

**ASSOCIATION DES RETRAITÉS DU GROUPE CEA**  
**Groupe Argumentaire sur les Energies Nucléaire et Alternatives**

**Analyse de la version révisée de la PPE<sup>1</sup>, de février 2020**

La version révisée de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) portant sur la période 2019-2028 vient d'être publiée. Cette programmation prévoit en ce qui concerne la production électrique, l'arrêt des centrales à charbon, le doublement de la production électrique renouvelable par rapport à 2017 et la limitation à 50 % de la production nucléaire.

En parallèle, afin de réduire l'empreinte carbone, il y aura autant que possible un transfert des usages de l'énergie fossile vers l'électricité avec le développement en particulier des voitures électriques (1,2 millions en 2028), du transport ferroviaire de marchandises, ainsi que l'actualisation des facteurs de conversion en énergie primaire de l'électricité (RT 2012, label E+C-, RE 2020) prenant en compte le chauffage électrique dans les logements neufs.

La réduction du nucléaire affectera les centrales du Blayais, Bugey, Chinon, Cruas, Dampierre, Gravelines et Tricastin avec pour chacune la fermeture d'une paire de réacteurs de 900 MW, soit au total 14 réacteurs sur les 58 actuellement en exploitation. Ces fermetures interviendraient entre 2030 et 2035. Il faut rajouter à cette liste les 2 réacteurs de la centrale de Fessenheim dont l'un a été arrêté la samedi 22 février 2020 et l'autre le sera fin juin de cette même année. Au total 16 unités devront arrêter définitivement leur production.

Le doublement de la production éolienne permettra-t-il de compenser ce manque de production alors que l'on incite les gens à se tourner vers l'électricité pour diminuer l'empreinte carbone et ainsi lutter contre le réchauffement climatique ? La politique de MDE (Maîtrise de la Demande en Energie), déjà largement engagée depuis quelques années, se trouve maintenant confrontée au développement accéléré des outils de communication fortement consommatrices d'énergie.

## 1. ANALYSE DE LA PPE

Pour cette évaluation le GAENA a développé un modèle d'évolution de la production électrique en se basant sur une augmentation de la consommation relativement modeste de 0,6 % par an prenant en compte une société de plus en plus tournée vers la communication et les outils numériques, le transfert des énergies fossiles, le développement d'une politique de MDE, et une certaine augmentation de la population liée essentiellement aux flux migratoires conséquence du réchauffement climatique. Ceci conduirait à un besoin électrique de l'ordre de 515 TWh en 2030 ([voir fiche argumentaire GAENA n° 4](#)).

En appliquant les recommandations de la PPE, la production pourrait se répartir entre le nucléaire (257 TWh soit 50 % du besoin), l'hydraulique (60 TWh valeur considérée comme constante compte tenu du fait que les équipements hydrauliques pourront difficilement augmenter), l'éolien (84 TWh)<sup>2</sup>, le photovoltaïque (52 TWh) le reste étant assuré essentiellement par du gaz naturel<sup>3</sup> (soit 62 TWh) qui produira 25 Mt de CO<sub>2</sub> par an uniquement pour suppléer la production des énergies intermittentes lorsque celles-ci sont indisponibles (absence de vent ou de soleil). Ce chiffre correspond approximativement au niveau d'émission de CO<sub>2</sub> du secteur production électrique sur les cinq dernières années (2015-2019)<sup>4</sup>, c'est à dire que l'introduction massive des EnRi n'aura rien apporté dans la réduction des gaz à effet de serre.

Cette évaluation ne prend pas en compte la réserve d'électricité qui permettrait de s'affranchir des aléas de production, d'utiliser l'électricité en surplus pour produire et baisser le coût des carburants propres pour le transport (hydrogène et gaz de synthèse) et assurerait à la France une réserve sécuritaire d'exportation. Cette réserve était

<sup>1</sup> PPE : Programmation Pluriannuelle de l'Energie portant sur les périodes 2019-2023 – 2024-2028.

<sup>2</sup> Objectif moyen de la PPE:

- éolien terrestre 35 GW facteur de charge 24 %
- éolien maritime 5 GW facteur de charge 34 %
- photovoltaïque 40 GW facteur de charge 15 %

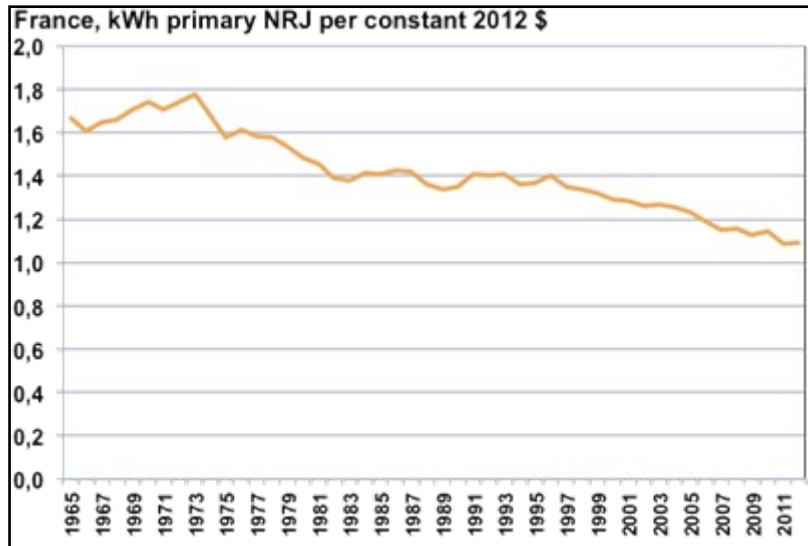
<sup>3</sup> Le gaz naturel est l'énergie fossile la moins polluante. Le facteur d'émission d'une centrale thermique à gaz est de 400 g/kWh.

<sup>4</sup> Consommation d'énergie finale en France de 1990 à 2015 par secteurs et émissions de CO<sub>2</sub> (CGDD avril 2018).

de 60 TWh en 2017. Cette réserve, si elle devait être maintenue pour assurer à la France un matelas d'exportation, devra être produite à partir de gaz fossile, ce qui reviendrait à doubler la production de CO<sub>2</sub>. Les objectifs de la PPE ne vont pas dans le sens de la préservation du climat.

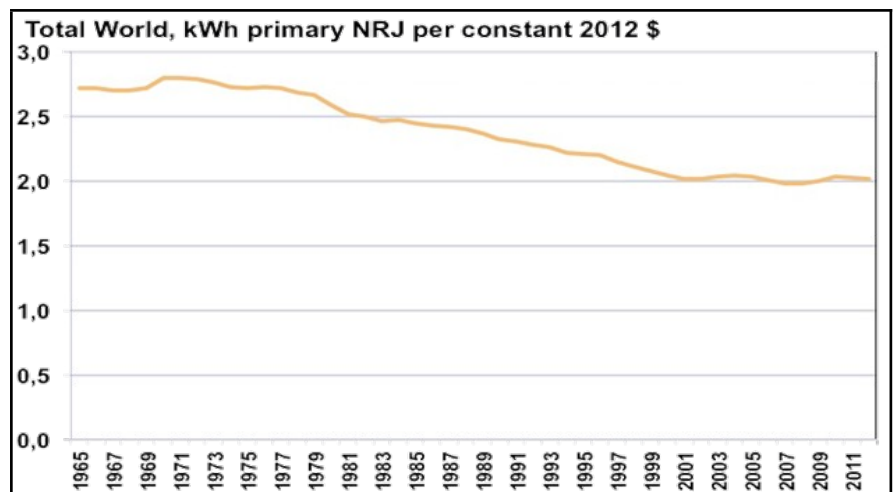
## 2. ÉNERGIE ET PIB

La PPE prévoit pour 2028 une baisse globale de la consommation d'énergie de 14 % par rapport à 2012 et une augmentation du PIB de 1,9. La courbe ci-dessous donne l'évolution de l'efficacité énergétique en France entre 1965 et 2011. L'efficacité énergétique (énergie/PIB) est la quantité d'énergie qu'il faut utiliser pour produire un euro de biens ou services. Depuis 1973 en France il a fallu 35 % d'énergie en moins pour produire la même richesse. Mais cette évolution a tendance à se réduire et se stabiliser si on se réfère à la conjoncture internationale qui montre que l'efficacité énergétique ne s'améliore plus depuis 2001. En 2011 en France le rapport n'est plus que de 1,1. **Les objectifs de la PPE ne sont-ils pas optimistes pour les 10 ans à venir ?**



Les graphiques ci-dessus et ci-contre donnent la quantité d'énergie consommée par dollar constant du PIB en France et dans le monde.

Calcul de J-M. JANCOVICI à partir de BP Statistical Review 2013.



## 3. LA PRODUCTION ÉOLIENNE ([voir fiche argumentaire GAENA n° 31](#))

Pour atteindre les objectifs de la PPE en matière d'énergie renouvelable les capacités éoliennes et photovoltaïques devront être doublées. En ce qui concerne les éoliennes terrestres, les implantations ne peuvent pas se faire n'importe où pour des problèmes de performance<sup>5</sup> et de complémentarité qui permettraient d'avoir une production homogène quel que soit le vent, mais ceci entraînera des problèmes de densité des installations et surtout de réticence des habitants.

Le nombre de mâts terrestres passera de 8.000 à 14.500. L'augmentation de la production actuelle se fera également lors de la rénovation des parcs existants par des machines plus imposantes conduisant à une augmentation de la hauteur des mâts. **Ces objectifs vont sans aucun doute engendrer de longs débats avec**

<sup>5</sup> En France le facteur de charge des éoliennes est de 23 % alors qu'en Allemagne, qui a multiplié les installations utilisant des zones moins bien adaptée, le facteur de charge n'est que de 16%.

***la population qui est favorable à ce type d'énergie à condition que ce soit chez le voisin.***

L'éolien offshore (5 GW en 2028) ne pose pas les problèmes dans les mêmes termes. Ici se sont les zones de pêche qui sont concernées avec toutes les liaisons sous-marines mais surtout les coûts d'investissement, exploitation et maintenance qui sont d'une autre nature.

**4. LA PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE ([voir fiche argumentaire GAENA n° 28](#))**

La PPE prévoit de doubler la puissance photovoltaïque (35 à 44 GW en 2028). L'augmentation de la production solaire se fera essentiellement au sol et sans doute dans la moitié sud de la France pour des problèmes de rendement (facteur de charge moyen 15 %). La surface couverte par les capteurs serait alors de plus de 400 km<sup>2</sup> soit 40.000 terrains de football. Même si les implantations sont prévues sur des endroits actuellement non utilisés (friches industrielles, terrains militaires...) la question de l'utilisation de ces terrains se posera de toute façon.

Mais le problème essentiel vient du fait que le réchauffement climatique est un problème international et que, ***si chez nous on peut produire une énergie très propre c'est que la pollution aura eu lieu ailleurs.*** La fabrication des capteurs est très énergivore<sup>6</sup> et émet 100 g de CO<sub>2</sub> par kW produit, soit 17 fois plus que le nucléaire. En Chine certains sites de fabrication ont été fermés pour des raisons de pollution. ***C'est une façon de délocaliser la pollution et la production de gaz à effet de serre.*** Il est également important de prévoir dès maintenant le recyclage de ces km<sup>2</sup> de capteurs solaires dont la durée de vie n'excèdera pas 20 à 25 ans dans la technologie actuelle.

**5. STOCKAGE DE L'ÉLECTRICITÉ**

La PPE précise que « l'électricité est un levier de décarbonation de nombreux usages », ce qui devrait conduire à un plus grand besoin d'électricité. Or le déploiement des énergies renouvelables intermittentes nécessite un apport d'au moins 75 % d'énergies complémentaires. Ces énergies intermittentes ne trouveront énergétiquement leur pleine justification que si en parallèle se développe le stockage de l'électricité lors des phases de surproduction. Avec la réduction de la production nucléaire, c'est le gaz fossile qui apportera l'énergie complémentaire ce qui ira à l'encontre de la réduction des gaz à effet de serre recherchée.

Le stockage à très grande échelle n'a pas actuellement de solution physiquement ni économiquement viables, par contre les moyens de stockage à petite et moyenne échelle sont opérationnels ([voir fiche argumentaire GAENA n° 26](#)). Il est donc important de pouvoir associer à tous les niveaux de la production et de la consommation des dispositifs, même modestes, de récupération ou de stockage de l'énergie (hydrogène, méthanation, batteries, super condensateurs, énergie inertielle, chaleur, reprise des projets de STEP jugés jusqu'à ce jour comme non rentable...). La voie qui semble actuellement la plus intéressante et la moins contraignante pour l'environnement est la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau ; il est produit aujourd'hui par reformage du méthane producteur de CO<sub>2</sub>. L'hydrogène permettra entre autre de décarboner les transports (utilisation directe, pile à combustible). ***La PPE n'a pas bien pris en compte la dimension de ce problème.***

**6. RÉDUCTION DE LA PART DU NUCLÉAIRE**

La réduction importante de la production nucléaire, énergie complètement décarbonée, par une énergie partiellement carbonée n'est pas cohérente face au réchauffement climatique. Les arguments hostiles au nucléaire sont ici d'une autre nature comme le risque nucléaire, les déchets et la diversification de l'approvisionnement qui n'ont rien à voir avec les objectifs affichés du réchauffement climatique.

L'histoire montre que le risque nucléaire est de toute façon très inférieur au risque de toutes les autres formes d'énergie. Le charbon fait des milliers de morts chaque année et pour l'hydraulique, la rupture des barrages fait également des milliers de morts dans le monde. Rappelons-nous la rupture du barrage de Malpasset en France en 1959 qui a fait près de 500 victimes.

Pour les déchets le stockage dans des couches géologiques stables depuis plusieurs millions d'années est un critère de sécurité incontestable. Le risque lié à l'approvisionnement ne se pose pas puisque la quantité disponible de combustible nucléaire a justifié l'arrêt du projet Astrid qui nous aurait mis à l'abri de toute pénurie.

Le nucléaire constitue une base de production stable et parfaitement maîtrisable ce qui n'est pas le cas des EnRi qui dépendent du climat. Les études EDF montrent que l'insertion d'une trop grande part d'énergie non pilotable risque de déstabiliser le réseau ce qui peut conduire à la limite à un risque de black-out. Il est possible d'accepter de l'ordre de 35 % d'EnRi pour une consommation d'électricité de niveau moyen, mais elle ne doit pas dépasser 25 % en période de faible consommation électrique ([voir fiche argumentaire GAENA n° 57](#)).

<sup>6</sup> *Il faut à un capteur entre 3 et 5 ans de fonctionnement sur une durée de vie de 20 ans pour équilibrer son bilan énergétique soit uniquement 17 ans de fourniture « propre ».*

Si globalement les EnRI ne représentent que 26 % de l'énergie produite, il peut y avoir par moment des dépassements en particulier lorsqu'il y a une forte production éolienne. RTE doit prendre en compte ce problème en agissant sur les différents moyens de production. En conclusion le remplacement du nucléaire par des EnRI ne réduit pas la production de CO<sub>2</sub> et de plus risque engendrer des instabilités dans le réseau de distribution

Notons que le nucléaire français participe activement à la stabilisation du réseau un réacteur pouvant varier de 20 % à 100 % de sa puissance nominale en moins de 30 minutes. Dommage de s'en priver

***On ne voit donc pas ici l'intérêt de la réduction de la part du nucléaire sans un programme concret de réduction de la consommation d'énergie électrique ce qui paraît peu probable.***

## 7. RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

La finalité de la PPE dans son action climat-énergie est de réduire la production de gaz à effet de serre en diminuant l'utilisation des énergies fossiles, ce qui se comprend aisément. Mais on a vu au §1 que la réduction globale d'énergie risque de se traduire par un appauvrissement de la société si on ne compense pas la diminution des énergies fossiles par des énergies renouvelables et principalement l'électricité fournie par les EnRI. Compte tenu de leur faible facteur de charge lié à leur intermittence, ces sources d'énergie vont nécessiter un apport important de gaz importé ce qui ne va pas dans un sens favorable.

Il faut également prendre en compte une augmentation de la population de l'ordre de 0,1 % par an<sup>7</sup>. La consommation d'électricité est actuellement de 4.770 kWh par foyer. Si cette valeur est actuellement stable elle ne peut qu'augmenter avec des transports électriques, le développement des foyers connectés et de tous les outils numériques dont le constat montre que dès maintenant on sera bien au-delà des prévisions.

Nous sommes actuellement à un tournant dans le fonctionnement de notre société. Or l'expérience montre que tout changement de société ne peut se faire et être effectif que sur une génération soit de l'ordre de 25 ans<sup>8</sup>.

***Moins de 10 ans pour un tel changement, sera sans doute un pari difficile à tenir, voire impossible.***

## 8. CONCLUSION - QUE PEUT- ON FAIRE ?

On fait souvent référence à la politique allemande en matière de développement des énergies intermittentes. Mais le problème n'est pas le même car l'essentiel de l'électricité allemande est produite par des énergies fossiles et en particulier le charbon gros émetteur de gaz à effet de serre. Le moindre kWh éolien ou photovoltaïque produit va alors dans le bon sens. Ce n'est pas le cas pour la France dont l'énergie est déjà largement décarbonée.

En France, malgré un développement important des EnRI le facteur carbone en 2030 sera encore de 48 g/kWh avec les objectifs PPE. Il était de 53 g/kWh en 2017 d'où une baisse relativement faible de la production de CO<sub>2</sub> malgré la fermeture des unités de production à partir du charbon et du pétrole (effet de la compensation des EnRI par des centrales au gaz).

Le problème majeur est le réchauffement climatique lié à la production de gaz à effet de serre. Il est donc dommage de se précipiter pour remplacer, même partiellement, une énergie complètement décarbonée par une énergie moins performante nécessitant actuellement un complément carboné. ***Le programme actuel de la PPE est construit essentiellement sur la production d'énergie à l'aide des EnRI pour compenser la réduction du nucléaire et compte sur la diminution de la consommation pour réduire les gaz à effet de serre. C'est, à notre avis, une erreur d'objectif et de stratégie.***

Une solution sage aurait été de conserver une base importante de nucléaire, de l'ordre de 70 % par exemple, pour assurer l'essentiel de la production. Le plan EnRI prévu dans la PPE, développé progressivement et bien aménagé pourrait alors conduire à une surproduction de l'ordre de 41 TWh en 2030, permettant entre autres de développer la filière hydrogène et conduire à de nouveaux carburants pour décarboner d'autres secteurs comme le transport.

Dans le cadre de cette PPE le problème du stockage aurait dû être envisagé avec plus de force. Ce problème est difficile, mais pour lequel il existe des solutions<sup>9</sup> à petite échelle qu'il faut généraliser pour faire un effet de masse.

***Pas de nouvelle implantation d'EnRI sans la création d'une unité de stockage.***

<sup>7</sup> La population était de 65.779 Mhab en 2013, de 67.819 Mhab en 2020 et devrait être de 70.281 Mhab en 2030, soit une augmentation globale de 3,6 % entre 2020 et 2030.

<sup>8</sup> Rappelons que la baisse de consommation électrique entre 2010 et 2016 était due essentiellement à la crise et à la désindustrialisation qu'a subie la France pendant cette période. Actuellement elle est assez stable autour de 480TWh.

<sup>9</sup> De nombreux projets de stockage sont actuellement en cours. Ils devraient être matures en 2030. Par exemple projet de conteneurs de 100 MW mené conjointement par SAFT (France), Panasonic (Japon), LG (Corée du sud) et Byd (Chine). Ces conteneurs, de dimension relativement modeste, assemblés permettront de stocker jusqu' à 1 GW. 80 % de la production photovoltaïque de Californie devrait en être équipé en 2030.