

De l'électricité 100% issue des ENR en 2050 ? L'analyse de Philippe Quirion

6 septembre 2021

Philippe Quirion est un économiste spécialiste des énergies, directeur de recherche au CNRS qui travaille sur l'élaboration de mix énergétiques. Dans un article récent <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03100326> il étudie, avec ses collaborateurs, Behrang Shirizadeh et Quentin Perrier l'optimisation d'un mix énergétique français à l'horizon 2050 totalement décarboné, basé sur l'éolien, le solaire et le stockage. Vous pouvez regarder une présentation de ses travaux :

<https://drive.google.com/file/d/1j2wNL8hFwZnm4AI8oZud2coB0Q-gp1LU/view>

Le but de l'étude est de trouver le mix énergétique optimal en terme de coût financier pour 2050 à partir d'estimations de la consommation et des coûts estimés des différents moyens de production et de stockage. Plusieurs scénarios sont étudiés en faisant varier les hypothèses de prix des différentes technologies autour de valeurs moyennes tirées de la littérature scientifique. On peut noter que l'énergie nucléaire est exclue du champ de l'étude pour diverses raisons développées par les auteurs. L'argument principal est que les coûts estimés du nucléaire en 2050 par rapport au énergies renouvelables (ENR) sont très élevés et ainsi l'ajout du choix du nucléaire est de facto inutile.

L'intérêt de ce travail est multiple. Il repose sur des données en libre accès sur github et permet ainsi de reproduire les conclusions de l'article. L'analyse est faite heure par heure, c'est-à-dire qu'elle prend en compte la variation horaire de la production et de la consommation d'électricité. La contrainte du problème d'optimisation à résoudre est ainsi de fournir au consommateur à chaque heure, la quantité d'électricité qu'il sollicite. Ainsi les données utilisées sont des données annuelles heure par heure de la consommation et de la production d'électricité des différentes sources. Ces productions sont des productions estimées à partir de mesures qui ont été faites pendant de nombreuses années.

Notre objectif final serait de reproduire les résultats de l'article en enrichissant le modèle de plusieurs manières. Le projet de 5A que nous proposons est de poser la première pierre d'une étude plus vaste qui est appelée à être poursuivie dans les mois qui viennent par d'autres étudiants et collègues motivés. Nous aimerions avoir une vision la plus complète possible des différentes implications des différentes options qui s'offrent à nous. En particulier, il faudrait être capable de produire un modèle flexible prenant en compte des variations dans le modèle. Par exemple, il n'y a pas nécessairement de consensus sur le prix des différentes ENR en 2050 dont le prix dépend aussi des matières premières telles que l'acier, le cuivre et d'autres métaux. On peut aussi vouloir simuler des vagues de froid, une canicule ou des périodes avec un vent très faible comme ça a été le cas semble t il au mois de juin dernier

<https://www.contrepoints.org/2021/07/03/400838-leolien-renouvelable-na-pas-vraiment-ete-renouvele-en-juin>

La première étape du projet est donc de reproduire les résultats de l'article en python à partir des données disponibles sur github et de faire des tests éventuellement avec des choix de paramètres non étudiés dans l'article (coût encore plus élevés ou encore plus faibles)

Dans un second temps, on peut enrichir le modèle selon plusieurs axes :

- Proposer des modèles aléatoires sur la production et la consommation. On ne peut pas construire un système de production en faisant l'hypothèse qu'on connaît parfaitement à l'avance la production de sources solaire et éolienne et la consommation. Il serait intéressant d'intégrer une forme d'aléa et de mesurer la robustesse des stratégies à ces aléas.
- Estimer le coût en terme de matière première et d'emprise au sol des différentes stratégies. Les ENR sont très consommatrices en métal, avoir une idée du coût en matière première peut être intéressant, surtout si on ne dispose pas de ces dernières sur notre sol.
- Intégrer la possibilité d'infléchir la demande pour limiter les pics de consommation (heures creuses) en faisant le pari d'une modification des usages et d'éventuelles capacités de stockage local des

usagers.

- Intégrer le nucléaire avec différentes hypothèses de coût comme pour les autres sources d'électricité décarbonées.
 - Intégrer de nouvelles sources de stockages qui pourraient être développées dans les années futures.
 - Intégrer la capacité de stockage des batteries de véhicules électriques usagées. Ces batteries peuvent ne plus être suffisamment efficaces pour des véhicules mais produites par millions d'exemplaires pourraient être un allié de poids pour améliorer nos capacités de stockage d'électricité.
 - Intégrer des éventuels échanges entre pays. La question est délicate dans la mesure où le jour où la France n'a plus de réserve, il est peu probable que ses voisins immédiats soient en situation de pouvoir nous faire profiter des leurs, mais la question peut quand même être posée.
- Et puis bien entendu, on pourra intégrer d'autres éléments qui pourraient apparaître lors de l'étude.

Le projet peut éventuellement être traité par deux groupes. Dans ce cas, ils travailleront dans un premier temps ensemble sur la reproduction des résultats de l'article et ils traiteront dans un second temps des développements différents.

Le projet sera encadré par Aude Rondepierre et Charles Dossal.