

Analyse du rapport 2018 EELV, établi à partir du scénario Watt du rapport 2017 de RTE
Analyse, propositions du GAENA

1. INTRODUCTION

Dans le rapport de son conseil fédéral du 18-19 mars 2018 EELV propose une réduction drastique du nucléaire et s'appuyant sur le scénario Watt du rapport thématique de RTE 2017. Ce rapport analyse la possibilité d'un déclassement automatique des réacteurs nucléaires atteignant 40 ans de fonctionnement. Ceci signifie qu'en 2035 seul l'EPR restera en service.

Cette projection s'appuie sur des hypothèses que le GAENA se propose d'analyser finement pour en estimer la pertinence. Les points principaux sur lesquels repose le scénario Watt sont :

- une réduction importante de la consommation électrique,
- le développement des énergies renouvelables, éolien, photovoltaïque et hydraulique,
- une capacité importante d'import depuis les pays européens dans les périodes de forts besoins,
- la conservation d'une certaine capacité d'énergie fossile pour compléter les énergies renouvelables.

2. ANALYSE DES HYPOTHÈSES RTE À L'HORIZON 2035

2.1. CONSOMMATION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Dans les hypothèses du scénario Watt, la consommation sera en 2035 de 410,3 TWh soit une baisse de 17 % par rapport à 2016. Cette baisse est justifiée par le fait qu'entre 2010 et 2014 la consommation d'électricité a fortement baissé (de 514 TWh à 465 TWh) ceci étant considéré comme le signe d'une prise de conscience par la population de la nécessité des économies d'énergie cette tendance devant se poursuivre dans l'avenir. Cependant pendant cette période le PIB augmentera de 1,5 % par an.

• Analyse du GAÉNA

La formule de Kaya montre qu'il y a une relation très étroite entre le PIB/habitants et la consommation globale d'énergie, pondérée par l'évolution de l'efficacité énergétique.

$$[\text{PIB} / \text{POP}(\text{active})] = [\text{ENG} / \text{POP}(\text{active})] \times [\text{PIB} / \text{ENG}]$$

$$[\text{PIB} / \text{POP}(\text{active})] = \text{Croissance du PIB par habitant.}$$

$$[\text{ENG} / \text{POP}(\text{active})] = \text{Croissance de la consommation d'énergie par habitant.}$$

$$[\text{PIB} / \text{ENG}] = \text{Croissance de l'efficacité énergétique.}$$

Donc avec l'augmentation du PIB, on aura forcément une augmentation de la consommation globale d'énergie et si la consommation d'électricité baisse il y aura obligatoirement un apport d'une autre sorte d'énergie qui ne pourra être que de l'énergie fossile.

Dans ses analyses le GAÉNA a fait des projections de la consommation d'électricité sur 2030-2050 en prenant comme hypothèses :

- qu'entre 2004 et 2010 la population a bien intégré la notion d'économie d'énergie,
- qu'entre 2010 et 2014 la baisse de consommation est essentiellement due à une certaine désindustrialisation de la France,
- qu'à partir de 2016 il y aura une légère reprise de la consommation d'électricité entre à 0,2 % et 0,6 % par an ceci pour intégrer tous les transferts des usages le développement de nouvelles technologies et

une augmentation de la population qui risque être plus importante que prévue avec le réchauffement climatique et les problèmes de migration.

Ceci conduirait en 2030 à une consommation de 515 TWh pour une progression de 0,6 % et seulement de 495 TWh pour 0,2 % représentant le minimum pour éviter la stagnation ([voir fiche GAENA N° 4](#)).

Remarques :

- Le développement des téléphones portables nécessite journallement la production de 350 éoliennes de 1,6 MW.
- Le réchauffement climatique entraîne l'explosion de l'utilisation des climatiseurs sans réduire outre mesure le chauffage l'hiver (La Suisse limite l'installation des climatiseurs).

2.2. DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'année 2014 semble marquer la fin de la période de décroissance (2010-2014) et si l'on parie sur une reprise de 0,6 % l'an, analogue à la période 2000-2010, la consommation électrique en 2030 devrait être de 517 TWh¹. C'est sans doute un minimum compte tenu de tous les transferts des usages souhaités vers l'électricité (transport électrique, chauffage électrique performant et pompes à chaleur...).

Pour satisfaire le besoin le rapport Watt préconise de multiplier par 3 la capacité des énergies renouvelables :

- l'essentiel étant assuré par l'éolien dont la production sera multipliée par 8 en passant de 20,9 TWh à 161,7 TWh avec en particulier la création de 47 TWh d'éolien en mer,
- la multiplication par 7 de l'énergie photovoltaïque (8,3 à 58,1 TWh),
- le doublement de la bioénergie (8,7 à 18 TWh),
- la mise en œuvre des énergies marines,
- le développement de l'hydraulique restera toutefois modeste (63,5 à 68,4 TWh),
- soit un total de 305,2 TWh pour un besoin afficher de 410,3 TWh le reste étant apporté par du fossile et des achats à l'étranger.

• Analyse du GAÉNA

Le développement de l'énergie éolienne nécessitera de doubler le nombre d'éoliennes terrestres (actuellement 6.500 pour passer à 14.300) auxquelles il faut rajouter 2.200 éoliennes en mer.

Une telle quantité d'éoliennes ne peut pas être uniformément répartie sur l'ensemble du territoire car la situation géographique est le principal facteur de performance de ces machines. Actuellement 3 régions totalisent plus de 60 % de la production (Grand Est 5,56 TWh, Haut de France 5,71 TWh et Occitanie 3,31 TWh). L'éolien terrestre étant une énergie diluée il faut pour chaque éolienne une surface au sol de l'ordre de 0,7 ha/MW ce qui va poser un problème d'encombrement et de nuisances (plus de 10.000 ha) compte tenu de la densité de population dans les régions les plus propices ([voir fiche GAENA N° 31](#)).

Pour l'éolien maritime les appels d'offre actuellement notifiés portent sur une puissance de 3000 MW ce qui correspond à une énergie produite de 10,5 TWh. Vu le temps de développement de ces installations, cette première étape ne devrait pas permettre, dans les 15 ans à venir, d'atteindre les objectifs de 47 TWh/an requis dans projet Watt.

L'objectif, pour le photovoltaïque de 58 TWh/an, nécessite 48.500 MWc de puissance installée soit une surface d'implantation de 48.500 km² de capteurs (valeur moyenne retenue pour l'estimation 1.200 kWh/kWc ; il y a un rapport 2 entre la production dans le nord de la France 875 kWh/kWc et le sud > 1.500 kWh/kWc). La surface d'implantation de la production photovoltaïque sera donc essentiellement concentrée dans le sud de la France et en Corse. Le problème majeur est que la production est réduite à zéro la nuit et nécessite donc une énergie d'appoint pour subvenir aux besoins qui actuellement dans nos sociétés sont de plus en plus permanents ([voir fiche GAENA N° 28](#)).

La bioénergie recouvre l'ensemble des énergies issues de la biomasse. Elle ne sera considérée comme une énergie renouvelable que si elle se régénère dans les mêmes proportions qu'elle est exploitée ce qui nécessite une gestion très stricte des ressources. Dans la bioénergie on trouve :

¹ Ces prévisions sont légèrement inférieures aux prévisions de la fiche argumentaire GAENA N°4 suite à un réajustement du point initial du modèle de projection.

- 1) Le bois-énergie qui n'est pas forcément une énergie propre si elle est utilisée directement à cause des microparticules dégagées ainsi que du NO_x et du CO₂.
- 2) Le biogaz qui résulte de la transformation des produits organiques principalement en méthane. Ce gaz a un très fort pouvoir réchauffant impactant sur le climat (23 fois supérieur à celui du CO₂) mais brûlé il peut produire de la chaleur ou de l'électricité en redonnant du CO₂ heureusement dans des proportions moindres que le charbon ou le pétrole (pétrole 750 g de CO₂/kWh, méthane 418 g CO₂/kWh).
- 3) Les biocarburants qui se décomposent en trois filières :
 - biocarburants de première génération, agrocultures (alcool, huile), qui ont un rendement quasiment négatif et qui devront être abandonnés à plus ou moins court terme car ils exploitent des espaces agricoles et des plantes vivrières à une époque où l'on commence à se poser le problème de la nourriture de 10 Md de terriens en 2050),
 - biocarburants de deuxième génération qui consiste à exploiter l'éthanol cellulosique des plantes (partie non comestible des plantes),
 - les biocarburants de troisième génération, algocultures, fabriqués à partir de micro algues qui se développent dans un milieu concentré en CO₂ ce qui présente beaucoup d'intérêt.

Les filières deux et trois sont prometteuses mais les phases industrielles ne sont pas acquises pour un développement de masse ([voir fiche GAENA N° 40](#)).

L'énergie marine se décline suivant différentes formes :

- l'énergie houlomotrice qui est l'énergie fournie par les vagues,
- l'énergie marémotrice qui exploite la différence de niveau de la mer dans les estuaires (usine de la Rance en France),
- l'énergie hydrolienne dans les courants marins, techniquement difficile à mettre en œuvre, ou sur les fleuves,
- l'énergie thermique qui exploite la différence de température entre la surface et les eaux profondes.

La plupart des projets sont encore en phase d'étude ou au stade expérimental. En France la seule unité de production est l'usine de la Rance qui produit 0,5 TWh/an pour un coût important de 100 € le MWh et un impact écologique non négligeable (modification de l'écosystème). Les études de l'ADEME prévoient une production comprise entre 1,2 et 2,7 TWh en 2030, ce qui est loin des objectifs du projet Watt qui demande 8,7 TWh ([voir fiche GAENA N° 44](#)).

- 4) La production hydroélectrique actuellement est de l'ordre de 60 TWh/an, mais fortement dépendante de la pluviométrie (63,5 TWh en 2016 pour seulement 53,6 TWh en 2017). De plus la capacité d'extension est très limitée car les principaux sites sont exploités et la construction de nouveaux barrages est impossible au nom de considérations écologistes. La seule possibilité est la multiplication des centrales au fil de l'eau (hydroliennes fluviales, petits ouvrages de dérivation, petits barrages servant à dériver le débit disponible de la rivière vers la centrale, éventuellement un petit réservoir lorsque le débit de la rivière est trop faible). Mais tout ceci à condition de ne pas perturber la biodiversité et en particulier la migration des poissons. Les performances resteront de toute façon modestes.

Le développement des STEP (Station de Transfert d'Énergie par Pompage) consiste à transvaser de l'eau d'un bassin inférieur à un bassin supérieur lorsqu'il y a un surplus d'électricité cette énergie en stock étant récupérée lors du besoin. Le rendement est de l'ordre de 70 %. En France 6 STEP sont opérationnelles. Mais dans l'avenir le développement de ce type de technique va se heurter aux mêmes problèmes que la construction des barrages car ceci nécessite la création de deux réserves d'eau importantes. Aucune STEP marine n'est actuellement envisagée.

Au stade actuel, avec le réchauffement climatique, il semble difficile de faire des prévisions sur le développement de l'hydroélectricité alors que la gestion de l'eau risque de devenir problématique dans les années à venir. À l'heure actuelle on utilise déjà l'eau des barrages hydroélectriques pour faire de l'irrigation.

2.3. ÉQUILIBRAGE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE. IMPORT/EXPORT

Pour couvrir le besoin de 441,9 TWh prévu par le scénario Watt, on disposera de 314,8 TWh de renouvelable 78,8 TWh de thermique et un reste de 48,2 TWh de nucléaire. L'équilibrage du réseau sera assuré essentiellement par l'importation massive d'électricité dans la période hivernale.

• Analyse du GAÉNA

Actuellement la France est exportatrice de 50 à 60 TWh/an. En 2035, avec l'arrêt du nucléaire, elle devrait rester exportatrice de 18 TWh/an mais elle sera fortement importatrice en hiver lorsque l'électricité est chère et exportatrice en été lorsque l'électricité est bon marché. Donc globalement cela pèsera sur la balance commerciale. De plus, la part importante du renouvelable non pilotable représente 50 % du besoin d'où le risque de déstabiliser le réseau électrique ([voir fiche GAENA N° 57](#)).

Dans la mesure où l'on ne sait pas stocker massivement l'électricité ([voir fiche GAENA N° 26](#)) il faudra faire appel aux énergies fossiles pour équilibrer le réseau. Il est alors évident que plus on fera appel aux énergies renouvelables éolien et photovoltaïque et plus on produira de CO₂. La production de CO₂ relative à la production électrique était de 22 Mt en 2016. Avec la fermeture en 2035 des centrales nucléaires, elle passerait, dans le projet Watt, à 70 Mt en 2035.

3. CONCLUSION DE CETTE ANALYSE

Toutes les hypothèses avancées par RTE sont en théorie possibles, mais nécessitent impérativement une évaluation de l'impact économique, technique, environnemental et politique. Sans reprendre les arguments développés dans l'analyse quelques questions se posent car cette évolution porte sur une période relativement courte de 15 ans.

- Comment développer un si grand nombre d'éoliennes avec le consentement de la population ?
- Comment développer la bioénergie alors que les technologies performantes ne sont pas matures ?
- Comment injecter une telle quantité d'énergie non maîtrisable sans un support conséquent d'énergie pilotable (risque de black out) ?
- Comment construire de nouveaux barrages après les événements de Sivens ?
- Que fera-t-on les km² de capteurs solaires et qui paiera le retraitement ?
- Comment s'affranchir du réchauffement climatique si on commence par multiplier par 3 la quantité de CO₂ émise pour la production d'électricité ?
- Comment les autres pays feront-ils pour nous approvisionner en électricité sinon à partir de leur charbon ?

En conclusion on peut affirmer que le scénario Watt va à l'encontre d'un certain nombre des principes chers aux écologistes comme la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la construction de barrages hydroélectriques et ne peut donc pas servir d'alibi à la réduction de la part du nucléaire d'autant plus que le coût d'un tel programme sur une si courte période sera prohibitif comme le laisse entendre le rapport de RTE lui-même.

Pour l'avenir il est donc impératif d'activer la recherche sur des énergies renouvelables plus performantes, de développer les techniques de stockage de l'électricité et de conserver une part importante du nucléaire actuel en attendant les nouvelles technologies qui n'émergeront pas avant la fin du siècle.