

Présentation

« 50 % nucléaire » : capacités éoliennes et photovoltaïque, et dépenses

Comparaison avec peu d'éolien et de photovoltaïque

Pourquoi 50 % nucléaire ? Pour « sortir du nucléaire » ?

Tout ce qui est écrit ici est aisément vérifiable et réfutable. Il peut y avoir des obscurités ou des inexactitudes. Merci de m'en faire part.

La loi sur la transition énergétique donne comme objectif, en 2050, la « neutralité carbone ». Celle-ci implique que l'électricité remplace une bonne partie du fioul, du gaz et du carburant que nous consommons aujourd'hui, qu'elle serve aussi à produire des combustibles et carburants de synthèse et qu'elle-même soit produite sans émissions de CO₂. Par ailleurs, la loi dit que la proportion d'électricité d'origine nucléaire dans la consommation d'électricité ne doit pas dépasser 50 % en 2035 mais n'en dit rien à l'échéance de 2050. Le débat est donc ouvert.

Pour participer à ce débat, en supposant que la demande d'électricité augmente de 1 % par an d'ici 2050, nous étudions ici comment répondre à cette demande avec moins de 50 % d'électricité d'origine nucléaire en dépensant aussi peu que possible. Puis nous comparons les dépenses à celles d'un autre parc de production comportant peu d'éoliennes et de photovoltaïque. Avec « 50 % de nucléaire », les capacités de production sont supérieures de 70 GW et les dépenses supérieures de 12 milliards d'euros par an à celles d'un parc comportant peu d'éoliennes et de photovoltaïque.

La question se pose donc : pourquoi vouloir limiter à 50 % la place du nucléaire dans la consommation française ? Serait-ce pour amorcer un chemin conduisant vers la « sortie du nucléaire » ? Ce serait en effet le seul motif rationnel. Nous avons donc étudié une autre option : pour répondre à cette demande d'électricité *sans nucléaire ni énergie fossile*, la capacité de production des éoliennes et du photovoltaïque s'ajoutant à l'hydraulique et à la biomasse serait égale à cinq fois la demande maximale ; les dépenses seraient supérieures de 40 milliards d'euros par an à celles d'un parc de production comportant peu d'éoliennes et de photovoltaïque et moins de réacteurs nucléaires qu'aujourd'hui..

Cette étude a été faite à l'aide d'un modèle simplifié de simulation du système électrique. Ce modèle permet d'analyser comment s'ajustent les productions à partir d'énergie nucléaire, éolienne, ou photovoltaïque, et à partir d'hydraulique, de biomasse, ou de gaz ; les mouvements de stockage et de déstockage ; l'effacement de la consommation ; l'exportation et d'autres utilisations possibles des excédents de production..

Là où cette étude corrobore ce qui est généralement connu, elle permet de le quantifier. Là où elle va à l'encontre de ce que se dit généralement, le modèle de simulation permet d'explicitier pourquoi. Comme il est publié, chacun peut aisément modifier les hypothèses, de capacité, de consommation et de coût.

Quelques-uns des résultats de cette étude

- Pour que la consommation française de fioul, de gaz et de carburant, qui est aujourd'hui de 1000 TWh par an, il faudra une forte augmentation de la consommation d'électricité. Cette étude prend comme hypothèse minimale qu'elle augmente de 120 TWh par an, valeur qui sera très probablement dépassée.
- Le parc de production et de stockage permettant de répondre à cette demande sans émission de CO₂ et avec moins de 50 % nucléaire en dépensant le moins possible est formé de 30 réacteurs nucléaires

EPR, soit 49 GW, 214 GW d'éoliennes et photovoltaïque, avec une capacité d'électrolyse (pour produire du gaz de synthèse) pouvant consommer 16,5 GW d'électricité.

- Ce parc de production peut assurer la *stabilité du réseau* électrique, à condition de *refuser l'accès au réseau de 39 TWh par an d'électricité éolienne et photovoltaïque*, ce qui arriverait plus de 5000 heures par an. Si la capacité nucléaire était inférieure à 30 GW, il faudrait ajouter au réseau des masses tournantes qui ne produiraient pas d'électricité, telles que des compensateurs synchrones.

- Des batteries ou autres moyens de stockage seront très utiles si elles apportent de la puissance *jusqu'à 5 GW*, ce qui permettra de bien utiliser les capacités de stockage existantes (steps et modulation quotidienne de la production des lacs et des fleuves). Au-delà, les batteries sont inutiles. Cette conclusion va à l'encontre des espoirs souvent mis dans les batteries.

- La capacité de production à partir de gaz (biogaz ou gaz de synthèse) est de 40 GW. Il est possible d'en avoir moins si l'on se fie à l'importation.

- Pour s'adapter aux fluctuations du vent et du soleil, il serait commode que le fournisseur d'électricité puisse suspendre ses livraisons à son initiative, sans avoir à donner un préavis à son client, pour quelques minutes ou quelques jours. C'est physiquement possible si son client est équipé de véhicules hybrides rechargeables ou d'un chauffage hybride qui combine électricité et gaz ou fioul. Si la puissance ainsi effacée peut aller jusqu'à 20 GW, la consommation effaçable est de 80 TWh par an et la consommation effectivement effacée est de 10 TWh par an. Les dépenses de production et de stockage diminuent de 5,8 milliards d'euros par an, soit 70 euros par MWh effaçable et 580 € par MWh effectivement effacé.

- Pour répartir cet avantage entre le fournisseur et son client, il serait judicieux de proposer un tarif d'électricité très favorable pour cette électricité effaçable sans préavis.

- Les possibilités de production excédentaires sont de 111 TWh par an. Elles apparaissent épisodiquement et aléatoirement et les pointes sont souvent étroites. C'est pourquoi, même si la capacité des lignes électriques de liaison avec les pays voisins double (à 25 GW), les exportations ne peuvent pas dépasser 68 TWh, dont 54 provenant d'éoliennes ou de photovoltaïque et 14 de nucléaire. Pour consommer ce qui ne serait pas exporté, une capacité d'électrolyse de 20 GW fonctionnerait à 16 % de ses possibilités ; une installation supplémentaire pouvant consommer 20 GW fonctionnerait seulement à 7 % de ses possibilités.

- Les possibilités de production excédentaires pourraient permettre de produire 30 TWh de méthane de synthèse à un coût de 150 à 160 €/MWh en valorisant l'électricité à 20 €/MWh.

- Il est certes intéressant de réfléchir à la meilleure façon d'utiliser ces sources d'énergie aléatoires telles que éoliennes et photovoltaïque et de trouver comment limiter les dépenses, *mais on peut se demander si c'est vraiment utile*.

- En effet, pour produire l'électricité sans émissions de CO₂, avec peu d'éoliennes et de photovoltaïque (40 GW en tout) et avec 85 GW de nucléaire, les dépenses seraient **inférieures de 12 milliards d'euros par an** à celles d'un parc de production limitant le nucléaire à 50 %.

- en augmentant la capacité nucléaire, il serait possible de produire de grandes quantités de méthane au coût de 100 à 120 €/MWh de méthane.

- Pour éviter 36 GW de capacité de production nucléaire (soit 22 réacteurs EPR) sans émettre de CO₂, il faudrait donc dépenser 12 milliards d'euros par an de plus et implanter 74 GW d'éoliennes et de photovoltaïque de plus.

- Pourquoi donc faudrait-il diminuer la place du nucléaire ? Serait-ce pour aller vers la « sortie du nucléaire » ? Il faudrait plus de 500 GW d'éoliennes et photovoltaïque soit 20 fois la capacité actuelle, cinq fois la future pointe de demande d'électricité ; le coût de production serait doublé, avec ce que cela comporte de nuisances visuelles, de consommation de béton, de cuivre (pour l'un et l'autre 8 fois plus que pour une production nucléaire), de terres rares et de métaux coûteux dont le raffinage est source de graves pollutions et des dizaines de milliers d'éoliennes.

- La meilleure façon de lutter contre les émissions de CO₂ est-elle de remplacer un moyen de production d'électricité qui n'en émet pas par un autre qui n'en émet pas non plus mais qui oblige à dépenser des dizaines milliards d'euros de plus par an ? La bonne méthode ne serait-elle pas de tirer pas de dépenser moins chez nous et de coopérer avec des pays qui ne disposent pas de la technologie nucléaire pour les aider à utiliser le soleil et la biomasse et à éviter de consommer du charbon, du gaz et du pétrole ?