

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 Taccoen

Rédactrice en chef: Emma Legrand

Lettre n°133– 15 septembre 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 : les derniers obstacles

(Première partie : les chantiers nucléaires EDF)

Bernard Fontana a refondé Framatome, l'entreprise qui construit la partie nucléaire des centrales utilisant cette énergie. Il lui a rendu son nom, sa rentabilité et sa place, parmi les premières au monde dans sa spécialité. Cela permet aujourd'hui la reconstitution du socle de l'industrie nucléaire française, et en particulier de la supply chain du Nouveau Programme Nucléaire, pour un coût modique. Opération bien avancée qui permet d'être optimiste pour l'avenir de ce Programme . Il reste à maîtriser les chantiers nucléaires, en baissant drastiquement leurs coûts et durées. Les Anciens du Programme Messmer savaient le faire et les ingénieurs chinois actuels aussi, tout en précisant que ce sont les Français qui leur ont appris. En fait les projets nucléaires appartiennent au domaine des « mégaprojets » définis comme « complexes, demandant l'apport d'une foule d'entreprises, chers et s'étendant sur des années tout en impactant la vie de millions de personnes ». Or aujourd'hui nous connaissons les méthodes pour maîtriser et réduire les coûts de ces « mégaprojets ». Elles sont similaires dans le programme Messmer et en Chine aujourd'hui, mais adaptées à des contextes différents.

EDF a décidé d'observer les méthodes chinoises et de s'en inspirer tout en se souvenant du Programme Messmer. Des premières décisions importantes ont été prises. EDF sera en mesure de maîtriser et de réduire progressivement les coûts des six premiers réacteurs prévus en respectant ses engagements. ***Ce faisant, EDF aura levé le dernier obstacle de son ressort à la réussite du Nouveau Programme Nucléaire***

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 spécifiques : cuves, turbines, contrôle commande, robinetterie, 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'activités 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. Ce socle remarquable de notre industrie nucléaire a été reconstruit 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. Framatome et Arabelle Solutions, entreprises clefs pour la construction de réacteurs, au top niveau mondial, décrochent des contrats partout sur la planète.

Il reste pour réussir pleinement le Nouveau Programme Nucléaire, à lever deux derniers obstacles :

- 1. Maîtriser et diminuer les coûts, et pour cela réduire la durée des chantiers nucléaires.*
- 2. 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 démontré, en son temps, Marcel Boiteux.*

Cette Lettre est consacrée au coût des chantiers nucléaires . Elle complète la Lettre du 10 février 2026 sur le même sujet: <https://www.geopolitique-electricite.fr/documents/ene-354.pdf>

Son contexte :

-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 mal maîtrisés, de l'ordre de 10 000 à 15 000 euros le kWe installé et de longues et incertaines durées de chantier. Des dérives sont aussi 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 en fin d'année . **EDF s'est engagée par un devis qui implique des chantiers maîtrisés avec des coûts et des durées de travaux notablement inférieurs à ceux cités plus haut.**

La méthode : deux pistes se sont révélées convergentes :

-Ont été étudiés des exemples où coûts et délais des chantiers nucléaires ont été maîtrisés et réduits. Le critère de choix de ces chantiers a été leur durée, préférable aux coûts, car mieux définie et mesurée. Cela a mené à sélectionner des ensembles de réacteurs issus des Programmes Messmer et Hualong One (Chine). Les Chinois indiquent que leur gestion des chantiers nucléaires tire son origine de celle du Programme Messmer.

-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 montré que des méthodes de gestion permettent la maîtrise et la réduction des coûts et des durées de réalisation. 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.**

EDF a choisi de retrouver sa maîtrise des chantiers nucléaires et de ses capacités d'architecte industriel par ce qui est apparu comme la meilleure méthode possible : l'observation des méthodes de gestion chinoise, elles-mêmes inspirées du Programme Messmer et confortées par la nouvelle science des mégaprojets. Ainsi EDF lèvera l'obstacle des coûts et délais des chantiers nucléaires, le dernier de son ressort.

I) Le Programme Messmer, cet inconnu.

Felix Torres, pionnier de l'histoire des entreprises a regretté que « la filière nucléaire ...ne s'est guère penchée sur son passé et n'a guère goûté l'analyse rétrospective ». Ainsi l'histoire du « grand programme nucléaire de 1974 à 1983 » qui « brille d'un éclat particulier... se résume généralement à une série de décisions politico-administratives et d'évolutions techniques »¹. Le Programme Messmer cet inconnu. Aujourd'hui une analyse rétrospective profonde s'impose car elle contribue à comprendre la maîtrise des chantiers nucléaires.

1946 : EDF-Equipement, 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'Equipement 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'Equipement, 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 les 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 obtenir ce résultat, les centrales thermiques furent construites en série par paliers successifs intégrant chacun les innovations proposées et sélectionnées lors du palier précédent. Leur construction en série permit une standardisation poussée et fournit une expérience de la détection et du traitement des défauts génériques. Les centrales hydrauliques obligèrent à un « apprentissage à la dure »⁴ 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.

Une « démocratie technique ».²

Les Directeurs de l'Equipement EDF furent souvent « dirigistes », comme Michel Hug pour le Programme Messmer³. La complexité des projets l'imposait. Cependant, un Rapport syndical récent faisant des propositions pour améliorer la situation actuelle rappelle que « **La Direction de l'Equipement fut une démocratie technique. Elle ignorait les barrières hiérarchiques ...c'était un creuset permanent d'idées** »². Chacun avait la conviction de pouvoir contribuer aux grands projets en cours. Il est indéniable que des relations directes et confiantes entre les équipes du terrain et la direction jouèrent un rôle éminent dans la réussite des projets d'EDF, y compris le Programme Messmer : gains de temps, travail de qualité, vague d'innovations.

1969-1970 : l'arrivée du nucléaire.

Pierre Massé revint à EDF comme Président de 1965 à 1969. Sous sa présidence Marcel Boiteux fut nommé Directeur Général (1967). Il devait rester patron de l'entreprise durant vingt ans. Le nucléaire arriva au début de cette époque. 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 alors de nombreux réacteurs, aux Etats-Unis et ailleurs (par exemple en 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 exactement ce qui se passa.

¹ « Le système nucléaire français des années 1950 à nos jours... » Felix Torres-Revue de l'Energie-N°634-Nov.-dec 2016

²Institut d'Histoire Sociale Mines-Energie[CGT]-« Une Direction de l'Equipement à EDF »-Jean Barra-Mai 2026- Cf. ihsme@fnme-cgt.fr)

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 »³. Boiteux , trop modeste, oublie, entre autres, l'exploit d'avoir obtenu le feu vert pour l'utilisation d'une licence américaine. La nomination de Hug à la tête de cette Direction en faisait le patron du Programme Messmer. Il venait de mener la construction du Barrage de Sainte Croix du Verdon, prouvant qu'il maîtrisait la construction d'un grand ouvrage complexe, bref un « mégaprojet » avant la lettre. Ce barrage faisait plus que produire de l'électricité. Il sécurisait 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 aussitôt 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.

Michel Hug a déposé en 2009 à l'Académie de Technologie un mémoire décrivant la stratégie industrielle nouvelle qu'il appliqua⁴. Ce qui est écrit ici a pour but de montrer l'importance de cette stratégie, qui marqua une étape mondiale dans le développement de la production d'électricité nucléaire.

L'exemple de la série des centrales thermiques de 250 MWe (37 au total) est décrit comme très « pédagogique »⁴. 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 »⁴ (qui compléta au sein d'EDF l'œuvre de Pierre Massé) .La construction en série permit une standardisation des composants poussée vigoureusement par l'importance du Programme Messmer.

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 »⁴. 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 leur attelage fut une réussite.

Michel Hug a-t-il dans sa gestion du Programme Messmer utilisé simplement des méthodes déjà connues ?

Par une construction en série par paliers ? Par la promotion et la sélection des innovations ? Par le rapprochement bureaux d'études-chantiers ? Par une « démocratie technique » ? 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. Un tel programme nucléaire demande l'apport de milliers d'entreprises sur « huit niveaux de sous-traitance ». Comment optimiser le travail de l'ensemble ?

« Il y a d'abord un principe selon lequel un optimum global n'est jamais la somme d'optimums locaux ». Ce qui s'observe pour les organes de tout être vivant. Hug décida pour réaliser l'optimisation globale, des délégations d'ensembliser aux grands sous-traitants et d'abord à Framatome, à une condition : *la transparence totale* afin de permettre une harmonisation générale. Les détails dans son mémoire.⁴

1981 -L'année charnière-Vers une nouvelle industrie nationale du nucléaire civil

Dès la fin des années 1970 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-

³Marcel Boiteux dans son ouvrage « Haute tension »-Ed. Odile Jacob.(1993)

⁴ « Un siècle d'énergie nucléaire »-Académie de Technologie-Michel Hug -Janvier 2009.

mêmes. Cela fut confirmé par la suite par des études précises : la différence des coûts était conséquente et pouvait aller d'un à deux ou trois^{5,6}. Les durées de chantiers étaient « étonnamment » courtes⁵, s'abaissant jusqu'à cinq ans. Les Français, essentiellement Framatome, 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. A l'époque ce fut considéré comme « un pas important vers l'indépendance nationale de la France dans le nucléaire civil »⁷. La stratégie de Marcel Boiteux, héritée des temps difficiles de l'après-guerre annonçait sa réussite. 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. « La filière française obtiendra son indépendance totale quelques années plus tard avec le palier N4 (réacteurs de Chooz et Civaux »⁴. Il y eut une vie après la licence, comme Boiteux l'avait prévu.

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

Rober Schasseur, à cette époque, représentait en France Westinghouse. D'un abord un peu rude, il était l'un des meilleurs experts du nucléaire mondial. Il saisit immédiatement la réussite historique du Programme Messmer. Il était « grandement séduit par ce qui se passait en France et heureux d'en être bénéficiaire puisqu'il s'agissait de sa technique ... »⁸. Schasseur avait compris qu'en France une nouvelle façon de construire des réacteurs était née, abaissant coûts et délais, et ceci bien avant que les résultats en soient mesurés^{5,6}.

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. Mais il ne fut pas le seul à observer que le Programme Messmer mettait en œuvre une stratégie industrielle nouvelle. André Giraud, l'homme qui avait redressé le CEA après l'échec de sa filière nucléaire, devenu Ministre de l'Industrie, avait également tout compris. Il présenta en Conseil des Ministres le 18 mars 1981 un « Nuclear Technical Cooperation Agreement »⁹, un 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 1981⁷ : Westinghouse, et le gouvernement des Etats-Unis, acceptaient de ne mettre aucun obstacle à l'exportation des réacteurs de 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 ?

La Chine s'éveille à l'énergie nucléaire

Un ministre chinois, Li Peng, s'était également aperçu que les Français construisaient leurs réacteurs bien mieux qu'ailleurs, tout en innovant remarquablement. Il vint à Paris, décidé à faire construire en Chine deux réacteurs suivant les méthodes françaises¹⁰. Ce fut la construction à Daya Bay, de deux réacteurs proches de ceux de Gravelines (1987-1993). Li Peng, devenu Premier Ministre fut à l'origine du véritable démarrage de l'énergie nucléaire en Chine. Framatome avait obtenu d'exporter librement. La Chine fut le succès le plus éclatant. Mais Li Peng ne voulut pas seulement profiter de la remarquable technologie de Framatome, il exigea aussi que les méthodes de l'architecte industriel, la Direction de l'Équipement EDF soient utilisées à Daya Bay¹⁰.

Le Programme Messmer s'appuie sur une nouvelle stratégie industrielle basée sur la construction en série par paliers intégrant progressivement des innovations facilitées par une ambiance de « démocratie technique ». Apparaît une forte standardisation et une optimisation des apports de la supply chain. Les résultats, spectaculaires, sont la maîtrise des chantiers nucléaires avec une réduction drastique des coûts et délais et la reconstruction d'une industrie nucléaire française indépendante. L'année 1981 fut décisive.

⁵ « The costs of the French nuclear scale up... »-Arnulf Gruber -Energy Policy, 38(2020)pp.5174-5188

⁶ « Histoire du Programme nucléaire français »-Dominique Finon et Carine Staropoli -IEPE-2000

⁷ Le Monde, 24 janvier 1981 « Framatome met fin à son accord de licence avec Westinghouse »

⁸ 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 »

⁹ Texte non accessible au public avant 2031-On se rapportera au « Rapport sur l'aval du cycle nucléaire »-Christian Bataille et Robert Galley-Assemblée Nationale-Tome II-§C Cf. <https://www.assemblee-nationale.fr/rap-pecst/nucleaire/r1359-05.asp>

¹⁰ « La collaboration nucléaire franco-chinoise, un modèle de développement partagé »-Felix Torres-Revue de l'Energie Mars 2015

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. Mais ceci réalisé, la collaboration franco-chinoise ne cessa pas. Les Français, comme les Américains avec Robert Schausser, continuèrent une collaboration fructueuse avec les Chinois, voulue des deux côtés et décrite par l'historien Félix Torres¹⁰. Le 2 septembre 2014, les World Nuclear News annoncèrent l'arrivée du Hualong One : « le nouveau bébé nucléaire chinois est né ...il est d'une certaine ascendance française »¹¹.

Les ancêtres étaient les réacteurs de Gravelines. La coopération reprit de plus belle et ne se limita pas aux EPR construits en commun à Taishan mais conduisit aussi à un mégaprojet nucléaire sino-franco-britannique¹⁶. Les Chinois utilisent la stratégie industrielle française du Programme Messmer en la modernisant. Ils construisent les réacteurs en série et par paliers intégrant les innovations. La série permet une standardisation poussée. L'optimisation de l'ensemble industriel composant la supply chain est organisée. 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)¹⁴. Le Hualong 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 »¹⁴. On peut ajouter : si ces délais sont tenus, les coûts annoncés ont toutes chances d'être respectés. Ils sont très bas. 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 mois¹². On peut escompter qu'en Chine, les futurs Hualong One seront raccordés au réseau en pratiquement cinq ans...comme à Gravelines (Programme Messmer). La maîtrise des chantiers est acquise ou en passe de l'être. Elle entraîne celle des coûts, très bas. Les deux plus grandes entreprises locales de construction de réacteurs, China National Nuclear Corporation (CNNC) et China General Nuclear Power Group (CGN) ont chacune leur modèle de Hualong One. On se rapportera à une étude d'un ingénieur de Framatome pour la description de leurs quelques différences¹³. Les Hualong One correspondent aujourd'hui au plus important programme mondial. « 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... »¹⁴CNNC et CGN ont constitué une chaîne d'approvisionnement industrielle complète employant 200 000 personnes, composée de près de 6000 entreprises dont 85% sont chinoises^{14,15}. Les innovations ajoutées à l'importance exceptionnelle du Programme Hualong One avec le retour d'expérience déjà accumulé et qui augmentera encore conforteront la maîtrise des délais, donc des coûts.

En partant de l'expérience du Programme Messmer l'industrie nucléaire chinoise a mis au point une version chinoise adaptée au XXI^{ème} siècle de la maîtrise des projets nucléaires, avec les mêmes résultats spectaculaires de chantiers courts et de coûts nettement plus bas qu'ailleurs. Le fait que les Chinois aient décidé de voler de leurs propres ailes, n'a pas stoppé la collaboration franco-chinoise. Le mégaprojet nucléaire sino-franco-britannique a été arrêté pour des raisons politiques par la France et le Royaume Uni.¹⁶

¹¹ World Nuclear News-« China's new nuclear baby »-2 sept. 2014

¹² Agence Internationale de l'Energie Atomique-Base de données PRIS

¹³ Jean Luc Jacoud- « Hualong- One, le réacteur chinois de troisième génération »-RGN n°2(2021)

¹⁴ Voir un texte officiel intitulé « Données opérationnelles...Hualong One » diffusé via Baidu.

¹⁵ Notre champion national, Framatome a réussi à être sous-traitant des Hualong One.

¹⁶ Vincent de Rivaz, CEO d'EDF Energy, filiale anglaise d'EDF, parvint à faire conclure un accord sino-anglo-français prévoyant la construction d'EPR et de Hualong One sur des sites britanniques d'EDF(2016). Il en reste une participation réduite chinoise à Hinkley Point.

III) La science des mégaprojets. Des avancées remarquables

Les projets nucléaires ne sont pas les seuls à connaître des déboires. Les chantiers de Flamanville et de l'aéroport Willy Brandt de Berlin ont connu, parallèlement, des chemins de croix fort semblables. *A priori*, aucun rapport, sauf que ce sont tous deux des « mégaprojets » définis de la façon suivante :

« 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 »¹⁷.

Notre civilisation aime les 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...) etc¹⁹. Ils ont une réputation : par leur complexité, il ne serait pas possible de gérer leurs coûts et délais. Les dérapages sont innombrables. Il est probable que l'un des plus connus est celui du « California High-Speed Rail », une sorte de RER devant desservir Los Angeles, San Francisco et la Silicone Valley estimé à 33 milliards de \$ au départ(2008) et parvenu à 126 milliards de \$ en 2026. Notons que les dérives ne sont pas terminées, car les travaux ne le sont pas (et de loin !). 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, 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 ?)¹⁸des chercheurs se sont décidés à s'attaquer au problème : maîtriser (et réduire) coûts et délais . Après avoir défini les « mégaprojets » (voir plus haut) ils les ont étudiés en détail sur le terrain. Citons, entre autres :

-En 2019, **Christophe Midler**, dans la Jaune et la Rouge¹⁷ 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 »¹⁹. 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 statistique pertinente, même si la base de données comporte encore des lacunes. Flyvbjerg continue à la compléter. D'ores et déjà, elle a permis de dégager quelques faits importants :

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

-Néanmoins, une petite minorité respecte coûts et délais de annoncés au départ.

-A partir de cette minorité, on constate que c'est la gestion d'un mégaprojet qui fait ou non sa réussite.

-Il est possible de caractériser cette gestion. Il y a bien des « facteurs de réussite » comme l'avait écrit Christophe Midler¹⁷ . Dans le cas du nucléaire, Flyvbjerg constate : « le nucléaire n'est pas le problème, c'est la façon dont il est mené qui l'est »¹⁹.

¹⁷ Christophe Midler-La Jaune et la Rouge-N°745-Mai 2019-« Les mégaprojets , de la fatalité au renouveau »-

¹⁸ Bent Flyvbjerg- « What you should know about megaprojects and why »-Abstract-Feb.2014-Univ.of Oxford.

¹⁹ Bent Flyvbjerg-« How big things are done »-Ed.Currency-2023-Ed. française-« Comment les grands projets se réalisent »-Ed.

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.

La gestion réussie d'un mégaprojet.

Un certain nombre d'entreprises françaises savent gérer des mégaprojets. Il s'agit souvent de constructions en série d'un modèle complexe. Ce que fait fort bien Dassault pour les avions de chasse, Airbus pour les appareils civils, et Naval Group pour la marine. Pour les centrales électriques, ce fut le cas d'EDF pour ses grands programmes du siècle dernier dont le Programme Messmer. Les entreprises compétentes sont moins nombreuses lorsque leur domaine permet difficilement la construction en série. Citons Technip Energies.

Voici les principaux résultats des études actuelles, principalement celle de Bent Flyvbjerg¹⁹ :

1. 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 dispose ou constitue une équipe dont les compétences techniques sont de nature à pouvoir parler d'égal à égal avec les entreprises sous-traitantes. Cela est indispensable pour légitimer l'autorité du maître d'œuvre. Car celui-ci doit disposer d'autorité pour mener un projet complexe où des prises de décisions rapides sur le terrain sont nécessaires. La maîtrise d'œuvre ne sera pas uniquement technique car un mégaprojet se réalise dans un contexte politique et sociologique donné. Elle comprendra des négociateurs et des personnalités capables d'en expliquer, à tous les niveaux de la société, l'intérêt pour la collectivité.

La maîtrise d'œuvre doit adhérer au mégaprojet avec conviction. Le mégaprojet devient alors «son mégaprojet». Pour le réussir, elle fonctionnera comme «une équipe unie et déterminée» (Bent Flyvbjerg).

Telle fut la Direction de l'Équipement EDF: un patron «dirigiste» mais une «démocratie technique... nous avions le sentiment exaltant de travailler pour la reconstruction du pays».²

2. Penser lentement par une planification favorisant l'innovation.

Par nature, un mégaprojet comporte un contexte comportant une large part d'inconnu et d'événements imprévisibles. Le fond du problème est de 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. Il coûta aux Alliés 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, particulière, ***capable de remédier aux aléas inévitables par la créativité, des idées nouvelles, bref des innovations.***

-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»¹⁹. L'ensemble de ce travail doit être accompagné d'une recherche de données provenant des mégaprojets ayant au moins quelques similitudes, même mineures. 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 car les erreurs y coûtent bien moins cher que durant le chantier. Des logiciels de conception ont été développés comme CATIA par Dassault Aviation. L'architecte Frank Gehry l'a utilisé pour la construction du Musée Guggenheim de Bilbao¹⁹, mégaprojet a priori bien différent d'un avion de chasse. Les mégaprojets forment bien un domaine spécifique, ***quelle que soit leur technologie***. C'est la manière dont ils sont gérés qui est la clef de leur réussite.

3. Agir vite par des chantiers les plus courts possibles.

Supposons que le design définitif et fiable soit réalisé. Pas un clou ne sera planté qui n'ait été prévu (caricature détestable et fautive mais l'image est bonne). Reste toujours des détails imprévus ou oubliés. 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 contenir pour perturber 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.**

4. Commencer vite, une idée fausse.

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 (Prix Nobel 2002) l'a expliqué. Il 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. Comment sont prises les décisions humaines 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 auxquels 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 »²⁰.

La planification leur semble une étape sans grand intérêt qui retarde la réalisation du mégaprojet.

Convaincus qu'il faut descendre sans tarder dans l'arène, ils démarrent les travaux avant que le design soit achevé, pressés de s'attaquer aux « vrais problèmes ». Ils font preuve généralement d'un optimisme spontané qui les perdra. Certains économistes réputés, comme Albert O. Hirschman (1915-2012) les approuvent. Hirschman a 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 libre²¹

Dans le cas des mégaprojets, où la part d'inconnu est gigantesque, l'observation des 16 000 mégaprojets de Flyvbjerg donne une réponse claire : le début prématuré des chantiers toujours conduit aux dérives. Il mène au chemin de croix classique avec retards et surcoûts sans fin, pouvant entraîner des factures de plusieurs fois le devis initial. Il s'agit de la cause principale des désastres, y compris pour le nucléaire. ***La créativité doit avoir une place majeure, mais elle doit se déployer dans le cadre protecteur d'une planification.***

Lorsque la construction en série est possible (par exemple pour le nucléaire) la créativité permettra une amélioration continue par paliers. Malgré Hirschman, la Direction de l'Équipement EDF, fut une « démocratie technique » promouvant une créativité remarquable tout en mettant en œuvre une planification stricte. (Cf.p.5)

5. Les dérives, signes d'un design déficient, apparaissent toujours dès le début des chantiers.

L'observation montre qu'un mégaprojet, lorsqu'il dérive, dérive toujours dès le début des chantiers. Un surcoût et/ou un retard dès le début des travaux annonce le chemin de croix classique des dérives sans fin. Le pilotage du mégaprojet doit être revu. Les dégâts causés par un design déficient sont hors de prix.

Les programmes nucléaires sont des mégaprojets. Ils doivent donc être dirigés par un responsable unique disposant d'une « équipe unie et déterminée ». Les relations à l'intérieur de l'équipe seront sans barrières et sans tabous. Une démocratie technique régulée. La première étape de tout mégaprojet doit être une planification obtenue par itération qui prendra tout le temps nécessaire pour réduire la part d'inconnu permettant ainsi des durées des chantiers les plus courtes. On s'appuiera sur des précédents réussis et sur une créativité sélectionnée pour dominer tout aléas. Le Programme Messmer a respecté ces principes.

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

²¹ Professeur à Harvard, il laisse 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.

Conclusion

Les chantiers nucléaires : comment les Chinois font-ils ?

La coopération sino-française : une longue histoire d'un modèle de développement partagé

Les Chinois construisent les réacteurs vite , fort bien, et pour des coûts remarquablement bas. De multiples explications ont été proposées . L'une d'elles est fournie par les Chinois eux-mêmes. A des ingénieurs EDF qui les interrogeaient, ils ont répondu « nous faisons comme vous nous avez appris ». D'où l'idée de leur demander : « rappelez-nous ce que nous vous avons appris »²². (On a fourni p.6 un éclairage historique).

EDF a ainsi choisi d'observer et de s'inspirer des réalisations actuelles de l'industrie nucléaire chinoise, considérée comme la « référence mondiale ». Des ingénieurs français sont envoyés sur place, d'autres y travaillent. Cela se passe fort bien. Bernard Fontana, PDG d'EDF résume : « L'aide que les Chinois nous apportent est méthodologique et ils le font avec plaisir »²³. Le Groupe EDF est respecté et bien considéré là-bas. En particulier Framatome est présent et participe, entre autres, à des composants des Hualong One¹³. Depuis quarante ans la coopération franco-chinoise dans l'énergie nucléaire est « un modèle de développement partagé »¹⁰. En conséquence, « l'aide méthodologique » chinoise « ne crée en rien une dépendance »²³.

La méthode chinoise comporte une **organisation claire**²², issue de celle du Programme Messmer, mais adaptée au contexte technique de notre époque. En conséquence, EDF a pris **la décision capitale** d'étendre le champ de la maîtrise d'œuvre en regroupant Edvance, l'ingénierie de l'îlot nucléaire, la supply chain et la construction proprement dite. Il s'agit d'une véritable équipe de pilotage , une maîtrise d'œuvre complète semblable à celle du Programme Messmer, avec un dispositif permettant le passage aisé des responsabilités du constructeur à l'exploitant²², comme en Chine, ce que Michel Hug déplora de ne pas avoir obtenu à un niveau suffisant pour le Programme Messmer⁴. Le début du premier chantier nucléaire proprement dit ayant été repoussé début 2029, cette maîtrise d'œuvre a le temps de s'organiser et de terminer un design convenable des EPR2.

EDF et Technip Energies ont créé un partenariat pour la gestion du Nouveau Programme Nucléaire. Mais il ne sera pas exclusif. Car la caractéristique incontournable d'un programme de réacteurs n'est pas liée au domaine de l'énergie, mais consiste à construire des réacteurs **en séries avec paliers** intégrant des innovations. L'apport de Technip Energies sera réel et le bienvenu mais :

La meilleure méthode pour réussir un grand projet complexe est de s'inspirer du succès d'un projet similaire qui a déminé le terrain. Ici la similitude inclut obligatoirement la construction en série par paliers. S'inspirer du Programme Hualong One lui-même issu du Programme Messmer, est une voie efficace et sûre.

Les avancées récentes de la nouvelle science des mégaprojets et les Programmes Messmer et Hualong One confirment qu'une maîtrise d'œuvre compétente érigée en **autorité unique** réduit considérablement coûts et délais. Les objectifs de durées de chantiers de 88 mois (Penly), 78 mois (Gravelines), 72 mois (Bugey) et une réduction de 30% des coûts entre première et troisième phases²² devraient être aisément atteints, ainsi qu'une première mise en service en 2038. D'autant plus que se répand dans l'industrie nucléaire, et singulièrement dans le Groupe EDF, la conviction de participer au Chantier du Siècle indispensable au pays. Une organisation comprenant une « démocratie technique »² est en vue ! Un facteur de réussite.

EDF est en mesure de lever le dernier obstacle de son ressort : le coût trop élevé des chantiers.

Il sera ensuite possible que la durée des chantiers des 8 réacteurs en option suivants soit de cinq ans, preuve qu'une industrie nucléaire nationale parmi les meilleures au monde aura été reconstruite.

²² « Le chantier du siècle » par Bernard Fontana-PNC (Patrimoine Nucléaire et Climat) Webinaire du 11 juin 2026

²³ « Transition énergétique : les patrons d'EDF et de Total Energies appellent à travailler avec les Chinois »- AFP-4 juillet 2026