

L'objectif de 40 % d'énergie renouvelable en 2030 prévu par le Plan Stratégique pour l'Energie et le Climat¹ est-il atteignable ?
Analyse, propositions

1. INTRODUCTION

Les **énergies renouvelables** (EnR) sont des énergies dont le renouvellement naturel est assez rapide pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle du temps humain. Elles proviennent de phénomènes naturels cycliques ou constants (vent, rayonnement solaire, chaleur de la terre, chutes d'eau, marées, croissance des végétaux). Mais tous ces éléments n'ont pas le même impact sur la production globale d'énergie.

On ne retiendra dans cette analyse que les éléments ayant un rôle majeur dans le bilan énergétique français. En 2017, l'hydraulique couvrait 52 % des énergies renouvelables, l'éolien 28 %, le solaire 16 % et la bioénergie 4 %.

L'hydraulique et l'éolien fournissent essentiellement de l'électricité tandis que le solaire fournit de l'électricité et du chauffage. Pour la bioénergie, l'énergie produite se répartit entre électricité, chauffage et carburant. Globalement les énergies renouvelables se retrouvent à plus de 96 % sous forme d'électricité ce qui signifie que pour être significatifs les efforts doivent porter essentiellement sur la production électrique.

2. OBJECTIF 40 % RENOUELABLE EN 2030

Remarque : Les chiffres avancés dans cette analyse ne sont que des ordres de grandeur qui permettent de dimensionner les objectifs à atteindre et à évaluer les tendances.

Pour simplifier, on considèrera dans cette première analyse que l'objectif de 40 % de renouvelable porte essentiellement sur l'électricité. Aujourd'hui les capacités hydrauliques ont quasiment toutes été exploitées mis à part quelques aménagements éventuels de rivières qui posent des problèmes avec l'écologie (modification des écosystèmes). La bioénergie nécessite une gestion rigoureuse des ressources et conservera sans doute une part assez faible en attendant la mise au point des carburants de deuxième et de troisième génération (algocarburant) L'éolien et le solaire sont les sources qui présentent le plus de possibilités. Mais ce sont des énergies intermittentes qui ne produisent pas forcément quand on en a besoin.

3. DE COMBIEN D'ÉLECTRICITÉ AURA-T-ON BESOIN EN 2030 ?

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 TWh². 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...).

Les directives du Grenelle de l'environnement étaient de 50 % de nucléaire. Les nouvelles directives De Rugy spécifient 40 % d'énergie renouvelable. Si on élimine complètement les énergies fossiles dans la production d'électricité, la part du nucléaire sera de 60 % et les énergies renouvelables devront fournir 206,8 TWh. Avec une part de l'hydraulique de 60 TWh les énergies renouvelables intermittentes (EnRi) devront apporter 146 TWh (voir [fiche argumentaire GAENA N° 4 « Quel besoin électrique pour demain ? »](#)).

¹ Ce plan stratégique est décliné selon deux axes :

⇒ La **Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)** qui décrit la feuille de route de la France pour conduire la politique d'atténuation du changement climatique.

⇒ La **Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)** qui fixe les priorités d'actions des pouvoirs publics dans le domaine de l'énergie.

² 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.

4. COMMENT SATISFAIRE CE BESOIN ?

Le facteur de charge pour les éoliennes terrestres est de 23 %, de 40 % pour les éoliennes maritimes et le rendement pour le solaire est inférieur à 15 %. Pour faire un premier dimensionnement on considèrera que le rendement global de toutes les énergies renouvelables intermittentes est de 25 % en intégrant des progrès dans les performances des matériels et la prise en compte de futurs parcs d'éoliennes maritimes d'ici 2030.

Ceci conduit à environ 36 TWh de renouvelable intermittent et 110 TWh d'énergie complémentaire qui devra également être réalisée par des énergies renouvelables.

Ce déficit peut être comblé par les EnRi elles-mêmes, à la condition de pouvoir stocker l'électricité lorsqu'elle est en surproduction. Les zones d'efficacité de ces énergies sont relativement regroupées dans les zones propices et subissent donc simultanément les mêmes phénomènes (plus de 60 % des éoliennes sont regroupées dans les zones ventées de Grand Est, Haut de France et Occitanie, tandis que les capteurs solaires sont dans le Sud et l'Aquitaine. À ceci se rajoute le cycle naturel jour/nuit. Le stockage permet donc de produire une plus grande quantité d'électricité qui sera restituée à la demande.

5. CONTRAINTES LIÉES À L'INJECTION DES EnRi DANS LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE

L'introduction d'électricité intermittente présente des limites physiques, liées à la nécessité d'équilibrer en permanence le réseau. Cette question, très complexe, a été étudiée en détail par EDF, avec prise en compte de l'équilibre instantané du réseau français et du réseau européen. Cette étude confirme que l'introduction de fortes capacités de sources intermittentes **ne peut aller au de là de 40 % de la production annuelle sans risquer de fragiliser le réseau** (Risque de Black out) et à condition de respecter des taux instantanés d'électricité intermittente variant de 25 % pour des demandes faibles, à 35 % pour des demandes moyennes et à 70 % lors des pics de consommation (voir [fiche argumentaire GAENA N° 57 « Equilibre du réseau électrique »](#)).

Dans le cas présent ce seuil ne devrait pas être atteint. Les 146 TWh injectés dans le réseau, pour le besoin instantané et le stockage du surplus, ne couvriront que 28 % des 517 TWh nécessaire dans les années 2030.

Il est toutefois nécessaire de revoir complètement la gestion des EnRi car ces énergies sont principalement injectées dans les réseaux moyenne et basse tension et non dans le réseau haute tension qui permet une meilleure répartition du courant. La multiplication de ces énergies ne peut donc se concevoir sans une réorganisation de la distribution du courant et le développement en parallèle du stockage de l'énergie en surplus qui sera restituée lors du besoin en remplacement des énergies fossiles actuellement utilisées (voir [fiche argumentaire GAENA N° 26 « Stockage de l'énergie électrique »](#)).

Les principales méthodes de stockage sont :

- sous forme d'énergie chimique, (Stockage électrochimique, Hydrogène)
- ou sous forme d'énergie mécanique STEP (Station de Transfert d'Énergie par Pompage)

Actuellement le stockage à petite et moyenne échelle pour des durées courtes est opérationnel (batteries), le stockage à moyenne et grande échelle pour des durées courtes ou moyennes est aussi opérationnel (STEP) mais reste à les développer, et le stockage à très grande échelle n'a actuellement aucune solution.

Il existe également la méthanation qui consiste, à l'aide de l'électricité à recycler le CO₂ en CH₄. Ceci permettra de créer un autre carburant mais ne contribuera pas à la réduction du CO₂.

6. QUELQUES RÉFLEXIONS EN GUISE DE CONCLUSION

Même si théoriquement ceci semble possible, il sera difficile, à court et moyen termes, de compter sur les énergies intermittentes pour compléter, à elles seules, les énergies pilotables nucléaire et hydraulique. La puissance actuelle des EnRi est de 21,3 GW installé (solaire 8,6 GW — éolien 15,2 GW).

La fourniture nécessaire en EnRi en 2030 sera de 146 TWh ce qui correspond à une puissance installée de 68 GW³ en prenant toujours l'hypothèse d'un taux de charge moyen de 25 %. Même si un gros effort est réalisé sur les énergies renouvelables autres qu'électrique, le développement des algocarburants par exemple, il semble difficile que d'ici 10 ans on puisse quasiment tripler la capacité des EnRi et surtout **développer le stockage de masse correspondant**. La meilleure solution est de conserver une part conséquente d'énergie nucléaire en attendant de maîtriser le stockage de l'électricité.

³ En prenant pour hypothèse que la plus grande partie des Énergies renouvelables intermittentes sont utilisées à des fins de production d'électricité.