

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



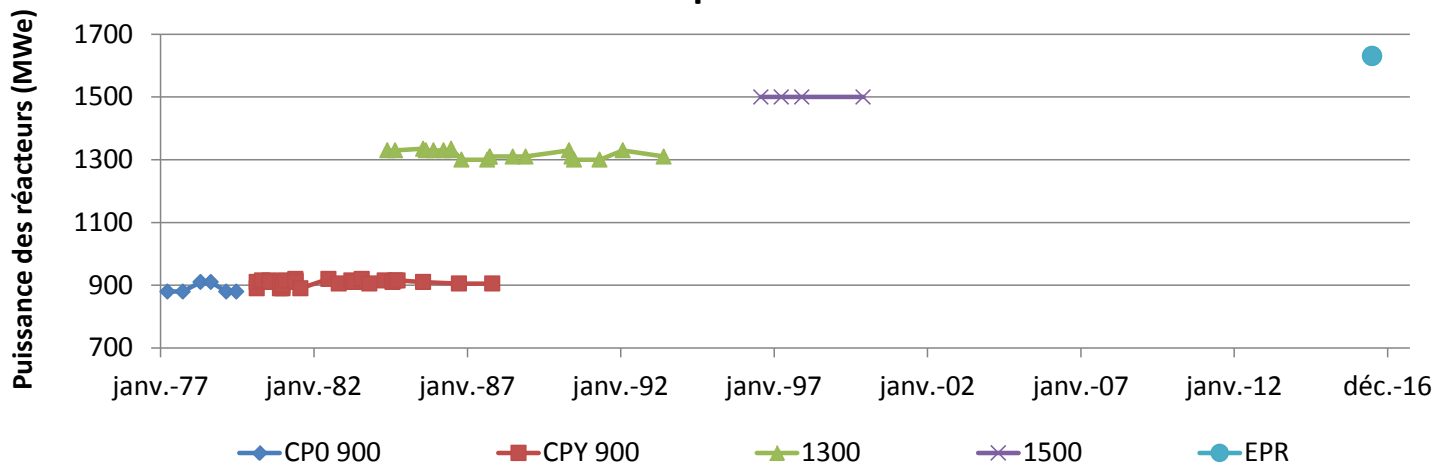
NOUVELLES PROBLÉMATIQUES POUR LE FUTUR RÔLE DU NUCLÉAIRE EN FRANCE

Thierry Duquesnoy
DEN/DANS/I-tésé

5^{ème} Journée I-tésé

04 juin 2013

Paliers de conception et de construction



58 réacteurs
en service,
Age moyen :
28 ans

■ Avancement des visites décennales et réexamens de sûreté :

Visite effectuées	900 MW	1300 MW	1500 MW
VD1	/	3	4
VD2	20	17	
VD3	14*		

* : 4 avis favorables ASN formalisés pour un fonctionnement jusqu'à 40 ans.

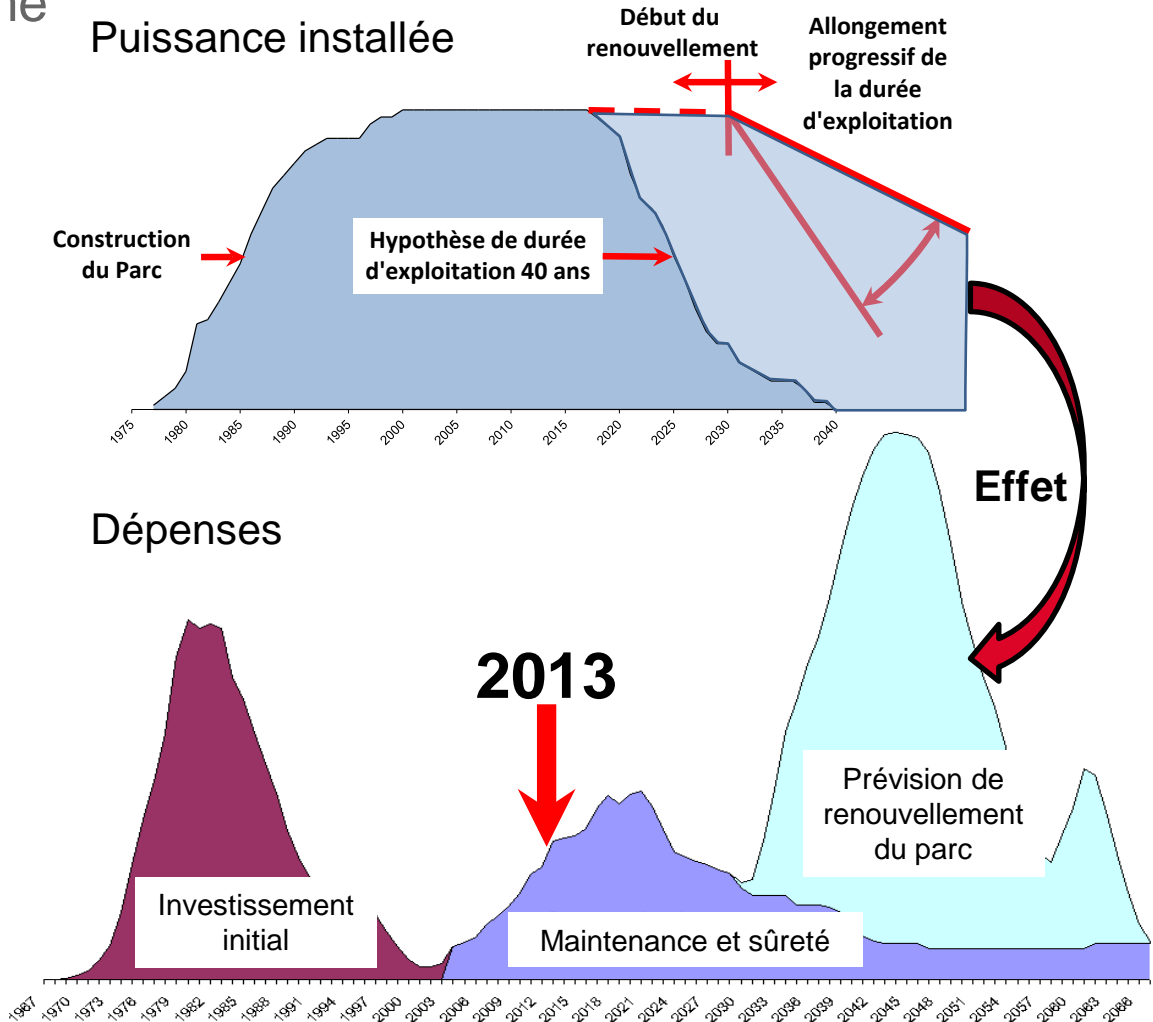
■ Un important programme de jouvence en cours

■ Améliorations :

- Performance de production
- Sûreté

■ Dispositions post-Fukushima

- Mises en œuvre rapidement
- Renforcement de l'intérêt économique d'un allongement de la durée d'exploitation



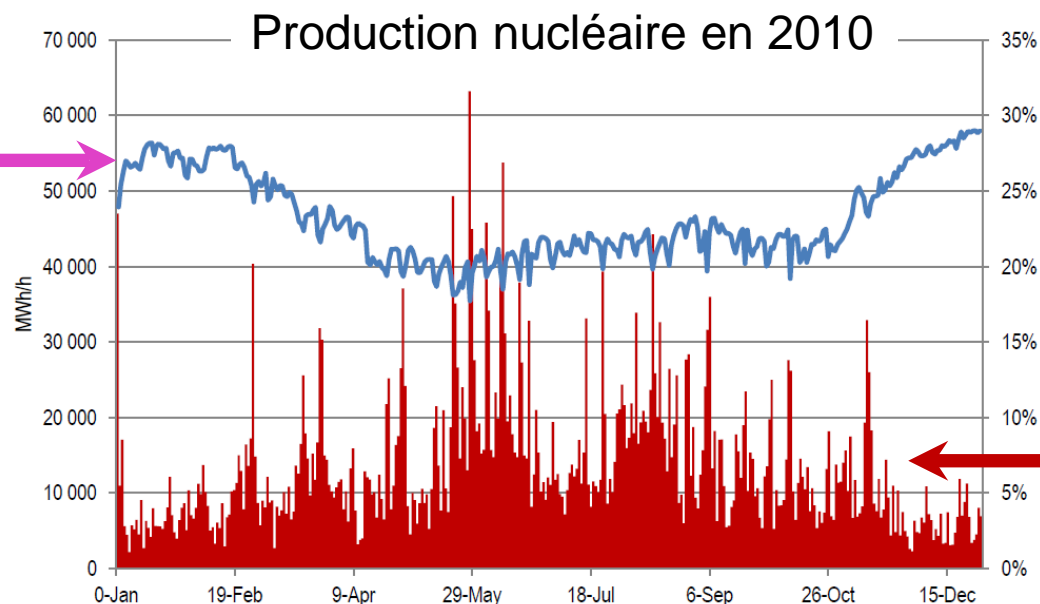
Source EDF

ADAPTATION AU SUIVI DE CHARGE

■ Capacité de variation de puissance des réacteurs :

En % de la Puissance nominale		900 MW	1300 MW	1500 MW
Rampe possible en % par mn	< 80% du cycle	2	5	5
	> 80% du cycle	0,2	2	5
Amplitude de variation		15 à 20 %	Pas de limite si cycle < 85 %	

Production
nucléaire
journalière



Par jour :
Amplitude
Max-Min
rapportée à
la production
moyenne

Source RTE

COÛT DU NUCLÉAIRE ACTUEL 1/2

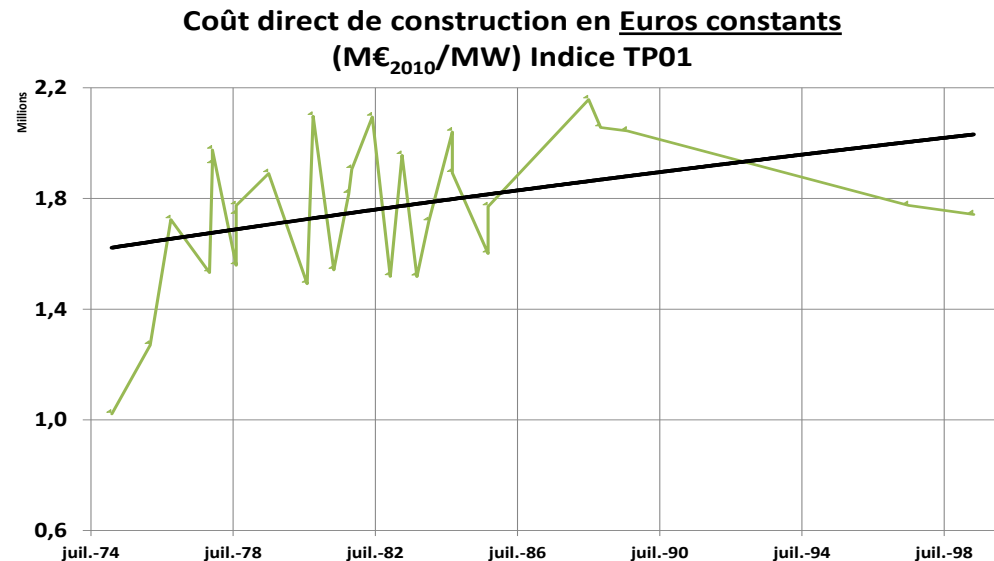
- Depuis 2012, le rapport de la Cour des comptes donne accès à une **information claire sur les coûts du nucléaire actuel**

- I-tésé a montré que l'évolution des coûts d'investissement est restée contenue,

- Les coûts d'exploitation sont connus dans le détail,

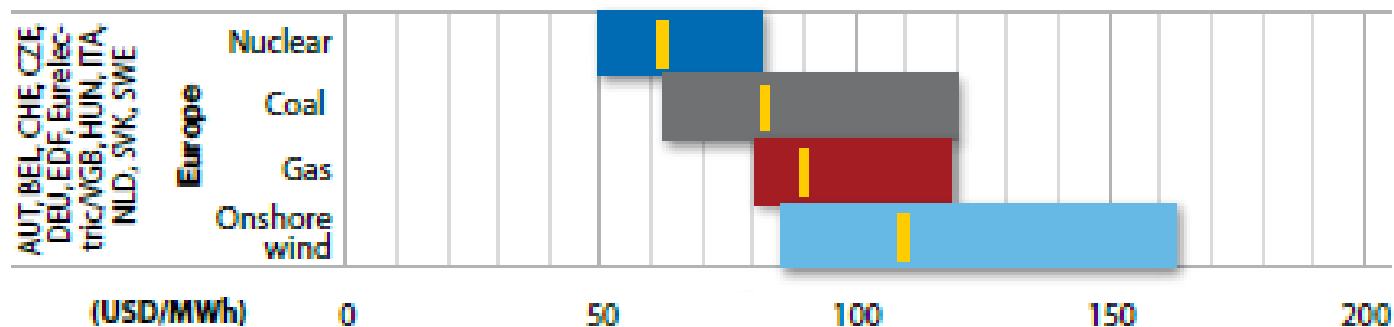
- Les méthodes de calcul du coût de production sont explicitées.

⇒ Le « Coût Courant Economique » reflète la capacité à renouveler les investissements et donne **un coût de production de 49,5 €₂₀₁₀/MWh.**



COÛT DU NUCLÉAIRE ACTUEL 2/2

- Les coûts du nucléaire actuel sont maîtrisés :
 - Le programme de jouvence et post-Fukushima (55 Md€₂₀₁₀) ne fera passer le coût de production que de 49,5 à **54,2 €₂₀₁₀/MWh**.
 - L'étude OCDE/AEN de 2010 donne une place très compétitive au nucléaire en Europe,



- L'étude OCDE/AEN de 2012 (post-Fukushima) confirme l'intérêt de la prolongation de l'exploitation des réacteurs existants, y compris en France où les réinvestissements, 1 Md€/réacteur, sont les plus élevés.
- ⇒ **Le parc actuel est un outil de production très compétitif, sa prolongation présente un grand intérêt économique.**

COÛT DU NUCLÉAIRE FUTUR

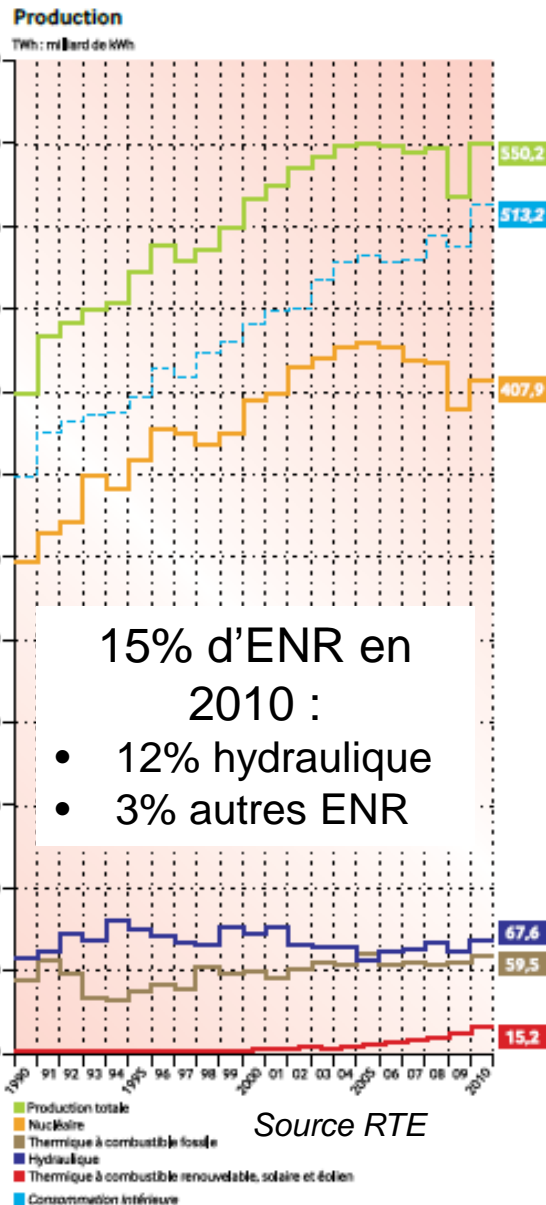
- L'EPR est le modèle de génération III le plus avancé :
 - Europe, OL3 et FLA3 ont des coûts de construction élevés liés aux effets de têtes de série industrielle,
 - Chine, les 2 EPR de Taishan ont des durées de construction inférieures,
 - I-tésé évalue le coût de production (EPR de série) **entre 60 et 75 €/MWh**.

- D'autres types de réacteurs sont envisagés, de taille intermédiaire (ATMEA, AP1000, ...), voire de faible taille avec les SMR.

- ⇒ **Estimations actuelles : le nucléaire futur devrait rester compétitif en Europe et en Asie par rapport au gaz et au charbon**

- Le développement des RNR de génération IV :
 - Lié aux ressources en uranium et à la gestion du combustible,
 - Évaluations économiques préliminaires (rapport CEA de 2012).

UN NOUVEAU DÉFI POUR LE NUCLÉAIRE



- Développement des ENR intermittentes (éolien et solaire) dans le parc électrique.
- L'objectif de 23% d'ENR en 2020 pour la France (paquet énergie/climat), soit 27% d'ENR dans l'électricité, est atteignable :
 - suivant la croissance de la demande,
 - sans effet notable sur les moyens de production existants.
- Les énergies intermittentes induisent des coûts de système importants :
 - Réserves en capacités de production supérieures,
 - Augmentation des coûts d'équilibrage entre la production et la consommation,
 - Renforcement des réseaux de distribution,
 - Adaptation du parc en dynamique.

- L'OCDE/AEN a piloté, en 2012, une étude sur les effets de l'intermittence sur le système électrique (Rapport « Nuclear energy and Renewables : System effects in low carbon electricity systems »).
- **Pour la France**, les estimations sont :

Surcoût système (€/MWh) pour une part de 10%	Nucléaire	Éolien		Solaire
		terrestre	offshore	
Capacités de réserve	0,0	6,0	6,4	14,7
Suivi de charge	0,2	1,4	1,4	1,4
Effets sur le réseau	1,3	7,7	15,4	16,1
Total des impacts techniques	1,5	15,1	22,8	31,9

- Un objectif est de réduire ces coûts :
 - ⇒ **Les capacités nucléaires peuvent y contribuer,**
 - Certes au prix d'une baisse du facteur de charge mais sur des installations déjà bien amorties.

COÛT DE LA DYNAMIQUE DES DÉCISIONS

- L'adaptation du parc en dynamique conduit à un impact économique par arrêt anticipé d'unités de production.
 - Des estimations ont été réalisées par :
 - Le Centre d'Analyse Stratégique dans son rapport « énergies 2050 »,
 - L'I-tésé dans le cadre d'études internes,
 - D'autres organismes et agences de notation (publications dans la presse).
 - Les méthodes d'estimation :
 - Sont basées soit sur la valeur de l'électricité qui aurait été produite soit sur le surcoût du moyen de substitution,
 - Tiennent compte d'un taux d'actualisation mais n'intègrent pas d'effets de prix du CO₂.
- ⇒ **Le coût d'un arrêt « prématuré » serait de 1 à 3 Md€ par GW.**

■ Des questions reviennent sur le devant de la scène :

- Le coût de production du nucléaire existant,
- L'économie de la durée d'exploitation des réacteurs,
- Les effets de la dynamique du parc.

■ De nouvelles problématiques apparaissent :

- La notion d'unités de réserve en cas d'arrêts de tranche non prévus,
- La prise en compte des coûts du système électrique n'est qu'ébauchée,
- Les synergies avec les ENR doivent être approfondies,
- Le développement de nouvelles technologies (cogénération de chaleur, stockage d'énergie sous forme de vecteurs diversifiés, ...).

⇒ **Le nucléaire constitue un socle qui contribuera aux innovations et au développement de l'offre électrique (dont EnR) dans les prochaines décennies et à long terme avec génération IV.**

⇒ **I-tésé met en place les outils pour traiter ces questions**