



Comment peut-on croire encore à la rentabilité du nucléaire dans un marché ouvert et concurrentiel ?

L'Association nucléaire mondiale a publié [Nuclear Power Economics and Project Structuring](#) début 2017. Le rapport note que l'économie des nouvelles centrales nucléaires est fortement influencée par leur coût en capital, qui représente au moins 60 % de leur LCOE. Les frais d'intérêt et la période de construction sont des variables importantes pour déterminer le coût global du capital. L'escalade des coûts du capital nucléaire dans certains pays, plus apparente que réelle compte tenu de la rareté de la construction de nouveaux réacteurs dans les pays de l'OCDE et de l'introduction de nouvelles conceptions, a atteint un sommet selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

une évaluation overnight opportune

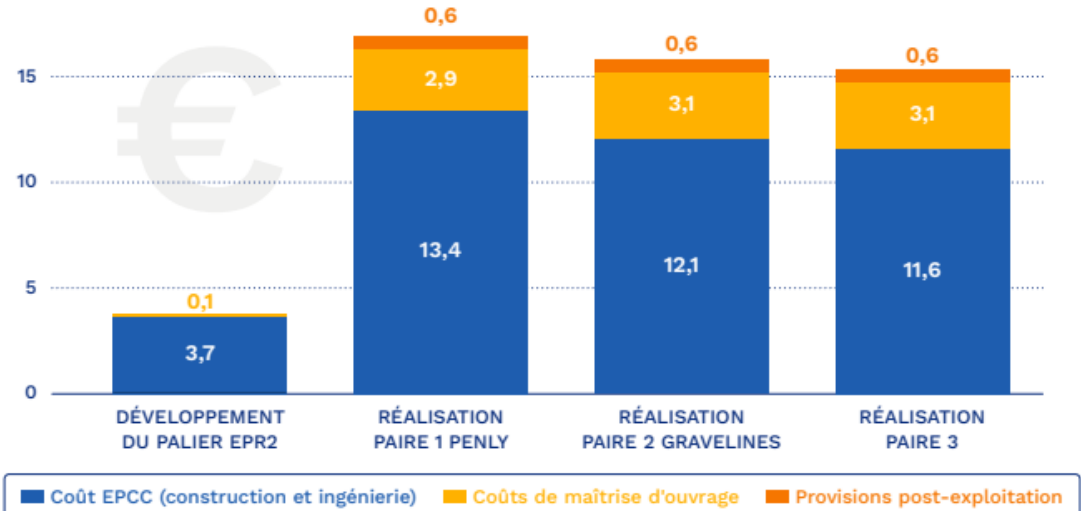
Dans l'estimation EDF de mars 2019, les coûts palier du programme de 3 paires de tranches EPR2 sont estimés par EDF à 2,3 Md€₂₀₁₇, tandis que les coûts overnight (i.e. hors financement) de la première paire de tranches sont estimés à 13,9 Md€₂₀₁₇ :

- Environ 50% des coûts palier de l'estimation EDF de mars 2019 reposent sur des quantités ou volumes de matériel EPR2 (e.g. heures d'ingénierie adossées à un plan de charge) ou à des coûts constatés (dépenses engagées depuis 2014).
- Environ 30% des coûts de construction de la paire #1 de l'estimation EDF de mars 2019 reposent sur des volumes et quantités de matériel propres à l'EPR2 (génie civil, partie du CI-BOP). Près de 60% des estimations sont encore adossées à des extrapolations du constaté sur l'EPR, ce qui n'est pas anormal à ce stade d'avancement du projet, le degré de confort de certaines estimations (chaudière nucléaire par Framatome, salle des machines) étant par ailleurs jugé élevé compte-tenu des ordres de grandeur obtenus et comparaisons disponibles.
- Les hypothèses jugées non suffisamment justifiées concernent à ce stade surtout l'estimation forfaitaire des provisions pour risques (15% des coûts palier, 10-15% des coûts de construction des deux premières tranches), qui seront confortées par une approche probabiliste dans la prochaine version de l'estimation, et l'intégration d'un plan d'économies de Framatome n'ayant pas encore fait l'objet d'une déclinaison précise (description des leviers, impact, séquençement).

Et surtout
très optimiste

RÉPARTITION DU COÛT D'UNE SÉRIE DE 3 PAIRES D'EPR2 STANDARD HORS COÛT DE FINANCEMENT

20 Mds€ (2020)

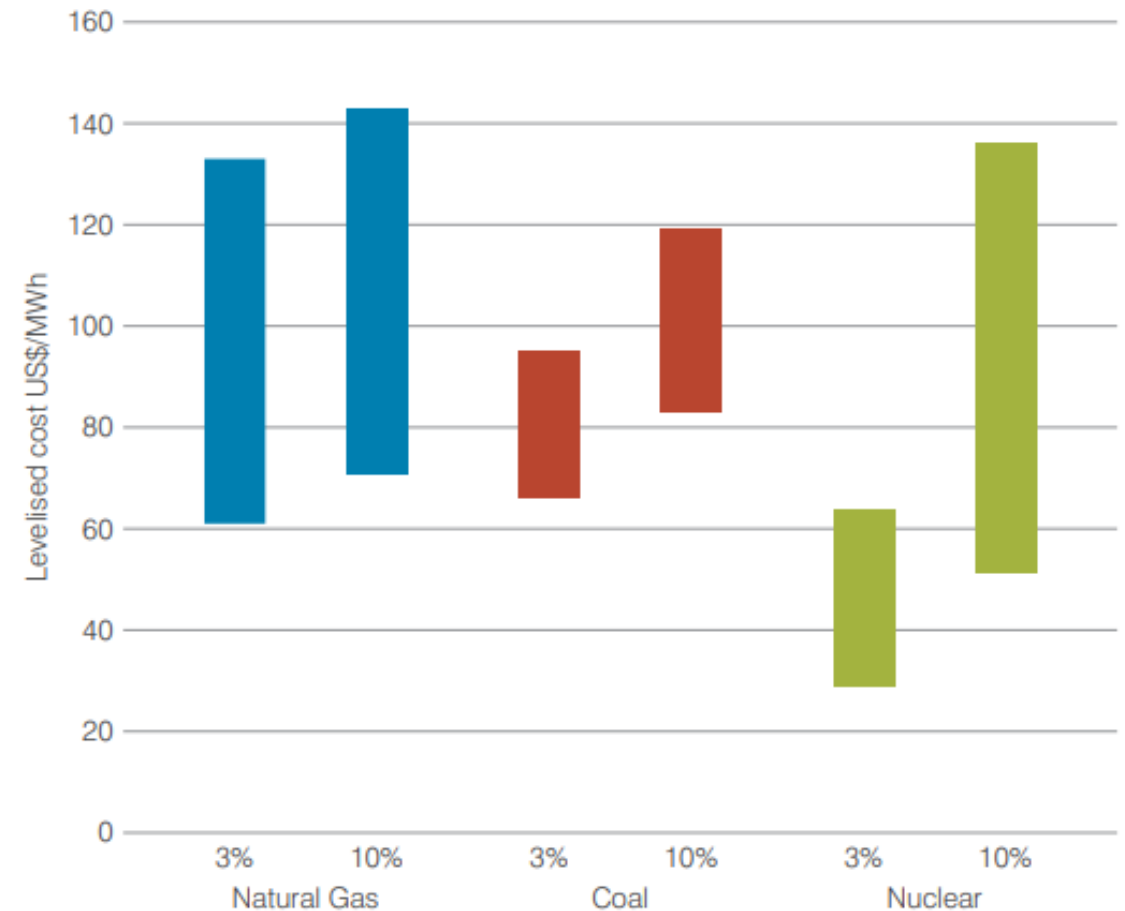


Source : EDF (2021)

Or c'est le coût du capital qui détermine la facture...

The economics of new nuclear plants are heavily influenced by their capital cost, which accounts for at least 60% of their levelised cost of electricity. Interest charges and the construction period are important variables for determining the overall cost of capital.

Levelised cost of generating baseload electricity by technology in OECD countries 2015 (US\$/MWh, 3% and 10% discount rates)



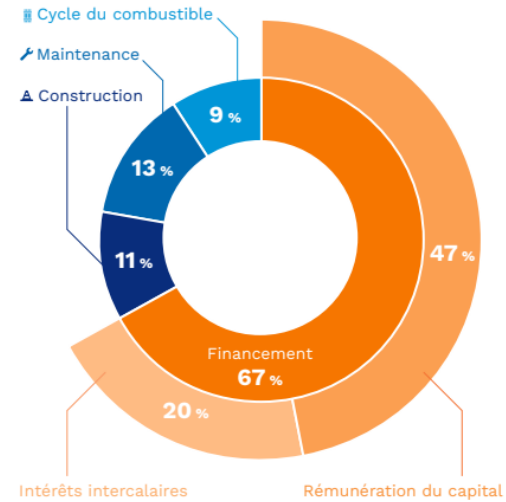
Source: *Projected Costs of Generating Electricity 2015 Edition*, OECD-NEA & IEA

ESTIMATION D'EDF DE LA SENSIBILITÉ DU COÛT COMPLET DE PRODUCTION AU COÛT DE FINANCEMENT

À titre d'illustration, dans l'hypothèse d'un coût moyen pondéré du capital de 7 %, le coût du financement représente plus des deux tiers du coût complet de production d'électricité (source : guide AEN sur la réduction des coûts du nucléaire⁹. Calculs basés sur un coût de construction hors financement de 4 500 USD/kWe, un facteur de charge de 85 %, une durée de fonctionnement de 60 ans et une durée de construction de 7 ans).

Le coût moyen pondéré du capital est fonction de la perception qu'ont les acteurs financiers des risques d'évolution dans les différentes catégories de coûts opérationnels, en particulier ceux de construction, et plus généralement dans le modèle économique du projet. Il est le premier facteur de variation du coût complet de production d'électricité.

RÉPARTITION DES COÛTS DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES SELON L'AEN



Source : AEN (2020)

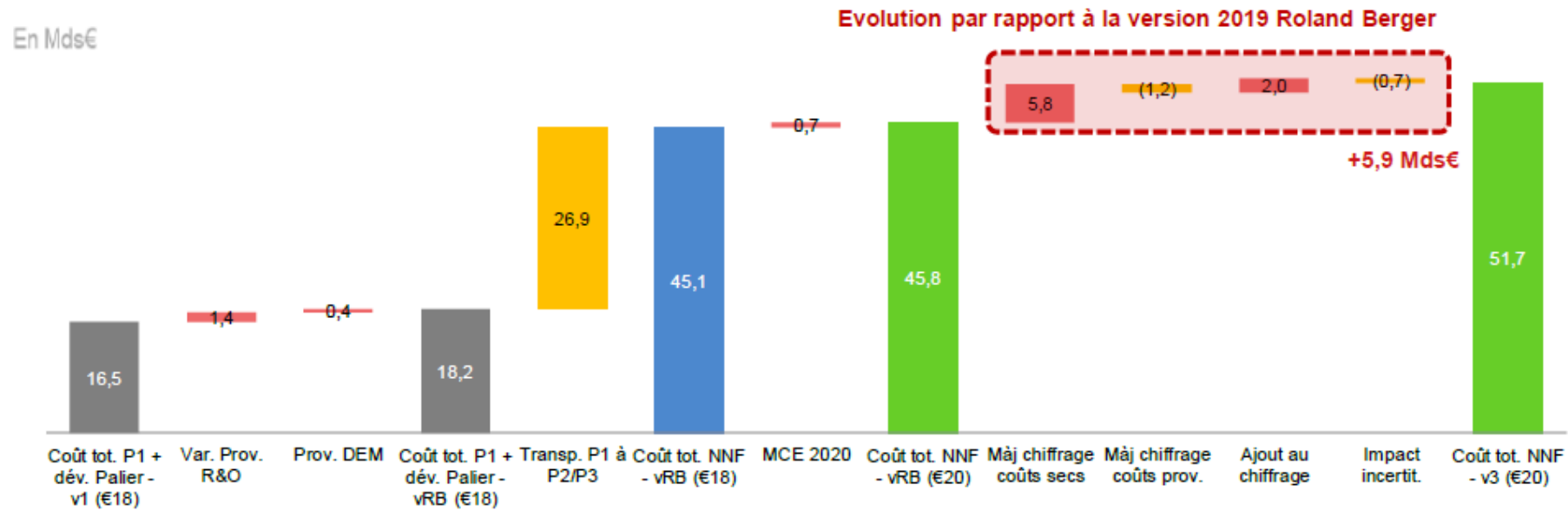
Alors que les risques sont non négligeables

Economic risks relate to a range of factors including: the regulation of electricity markets and the existence of competitor technologies that are subsidised or fail to account for external costs; nuclear safety regulation; project construction performance; operational performance; and political risk. Some of these risks can be managed by the reactor engineering, procurement and construction contractors or the utility but others are outside the control of the industry. In practice, current nuclear investment is undertaken in broadly regulated markets largely via utility balance sheet financing where the operator can offset the risks of any given generating technology against those of other assets in their portfolio. Most electricity markets are regulated and characterised by dominant state-owned companies.


Et que la facture ne cesse de gonfler depuis 2019...

- In fine, en vision Roland Berger, les coûts de l'estimation d'EDF de mars 2019 ont été réévalués à la hausse. En phase de développement, l'estimation d'EDF de mars 2019 intégrait 290 M€₂₀₁₇ de provisions forfaitaires pour risques tandis que la vision Roland Berger P50 est de 700 M€₂₀₁₇. En synthèse, les coûts palier sont estimés à 2,7 Md€₂₀₁₇ en vision Roland Berger P50 (2,3 Md€₂₀₁₇ en vision EDF).
- Pour la construction de la 1^{ère} paire, l'estimation EDF de mars 2019 intégrait 1 465 M€₂₀₁₇ de provisions forfaitaires pour risques tandis que la vision Roland Berger P50 est de 2 370 M€₂₀₁₇. En synthèse, les coûts de construction overnight de la 1^{ère} paire sont estimés à 14,8 Md€₂₀₁₇ en vision Roland Berger P50 (13,9 Md€ en vision EDF). Cette évaluation plus élevée fait suite à l'appréciation par Roland Berger d'un risque plus important associé à la reconstruction voire au maintien des compétences de la filière. L'impact du risque lié à la maîtrise des fabrications est estimé à 510 M€ par EDF alors que Roland Berger l'estime à 1,8 Md€.

Figure 3 : Evolution du devis du programme EPR2 2019-2021



⁴ Processus d'autorisation du Permis de construire et de la création d'une Installation Nucléaire de Base



D'où un recours nécessaire à la puissance publique

2.4.2 Les conditions de financement pour la réalisation de 3 paires d'EPR2

Le profil économique d'un projet de centrale nucléaire nécessite aujourd'hui l'intervention de la puissance publique dans son financement pour permettre la réalisation du programme et en réduire le coût complet pour la collectivité.

De façon simplifiée, l'intervention de la puissance publique permet de diminuer le coût du capital, et ainsi le coût de production en euros par mégawattheure.

À ce jour, les schémas de financement et de régulation font l'objet d'échanges entre l'État et EDF, et restent à définir. Le travail de définition plus précis des paramètres du financement et de la régulation de ce dispositif doit se poursuivre. Cette analyse tiendra compte de la faisabilité juridique, notamment au regard du droit européen, du niveau de prix régulé, du coût pour la collectivité (contribuables et consommateurs) et de la capacité des différents schémas à inciter le porteur du projet à la maîtrise des coûts et des délais. Il conduira à engager la saisine de la Commission européenne en vue de s'assurer de la compatibilité de l'aide qui serait octroyée.

Source : pages 11 et 12 de : www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2022.02.18_Rapport_nucleaire.pdf

7. Organisation de coopération et développement économique (OCDE).

8. Rapport 2020 de la Nuclear Energy Agency, Unlocking reductions in the construction costs of nuclear.

.....
L'intervention de la puissance publique permet de diminuer le coût du capital, et ainsi le coût de production en euros par mégawattheure.
.....

Plan de financement du devis de base

A ce stade le budget initial du programme NNF est évalué à 47,2Md€18, sur la base du chiffrage P50 de l'audit Roland Berger reposant sur l'estimation préliminaire faite par EDF fin 2019. Le cofinancement de l'Etat et EDF se décompose de la manière suivante par paire :

(en Md€)	Paire 1 2024- 2036	Paire 2 2028-2040	Paire 3 2032 - 2044	Total
Subvention Etat (Md€18)	10,0 (61%)	9,7 (61%)	5,8 (39%)	25,6 (54%)
Financement EDF (Md€18)	6,4 (39%)	6,2 (39%)	9,1 (61%)	21,6 (46%)
Total à financer (Md€18)	16,4	15,9	14,9	47,2

Dans le cas où EDF serait rémunéré pour son investissement sous la forme d'un CfD, le prix serait le suivant en fonction du TRI projet retenu :

TRI projet*	8,5%	7,5%	6,5%	5,5%	
CfD (€/MWh)**	63	57	51	45	*TRI appliqué sur les dépenses de construction ** dont 33€/MWh au titre de la couverture et de la rémunération des charges d'exploitation

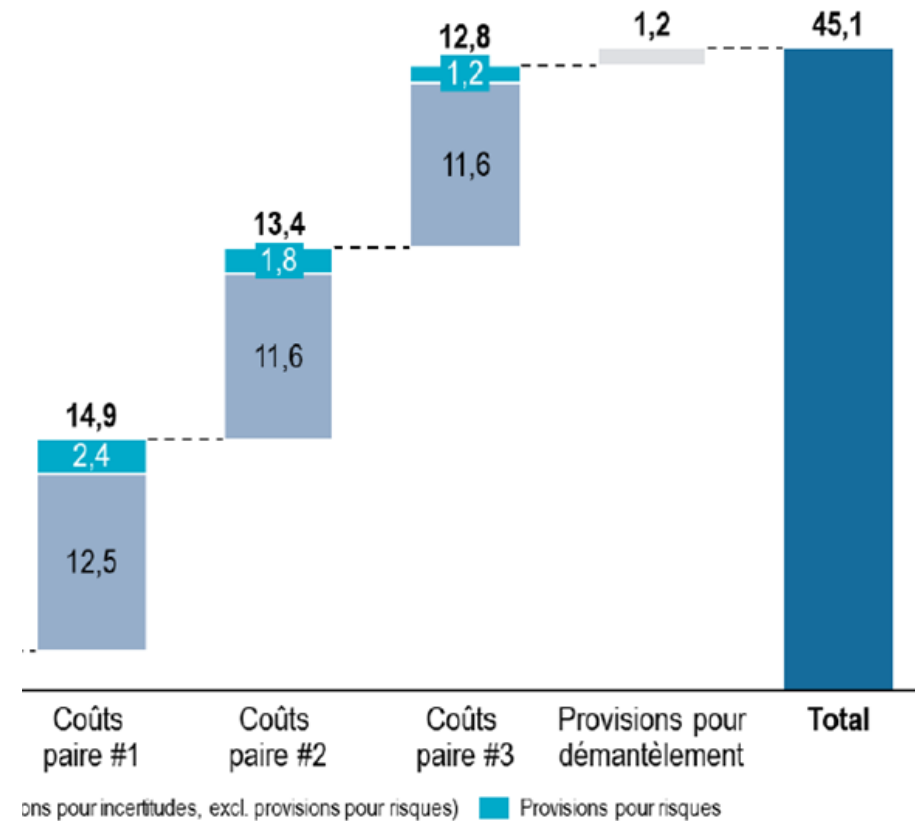
Il faut retenir que 100 pb de plus sur le TRI entraînent une augmentation de 6€18/MWh du CfD. Pour rappel, l'Etat n'est pas directement rémunéré sur son investissement (subventions d'investissement).

Pour arriver à un coût au kWh extravagant

Etant donné le coût du programme de 3 paires de tranches EPR2 obtenu, la vision Roland Berger conduit à un coût overnight de 4 385 €₂₀₁₈/kW (hors provisions pour démantèlement par convention, qui sont estimées par EDF à 120 €₂₀₁₈/kW). L'objectif affiché dans l'estimation EDF de mars 2019 est de 3 650 €₂₀₁₇/kW, soit environ 3 680 €₂₀₁₈/kW, basé sur des coûts overnight pour une paire non tête de série, excluant les coûts palier.

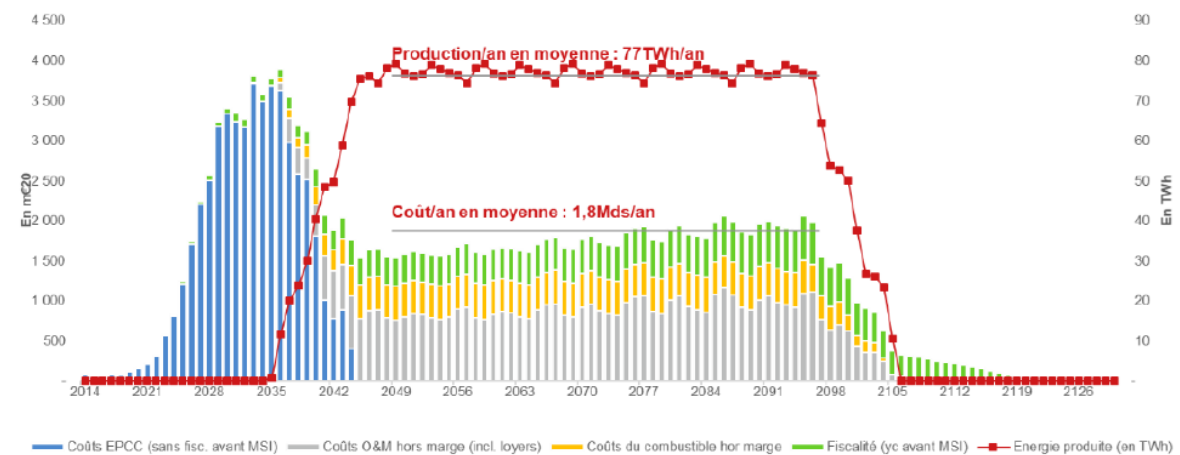
A titre de comparaison en vision Roland Berger, le coût overnight hypothétique d'une paire de série serait de 12,8 Md€₂₀₁₈ (en vision P50), soit 3 836 €₂₀₁₈/kW, comparable à l'ordre de grandeur de l'objectif EDF.

Provisions pour démantèlement, le montant hors provisions pour démantèlement



Evolution des coûts du programme EPR2 dans la vision Roland Berger P50 (hors provisions pour démantèlement, le montant hors provisions pour démantèlement)

Figure 8 : Chronique des dépenses et de la production d'électricité du programme EPR2



Un nucléaire hors de prix!

Effect of discount rate on median levelised cost of electricity (LCOE)^a for different technologies. (Source: OECD Nuclear Energy Agency¹)

