

Bibliothèque polonaise de Paris
Carrefour des Acteurs Sociaux
15 septembre 2022

L'offre énergétique en 2022 et au-delà
Cas des industries nucléaires occidentales
Lionel Taccoen

Un Rapport du Département de l'Énergie Etats Unis (avril 2020)

- « Les Etats Unis ont été dépassés et remplacés comme leader mondial de l'énergie nucléaire par des entreprises étatiques chinoises et russes ». Texte courageux et lucide.
- D'où un Plan dont le but est:« Reconstituer notre avantage compétitif dans l'énergie nucléaire. Une stratégie pour la sécurité des Etats Unis »
- D'autres industries nucléaires occidentales ont été dépassés également, dont la française.
- Nous allons décrire la situation en la précisant par une étude comparée des coûts et délais de construction des réacteurs.

Les industries nucléaires en présence

Rapport OCDE (Projected Costs of generating electricity-2020)

- Les industries considérées relèvent d'un Etat favorable à l'atome et comportent au moins un architecte assembleur, un fabricant de réacteur et un ensemble suffisant de sous-traitants (supply chain). Sont prises en compte celles qui proposent un réacteur de troisième génération disposant d'un marché. Parmi elles se trouvent probablement les seules industries nationales capables de construire des réacteurs des générations suivantes. Ces dernières pourront être moins nombreuses que celles qui répondent aujourd'hui à ce critère.
- Il est possible que, dans une génération, il ne reste plus, comme dans l'aéronautique que peu d'industries nationales nucléaires et qu'il devienne fort difficile d'en créer une.

Les industries nucléaires nationales en présence

- Ce sont donc celles qui proposent au moins un réacteur de troisième génération, qui ont trouvé un marché, et dont les gouvernements montrent une volonté politique de développer le nucléaire. Ce sont:
 - La Russie (VVER 1200)
 - La Chine (HPR1000-Hualong One par exemple)
 - Les Etats Unis (AP1000)
 - La France (EPR)
 - La Corée du Sud (APR 1400)-Attention: risque politique.
 - Au Japon? Situation complexe. Projets Royaume Uni et Turquie terminés. ABWR et Atmea 1? Relance annoncée

Comparaisons des coûts de construction(I)

- Etats Unis et France: coûts AP 1000 et EPR (OCDE)
- Données sur les coûts de construction pour une puissance nominale donnée des têtes de série en US dollars/kWe
- AP1000 aux Etats Unis (Vogtle 3 et 4): 8600\$/kWe
- EPR en France (Flamanville 3): 8620\$/kWe
- AP1000 en Chine(Sanmen 1 et 2) 3154\$/kWe, EPR en Chine (Taishan 1 et 2), 3222\$/kWe

Coûts très proches en Occident et en Chine. Le temps de construction en Chine est identique pour les deux (9 ans). En France, problème d'architecte assembleur (16 ans de construction Flamanville).

Coûts de construction comparés (II)

- APR 1400(Corée du Sud, Shin Kori 3 et 4): 2410\$/kWe. (OCDE)
- VVER 1200 (Russie, Novovoronesh II, 1&2): 2244\$/kWe (source russe cité par OCDE).
- HPR 1000, Hualong One(Chine,Fuqing 5 et 6): 2600\$/kWe. Devrait tomber à 1990\$/kWe pour Hualong Two) (Nuclear Engineering International-15/4/2022).
- Fossé entre coûts observés pour les réacteurs occidentaux construits en Occident et les autres. De 1 à 2,7 entre les réacteurs occidentaux construits en Occident et en Chine. De 1 à 3,4 entre réacteurs occidentaux en Occident et les autres.
- Chine: durée de construction, six ans courant.

A la recherche d'explications: la sûreté (I)

- Niveau de sûreté: APR 1400 , Corée du Sud. Niveau occidental. A été préféré à l'EPR à Abou Dhabi.
- Niveau de sûreté: VVER 1200 russe (Projet Hanhikivi en Finlande) . L'Autorité de Sûreté finlandaise avait des objections, mais en mars 2020, l'entreprise finlandaise se montrait optimiste: « notre centrale Hanhikivi soutiendra un très haut niveau de sûreté et sécurité nucléaire ». C'est principalement la guerre d'Ukraine qui a fait annuler le projet.
- Niveau de sûreté: Hualong One-HPR1000(Projet EDF de Bradwell, Royaume Uni). L'Office de Régulation Nucléaire britannique (ONR) indique que le niveau de sûreté satisfait les normes britanniques et donne son autorisation (février 2022). Projet annulé pour des raisons politiques
- Les différences de niveau de sûreté ne peuvent pas expliquer le fossé entre les coûts de construction.

A la recherche d'explications(II)

- Le Rapport OCDE indique que les facteurs locaux seuls ne peuvent expliquer de tels écarts.
- « Les projets[occidentaux] furent lancés après une longue pause des constructions nucléaires qui ont érodé la chaîne d'approvisionnement (supply chain) et les capacités des industries correspondantes. Ceci a été aggravé par une tendance à la désindustrialisation de certains pays de l'OCDE...les capitaux investis n'ont pas servi uniquement à la construction mais ont du également compenser cette perte de compétences ». Egalement fonctionnement des marchés.
- Les coûts et temps de construction des têtes de série (FOAK) occidentaux ne sont plus représentatifs de l'énergie nucléaire

Pays occidentaux: pour retrouver la compétitivité (OCDE)

- Les pays occidentaux doivent consentir les investissements nécessaires pour retrouver leur compétitivité vis-à-vis des Etats qui les ont dépassés.
- La solution est la construction en série et un long temps d'exploitation .
- Les marchés dérégulés tels qu'ils existent actuellement gênent le nucléaire. Ex de NuScale.
- En attendant, éviter les fermetures prématurées des réacteurs également provoquées par le fonctionnement actuel des marchés . Ils constituent aujourd'hui les sources d'électricité pilotables , décarbonées les moins chères.

Nucléaire: l'enjeu(I)

- Les mouvements antinucléaires, fort puissants, ont été une cause importante du recul de l'atome en Occident. Ils ont rendu inaudibles l'UNSCEAR, dont la légitimité sur l'impact de l'atome sur la santé et l'environnement vaut celui du GIEC sur le climat. Les études UNSCEAR montrent un nucléaire bien différent que décrit par ses pourfendeurs. Etudes de James Hansen, un grand nom de la défense de la planète : 1,7 millions de vies humaines sauvées par l'atome civil (Scientific American). Greenpeace, Pékin: aucune action antinucléaire.
- Très faibles émissions de CO2(GIEC). Pour atteindre les objectifs climatiques, le rythme de construction du nucléaire devrait être quadruplé (OCDE). Energie décarbonée.

Le nucléaire: l'enjeu (II)

- Constructions en série et durée de vie longue peuvent conduire à des coûts de production de 30 à 50 \$/MWh (OCDE).
- Energie pilotable , certes moins que les centrales à gaz. Néanmoins forte variation de puissance en une demi-heure.
- La part de l'électricité dans la consommation d'énergie-pour des raisons climatiques et pour de nouvelles applications (internet) devra approcher 50% dans 30 ans.
- Le nucléaire est une énergie fondamentale pour la forte demande d'électricité d'avenir, décarbonée, pilotable, et bon marché .Le leadership ne peut être laissée à Russie et Chine

Quelques faits marquants: Russie

- La Russie exporte son VVER1200 (chantiers au Bangladesh et Turquie, projets ailleurs)...mais:
- « Rosatom ... a réussi à exporter ...mais aujourd'hui la Chine développe ces mêmes technologies pour un coût inférieur » (Gouvernement Russie).
- Chantier titanesque pour la route maritime de l'Arctique . Rôle de Rosatom-Premier SMR.
- Les sanctions occidentales. La Russie a des capacités industrielles limitées. Pb de « supply chain »(Arabelle)

Quelques faits marquants : Chine

- De gigantesques investissements en vue: l'Association Chinoise de l'Energie Nucléaire annonce que le rythme actuel visé de construction , 6 à 8 réacteurs par an. Vers 10/an?
- Industrie puissante capable de fournir nombreux composants
- L'industrie nucléaire locale connaît les autres technologies ayant construit EPR, VVER 1200, AP1000 et Candu.
- Présente dans de nombreuses technologies, y compris SMR, surgénérateurs et réacteurs pour l'espace (1MWe)
- Rôle de Greenpeace. Le bureau de Pékin : aucune objection.
- Un danger d'un duopole Russie Chine pour le nucléaire civil?
- Non: le danger est un monopole chinois!

Etats Unis: le diagnostic

- Libéralisation des marchés et prix du gaz ont pratiquement stoppé les investissements nucléaires.
- Sans redressement, baisse de 17% de la production nucléaire en 2025. 778 TWh en 2021, soit 20% de l'électricité américaine. Pas de nouveau projet après Vogtle 3 et 4.
- Sans un recours important au nucléaire, difficile de mener une politique efficace de décarbonation aux Etats Unis.
- Politiquement, la supériorité de la Russie et de la Chine est inadmissible pour les Etats Unis.
- (Sources : Adm. US et MEPhI –National Research Nuclear University- Nuclear Energy and Technology-Moscou)

Etats Unis : les mesures de redressement (I)

- Lancées par l'administration Trump, elles continuent sous Biden (Cf. « Clean Energy for Biden-2020 - Advanced reactors: pathways to demonstration and commercialization »)
- Un côté politique évident. Il s'agit clairement de rattraper puis dépasser Russes et Chinois et de refaire des Etats Unis le leader mondial du nucléaire.
- Tout d'abord, utiliser au mieux le parc existant, par une régulation évitant les fermetures prématurées , une meilleure maintenance , innovation sur les combustibles . Disponibilité du parc actuel: près de 93% en 2021, France, moins de 70% (AIEA) –MWh à 30\$-(Voir Charles Merlin, IFRI, septembre 2021).

Etats Unis: les mesures de redressement (II)

- Grand intérêt porté aux SMR qui par un important effet de série, devraient abaisser les coûts. Les Etats Unis sont le pays qui portent le plus de projets , 18 sur 71 répertoriés par l'AIEA. Ils portent sur des technologies variées, de 3ème génération et réacteurs avancés. Les SMR permettent de reprendre des technologies négligées.
- Le 29 Juillet 2022, la NRC a annoncé son intention de certifier le SMR vedette américain de NuScale. Intérêt de l'existence de compagnies publiques. Dérégulation à la carte.
- « Inflation Reduction Act » qui comprend des mesures importantes de réduction de taxes et autres incitations favorisant le nucléaire actuel et à venir (16/8/2022).

Etats Unis :les mesures de redressement (III)

- Utilisation de partenariat public-privé pour favoriser la créativité. Beaucoup de start up. Créativité tous azimuths.
- Refonte de la régulation trop faite pour les PWR.
- Politique commerciale agressive visant Russes et Chinois , en Europe de l'Est, en Inde et Indonésie (SMR) en Afrique (SMR en Afrique du Sud). Mais aussi AP1000 (avec Toshiba en Pologne).
- Recherche d'alliances , RU, Canada, Japon (projet AP1000), Corée du Sud (SMR NuScale).
- Il s'agit d'une stratégie puissante ,complète et à long terme.

La France : la réussite (fin XXème Siècle)

- La réussite du programme historique (fin XXème Siècle) a été saluée par la profession mondiale (World Nuclear Association): « le programme français montre clairement qu'une organisation industrielle et la construction en série permettent de garder sous contrôle les délais et coûts de construction ainsi que ceux de maintenance et d'exploitation ».
- A commencé par une décision courageuse: abandon de la filière française. Brevets Westinghouse. Francisation du modèle. Construction en série, stratégie industrielle qui se généralisera dans le monde entier.
- 1982: 8 réacteurs mis en service en un an. Record inégalé.

La France: la perte de compétence

- Phénomène observé dans tout le monde occidental
- Mouvement antinucléaire puissant. L'UNSCEAR boycotté.
- Quinze ans sans chantiers . Les deux architectes ensembliers français (Framatome et EDF Equipement) s'effondrent. En France, grave désindustrialisation (Rexecode).
- Lourde perte de compétence. Largement ignoré malgré certains avertissements (Abou Dhabi , Roussely, NEI-2011)
- Le milieu des énergéticiens lui-même (Rapport Percebois-2012) inconscient de cette perte de compétences. Donc les politiques ignorent la situation (2019, Bruno Lemaire)
- 2020: le choc. Rapport de la Cour des Comptes sur l'EPR.

France: l'annonce à la Nation

- Le flottement (2019-2020). Positif: Rapport Folz : nécessité d'un programme d'investissement nucléaire important à long terme et organisé que par EDF. Négatif: arrêt Fessenheim .
- Puis 10 Février 2022: retournement de la situation . Discours de Belfort du Président de la République. Plan de redressement complet. 14 EPR . SMR. Réacteurs avancés .
- Le Groupe EDF (EDF-Framatome) a un rôle central. Le CEA , en retrait lors du programme historique, revient. Nouveaux acteurs possibles.
- **« La France va reprendre le fil de la grande aventure nucléaire » (Le Président).**

La France: la mise en route

- EDF, le casting, le financement et sa réforme. EDF connaît de graves difficultés financières (EPR, ARENH).
- Importance de la « réforme structurelle du marché européen de l'électricité » considérée par Ursula von der Leyen comme indispensable. La France souhaite que les Français profitent de leur nucléaire. La crise de l'énergie dans l'UE permet des réformes audacieuses, rapides ...et favorables au nucléaire.
- Une condition indispensable: reconstituer la capacité d'architecte industriel.
- Importance de la collaboration franco-britannique.

2022, un nouveau 1974?

- Avant le programme nucléaire historique, l'atome français connut une période bien aussi difficile qu'aujourd'hui. La filière française (graphite-gaz): impasse technique et économique. Abandon de vingt ans de recherche. Le CEA mis au piquet. Recours à une filière américaine...La Compagnie Générale d'Electricité jette l'éponge.
- Le CEA se revigora dans le cycle du combustible, une grosse PMI, Framatome reprit le flambeau . EDF , en mélangeant les vieux briscards de l'hydraulique et des jeunes ingénieurs formés au nucléaire constitua un remarquable architecte ensemblier.
- **De nouveau l'atome français a son avenir devant lui... si des décisions politiques à long terme le lui permettent. Il peut alors renaître et fournir une électricité abondante , bon marché, décarbonée à la France et à l'UE**

Je vous remercie de votre attention