

Modèle d'Allocations Efficientes de technologies de production d'électricité (MAEL)

par *Séverine DAUTREMONT,*
I-tésé

Le contexte actuel du secteur de l'électricité amène à s'interroger de plus en plus sur le fonctionnement à court terme (parc fixe) et sur les scénarios d'évolution de l'offre de l'électricité. En effet, le débat sur le nucléaire, l'insertion des énergies renouvelables et leur variabilité, l'impact des véhicules électriques sur le réseau sont des exemples qui mettent en évidence le besoin croissant d'outils et de modèles pour évaluer et mesurer leurs effets sur le système électrique de production.

Dans cet objectif, le Modèle d'Allocations Efficientes de technologies de production d'électricité (MAEL) est en cours de développement afin de fournir des résultats :

- Impact à court terme de modification de la demande et de l'offre (notamment en termes d'émissions de CO₂ et de coûts de production de court terme).
- Evolutions du parc de production (avec des critères d'optimalité en tant que possible), de prix et d'évaluations des émissions CO₂ à un horizon de peu de dizaines d'années.

MAEL modélise, en vue de simulation le fonctionnement du système électrique, les principales fonctions :

- L'évaluation de la production électrique, par technologie appelée par le réseau, à l'échelle de l'heure.
- Les investissements à réaliser en cas de déficit de puissance.

La structure du modèle est schématisée (voir ci-joint). Les paramètres sont économiques, comme les coûts, mais aussi techniques, chaque filière ayant ses spécificités. En fonction du profil de consommation, l'équilibre du marché offre/demande à pas horaire sur une année est modélisé par une optimisation linéaire sous contrainte.

Le modèle considère le parc dans son ensemble, en interaction avec l'extérieur. Il ne s'attache par à une centrale particulière mais à une vision par quantité d'énergie fournie par moyen de production. MAEL est construit selon quatre grands blocs (eux-mêmes décomposés par la suite en catégories plus fines) permettant de différencier les technologies étudiées selon leur usage et l'appel au réseau :

- Les unités centralisées, constituent le bloc principal. Il regroupe l'ensemble des unités thermiques et nucléaire.

- L'énergie centralisée renouvelable non dispatchable (ou « must run ») représente les filières prioritaires sur le réseau.
- L'énergie centralisée renouvelable dispatchable comporte essentiellement l'hydraulique dont le fonctionnement et l'appel au réseau diffèrent des autres moyens de production.
- Les échanges, le modèle fonctionne en économie ouverte et tient compte des imports/exports.

La seule optimisation économique du parc de production pour évaluer les technologies à pas horaire n'est pas suffisante pour obtenir des profils de production réalistes. Dans la réalité les technologies sont plus ou moins flexibles. La mobilisation en dynamique du nucléaire et du charbon par exemple sont très différentes. Chaque filière à ses propres caractéristiques techniques qui interfèrent pour répondre à la consommation. Ce fait est d'autant plus important que la demande en France, est caractérisée par une forte variabilité, bien plus élevée que ses pays voisins, notamment en raison de la « thermosensibilité » à l'électricité.

Pour cela des paramètres techniques sont pris en compte, par une modélisation du fonctionnement des filières et des spécificités de mobilisation. De plus, le stockage de l'électricité est optimisé via deux filières hydrauliques : les STEP et les centrales éclusées (lacs amont/aval). La gestion des stocks et des apports, sous certaines contraintes, est faite à l'échelle de la journée et de la semaine.

La modélisation a été établie à partir des historiques de production, en raison du fait que ceux-ci variaient peu ; cela permet de reproduire le comportement des technologies et de pouvoir l'extrapoler. Bien entendu, à chaque cas et résultats, des précautions d'usage ont été identifiées en cas de modification profonde du parc.

Exemples d'utilisation du modèle

1) Evaluation économique de modifications fortes de la part du nucléaire : évaluation des investissements nécessaires pour palier au déficit de puissance causé par l'arrêt (partiel ou total) des centrales nucléaires, évaluation du prix de l'électricité, de l'impact sur la

balance commerciale et les émissions de CO₂. A ce jour, les scénarios étudiés sont les suivants, à horizon 2025 :

- Scénario « poursuite de la politique actuelle ».
- Scénario « arrêt du nucléaire, sous contrainte carbone », le niveau d'émission de CO₂ en 2025 serait au plus égal à celui de 2010.
- Scénario « arrêt du nucléaire, sans contrainte carbone ». la contrainte CO₂ est relâchée le modèle optime les nouveaux investissements.

2) Effets de l'intégration du photovoltaïque: évaluation du bilan en termes de CO₂, le déplacement de certaines productions (fossile, non fossile et hydraulique) ainsi que la quantification du besoin en flexibilité accru par une production variable (back-up).

3) Etude prospective : scénarios d'évolutions de parc à un horizon donné (typiquement 2025 à 2035). Selon les objectifs et hypothèses pour orienter le modèle, les principaux résultats sont :

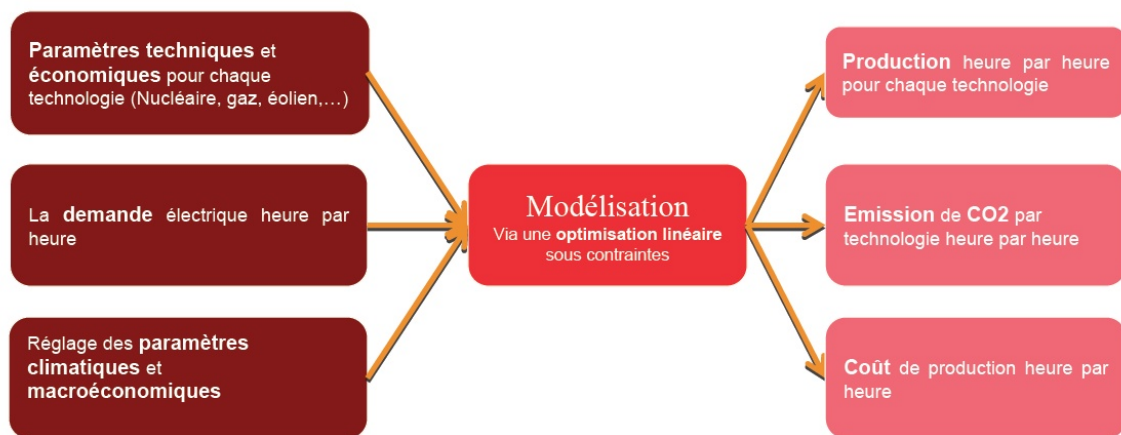
- Productions appelées à pas horaire sur une année.
- Evaluation des coûts et prix et de leur variabilité.
- Evaluation du CO₂.
- Investissements.

Références

Séverine Dautremont, Jean-Guy Devezeaux de Lavergne, François-Xavier Colle : Transition énergétique : une illustration des effets de la dynamique du parc électrique dans le cas d'un scénario Energies renouvelables, La Revue de l'énergie - N° 609, septembre-octobre 2012.

S. Dautremont, F.-X Colle, Fonctionnement du parc électrique en France : flexibilité des filières, appel au réseau et équilibre offre-demande, Revue de l'énergie - n° 616 janvier 2014

François-Xavier Colle, Séverine Dautremont : Modèle d'Allocations Efficientes de technologies de production d'électricité (MAEL) : modélisation économique du parc de production, Rapport CEA, RT 2012-24.



Structure du modèle