

Introduction à la Finance

Basile Dubois

October 24, 2024

1 APP sujet 3: Filière nucléaire

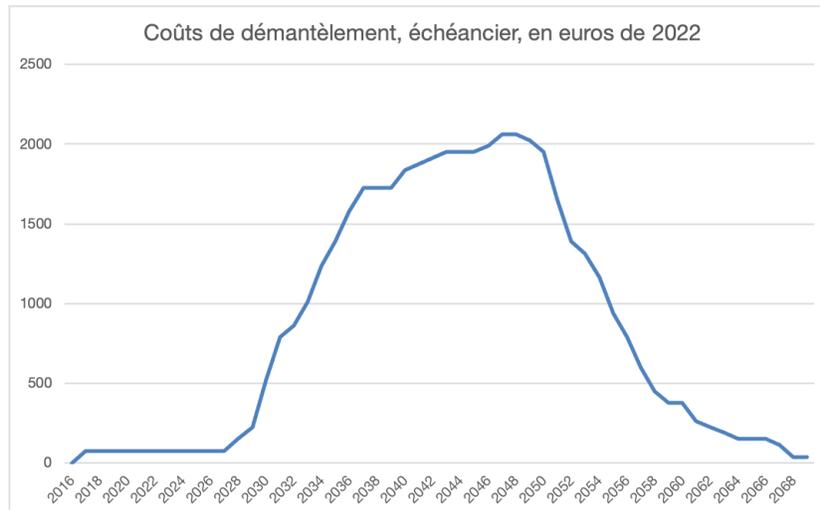
Dans son rapport du 4 mars 2020, la Cour des Comptes a remis au gouvernement un rapport sur le coût de la filière nucléaire française, qui intègre tous les coûts : recherche, combustible, investissement en infrastructure, exploitation, démantèlement, et stockage.

Le démantèlement des installations nucléaires a pour objet la réduction de la pollution, essentiellement radioactive, jusqu'à des niveaux considérés comme étant sans risque pour l'homme et l'environnement. En France, ce sont les exploitants nucléaires qui ont la responsabilité de mener l'ensemble des opérations nécessaires, dont l'ampleur dépendra de l'utilisation future du site. Ces opérations sont complexes et longues, avec des échéances lointaines.

Le parc nucléaire d'EDF est composé de 58 tranches de centrales dont les dates de mise en service s'étalent de 1977 à 1999. Dans cet APP, nous supposons que :

- la durée de vie des centrales est limitée à 50 ans, sauf Fessenheim qui a été mise à la retraite à 40 ans.
- le démantèlement est étalé sur les 21 ans qui suivent l'arrêt.
- le coût de démantèlement est de 37,5 millions d'euros de 2023 pour chacune des 58 tranches, et pour chacune des 21 années de démantèlement.

Ceci correspond à un coût global non-actualisé de $37,5 \times 58 \times 21 = 45\,675$ millions d'euros de 2023. Les dernières opérations de démantèlement devraient donc se faire en 2069. L'échéancier des dépenses anticipées est repris dans le fichier demantelement.xls qui est fourni en pièce jointe de l'email, et dans la Figure 1.



2 Démantèlement

Pour toutes les questions concernant le démantèlement, nous prenons le point de vue du 01 Janvier 2023.

Questions:

1. La loi programmatique n. 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs impose à EDF de provisionner ses dépenses futures de démantèlement dans un fond dédié investi dans des actifs peu risqués. D'après des données historiques, ce fond a un taux de rendement annuel de 2.5%. Quel capital devrait être mis en réserve dans ce fond aujourd'hui de manière à ce que le capital accumulé dans les décennies à venir permette de couvrir l'ensemble des coûts de démantèlement ?
2. Supposons qu'EDF désire transférer cette charge à un opérateur spécialisé dans le démantèlement d'installations nucléaires. Supposez en particulier qu'EDF propose 25 milliards à l'entreprise E-Z-Waste pour ce transfert de responsabilité. Pour EDF, s'agit-il d'un bon investissement ?
3. Considérez le projet d'investissement consistant à payer aujourd'hui 26 milliards d'euros pour éliminer le flux de coûts de démantèlement des centrales d'EDF dans les prochaines années. Pouvez-vous calculer un taux de rentabilité (que l'on appelle Taux de Rendement Interne) de ce projet d'investissement ?

3 Renouvellement du parc nucléaire

Emmanuel Macron a déclaré vouloir renouveler le parc nucléaire français en construisant 14 EPR (European pressurized reactor, développé conjointement avec l'Allemagne au début des années 2000). De par la puissance électrique qu'ils dégagent, ils remplaceront les 20 réacteurs les plus anciens du parc français.

La filière nucléaire ayant initialement des difficultés à récupérer la capacité industrielle nécessaire à la réalisation de ces projets, les coûts de construction par paire de réacteurs (en euros de 2023) sont estimés ainsi:

Projet	Date début construction	Date fin construction	Coût total
1 & 2	2025	2035	18 milliards
3 & 4	2027	2037	16 milliards
5 & 6	2029	2039	14 milliards
7 & 8	2031	2041	12 milliards
9 & 10	2033	2043	10 milliards
11 & 12	2037	2047	8,5 milliards
13 & 14	2039	2049	7 milliards

Questions:

Pour toutes ces questions nous prenons le point de vue du 1er janvier 2023.

1. En supposant que les coûts de construction sont équitablement répartis sur toute la durée de la construction, et tenant compte des coûts de démantèlement et de la durée de vie estimée des réacteurs tels qu'énoncés en question précédente, calculer les profits annuels nécessaires à la rentabilisation de chaque réacteur sur sa durée de vie, pour un taux d'actualisation de 2,5% puis de 5%.
2. Le coût de production hors amortissement du MWh nucléaire dans ces centrales est estimé à environ 60 euros de 2023. Un EPR produit 1650 MWh, et le facteur d'utilisation moyen est d'environ 70% (ce qui signifie que sur une année, 70% de la capacité de production totale est utilisée). Le coût d'acheminement de l'électricité est en France de 30 euros par MWh (incluant l'amortissement du réseau de transport), et elle est revendue 17 centimes d'euros par KWh au consommateur. Ces nouvelles centrales nucléaires seront-elles profitables ?
3. La prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires françaises de 50 à 70 ans nécessiterait un grand carénage, d'un prix de 4 Milliards d'euros par réacteur, dépensés sur les 5 précédant avant l'expiration de sa durée de vie, et permettrait d'éviter d'avoir à mettre à la retraite les 38 tranches les plus récentes.

Partant du principe que construire une puissance équivalente d'EPR avant leur mise à la retraite coûterait environ 5 milliards d'euros par réacteur (répartis sur 11 années de construction), et tenant compte des frais de démantèlement, la décision de prolonger la vie du parc nucléaire fait-elle sens économiquement ? Répondre pour un taux d'actualisation de 2,5%, puis de 5%. Qu'en est-il si le coût de construction d'une puissance

équivalente d'EPR est de 9Md euros (hypothèse haute de la cour des comptes) ?