

Synthèse du rapport du retour d'expérience - La construction de l'EPR de Flamanville

L'histoire d'une décision

La décision d'engager la construction d'un EPR à Flamanville a été formellement prise par le conseil d'administration d'EDF en mai 2006. Cependant, pour comprendre l'origine de cette décision, il faut remonter environ vingt ans en arrière. Au milieu des années quatre-vingts, la décision d'engagement avait été prise pour la construction de quatre tranches du palier N4 de 1450 MW à Chooz et à Civaux, construites entre 1984 et 1999.

Pendant la réalisation de ce programme de construction, des réflexions ont été lancées sur une nouvelle génération de réacteurs nucléaires, compte tenu de la capacité de production nucléaire suffisante voire excédentaire et des préoccupations croissantes concernant la sûreté après les accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl. Ces réflexions ont conduit à la conception de l'EPR (European Pressurized Reactor), résultat d'une collaboration entre EDF et Siemens.

Les années suivantes ont été marquées par des changements politiques qui ont influencé les décisions concernant la construction de l'EPR. Malgré des périodes de réticence ou d'hostilité politique envers l'énergie nucléaire en France et en Allemagne, le projet a continué à avancer, avec des ajustements stratégiques et des études d'optimisation pour réduire les coûts.

Finalement, avec un changement de majorité politique en 2002 en France, le projet a repris de l'élan. Après un débat public et des ajustements, le conseil d'administration d'EDF a pris la décision finale en juin 2004 d'engager la construction de l'EPR à Flamanville. Les contrats avec les fournisseurs ont été validés en mai 2005, et la décision formelle a été prise en mai 2006. Ainsi, le processus aboutit à la signature du décret d'autorisation de construction en avril 2007, marquant le début effectif du projet.

Les annonces successives de coût et de délai

Le réacteur nucléaire passe par plusieurs étapes, de la première coulée de béton au raccordement au réseau, avant sa mise en service industrielle. Le coût de construction, excluant certaines dépenses, a augmenté considérablement au fil des années, avec des retards importants dans le projet. Les délais et les coûts excessifs sont comparés à d'autres projets similaires en Finlande et en Chine, mettant en lumière les difficultés rencontrées dans la construction des réacteurs EPR.

Une kyrielle d'événements négatifs

La construction de l'EPR de Flamanville a été ponctuée par de nombreux incidents, contribuant aux retards et aux augmentations de coûts. Ces incidents comprennent des fissurations du béton du radier, des problèmes de planéité, des difficultés de soudage, un accident mortel, des défauts de qualité dans les pièces forgées, des problèmes de soudage des éléments du circuit primaire, des ségrégations excessives de carbone dans la cuve du réacteur, des défauts de traitement thermique, entre autres. Ces problèmes ont entraîné des retards significatifs dans le projet et ont nécessité des ajustements importants pour assurer la sécurité et la qualité des installations.

Analyse par nature des surcoûts

Les surcoûts du projet de construction de l'EPR de Flamanville ont été analysés par EDF, totalisant initialement 10 465 M€ jusqu'en juillet 2018. Ils se répartissent en 8 332 M€ en 2005 pour les contrats et 2143 M€ en 2015 pour les dépenses d'études et d'ingénierie, comparés à 2800 M€ en 2008 et 500 M€ en 2008 respectivement. Ces surcoûts sont classés en quatre catégories principales : variations de volume et d'évolution du périmètre, impacts réglementaires, délais et aléas. La dérive des contrats peut être attribuée à des augmentations de volume et de périmètre, des impacts réglementaires, des délais et des aléas. De même, l'inflation des dépenses

d'études et d'ingénierie est due à des variations de volume et de périmètre, des impacts réglementaires, des délais et des aléas. Les estimations ultérieures du coût total ont surtout augmenté en raison des délais et des aléas.

Une estimation initiale irréaliste

Les estimations initiales de coût de construction de l'EPR de Flamanville, évaluées à 3 300 M€ en 2005 et 54 mois de construction, étaient basées sur des évaluations antérieures réalisées en 2003. À l'époque, EDF avait estimé le coût d'un EPR à 3 314 M€ en 2001, tandis que le consortium Areva/Siemens avait proposé un prix de 3 000 M€ lors d'un appel d'offres en Finlande. Ces estimations se sont avérées largement sous-estimées, avec un dépassement significatif, notamment en raison de la complexité du projet par rapport aux évaluations initiales.

De même, le délai de construction de 54 mois initialement annoncé était déconnecté des expériences précédentes d'EDF. Les durées de construction passées pour des projets similaires, comme Chooz B1 et Civaux 2, étaient beaucoup plus longues, allant jusqu'à 142 mois. La construction de la tête de série du palier P4, Paluel 1, a pris 100 mois. Ainsi, les estimations initiales pour Flamanville étaient irréalistes et souffraient d'un "biais d'optimisme" courant dans les grands projets.

Un projet exceptionnel par sa taille et sa complexité

La construction de l'EPR de Flamanville a été confrontée à des défis considérables en raison de sa taille et de sa complexité. Les objectifs ambitieux de l'EPR étaient d'améliorer la sûreté et la rentabilité par rapport aux réacteurs précédents, ce qui a nécessité de nombreuses évolutions technologiques. Cependant, ces améliorations ont également accru la complexité de l'ingénierie et de la construction.

Quelques chiffres illustrent l'ampleur du projet : 400 000 tonnes de béton, 47 000 tonnes d'armatures, un radier de 4 mètres d'épaisseur, plus de 1000 salles, 150 km de tuyauteries, etc. Sur le plan technologique, à l'exception du « core-catcher », il n'y avait pas d'innovations majeures par rapport aux réacteurs précédents.

Les difficultés inhérentes de la réalisation d'un projet aussi complexe ont été exacerbées par des ajustements visant à réduire la taille des bâtiments, ce qui a rendu leur constructibilité plus difficile. De plus, les contraintes liées à l'emplacement du chantier et à la proximité d'une centrale nucléaire en exploitation ont également posé des défis significatifs.

Malgré ces défis, les dépassements de coûts et de délais observés ne peuvent être entièrement justifiés par l'irréalisme des prévisions initiales ou la complexité du projet. D'autres causes sont également identifiables et seront abordées dans la suite du rapport.

Une gouvernance de projet inappropriée

Le projet de construction de l'EPR de Flamanville a été marqué par une confusion des rôles entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, tous deux assumés par la direction des études d'EDF. Cette confusion a persisté pendant plusieurs années, avec des responsables successifs assumant simultanément d'autres fonctions, avant qu'un directeur de projet dédié ne soit nommé en 2015. Cette organisation peu adaptée semble avoir contribué aux difficultés rencontrées dans la gestion du projet, compte tenu de son importance financière, stratégique et de réputation pour EDF.

Des équipes de projet à la peine

Au lancement du projet de construction de l'EPR de Flamanville, les méthodes de management adéquates n'ont pas été mises en place, ce qui a engendré des lacunes dans la gestion du projet. Des outils et des méthodes de management plus performants ont été progressivement introduits grâce à l'intervention de cabinets spécialisés et à l'embauche de spécialistes en gestion de projets complexes. Cependant, la gestion des délais a été compromise par une pression hiérarchique et médiatique importante, conduisant les responsables du projet à gérer essentiellement par un planning en constante modification, ce qui a affecté la cohérence et l'organisation

du chantier. De plus, les lacunes dans l'organisation et le contrôle des travaux des entreprises sur le chantier peuvent être attribuées en partie à l'insuffisance de l'encadrement local par les équipes du projet.

Une organisation complexe des ressources d'ingénierie

En 2006, l'organisation des ressources d'ingénierie pour la construction de l'EPR de Flamanville était complexe, avec différents acteurs impliqués. Areva NP était chargé de l'ingénierie de la chaudière nucléaire, tandis que le BNI était géré par Sofinel, une filiale commune d'EDF et d'Areva NP. Les ressources venaient du CNEN chez EDF et des entités d'ingénierie d'Areva, réparties entre la France et l'Allemagne. Cependant, cette structure a rencontré des difficultés, notamment avec le transfert d'équipes vers la Finlande par Areva. De plus, l'allotissement des contrats à des fournisseurs de premier rang a parfois causé des incohérences et des problèmes de coordination sur le chantier, nécessitant des efforts coûteux pour assurer la cohérence et la surveillance.

Des études insuffisamment avancées au lancement

Au début du projet de construction de l'EPR de Flamanville, les études détaillées étaient à peine entamées malgré la finalisation du basic design en 2006. Les retards initiaux dans ces études, combinés à des ajustements tardifs des retours des fournisseurs et aux aléas sur le chantier, ont entraîné un flux croissant de modifications, totalisant environ 4500. Ces retards et ajustements tardifs ont eu un impact significatif sur le calendrier du projet, nécessitant des efforts considérables pour gérer les modifications et entraînant des retards supplémentaires ainsi que des reprises fréquentes sur des montages déjà réalisés.

Un contexte réglementaire en évolution continue

L'évolution de la réglementation, notamment après l'accident de Fukushima en 2011, a eu un impact significatif sur le projet de construction de l'EPR de Flamanville. Des modifications importantes ont été apportées aux règles de sécurité et de construction des installations nucléaires, notamment en ce qui concerne les équipements sous pression nucléaire (ESPN). Ces changements ont entraîné des ajustements dans les études de sûreté et de conception, ainsi que des retards et des difficultés dans la qualification technique des équipements, comme illustré par le cas du couvercle de la cuve du réacteur. Des discussions prolongées avec les autorités de sûreté et des problèmes de qualité dans la fabrication ont retardé la qualification du couvercle, entraînant des retards significatifs dans le projet global. Finalement, la réglementation et les défis techniques ont contribué à des retards considérables dans la réalisation et la qualification des équipements, affectant le calendrier et le coût du projet.

Des relations insatisfaisantes avec les entreprises

La collaboration entre le maître d'œuvre et les entreprises intervenant sur le chantier de l'EPR de Flamanville a été entravée par plusieurs facteurs. Tout d'abord, le nombre limité de contrats, bien que visant à simplifier la gestion du projet, a conduit à confier d'importantes responsabilités à quelques grands intervenants, engendrant des difficultés de maîtrise d'œuvre déléguée. De plus, les contrats, souvent basés sur des études initiales sous-estimées, ont nécessité de nombreuses réévaluations et ajustements, entraînant des tensions et des négociations d'avenants fréquentes. Les entreprises, confrontées à des défis techniques et à des retards accumulés, ont parfois manqué d'engagement et ont exprimé des réticences à investir davantage dans le projet.

Les relations avec Areva NP, principal fournisseur de la chaudière nucléaire, ont également été tendues, marquées par des dissensions antérieures entre les entreprises et des difficultés techniques dans la fabrication et le montage des composants. Malgré son rôle crucial dans le projet, Areva NP a longtemps adopté une approche peu coopérative, ce qui a entravé la résolution des problèmes et a affecté la progression du projet.

Une perte de compétences généralisée

La construction de l'EPR de Flamanville a été confrontée à une perte de compétences généralisée parmi les acteurs impliqués. Chez EDF, les capacités de maîtrise d'œuvre ont été érodées, entraînant des errements initiaux dans la construction du projet. Les bureaux d'études ont parfois émis des spécifications irréalisables ou

ont fait preuve d'un excès d'over-engineering, se coupant des réalités industrielles. Les fabricants de composants ont également subi des pertes de compétences, aggravées par la diminution de leur charge de travail et les nouvelles exigences réglementaires.

Les usines de Framatome, notamment celle de Chalon Saint-Marcel, ont vu leur savoir-faire dégradé après une longue période de sous-activité, marquée par des incidents majeurs. Les organismes de contrôle ont également été affectés, dépassés par les tâches administratives et parfois incapables de suivre de près les opérations manuelles.

Par ailleurs, des défauts de perspicacité ont conduit à sous-estimer certains signaux faibles annonciateurs de difficultés à venir. Enfin, la faiblesse des ressources et des talents en matière de soudage a été particulièrement préoccupante, avec de nombreux incidents et malfaçons dus à un manque de compétences des entreprises et à une pénurie de soudeurs qualifiés, tant pour les soudures classiques que pour les soudures nucléaires.

Conclusion

La construction de l'EPR de Flamanville a été marquée par des retards et des surcoûts considérables, constituant un échec pour EDF. Pour éviter de répéter ces erreurs, plusieurs recommandations sont formulées :

1. Reconnaître la pertinence du concept et du design de l'EPR tout en cherchant des améliorations pour en réduire les coûts et améliorer la constructibilité, sans compromettre l'expérience acquise.
2. Mettre en place une équipe de projet puissante, indépendante, disposant de moyens propres et relevant d'une supervision hiérarchique de haut niveau.
3. Rationaliser l'organisation des ressources scientifiques et techniques, notamment en veillant à ce que les bureaux d'études émettent des spécifications réalistes.
4. Engager des efforts de formation et de maintien des compétences, en particulier dans le domaine du soudage, pour garantir la disponibilité de professionnels qualifiés.
5. Promouvoir une culture de qualité à toutes les étapes du processus, de la conception à la réalisation, en encourageant un engagement collectif et individuel en faveur de normes élevées.
6. Revitaliser l'ensemble de la filière nucléaire à travers des investissements et des politiques industrielles appropriés, menés par le groupe EDF, pour reconstruire et maintenir les compétences nécessaires.

En résumé, pour éviter les échecs similaires à l'avenir, il est essentiel de renforcer les équipes de projet, d'améliorer la coordination entre les acteurs, de promouvoir une culture de qualité et de revitaliser l'ensemble de la filière nucléaire.