

ETUDE SUR LE SYSTEME ENERGETIQUE A L'HORIZON 2025 ET DES REPONSES APPORTEES PAR LES CANDIDATS A L'ELECTION PRESIDENTIELLE



Projet de rapport

22/03/2017

Table des matières :

A.	La vision du système énergétique à horizon 2025	3
A.1.	Une consommation structurellement en baisse	3
A.2.	La loi de transition énergétique, source d'inspiration des candidats	3
A.3.	Un nouveau modèle énergétique se dessine : le modèle de la production décentralisée	4
A.4.	Un modèle plébiscité par l'ensemble des acteurs et nécessaire	4
A.5.	Un modèle de production décentralisée qui a du sens	4
A.6.	Au-delà du photovoltaïque et de l'éolien, d'autres sources de production à développer massivement... ..	5
A.7.	... complétées par des moyens de stockage diversifiés	5
A.8.	Un système architecturé autour des « smart grid »	6
A.9.	Une initiative en cours d'expérimentation en Allemagne	6
B.	La vision des candidats du système énergétique à horizon 2025	7
B.1.	50 % de nucléaire d'ici 2025	7
B.1.1.	Le mix énergétique à adopter	7
B.1.2.	Ordre de grandeur : 5 centrales à démanteler	8
B.1.3.	Une hausse du coût de production de l'électricité sur laquelle les candidats ne s'expriment pas	8
B.1.4.	Une nécessaire accélération de la construction des moyens de production sans stratégie explicitée	9
B.1.5.	Une question centrale non abordée : comment préempter la surface et favoriser l'acceptation sociale ?	9
B.2.	100 % de renouvelable d'ici 2050	9
B.2.1.	Le mix énergétique à adopter	9
B.2.2.	Un coût de production de l'électricité difficilement quantifiable	10
B.3.	L'équilibre offre demande en question	10
C.	Un nouveau mix énergétique qui nécessite une grande mobilisation	11

Objectifs de l'étude

- Décrire le système énergétique à horizon 2025
- Analyser la vision des candidats sur le système énergétique des futures années

Introduction

Durant leurs campagnes présidentielles, les candidats ont évoqué leur positionnement autour du système énergétique de demain.

Quelles sont leur vision ? Sont-elles en phase avec les systèmes énergétiques qui se dessinent à l'horizon 2025 ? Quelles mesures proposent-ils pour réaliser leur programme ? L'étude suivante apporte des éléments de réponse à toutes ces questions.

Afin d'y répondre, cette étude évoque dans un premier temps la vision du système énergétique de demain puis, dans un second temps, comment les candidats le conçoivent.

A. La vision du système énergétique à horizon 2025

A.1. Une consommation structurellement en baisse

L'édition 2016 du bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France de RTE met en lumière une baisse tendancielle, et non conjoncturelle, de la consommation. Cette baisse est en grande partie due aux gains d'efficacité énergétique et au réchauffement climatique qui prévalent sur la hausse de consommation liée à l'essor des nouveaux usages électriques, la croissance démographique et un retour de la croissance économique. Dans les trois scénarios établis par RTE, les gains associés à l'efficacité énergétique (36 TWh, 35 TWh, 39 TWh) surpassent largement les nouveaux usages et transferts d'électricité (10 TWh, 17 TWh, 4 TWh). Dans son scénario, dit de référence, RTE prévoit une baisse de 1,7 % de la consommation à horizon 2021. Le monde énergétique à horizon 2025 consommera donc probablement moins.

A.2. La loi de transition énergétique, source d'inspiration des candidats

Le 18 août 2015, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a fixé les grands objectifs en vue d'instaurer un modèle énergétique robuste et durable face aux enjeux d'approvisionnement en énergie, à l'évolution des prix des différentes sources d'énergie, à l'épuisement des ressources et aux impératifs de la protection de l'environnement. Les objectifs principaux de la loi sont :

- Les émissions de gaz à effet de serre devront être réduits de 40 % à horizon 2030 ;
- La consommation énergétique finale devra diminuer de moitié d'ici 2050 ;
- La réduction de la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles devra être de 30 % en 2030 ;
- La part des énergies renouvelables dans la production devra être de 23 % en 2020 puis de 32 % en 2030 ;
- La part du nucléaire dans la production devra être de 50 % d'ici 2025.

A.3. Un nouveau modèle énergétique se dessine : le modèle de la production décentralisée

Ces objectifs de la LTECV, appuyés par la loi du 10 février 2000 mettant un terme au monopole de production et autorisant les personnes morales à produire de l'énergie, ont initié la transition de l'architecture du système français : la production décentralisée occupera une part importante du monde de demain. Ce type de production d'énergie est réalisé à l'aide d'installations de petite capacité raccordées ou non au réseau électrique à des niveaux de tension peu élevés (basse ou moyenne tension). Il se caractérise principalement par deux éléments :

- Une production à petite échelle ;
- Une production à proximité du consommateur final.

Les moyens de stockage sont une autre caractéristique significative de la production décentralisée. A titre d'exemple, en régulant la charge des véhicules électriques par un système de « smart grid », le consommateur peut étendre les fenêtres d'utilisation de sa production tout en maximisant l'utilisation de ses batteries.

A.4. Un modèle plébiscité par l'ensemble des acteurs et nécessaire

Un consensus de l'ensemble des acteurs s'est formé pour se tourner davantage vers les énergies renouvelables. L'augmentation de la part de cette forme d'énergie dans la production suppose notamment le développement massif du photovoltaïque au plus près des lieux de consommation pour des raisons d'équilibrage du mix. Cet accroissement de l'énergie solaire requiert une transition vers un modèle de production décentralisée, modèle plébiscité par les acteurs du monde énergétique. Des offres, pour faciliter la production décentralisée, sont proposées tant par les fournisseurs historiques (EDF, Engie) que par les fournisseurs alternatifs (ekWateur, Direct Energie...).

Cette forme de production est rendue possible depuis peu de temps par deux facteurs :

- La réduction assez forte des coûts du photovoltaïque (baisse de plus de 80 % depuis 2008) ;
- Les progrès technologiques, notamment sur les batteries ;
- Amélioration du rendement des cellules photovoltaïques (hausse de 5 % depuis 2011).

A.5. Un modèle de production décentralisée qui a du sens

La production décentralisée offre un avantage certain à la gestion du flux énergétique. En effet, ce modèle permet de lutter contre la congestion du réseau : ce n'est plus le réseau qui absorbe l'ensemble des flux énergétiques. En produisant de l'électricité au plus près des endroits où elle est consommée, les lignes de transport et de distribution sont moins intensivement utilisées.

Elle a également un sens économique. Ce type de production permet de combler l'attente croissante des consommateurs quant à la maîtrise de leur consommation énergétique et de leurs coûts, en s'affranchissant de tarifs qui évoluent indépendamment de leur volonté. Grâce aux solutions de communication (interface web, pilotage et suivi, alerte consommation, offres d'effacement ou de report), le consommateur peut mieux maîtriser sa consommation et réduire sa facture en choisissant de payer son électricité au moment où elle est la moins chère.

Enfin, pour développer la production décentralisée, il est nécessaire de déployer des installations chez les particuliers. Ce modèle rapproche donc la production du consommateur final. Du point de vue de l'Etat, ceci permet de le responsabiliser et, par conséquent, engendre une meilleure maîtrise de la demande. De plus, cela permet de créer de nouveaux marchés et de nouveaux emplois liés au développement de nouveaux moyens de production. Cela suppose l'encouragement à la création d'une nouvelle filière.

Du point de vue du consommateur, ceci répond à une tendance sociétale consistant à rendre le consommateur acteur de la transition énergétique. Par la création d'un « circuit court », ou encore la réduction de l'apport en CO₂, le consommateur agit pour la planète à son échelle. Le consommateur se transforme en consomm'acteur. Il devient conscient de sa consommation et peut choisir, par exemple, de faire fonctionner certains de ses équipements électriques à une période où de l'électricité renouvelable, bien moins émettrice de CO₂ que les centrales à charbon, est disponible. De même, des études ont montré que l'accès en temps réel aux informations de consommation, à l'aide des « smart grid » et compteurs communicants, sensibilise le consommateur et participe à la maîtrise de l'énergie.

A.6. Au-delà du photovoltaïque et de l'éolien, d'autres sources de production à développer massivement...

Généralement, les productions décentralisées utilisent des énergies renouvelables comme le solaire, l'éolien ou l'hydraulique. Ces filières d'énergies renouvelables ne comportent pas de moyens de flexibilité dédiés, ce qui pourrait représenter un frein à une évolution vers une production décentralisée.

Il existe également la production d'énergie électrique à l'aide de la géothermie ou encore des usines d'incinérations d'ordures ménagères.

Toutefois, nous assistons à l'avènement de filières de production d'énergies renouvelables dites pilotables. Parmi elles, la cogénération de bois, la méthanisation, le Concentration Solar Power (CSP) ou encore le turbinage avec des centrales hydroélectriques à réservoirs. Ainsi, le profil journalier de moyen de production peut être optimisé en plaçant les moyens de production pilotables lorsque la production des énergies renouvelables n'est pas suffisante (peu de vent, ensoleillement insuffisant...). Elles permettent également d'assurer la dentelle. Pour minimiser les coûts énergétiques, les fournisseurs d'énergie mettent en œuvre les moyens ayant les coûts les plus bas (nucléaire, hydraulique au fil de l'eau, photovoltaïque, éolien). Ils ajustent, en temps réel, l'écart entre la demande et la production en partie intermittente (photovoltaïque, éolien), par le déclenchement de moyens plus onéreux mais pilotables : c'est ce qu'on appelle la dentelle.

A.7. ... complétées par des moyens de stockage diversifiés

En complément, différents types de stockage doivent être développés afin de répondre aux contraintes imposées par le photovoltaïque et l'éolien (taux d'ensoleillement, niveau de vent ...). Il est nécessaire de posséder trois types de stockage :

- Des stockages dits de court-terme (typiquement 6 heures de durée de décharge) tels que des stockages d'électricité par air comprimé adiabatique, ou des batteries au niveau individuel ou au niveau du réseau d'une collectivité ;
- Des stations de transfert d'énergie par pompage, constituées de deux bassins hydrauliques à des altitudes différentes, permettant un stockage infra-hebdomadaire (typiquement 32 heures de durée hebdomadaire) ;
- Des stockages dits inter-saisonnier à l'aide de filières « Power to Gas » (technologie consistant à transformer l'électricité en hydrogène par électrolyse de l'eau) et « Gas to Power » afin de sécuriser le réseau électrique notamment en cas de surplus important d'énergie.

A.8. Un système architecturé autour des « smart grid »

Les énergies renouvelables nécessitent des moyens pilotés en temps réel. Rendre opérants ces moyens n'est possible que grâce à l'innovation technologique « smart grid ». Ce sont eux qui déclenchent l'utilisation des moyens de stockage et qui optimisent les flux.

En effet, cette technologie gère au plus près les flux d'énergie grâce à leur mesure en temps réel et aux communications à double sens, producteur – consommateur et consommateur – producteur, qu'ils permettent sur le réseau. Elle prend également les meilleures décisions quant au pilotage des flux en évitant la congestion du réseau grâce à la coupure de l'électricité à des endroits précis du réseau quand cela est nécessaire. Les « smart grid » permettent de résoudre toutes les problématiques inhérentes au caractère intermittent des productions des éoliennes et du photovoltaïque qui dépendent du climat météorologique.

De plus, la généralisation des « smart grid » permet d'optimiser la gestion de l'effacement¹. En effet, l'effacement n'est pas encore une réalité pour tous les foyers français. Rapprocher la production du consommateur final et lui donner accès en détail à sa consommation lui permettent de percevoir les opportunités qu'offre l'effacement sur sa consommation et le prix de sa facture. Le consommateur est donc plus enclin à accepter une coupure ou un report de sa consommation de quelques minutes, apportant ainsi davantage de flexibilité au réseau.

A.9. Une initiative en cours d'expérimentation en Allemagne

Un système énergétique décentralisé fait l'objet d'un P.O.C en Allemagne. En effet, l'institut technologique de Karlsruhe et plusieurs partenaires industriels développent des infrastructures et des technologies de réseau intelligent au sein du projet « RegEnKibo ». Ce projet consiste à créer un réseau autonome et décentralisé au sein de la ville de Kirchheimbolander (8000 habitants) permettant d'éviter un recours au réseau de transport traditionnel. Ils ont donc doté la ville de centrales solaires, de centrales de cogénération, d'un parc éolien et d'un système de stockage du gaz. Des centrales de « Power to Gas » transforment le surplus d'électricité en méthane qui peut être ensuite stocké dans le réseau de gaz pendant quelques mois. De grandes batteries sont également installées afin de potentiellement stocker l'électricité pendant quelques jours. Par ailleurs, les données sont constamment relevées à l'aide de 60 capteurs

¹ L'effacement est une possibilité qui consiste à ne pas consommer d'électricité pendant une certaine durée, ou à faire reporter sa consommation, en contrepartie d'une rémunération ou d'un avantage en cas de déséquilibre offre/demande. Ceci permet de répondre aux pics de consommation sans avoir recours à des sources de production de pointe supplémentaires.

placés aux points stratégiques du réseau. On ne peut pas encore dégager de bilan à ce stade car ce projet est en cours jusqu'à mi 2018. Néanmoins, il représente 2,2 millions d'euros et devrait en lancer d'autres en cas de réussite.

B. La vision des candidats du système énergétique à horizon 2025

B.1. 50 % de nucléaire d'ici 2025

Cet objectif a été fixé par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte le 18 août 2015. Trois candidats² souhaitent atteindre cet objectif mais ne donnent pas les moyens à mettre en place pour y arriver. Si c'est un objectif réalisable, il suppose de nombreux prérequis.

B.1.1. Le mix énergétique à adopter

Tout d'abord, il nécessite la redéfinition du mix énergétique afin de réduire la part du nucléaire à 50 % à horizon 2025 alors que celle-ci était de 73 % en 2016. Les figures 1 et 2 représentent les mix énergétiques de 2016 et 2025. Le mix de 2025 a été réalisé en vue de répondre à la demande électrique (scénario de référence du bilan prévisionnel de RTE c'est-à-dire 466 TWh à l'année) à chaque heure de l'année à moindre coût.

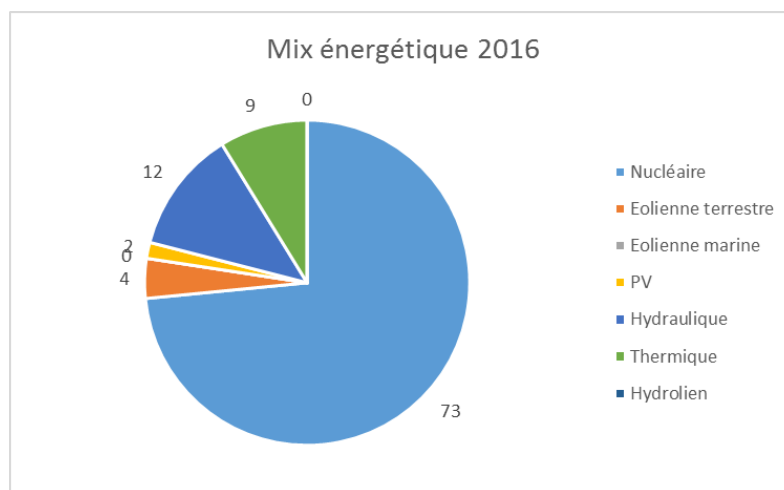


Figure 1 : Mix énergétique 2016

² Il s'agit d'Emmanuel Macron, Benoit Hamon et Jean-Luc Mélenchon



Figure 2 : Mix énergétique 2025

Ce mix repose sur les projections des coûts des technologies à horizon 2025, hypothèse structurante de notre étude. Dans ce mix, les potentiels maximums installables (c'est-à-dire le gisement) de la cogénération bois ainsi que la géothermie sont utilisés presque à 100 %. La filière éolienne marine n'est que peu utilisée car elle est encore très dispendieuse.

B.1.2. Ordre de grandeur : 5 centrales à démanteler

La réduction de la part du nucléaire de près de 23 % dans la production française a des impacts économiques dont il faut avoir conscience. Il faudra fermer 20 réacteurs, c'est-à-dire l'équivalent de 5 centrales (avec les hypothèses de prévision de consommation nominale de RTE).

Dès lors, des coûts seraient évités car le projet de Grand Carénage s'appliquerait sur moins de centrales. Selon la Cour des comptes, le coût du projet s'élèverait à 100 milliards d'euros entre 2014 et 2030, soit en moyenne 1,7 milliards d'euros par réacteur. La fermeture de 20 réacteurs permettrait donc d'économiser 34 milliards d'euros.

Cependant, le démantèlement de ces 5 centrales engagerait également un coût. L'Etat prévoit d'indemniser à hauteur de 446 millions d'euros EDF pour la fermeture de la centrale de Fessenheim (centrale à 2 réacteurs). EDF estime à 75 milliards d'euros les charges pour le démantèlement de l'ensemble de son parc nucléaire. D'autres sources indiquent que le montant du démantèlement est identique à celui du projet de Grand Carénage.

B.1.3. Une hausse du coût de production de l'électricité sur laquelle les candidats ne s'expriment pas

Après estimation des coûts des différentes sources d'énergie en 2025, il apparaît que le coût de production de l'électricité augmenterait de 30 %.

Toutefois, le coût total variable annuel baisserait. En effet, les sources d'énergie (photovoltaïque, éolien) ont des coûts variables faibles car elles ne nécessitent aucun carburant.

B.1.4. Une nécessaire accélération de la construction des moyens de production sans stratégie explicitée

La vitesse de construction du photovoltaïque est en baisse depuis 2015. Ceci s'explique principalement par la chute du prix de rachat de l'électricité depuis 2012 (33 % de baisse).

Cependant, l'objectif doit être atteint d'ici 8 ans. Afin de posséder les ressources nécessaires pour obtenir 50 % de nucléaire dans la production, les vitesses de construction des sources d'énergies renouvelables doivent être significativement augmentées. En effet, la filière d'éoliennes terrestres doit construire plus de 12 000 éoliennes, ce qui ferait passer la vitesse de construction de 500 à 1528 éoliennes par an. Quant à elles, les filières d'éoliennes marines et photovoltaïques doivent respectivement augmenter leur vitesse de construction de 43 % et 73 %.

Il serait donc intéressant de questionner les candidats sur leur stratégie quant au déploiement de tels moyens de production.

B.1.5. Une question centrale non abordée : comment préempter la surface et favoriser l'acceptation sociale ?

Le transfert vers un mix énergétique avec 50 % de nucléaire soulève également la question de l'acceptation sociale. Le nouveau mix repose notamment sur la construction d'éoliennes terrestres et marines. Pour les éoliennes terrestres, il faut trouver plus de 4000 km² de surface disponible. Pour les éoliennes marines, cette surface est de 619 km². Sachant que, par exemple, la superficie de Paris est de 105 km², le gouvernement va devoir établir une réelle stratégie de construction s'il veut atteindre l'objectif. Cette stratégie de construction devra prendre en compte la réaction de la population, peu encline à voir construire des éoliennes et des parcs photovoltaïques en lieu et place des paysages naturels.

B.2. 100 % de renouvelable d'ici 2050

C'est l'objectif que se sont fixés deux candidats³. C'est une ambition radicale qui suppose de mettre en œuvre des moyens ambitieux.

B.2.1. Le mix énergétique à adopter

Le mix énergétique obtenu en optimisant le parc de façon à répondre à la demande à chaque heure de l'année à moindre coût est représenté sur la figure 3. Ce mix, repris d'une étude de l'ADEME, repose notamment sur la généralisation d'une nouvelle génération de turbines éoliennes offrant une production accrue à des vitesses de vent plus faibles rendant exploitables des sites considérés aujourd'hui comme non rentables. De plus, ce mix suppose la diffusion d'une seconde génération de compteurs communicants d'ici 2050 afin de généraliser le déploiement de dispositif permettant le pilotage des usages à un coût très réduit.

³ Il s'agit de Benoit Hamon et Jean-Luc Mélenchon.

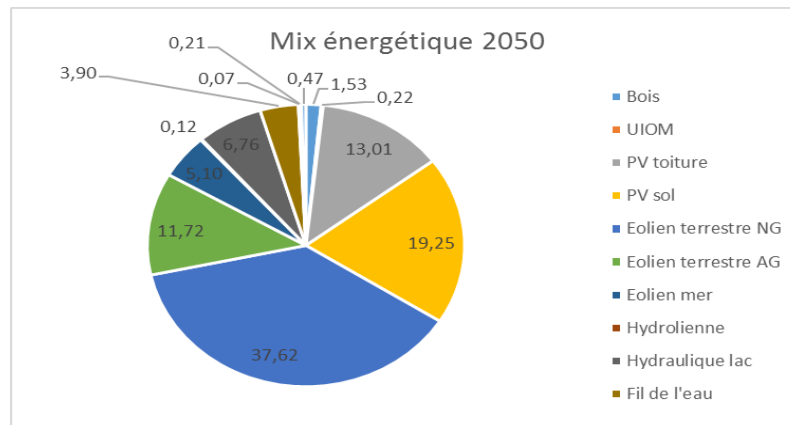


Figure 3 : Mix énergétique 2050

Toute la réalisation du mix à 100 % d'énergies renouvelables réside dans les efforts relatifs à la consommation (pilotage, volume annuel et pointe), à l'acceptabilité sociale et à l'occupation au sol par les énergies renouvelables. Ce mix permettra de répondre à la demande si la combinaison de stockage de durée plus ou moins longues est complémentaire aux contraintes du solaire et de l'éolien.

De plus, un tel mix nécessite la mise en place d'importants moyens de production. Il faut construire de nombreuses éoliennes (45 000 éoliennes terrestres, 5 000 éoliennes marines) et panneaux photovoltaïques afin d'atteindre une quantité de production suffisante. Ce mix soulève donc la question autour de la construction d'une filière française d'énergies renouvelables.

B.2.2. Un coût de production de l'électricité difficilement quantifiable

L'horizon étant porté à 2050, il n'y a pas de visibilité précise quant à l'évolution des prix des différentes sources d'énergie. La tendance est à la baisse des prix des sources de production renouvelable et à la hausse de ceux du nucléaire. Cependant, il est difficile de déterminer leurs plafonds en 2050. Des ruptures technologiques pourraient survenir et redistribuer les prix. De même, les coûts des moyens de stockage, coûts additionnels, sont difficilement quantifiables.

B.3. L'équilibre offre demande en question

Deux candidats⁴ souhaitent renforcer la filière nucléaire en France, en prolongeant l'exploitation de celles-ci de 40 à 60 ans, tout en développant les énergies renouvelables. Ceci soulève un questionnement autour de l'équilibre offre-demande.

En effet, l'offre sera plus importante. Toutefois, RTE prévoit une baisse tendancielle de la demande dans les années à venir. Par conséquent, l'excédent énergétique sera plus important. Les deux candidats n'éclairent pas quelle serait leur stratégie de gestion de ce surplus.

⁴ Il s'agit de François Fillon et Marine Le Pen.

C. Un nouveau mix énergétique qui nécessite une grande mobilisation

Atteindre 50 % de nucléaire à horizon 2025 requiert de nombreux prérequis. Un d'eux concerne la construction massive d'installations photovoltaïques, notamment de panneaux photovoltaïques sur les toits. Plus d'un million de maisons devront être investies de ce type d'installations afin que la production française puisse répondre à la consommation prévue par RTE en 2025.

Si l'Etat ne met pas en place des mécanismes de subvention, la mobilisation devra venir de la société civile en vue du bon fonctionnement du système énergétique. Cette mobilisation pourra émaner :

- Des consommateurs finaux, possibilité comportant néanmoins quelques limites à ce jour (coûts et contraintes techniques) ;
- Des associations environnementales ;
- Des collectivités locales qui peuvent y trouver un intérêt, notamment dans le développement d'éco quartiers.

Conclusion :

L'analyse des programmes politiques mettent en lumière une certaine cohérence des différents candidats. Tous s'accordent pour dire que le futur de la production française sera composé par une part importante d'énergies renouvelables. Pour autant, il semble qu'aucune n'ait mesuré l'ampleur des moyens qui doivent accompagner cette transition.