temps partie sur la base de quatre licences. Mais, avec quatre opérateurs incubants, et compte tenu des asymétries entre firmes incubantes et nouveaux entrants, il existait des risques sur le caractère concurrentiel de la procédure. Des risques de prédation dissuadant les nouveaux entrants, et des risques de collusion, par alliance entre nouveaux entrants et opérateurs en place, dans le cas où les nouveaux entrants estimaient n'avoir aucune chance de remporter une licence. Afin de ne pas dissuader les nouveaux entrants, voire de les encourager, une cinquième licence a été introduite, affaiblissant ainsi la position des grands opérateurs dans une enchère ascendante simultanée.

Tableau 2 : Résultat de l'enchère britannique

<i>Enchérisseurs dans l'enchère Britannique</i>	<i>Backers</i>	<i>Dernières enchères (Milliards d'euros)</i>
Vodafone*	Vodafone	9.84
BT3G*	BT	6.65
One2One*	DT	6.60
Orange*	Orange	6.76
<i>Moyenne des incubants</i>		7.46
TIW*	TIW	7.23
NTL	NTL, FT	6.55
SpectrumCo	Sonera	3.47
Epsilon Tele.com	Nomura	3.42
3GUK	Eircom	3.30
Crescent Wireless	Global Crossing	3.00
Global Wireless	One.Tel	3.60
Telefonica UK	Telefonica	6.05
WorldCom Wireless	MCI Worldcom	5.24
<i>Moyenne entrants</i>		4.65
<i>Moyenne Générale</i>		5.51

Source : Jehiel et Moldovanu, 2000, (*) enchérisseur ayant remporté une licence

L'introduction de la cinquième licence a eu pour effet d'inciter neuf nouveaux entrants créant ainsi des conditions plus favorables à la concurrence.

Aux Pays-Bas, au cours d'une enchère ascendante simultanée, cinq licences ont été vendues à six opérateurs dont un nouvel entrant. Les autres nouveaux entrants ont eu la possibilité de former des alliances avec les opérateurs installés. Au lieu de réduire les asymétries entre les acheteurs, l'autorisation de former des alliances a renforcé les

pouvoirs de marché des incumbents et marginalisé la position du nouvel entrant Versatel. Dans les faits, Versatel a été contraint d'abandonner les enchères prématurément. Cinq licences pour six opérateurs et un abandon prématuré dans une enchère ascendante sont des facteurs qui expliquent la faiblesse du prix des licences néerlandaises. Le contexte de l'enchère italienne ressemble à celui de la néerlandaise avec cinq licences pour six opérateurs dont un nouvel entrant. Selon Klemperer, des enchères sous plis scellés, avec des mesures appropriées contre les risques de collusion, auraient été préférables dans ces deux cas de figure.

Les autres enchères ont également souffert d'un manque d'attention portée aux asymétries entre acheteurs. Il aurait été possible d'améliorer les résultats de celles-ci dans une procédure sous plis scellés en une seule étape [Klemperer 2000] et/ou en facilitant les entrées par une réduction des charges d'installation [Jehiel et Moldovanu 2001].

3 - LE MARCHE DE L'ELECTRICITE

En 1989-1990, le gouvernement anglais restructure le secteur de l'électricité en séparant la production de l'électricité de la distribution. Les capacités de production sont allouées à plusieurs firmes et un marché spot, le Pool, est créé dans l'objectif de promouvoir la concurrence. La distribution, qui relève du monopole naturel, est déléguée à une entité autonome, le National Grid Compagny -NGC- qui est également le Gestionnaire du Réseau de Transport -GRT-. Ce modèle anglais de séparation verticale devient rapidement le modèle de référence pour la libéralisation des industries électriques [Politt 1997], et le mouvement de libéralisation s'étend à plusieurs pays.

En France, l'ouverture du monopole d'EDF à la concurrence, par application des directives européennes, s'est traduite par la division de l'entreprise publique en deux composantes. La première EDF est chargée de la production et de la distribution de l'électricité, et la seconde, RTE (Réseau de Transport d'Electricité) de la gestion de l'infrastructure.

Nous évoquerons, sans rentrer dans les détails, les opportunités de recours aux mécanismes d'enchères dans la libéralisation des secteurs électriques. Nous insisterons

en revanche sur la réforme du marché anglais de l'électricité, et plus précisément sur l'abandon de l'enchère à prix uniforme pour une enchère discriminante. Nous aborderons également le débat de la mise aux enchères des interconnexions européennes aux frontières comme solution au problème de la congestion.

3.1 - Les opportunités de recours aux enchères

De façon générale, la libéralisation des marchés de l'électricité dans les autres pays qui ont suivi l'Angleterre s'est concrétisée, à l'instar du modèle anglais, par la scission des anciens opérateurs historiques en deux entités distinctes. L'architecture globale des marchés s'est organisée autour de plusieurs marchés interdépendants. Ces marchés sont fonction des échéances temporelles qui déterminent les besoins. Le marché des besoins à long terme, le marché des besoins à court terme, i.e. le marché de la veille de la livraison ($j-1$), et celui des besoins à très court terme concernant les demandes d'ajustement en temps réel. Dans ce dernier marché, le GRT peut se retrouver en position de monopsonne et auquel cas recourir aux enchères.

Les domaines dans lesquels des mécanismes d'enchères ont été utilisés, ou sont susceptibles de l'être sont les suivants : dans le cadre de la privatisation elle-même, dans le cadre du marché d'ajustement ou dans le cadre du marché des compensations des pertes.

3.1.1 - La privatisation

Les enchères peuvent être utilisées dans le cadre de la procédure de libéralisation elle-même, pour l'attribution de concessions de distributions ou pour la privatisation des entreprises publiques. La France ayant choisit comme substitut au démantèlement du monopole d'EDF la mise aux enchères d'une partie de sa capacité de production. Ces capacités, "*virtuelles*", sont vendues à des opérateurs qui leur permettent de soutirer de l'électricité livrée sur le réseau. Ce mécanisme de cession de capacité prend la forme d'une enchère ascendante simultanée à plusieurs tours. Ces capacités de production donnent le droit d'accéder à un autre marché, puisque cette électricité peut être revendue à d'autres clients, au GRT ou alors être exportée.

3.1.2 - Le marché d'ajustement

Dans l'architecture globale des marchés de l'électricité le GRT français a la charge d'assurer en temps réel l'équilibre entre la consommation et la production d'électricité. Pour cela, il a recouru à des moyens de production supplémentaires par l'appel à de nouvelles centrales ou par la réduction des injections sur certains sites de production. Dans ce cadre RTE se retrouve en position d'acheteur unique et procède à des enchères auprès des opérateurs ou des clients pour obtenir l'électricité nécessaire pour ajuster le marché à la hausse ou à la baisse.

3.1.3 - Le marché de la compensation des pertes

Le transport de l'énergie engendre des pertes qui représentent entre 1 et 2% de l'électricité qui transite sur le réseau. Le GRT a la charge de compenser ces pertes par l'achat d'électricité auprès de producteurs pour la réinjecter dans le système. Le coût de cette charge est répercuté sur le prix du transport. En France, RTE organise depuis octobre 2000 des appels d'offre discriminatoires pour la compensation des pertes.

3.2 - Le marché Anglais et le problème du pouvoir de marché des opérateurs

Les faibles performances observées sur certains marchés et les défaillances relevées sur d'autres ont alimenté deux axes de recherche. Le premier est théorique et porte sur la pertinence du format de l'enchère pour répondre à la problématique du pouvoir de marché des opérateurs historiques, et le second sur les règles qui régissent l'architecture globale des marchés de l'électricité.

Nous avons choisi de discuter du marché anglais de l'électricité parce que ce dernier est illustratif des difficultés de la conception d'une enchère, de l'adéquation du format aux besoins et de la place de l'outil dans l'architecture globale.

La récente réforme (27 mars 2001) du marché de l'électricité en Angleterre, le NETA -New Electricity Trade Agreement-, a suscité de nombreux commentaires. Les dysfonctionnements enregistrés sur le précédent marché, le Pool, et le débat théorique sur le format d'enchère le plus adapté aux marchés de l'électricité, sont à l'origine de cette réforme. Les raisons de ces dysfonctionnements ne sont pas à imputer uniquement

au format de l'enchère, mais également à l'architecture globale du marché de l'électricité.

Nous avons souhaité apporter un éclairage sur la réforme introduite sur le marché anglais de l'électricité. Le principal reproche qui était fait au Pool était celui de ne pas pouvoir contenir le pouvoir de marché des opérateurs historiques. Il apparaît en effet que le pouvoir de marché des opérateurs historiques a été favorisé par deux facteurs. Le format de l'enchère en lui-même. L'enchère à prix uniforme est en effet responsable d'une partie des dysfonctionnements. Mais les règles de fonctionnement du marché ont également favorisé la manipulation des prix par les producteurs d'électricité. Nous tenterons de différencier la part des dysfonctionnements inhérente au format de l'enchère de celle qui relève des règles du marché global.

3.2.1 - Le marché du Pool

Le marché spot du Pool est défini comme le lieu des échanges physiques d'électricité. Il se caractérise par une participation obligatoire, et le *dispatching*⁹ est centralisé par l'opérateur du système.

3.2.1.1 - La détermination des prix sur les marchés

Le marché Spot du Pool, fonctionnait sur une mise aux enchères des capacités de production des producteurs d'électricité. Les enchères sont des enchères multi-unitaires à prix uniforme. Les acteurs du marché sont : l'opérateur du système, le NGC, en position de monopsonne, qui opère pour le compte du Pool avec pour objectif la minimisation du coût total de la fourniture d'électricité ; les producteurs d'électricité qui soumettent des fonctions d'offre par spécification des quantités qu'ils seraient prêts à produire, i.e. leur capacité de production -par tranche de demi-heure-, et les différents prix de ces capacités. Le marché fonctionne en deux temps.

Les producteurs non contraints (Unconstrained Generators)

A $(j-1)$ de la livraison de l'électricité, les fonctions d'offre des producteurs sont agrégées par le NGC et confrontées avec une fonction de demande prévisionnelle. Il en

⁹ Le *dispatch* consiste à déterminer la répartition de la production et de la puissance entre les différentes unités, compte tenu des caractéristiques opérationnelles des unités, et des contraintes de coûts. Le *dispatch* dans le Pool est centralisé tandis que dans le NETA il est décentralisé.

résulte un prix d'équilibre, par tranche de demi-heure, appelé le SMP (System Marginal Price). Après avoir calculé la solution la moins coûteuse, le NGC informe les producteurs des capacités *programmées* à être appelées le lendemain. Ces capacités de production sont des capacités non contraintes.

Les producteurs sous contraintes (Constrained Generators)

Le jour j de la livraison de la production, les capacités de production des producteurs non contraints sont appelées par ordre croissant des prix offerts. Toutefois, compte tenu des aléas de la prévision de la demande, des pertes de charge sur le réseau, et d'autres contraintes techniques, le NGC devra équilibrer le système entre la quantité d'électricité injectée dans le réseau et celle qui est soutirée, à l'instant t . Pour cela, il pouvait faire appel, soit à des capacités de production qui n'étaient pas programmées, c'est-à-dire celles dont les prix offerts sur le marché étaient supérieures au SMP, soit l'opérateur pouvait également ne pas appeler des capacités programmées.

La règle de paiement était la suivante :

Les producteurs non contraints, c'est-à-dire programmés et appelés étaient payés au prix d'achat du Pool, le *PPP* :

$$PPP = SMP + CP$$

PPP : Pool Purchase Price

CP : Prime de capacité, avec $CP = (VOLL - SMP) \times LoLP$

VOLL: Value of Lost Load, la valeur de la perte de charge,

LoLp : Loss of Load Probability, la probabilité de perte de charge

Les producteurs non contraints non appelés recevaient la CP.

Les producteurs contraints, i.e. les capacités de production qui n'étaient pas programmées, étaient rémunérés au prix de leur offre.

Aux côtés du marché physique, un marché à terme permettait de couvrir les risques de volatilité du prix. Un contrat à terme, était un accord passé entre un producteur et un consommateur. Le contrat type est un *CfD* (Contract for Difference) pour une production fixe de X MWh à un prix fixe f . Si le prix du Pool est de p , alors

l'acheteur paye au producteur la valeur de $M(f-p)$, et le producteur recevait Mp du Pool. Ainsi la recette du producteur pouvait s'écrire :

$R = M(f-p) + Mp$. Autrement dit, le producteur était rémunéré de Mf . La production excédentaire et/ou déficitaire était rémunérée au prix du Pool, de telle sorte que le Pool jouait le rôle de mécanisme d'ajustement. 90 % de l'électricité était vendue par contrat, et 10 % seulement payé au PPP. Même si le prix du Pool était un prix transparent qui exerçait une influence sur le prix des contrats à termes, le prix de l'électricité se fixait sur le marché des contrats bilatéraux où les parties contractantes prenaient des options d'achat ou de vente sur le prix du marché physique.

Par ailleurs, les producteurs d'électricité étaient contraints de passer par le Pool pour vendre leur production. Le Pool était obligatoire. Autrement dit il n'existe pas de confrontation directe entre producteurs et consommateurs par l'intermédiaire de contrats bilatéraux. Les producteurs d'électricité n'ont aucun autre moyen de vendre leur produit.

2.2.1.2 - La manipulation des prix sur le marché

La Manipulation des prix par les producteurs

A ces règles de paiements, s'ajoutait le fait que les producteurs n'avaient pas d'obligation ferme de fournir alors qu'ils avaient des droits fermes sur l'utilisation du réseau de distribution. Dans la pratique, il s'est avéré que ces derniers ont souvent invoqué des raisons techniques pour ne pas fournir de l'électricité. Les abus allant quelques fois jusqu'à retenir, le jour de la livraison, la quantité programmée qui avait remporté l'offre la veille, créant ainsi des déséquilibres sur le réseau. Pour compenser ces déséquilibres, l'opérateur du système se trouvait contraint d'appeler des capacités non programmées les payant au prix de leur offre. Dans la réalité, certains producteurs renaient une part de leur production. Ainsi, les fournisseurs disposant de plusieurs capacités de production, faisaient monter le prix de l'électricité sur le marché d'ajustement en temps réel, et offraient d'autres capacités de production à un prix plus élevé. Les surcoûts liés à l'ajustement et au rétablissement de l'équilibre du système, étaient reportés sur les consommateurs finaux, et non pas les responsables de ces déséquilibres.

La manipulation des enchères

De récentes études théoriques ont permis de mettre en exergue, d'une part l'inefficacité allocative des enchères à prix uniforme, et, d'autre part, le caractère collusif des équilibres ainsi que le phénomène de réduction de la demande [Ausubel et Cramton 2002]. Ces résultats, ainsi que les observations des manipulations de prix par les producteurs, ont conduit un certain nombre de régulateurs à s'interroger sur la possibilité de modifier le format d'une enchère uniforme en faveur de l'enchère discriminatoire sur les marchés de l'électricité. Le *California Power exchange*, constatant un accroissement des pics de tarification (volatilité des prix), en période de production de pointe et hors pointe, a commandé une étude sur la possibilité de passer à une enchère discriminatoire [Khan et al 2001]. Ce qui est mis en cause, ce sont les asymétries entre les enchérisseurs et les possibilités de collusion qu'offre une enchère à prix uniforme aux gros opérateurs. Quoi qu'il en soit, ni la théorie, ni les expérimentations ne fournissent de résultats probants et définitifs permettant de conclure en faveur d'un format d'enchère plutôt qu'un autre.

Ainsi Wolfram [1998], à partir de données issues du marché de l'électricité en Angleterre, tente une validation empirique de la réduction de la demande et montre qu'en effet, les gros producteurs ont tendance à surévaluer leurs mark-ups stratégiques pour les unités de production les moins susceptibles d'être utilisées, confirmant ainsi les résultats théorique de Ausubel et Cramton [2002]. Rasenti, Smith et Wilson [2002] citent des expérimentations qui suggèrent la supériorité de l'enchère discriminatoire sur les enchères uniformes lorsque l'objectif est celui de réduire la volatilité des prix (pics de tarification). Toutefois, le coût de la maîtrise de la volatilité des prix, est un prix moyen de l'électricité plus élevé que sur le marché à prix uniforme, et cela, *compte tenu* des pouvoirs de marché.

Par ailleurs, les asymétries informationnelles sont caractéristiques des marchés de l'électricité (décentralisés) [Abbink, Brandts et McDaniel 2002]. Dans ces conditions, les auteurs trouvent que la rémunération à prix uniforme est plus efficace qu'une rémunération discriminante. Klemperer [2001, 2002] suggère également la supériorité de l'enchère discriminatoire sur l'enchère uniforme en raison de la moins grande vulnérabilité à la collusion implicite de la première sur la deuxième. Fabra *et al.* [2002] montrent que l'enchère uniforme est faiblement dominée par l'enchère discriminatoire

en termes de surplus des consommateurs mais en revanche elle est faiblement plus efficace que celle-ci. McDaniel et Newberry [2002] notent qu'une des caractéristiques des marchés de l'électricité, est la volatilité des prix. Dans le Pool, cette volatilité était couverte sur les marchés à termes qui représentaient 90 % du volume total de l'électricité échangée. La conception des marchés d'électricité ne tient pas assez compte de cette particularité.

Par conséquent, le débat porte sur le choix entre une enchère uniforme *versus* une enchère discriminatoire.

3.2.2 – La réforme

En mars 2001, la réforme, le -New Electricity Trade Agreement NETA-, est introduite en Angleterre. Le marché global de l'électricité se compose désormais de trois marchés imbriqués et interdépendants qui se chevauchent sur différentes périodes de temps.

Le marché des contrats bilatéraux couvre le moyen et le long terme. Sur ce marché, producteurs, fournisseurs et consommateurs finaux s'échangent des contrats portant sur le volume d'électricité que les agents s'engagent à produire ou consommer. Le marché à terme propose des contrats standardisés pour des productions en base et des productions en pointe. Ces contrats font l'objet d'une déclaration à l'opérateur du système, les IPN (*Initial Physical Notifications*), qui procède à une première évaluation de la tension, entre l'offre et la demande, sur le marché et sur la nature de l'ajustement à opérer sur le marché d'ajustement.

Le marché Spot de la veille de la livraison, commence à ($t-24h$) de la livraison jusqu'à 3h30 avant la période d'échange, la *Gate Closure*. Ces marchés, les *power exchanges*, permettent aux opérateurs d'ajuster leur position. La participation aux *power exchanges* est volontaire. A la clôture officielle des marchés, *Gate Closure*, i.e. à l'instant $t-3h30$ de la livraison de l'électricité, tous les opérateurs annoncent leur ultime position à l'opérateur du système, les FPN (*Final Physical Notifications*). Les acteurs annoncent des plans de production et des plans d'achat, c'est-à-dire les quantités totales qu'ils se sont engagés à soutirer ou à injecter. Ces informations obtenues permettent à l'opérateur de déterminer le déséquilibre global. La position du système est dite courte

lorsque la somme des FPN des producteurs est inférieure à la somme des FPN des acheteurs. Elle est longue lorsque le total soutiré est inférieur au total injecté.

Le dernier marché, le BM (Balancing Mechanism), est celui du marché d'ajustement permettant à l'opérateur du système d'équilibrer le réseau. Le marché est ouvert à tous les opérateurs, producteurs, fournisseurs et consommateurs finaux éligibles. Ces derniers, transmettent à l'opérateur des *offers* et des *bids*. Il s'agit de propositions d'écart par rapport à l'engagement contractuel du Spot. Une *offer* est une proposition, de la part d'un producteur d'accroître la quantité injectée, et de la part des acheteurs de réduire la quantité achetée. Un *bid* est une proposition de réduire la quantité injectée ou accroître la quantité achetée. Les propositions sont fermes et faites par couple *offers-bids*. Lorsque le système est court, l'opérateur prend des *offers* pour rétablir l'équilibre, et lorsque le système est long il prend des *bids*. Les *offers* et les *bids* sont acceptés selon le principe de l'enchère discriminante.

Le règlement des écarts est un mécanisme mis en place ex post au BM qui consiste à faire payer, aux responsables des déséquilibres, les écarts entre les volumes effectivement injectés et/ou soutirés par rapport aux volumes contractualisés et notifiés (FPN et *Offers-Bids*). L'opérateur calcule pour cela deux prix, le *dual price cash-out*.

- Le SBP (*System Buy Price*) qui est une moyenne pondérée des *offers*, et
- le SSP (*System Sell Price*) qui est une moyenne pondérée des *bids*.

L'opérateur détermine alors les positions courtes et positions longues de chaque acteur. Le SBP est le prix qui va être facturé aux acheteurs qui ont une position longue ou les producteurs ayant une position courte. Les premiers ayant sous-contractualisé et les seconds sur-contractualisé sont contraints de racheter les quantités ayant provoqué les déséquilibres. Le SSP est le prix payé à ceux qui ont contribué à corriger ces déséquilibres. Par conséquent, à la différence du Pool où le coût des déséquilibres était reporté sur les consommateurs, dans le NETA les déséquilibres constatés sur le réseau sont facturés aux responsables de ceux-ci, qu'ils soient consommateurs ou producteurs. La fourniture d'électricité est quant à elle récompensée pour combler tout déséquilibre.

La question posée est désormais la suivante : un marché de contrats physiques bilatéraux combiné à un marché d'ajustement aux enchères discriminantes sera-t-il plus performant qu'un marché de contrats financiers combiné à un marché Spot aux enchères à prix uniforme, pour réduire le pouvoir de marché des opérateurs ?

3.3 - Les interconnexions aux frontières et le problème des congestions

Les interconnexions jouent un rôle primordial pour le développement de la concurrence sur le marché européen dans la mesure où elles conditionnent la fluidité du marché. La faiblesse du nombre de ces interconnexions rend impossible le passage de la totalité de la quantité d'électricité souhaitée. La saturation de ces liaisons entraîne des congestions aux frontières qui sont des obstacles à l'émergence d'un marché européen de l'électricité.

Par ailleurs, l'existence de différentiels de prix entre différents marchés européens, rend certains marchés à prix élevé attractifs. En raison de ces différentiels de prix, de nombreux producteurs européens souhaitent y vendre de l'électricité. Les liaisons fortement congestionnées sont celles de France-Angleterre, France-Italie et France Espagne. La saturation de ces liaisons fait de l'interconnexion une ressource rare.

En France, les règles appliquées pour l'attribution de ces interconnexions relèvent du système au prorata ou de l'ordre d'arrivée, premier arrivé, premier servi. Seules les interconnexions avec la Grande-Bretagne (IFA) ont été mises aux enchères (discriminatoires) par RTE et NGC.

Il est par ailleurs question, et il y a un débat sur la pertinence, de mettre aux enchères les autres interconnexions aux frontières. La Commission de Régulation de l'Energie -CRE- est partisane du recours à une procédure discrétionnaire. Les dirigeants, Monsieur Syrota (président de la CRE) et Monsieur Tuot (directeur général de la CRE), ont exprimé leur opposition aux mécanismes de marché comme solution aux problèmes de congestion des interconnexions.

L'intervention publique¹⁰ de Monsieur Syrota a lieu le 26 juin 2002 au Sénat dans le cadre du colloque "*Energie : quelle politique française pour une prochaine législature*".

¹⁰ Celle-ci est disponible sur le site de la CRE à l'adresse suivante : http://www.cre.fr/fr/ressources/publicationsetdiscours/publicationsetdiscours_consultation.jsp?idDoc=802

"La congestion rend impossible le passage de la totalité des quantités d'électricité souhaitées, mais à la place des enchères on peut réguler ce passage par un système de prorata : des systèmes existent, suffisamment sophistiqués pour empêcher ou limiter le pouvoir de marché des opérateurs historiques."

Monsieur Tuot¹¹, le 3 avril 2002 à la Direction générale de la concurrence fait une intervention intitulée : *"Le rôle et la place du régulateur sectoriel dans l'ouverture à la concurrence et l'importance de la coordination entre les régulateurs européens de l'énergie"*

"... la gestion des interconnexions par des mécanismes de marché, défendue par le projet de directive, m'apparaît comme une démission immédiate. Elle signifie d'une part que l'on reconnaît l'existence de la congestion, alors même que certaines congestions sont artificiellement entretenues et d'autre part que l'on accepte de renforcer le pouvoir de marché des acteurs installés. En effet, les enchères organisées face à une congestion aboutissent à des prix qui peuvent être extrêmement élevés. Ce sont donc les très gros opérateurs qui tirent parti de ces enchères. De plus, le gestionnaire du réseau de transport bénéficie alors d'une rente, d'autant plus élevée que les interconnexions sont peu nombreuses. Cette rente lui permet de baisser les prix sur son propre réseau et de neutraliser le consommateur. Au total, on organise un rationnement qui interdit aux nouveaux entrants de pénétrer des marchés étrangers et stérilise les efforts de développement des interconnexions. "

Par ailleurs, les partisans du recours aux mécanismes de marché, et plus particulièrement aux enchères, comme mode d'attribution des interconnexions transfrontalières mènent des études sur le sujet. Ainsi, ETSO (European Transmission System Operator), l'association des GRT européens avec ceux de la Suisse et de la Norvège, a étudié différents mécanismes pour la gestion des congestions aux frontières et a conclu sur le fait que les *"solutions doivent reposer sur des mécanismes de marché ou la mise aux enchères de capacité de transport"*.

Dans une autre étude [juillet 2002], RTE et Elia (le GRT Belge), concluent également à la nécessité de remplacer les mécanismes existants par une gestion

¹¹ Discours disponible sur le site du ministère de l'économie, des finances et de l'industrie à l'adresse suivante : http://www.finances.gouv.fr/DGCCRF/concurrence/ateliers_concu/energie7.htm

coordonnée des interconnexions de la Région France-Allemagne-Belgique-Pays Bas. *"Compte tenu des délais de mise en œuvre, le système permettant d'atteindre cette cible à moyen terme de façon économiquement efficace est un système d'enchères coordonnées."*

Mougeot [2001] est également favorable aux enchères pour la gestion des congestions des interconnexions. Il écrit à la page 118, *"les interconnexions sont des ressources rares qu'il convient d'allouer de manière efficace"*, et poursuit quelques lignes plus loin, *"la nécessité de choisir un mécanisme efficace, équitable, transparent et donnant des signaux adéquats aux acteurs a abouti à un consensus en faveur d'enchères"* pour la liaison France-Angleterre.

3.4 - Un commentaire sur les interconnexions¹²

Il nous semble pertinent et intéressant d'étudier la possibilité de recours aux enchères comme solution aux problèmes de congestions des interconnexions.

On pourrait résumer les arguments de la CRE dans les termes suivants :

- Congestions artificiellement maintenues,
- Les enchères conduisent à des prix élevés qui seraient des obstacles à l'entrée,
- Ces enchères favoriseraient les opérateurs historiques,
- Les enchères conduiraient à une rente élevée au profit du GRT.

Les arguments que nous avons développés dans la première partie de ce document, insistent sur le fait que les mécanismes d'enchères permettent, lorsqu'ils sont correctement conçus, d'extraire la rente informationnelle des agents. En outre, lorsque cela s'avère nécessaire, ils peuvent avoir pour objectif de corriger les asymétries entre acheteurs ou vendeurs afin de réduire leur pouvoir de marché.

Reprenons notre cadre d'analyse.

Nous partons du postulat selon lequel ce sont les différentiels de prix entre les marchés nationaux qui justifient l'entrée de nouveaux opérateurs sur les marchés à prix

¹² L'analyse qui suit est une analyse personnelle de l'auteur et n'engage que lui. Il en assume la responsabilité.

élevés, et donc à traverser les frontières. Les interconnexions sont dans ce cas une ressource, un input, nécessaire à la distribution de l'électricité. Le recours à un mécanisme d'enchère est justifié par le fait que les GRT se trouvent en position de monopole sur les interconnexions. Les producteurs d'électricité, dont les coûts de production sont des valeurs privées indépendantes qui leur confèrent une rente informationnelle, sont mis en concurrence pour l'accès à d'autres marchés, ceux à prix élevé.

Correctement conçues, au sens où elles annihileraient le pouvoir des gros opérateurs, ces enchères permettraient la détermination d'un prix de marché de l'interconnexion. Ce prix, toutes choses égales par ailleurs, devrait être égal au différentiel de prix nationaux, déduction faite des coûts de transport.

Nous pouvons faire deux hypothèses sur le résultat des enchères :

- Le prix de l'interconnexion résultant de l'enchère est faible. Dans ce cas ce prix ne devrait pas empêcher les opérateurs de traverser la frontière et par conséquent ne devrait pas entraver les termes de la concurrence. L'interconnexion n'est pas une ressource rare et la tarification de celle-ci contribuerait à résoudre les problèmes de congestion. Par ailleurs, la faiblesse du prix pourrait tout simplement signifier qu'il n'existe pas de problème de congestion mais juste un problème d'allocation efficace d'une ressource.
- Si le prix des interconnexions se trouve élevé, cela pourrait être interprété comme un signal sur la rareté de la ressource. Autrement dit, la congestion pourrait être le résultat d'une insuffisance de l'infrastructure. Si des investissements coûteux doivent être réalisés, le prix de l'interconnexion déterminé par l'enchère apparaît comme un prix efficace à court terme. Ce prix est un impératif pour guider la décision d'investissement à long terme pour une évolution optimale, au sens de la maximisation du bien-être collectif, du réseau de distribution européen. En l'absence d'un tel prix la

décision d'investissement est biaisée. C'est par conséquent la nécessité de valorisation de ces interconnexions qui incite à recourir aux enchères.

Il se pose alors la question de la rente dégagée par le GRT. Le GRT pourrait être incité à ne pas investir et à maintenir la congestion. Dans ces conditions, il serait pertinent d'accompagner la mise aux enchères des interconnexions d'autres mesures qui peuvent aller de l'obligation aux GRT de développer les interconnexions, à l'autorisation donnée aux producteurs d'électricité de pouvoir construire leur propre interconnexion de façon à rendre le marché des interconnexions contestable. Si la rente dégagée par les enchères est insuffisante pour le financement des investissements, le problème de la répartition de la charge du financement des interconnexions se trouve posé, entre les Etats membres dans le cas d'un financement public, ou entre les GRT dans le cas d'un financement privé. Nous nous retrouvons dans ce cas dans une autre problématique économique qui est celle du partage de coût. Le mécanisme sériel de partage de coût [Moulin 1994] peut constituer à cet égard une solution dans la mesure où il est révélateur et satisfait l'équilibre budgétaire.

Si les interconnexions devaient être attribuées par un système au prorata laissé à la discrétion du GRT, il subsiste toujours le risque de capture du régulateur par les opérateurs, notamment les plus gros. Si les interconnexions ne sont pas correctement valorisées au prix de marché, sur quels indicateurs faudrait-il alors se baser pour guider la décision d'investissement ? Le Conseil européen a posé le principe que le niveau d'interconnexion de chaque pays membre devait être au moins égal à 10 % de leur puissance de production installée, mais ce chiffre peut paraître arbitraire compte tenu du fait que toutes les interconnexions ne sont pas congestionnées.

Quoi qu'il en soit, nous n'affirmons pas dans cette étude que les enchères constituent une solution unique au problème des congestions aux frontières. Le recours aux enchères pour la régulation des congestions des interconnexions aux frontières, mérite une analyse rigoureuse des conditions dans lesquels ces enchères pourraient être menées, de la nature du bien qui serait mis aux enchères, de la structure du marché des

interconnexions, des caractéristiques des acheteurs, de leur hétérogénéité et de leur attitude vis-à-vis du risque, en ayant à l'esprit que le risque de collusion et/ou de prédation se trouverait exacerbé par la répétition des enchères. Le recours à la théorie des jeux répétés serait ici d'un grand secours pour examiner cette question.

CONCLUSION

Les Etats et les régulateurs se sont illustrés ces dernières années par un recours fréquent aux mécanismes d'enchères. En France, la réforme des émissions des OAT date de 1985. Les enchères de la FCC aux Etats-Unis, qui ont débuté en juillet 1994, sont une illustration du recours aux enchères comme mode d'allocation d'une ressource environnementale alternatif au processus administratif traditionnel. Le remplacement des mesures administratives par des mécanismes de marché, et plus précisément par des enchères, est une innovation dans le mode de régulation ou de dérégulation [Salant 2000].

Le rapport Mougeot-Cohen [2001] sur les enchères et la gestion publique apporte un éclairage sur le rôle des mécanismes de marchés, et plus particulièrement sur les enchères, dans une optique d'action publique. L'Etat a recours aux enchères pour le financement de ses dépenses publiques, pour l'attribution de droits d'utilisation de ressources collectives et/ou pour la libéralisation de secteur de l'économie.

Ailleurs, des concessions pour la distribution d'eau par les communes sont attribuées au mieux disant ; les enchères des capacités de production d'EDF ont été utilisées comme substitut au démantèlement du monopole ; aux Etats-Unis, l'assurance maladie publique *Medicare* est mise aux enchères pour l'attribution de droits de fournir des soins aux adhérents ; et il est également question en France de mettre aux enchères les obligations de services publics aux entreprises qui proposeraient la subvention la

moins élevée. L'objectif final est celui de la maximisation du bien-être des consommateurs.

Mais encore faut-il que le mécanisme soit correctement conçu, et le *design* d'une enchère est fonction de nombreux paramètres qui peuvent se retourner contre le vendeur. Des circonstances spécifiques nécessitent des enchères adaptées. Si les nombreux travaux de ces dernières années ont contribué à une meilleure compréhension de ces mécanismes, il n'en reste pas moins qu'il n'existe pas de *recette universelle* en matière d'enchère. Il est par conséquent impératif d'étudier le contexte, la nature de l'information à extraire, l'incertitude quant à la valeur de l'objet, la possibilité d'entente entre les acheteurs, en résumé ce que Mougeot et Cohen [2001] nomment *l'ingénierie du mécanisme d'enchère*.

Les expériences décrites dans la deuxième partie de ce rapport, par le succès des unes et la modestie des résultats des autres, mettent en exergue, d'une part, les limites de la mise en œuvre de ces mécanismes ; et, d'autre part, les écarts entre les performances de ceux-ci et les résultats théoriques escomptés.

Dans un article du *Journal of Economic Perspectives* de 1995, Jacques H. Drèze se disait impressionné par les efforts persistants de Vickrey pour rendre opérationnels les concepts économiques. Pour ce qui est de la théorie des enchères, je crois que l'auteur de l'article fondateur est récompensé.

ANNEXES

ANNEXE 1

Jeu et Equilibre bayésien de l'enchère scellée au premier prix à VPI:***Le jeu bayésien d'un mécanisme d'enchère au premier prix***

1. Un agent $i \in N$ s'intéresse à un bien, qui fait l'objet d'une enchère et pour lequel il accorde une valeur v_i , qu'il est le seul à connaître.
2. Mais, i sait qu'il n'est pas le seul sur le "coup". Il sait que les autres j vont concourir et faire une offre b_j , qui est fonction de leur valeur de réservation v_j . Ne connaissant pas les v_j , i formule des croyances sur ces valeurs, qui prennent la forme de variables aléatoires indépendantes sur un intervalle $[\underline{v}, \bar{v}]$ et, de fonction de répartition $F(\cdot)$ croissante et différentiable. $F(v)$ est donc la probabilité que n'importe quel agent ait une valeur du bien inférieure à v .
3. Chaque agent i fait une offre b_i , la plus petite possible, son objectif étant de tenter de conserver une rente, eu égard à son information privée qu'il sait asymétrique, et qui se mesure par $u_i(b, v) = (v_i - b_i)$. L'agent ayant fait l'offre la plus élevée remporte le bien au prix de son offre.
4. Soit $b = (b_1, \dots, b_n)$ le profil des offres et $v = (v_1, \dots, v_n)$ le profil des valeurs de l'objet, l'utilité de l'agent i est :

$$\text{a. } u_i(b_i, v_i) = (v_i - b_i) \quad \text{si } \{i\} \arg \max_{j \in \{1, \dots, n\}} b_j, \text{ sinon}$$

$$\text{b. } u_i(b_i, v_i) = 0 \quad \text{si } \{i\} \arg \max_{j \in \{1, \dots, n\}} b_j.$$

L'équilibre bayésien d'un choix optimal (non pas stratégique) de l'agent

5. Nous supposons par convention que, lorsque v_j est la vraie valeur de l'objet pour j , alors $b(v_j)$ est la stratégie de l'agent j , c'est-à-dire l'offre qu'il fait. b est une fonction croissante et différentiable de la valeur de réservation v_j . Cette stratégie est commune à tous les agents.
6. Lorsque les acheteurs ont un comportement non coopératif, une stratégie commune, $b = b(v)$, est une stratégie d'équilibre symétrique si, lorsqu'elle est adoptée par tous les autres acheteurs à l'exception d'un seul, la meilleure réponse de ce dernier est d'adopter la même stratégie. Sans perte de généralité, supposons que l'acheteur i considère une stratégie d'offre alternative $b(\tilde{v}_i)$.
7. i remporte l'enchère SSI les offres $b(v_j)$ des concurrents sont inférieures à la sienne $b(\tilde{v}_i)$, $b(v_j) < b(\tilde{v}_i)$ ou de façon équivalente dans la mesure où b est une fonction croissante, $b^{-1}[b(v_j)] < b^{-1}[b(\tilde{v}_i)]$ et donc SSI $v_j < \tilde{v}_i$.
8. Par conséquent,
 - a. compte tenu de la correspondance $b(v_j) < b(\tilde{v}_i) \Leftrightarrow v_j < \tilde{v}_i$, et
 - b. compte tenu que les v_j sont des variables aléatoires indépendantes issues de la même distribution de probabilité de fonction de répartition $F(\cdot)$, la probabilité que l'offre $b(\tilde{v}_i)$ soit gagnante est de $\left[F(b^{-1}(b(\tilde{v}_i))) \right]^{n-1} = \left[F(\tilde{v}_i) \right]^{n-1}$.
9. L'utilité espérée de l'agent i , ayant une valeur v_i et faisant une offre $b(\tilde{v}_i)$ est donc de :

$$E(u_i(b, v)) = (v_i - b(\tilde{v}_i)) \left[F(\tilde{v}_i) \right]^{n-1}. \quad (1)$$
10. Par définition même de l'équilibre (6), l'offre optimale de i doit être $b(v_i)$. En d'autres termes, $b(\tilde{v}_i)$ est une stratégie d'offre d'équilibre s'il

ne peut faire mieux que de choisir $v_i = \tilde{v}_i$. Par conséquent, la dérivée première de l'expression précédente par rapport à \tilde{v}_i , doit s'annuler lorsque $v_i = \tilde{v}_i$.

$$(v_i - b(v_i))(n-1)(F'(v_i))[F(v_i)]^{n-2} - b'(v_i)[F(v_i)]^{n-1} = 0. \quad (2)$$

11. En faisant l'hypothèse que l'utilité de l'agent ayant l'évaluation la moins élevée pour le bien soit nulle, la solution à cette équation différentielle s'obtient par intégration de l'expression (2) on obtient le résultat de Vickrey (1961), à savoir

$$b(v)[F(v)]^{n-1} = \int_0^v x(n-1)[F(x)]^{n-2} F'(x) dx$$

$(n-1)[F(x)]^{n-2} F'(x)$ est la densité de la plus élevée des $(n-1)$ valeurs.

La stratégie optimale de l'acheteur dans une enchère au premier prix est de :

$$b(v_i) = v_i - \frac{\int_0^{v_i} F(x)^{n-1} dx}{F(v_i)^{n-1}} \quad (3)$$

L'interprétation de cette dernière expression est la suivante. L'espérance de paiement de l'acheteur $\beta(v)[F(v)]^{n-1}$, et donc du vendeur, est fonction de la probabilité de remporter l'enchère. Mais dans la mesure où, la règle d'attribution de l'objet est identique pour tous les mécanismes d'enchère de la famille E (octroi de l'objet au plus offrant), cette probabilité est identique pour l'ensemble des enchères appartenant à E .

ANNEXE 2

La cas d'une loi uniforme

Admettons que le prix de réservation v^* soit nul, et que les évaluations des offreurs correspondent à des réalisations aléatoires d'une distribution uniforme [Vickrey 1961], il est possible d'écrire:

$$F(v) = v \text{ si } v \in [0,1],$$

$$F(v) = 1 \text{ si } v \geq 1,$$

$$f(v) = 1 \text{ si } v \in [0,1], \text{ et}$$

$$f(v) = 0 \text{ si } v \notin [0,1].$$

En reconsidérant, à l'aune de cette hypothèse, l'expression (3) de la stratégie optimale de l'offreur dans l'enchère au premier prix, il est possible de récrire cette dernière de la façon suivante :

$$b(v_i) = v_i - \frac{\int_0^{v_i} x^{n-1} dx}{v_i^{n-1}} = \frac{n-1}{n} v_i \quad (4)$$

La valeur de cette offre stratégique est inférieure à la valeur de l'offre dans une enchère au deuxième prix ou la vérité est une stratégie dominante, $b(v_i) = v_i$. Par conséquent, dans une enchère au deuxième prix, les offreurs ajustent leur stratégie à la hausse réagissant ainsi à la règle de paiement.

ANNEXE 3

Le Théorème de l'Equivalence Revenu -TER- dans le modèle à Valeur Privées Indépendantes :

La présente démonstration du TER est faite à partir de l'observation du comportement d'un acheteur quelconque dans une enchère quelconque (à VPI). Il y a n acheteurs, tous neutres vis-à-vis du risque. Les valeurs privées des individus sont des variables aléatoires indépendantes issues de la même distribution de probabilité de densité $f(v)$ et de répartition $F(v)$. La stratégie d'équilibre commune à tous les acheteurs est une offre $b = b(v)$ qui est une fonction croissante en v .

L'espérance de revenu d'un acheteur dans une enchère s'écrit :

Utilité espérée = (valeur de réservation × proba.(gagner)) – espérance du paiement

$$(A) = (v_i \times (B)) - (C)$$

Notons que l'espérance de paiement ne précise pas la règle de paiement (1^{er} ou 2^{ème} prix).

Nous allons procéder de la façon suivante. Nous allons déterminer la probabilité de remporter le bien (B), nous allons ensuite, à partir de l'expression de l'espérance d'utilité (A), dériver l'espérance de paiement (C) d'un acheteur quelconque.

Equilibre symétrique non coopératif des acheteurs

Lorsque les agents adoptent un comportement non coopératif, une stratégie commune $b_i = b(v_i)$ correspond à un équilibre si, lorsque tous les autres agents adoptent cette stratégie à l'exception de i , la meilleure réponse de i est celle-ci consiste à adopter la même stratégie $b_i = b(v_i)$.

Supposons que l'agent i considère une stratégie alternative en faisant une offre quelconque $b_i = b(x)$. Supposons que x soit un choix quelconque de l'agent i . Par conséquent, $b_i = b(v_i)$ est une stratégie d'équilibre si i n'a de meilleure alternative que de choisir $x = v_i$ et par conséquent fait une offre $b = b(v_i)$.

Probabilité de remporter l'enchère (B)

Dans la mesure où, par hypothèse, $b(\cdot)$ est une fonction croissante, et que l'objet est attribué à celui qui fait l'offre la plus élevée, la probabilité pour i de remporter le bien lorsqu'il fait une offre $b(x)$ est égale à la probabilité que les évaluations de autres agents soient inférieures à x , i.e. $F(x)^{n-1}$.

Espérance de paiement de l'acheteur i (C)

La règle de paiement dans une enchère est fonction de l'offre faite par l'agent i et des offres $b_j = b(v_j)$, $j=1, \dots, i-1, i+1, \dots, n$ faites par les $(n-1)$ autres acheteurs potentiels. Sans préciser ici la règle paiement, qui est une spécification des règles de chaque enchère, notons $p(b(v_1), \dots, b(v_{i-1}), b(x), b(v_{i+1}), \dots, b(v_n))$ le montant du paiement devant être effectué. Nous pouvons écrire alors le paiement espéré de l'acheteur i sous condition de son offre $b = b(x)$ de la façon suivante :

$$P(x) = \mathbf{E}_{v_1, \dots, v_n} \left[p(b(v_1), \dots, b(v_{i-1}), b(x), b(v_{i+1}), \dots, b(v_n)) \right].$$

L'utilité de l'agent qui choisit de participer à une enchère s'écrit :

$$u(x, v_i) = v_i F(x)^{n-1} - P(x) \quad (1)$$

La condition de premier ordre du comportement de l'agent 1 est :

$$\frac{\partial U(x, v_i)}{\partial x} = v_i \frac{d}{dx} F(x)^{n-1} - P'(x) = 0 \quad (2)$$

Afin que l'offre $b(v)$ soit une stratégie d'équilibre pour l'acheteur i , il faut que l'expression précédente s'annule pour $x = v_i$.

On obtient alors l'équation différentielle suivante :

$$P'(v_i) = v_i \frac{d}{dx} F(v_i)^{n-1} \quad (3)$$

Par ailleurs, la relation donnant la condition de premier ordre doit être vérifiée pour toutes les évaluations v_i supérieures à un certain seuil v^* . v^* est donc une borne inférieure en dessous de laquelle les agents ne participent pas à l'enchère, et pour laquelle

$$u(v^*, v^*) = v^* F(v^*)^{n-1} - P(v^*) = 0. \quad (4)$$

Par intégration de l'expression (3), et en se servant de l'expression (4) comme valeur seuil, on obtient l'espérance de paiement de l'acheteur i :

$$P(v_i) = v^* F(v^*)^{n-1} + \int_{v^*}^{v_i} x dF(x)^{n-1} \quad v_i \geq v^*. \quad (5)$$

En intégrant par partie la deuxième expression de la relation (5), on obtient :

$$P(v_i) = v_i F(v_i)^{n-1} - \int_{v^*}^{v_i} F(x)^{n-1} dx \quad v_i \geq v^*. \quad (5b)$$

Ainsi, l'espérance de paiement d'équilibre du vainqueur dans une enchère quelconque satisfaisant les hypothèses de départ est indépendante de la règle de paiement.

Espérance de revenu du vendeur

L'étape finale de la démonstration repose sur le fait que cette espérance de paiement de l'acheteur i donnée par l'expression (5)b est, du point de vue du vendeur, une variable aléatoire. Comme ce dernier sait que la distribution de probabilité de v_i est $F(v_i)$, alors son espérance de revenu qu'il peut extraire de l'acheteur i s'écrit :

$$E(R_i) = \int_{v^*}^{\bar{v}} P(v_i) F'(v_i) dv_i.$$

En remplaçant l'expression de $P(v_i)$ par sa valeur, on obtient :

$$E(R_i) = \int_{v^*}^{\bar{v}} \left[v_i F(v_i)^{n-1} - \int_{v^*}^{v_i} F(x)^{n-1} dx \right] f(v_i) dv_i,$$

qui après intégration par parties devient :

$$E(R_i) = \int_{v^*}^{\bar{v}} [v_i f(v_i)^{n-1} + F(v_i) - 1] F(v_i)^{n-1} dv_i.$$

Comme les n agents bénéficient du même traitement, l'espérance de revenu du vendeur est égale à n fois l'espérance de revenu de l'acheteur i , i.e. :

$$E(R) = n \int_{v^*}^{\bar{v}} [v_i f(v_i)^{n-1} + F(v_i) - 1] F(v_i)^{n-1} dv_i$$

1 - L'espérance de revenu du vendeur est donnée par :

$$n \int_{v^*}^{\bar{v}} [v f(v) + F(v) - 1] F(v)^{n-1} dv$$

2 - Comme les évaluations des acheteurs sont issues de la même distribution de probabilité, le revenu du vendeur ne dépend que de la valeur de v^* .

Ainsi, dans le cadre des modèles à valeurs privées indépendantes, l'espérance de revenu du vendeur est la même pour l'enchère ascendante, l'enchère descendante, l'enchère au premier prix et l'enchère au deuxième prix.

3- si pour toutes les enchères le prix de réserve du vendeur est le même, alors celui-ci ne peut discriminer entre les mécanismes. Son revenu sera en moyenne le même quel que soit le mécanisme retenu.

4 – Il ressort de l'étude de la classe des enchères à VPI que la valeur du prix de réserve du vendeur qui maximise son profit est : $v^* = v_0 + \frac{1 - F(v^*)}{f(v^*)}$.

5 - Comme $v^* > v_0$, avec v_0 la valeur du bien pour le vendeur lorsque celui-ci n'est pas vendu, il y a un risque d'*inefficacité ex-post*, i.e. le bien peut ne pas être attribué à celui qui a la valeur la plus élevée.

BIBLIOGRAPHIE

- Abbink K., Brandts J., McDaniel T.**, 2003, "*Asymmetric demand information in uniform and discriminatory call auctions: an experimental analysis motivated by electricity markets*", *Journal of Regulatory Economics*, pp.125-144.
- Ausubel L. M., Cramton P.**, 2002, "*Demand reduction and inefficiency in multi-unit auctions*", working paper, University of Maryland, (first draft 1995).
- Ausubel L., Cramton P., Mc Afee P., Mc Millan J.**, 1997, "Synergies in wireless telephony: evidence from the Broadband PCS auction", *Journal of Economics and Management Strategy*, 6, pp. 497-527.
- Bulow J.I., Klemperer P.**, 1996, "*Auctions vs negotiations*", *American Economic Review*, 86, pp.180-194.
- Cramton P.**, 1997, "*The FCC spectrum Auctions: an early assessment*", *Journal of Economics and Management Strategy*, vol.6, pp. 431-495.
- Cramton P.**, 1998, "*Applications of Auction Theory : Ascending Auction*", *European Economic Review*, 42, pp.745-756.
- Cramton, P., Schwartz J.A.**, 2000, "*Collusive Bidding : lessons from the FCC spectrum auctions*", *Journal of Regulatory economics*, 17:3, pp. 229-252.
- Cremer J., McLean R. P.**, 1985, "*Optimal selling strategies under uncertainty for discriminatory monopolist when demand are independent*", *Econometrica*, 53, pp.345-361.
- Didier M., Lorenzi J.H.**, 2002, "*Enjeux Economiques de l'UMTS*", Rapport pour le Conseil d'Analyse Economique et Sociale, La Documentation française.
- Elia-RTE**, 2002, "*Etude comparative de différentes méthodes d'allocation des capacités de transports d'électricité à l'interconnexion France-Belgique*", site <http://www.rte-france.com/htm/fr/offre/>
- ETSO**, 2002, "*Design options for implantation of a coordinated transmission auction*", Open Discussion Paper,

- Fabra N., Von der Fehr N-H, Harbord D.**, 2002, *"Designing electricity auctions: Uniform, Discriminatory and Vickrey"*, Document de travail, IDEI
- Gilbert R., Neuhoff H., Newberry D.**, 2002, *"Allocating transmission to mitigate market power in electricity networks"*, University of California Energy Institute, Energy Policy and Economics Working Paper series 001.
- Green R., Newberry D.**, *"Competition in the British Electricity Spot market"*, Journal of Political Economy, 100, pp.929-953.
- Hamadé F.**, 2002, *"Partage de coût sériel d'un bien public international"*, Thèse de doctorat, Université de Montpellier 1.
- Harris M., Raviv A.**, 1981, *"Allocation mechanisms and the design of auctions"*, Econometrica, 49, pp. 1477-1499.
- Jehiel P., Moldovanu B.**, 2001, *"The European UMTS/IMT-2000 License Auctions"*, Working paper Universität Mannheim.
- Kahn A., Cramton P., Porter R., Tabors R.**, 2001, *"Uniform pricing or Pay-as-Bids pricing: a dilemma for California and beyond"*, Electricity Journal, pp.70-79.
- Klemperer P.**, 1998, *"Auction with almost common values: the wallet game and its applications"*, European Economic Review, vol.42, pp.757-769.
- Klemperer P.**, 1999, *"Auction Theory: a guide to the literature"*, Journal of Economic Survey, vol.13, pp. 227-286.
- Klemperer P.**, 2002, *"What really matters in auction design"*, Journal of Economic Perspectives, vol.16, pp169-190.
- Krishna V.**, 2002, *"Auction Theory"*, Academic Press.
- Littlechild S.**, 2002, *"Competitive bidding for a long-term electricity distribution contract"*, Review of Network Economics, vol. 1, pp.1-38.
- Martimort D.**, 2002, *"Enchères mutli-unitaires : un survol de la littérature"*, Revue d'Economie Politique, 112 (3), pp.303-348.
- Maskin E. S., Riley J. G.**, 1984, *"Optimal auctions with risk averse buyers"*, Econometrica, 52, pp.1473-1518.
- McAfee P., McMillan J.**, 1987, *"Auctions and bidding"*, Journal of Economic Literature, 25, pp.699-738.
- McDaniel T., Newberry D.**, 2002, *"Auction and trading in energy markets : an economic analysis"*, MIT Center for Energy and Environmental Policy Research, document de travail WP0233, CMI Working Paper 15.
- Milgrom P. R., Weber R. J.**, 1982, *"A theory of auctions and competitive bidding"*, Econometrica, 50, pp.1089-1122.
- Mougeot M., Cohen E.**, 2001, *"Enchères et gestion publique"*, Rapport pour le Conseil d'Analyse Economique, La Documentation française.
- Moulin H.**, 1992, *"Serial Cost Sharing"*, Econometrica, vol.60, p.1009-10037.
- Moulin H.**, 1994, *"Serial Cost Sharing of Excludable Public Goods"*, Review of Economic Studies, 61, p.305-325.

- Myerson R. B.**, 1981, "*Optimal auction design*", *Mathematics of Operations Research*, 6, pp.58-73.
- Naegelen F.**,1987, "*Les mécanismes d'enchères*", *Economica*.
- Newberry D. M.**, 1998, "*Competition, contracts, and entry in the electricity spot market*", *RAND Journal of Economics*, vol. 29, pp.726-749.
- OFGEM**, 2000, "*An overview of the New Electricity Trading Arrangements V1.0*",
- Pollitt M.**, 1997, "*Progress with European Electricity Liberalization*", in *A European Market for Electricity, Monitoring European Deregulation 2*, CEPR Ed., pp. 35-51.
- Rasenti S., Smith V., Wilson B.**, 2003, "*Discriminatory price auctions in electricity markets: low volatility at the expense of high price levels*", *Journal of Regulatory*, pp. 109-123
- Riley J. G., Samuelson W. F.**, 1981, "*Optimal auctions*", *American Economic Review*, pp. 381-392.
- Salant D.**, 2000, "*Auctions an Regulation: reengineering of regulatory mechanisms*", *Journal of Regulatory economics*, 17:3, pp. 195-204.
- Vickrey W.**, 1961, "*Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders*", *Journal of finance*, 16, pp.8-37.
- Wilson R.**, 1979, "*Auction of share*", *Quarterly Journal of Economics*, 93, pp. 675-689.
- Wolfram C**, 1998, "*Strategic bidding in a multiunit auction: an empirical analysis of bids to supply electricity in England and Wales*", *RAND Journal of Economics*, vol. 29, pp.703-725.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : LES APPORTS DE LA THEORIE DES ENCHERES	
1 - QUATRE ENCHERES STANDARDS.....	5
2 - LE CADRE D'ETUDE DE REFERENCE.....	6
2.1 - Le modèle canonique à valeurs privées indépendantes.....	6
2.2 - La stratégie de l'acheteur dans une enchère au premier prix.....	7
2.3 - La stratégie de l'acheteur dans une enchère au deuxième prix.....	9
2.4 - Les équivalences stratégiques	10
2.5 - L'équivalence des revenus du vendeur	11
2.6 - Enchère optimale : le conflit entre appropriation de la rente et efficacité de l'enchère	12
2.7 - Le nombre des agents	14
3 - LES EXTENSIONS AU CADRE DE REFERENCE	14
3.1 - L'aversion au risque de l'acheteur	15
3.2 - Interdépendance des évaluations, valeur commune inconnue et hiérarchisation des procédures	15
3.2.1 - Interdépendance	15
3.2.2 - Une valeur commune inconnue.....	16
3.2.3 - Signaux affiliés.....	17
3.2.4 - Hiérarchisation	17
3.2.4.1 - La malédiction du vainqueur.....	17
3.2.4.2 - Rupture de la correspondance entre enchères statiques et enchères dynamiques	18
3.3 - Asymétrie des acheteurs.....	19
3.4 - Enchères multi-unitaires	20
3.4.1 – Enchère multi-unitaire et restriction de la demande à un seul bien par acheteur.....	21

3.4.1.1 – L'enchère multi-unitaire ouverte, ou enchère au $(m+1)^{\text{ème}}$ prix	21
3.4.1.2 – L'enchère multi-unitaire au premier prix	21
3.4.2 – Enchères multi-unitaires sans restriction sur les demandes des acheteurs .	22
3.4.2.1 - Biens homogènes.....	22
3.4.2.1.1 - Enchère simultanée à prix uniforme (ascendante)	22
3.4.2.1.2 - Les risques : réduction de la demande, inefficacité, collusion.....	23
3.4.2.1.3 - Enchère Discriminante	23
3.4.2.2 - Les Biens avec synergie	23
3.4.2.2.1 - Enchère séquentielle.....	24
3.4.2.2.2 - Enchère simultanée	24
i - Offre par lot non autorisée	24
ii - Enchère combinatoire : l'enchère de Vickrey généralisée	24
4 - LE PROBLEME DE L'EFFICACITE ALLOCATIVE EN EQUILIBRE PARTIEL.....	25

DEUXIEME PARTIE : QUELQUES EXPERIENCES RECENTES

1 - LES OBLIGATIONS ASSIMILABLES DU TRESOR – OAT	27
1.1 - Caractéristiques de l'Objet.....	28
1.2 - Le débat	28
2 - LE SPECTRE HERTZIEN	29
2.1- Les enjeux des enchères mises en œuvre par un régulateur	29
2.1.1 - Les enjeux distributifs de l'extraction de la rente	29
2.1.2 - Enchères et structure de marché aval	30
2.1.3 - Enchères et Politique industrielle.....	30
2.2 - Caractéristiques du bien vendu	31
2.3 - Le spectre radio aux Etats-Unis	31
2.3.1 - Le débat ex ante sur le format de l'enchère	32
2.3.1.1 - Les synergies entre les licences.....	32
2.3.1.2 - Offres ouvertes ou offres scellées	32
2.3.1.3 - Offres séquentielles ou offres simultanées.....	33
2.3.2 - Le format retenu	34
2.3.3 - Les résultats : des comportements collusifs limités	35
2.4 - L'UMTS, des résultats mitigés	36
2.4.1 - La subsidiarité et le jeu non coopératif entre Etats européens	37
2.4.2 - La bulle spéculative.....	39
2.4.3 - Conception des enchères par chaque Etat	39
3 - LE MARCHÉ DE L'ELECTRICITE	41
3.1 - Les opportunités de recours aux enchères.....	42
3.1.1 - La privatisation.....	42
3.1.2 - Le marché d'ajustement.....	43
3.1.3 - Le marché de la compensation des pertes	43
3.2 - Le marché Anglais et le problème du pouvoir de marché des opérateurs.....	43

3.2.1 - Le marché du Pool	44
3.2.1.1 - La détermination des prix sur les marchés	44
2.2.1.2 - La manipulation des prix sur le marché	46
3.2.2 – La réforme	48
3.3 - Les interconnexions aux frontières et le problème des congestions	50
3.4 - Un commentaire sur les interconnexions	52
CONCLUSION	56
ANNEXE 1: Jeu et équilibre bayésien de l'enchère scellée au premier prix	59
ANNEXE 2: Le cas d'une loi uniforme	62
ANNEXE 3: Le théorème de l'équivalence revenu.....	63
BIBLIOGRAPHIE	67