

## Résumé du rapport de Jean-Martin Folz sur la construction de l'EPR de Flamanville

Le rapport d'octobre 2019 commandé à l'instigation du ministre Bruno Lemaire par le président directeur général d'EDF à Jean-Martin Folz, personnalité reconnue du monde industriel (il a été jusqu'à sa retraite président directeur général du groupe PSA Peugeot Citroën et est encore aujourd'hui président du conseil d'administration d'Eutelsat) a pour finalité d'analyser les causes des dérives de coût et de délai du réacteur de 3<sup>ème</sup> génération en cours de construction à Flamanville.

Tout commence au milieu des années 80 lorsqu'a été prise la décision de construction des dernières tranches (N4) du parc français à Chooz et Civaux. EDF a alors commencé à réfléchir à une évolution REP 2000 tenant compte des enseignements du N4 ainsi que des événements de Three Mile Island et de Tchernobyl. Framatome de son côté s'était associé en 1989 avec Siemens dans NPI (Nuclear Power International) pour tenter d'attaquer le marché mondial avec une synthèse du N4 et du Konvoi allemand. De la participation d'EDF à un groupe de travail avec NPI en 1990 naît en 1992 le projet de l'European Pressurized Reactor plus sûr, plus puissant et plus disponible. Le Basic Design<sup>1</sup> Report, validé par les autorités de Sûreté allemande et française, est émis en 1997. Mais l'actualité politique bouleverse le projet, dont les autorités allemandes se retirent en 1999 (Siemens se séparera d'AREVA en 2009) qui n'est pas retenu pour une réalisation française en 1999. La majorité politique élue en 2002 est plus favorable au nucléaire et la loi de programmation de 2005 prévoit la construction de nouveaux réacteurs destinés à limiter l'effet « falaise » de l'arrêt au terme de leur durée de vie de réacteurs mis en service dans une durée courte.

De son côté AREVA/Siemens remporte en 2003 un appel d'offres pour la construction en Finlande d'un EPR en 48 mois pour 3 Mds€. EDF voit dans ce succès une menace pour ses ambitions d'exporter son modèle d'architecte-ensemblier et propose en 2004 la préparation d'un EPR tête de série divergeant en 2012 en vue de lancer en 2015 une série de réacteurs à mettre en service à partir de 2020 pour faire face aux arrêts des premiers réacteurs 900 MW. Le site de Flamanville est retenu en 2004 et la décision, après débat public, est prise en mai 2006, le décret signé en avril 2007 et le premier béton coulé en décembre 2007 pour un démarrage planifié en juin 2012.

Les coûts et les délais dérivent alors très rapidement et de manière continue :

| Date           | Coût              | Délai   |
|----------------|-------------------|---|
| Mai 2006       | 3300 Mds€ (2005)  | Mise en service industrielle juin 2012                    |
| Décembre 2008  | 4000 Mds€(2008)   | Couplage fin 2012   |
| Juillet 2010   | 5000 Mds€(2008)   | Couplage en 2014  |
| Juillet 2011   | 6000 Mds€(2011)   | Couplage en 2016  |
| Décembre 2012  | 8500 Mds€(2012)   |   |
| Novembre 2014  |                   | Démarrage en 2017   |
| Septembre 2015 | 10 500 Mds€(2015) | Chargement combustible au 4 <sup>ème</sup> trimestre 2018 |
| Juillet 2018   | 10 900 Mds€(2015) | Chargement combustible au 4 <sup>ème</sup> trimestre 2019 |
| Juillet 2019   |                   | Mise en service pas avant fin 2022                        |
| Octobre 2019   | 12 400 Mds€(2015) | Chargement combustible fin 2022                           |

<sup>1</sup> Le Basic Design définit les grandes lignes de l'installation et de son implantation, à un degré suffisant pour que le coût de réalisation puisse être estimé et les options de sûreté validées. Des études détaillées, à charge du maître d'œuvre, sont ensuite nécessaires pour établir les plans de réalisation que les fournisseurs devront respecter.

Le délai de réalisation est ainsi passé de quatre ans et demi à plus de quinze ans et le coût en Euros courants a plus que triplé.

Par comparaison, l'EPR de Finlande, non terminé, a sa mise en service industrielle annoncée en juillet 2020 après 177 mois contre 48 escomptés et les 2 EPR construits en Chine avec la collaboration d'EDF démarrent après 110 et 113 mois (52 mois annoncés), pour 95 Mds RMB (60 Mds RMB maximum annoncés) équivalent à 12.35 Mds€ pour les deux réacteurs.

### **Quelle sont les causes des retards à Flamanville ?**

Dès le début (décembre 2007, mai 2008) des problèmes de génie civil mal étudié et mal réalisé (retard 3 mois).

En 2008, 2009, des spécifications irréalisables pour le génie civil et le liner de l'enceinte, des difficultés de soudure des traversées du liner à refaire (11 mois).

En janvier 2011 un accident mortel, 2 mois d'arrêt et 2 à 3 mois de retard supplémentaire avec les nouvelles règles de sécurité.

En juillet 2011 des problèmes d'homogénéité du béton et défaut de planéité génie civil.

En février 2012, les consoles du pont polaire (déclarées conformes en usine) doivent être démontées, redessinées et refaites (plus de 12 mois).

En 2012 des difficultés de qualification aux spécifications françaises des soupapes du pressuriseur de conception allemande qui devaient être livrées en 2010 (qualification non terminée à ce jour).

En 2014 des problèmes de soudage des tuyauteries primaires sur les GV (plusieurs mois) et constat de ségrégation carbone dans les fonds bombés de la cuve entraînant un programme d'essais important pour obtenir en 2018 l'autorisation pour la cuve et temporairement celle du couvercle à refaire avant 2024.

En 2015 découverte de manquements dans les fabrications de l'usine du Creusot et lourds surcoûts d'étude pour balayer l'ensemble des dossiers et vérifier l'acceptabilité de toutes les pièces réalisées.

Début 2017 mise en évidence de non-conformités aux exigences de qualité sur les soudures du circuit secondaire, qui devront être réparées. Pour 8 d'entre elles, partiellement noyées dans le béton de l'enceinte, la réparation prendra de 2 à 3 ans.

En septembre 2019, découverte de défauts de traitement thermique de soudures de GV. Des études devront montrer que la résistance mécanique n'est pas affectée.

### **Quelle est la cause des surcoûts ?**

Une analyse a été réalisée à partir de l'évaluation de 10 465 M€ de juillet 2018, soit 8 332 M€ (au lieu de 2 800 M€) pour les contrats et 2 143 M€, 22 millions d'heures (au lieu de 500 M€, 5 millions d'heures) pour les études.

Les surcoûts ont été classés en 4 catégories, volume et périmètre, impact réglementaire, délai, aléas et coûts « tête de série » (TTS).

| <b>Catégorie</b>     | <b>Contrats</b> | <b>Études</b> |
|----------------------|-----------------|---------------|
| Volume et périmètre  | 35%             | 27%           |
| Impact réglementaire | 12%             | 20%           |
| Délai                | 15%             | 44%           |
| Aléas et effet TTS   | 38%             | 9%            |

Les dérives ultérieures jusqu'en octobre 2019 sont principalement dans les deux dernières catégories.

Les estimations de coût initiales étaient irréalistes. Aussi bien EDF qu'AREVA/Siemens pour la Finlande ont fortement sous-estimé la différence de taille et de complexité de l'EPR par rapport au N4.

Les délais annoncés de 54 mois pour Flamanville et de 48 mois pour la Finlande sont totalement irréalistes et déconnectés des dernières expériences d'EDF (100 mois pour Paluel, 142 mois pour Chooz B1, tête de série N4 et 98 mois pour Civaux 2, dernier N4).

L'augmentation de la complexité du projet était néanmoins réelle : double enceinte avec liner, dispositif de récupération du corium, 4 trains de sûreté au lieu de 2, possibilités d'intervention réacteur en marche, ajustements d'économie du Basic Design compliquant la difficulté de réalisation, chantier exigü et proche d'une centrale en exploitation, mais tout ceci ne peut expliquer la totalité des surcoûts. C'est l'organisation du management qui est en cause.

EDF a voulu assumer simultanément les rôles de maître d'ouvrage et de maître d'œuvre<sup>2</sup> qui sont très différents et généralement dévolus à des entités différentes. De plus, il n'y a pas eu de chef de projet clairement identifié. Ce rôle a été successivement assumé par divers responsables (N-3 et même N-4 par rapport au PDG) par ailleurs étonnamment chargés d'autres tâches. Ce n'est qu'en 2015 qu'un véritable chef de projet a été nommé, en N-2 par rapport au PDG.

Le management du projet, faute de personnel qualifié et d'utilisation de méthodes performantes (pas de maquette numérique, pas de planning partagé avec les entreprises, pas de gestion prévisionnelle des coûts, etc.) en a été réduit devant les difficultés réelles à nier celles-ci et à s'efforcer de minimiser le retard annoncé en gérant un planning au jour le jour selon les opportunités sans se soucier de la cohérence. Les ressources locales d'encadrement ont été longtemps sous-dimensionnées par rapport aux centres de décisions éloignés du chantier.

Le partage des tâches entre les intervenants (Différents centres d'étude d'EDF, AREVA, Siemens et différents fournisseurs de premier rang dont Bouygues et Alstom élevés au rang de maître d'œuvre délégués) destiné à assurer une cohérence entre Flamanville et la Finlande, a conduit à une structure complexe générant des interfaces nombreuses inefficaces et coûteuses.

Ceci d'autant plus que si le Basic Design était bien terminé en 2006, les études de détail étaient à peine entamées et largement sous-estimées. Les nombreuses remises en cause ont conduit à huit configurations globales successives, indice de l'impréparation initiale, imposant de nombreuses heures d'études supplémentaires et des reprises de montages déjà réalisés.

Les évolutions réglementaires ont également eu une part de responsabilité. Les conséquences des événements de Fukushima et les nouvelles modifications des règles sur les installations nucléaires de 2007 et 2012 ont peu pesé sur le déroulement du projet. Il n'en est pas de même de la réglementation sur les appareils à pression avec l'arrêté ESPN de 2005 extrêmement contraignant dont les modalités d'application peu claires n'ont été explicitées que progressivement (guides de 2009 et 2012, révision de l'arrêté en 2015 et codification en 2018) alors que les fabrications étaient en cours et que les fournisseurs devaient faire face à des exigences fluctuantes. L'illustration en est la question du couvercle de cuve qui n'a été réglée transitoirement que 12 ans après le forgeage des fonds bombés et qu'EDF devra probablement remplacer au premier arrêt du réacteur.

---

<sup>2</sup> Le maître d'ouvrage est le futur exploitant, commanditaire du projet. Il définit le besoin, le budget et le délai. Il est responsable devant l'Autorité de sûreté, valide le choix des fournisseurs et règle les factures. Le maître d'ouvrage détient la compétence technique pour la réalisation, il est chargé de faire réaliser l'ouvrage dans les conditions de coût et de délai prévues, propose les entreprises et négocie avec elles.

La délégation du rôle de maître d'œuvre à des entreprises de premier rang, alors que celles-ci n'avaient pas toujours les compétences nécessaires dans un contexte d'études insuffisamment avancées au moment du passage de la commande, a compliqué les relations avec celles-ci. D'autant que le contexte économique peu favorable à d'autres contrats et l'attitude autoritaire et peu constructive d'EDF n'ont pas fluidifié les échanges. Les relations entre EDF et AREVA, de fait concurrents, ont été particulièrement conflictuelles ce qui a contribué aux difficultés du projet, notamment sur l'application de l'arrêté ESPN précité.

Le contexte national, par la perte généralisée de compétences sur la gestion de grands projets et la fabrication de matériels nucléaires voire de leur contrôle, a également pesé sur le projet. Pendant la vingtaine d'années depuis la réalisation des dernières centrales, les spécialistes, pour ceux qui ne sont partis en retraite, se sont réorientés vers d'autres branches d'activité. C'est particulièrement marqué pour les ressources en technique et réalisation de soudage qui nécessitent d'anticiper les longues formations nécessaires à leur qualification.

Pour comparer avec les EPR chinois, il faut noter que leur construction a démarré 4 ans après la Finlande et 2 ans après Flamanville, ce qui a permis pendant plusieurs années de bénéficier du retour d'expérience de ces deux chantiers, l'inverse se produisant ensuite. Les autres éléments favorables sont la construction simultanée de deux tranches, l'équipe de projet compétente, abondante et stable logée sur site et la place disponible sur celui-ci. Enfin, élément important, la Chine construit régulièrement des réacteurs depuis 20 ans et le contexte industriel a été présent pour assurer les fournitures et la main d'œuvre qualifiée, notamment pour ce qui est des soudeurs.

### **Conclusion**

La construction de l'EPR de Flamanville ne peut être considérée que comme un échec pour EDF. Néanmoins les causes en sont identifiables et permettent de formuler des recommandations.

- Le concept de l'EPR est pertinent, pour preuve l'expérience chinoise, il ne doit pas être remis en cause trop profondément, sous peine de perdre l'expérience acquise.
- L'organisation structurée mise en place récemment doit être conservée et renforcée.
- L'entrée de Framatome dans le groupe EDF doit simplifier les interfaces et améliorer l'efficacité.
- La réorganisation des établissements industriels de Framatome, déjà engagée, doit être poursuivie jusqu'à son terme.
- Une attention particulière doit être apportée aux métiers du soudage pour former et entretenir les compétences indispensables.
- Une véritable culture de la qualité doit être développée dans un cadre coopératif chez tous les intervenants et EDF doit en être le moteur.
- Le potentiel de compétences ne pourra être reconstitué et maintenu que si une véritable politique industrielle est mise en place sous la conduite d'EDF, s'appuyant sur des programmes stables à long terme de construction de nouveaux réacteurs.