

## Comment comparer les coûts des moyens de production?

*Cet article se veut une contribution critique aux débats portant sur la comparaison des coûts respectifs du nucléaire, de l'éolien et du solaire photovoltaïque.*

Le tableau ci-dessous, issu du site animé par EDF [www.connaissancedesenergies.org](http://www.connaissancedesenergies.org), indique les coûts de l'énergie produite selon la nature du système de production. Ces coûts sont exprimés en € / MWh (il faut diviser les valeurs par 10 pour obtenir des centimes / kWh). Les évaluations sont issues de 3 sources : l'Union française de l'électricité, dont EDF est un acteur principal ; le rapport « Energies 2050 » demandé par le gouvernement en 2011 à Jacques Percebois, professeur à l'université de Montpellier 1 ; le rapport de la Cour des comptes.

en € / MWh	UFE/DGEC (dernières données actualisées pour 2011)	Énergies 2050 (rapport février 2012)	Cour des Comptes (janvier 2012 pour le nucléaire, juillet 2013 pour les renouvelables)	Tarif d'achat au 1 <sup>er</sup> septembre 2013	Part dans la production électrique française en 2012
Nucléaire	42,3	56	49,5		74,8%
Hydroélectricité	55		43-188	60,7 durant 20 ans + primes pour les petites installations	11,8%
CCGT gaz	61	69			4,3%
Éolien terrestre	65	73	62-102	82 durant 10 ans puis 28 à 82 durant 5 ans selon les sites	2,8%
Charbon	66	67			3,3%
Fioul	86				1,2%
Éolien offshore	143	102	87-116	130 durant 10 ans puis 30 à 130 durant 10 ans selon les sites	0,0%
Photovoltaïque	217	150	114-547	117 à 425 selon les sites	0,7%

## Les enjeux de l'ÉNERGIE



On peut observer que les ordres de grandeur des valeurs semblent cohérents, mais que les valeurs précises diffèrent sensiblement.

D'autres auteurs contestent le classement qui apparaît et présente le nucléaire comme le moyen le plus économique. Ils arguent notamment que le coût du nucléaire retenu est un coût du passé ; celui du futur serait beaucoup plus élevé, en raison des contraintes supplémentaires de sûreté imposées après Fukushima. L'accumulation des surcoûts de l'EPR de Flamanville est pris à témoin. Ainsi, selon ces auteurs, le coût de l'éolien serait parvenu au niveau du nucléaire, voire lui serait inférieur.

Tout cela appelle à une réflexion critique sur la formation des coûts utilisée par les uns et les autres.

Tout d'abord, il convient de préciser que les coûts de l'énergie produite résultent de 2 composantes : l'amortissement de l'investissement sur la durée de vie de l'installation ; le coût de fonctionnement, incluant celui de la consommation de combustibles. D'autres facteurs essentiels interviennent pour le calcul des précédents : la quantité annuelle d'énergie produite pour une puissance installée équivalente et la durée de vie des installations. A ceux-ci s'en ajoute encore 2 autres : la durée de construction et le taux d'intérêt qui s'applique aux sommes investies entre le début du chantier et la mise en service. Cela fait beaucoup de paramètres et l'on peut fort bien comprendre que selon les hypothèses retenues par les uns et les autres, les résultats puissent sensiblement différer.

L'évaluation des quantités d'énergie produites repose sur celle de la disponibilité de l'installation. Pour le nucléaire, on utilise des taux de 75 à 80%, à partir de ce qui peut être constaté dans l'exploitation du parc existant. Mais EDF projette de porter cette disponibilité à 85%. Pour l'éolien, ce taux dépend de la fluctuation du vent, qui elle-même varie selon les sites. Les meilleurs sites sont les premiers équipés, avec des facteurs de charge pouvant avoisiner les 30%, mais les suivants sont moins bons, et peuvent descendre à moins de 20%.

La durée de construction d'une centrale nucléaire était de l'ordre de 6 ans, celle de Flamanville sera beaucoup plus longue, celle d'un EPR post Flamanville pourrait l'être moins avec la prise en compte

## Les enjeux de l'ÉNERGIE



du retour d'expérience. Quel valeur prendre en compte ? Et quel taux d'intérêt doit-on appliquer aux investissements réalisés avant la mise en service : 1% à 2% au vu des taux actuels, ou 10 à 15% au vu de la norme des marchés financiers ? Il s'agit d'un facteur non négligeable dans l'évaluation des coûts et dans l'établissement des comparaisons, puisque la durée de construction d'une centrale nucléaire est bien plus longue que celle d'un parc éolien.

Quant à la durée de vie de l'installation, on constate que le nucléaire peut durer 40 ans. EDF projette de la prolonger à 60, mais c'est au prix d'un investissement supplémentaire dont il faut tenir compte dans les évaluations. La durée de vie des éoliennes est considérée comme devant être de 25 ans, mais on a peu d'expérience en la matière, du moins en ce qui concerne les très grosses machines actuelles.

A toutes ces remarques s'en ajoute une autre. Le coût d'un moyen de production isolé du système énergétique d'ensemble peut être trompeur. Par exemple, une centrale nucléaire actuelle consomme de l'uranium enrichi qu'il faut bien fabriquer. Cela demande l'investissement associé d'une usine d'enrichissement et de moyens de fabrication du combustible. Ce coût est-il est vrai comptabilisé dans le coût du combustible, partie prenant de la composante « coût de fonctionnement » du nucléaire.

Un parc éolien ou photovoltaïque a besoin de moyens de compensation de l'intermittence (ou variabilité) de l'énergie fournie. Il s'agit là d'un point rarement souligné, mais pourtant crucial. Tant que le système existant de production d'électricité peut absorber les fluctuations de l'éolien ou du solaire photovoltaïque, la comparaison des coûts peut se limiter à celle des moyens de production pris isolément (en ayant à l'esprit tous les facteurs d'incertitude précédemment évoqués). C'est ce qui se passe aujourd'hui en France, les fluctuations de l'éolien et du solaire étant notamment compensées par les capacités de variation très rapide des centrales hydrauliques et des turbines à gaz.

Mais c'est ce qui ne se produirait plus dès lors que la production intermittente dépasserait les capacités de variation de la production à la demande du reste du parc électrique. Dès lors, tout nouvel accroissement de la puissance éolienne ou solaire installée devrait s'accompagner de l'installation conjointe de moyens de stockage de l'énergie. En dehors du stockage hydraulique (les

## Les enjeux de l'ÉNERGIE



installations de turbinage-pompage), on ne les connaît pas vraiment aujourd'hui. Or il n'est plus possible de créer de nouveaux lacs artificiels importants. Donc il faudrait installer des systèmes nouveaux, dont on peut d'ores et déjà imaginer le principe physique, mais dont ne connaît pas la méthode d'industrialisation. On peut en tout état de cause être assuré qu'ils auront un coût d'investissement et un coût de fonctionnement, qui devront s'ajouter aux coûts initiaux. Ils auront en outre un rendement sensiblement inférieur à 100% : au bout du compte l'énergie restituée sera inférieure à l'énergie initiale stockée et cela augmentera d'autant le coût unitaire de l'énergie fournie aux utilisateurs.

On peut tirer de ces éléments au moins les deux enseignements suivants:

- c'est avec beaucoup d'esprit critique qu'il faut interpréter les évaluations que fournissent les uns et les autres, surtout lorsqu'elles se résument à un coût global du kWh sans élément sur sa composition et sur les hypothèses sous-jacentes.
- les comparaisons d'aujourd'hui ne valent pas pour demain, notamment dans les scénarios faisant appel à de nouveaux moyens de stockage pour compenser la variabilité des énergies renouvelables.