

Prospective de consommation et production d'électricité pour 2050-2070 ;
Un autre scénario

à côté de ceux qui se conforment à la loi sur la transition énergétique,

Un exercice de prospective donne des résultats intéressants lorsqu'il n'est pas contraint par des décisions politiques, toujours susceptibles d'évoluer. En revanche il doit se fonder sur des faits et des situations qui dureront assurément. S'agissant de politique de l'énergie, l'échéance étudiée doit être assez éloignée pour que les changements envisagés aient le temps de faire sentir leurs effets.

Cette note présente deux scénarios : le premier est voisin de ceux qu'étudie RTE pour 2050 ; l'autre scénario est à échéance de 2070 avec un point en 2050 ; il vise l'indépendance énergétique, c'est-à-dire la maîtrise de la production d'électricité sans consommer d'énergie fossile, en dépensant aussi peu que possible,

Deux scénarios jusqu'en 2070 avec un point d'étape en 2050

Premier scénario :

La consommation d'électricité en 2050 est celle que prévoit la SNBC dans un scénario où la consommation d'énergie est divisée par deux d'ici 2050. Puis elle augmente légèrement.

La capacité nucléaire évolue jusqu'en 2050 comme le suppose une étude récente faite pour la SFEN, Société française de l'énergie nucléaire : elle est alors de 37 GW. Au-delà, on suppose ici qu'elle augmente très peu, jusqu'à 40 GW, en remplaçant les réacteurs mis à l'arrêt. La capacité éolienne et photovoltaïque est en tout de 200 GW.

Les émissions de CO2 causées par la production d'électricité sont nulles en 2050 et restent nulles au-delà.

Commentaires

Dans le secteur de l'énergie, il vaut mieux que la réflexion porte sur une période de 50 ans, c'est-à-dire jusqu'en 2070.

La consommation d'électricité

L'hypothèse de consommation d'électricité de la SNBC suppose que la consommation d'énergie est presque divisée par deux d'ici 2050. La taille des logements diminue. L'habitat est davantage concentré. Le pourcentage de maisons individuelles diminue. Or l'expérience de la crise sanitaires renforce le goût des ménages pour davantage d'espace. De plus, lorsque l'on utilise des pompes à chaleur, l'économie de consommation d'électricité coûte cher car, pour économiser 1 MWh d'électricité, il faut diminuer les pertes thermiques de 3 MWh, ce qui, une fois réalisées les travaux d'économie d'énergie les plus efficaces, coûte facilement plus de 100 € par MWh de chaleur. Pour le chauffage, il serait donc possible de dépenser 24 milliards d'euros de moins par an que dans l'hypothèse SNBC en consommant 80 TWh de plus d'électricité. Par ailleurs, une réindustrialisation de notre pays augmentera la consommation d'énergie.

La durée de vie des réacteurs nucléaires

Dans les scénarios publiés ou en cours d'étude, en général la durée de vie des réacteurs nucléaires est limitée à 60 ans alors qu'aux Etats-Unis des réacteurs construits sur le même modèle ont reçu l'autorisation de fonctionner 80 ans. On peut donc supposer que la durée de vie des réacteurs soit portée, en moyenne, à 65 ans en toute sécurité.

La neutralité carbone

La neutralité carbone est un objectif mobilisateur. Néanmoins, il ne conduit pas à la politique la plus efficace. Comme le CO₂ ignore les frontières, il est plus efficace, par exemple, de financer du photovoltaïque en Afrique pour remplacer des groupes électrogènes qu'en France pour remplacer du nucléaire. Il serait donc plus logique de considérer les émissions de plusieurs pays, par exemple la France et quelques pays du Sahel, qui coordonnent leur action.

Le potentiel de l'industrie nucléaire

Le premier scénario suppose que l'industrie nucléaire peut délivrer au maximum un réacteur par an. Or une réflexion prospective peut envisager que dans les dix ou vingt ans qui viennent le potentiel de cette industrie augmente de façon à livrer deux réacteurs nucléaires par an.

Autre scénario

La consommation d'électricité en 2050 est supérieure de 80 TWh à celle du premier scénario. Les dépenses d'économie d'électricité sont inférieures de 25 milliards d'euros par an.

La durée de vie des réacteurs nucléaires existants est en moyenne de 65 ans, sous réserve des conditions de sûreté. L'industrie nucléaire se renforce et peut livrer jusqu'à 1,8 réacteurs nucléaires par an en moyenne, soit 9 sur une période de cinq ans. La capacité nucléaire en 2050 est 64 GW ; en 2070 elle est de 80 GW. La capacité éolienne et photovoltaïque est en tout de 80 à 100 GW.

Les émissions de CO₂ dues à la production d'électricité sont nulles en 2070. En 2050, elles sont de 20 MtCO₂. Elles sont compensées en cofinçant du photovoltaïque ou du reboisement en Afrique.

Comparaisons entre les deux scénarios

Les dépenses : en prenant comme hypothèses de coût de l'éolien et du photovoltaïque celles qui sont envisagées par RTE pour 2050, les dépenses de production d'électricité dans les deux scénarios diffèrent de moins de 10 % les unes des autres. Celles de l'autre scénario sont moindres en 2035 car celui-ci tire parti beaucoup mieux des réacteurs existants. En 2050 comme en 2035, le coût de production par MWh est moindre avec l'autre scénario.

Si l'on ajoute les dépenses permettant de consommer moins d'électricité, selon les hypothèses faites sur le coût de l'éolien et du photovoltaïque les dépenses annuelles de l'autre scénario sont inférieures de 20 à 30 milliards d'euros à celles du premier scénario, conforme à la Stratégie nationale bas carbone.

La capacité nucléaire : en 2050 : 37 GW dans le premier scénario, 64 GW dans l'autre.

La capacité éolienne et photovoltaïque : 200 GW dans le premier scénario, 80 à 100 GW dans l'autre, donc moindre dépendance sur les matières rares et coûteuses et moindres nuisances.

Les émissions de CO₂ en 2050 : nulles dans le premier scénario, nulles aussi dans l'autre scénario avec 20 MtCO₂ émises depuis le territoire national et 20 MtCO₂ évitées en Afrique.

Les relations avec des pays du Sahel : non évoquées dans le premier scénario ; le cofinancement de photovoltaïque ou de reboisement dans des pays du Sahel pour compenser l'émission de 20 MtCO₂/an contribuera au développement de ces pays dont agira en faveur de la paix et pourrait ouvrir de nouveaux débouchés à notre industrie.

Ci-après

la table de matière des annexes qui font l'objet d'un autre document

les hypothèses de coût utilisées ici

les résultats pour chaque scénario en 2050 et en 2070 avec deux hypothèses sur le coût de l'éolien et du photovoltaïque.

En annexe, dans un autre document

Pour guider l'élaboration de cet « autre » scénario, cette annexe a été rédigée car les constatations les plus élémentaires et les plus durables passent parfois inaperçues.

Consommation d'énergie, production et consommation d'énergie fossile, émissions de CO2
 La production d'énergie fossile
 L'action des Etats est nécessaire : les moyens dont ils disposent
 Les relations entre Etats
 Les ressources disponibles
 Les déchets nucléaires et le risque d'accident grave
 Les fluctuations de la consommation et de la production éolienne et photovoltaïque
 La biomasse et l'hydraulique

La capacité de production nucléaire

	nombre de mises en service par an	nombre d'EPF en service	capacité des réacteurs exist.	capacité des nouveaux EPR	capacité totale
2020			61,5		61,5
2025			63		63
2030		1	63	1,6	64,6
2035	0,5	3,5	58	5,6	63,6
2040	0,7	7	55	11,2	66,2
2045	1	12	45	19,2	64,2
2050	1,5	19,5	33	31,2	64,2
2055	2	29,5	15	47,2	62,2
2060	2	39,5	7	63,2	70,2
2065	1,5	47		75,2	75,2
2070	1	52		83,2	83,2

Les hypothèses de coût du nucléaire, de l'éolien et du photovoltaïque

Le taux d'actualisation est 5 %

Hypothèses de coût éolien et PV de RTE pour 2035	nucléaire	éolien	éolien	PV sur sol	PV sur toit
	nouveau	sur terre	en mer		
investissement €/kW	5000	1350	3160	630	955
durée de vie années	60		25		25
frais fixes ann. €/kW/an	110	40	100	15	30
frais variables €/MWh	9	0	0	0	0
euros/MWh	59,2	61,7	98,2	49,8	81,5

Coûts éolien et PV envisagés par RTE pour 2050	nucléaire	éolien	éolien	PV sur sol	PV sur toit
	nouveau	sur terre	en mer		
investissement €/kW	5000	900	2500	480	1100
durée de vie années	60		25		25
frais fixes ann. €/kW/an	110	30	60	8	40
frais variables €/MWh	9	0	0	0	0
euros/MWh	59,2	42,7	54,0	35,0	98,4

Tableaux présentant deux scénarios qui diffèrent par la consommation et la capacité nucléaire

1- Avec les hypothèses de coût et de performance faites par RTE pour l'année 2035

Dans le tableau ci-dessous, les facteurs de charge et les coûts de production des éoliennes et du photovoltaïque sont ceux que RTE a retenus dans ses scénarios pour 2035. Pour l'éolien sur terre : 2200 h par an et 62 €/MWh ; en mer, 3300 heures par an et 98 €/MWh ; pour le photovoltaïque, 1200 heures par an et 56 €/MWh si 80 % sont posés sur le sol ou sur grandes toitures.

Le coût du nucléaire est intermédiaire entre celui des réacteurs existants et celui des réacteurs nouveaux : entre 40 et 59 €/MWh.

Pour les coûts des éoliennes et du P.V.	Conso SNBC nucléaire bas		Autre scénario	
	2050	2070	2050	2070
hypothèses retenues par RTE pour 2035	2050	2070	2050	2070
Consommation – après et avant pertes TWh	530 567	564 603	607 650	650 – 695
Nucléaire : existant en 2025 nouv – total GW	15+22 : 37	40	33 + 31 : 64	80
Eolien sur terre / en mer / Photovoltaïque GW	70 / 29 / 100	70 / 33 / 100	30 / 7 / 40	30 / 12 / 60
Possibilités de prod : nucléaire / Eolien et PV	262 / 370	298 / 383	440 / 137	596 / 178
Hydraulique (lac fleuves) / biomasse	60 / 6	60 / 6	60 / 6	60 / 6
Electrolyse GW ; production P2P2G TWh	27 GW 27	27 GW 28,7	4 GW 3	12 GW 18 TWh
Production à partir de gaz fossile ou import.	0,3	0,0	46 TWh	0,0
Capacité de production à partir de gaz GW *	46 GW	47 GW	42 GW	37 GW
Coût du nucléaire	55 €/MWh	59 €/MWh	51 €/MWh	59 €/MWh
Dépenses brutes hors hydraulique M€/an	47834	52359	39437	51551
€/MWh	101,8	103,9	72,1	87,4
Possibilités de production excédentaire	78	55	29	89
Différence de dépenses de production d'électricité entre les deux scénarios			-8400	-800
Différence de consommation d'électricité			+77	+86
Dépenses d'économie d'énergie €/MWh élec			300 €/MWh	300 €/MWh
Différence de dépenses d'économie d'énergie			-24000	-26000
Différence de dépenses			-32400	-26800
Augmentation des dépenses de coopération			10000	10000
Investissements financés à 50 %			20000	20000
Production d'électricité à 300 €/MWh			70 TWh	70 TWh
Emissions de CO2 évitées 1,5 tCO2/MWh			100 MtCO2	100 MtCO2
Emissions de CO2 en France pour électricité.			20 MtC2	
Différence de pouvoir d'achat disponible			22400	16800
* La capacité de production à partir de gaz est calculée en ajoutant quelques gigawatts au maximum atteint au vu des chroniques horaires d'une seule année. Il est probable que les besoins nécessaires sont supérieurs.				

2- Avec les hypothèses de coût et de performance envisagées par RTE pour l'année 2050

Dans le tableau ci-dessous, les facteurs de charge et les coûts de production des éoliennes et du photovoltaïque sont ceux que RTE envisage dans ses scénarios pour 2050.

Pour l'éolien sur terre : 2200 h par an et 43 €/MWh ; en mer 4400 heures par an et 54 €/MWh ; pour le photovoltaïque, 1200 heures par an et 45 €/MWh (80 % est sur le sol ou sur grandes toitures).

Le coût du nucléaire est intermédiaire entre celui des réacteurs existants et celui des réacteurs nouveaux : entre 40 et 59 €/MWh.

Pour les coûts des éoliennes et du P.V.	Conso SNBC – nucléaire bas		Autre scénario	
	2050	2070	2050	2070
hypothèses retenues par RTE pour 2050	2050	2070	2050	2070
Consommation – après et avant pertes TWh	530 567	564 603	607 650	650 – 695
Nucléaire : existant en 2025 nouv – total GW	15+22 : 37	40	33+31 : 64	80
Eolien sur terre / en mer / Photovoltaïque GW	70 / 22 / 100	70 / 25 / 100	30 / 5 / 40	30 / 6 / 60
Possibilités de prod : nucléaire / Eolien et PV	262 / 370	298 / 383	440 / 137	573 / 178
Coût du nucléaire	55 €/MWh	59 €/MWh	51 €/MWh	59 €/MWh
Dépenses brutes	40184	43595	36788	47936
	85,5	86,5	67,2	81,2
Différence de dépenses de production d'électricité entre les deux scénarios			-3400	4400
Différence de consommation d'électricité			+77	+86
Dépenses d'économie d'énergie €/MWh élec			300 €/MWh	300 €/MWh
Différence de dépenses d'économie d'énergie			-23100	-26000
Différence de dépenses			-26500	-21600
Augmentation de la coopération - dépenses			10000	10000
Investissements financés à 50 %			20000	20000
Production d'électricité à 300 €/MWh			70 TWh	70 TWh
Emissions de CO2 évitées 1,5 tCO2/MWh			100 MtCO2	100 MtCO2
Emissions de CO2 en France pour électricité.			12 MtC2	0
Différence de pouvoir d'achat disponible			16500	11100