

(Imprimé destiné à la publication au sein de la Faculté)

**THESE DE DOCTORAT EN : Sciences Economiques**

**De**

**M. Marcelo Saguan**

---

Titre de la Thèse :

**L'Analyse économique des architectures de marché électrique.**

**L'application au *market design* du temps réel.**

Sous la direction de : **M. le Professeur Jean-Michel Glachant**

Date prévue de soutenance : **28 avril 2007**

Lieu : **Salle de conférences – Campus Fontenay**

Heure : **10 h**

---

### **Résumé en Français**

Notre recherche s'inscrit dans l'analyse économique des architectures de marché électrique. La construction d'une architecture de marché est une condition nécessaire pour la création d'un marché de gros d'électricité. Le manque de maîtrise rationnelle dans le choix des options optimales de design pousse ainsi à une recherche plus approfondie sur les différents designs, prenant en compte les spécificités du bien électricité.

Cette thèse s'appuie sur un cadre d'analyse modulaire permettant de séparer les problèmes du *market design* en autant de modules distincts. Grâce à cette analyse modulaire le rôle clé du module du temps réel est mis en évidence. L'objectif de cette thèse est de contribuer à l'analyse économique du *market design* du temps réel.

Notre travail a été d'abord consacré au développement d'un cadre d'analyse modulaire afin de pouvoir identifier et caractériser les différentes composantes d'une architecture de marché électrique. Ainsi, après avoir étudié les caractéristiques spécifiques de la production, du transport et de la consommation dans un système électrique et la nature des mécanismes de coordination nécessaires pour faire face à ces caractéristiques spécifiques, nous avons analysé la création d'un marché de gros comme le remplacement d'une séquence de contrôles-commandes par une séquence de marchés. Cette analyse, en isolant les éléments essentiels d'une architecture de marché électrique, a permis de définir les composantes du bien électricité et d'identifier les modules (ou sous-marchés potentiels) constituant le cœur d'une architecture de marché. Comme le bien « électricité » est composé de trois éléments - l'énergie, le transport et les réserves - une architecture de marché est elle-même composée de quatre modules : 1° le module énergie *forward*,

2° le module de transport *forward*, 3° le module des réserves *forward* plus 4° le module du temps réel. Nous avons alors développé un cadre d'analyse modulaire pour une zone de contrôle isolée en étudiant les principales options de design pour les quatre modules. Une architecture de marché pour une zone de contrôle se construit en choisissant une option pour chacun de ces modules et pour les articulations entre ces modules. Puis, dans un cadre plus général avec des zones de contrôle multiples, nous avons utilisé l'approche modulaire pour en déduire les formes d'intégration des architectures de marché. La construction d'un marché électrique régional consiste donc en une coordination des différents modules des architectures de marché adjacentes

Grâce au cadre d'analyse modulaire développé, nous avons identifié un noyau indispensable, commun à toutes les architectures possibles, et qui constitue l'architecture « minimale » des réformes électriques. La deuxième partie de ce travail a été consacré à l'étude de ce noyau indispensable qui est le module du temps réel. La séquence des marchés d'énergie s'achève par le module du temps réel, gérant lui-même la seule place où l'énergie électrique, un bien non-stockable, est physiquement échangée entre les acteurs de marché. Les signaux de prix envoyés par ce module sont donc déterminants car ils influencent les comportements des agents économiques sur toute la séquence des marchés. Dès lors, nous avons caractérisé le design du module du temps réel en distinguant deux types : d'une part, le « marché du temps réel » et, d'autre part, le « mécanisme d'ajustement ». Un marché du temps réel utilise un prix unique de l'énergie pour toutes les transactions du temps réel correspondant à la valeur marginale d'équilibrage du système. Par contre, un mécanisme d'ajustement recourt à des systèmes de prix plus complexes, incluant généralement des prix différenciés pour les différents types de transactions et décourageant les écarts des opérateurs du marché en les « pénalisant ». Nous avons confronté ces deux designs du module du temps réel à des cas pratiques, et nous avons distingué les designs existants selon l'intensité de pénalités appliquées.

Enfin, nous avons développé un cadre formalisé basé sur des modèles économiques d'équilibre à deux étapes appréhendant les caractéristiques séquentielles des marchés électriques. Ce cadre formalisé a permis d'analyser les deux grandes variantes de design appliquées au module du temps réel dans une zone de contrôle : le « marché » et le « mécanisme ». Grâce aux simulations numériques, nous avons montré que le design du module du temps réel n'est pas neutre vis-à-vis de la séquence des marchés d'énergie et de la dynamique concurrentielle. Les designs qui s'écartent du type « marché » et utilisent des systèmes de prix pénalisant les transactions du temps réel devraient être évités, dans la mesure du possible, car ils provoquent des distorsions, des inefficacités et peuvent créer des barrières à l'entrée. Parallèlement, la fermeture des marchés *forward*, déterminée par la position temporelle de la *gate closure*, devrait être le plus proche possible du temps réel afin de diminuer l'ampleur de ces distorsions. Ce cadre formalisé a permis ensuite d'évaluer les conséquences de l'intégration de modules du temps réel entre deux zones de contrôle. Les résultats des simulations numériques ont montré que l'intégration des modules du temps réel est fondamentale pour la création de marchés régionaux. De surcroît, l'intégration de ces modules doit être suivie d'une harmonisation adéquate des designs, afin que les effets de l'intégration proviennent des caractéristiques économiques des systèmes électriques intégrés et non des règles du design.