

Combien les scénarios de RTE nous coûteraient-ils ?

En reprenant les hypothèses de RTE sur la consommation d'électricité, sur les coûts et sur les exportations, et en adoptant sa façon de calculer les coûts,

- le coût des scénarios de RTE est supérieur de 9 à 16 milliards d'euros par an à ce que serait la poursuite du régime de production actuel, sans arrêter aucun réacteur nucléaire en état de marche et sans construire une éolienne et un panneau photovoltaïque de plus ;

- à long terme, il faudrait que les nouveaux réacteurs nucléaires coûtent deux fois plus que celui de Flamanville pour que les scénarios Volt ou Ampère ne coûtent pas plus que le maintien du nucléaire.

Cette note répond à la question suivante : combien les scénarios RTE nous obligeraient-ils à dépenser en plus de ce que nous dépenserions en conservant tous les réacteurs nucléaires aussi longtemps qu'ils sont en bon état de marche ?

Elle utilise la méthode de calcul utilisée par RTE dans son bilan prévisionnel pour nous présenter sous la forme de graphiques les dépenses de ses différents scénarios.

Nous pouvons continuer de faire fonctionner les réacteurs existants et le réacteur de Flamanville. Ou bien nous pouvons arrêter des réacteurs en parfait état de marche pour diminuer la part du nucléaire dans notre consommation et la faire passer au-dessous de 50 %. RTE nous a préparé quatre scénarios dans ce sens.

Pour savoir si les scénarios de RTE nous obligeraient à dépenser plus que si nous gardons en fonctionnement tous les réacteurs nucléaires en état de fonctionner, RTE nous a donné presque tous les éléments nécessaires mais ne nous donne pas la réponse. A nous donc de faire les calculs.

Pour comparer les dépenses à venir selon les choix qui seront décidés, il est inutile de s'appesantir sur les dépenses déjà engagées car elles ne dépendent pas des décisions à prendre. Il en est ainsi des charges d'emprunt pour la construction des centrales nucléaires, des éoliennes et du photovoltaïque déjà installés. Il en est ainsi également des futures dépenses de démantèlement des réacteurs de nucléaire.

Les décisions à prendre entraîneront des dépenses annuelles de fonctionnement et de nouvelles dépenses d'investissement. Il y a plusieurs façons de compter les nouvelles dépenses d'investissement notamment deux : une méthode généralement utilisée dans les analyses économiques, notamment par la Cour des comptes, et une autre, plus simple d'emploi mais qui est à certains égards approximative, la méthode des Capex qui se contente de noter les dépenses d'investissement l'année où elles sont réalisées.

Dans son bilan prévisionnel, RTE semble utiliser les deux méthodes. Pour présenter les coûts de chacun des scénarios, elle utilise la seconde. Dans cette note nous utilisons donc la même méthode pour calculer les dépenses d'un scénario que RTE n'a pas calculé : le prolongement de la durée de vie des réacteurs nucléaires et leur maintien en activité aussi longtemps qu'ils seront en bon état de marché.¹

¹ Pour ma part j'utilise généralement la méthode qui répartit le coût d'un équipement sur la durée de vie de celui-ci : dans l'article « coût de la diminution de la capacité nucléaire » (La Revue de l'énergie, janvier-février

Deux façons de calculer les dépenses annuelles d'investissement

- 1- La technique utilisée pour le calcul des coûts de production : les dépenses d'investissement sont réparties tout au long de la durée de vie des équipements en tenant compte d'un taux de rémunération du financement (autofinancement ou emprunt) ou d'un taux d'actualisation. Pour évaluer les coûts du point de vue de la collectivité nationale, l'ancien Commissariat général du Plan a recommandé de retenir le taux de 5 %. Cette méthode permet d'ajouter les dépenses d'investissement d'équipements qui ont des durées de vie différentes et, une fois fixé le taux de rémunération du financement, elle est indépendante de la façon dont les investissements sont financés
- 2- La technique du Capex : on comptabilise chaque année les dépenses d'investissement, en supposant qu'ils sont autofinancés. On ne compte donc pas d'intérêt d'emprunts et l'on considère de la même façon des dépenses réalisées à des moments différents. On n'utilise pas la technique de l'actualisation.

Dans son BP 2017, si l'on comprend bien, RTE utilise les deux méthodes mais il est sûr que les coûts sont présentés selon la seconde méthode.

Dans le chapitre 2.2 intitulé « une modélisation des investissements sur la base des décisions individuelles des acteurs », on lit que « les décisions d'investissements d'évaluent sur un horizon long. Un taux d'actualisation, reflétant le coût moyen pondéré du capital et différent pour chaque filière est considéré » et, plus loin que « Le coût d'investissement comprend par hypothèse le coût de construction de la capacité, les intérêts intercalaires à couvrir durant la période de construction et le coût de raccordement de l'installation ». Dans ce « coût d'investissement » on ne voit pas que soit « considéré » un « coût moyen du capital ».

Dans les chapitres qui présentent les scénarios, la légende des graphiques qui montrent une décomposition des dépenses indique que les dépenses d'investissement chaque année sont des « capex » c'est-à-dire le coût des investissements réalisés dans l'année. Cette lecture est confirmée par le fait que le capex des interconnexions apparaît dans les deux premières périodes quinquennales et non pas dans la troisième : si ces dépenses étaient réparties le long de la durée de vie, celle des lignes d'interconnexion ne s'annuleraient pas pendant la troisième période quinquennale.

Les éléments des dépenses :

Pour chaque moyen de production, RTE nous donne le montant de l'investissement par kW et sa durée de vie, le montant des dépenses de fonctionnement en euro par kW et par an, et les « frais variables » en euro par MWh.

Il y a tout de même une incertitude sur la production hydraulique : fleuves, lacs de montagne et Steps (installations de stockage avec un dispositif de pompage et de turbinage). Comme il n'y a pas de changement par rapport à la situation actuelle, pour faire des comparaisons, il est inutile de calculer les dépenses correspondantes.

RTE nous donne aussi, très précisément, les capacités et les productions annuelles de chaque moyen de production autres que l'hydraulique pour chacun de ses quatre scénarios.

RTE indique les valeurs observées aujourd'hui et ce qu'elles pourraient être en 2035. Pour le nucléaire il distingue le cas des réacteurs existants et celui des nouveaux réacteurs. Pour les réacteurs existants, RTE retient seulement les dépenses à venir. Pour les réacteurs nouveaux RTE note le coût du réacteur de Flamanville, qui est un prototype et fait une prévision pour les réacteurs de série ».

Valeurs en 2017		nucléaire existant	nucléaire nouveau	éolien terrestre	éolien en mer	PV sur sol	PV sur toiture	Energies marines	Gaz CCG	cogénéral.	Turbine à combustion	biomasse déchets
investissement	€/kW nbre années	600	6500	1400	4100	1100	1750	6800	830	830	450	5000
durée de vie		10	60	25	25	25	25	25	30	30	30	25
coût fixe d'exploitation	€/kW/an	121	99	47	150	30	60	250	36	50	26	50
coût variable d'exploitation	€/MWh	0	9						40	40	50	30

Variations d'ici 2035

investissement	%	0%	-45%	-15%	-40%	-50%	-50%	-18%	0%	0%	0%	0
coût d'exploitation	%	0%	0%	-15%	-33%	-50%	-50%	-18%	0%	0%	0%	0

Valeurs espérées en 2035 par RTE

		nucléaire exist	nucléaire nouveau	éolien terrestre	éolien sur sol	PV toiture	PV sur marines	Energies CCG	Gaz	cogénéral. combustion	Turbine à déchets	biomasse déchets
investissement	€/kW	600	3575	1190	2460	550	875	5576	830	830	450	5000
coût d'exploitation	€/MWh	121	99	39,95	100,5	15	30	205	36	50	26	50

Chaque année les dépenses fixes d'exploitation sont le produit du « coût fixe d'exploitation » par la capacité installée ; les dépenses « variables » sont le produit du « coût variable » par la production de l'année. Les dépenses annuelles sont la somme des investissements réalisés dans l'année, des dépenses fixes d'exploitation et des dépenses variables de l'année.

RTE dans son rapport indique, sous la forme d'un graphique, par période de cinq ans, la moyenne annuelle des dépenses annuelles ainsi calculées. Il y ajoute la valeur des importations et en retire la valeur des exportations. Il désigne le résultat par l'expression par « le coût annuel ».

On peut noter qu'il appelle « coût » ce qui est en réalité une dépense.

Rappelons que ces dépenses n'incluent pas les dépenses qui sont la conséquence de décisions déjà prises. Elles ne disent pas ce que devra être le prix de l'électricité pour couvrir l'ensemble des dépenses. Mais redisons que pour comparer les décisions à prendre, il est correct de ne retenir que les dépenses qui seraient causées par ces décisions.

Au vu des graphiques publiés par RTE, voici pour chaque scénario ce que sont les dépenses de production, le résultat des exportation et importations et la différence, c'est à dire ce qui serait à la charge de la consommation française.

En milliards d'€ par an	Dépenses de production	Exportations-importat.	Dépenses nettes
Volt	24	11	13
Ampère	29	11,5	17,5
Hertz	26	6,5	19,5

On remarque que selon les scénarios Volt et Ampère, la valeur des exportations nettes est supérieure à 10 milliards d'euros ce qui est très élevé et correspond à un prix moyen supérieur à 70 € par MWh. RTE explique longuement comment il arrive à cette évaluation. Rien n'est démontré, tout est contestable et toute contestation est elle-même contestable. Mais cela n'importe pas à notre propos puisque le scénario « maintien du nucléaire » conduit au même volume d'exportation.

Les dépenses d'un scénario non étudié par RTE : le scénario « maintien du nucléaire »

Dans le scénario « maintien du nucléaire », la consommation est la même que pour RTE en 2035 soit 443 TWh. La capacité nucléaire est 65 GW car on n'a arrêté aucun réacteur en état de marche. On ne va pas arrêter les éoliennes et le photovoltaïque dont les équipements sont déjà financés (car leur arrêt n'éviterait aucune dépense) mais il est inutile d'augmenter leur capacité. La capacité éolienne est donc de 14 GW et celle du PV de 8 GW. Pour calculer les dépenses, nous utilisons la même méthode que RTE et nous retenons les mêmes éléments de coût de production.

La production à partir d'énergie hydraulique est de 60 TWh ; la production à partir de biomasse est de 10 TWh. La production à partir d'énergie fossile et les quantités pouvant être exportées sont calculées à l'aide d'un logiciel de simulation publié sur Internet et présenté sur le site du débat RTE. Il en ressort que la production à partir d'énergie fossile est de 8 TWh.

La capacité de production à partir de gaz est calculée comme le fait RTE, en supposant qu'en cas de besoin il sera possible d'importer 10 GW. Elle est de 21 GW. Les exportations sont de 130 TWh par an. Elles sont évaluées comme dans le scénario Volt à hauteur de 70 €/MWh en moyenne

Les seules dépenses d'investissement induites par ce scénario « maintien du nucléaire » sont les travaux à faire sur les réacteurs nucléaires pour prolonger leur durée de vie. Selon RTE il s'agit de 600 €/kW. Comme ils doivent tous être prolongés de 20 ans au lieu de 10 dans les scénarios de RTE, retenons 1000 €/kW. Soit 63 milliards d'euros à réaliser en 15 ans, soit 4,2 milliards par an.

Les dépenses annuelles de fonctionnement sont données dans le tableau qui suit.

	Capacité ou production	€/kW/an ou €/MWh	Dépense annuelle M€
nucléaire	65 GW	121 €/kW	7260
éolien	14 GW	40 €/kW/an	520
photovoltaïque	8 GW	15 €/kW/an	120
Gaz et fioul	21 GW	30 €/kW/an	610
Gaz et fioul	8,1 TWh	40 €/MWh	324
Total fonctionnement			8834
Dépenses d'investiss.			4200
Dépenses de production			13034
Bilan des échanges	130 TWh	70 €/MWh	9100
Dépenses nettes			3934

Le coût de l'électricité pour les consommateurs français serait de 3,9 milliards d'euros par an.

Or selon les scénarios Volt ou Ampère ou hertz, le coût de l'électricité pour les consommateurs français est respectivement de 13 ou 17,5 ou 19,5 milliards d'euros par an.

Encore une fois *il ne s'agit pas de l'ensemble des dépenses*. Nous avons procédé exactement comme RTE en reprenant son raisonnement et toutes ses hypothèses de coût et de valeur de l'électricité exportée. *La comparaison des résultats a donc un sens.*

Le coût des scénarios de RTE est supérieur de 9 à 16 milliards d'euros par an à ce que serait la poursuite du régime de production actuel, sans arrêter aucun réacteur nucléaire en état de marche et sans construire une éolienne et un panneau photovoltaïque de plus.

Discussion

- Au sujet du nucléaire

Au sujet de l'investissement nucléaire : il se peut que les travaux de 1000 €/kW ne suffisent pas à prolonger la vie des réacteurs de 20 ans ; s'il faut 1500 €/kW cela fait 500 €/kW de plus soit 32 milliards qui répartis sur 15 ans font 2,1 milliards de plus par an.

Il se peut que certains réacteurs doivent s'arrêter pour des raisons de sûreté nucléaire. S'il faut remplacer 5 réacteurs soit 8 GW pour un coût (selon RTE) de 3575 €/kW, cela fait 29 milliards qui répartis sur 15 ans font 2 milliards par an.

Dans tous les cas les dépenses des scénarios de RTE obligent à dépenser beaucoup plus que le scénario « maintien du nucléaire » la différence, en reprenant toutes les données de RTE, étant de l'ordre de 10 milliards d'euros par an.

- **Sur le coût des éoliennes et photovoltaïque** : si les montants des investissements en éoliennes et en panneaux photovoltaïques sont supérieurs à ce que prévoit RTE, la différence avec le scénario « maintien du nucléaire » sera encore plus grande.

- **Sur la valorisation des exportations** : dans le BP de RTE, un graphique montre une diminution du prix spot de l'électricité si la capacité nucléaire est supérieure à 55 GW, mais c'est en supposant que la capacité éolienne et photovoltaïque est celle du scénario Volt. Or dans notre scénario « maintien du nucléaire », comme la capacité éolienne et photovoltaïque n'augmente pas par rapport à aujourd'hui, la capacité totale de production est inférieure de 53 GW à celle du scénario Volt par exemple. Comme c'est la capacité de production à coût marginal très bas qui pèse sur les prix, le scénario « maintien du nucléaire » n'a pas sur les prix spots l'effet dépressif des scénarios de RTE.

- **Si la consommation au lieu de diminuer se maintient ou augmente** si aucun réacteur n'est arrêté, la production française suffira ; les recettes d'exportations diminueront mais les dépenses de production n'augmenteront pas. Avec les scénarios de RTE il faudrait soit importer soit augmenter encore la capacité éolienne et photovoltaïque, ce qui augmentera les dépenses.

Et après 2035 ?

Au-delà de 2035, il faudra dans tous les cas remplacer les réacteurs nucléaires encore en fonctionnement en 2035.

Dans le cas de « maintien du nucléaire » il faudra remplacer 8 GW de plus qu'avec le scénario Volt ou 15 GW de plus qu'avec le scénario Ampère.

Or le scénario « maintien du nucléaire » laisse en « cash » au bout de 15 ans 140 milliards d'euros de plus que les scénarios Volt ou 200 milliards d'euros de plus que le scénario Ampère. Il est raisonnable de penser qu'il suffira de 40 milliards pour financer une capacité nucléaire de 8 GW.

Mais, au-delà de 2035, on ne peut pas raisonner comme le fait ici RTE. Il faut faire un calcul économique avec un taux d'actualisation. Comme il s'agit d'investissement d'intérêt général, l'utilité des investissements s'évalue avec un taux d'actualisation de 4 ou 5 %, comme l'a recommandé l'ancien Commissariat général du Plan. Par ailleurs on ne peut pas se contenter d'une hypothèse de baisse de la consommation d'électricité et l'on ne peut pas se satisfaire de dépendre, pour notre sécurité d'approvisionnement, des pays voisins à hauteur de 10 ou 20 GW.

Même en supposant une forte diminution du coût de l'éolien en mer et du photovoltaïque sur toiture, en comptant comme le fait RTE le coût de nouveaux réacteurs, la contrainte « 50% nucléaire » aurait un coût de plusieurs milliards d'euros par an.