

LETTRE GÉOPOLITIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ



La Lettre « Géopolitique de l'Electricité » est la seule publication sur ce thème en langue française. Nous n'avons aucun objectif militant. Nous tentons d'approcher la vérité, en décrivant par des données objectives le passé proche et l'actualité des secteurs électriques ainsi que leurs conséquences. Nos études sont inédites. Les données proviennent des instituts de statistiques ainsi que des acteurs du terrain : réseaux de transport, compagnies d'électricité, rapports officiels, associations professionnelles ou ONG. La diffusion de nos informations, *à condition d'en citer l'origine*, est libre.

Directeur de la Publication: Lionel Taccon
Rédactrice en chef: Emma Legrand

Lettre n°133– 15 juillet 2026

Vous pouvez **recevoir notre Lettre** par simple demande par e-mail à :
geopolitique.electricite@gmail.com

Ou en vous inscrivant sur notre site
www.geopolitique-electricite.fr

Où vous retrouverez toutes nos études et des informations liées à l'actualité



Le Nouveau Programme nucléaire français : les derniers obstacles

Framatome a été refondé et , de nouveau, la technologie nucléaire française est l'une des premières du monde et décroche de nombreux contrats au-delà de nos frontières. La *supply chain* nécessaire au Nouveau Programme Nucléaire se met en place avec comme priorité la sûreté, la compétitivité et la souveraineté nationale. Le Programme Nucléaire a une base solide et bien tenue en main, construite pour un coût remarquablement réduit. Mais pour que le succès soit pleinement assuré, deux obstacles doivent être levés :

- le coût trop élevé des chantiers nucléaires
- l'utilisation des règles de concurrence européennes sans précaution dans le cas de grands projets nécessitant des investissements à long terme. Cela est contraire à la théorie économique comme l'a démontré en son temps Marcel Boiteux. Cela a été un désastre pour l'hydro-électricité qui **doit être évité au nucléaire**.

Cette Lettre est consacrée aux chantiers nucléaires et montre comment EDF va surmonter l'obstacle, en s'inspirant de méthodes chinoises, d'ascendance française, dans le cadre d'une collaboration souhaitée des deux côtés. Restera l'application erronée des règles de concurrence au nucléaire qui fera l'objet d'une Lettre suivante.

Le Nouveau Programme Nucléaire : les derniers obstacles

Première partie : les chantiers nucléaires

Posément, progressivement, l'industrie nucléaire française conforte, retrouve et développe ses compétences et ses capacités de production pour les composants importants des tranches nucléaires : cuves, turbines, contrôle commande, robinetterie nucléaire, générateurs de vapeur...etc. Cela s'effectue, entre autres, par des achats d'entreprises ou leur mise à l'abri d'appétits extérieurs et par le développement d'entreprises déjà présentes au sein du Groupe EDF. La supply chain du Nouveau Programme Nucléaire a comme priorités la sûreté, la compétitivité et la souveraineté nationale. Ces résultats ont été obtenus pour un coût très raisonnable, en grande partie par Framatome puis par EDF sous la houlette de Bernard Fontana, aujourd'hui patron du Groupe EDF. Cette politique s'en trouve ainsi pérennisée.

La technologie française nucléaire est de retour au top niveau mondial et décroche des marchés partout sur la planète. Il reste pour réussir pleinement le Nouveau Programme Nucléaire français, à lever les derniers obstacles, c'est-à-dire :

- I) Maîtriser et diminuer les coûts, et d'abord pour cela réduire la durée des chantiers nucléaires.*
- II) Obtenir de la Commission européenne que les règles de concurrence dans le cas d'investissements à long terme (nucléaire et hydroélectricité) soient adaptées. Ce que permet la théorie économique comme l'a rappelé, en son temps, Marcel Boiteux.*

Cette Lettre est consacrée au coût des chantiers nucléaires . Elle complète nos Lettres précédentes (10 mai 2025 et 10 février 2026) . Cf. <https://www.geopolitique-electricite.fr> colonne « Etudes »

Le contexte et l'objectif :

-Les réacteurs actuels sont dits de troisième génération. On constate qu'aujourd'hui seules les industries de cinq pays, Etats-Unis, France, Corée du Sud, Chine et Russie proposent à la vente ces réacteurs (hors les SMR). Les projets terminés, en cours ou décidés, mis en œuvre par les industries française et américaine, affichent des coûts élevés, de l'ordre de 10 000 à 15 000 euros le kWe installé et de longues durées de chantier. Des dérives, quelquefois moindres, sont observées ailleurs, ainsi à Barakah (Dubai), construction achevée par l'industrie sud-coréenne, et à Akkuyu, chantier en Turquie mené par l'industrie russe. Les dérives financières coexistent avec des retards de chantier auxquels elles sont liées.

-La réalisation des six premiers réacteurs du Nouveau Programme Nucléaire français sera décidée cette année. EDF a présenté un devis qui ***implique des chantiers maîtrisés avec des coûts et des durées de travaux notablement inférieurs à ceux cités plus haut.***

Les deux pistes de l'étude :

-Examiner des cas où coûts et délais des chantiers nucléaires ont été maîtrisés et réduits. Le critère de choix a été la durée des chantiers, préférable aux coûts, car mieux définie et mesurée. Cela a mené à étudier des ensembles de réacteurs issus des Programmes Messmer et Hualong One (Chine). Dans les deux cas, on constate que des méthodes de gestion similaires conduisent à des délais et coûts fort bas et maîtrisés.

-De graves dérives de coûts et de délais apparaissent fréquemment dans d'autres grands projets non nucléaires dits « mégaprojets » dont notre civilisation est friande. Longtemps considérées comme une fatalité, ces dérives ont été récemment étudiées car l'humanité dépense bien plus pour ces « mégaprojets » que pour ses armées. Ce nouveau champ d'études a débouché sur des méthodes de gestion permettant la maîtrise et la réduction des coûts et des durées de chantier. Elles sont similaires à celles qui ont été utilisées pour les Programmes Messmer et Hualong One, qu'elles confirment. Cela est logique car ***la définition précise des « mégaprojets » englobe les grands projets nucléaires qui en sont un sous-domaine.***

La gestion des grands projets, nucléaires ou non, est le déterminant majeur des durées et des coûts de leurs chantiers.

I) Le Programme Messmer, cet inconnu

La France a lancé la construction au siècle dernier d'un vaste parc nucléaire composé de 58 réacteurs à eau sous pression. Il est souvent appelé Programme Messmer, du nom du Premier Ministre qui lui donna l'impulsion majeure en 1974. Mais en fait, la construction du premier réacteur (Fessenheim 1) avait commencé en 1971. Le dernier (Civaux2) fut mis en service en 2002.

1946 : EDF, maître d'œuvre et d'ouvrage de ses projets de centrales.

En 1946, année de création d'EDF, le parc électrique français était en triste état. Il fallait construire le plus vite possible de nouvelles centrales dans un contexte de détresse financière. L'un des fondateurs d'EDF, Pierre Massé, plus connu comme un grand Commissaire au Plan, décida que cette entreprise serait maîtresse d'œuvre et d'ouvrage de ses projets de centrales. Il confia ces tâches à une nouvelle Direction, la Direction de l'Équipement EDF dont il fut le premier patron. Le but était de maîtriser coûts et délais. C'était un défi : habituellement, les compagnies d'électricité achètent leurs centrales « clefs en main » en confiant ces responsabilités à des fournisseurs. La production d'électricité doubla tous les dix ans, permettant la croissance des Trente Glorieuses à des tarifs fort raisonnables. La décision de Pierre Massé conduisit à une éclatante réussite. La Direction de l'Équipement, sous sa houlette et celles de ses successeurs acquit de solides compétences et mit sur pied une stratégie industrielle adaptée aux grands projets industriels qui font partie aujourd'hui d'un ensemble que certains économistes nomment « mégaprojets ».

Pour les centrales thermiques l'usage de licences permit d'acquérir des connaissances nécessaires à prix bas. Ensuite, l'apport de perfectionnements conduisit à la conception de nouveaux modèles débarrassés de toute propriété intellectuelle extérieure. Pour cela, les centrales thermiques furent construites en série par paliers successifs intégrant chacun les innovations proposées et sélectionnées lors du palier précédent. De plus la construction en série permit une standardisation poussée et fournit une expérience de la détection et de la gestion des défauts génériques.

Les centrales hydrauliques obligèrent à un « apprentissage à la dure » des meilleures méthodes pour faire accepter l'installation de grands ouvrages au sein de la France profonde. Leur construction fut facilitée par l'établissement de relations étroites et efficaces entre bureaux d'études et chantiers, ce qui est nécessaire à la réalisation de projets aussi complexes.

1969-1970 : l'arrivée du nucléaire.

Pierre Massé revint à EDF comme Président de 1965 à 1969. C'est sous sa présidence que Marcel Boiteux fut nommé Directeur Général (1967). Il devait rester patron *de facto* de l'entreprise durant vingt ans. Le nucléaire arriva au début de cette époque.

EDF, sous Marcel Boiteux, comme pour les centrales thermiques, préféra utiliser une licence, ici américaine, plutôt que de financer un nouveau réacteur national. Le constructeur fut Framatome qui disposait d'une licence Westinghouse. Cette entreprise américaine, mythique du nucléaire mondial, avait construit et construisait de nombreux réacteurs, aux États-Unis et ailleurs (par ex. Allemagne). En France, certains protestèrent contre cette dépendance étrangère. Mais Marcel Boiteux savait qu'il y aurait un avenir après la licence. Et c'est bien ce qui se passa.

Il eut été logique de désigner Framatome pour gérer le nouveau programme nucléaire. Boiteux imposa la Direction de l'Équipement EDF. L'expérience de cette Direction pour l'atome était alors limitée, mais Boiteux estimait que ses méthodes efficaces étaient certainement valables pour toute centrale électrique.

1972 : la nomination de Michel Hug

« Quand je m'interroge sur la part que j'ai prise au succès [du Programme Messmer], il m'apparaît qu'elle est surtout d'avoir choisi Michel Hug »¹. Boiteux, trop modeste, oublie l'exploit d'avoir obtenu le feu vert pour l'utilisation d'une licence Westinghouse, et ce qui fut plus aisé, la décision de gestion du programme dit Messmer par la Direction de l'Équipement EDF. La nomination de Hug en était la suite logique. Il venait de mener la construction du Barrage de Sainte Croix du Verdon, prouvant qu'il maîtrisait la construction d'un grand

¹ Marcel Boiteux dans son ouvrage « Haute tension »-Ed. Odile Jacob.(1993)

ouvrage complexe, bref un « mégaprojet » avant la lettre. Ce barrage ne devait pas seulement produire de l'électricité, mais également sécuriser l'alimentation en eau de la région de Marseille. Ingénieur hydraulicien, Hug, comme Directeur des Etudes et Recherches d'EDF, avait préparé l'entreprise au nucléaire depuis dix ans par de forts recrutements de jeunes ingénieurs immédiatement formés aux subtilités de l'atome. Beaucoup rejoignirent dans les années 1970 la Direction de l'Équipement EDF et se mêlèrent harmonieusement aux hydrauliciens, experts en chantiers et aux thermiciens, experts en construction des centrales en série par paliers successifs chaque palier intégrant les perfectionnements sélectionnés lors du palier précédent.

Michel Hug a déposé en 2009 à l'Académie de Technologie un mémoire décrivant la stratégie industrielle nouvelle qu'il appliqua². Ce qui est écrit ci-dessous n'en remplace pas la lecture mais montre l'importance de cette stratégie, qui correspond à une étape mondiale du nucléaire civil.

L'exemple de la série des centrales thermiques de 250 MWe (37 au total) est décrit comme « pédagogique ». Cette série avait été réalisée par paliers chacun apportant son lot de perfectionnements. C'est cette méthode « qui sera l'un des guides essentiels du programme nucléaire. Elle est due à Jean de Chessé »² (qui compléta au sein d'EDF l'œuvre de Pierre Massé). La construction en série permit une standardisation des composants poussée à un niveau remarquable par l'importance du Programme Messmer. L'expérience des centrales thermiques avait aussi apporté « l'expérience de la gestion d'un défaut générique »² comme indiqué plus haut.

L'innovation fut une priorité. Les ingénieurs sont par nature ingénieux et très prolifiques en innovations. Celles-ci sont une manne inestimable mais certaines peuvent poser des problèmes. Il faut séparer le bon grain de l'ivraie. Aucune « innovation ne fut écartée a priori... Elle reste à l'état de proposition tant qu'elle n'a pas été sélectionnée dans l'ensemble du processus de validation final... quels que puissent être les coûts et retards impliqués »². Framatome fit merveille pour les innovations et déposa un nombre record de brevets. Le rôle ingrat de la sélection revint à EDF-Equipement, ce qui amena quelques frictions. Mais les deux patrons (Michel Hug et Jean-Claude Lény) se portaient une grande estime mutuelle et l'attelage fut une réussite.

Michel Hug a-t-il dans sa gestion du Programme Messmer utilisé simplement des méthodes déjà connues ? Par une standardisation, construction en séries avec paliers emmagasinant chacun leurs lots de perfectionnements (à l'image des centrales thermiques précédemment) ? Par des bureaux d'études préparant soigneusement les chantiers et restant proches d'eux, par la gestion des contacts avec la France profonde (comme pour l'hydroélectricité) ? Encore fallait-il dominer ces méthodes, les adapter à l'atome, et avoir l'audace de les appliquer au plus important programme nucléaire de l'époque. Comme guide Hug cite aussi « une question de bon sens scientifique », un point commun entre les réacteurs à construire et les centrales thermiques les plus courantes : l'omniprésence d'une discipline, la thermo-hydraulique qu'il enseignait à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Mais il alla bien plus loin. Construire une tranche nucléaire demande l'apport de milliers d'entreprises réparties jusqu'à « huit niveaux de sous-traitance ». Comment optimiser le travail de cet ensemble industriel ?

« Il y a d'abord un principe selon lequel un optimum global n'est jamais la somme d'optimums locaux ». Ce qui s'observe chez tout être vivant. Hug décida pour réaliser l'optimisation globale, des délégations d'ensemble aux grands sous-traitants et d'abord à Framatome, à une condition : *la transparence totale* afin de permettre une harmonisation générale. On se rapportera à son mémoire pour aller plus loin.²

1981 -Vers une nouvelle industrie nationale du nucléaire civil

Dès la fin des années 1970, il apparut un fait nouveau : les Français construisaient les réacteurs américains Westinghouse, qu'ils étaient censés copier, plus vite et pour bien moins cher que les Américains eux-mêmes. De plus, ils apportaient de nombreux perfectionnements inédits. Il était clair que Framatome, le licencié, avait dépassé le licencieur, Westinghouse. En conséquence, début 1981, Framatome mit fin à l'accord de licence avec Westinghouse. C'était « un pas important vers l'indépendance nationale de la France dans le nucléaire civil »³. Ainsi la stratégie de Marcel Boiteux, héritée des temps difficiles de l'après-guerre était en passe de réussir ! On achète un modèle sous licence, ce qui permet d'acquérir des connaissances sans dépenses excessives, puis on perfectionne l'engin jusqu'à en détenir la propriété intellectuelle... Effectivement « la filière

² « Un siècle d'énergie nucléaire »-Académie de Technologie-Janvier 2009.

³ Le Monde, 24 janvier 1981 « Framatome met fin à son accord de licence avec Westinghouse »

française obtiendra son indépendance totale quelques années plus tard avec le palier N4 (réacteurs de Chooz et Civaux) »². Il y eut bien une vie après la licence.

Un accord franco-américain : le « Nuclear Technical Cooperation Agreement »

Rober Schasseur, à cette époque, représentait en France Westinghouse. Il constatait que les Français construisaient vite et bien, mieux que les Américains et aussi que les Allemands. Il était « grandement séduit par ce qui se passait en France et heureux d'en être bénéficiaire puisqu'il s'agissait de sa technique ... »⁴. Certes mais surtout les Français la perfectionnaient et c'est ce qui intéressait énormément Schasseur.

Il accepta sans problème la fin de la licence et convainquit ses patrons aux Etats-Unis qu'une collaboration Westinghouse-Framatome serait profitable aux deux parties. Il ne fut pas le seul à observer que les chantiers du Programme Messmer mettaient en œuvre une stratégie industrielle nouvelle maîtrisant coûts et délais et favorisant l'innovation. André Giraud, l'homme qui avait redressé le CEA après l'échec de sa filière nucléaire, devenu Ministre de l'Industrie, avait tout compris. Il présenta en Conseil des Ministres le 18 mars 1981 un « Nuclear Technical Cooperation Agreement »⁵, certes accord entre deux entreprises Framatome et Westinghouse, mais approuvé par les gouvernements français et américain. Le public devra attendre cinquante ans pour le consulter. Mais un point est certain, signalé dès janvier 1981³ : Westinghouse, et les Etats-Unis, ne mettront aucun obstacle à l'exportation, par exemple en Chine, de réacteurs par Framatome. Si les Français réussissaient à exporter des réacteurs dont la technologie de base venait de Westinghouse, ne serait-ce pas une bonne publicité pour cette entreprise ? Le « Nuclear Technical Cooperation Agreement » fut un accord gagnant-gagnant, comme l'avaient compris le Ministre André Giraud et les dirigeants de Westinghouse.

La Chine s'éveille à l'énergie nucléaire

De l'autre côté du monde, un ministre chinois, Li Peng ingénieur hydraulicien, s'était également aperçu que les Français construisaient bien mieux et bien plus vite qu'ailleurs leur programme nucléaire, tout en innovant remarquablement. Il vint à Paris, absolument décidé à faire construire en Chine deux réacteurs suivant les méthodes françaises : technologie Framatome, architecte industriel EDF-Equipement⁸. Ce fut la construction à Daya Bay, de deux réacteurs semblables à ceux de Gravelines (1987-1993). Li Peng, devenu Premier Ministre fut à l'origine du véritable démarrage de l'énergie nucléaire dans son pays. Framatome avait obtenu d'exporter librement et ne s'en priva pas. La Chine fut le succès le plus éclatant. Mais Li Peng ne voulait pas seulement profiter de la remarquable technologie de Framatome, il exigea aussi que les méthodes de l'architecte industriel, la Direction de l'Equipement EDF soient utilisées à Daya Bay.

Le Programme dit Messmer est la preuve qu'une gestion avisée comprenant un dispositif de promotion et de sélection des innovations par paliers successifs, dans le cadre de construction en série permettant une standardisation poussée, amène des coûts bas, des chantiers courts et une maîtrise générale des projets nucléaires. Les coûts allant jusqu'à être divisés par deux ou trois.^{6,7} Des temps de chantier « étonnamment courts »⁶ Et la re-construction en un temps record d'une nouvelle industrie nucléaire indépendante ! Et des exportations, en particulier en Chine, dont les conséquences perdurent.
Ajoutons une quinzaine de nouveaux sites nucléaires bien utiles aujourd'hui !

⁴ Déclaration de Philippe Boulin, ancien PDG de Framatome, lors de la-Séance « Les amis de l'Ecole de Paris » du 6 octobre 2000-intitulée « L'aventure nucléaire en France : grande et petite histoire »

⁵ Texte non accessible au public avant 2031-Cf « Rapport sur l'aval du cycle nucléaire »-Christian Bataille et Robert Galley-AN-Tome II-5C

<https://www.assemblee-nationale.fr/rap-oecst/nucleaire/r1359-05.asp>

⁶ Arnulf Gruber-« The costs of the French nuclear scale up... »- Energy policy, 38(2010) pp.5174-5188

⁷ Dominique Finon et Carine Staropoli-« Histoire du Programme nucléaire français »-IEPE-2000.

II) Les Hualong One. Li Peng et la suite.

Le Premier Ministre chinois, Li Peng, voulait que l'industrie nucléaire chinoise suive l'exemple français. C'est ce qui se passa très exactement : comme les Français avaient perfectionné un réacteur américain au point de le transformer en produit français, les Chinois transformèrent les réacteurs de Gravelines en réacteur chinois. Les Français, comme les Américains avec Robert Schausser, entamèrent une collaboration gagnant-gagnant avec les Chinois, décrite par l'historien Félix Torres⁸. Puis comme les Français, les Chinois larguèrent les amarres et décidèrent de voler par leurs propres ailes. Le 2 septembre 2014, les World Nuclear News annoncèrent : « le nouveau bébé nucléaire chinois est né ...il est d'une certaine ascendance française ... »⁹. Les ancêtres étaient les réacteurs de Gravelines dont le modèle fut reproduit à Daya Bay. On retrouve en Chine aujourd'hui, la construction en série par paliers successifs promouvant les innovations en les sélectionnant et en les intégrant au palier suivant. La série permet une standardisation poussée. Il existe une organisation de la chaîne industrielle pour l'optimiser. En entrant dans les détails, on retrouve même le traitement particulier des entreprises sur le chemin critique. Les Chinois poursuivirent la stratégie industrielle française, en la modernisant. Le résultat est le Hualong One, réacteur de troisième génération purement chinois dont le niveau de sûreté convient aux normes occidentales et de qualité comparable aux projets occidentaux selon les critères de la World Association of Nuclear Operators (WANO). Le Hualong One est un rival de l'EPR.

La Chine revendique pour le Hualong One une supériorité décisive: « il est le seul réacteur de troisième génération livré dans les délais prévus dans le monde »¹². On peut ajouter : si ces délais sont tenus, les coûts annoncés ont toutes chances d'être respectés. La maîtrise des coûts et des délais, comme lors du Programme Messmer est-elle vraiment réalisée ? Voyons de plus près la situation actuelle.

La tête de série (Fuqing 5) fut connectée au réseau en 68 mois, un véritable exploit. Les suivants demandèrent plus de temps, mais les derniers raccordés au réseau très récemment, (Zhangzhou 1 de CNNC et San'ao 1 de CGN) l'ont été en moins de 65 mois¹⁰. On peut escompter qu'en Chine, les futurs Hualong One seront raccordés au réseau en 60-65 mois. La maîtrise des chantiers est acquise ou en passe de l'être. Elle entraîne celle des coûts. Les deux plus grandes entreprises locales de construction de réacteurs, China National Nuclear Corporation (CNNC), China General Nuclear Power Group (CGN) misent sur le Hualong One et le résultat est le plus important programme mondial¹¹. « Le Hualong One est le modèle de réacteur qui contribue le plus au développement mondial de l'énergie nucléaire ... 41 Hualong One sont en service, en construction ou décidés de manière ferme... »¹². CNNC et CGN ont constitué une chaîne d'approvisionnement industrielle complète employant 200 000 personnes, composée de près de 6000 entreprises dont 85% sont chinoises^{12,13}. L'importance exceptionnelle du Programme Hualong One, l'expérience qu'il accumule déjà et qu'il augmentera largement conforteront la maîtrise des délais, donc des coûts.

Les durées de chantier des ancêtres du Hualong One, les réacteurs de Gravelines, ont été retrouvées (60-65 mois). Elles entraînent dans les deux cas les coûts les plus bas du marché, avec de confortables avances. Le Hualong One a connu aussi une lourde compétition entre deux grandes entreprises chinoises (CGN et CNNC) si bien qu'il y en a deux sortes¹¹. Les perfectionnements apportés sont d'origine fort diverses, chinoises, mais aussi russes, américaines, et même françaises avec l'EPR. Mais l'ancêtre est bien à Gravelines. L'industrie chinoise a pris un grand soin des méthodes françaises, et les a enrichies de trente ans d'avancées informatiques et autres. L'importance de la gestion des projets et des chantiers a été parfaitement saisie et est aujourd'hui le premier facteur de la différence de durées de chantier, donc de coûts avec les réalisations occidentales. Elle n'est pas due à une supériorité technologique mais peut y mener.

⁸ Felix Torres-« La collaboration nucléaire franco-chinoise... »-Revue de l'Energie n°624-mars-avril 2015

⁹ World Nuclear News-« China's new nuclear baby »-2 sept. 2014

¹⁰ AIEA-Base de données PRIS.

¹¹ Sur les Hualong One cf. Jean Luc Jacoud- « Hualong- One, le réacteur chinois de troisième génération »-RGN n°2(2021)

¹² Des données citées dans ce § viennent du texte « Données opérationnelles...Hualong One » obtenu via Baidu d'origine officielle

¹³ Notre champion national, Framatome a réussi à être sous-traitant des Hualong One.

III) Les mégaprojets : un nouveau champ de recherche.

Des avancées très récentes mais remarquables

Les chantiers de réacteurs de troisième génération, Flamanville (EDF), Olkiluoto (Framatome) ou Vogtle (Westinghouse) et autres montrent des dérives graves de coûts et de délais. Mais les projets nucléaires ne sont pas les seuls à connaître de tels déboires. Les chantiers de Flamanville et de l'aéroport Willy Brandt de Berlin ont connu, parallèlement, l'exact et même chemin de croix. *A priori*, aucun rapport ! Il y en a un : ce sont tous les deux des « mégaprojets » car ils répondent très exactement à la définition utilisée pour les étudier :

« Projets à grande échelle , complexes...coûtant un milliard de dollars ou bien plus, s'étendant sur de nombreuses années, impliquant de multiples parties prenantes publiques et privées ...en impactant la vie de millions de personnes »¹⁴.

Notre civilisation aime ces grands projets. On les trouve dans les transports, les grands systèmes d'information, l'énergie (dont le nucléaire), les vastes ensembles immobiliers, l'industrie de l'armement, les grands aménagements liés à des événements internationaux (organisation des Jeux Olympiques...) etc¹⁵. Ils ont une réputation : par leur complexité, il ne serait pas possible de gérer leurs coûts et délais. Les exemples sont nombreux. Il est probable que l'un des plus connus est le « California High-Speed Rail », une sorte de RER devant desservir Los Angeles, San Francisco et la Silicone Valley (entre autres) estimé à 33 milliards de \$ au départ (2008) et parvenu à 126 milliards de \$ en 2026. Mais ni l'augmentation des coûts, ni les travaux ne sont terminés. Les sages Allemagne et Suisse ont connu d'une part l'aventure de l'aéroport Willy Brandt de Berlin (7 milliards d'euros au lieu de 2), et d'autre part celui du tunnel de Lötschberg dans les Alpes (un milliard de \$ au-dessus du devis). La Ville de Montréal n'a toujours pas fini de payer les dépassements du coût de ses Jeux Olympiques et l'Opéra de Sydney a coûté dix fois plus que prévu. Ajoutons et nous nous arrêterons là car la liste est interminable, une sombre (dans tous les sens du terme) histoire de tunnel dans la région de Seattle qui a tourné au désastre. L'EPR de Flamanville est en bonne et abondante compagnie.

Une étude basée sur une énorme base de données, internationale et polyvalente

Pendant longtemps, et cela perdure encore, les « mégaprojets » (définition ci-dessus) ont été considérés comme non maîtrisables. Mais comme ils coûtent à notre civilisation bien plus que les dépenses militaires (8% du PIB mondial ?¹⁵) des chercheurs se sont attaqués au problème : maîtriser (et réduire !) coûts et délais. Ils ont d'abord défini les « mégaprojets » (voir plus haut) et les ont étudiés en détail sur le terrain. Citons-en deux :

En 2019, Christophe Midler, dans la Jaune et la Rouge¹⁴ réfute toute fatalité qui condamnerait les « mégaprojets » à des dérives de coûts et de délais imprévisibles. Il énonce quelques « facteurs de réussite » qui permettent de les éviter.

En 2023, Bent Flyvbjerg, longtemps professeur à Oxford, publie l'ouvrage « How big things are done »¹⁶. Il a constitué progressivement une base de données de 16 000 mégaprojets répondant à la définition ci-dessus (dont il est l'auteur) répartis sur 136 pays et relevant d'une vingtaine de domaines, dont l'énergie (avec quelques projets nucléaires). Un tel ensemble d'informations permet pour la première fois une étude sérieuse des mégaprojets, même si la base de données comporte par ci par là des lacunes. Flyvbjerg continue à la compléter. Cette remarquable base de données permet de dégager quelques faits basiques :

-Aujourd'hui, la plupart des « mégaprojets » comportent des dérives de coûts et de délais. Leur réputation d'être non maîtrisables a donc des fondements.

¹⁴ Christophe Midler-La Jaune et la Rouge-N°745-Mai 2019-« Les mégaprojets, de la fatalité au renouveau »-

¹⁵ Bent Flyvbjerg- « What you should know about megaprojects and why »-Abstract-Feb.2014-Univ.of Oxford.

¹⁶ Bent Flyvbjerg-« How big things are done »-Ed.Currency-2023-Ed. française-« Comment les grands projets se réalisent »-Ed.

-Néanmoins, une petite minorité respecte coûts et délais de réalisation. Ce qui permet d'affirmer que les mégaprojets sont maîtrisables. - Les différents domaines étudiés mènent à des proportions différentes de mégaprojets maîtrisés par domaine mais tous les domaines comprennent des mégaprojets maîtrisés.

-Pour un domaine donné, c'est la façon de gérer le mégaprojet qui fait la différence. Un mégaprojet mal géré peut coûter plusieurs fois son devis initial. Certains tournent à la catastrophe. Un chemin de croix comme celui de l'EPR de Flamanville se retrouve dans de nombreux autres domaines.

Pour le nucléaire Flyvbjerg écrit : « le nucléaire n'est pas le problème, c'est la façon dont il est mené qui l'est »¹⁶. Mais sa base de données est insuffisante pour l'atome. Il n'a pas trouvé de cas où des projets nucléaires ont respecté les devis (Hualong One et Programme Messmer lui ont échappé). En conséquence il se demande si les projets nucléaires ne se distinguent pas par une complexité particulière. Il faut le rassurer : le Programme Messmer, les Hualong One, quelques réalisations sud coréennes, et autres font que **la proportion des projets nucléaire maîtrisés n'est pas inférieure à celles des mégaprojets d'une manière générale.**

Les projets nucléaires sont des mégaprojets comme les autres : c'est la façon de les gérer qui les rend maîtrisables ou non. Un projet nucléaire bien géré peut coûter deux à trois fois moins cher que d'autres. De tels écarts se retrouvent dans les autres domaines.

Bien gérer un mégaprojet.

L'importance de la gestion d'un mégaprojet, en fait sa maîtrise d'œuvre, est déjà parfaitement comprise par un certain d'entreprises. Dans nos études précédentes nous avons exposé que l'acceptation du rôle de Dassault Aviation comme maître d'œuvre du futur avion de chasse européen (SCAF) était au cœur de l'avenir de ce projet¹⁷ et que sa remise en cause pouvait l'annuler. Ce qui est arrivé.

En fait, un certain nombre d'entreprises de l'armement françaises savent très bien gérer leurs mégaprojets, à l'image d'EDF au siècle dernier. Dans le cas du nucléaire, la SFEN dans une note technique de 2022 insiste sur l'importance de la « qualité de l'organisation »¹⁸, et une étude américaine de 2017 conseille vivement aux responsables de projets nucléaires d'innover dans la gestion.¹⁹

Les études actuelles, et principalement celle de Flyvbjerg dégagent quelques grands principes pour réussir un mégaprojet. Les voici :

Choisir avec soin le maître d'œuvre.

Un mégaprojet doit être dirigé par une autorité unique dont le responsable a déjà connu d'autres mégaprojets. Il constitue une équipe « unie et déterminée », dont les compétences techniques sont de nature à pouvoir parler d'égal à égal avec les entreprises sous-traitantes. Ce qui permettra au maître d'œuvre d'asseoir son autorité. Cette équipe ne sera pas uniquement technique car un mégaprojet se réalise dans un contexte politique et sociologique donné. Elle comprend des négociateurs et des personnalités capables d'en expliquer, à tous les niveaux de la société l'intérêt du projet. L'équipe est unie et déterminée car elle doit être acquise au projet. En effet sa première tâche est de valider la faisabilité et les objectifs premiers du projet. Si ce n'est pas le cas, il lui revient de se retirer.

La Cour des Comptes exige pour les projets nucléaires que maître d'œuvre et d'ouvrage soient distincts, arguant que leur confusion est l'une des causes des déboires de l'EPR de Flamanville. Mais cette confusion n'a pas empêché le succès du Programme Messmer. Christophe Midler est partisan d'un certain rapprochement entre les deux¹⁴. Nous estimons que le plus important est de choisir des maîtres d'œuvre et d'ouvrage compétents.

¹⁷ GEO-Projet SCAF-« Le futur avion de combat européen menacé »-3/12/2025

¹⁸ « Combien coûte le nucléaire »-SFEN-Note technique-Nov. 2022

¹⁹ « A review of light water reactor costs and costs drivers » Karen Dawson and Piyush Sabharwal-Idaho National Laboratory-Sept

Un mégaprojet recèle tant d'incertitudes et de décisions de toutes sortes à prendre sur le champ, que son pilotage ne se partage pas, sous peine de chaos.

Une planification éclairante et créatrice.

L'idée de base est simple : par nature, un mégaprojet doit se réaliser dans un contexte comportant une large part d'inconnu et d'événements imprévisibles. Pour en maîtriser la réalisation, il faut réduire au maximum cette part d'inconnu. Nous retrouvons ici Pierre Massé, et les débuts d'EDF. Massé, le grand Commissaire au Plan, enseigna qu'il fallait faire reculer le hasard. Voir son ouvrage « Le Plan ou l'anti-hasard » (Gallimard, 1965). A la suite de notre première étude, un lecteur nous a proposé de prendre comme exemple de mégaprojets certaines grandes opérations militaires. On pense immédiatement au débarquement de Normandie de 1944. Quinze mois de planification. L'action sur le terrain, le débarquement lui-même ne dura que quelques jours. Le débarquement coûta aux Alliés moins de 4000 morts. Certes 4000 morts de trop, mais ce bilan pour l'une des opérations décisives de la seconde guerre mondiale fait de « *l'Opération Overlord* » une éclatante victoire.

Elle fait comprendre le conseil de base de Flyvbjerg pour la réalisation des mégaprojets : « **Penser lentement et agir vite** ». Les mégaprojets qui réussissent présentent une phase de préparation aux travaux particulièrement poussée et minutieuse. Une planification vivante, bien particulière, **permettant l'innovation**.

-Un mégaprojet se bâtit par simulation numérique. La progression se fait par tâtonnements, par petites touches. « Après de nombreuses itérations la simulation se transforme en un objet rigoureux et détaillé, en un mot, un projet fiable »¹⁶. L'ensemble de ce travail doit être accompagné d'une recherche de données provenant des mégaprojets ayant au moins quelques similitudes. Il est rare qu'il n'y en n'existe pas.

-Le temps passé lors de cette première phase ne doit pas être mesuré. Il est bon marché et rendra possible une phase de construction plus courte, avec beaucoup moins d'aléas. Donc moins chère. Dassault Aviation a développé des logiciels de conception assistée comme CATIA. L'architecte Frank Gehry l'a utilisé pour la construction du Musée Guggenheim de Bilbao¹⁶, mégaprojet a priori bien différent d'un avion de chasse. Ce qui confirme que les mégaprojets forment un domaine spécifique, quel que soit leur technologie. C'est la manière dont ils sont gérés qui est le facteur clef de leur réussite.

Le chantier : la phase vulnérable

Supposons que le design définitif et fiable soit réalisé. Pas un clou ne sera planté qui n'ait été prévu (caricature détestable et fausse mais l'image est bonne). Reste toujours des détails imprévus ou oubliés. Le diable est dans les détails. Mais il y a aussi ce que certains appellent les « cygnes noirs », les menaces qui planent au-dessus d'un chantier et qui peuvent fondre sur lui sans prévenir. Tout ce que le réel peut inventer pour gêner ou retarder des travaux : une épidémie, la découverte de vestiges archéologiques (comme sur le site nucléaire de Civaux), un changement de gouvernement, de nouvelles règles de sûreté... Un chantier nucléaire est ouvert à tous les vents et aux cygnes noirs. Il fonctionne fenêtres ouvertes. La parade : fermer les fenêtres rapidement. Donc un chantier le plus court possible. Un design menant à « un projet fiable » autorise un temps de chantier court. Mais pour l'obtenir réellement, il faut imaginer et introduire certaines méthodes de construction : standardisation, construction par modules reproductibles ou en série, etc. .

Commencer vite, une idée fausse. Le grand débat sur la créativité et les innovations.

Pourquoi, les solutions précédentes, certes validées trop récemment par la base de données de Flyvbjerg ne sont pratiquées aujourd'hui que pour une faible minorité de mégaprojets ? Daniel Kahneman fut « le psychologue qui a révolutionné l'économie » en montrant « que nos choix ne sont pas vraiment guidés par la rationalité comme le voudrait la théorie économique »²⁰. Cela lui a valu le Prix Nobel d'économie en 2002. Il a étudié la façon dont les décisions étaient prises dans un contexte incertain, comme cela est toujours le cas pour un mégaprojet. En ce cas les « jugements ... rapides et instantanés constituent le système d'exploitation par défaut de la prise de décision humaine... [Ils mènent à] des jugements instantanés où le cerveau n'est pas trop exigeant en matière d'information ». Dans le domaine des mégaprojets, et surtout pour les plus grands aux-

²⁰ « Daniel Kahneman, le psychologue qui a révolutionné l'économie »-Christian Schmidt-Le Monde 17/4/2024

quels nous nous intéressons ici, les responsables, dirigeants politiques, ingénieurs ou architectes, s'investissent énormément. Ils ont hâte que leur œuvre aboutisse. Pour cela ils ont tendance à agir selon « des jugements instantanés » sans « être trop demandeur d'informations ». **La planification leur semble une étape sans grand intérêt qui retarde la réalisation du mégaprojet** et sa mise en service réussie. Ils démarrent donc les travaux avant que le design soit achevé, pressés de s'attaquer aux « vrais problèmes ». Ils font preuve généralement d'un optimisme spontané mais trompeur. Les responsables des mégaprojets sont confortés dans cette démarche par des économistes, certains réputés, comme Albert O. Hirschman (1915-2012) de l'Université de Columbia et d'Harvard. C'est ainsi qu'Hirschman écrit que la planification est une perte de temps et qu'il faut privilégier la créativité, dont il enseigne qu'elle est capable de résoudre tous les problèmes au fur et à mesure de leur apparition. Hirschman ajoute que la planification, par ses contraintes handicape la créativité, qui en démocratie, doit être libre ²¹

Dans le cas des mégaprojets, où la part d'inconnu est gigantesque, l'observation sur le terrain des 16 000 mégaprojets de Flyvbjerg donne une réponse sans ambiguïté : le début prématuré des chantiers conduit à la catastrophe.

Il mène directement au chemin de croix classique avec retards et surcoûts, pouvant entraîner des factures de plusieurs fois le devis initial. Il s'agit même de la cause principale des désastres, y compris pour le nucléaire. Mais la créativité doit avoir sa place.

La planification préalable minutieuse est la solution à condition qu'elle comporte un dispositif permettant une amélioration continue par paliers. Toute proposition d'innovation sera recueillie. Une sélection sera faite par l'expérimentation (simulation) ou l'expérience.

L'alarme !

L'observation montre qu'un grand projet ou mégaprojet, lorsqu'il dérive, dérive toujours dès le début. Ce signal est grave. Un surcoût et/ou un retard dès le début des travaux annonce le chemin de croix classique décrit ci-dessus. Le pilotage du mégaprojet doit être revu. L'expérience montre qu'il est très difficile de réparer les dégâts causés par un design déficient. La Cour des Comptes a écrit que « jusqu'en 2015, le projet n'a pas été piloté par une véritable équipe projet » ²². Des conséquences ont existé pendant toute la durée des travaux.

Il n'y a aucune fatalité à ce que les « mégaprojets » dont notre société est friande présentent des dérives de coûts et de délais. Certes les méthodes à appliquer pour les réussir heurtent notre processus habituel de prises de décision, comme l'a montré Daniel Kahneman, prix Nobel en 2002 : « Le système d'exploitation par défaut de la prise de décision humaine » est de descendre immédiatement dans l'arène pour s'attaquer aux « vrais » problèmes . Les milliers de mégaprojets de la base de données de Flyvbjerg confirment parfaitement les découvertes de Kahneman. Descendre trop tôt dans l'arène est un saut dans le vide, qui sauf miracle, se termine mal. Il existe un signe d'un début de chantier prématuré : des dérives de coût et/ou de délais dès le début.

« Penser lentement et agir vite ».

Les projets nucléaires sont des mégaprojets. Ils correspondent très exactement à la définition des mégaprojets. Aéroport Willy Brandt de Berlin, EPR de Flamanville : même combat.

²¹ Il existe un « Centre Albert Hirschman sur la Démocratie » au sein de l'Institut des Hautes Etudes Internationales et du Développement (HEID) de Genève. Fervent démocrate, Hirschman s'opposa au régime de Vichy et dut s'enfuir aux Etats-Unis.

²² « La filière EPR »-Cour des Comptes-Juillet 2020-Synthèse-p.8 Le chantier a commencé en décembre 2007(AIEA)

Conclusion

La maîtrise des chantiers nucléaires

Voilà que les Chinois construisent des réacteurs deux à trois fois moins chers que les Occidentaux. Comme raison on avance volontiers des aides publiques. Mais cela n'explique pas que les chantiers soient exceptionnellement courts : autour de cinq ans. La World Nuclear Association écrit que les réacteurs cités, les Hualong One, sont « d'une certaine ascendance française ». Leurs ancêtres sont les réacteurs de Gravelines du Programme Messmer. Eux aussi étaient bien moins chers que leurs concurrents. Des aides publiques également? Mais cela n'explique pas non plus pourquoi la durée des chantiers étaient aussi de cinq ans.

La technologie nucléaire française, par Framatome, n'a rien à envier à la chinoise. La sûreté des réacteurs chinois n'a rien à envier à leurs homologues français. Notre étude montre que le Programme Messmer a révolutionné la gestion des grands projets nucléaires, que les Chinois s'en sont inspirés et ont perfectionné notre nouvelle stratégie industrielle. Ce qui est inattendu est que des recherches récentes établissent que les grands projets nucléaires sont un sous-domaine de grands projets de toute nature nommés « mégaprojets ». Nous savons maintenant qu'une gestion appropriée de ces « mégaprojets » baisse drastiquement les prix et conduit à des chantiers très courts. Les principes de cette gestion « appropriée » se retrouvent dans les Programmes Messmer et Hualong One, ce qui confirme qu'ils sont des « mégaprojets ».

Récemment, Bernard Fontana, patron d'EDF, a insisté sur « l'efficacité de l'industrie nucléaire chinoise »²³. Certes les autorisations administratives en Chine sont plus rapides. Mais l'efficacité chinoise a d'autres raisons et les Chinois sont prêts à aider les Français dans ce domaine. « L'aide que les Chinois nous apportent est méthodologique et ils le font avec plaisir. Cela ne crée pas une dépendance »²³. EDF a donc décidé d'observer et de s'inspirer des méthodes de l'industrie nucléaire chinoise, volontiers considérée comme « référence mondiale ». C'est un excellent moyen pour mettre en œuvre la gestion optimum d'un projet nucléaire, dont les principes viennent du Programme Messmer, mais adaptée à notre époque. Il faut noter, qu'entre autres, Framatome, présent en Chine apporte son savoir-faire à la réalisation des Hualong One¹¹. Ses ingénieurs sont bien placés pour observer la gestion du Programme correspondant. Les Chinois l'acceptent volontiers car ce sont des échanges gagnant-gagnant qui existent depuis longtemps entre les industries des deux pays. Il n'y a pas de dépendance. « Les enjeux sont à notre portée et il faut aller les chercher »²³.

Dans le domaine industriel, la bureaucratie chinoise est bien moins tatillonne qu'en Occident. Ceci étant posé, l'industrie chinoise sait gérer les « mégaprojets » et cela lui donne, dans tous les domaines, un avantage décisif, comme l'ont noté Patrick Pouyanné (patron de Total) et Bernard Fontana (patron d'EDF)²³. EDF a commencé, à partir d'observations et d'échanges avec la Chine, à faire évoluer, entre autres, la maîtrise d'œuvre du Nouveau Programme Nucléaire. Des décisions ont été prises.

La maîtrise de la durée des chantiers, donc une réduction drastique des coûts est en vue. L'un des deux derniers obstacles à une pleine réussite du Nouveau Programme Nucléaire va disparaître.

Reste un dernier obstacle : la question de l'adaptation des règles de concurrence aux investissements à long terme du nucléaire. Cela fera l'objet de notre prochaine Lettre.

²³ Cf. Rencontres économiques d'Aix-en-Provence-AFP-4 juillet 2026