

**Mémo conférence du 10 novembre 2015**  
**L'énergie nucléaire à l'heure de la transition énergétique**  
**Les réacteurs de 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> génération (Michel Dürr)**  
**Les projets d'utilisation de la fusion nucléaire (Joseph Remillieux)**

-----  
 La loi sur la transition énergétique a été votée cet été et le PDG d'EDF vient d'annoncer l'intention d'EDF de construire 30 à 40 nouveaux réacteurs nucléaires dans les prochaines décennies.  
 Faisons le point.

**Situation de la France en 2014      Electricité**

2014	Total	Nucléaire	Thermique classique	Total Renouvelables	Hydro électricité	Eoliennes	Solaire	Autres renouvelables
Puissance MW		63 130	23 700		25 400	9 300	5 300	1600
Production TWh	540	416	26 dont 8 charbon 3 fuel 15 gaz	98	68	17	6	7,4
	100%	77%	4,8%	18%	12,6%	3,1%	1,1%	
Pertes TWh	35							
Export-Import 62-27 TWh	65							
Un des Scénarios de production envisagé par RTE pour 2030								
Nouveau mix 2030	516 TWh	49% Proportion respectée	12% Emissions CO2 augmentées	39% Proportion respectée	13%	(37 000MW installés)	(24 000 MW installés)	

**L'énergie primaire en France -2014**

**Production et consommation primaires Mtep**

	Total	Pétrole	Gaz	Charbon	Total Electricité primaire	Nucléaire	Hydraulique Eoliennes photovoltaïque	Renouvelable thermique
Production MTep	139	1,2			122	114	8	16
Consommation Primaire Mtep	257	77	36	9	117			18

**La Consommation d'énergie finale en France - 2014 :**

**Consommation énergétique + consommation non énergétique= 150 + 14 = 164 Mtep**

<b>Total énergie finale énergétique</b>	<b>150</b>
<b>Résidentiel</b>	<b>46</b>
<b>Tertiaire</b>	<b>22</b>
<b>Transports</b>	<b>49</b>
<b>Industrie</b>	<b>29</b>
<b>Agriculture</b>	<b>5</b>

## Les objectifs de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique

- Plafonner la puissance nucléaire à 63 000 MW
- Faire passer à 50% en 2025 la part nucléaire de production d'électricité
- Porter à 32% la part des énergies renouvelables dans l'énergie finale en 2030
- Réduire de 40% les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030
- Diviser par 4 ces émissions d'ici 2050
- Diviser par 2 la consommation d'énergie finale en 2050

### De tels objectifs sont difficiles à tenir, voire contradictoires si l'énergie nucléaire n'a plus une place suffisante dans la production d'électricité.

La production d'énergie par le vent ou le soleil est par nature aléatoire et intermittente. La sécurité d'alimentation en électricité nécessite le recours à des moyens de production susceptibles de pallier l'irrégularité des énergies renouvelables. Faute de possibilités suffisantes de stockage de ces énergies, on est contraint de recourir à des centrales thermiques, productrices de ce CO<sub>2</sub> qu'on veut diminuer ... ou à des centrales nucléaires. Les unités du parc actuel ont entre 20 et 40 ans d'âge. Elles peuvent fonctionner jusqu'à 50 années, 60 peut-être. Il faut penser à commencer à les remplacer dans les 10 à 30 ans qui viennent. EDF prévoit 40 à 60 centrales sites de 3<sup>ème</sup> génération, du type EPR de 1650MW, un peu simplifiées par rapport à L'EPR en construction à Flamanville, et prévue pour 60 années de fonctionnement. Ce n'est pas un problème technique, le financement peut être trouvé. **C'est une question de volonté politique.**

Au-delà, dans la deuxième moitié de ce siècle, le GIF IV (Generation International Forum IV) envisage depuis 2001 des réacteurs dits de 4<sup>ème</sup> génération. Six filières différentes sont à l'étude :

- SFR (Sodium Fast Reactor) : réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium, ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration). Intérêt, convertir en plutonium fissile l'uranium 238 qui constitue 97,3 % de l'uranium naturel. Développé à partir de l'expérience française (Phénix et Superphénix, arrêtés), Russe (BN800 en service, BN1200 en projet), Indienne (Kalpakkam PFBR 500MW en construction). En France, problème d'**acceptabilité** !
- LFR (Lead-cooled Fast Reactor) : réacteur à neutrons rapides refroidi au plomb ou à l'alliage plomb-bismuth. A développer à partir de l'expérience des réacteurs de sous-marins russes.
- GFR (Gas cooled Fast Reactor) : réacteur à neutrons rapides refroidi à l'hélium.
- VHTR (Very High Temperature Reactor) : réacteur à neutrons thermiques refroidi à l'hélium, combustible particules d'uranium et plutonium enrobées de céramique et noyées dans une matrice de graphite [-boulets en Allemagne (Uentrop 300 MW 1983-1988) et en Chine (2 HTR de 100MW en construction)-blocs prismatiques USA (Fort Saint Vrain 330MW 1974-1989 et Japon)]. Intérêt : haute température, possibilité de consommer le plutonium militaire russe, Projet d'utiliser le thorium non fissile par conversion du thorium 232 en uranium 233 fissile, le démarrage du réacteur étant assuré par un combustible au plutonium. AREVA étudie le projet ANTARES de réacteur modulaire.
- SCWR (Super-Critical Water Reactor) : réacteur à eau bouillante supercritique
- MSR (Molten Salt Reactor) : réacteur à sels fondus, mélange de fluorures UF<sub>4</sub>-LiF.

---

## La fusion nucléaire