

Le système nucléaire français des années 1950 à nos jours, acteurs et structures. Une mise en perspective

Félix Torres

Au fil des ans, le nucléaire civil français, lancé il y a plus de soixante ans n'aura cessé d'évoluer, dans ses grandes composantes (État, CEA/Cogema, EDF, industrie, autorité de sûreté...) comme dans le rôle respectif de ses différents acteurs. Plus qu'une filière, un complexe industriel inédit s'est ainsi constitué, un système hybride d'organisation à la fois public (de façon majoritaire) et privé, monopolistique en France, en concurrence à l'extérieur. Après la parenthèse Areva, le modèle qui a fait la réussite du programme nucléaire des années 1970 autour de la notion d'architecte ensemblier est aujourd'hui en partie reconstitué autour d'EDF qui associe le désormais le triple rôle d'architecte industriel, industriel et exploitant. Le devenir du système nucléaire français reste plus que jamais ouvert, tant dans l'Hexagone que dans la conquête de positions sur un marché mondial en expansion, à appréhender comme telles plutôt que comme simple prolongement du marché national.

La filière nucléaire française, la troisième de l'économie nationale, au deuxième rang de l'énergie nucléaire mondiale ne s'est guère penchée sur son passé ni n'a guère goûté l'analyse rétrospective. Si les grandes lignes de son parcours sont connues¹ et si des récits historiques généraux ou partiels existent déjà², ils sont sans proportion avec des secteurs comme l'aéronautique ou l'automobile, certes plus « grand public » ou l'arme nucléaire, bien plus prestigieuse en termes de puissance nationale et de relations internationales³. Même si le parcours de « la bombe » française recoupe en grande partie celui de la filière civile de production d'électricité jusqu'à la seconde partie des années 1960, quand la mise en service de l'usine militaire d'uranium enrichi de Pierrelatte en 1967 lève l'exclusivité du recours à l'uranium naturel.

La plupart des historiques existants se résument à des synthèses chronologiques et événementielles (souvent résumées par la formule « l'aventure de »), l'essentiel de la

littérature existant sur le nucléaire civil se partageant entre des récits techniques sur l'énergie nucléaire (perspectives scientifiques des recherches en matière atomique, politique française de l'énergie, différentes filières techniques en lice, cycle du combustible, dossiers de la sûreté nucléaire et des déchets, etc.), les rapports publics et états des lieux réguliers qui émaillent – et contribuent à orienter – le parcours de la filière ; et la série des plaidoyers « pour » ou « contre » l'énergie nucléaire dans le cadre de la contestation de celle-ci par la sensibilité écologique et de sa valorisation – ou non – comme énergie non carbonée.

Polarisée autour du binôme technique/environnement, l'histoire du nucléaire reste construite autour d'une dimension linéaire, celle d'une progression destinée à se poursuivre (quand on lui est favorable) ou à s'interrompre (dans le cas inverse).

Une partie de cette histoire brille d'un éclat particulier, celui du grand programme nucléaire de 1974 à 1983, qui a fourni l'essentiel du parc

français actuel, mais dont la prolongation du fonctionnement et la rénovation des outils de production donne lieu à des débats se projetant rétrospectivement sur sa genèse : réussite voire pour certains, en France et à l'étranger, un modèle ? ; programme surdimensionné et désormais obsolète ? Le déroulement de celui-ci a été le plus souvent réduit à une série de décisions politico-administratives (technocratiques disent ses pourfendeurs) et à des évolutions techniques successives, d'une filière technique à une autre (de la filière à uranium naturel graphite gaz – UNGG – aux réacteurs à eau pressurisée PWR, les derniers formant une lignée de réacteurs (des premiers paliers CP1 et CP2 de 900 MW du programme nucléaire aux EPR et Atmea 1 actuels) toujours plus performante, à la mesure de l'excellence technique française.

Le système nucléaire français plutôt que la filière nucléaire française

Il s'agira plutôt ici d'appréhender le nucléaire français comme un système, un ensemble dont les grandes composantes ont varié de position au fil des ans et dont les rôles et relations respectifs ont également plus ou moins évolué. C'est questionner la notion de filière, une notion sans équivalent dans le monde anglo-saxon et outre-Rhin, même si elle est couramment utilisée dans la politique industrielle française et notamment pour la filière nucléaire dans son ensemble. Ensemble articulé d'activités économiques intégrées par leurs articulations en termes de marchés, de technologies et de capitaux, une filière, dans son acception rigoureuse est d'abord constituée de tout ou partie de relations techniques et de stades successifs de production allant de la matière première à un produit final⁴. Consacrée lors du volontarisme industriel des 30 Glorieuses, la notion a connu une certaine éclipse puis un regain d'intérêt à l'heure de la mondialisation, des chaînes de valeur étendues et autres *supply-chain*, même si on s'interroge généralement sur le bien-fondé d'une notion floue, statique et qui réduit surtout un secteur économique, au-delà de ses divers modes d'intégration, à l'ensemble de ses processus productifs⁵. Même en y incluant l'« innovation dont la caractéristique majeure est de

bouleverser les relations interindustrielles et donc la structuration des filières » ou la notion territoriale de clusters⁶, l'idée de filière se cantonne dans un cadre technique qui néglige d'autres dimensions essentielles : la stratégie particulière à chaque entreprise participant à une filière, le rapport spécifique que chacune d'entre elles entretient avec leur marché et, partant les dynamiques (quelquefois conflictuelles) de leur relation réciproque au sein d'une même filière, etc.

Cette série de remarques peut être étendue à la notion de « filière » nucléaire et à son évolution depuis les années 1950. Plutôt que de filière, il conviendrait de parler de système nucléaire, un système multipolaire depuis l'origine croisant décisions publiques, facteurs techniques et logiques administratives et privées, dont les composantes et rapports réciproques n'ont cessé de varier au cours du temps, y compris au moment du grand programme nucléaire lancé en 1973-1974. Au début des années 1980, un rapport sur les acquis de l'industrie nucléaire française signalait notamment l'existence d'un « complexe industriel inédit », ne relevant ni d'un « fonctionnement libéral, régulé par le marché », ni d'une simple « économie administrée, soumise uniquement aux décisions réglementaires de l'État », mais plutôt un « modèle hybride d'organisation industrielle : mi-public, mi-privé, monopolistique à l'intérieur de l'Hexagone, concurrentiel à l'extérieur », en bref un exemple d'« économie mixte » à la française⁷. Ce complexe industriel inédit repose, plutôt que sur un simple « trépied », expression couramment employée à l'égard du nucléaire, sur une structure quadripolaire ou pentagonale constituée par :

- l'État et les instances de décision gouvernementales du nucléaire national ;
- le Commissariat à l'Énergie atomique (CEA), exerçant le leadership en matière de recherche et développement, dans le cycle du combustible notamment ;
- Électricité de France (EDF), l'opérateur public, jouant un triple rôle de maître d'ouvrage, de maître d'œuvre et d'exploitant unique des centrales nucléaires ;
- les deux principaux groupes industriels impliqués dans le nucléaire à cette époque : Empain-Schneider avec ses filiales Creusot-Loire

et Framatome fabriquant la quasi-totalité des îlots nucléaires et le groupe CGE - Alsthom-Atlantique, fournisseur de la majeure partie des îlots dits classiques ou conventionnels ;
- enfin une instance de sûreté nucléaire alors en gestation, qui deviendra l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) indépendante du début des années 2000.

Chacune des composantes du « Pentagone nucléaire » français a ses logiques spécifiques, découlant de ses missions initiales, de ses rôles, de la façon dont elle les conçoit et les développe au fil du temps, en soi, par rapport à sa tutelle comme dans les relations entretenues avec les voisins. Une logique de fonctionnement qu'il conviendrait d'appréhender de façon privilégiée selon le binôme canonique stratégie/structure cher à Alfred Chandler, sous l'angle du dernier terme⁸. Que l'on soit le CEA, EDF ou le groupe industriel concerné, la vision des choses change, à commencer par la partie la plus emblématique du nucléaire civil, le réacteur. Pour les équipes du Commissariat, les réacteurs sont des technologies à vocation électrogène au rendement de production électrique relativement faible (33 % à l'heure actuelle pour la Génération II) que doivent améliorer de futures générations techniques (Génération IV) ; les hommes d'EDF parlent de **Centres nucléaires de production électrique (CNPE)**, c'est-à-dire d'outils de production assignés à une mission de performance énergétique dans la durée ; pour l'industriel, le réacteur ou les parties de celui-ci (chaudière, générateurs de vapeur, turbo-alternateurs) sont des produits à vendre sur le marché national et les marchés internationaux. Des différences de point de vue plus ou moins confondues en France (quoique...), mais qui prennent toute leur importance hors des frontières : la technologie française la plus éprouvée du moment (hier le N4, aujourd'hui l'EPR) est-elle le meilleur produit à l'international, pour tel ou tel marché ? L'offre française est-elle seulement d'ordre technique ou doit-elle inclure une part du savoir-faire d'ingénierie et d'exploitation du parc français en fonctionnement ?

Le rôle incontournable de l'État, avec ou sans politique industrielle

Le récit des logiques et décisions publiques en matière d'énergie notamment nucléaire ne saurait être abordé ici. De fait, dans notre pays, l'État a été l'acteur central de l'énergie nucléaire, autour de la volonté de construire (comme dans beaucoup de pays au lendemain de la Deuxième guerre mondiale) un grand programme nucléaire civil, des années 1950 aux années 1970-80⁹. D'où les relations complexes que ses représentants ont entretenu et entretiennent avec les grands acteurs du système nucléaire français, dont ils arbitrent, *nolens volens* pourrait-on dire, l'étendue des compétences, l'orientation des intérêts spécifiques, les délimitations sinon les querelles de territoire. De 1955 à 1982, ce dirigisme éclairé à la française¹⁰ s'est exercé de manière privilégiée au sein de la Commission PEON (pour Production d'électricité d'origine nucléaire) rassemblant hauts fonctionnaires, acteurs du secteur, universitaires, permettant une large concertation interne à la filière, notamment lors du grand programme nucléaire des années 1970. Cet espace de concertation stratégique sera dissous quand s'achève le programme nucléaire ; il fera sans doute défaut lors des années suivantes, laissant pendante la question : quelle stratégie nucléaire civile une fois le programme d'équipement nucléaire national réalisé ? À laquelle chacun des grands acteurs donnera des réponses distinctes et qui varieront au fil de l'évolution des enjeux du secteur. Sans que s'évanouisse jamais le rôle incontournable de l'État qui nationalisera de facto (à rebours de l'éclipse de la notion de politique industrielle et des privatisations conduites dans les années 1980-1990 et au-delà) le secteur industriel nucléaire français privé, au sein de Framatome à partir de 1984 (date du dépôt de bilan de Creusot-Loire), puis d'Areva à partir de 2000, en faisant échouer, quelle que soit la couleur politique des gouvernements en place l'émergence d'un grand champion privé du nucléaire, en l'occurrence Alcatel Alsthom, l'ancienne Compagnie générale d'électricité (CGE).

Des années 1950 à aujourd'hui, le système nucléaire français a connu cinq ou six grandes phases dont il n'est pas indifférent de constater

que deux d'entre elles au moins ont connu des épisodes conflictuels :

- de 1952 à 1970, gestation d'une filière nucléaire civile et querelle de leadership (entre le CEA et EDF) ;
- de 1970 à 1983, la cristallisation du système nucléaire français au moment du grand programme nucléaire ;
- de 1983 à 1999, un système en quête d'équilibre à l'heure de l'achèvement du programme nucléaire ;
- de 2000 à 2010, un duopole conflictuel (Areva et EDF) pour relancer le nucléaire français ;
- depuis 2011-2015 et le démantèlement d'Areva, un système en cours de recomposition dans la perspective de la pérennité du parc nucléaire.

Gestation d'une filière nucléaire civile et querelle de leadership (1952-1970)

Des années 1950 aux années 1960, durant la phase de constitution du système nucléaire français, correspondant à la « génération 0 », celle des piles prototypes Zoé (EL1) de Châtillon, EL2 et EL3 de Saclay, puis G1, G2 et G3 de Marcoule, suivie de la génération 1 des réacteurs à uranium naturel graphite gaz (UNGG) de Chinon, Saint-Laurent-des-Eaux et Bugey et à eau lourde de Brennilis (EL4), le CEA assure, dans la lignée de la mission qui lui a été confiée en 1945 le leadership technique et en partie industriel des premières centrales à construire. Tout en voyant précocement surgir, dès l'instant où la question de la production d'électricité, ce « sous-produit fatal » de la fabrication de plutonium¹¹ est envisagée, un nouveau venu, l'exploitant électrique EDF, né en 1946.

CEA/EDF, deux leaders pour une filière nucléaire nationale

Deux visions de la filière à constituer, deux façons d'envisager les relations avec l'industrie nucléaire naissante vont très vite s'opposer. Le CEA est à la fois soucieux d'affirmer en amont sa prééminence en matière de recherche fondamentale et appliquée et en aval de faire émerger des champions industriels à qui déléguer l'ensemble de la maîtrise d'œuvre nécessaire. Pour

Pierre Taranger, directeur industriel du Commissariat, à l'exception des études fondamentales, de l'avant-projet et de la maîtrise d'ouvrage, qui restent l'apanage du CEA, des groupements industriels recevront la responsabilité des opérations. Pour assurer la coordination des études puis la coordination des travaux, on créera une unité de maîtrise d'œuvre, différente à la fois des bureaux d'ingénieurs conseil utilisés dans le monde anglo-saxon et des structures d'entreprise générale utilisées par les membres d'un groupement, entité qui prend le nom d'« architecte industriel. » Comme l'expliquera Maurice Pascal, le directeur de la Politique industrielle : « L'idée a été de confier à l'industrie tout ce qu'elle était en mesure d'exécuter, que ce soit dans la continuité de ses activités traditionnelles (mécanique, métallurgie, électricité...) ou par la création de secteurs nouveaux d'activité (je pense surtout à la production d'éléments combustibles...). Soucieux de donner à des partenaires industriels une vue d'ensemble des problèmes posés, désireux d'éviter la création d'arsenaux ou de grands bureaux d'engineering appelés à devenir des concurrents des structures existantes, souhaitant avoir à côté de lui une véritable expérience industrielle, le CEA a donc innové avec la méthode dite de l'architecte industriel¹². »

Pour les réacteurs de Marcoule, Pierre Taranger choisit ainsi un « champion » et organise autour de lui un consortium d'entreprises, chacune chargée de concevoir et de réaliser des composants majeurs du réacteur. Le CEA signe un contrat avec le chef de file retenu qui soustrait le programme aux autres entreprises et coordonne en qualité d'architecte industriel l'ensemble du processus de construction et de réalisation des piles. À la fin des années 1950, on compte une dizaine de groupements, dont les deux principaux sont Indatom et G3A (Groupement atomique alsacienne mécanique).

Dans la continuité de son grand programme de construction hydraulique et thermique, EDF souhaite assurer, via sa direction de l'Équipement (qui se voit confier en 1955 la responsabilité de la technologie nucléaire) un double rôle de maître d'ouvrage et maître d'œuvre, garant à ses yeux d'efficacité technique, de connaissance et de contrôle des coûts, de compétitivité

économique dans la production d'électricité, le tout dans un esprit résolu de service public face aux « intérêts privés ». La volonté résolue d'intervention de l'électricien français à partir d'EDF1/Chinon¹ débouche sur un découpage industriel contraire à l'approche de champion industriel du CEA. Comme le résumera Jean Cabanius, directeur de l'Équipement dans les années 1960 et responsable de la construction de Chinon : « L'idée était de découper une centrale un peu comme des rondelles de saucisson. EDF1 a pu donner lieu à mille marchés, mais nous ne connaissions pas bien les éléments d'une centrale nucléaire, donc son prix. Nous voulions tout contrôler pour nous assurer qu'on ne s'éloigne pas du prix réel¹³ ».

Pierre Guillaumat, administrateur du CEA à cette époque et Roger Gaspard, directeur général d'EDF ont signé le 14 mai 1954 un accord général précisant les rôles respectifs des deux organismes en matière de production d'électricité d'origine nucléaire. Conscient qu'« EDF fera mieux que nous des centrales nucléaires [et qu'il faudra qu'à un moment elle] prenne ces commandes en main, Pierre Guillaumat impose cet accord à ses équipes »¹⁴ qui auraient souhaité garder la main sur la partie électrique. Au Commissariat revient la conception des parties proprement nucléaires et des avant-projets d'ensemble ; à l'électricien la maîtrise d'œuvre et l'exploitation. Une première réunion de travail réunit en 1957 les responsables concernés du CEA et d'EDF pour la construction des centrales de la Loire avec à la clé une question : quel sera leur architecte industriel ? Pierre Taranger refuse selon ses termes l'idée d'un « Risley français » (l'entreprise d'engineering britannique), c'est-à-dire d'une structure de conception autonome « clés en mains » au motif qu'un tel rôle revient à l'industrie privé.

Habitué à assurer, de la conception d'une centrale électrique à sa mise en service, toutes les responsabilités d'un architecte industriel, et donc d'opérer les choix techniques afférents, les hommes d'EDF vont de fait endosser un tel rôle. Et se heurter très vite aux hommes et solutions proposées par le CEA, en particulier le choix, sur le modèle des paliers des centrales thermiques d'assurer une montée rapide en puissance basée sur des sauts techniques

successifs, alors que les équipes du CEA préférèrent peaufiner un prototype avant de passer à l'étape suivante. C'est enfin, à partir de 1965, la préférence d'EDF pour la filière à eau légère pressurisée, expérimentée dans la centrale franco-belge des Ardennes de Chooz, à la fois pour des raisons de coût, de fiabilité et d'adossément au parc international de Westinghouse, alors que le CEA, à l'heure du gaullisme en majesté, préfère continuer à jouer envers et contre la carte de la filière « nationale » UNGG.

Une partie du différend entre les deux établissements a été attribué à des conflits de personnes, entre le directeur de l'Équipement d'EDF Jean Cabanius et le directeur des Piles du Commissariat, Jules Horowitz. Ce dernier, l'un des meilleurs physiciens de son époque va souvent empiéter avec ses équipes sur la politique industrielle d'EDF, surtout après la mise au point d'EDF1. La rivalité entre les deux établissements est aussi inscrite dans la contradiction entre les textes qui les régissent, celui du décret du 18 octobre 1945 instituant le CEA et la loi du 8 avril 1946 créant EDF, le premier confiant au Commissariat la responsabilité des réacteurs nucléaires, le second à l'entreprise publique la production électrique. La montée en puissance des tranches de Chinon va consacrer la maîtrise grandissante de l'électricien sur la filière électronucléaire, un recul du contrôle du Commissariat que n'auront de cesse de contester ses responsables, Jules Horowitz en tête. L'ensemble de la filière est la raison d'être du CEA et des 30 000 personnes qu'il emploie à la fin des années 1960 dans les centres de Fontenay-les Roses, Saclay, Grenoble et Cadarache notamment. Aux côtés de ses travaux de recherches, très variés, le Commissariat a établi des relations contractuelles avec des entreprises industrielles associées à son travail, en particulier dans le domaine des combustibles. Au-delà, l'imbrication entre activités militaires et civiles qui caractérise la filière française brouille la pure rationalité économique qu'essaie d'y introduire EDF, en bon électricien comptable des kWh à produire pendant de longues années. Chez le CEA, les choses sont moins claires. Lors de la conception de Chinon² et Chinon³, l'idée d'utiliser les installations à des fins de production de plutonium militaire est présente chez

les hommes du Commissariat, d'où l'insistance de ce dernier à limiter leur puissance, contre la volonté d'EDF d'accroître celle-ci.

L'industrie en arrière-plan

À cette querelle de leadership s'ajoute le malaise des industriels associés à la filière nucléaire. La volonté résolue d'intervention de l'électricien français à partir de Chinon¹ et le découpage industriel qu'il opère systématiquement n'incitent guère les constructeurs privés à se sentir partie prenante du programme nucléaire en cours. Face à leurs doléances, lors de la réunion « programmes » CEA-EDF tenue en décembre 1965, le directeur général de la seconde André Decelle fait délimiter, par analogie avec le thermique conventionnel, un ensemble de fournitures constituant ce que l'on appelle alors la « chaudière nucléaire ». Dans les appels d'offres qui seront lancés en 1966 pour la tête de série du futur programme nucléaire français (alors prévue en UNGG), ils obtiennent d'intervenir soit par lots, soit globalement au sein de groupements. Dans un contexte encore incertain, une industrie privée spécialiste du nucléaire peine à émerger, à l'exception du groupe Schneider du Creusot. Déjà fortement présent dans les réacteurs UNGG de Marcoule, il tire parti de ses accords avec Westinghouse et le groupe belge Empain au sein de la Franco-américaine de constructions atomiques (Framatome) créée en 1958 et de la construction, de 1960 à 1969, d'une filière alternative, celle des réacteurs à eau pressurisée franco-belge de Chooz et de Tihange pour les cuves desquels la maîtrise technique de la mécanique du Creusot fait merveille.

La « guerre des filières » qui fait rage dans la seconde moitié des années 1960 entre la technique UNGG et celle des réacteurs à eau légère d'origine américaine s'achève à la fin de la décennie 1960 par la victoire de l'électricien public face au Commissariat. Suite aux problèmes techniques de Chinon³ – que ne peut inaugurer le général de Gaulle furieux en novembre 1967 – et à la difficulté manifeste de la filière UNGG à passer à un stade industriel compétitif et fiable, cette dernière est abandonnée fin 1969. Le grand programme nucléaire français n'a pas encore pris son envol et l'on envisage la

combinaison de deux filières techniques, celle des réacteurs à eau pressurisée sous licence Westinghouse, déjà expérimentés dans les centrales franco-belges de Chooz et surtout de Tihange ou à eau bouillante (BWR) sous licence General Electric, pour lesquelles une centrale franco-suisse est prévue à Kaiseraugst, sur le Rhin, en amont de Bâle. Un projet que des retards techniques puis l'opposition résolue des écologistes locaux empêcheront d'aboutir.

La cristallisation du système nucléaire français à l'heure du grand programme nucléaire (1970-1983)

La 2^e génération nucléaire est bien sûr celle du grand programme nucléaire français, préparé à partir de 1970 et 1971 par les deux centrales à eau pressurisée de Fessenheim et de Bugey. Beaucoup a été écrit sur les raisons d'une réussite caractérisée par trois éléments majeurs : l'étendue (58 tranches au final pour un total de 63,1 GWe), la rapidité (75 % de la capacité installée le sera en dix ans à peine, de 1980 à 1990) et la standardisation systématique (centrales composées de tranches identiques organisées en deux grands paliers de 900 et 1 300 MW avec deux grands fournisseurs, Creusot-Loire – Framatome pour les îlots nucléaires et CGE – Alstom Atlantique pour les îlots classiques)¹⁵. Cette réussite tient en particulier à la conjonction d'une série de facteurs favorables ouvrant une fenêtre historique exceptionnelle. La ferme volonté d'une tutelle forte, de Georges Pompidou et Pierre Messmer à Valéry Giscard d'Estaing, Jacques Chirac et Raymond Barre, articulée notamment par la notion d'impératif énergétique et de développement industriel : une importante préparation préalable, quinze ans de rodage préalable ayant permis aux divers acteurs d'« essayer les plâtres » autour de différentes filières et paliers de puissance, avant le choix de la filière à eau légère, déjà expérimentée dans les centrales franco-belges ; le pragmatisme, l'expérience et l'innovation organisationnelle du constructeur et exploitant EDF, dont la direction générale et la direction de l'Équipement ont su tirer les leçons des déboires de la filière précédente UNGG.

EDF, architecte assembleur du programme français

Le rôle central d'EDF au sein de cette configuration structure désormais la conception, l'organisation industrielle et le fonctionnement du parc français, dont le propriétaire-exploitant a été en amont l'architecte assembleur (en anglais *architect engineer*) de ses centrales de production. Une approche radicalement distincte de la démarche industrielle de la délégation à une société d'ingénierie, pratiquée de façon générale, aux États-Unis notamment, voire du clés en main intervenant en Allemagne, selon laquelle le fournisseur principal conçoit la centrale et achète ses équipements avant de la livrer à son exploitant. EDF rédige ainsi le projet et le découpe en différents composants à réaliser par des entreprises différentes ; prépare, publie et dépouille les appels d'offres correspondants ; passe auprès des entreprises sélectionnées les commandes, contrôle leurs réalisations en usine et sur les grands chantiers, s'assure de la bonne fin du projet en faisant les essais correspondants avant de remettre la centrale prête à fonctionnement aux équipes de la production. Assurées par les 3 000 personnes de la direction de l'Équipement et la demi-douzaine de bureaux du Service d'études et projets thermiques et nucléaires (SEPTEN), créé en 1968, les études et l'ingénierie d'EDF agissent à l'interface entre

les besoins exprimés par les exploitants du réseau et les capacités des fournisseurs industriels, s'appliquant à traduire les besoins du premier en spécifications fonctionnelles adaptées aux matériels et aux équipements du marché qui y répondent le mieux. Ce qui implique un double effet de connaissance et de maîtrise : celle d'une part des conditions de l'exploitation des tranches d'une centrale pour toute la durée de leur vie, celle d'autre part des avantages comparés des fournisseurs et de leurs matériels afin d'en tirer le meilleur parti.

Une formule d'Hervé Machenaud, futur directeur exécutif chargé de la Production et de l'Ingénierie d'EDF, alors directeur de l'International résume à la fin des années 1990 cette approche : « EDF est le véritable industriel de ses outils de production, cas unique dans l'électricité¹⁶. » La plupart des autres électriciens mondiaux font en effet fabriquer leurs outils par des prestataires qui leur livrent des centrales clés en main, puis exploitent ces outils. Outre-Atlantique, le rôle d'architecte assembleur est assuré par des entreprises d'ingénierie extérieure, comme Bechtel ; dans d'autres pays, le fournisseur-assembleur joue ce rôle, au Japon et en Allemagne notamment, à l'instar de Siemens. EDF est donc un producteur-exploitant maîtrisant son outil industriel, ce qui lui permet, à ses yeux, de cumuler, outre la maîtrise des coûts, les effets de la standardisation,

La notion d'architecte assembleur (AE) nucléaire définie par EDF

L'efficacité technique et économique de l'électricien français en matière nucléaire résulte selon lui de la maîtrise industrielle de ses outils de production : il les conçoit, construit, exploite, entretient et améliore en permanence, en y injectant toute la gamme de ses retours d'expérience. L'ingénierie d'EDF applique ainsi aux fournisseurs qu'elle met en concurrence (ou en partenariat) les spécifications issues de son retour d'expérience d'exploitation. Réciproquement, la connaissance approfondie que l'électricien possède de ses fournisseurs et équipementiers lui permet d'optimiser la conception et l'exploitation de ses centrales. EDF apparaît donc comme un architecte assembleur (AE) jouant un rôle d'interface entre l'exploitant et son tissu de fournisseurs, tout en intégrant sans cesse la spirale de progrès que génère la combinaison du retour d'expérience d'exploitation et l'intégration régulière d'innovations.

L'AE qu'est EDF concentre à la fois la compétence de la conception et celle des achats. Ainsi l'AE pousse-t-il en permanence les fournisseurs à améliorer leurs produits et leurs prix afin de respecter les spécifications du client. Dans cet esprit, l'efficacité économique d'EDF résulte aussi de la performance de ses fournisseurs et de la politique industrielle à long terme alliant partenariat, mise en concurrence, développement ad hoc du tissu industriel nécessaire dans laquelle ils s'insèrent. Ce processus a standardisé le parc français malgré ses six et bientôt sept modèles différents, avec le même référentiel de sûreté et les mêmes conditions d'exploitation.

et du retour d'expérience de l'exploitation des centrales conçues sur ce mode¹⁷. Westinghouse, General Electric ou Siemens, même s'ils construisent à la même époque des centrales en grand nombre, plus qu'EDF pour les deux premiers, ne peuvent constituer des ensembles homogènes, chacune d'entre elles différant en fonction des technologies et des exploitants.

Un tandem industriel unique, Creusot-Loire – Framatome / CGE – Alstom-Atlantique

Autour d'EDF, l'unicité des autres parties du système nucléaire français va se renforcer sur le plan industriel dans les années 1970. De 1970 à 1974, lors des appels d'offre pour les centrales têtes de série que sont Fessenheim et Bugey, puis du premier palier CP1 du programme nucléaire, EDF, fidèle à sa politique de subdivision antérieure souhaite faire cohabiter deux technologies nucléaires et plusieurs fabricants industriels de turbo-alternateurs. Il s'agit de faire cohabiter deux couples de constructeurs différents, afin de pouvoir étalonner les technologies en lice, faire jouer les prix et l'émulation. Une considération économico-politique renforce cette démarche. L'ensemble qui tient la corde dans le domaine de la technologie PWR est désormais le groupe franco-belge Empain-Schneider, qui a pris au cours des années 1960 le contrôle de l'ensemble du Creusot, au grand dam des pouvoirs publics qui lui préfèrent la CGE que dirige Ambroise Roux, très bien introduite auprès des pouvoirs publics. Sans compétence nucléaire, celle-ci a acquis la licence BWR de General Electric, que ne porte aucune expérience française à la différence de celles de Chooz et Tihange. Le « grand jeu » nucléaire qui se déroule au prix de diverses péripéties durant la première moitié de la décennie 1970 s'achève par le « Yalta industriel » du 4 août 1975. Incapable de soutenir les coûts de série de la filière à eau pressurisée que propose le groupe du Creusot, la CGE troque son retrait des réacteurs à eau légère auprès de Creusot-Loire – Framatome en obtenant en compensation pour sa filiale Alstom, non seulement l'ensemble du marché des turbo-alternateurs pour centrales nucléaires, en France et à l'étranger, mais une position prépondérante dans le secteur électromécanique

français, notamment les grandes turbines à vapeur conventionnelles et nucléaires, au détriment d'entreprises de qualité comme l'Alsacienne de constructions mécaniques et la Compagnie électro-mécanique (CEM) rapidement absorbées durant les années suivantes.

En dépit de ses efforts, EDF se voit désormais confrontée à deux fournisseurs uniques, l'un pour le réacteur, l'autre pour les groupes turbo-alternateurs, tout en évitant la perspective d'avoir à travailler avec un seul groupe à la fois électronucléaire et électromécanique, une idée sans doute caressée par les pouvoirs publics, un « Siemens français » que la CGE d'Ambroise Roux rêvait d'être. L'affirmation de deux champions nationaux exclusifs pour réaliser le programme nucléaire français, complétée par la francisation complète de la filière à eau pressurisée imposée par les pouvoirs publics à Westinghouse au cours de la décennie 1970 aura également des conséquences à moyen terme. Elle devient une évidence, nullement écrite à l'origine – les champions du nucléaire français doivent être français – et prive durablement ceux-ci de la possibilité d'alliances internationales, avec toutes les ouvertures et potentialités que celles-ci génèrent¹⁸.

Le redéploiement du CEA

À un propriétaire-constructeur-exploitant (EDF), des fournisseurs uniques de l'îlot nucléaire (Creusot-Loire – Framatome) et classique (CGE-Alstom) va correspondre également un seul fournisseur chargé de fournir et gérer le combustible, CEA-Cogema¹⁹. Si le CEA doit renoncer à la fin des années 1960 au pilotage de la construction des centrales, il construit néanmoins, des mines d'uranium en France puis en Afrique à Marcoule, de Pierrelatte à la première usine de La Hague inaugurée en 1966 les linéaments d'un cycle du combustible à part entière. Dans le sillage du rapport de la commission Cristofini en avril 1970 et de la nomination d'André Giraud à la tête du Commissariat, les missions de ce dernier sont refondues. Le décret du 29 septembre 1970 réorganisant le Commissariat supprime l'alinéa de l'article premier de l'ordonnance du 18 octobre 1945 précisant que « le CEA réalise à l'échelle industrielle les dispositifs générateurs d'énergie

d'origine nucléaire », consacrant ainsi la prééminence d'EDF en la matière. Sous l'impulsion d'André Giraud, le Commissariat spécialise ses tâches autour de plusieurs grandes missions : les matières nucléaires, les applications militaires, la recherche fondamentale, la protection et la sûreté nucléaire, les applications industrielles nucléaires, la coopération industrielle non nucléaire.

En corollaire, les principales activités industrielles du CEA sont filialisées à partir de 1972, notamment la direction des Productions qui devient en 1976 la Compagnie générale des matières nucléaires (COGEMA)²⁰. Sous la direction du président André Giraud et du directeur général Georges Besse, celle-ci prend en charge le contrôle direct des activités minières, d'enrichissement, de retraitement des combustibles irradiés et de gestion des déchets. On doit notamment à André Giraud la clarification et la mise en place d'un cycle complet du combustible nucléaire qui existait jusqu'à présent de façon fragmentaire et éparse, un « monumental cycle du combustible »²¹ selon son expression. Dépouillé de ses prétentions industrielles, le CEA se concentre sur la constitution en amont et en aval de l'usine d'enrichissement d'uranium enrichi par centrifugation gazeuse d'Eurodif, mise en route en 1980, sur les prémices du retraitement des déchets dans la série d'ateliers pilotes créés à Marcoule, sur l'essor du site de La Hague et sur la constitution d'une filière à neutrons rapides supposée prendre bientôt le relais des réacteurs à eau pressurisée.

En développant au début des années 1970 la perspective d'un PWR entièrement français, le discret projet Champlain, élaboré à partir du Prototype à Terre (PAT) de Cadarache, à l'origine des réacteurs propulsant les sous-marins stratégiques français, le Commissariat conserve néanmoins délibérément une expertise scientifique et technique en matière de réacteurs. Qu'il échangera contre son entrée comme actionnaire à 30 % de Framatome dans le cadre de la francisation de la filière à eau pressurisée PWR imposée par les pouvoirs publics. Les compétences acquises par le CEA grâce aux 150 personnes travaillant pour le programme Champlain serviront à la francisation de certains composants et certains sous-ensembles et

surtout de ticket d'entrée du Commissariat dans le capital de Framatome.

Le décalage chronologique du programme nucléaire français, une source d'avantages

Avec le recul, l'une des raisons majeures du succès du programme français réside dans le recours systématique – et avec un décalage non négligeable dans le temps – à la technologie étrangère la plus éprouvée, celle des réacteurs PWR sous licence Westinghouse, la filière équipant les deux tiers du parc nucléaire mondial. De 1960 à 1975, celle-ci avait fait l'objet d'une vague considérable de commandes par les divers exploitants électriques des États-Unis et ailleurs. Ce boom et le « rêve nucléaire » qui l'accompagnait n'a pas été sans conséquences négatives : explosion des coûts et performances économiques décevantes ; taux de disponibilité de la plupart des centrales au départ médiocre, de l'ordre de 60 % ; accident de Three Mile Island en 1979, à savoir la fusion partielle du cœur nucléaire provoquée par un concours de circonstances et une suite d'erreurs humaines, sans fuite radioactive extérieure ni conséquences environnementales, mais riche d'enseignements ; manque général de coordination sinon de régulation. Dès l'année suivante, la création par les exploitants américains de l'Institute of Nuclear Power Operations (INPO) permettait de mettre en commun les expériences et de lancer une dynamique continue de productivité.

Au moment même où le programme nucléaire américain commençait à marquer le pas²², la France a su systématiser, grâce à la formule d'un maître d'ouvrage/maître d'œuvre/exploitant unique, EDF, l'exemple et les leçons américaines, mettant à profit le décalage de huit à dix années provoqué par la « guerre des filières » pour choisir, se former et mettre au point l'ensemble des outils nécessaires dans son étape de « gymnastique nucléaire », selon l'expression de Marcel Boiteux à Saint-Laurent-des-Eaux en octobre 1969. Un choix qui ne sera pas justement celui de la Grande-Bretagne, persévérant avec l'Advanced Gas-cooled Reactor (AGR) dans une filière indigène à modérateur de graphite, avec de nombreuses conséquences négatives. Le coup d'accélération

politique donné au programme nucléaire français en 1973-74 assuré par l'organisation d'EDF adossée à quelques fournisseurs éprouvés lui a permis d'installer une logique systématique de standardisation et de paliers de puissance sous la forme de tranches (le terme de centrale étant banni) mise au service d'une très classique planification industrielle rationnelle des investissements et des fournisseurs. Un fordisme à la française, comme le résumera d'une formule Michel Hug, directeur de l'Équipement d'EDF de 1972 à 1982, artisan de la réalisation de la cinquantaine des tranches du programme nucléaire, diplômé de l'université d'Iowa : « J'ai voulu faire le nucléaire français à l'américaine, comme la Ford T ou plutôt les Liberty Ships !²³ ».

Le principal défi que l'électricien français aura à relever sera moins économique, technique ou industriel qu'humain et social : embaucher, former et mobiliser les milliers d'hommes et femmes concernés, insérer une vingtaine de sites dans le paysage français, désamorcer une contestation antinucléaire virulente et quelquefois violente dans la seconde moitié des années 1970. La cristallisation des quatre composantes du système nucléaire français au cours des années 1980 (EDF, CEA-Cogema, Creusot-Loire – Framatome et CGE – Alstom-Atlantique) pourra faire croire à une configuration inéluctable sinon consubstantielle à la filière nucléaire française. Les décennies suivantes montreront qu'il n'en est rien.

Un système en quête d'équilibre à l'heure de l'achèvement du programme nucléaire (1983-1999)

La France réalise son grand programme nucléaire de 1974 à la fin des années 1980, quand le marché mondial du nucléaire se retourne, faisant apparaître une surcapacité générale. Celle-ci révèle au milieu des années 1980 tant le « surdimensionnement »²⁴ des capacités prévues du programme nucléaire national que ses lendemains imprévus. Ceux-ci avaient été bâtis sur une logique de type « historiste », à savoir un développement modelé par l'idée d'une croissance économique linéaire porteuse d'un progrès scientifique et technologique indéfini,

ici celui des filières et générations nucléaires censées se succéder les unes aux autres, dans une spirale toujours positive... Une dynamique que le courant écologiste qui apparaît à partir des années 1970 et fait partout du combat anti-nucléaire son fer de lance cherchera à sa manière à inverser : il faut interrompre cette progression qui serait à la fois néfaste (du fait du caractère dangereux et mortifère de l'industrie nucléaire lié à la radioactivité de ses matériaux et déchets) et inutile (la consommation, notamment celle des bâtiments et la croissance peuvent être ralentis et assurés par les énergies renouvelables).

Un parc à exploiter, un nouveau marché nucléaire à trouver

Que l'on entre ou non dans ce débat, force est de constater, bien avant la catastrophe de Tchernobyl en 1986 et l'« hiver nucléaire » qu'elle provoque, accentué par le contre-choc pétrolier, que l'industrie nucléaire nationale et internationale, une fois tournée la page de la Guerre froide et de la croissance économique des Trente Glorieuses a changé de paradigme historique. Largement stimulé (à l'instar de la course à l'espace lancée par *Sputnik* et les missiles intercontinentaux), d'abord par la volonté de la France de se doter d'un armement nucléaire, puis par une croissance économique bâtie sur l'idée d'une demande indéfinie d'énergie, notamment nucléaire, le programme français, une fois mis en oeuvre, entre dans une nouvelle ère. Il ne s'agit plus d'une marche en avant qui continuerait à être anticipée et projetée par de nouvelles générations de centrales... mais d'une configuration inédite en « plateau » si l'on peut dire : gérer (au sens large du terme) un parc installé destiné à durer plus longtemps que prévu ; essayer de percer sur un marché international chaotique et moins favorable qu'imaginé ; affronter enfin la contestation durable de l'énergie nucléaire, avec ses conséquences politiques nationales.

Des années 1980 aux années 1990 en effet, EDF se consacre d'abord à « nucléariser » la gestion d'un parc tout neuf d'une cinquantaine de tranches rassemblant plus de 10 000 personnes en 1986, près de 20 000 à la veille des années 2000. Le « rapport Noc » de juin 1990

sur le fonctionnement de la sûreté nucléaire s'accompagne de la refonte de la direction Production Transport. Le Service de production thermique (SPT) issu du temps de la prédominance de celle-ci dans la production d'électricité d'EDF est supprimé, remplacé de 1991 à 1993 par la direction EDF Production transport (DEPT), structurée en deux pôles opérationnels : l'Exploitation du parc nucléaire (EPN) – consacrant ainsi la place privilégiée du nucléaire comme moyen de production de base d'électricité dans la maison – et le Système électrique production régionale (SEPR).

Parallèlement, les ingénieurs de l'Équipement cherchent à prolonger le grand programme national plus haut et ailleurs, vers plus de puissance et de sophistication, celui du N4, « un palier d'avance » de 1 450 MW déployé dans les dernières tranches construites à Chooz B et à Civaux, bientôt proposé à l'international. Mais la volonté de continuer le programme français, notamment en l'exportant, bute sur les difficultés techniques de mise au point d'un palier trop innovant ; sur le contexte d'un marché mondial déprimé que ne compensent pas des contextes locaux peu favorables – la Chine préfère par exemple essayer plusieurs types de filières, canadienne et russe, plutôt que d'endosser la seule standardisation à la française que lui proposeront Jacques Chirac et les responsables du nucléaire français en 1997²⁵ ; et sur le contexte politique national avec la présence des écologistes au sein du gouvernement de Lionel Jospin. La montée en force de l'écologie politique, qui accède au premier plan avec la victoire de la gauche plurielle aux législatives de 1998 contribue à l'arrêt définitif de la filière des neutrons rapides et au démantèlement du réacteur symbole Superphénix, à l'annulation du projet de centrale du Carnet, en Loire-Atlantique, qui ne deviendra pas le 20^e site du programme nucléaire français et au report du réacteur franco-allemand EPR, dont les études, entreprises au début des années 1990, sont achevées. D'avril 1991 à décembre 2007, aucun chantier nucléaire ne sera ouvert en France, provoquant l'étiollement de la direction de l'Équipement, supprimée en 2002 et dont les équipes sont versées dans l'ingénierie de l'exploitation. Pour EDF, l'élargissement du marché nucléaire est

ailleurs, dans l'exportation vers l'Europe de son électricité nucléaire excédentaire (dont l'autorisation préalable est supprimée en 1984), dans l'expansion internationale tout court avec la possibilité de devenir l'exploitant d'autres parcs nationaux, outre-Manche notamment.

Un opérateur industriel dans le giron des intérêts publics

La nécessité de basculer vers d'autres horizons est analogue du côté industriel. Après le retentissant dépôt de bilan de Creusot-Loire en 1984, Framatome passé de facto sous contrôle de l'État via la participation du CEA perd sous la direction de Jean-Claude Lény tous liens avec le groupe Empain-Schneider redevenu sous l'égide de Didier Pineau-Valencienne Schneider, puis Schneider Electric. Beaucoup caressent alors l'idée d'un grand rapprochement qui unirait dans un même groupe privé activités nucléaires et activités conventionnelles, à savoir la prise de contrôle de Framatome par l'ancienne CGE devenue Alcatel Alsthom. En 1990 comme en 1995-1996, les pouvoirs publics, quels que soient leur couleur politique, refusent l'entrée de l'entreprise nucléaire dans le groupe de la rue La Boétie, rejetant ainsi la réalisation d'un « Siemens à la française » associant dans le même ensemble la réalisation des îlots nucléaires et conventionnels. Bien que devenu le principal actionnaire de Framatome, Alcatel Alsthom se heurte, à l'instar des dirigeants d'Empain-Schneider une décennie auparavant, à un double obstacle : la volonté d'indépendance de l'entreprise et de son président, Jean-Claude Lény, adossée au refus des autorités de voir l'entreprise clé du nucléaire français (pourtant privée durant ses vingt-six premières années d'existence) ne pas relever de l'espace des décisions publiques.

Le champion de l'État dans ce secteur ne saurait échoir au groupe privé qu'est désormais Alcatel Alsthom, fut-il français et ancien champion national, et ce quelles que soit l'étendue de ses réseaux et la rationalité de ses ambitions. Le président d'Alcatel Alsthom, Pierre Suard considérerait pour sa part une « participation dans [Framatome] le champion français et l'un des leaders mondiaux des chaudières nucléaires comme stratégique pour la CGE. Cette activité

complétait parfaitement le portefeuille d'Alstom, qui fournissait la partie conventionnelle des centrales nucléaires et qui pouvait offrir tous les autres types de centrales produisant de l'énergie (hydraulique, charbon, fuel, gaz). De plus, à l'étranger, les fabricants de chaudières étaient incorporés aux grands groupes électromécaniques (General Electric, Westinghouse, Siemens, etc.). En France, il en allait différemment [...] surtout à cause de la rivalité entre secteur public et secteur privé, spécialité française et même gauloise qui étonne souvent l'étranger. [Framatome] refusait tout simplement une intégration dans un groupe industriel dont la taille, l'expérience, la complémentarité des activités était pourtant des garants pour l'avenir²⁶. »

Suite à l'achèvement du programme nucléaire français, Framatome recherchera des relais de croissance dans d'autres secteurs comme la connectique et à l'international. Le chaudiériste français, s'il maîtrise la conception et la réalisation de l'élément clé que constituent les cuves, est aussi un prestataire de services pour la partie montage. Ses dirigeants n'ont pas oublié l'accord de partage des rôles à l'international conclu avec EDF en 1975 qui lui réserve le leadership des opérations nucléaires hors de l'Hexagone. Mais l'expérience et l'expertise d'EDF en matière d'ingénierie dans la conception et l'exploitation de centrales restent indispensables et... demandés par les futurs clients, en Afrique du Sud, à Koeberg (à partir de 1976), en Iran, à Darkhovin/Karun (à partir de 1977), en Corée du Sud, à Uljin (à partir de 1980) et en Chine, à Daya Bay (à partir de 1983), les quatre premières centrales à eau pressurisée d'origine française construites à l'international. D'où la création en 1976 de la Société française d'ingénierie électronucléaire et d'assistance pour l'exportation (Sofinel), « faux nez d'EDF » au capital détenu à 55 % par l'électricien et à 45 % par le constructeur est créée en 1976. Elle fait intervenir indirectement l'expérience et le savoir-faire de l'électricien public, sans que celui-ci apparaisse en première ligne, laissant de facto à Framatome la conduite des réalisations nucléaires hors des frontières nationales. Ce sera le cas pour les trois premières centrales (celle de Darkhovin étant interrompue par la révolution iranienne), même si en Chine, à la

demande expresse de Li Peng, EDF jouera un rôle explicite d'assistant au maître d'ouvrage responsable de la bonne fin du chantier²⁷.

Alors que dans les années 1980 le chiffre d'affaire du leader du nucléaire hexagonal portait principalement sur la vente de chaudières nucléaires, dans les années 1990 il repose essentiellement sur la vente des services aux centrales et la fabrication du combustible. L'impossibilité de s'adosser à un autre grand opérateur, le tassement de son chiffre d'affaires aboutiront en 1999-2000 à la recherche d'alternatives et finalement à l'absorption de Framatome par le pôle Topco devenu Areva.

Le dynamisme de Cogema, industriel mondial du combustible nucléaire

Durant les vingt années qui suivent sa création, Cogema dont la capacité de production et de retraitement lui permet d'alimenter tant le parc français que d'autres clients internationaux réalise un véritable bond en avant. Malgré un contexte international peu favorable, solidement installée sur tous les maillons du cycle du combustible nucléaire, la filiale à 100 % du CEA devient le leader mondial de celui-ci, de l'extraction, la conversion et l'enrichissement de l'uranium jusqu'au traitement et au recyclage du combustible usé. À partir de 1987, renforcée par la politique de production du combustible Mox, qui économise l'uranium en réutilisant le plutonium, la montée en puissance de la société de Vélizy est manifeste dans son chiffre d'affaires (assuré à 51 % par EDF et à plus de 40 % par l'international) et des effectifs qui atteignent près de 20 000 salariés à la fin du siècle. En 1996, la société fournit plus de 25 compagnies électriques dans le monde exploitant 210 réacteurs nucléaires. De 1976 à 1997, Cogema retraite dans les unités UP2 et UP3 (mise en service en 1990 à destination de l'international) de La Hague 12 297 tonnes de combustible²⁸. L'entreprise se consacre également, aux côtés du CEA au bouclage du cycle du combustible nucléaire, du démantèlement des premières centrales au traitement des déchets de longue durée prévus par la loi Bataille de 1991.

Parallèlement, le CEA est profondément réformé sous l'impulsion de Philippe Rouvillois, administrateur général de 1989 à 1995 et

président de CEA-Industrie de 1989 à 1999. Il faut refondre l'organisation et clarifier sa vocation, redynamiser et relancer l'organisme en réorientant sa mission de recherche autour de thèmes neufs comme le climat en la distinguant de ses grandes activités industrielles, dont les participations sont regroupées dans le holding CEA-Industrie. À partir de 1991, avec l'aide d'un cabinet indépendant, les activités du Commissariat sont regroupées au sein de sept directions opérationnelles : les réacteurs nucléaires, le cycle du combustible, la protection nucléaire et la sûreté, les sciences du vivant, les sciences de la matière, les technologies avancées, enfin l'enseignement et la formation. La réorganisation de 1991 amorce la diminution du poids relatif de la physique et des activités nucléaires au profit de la recherche fondamentale en train de s'opérer en faveur de la biologie.

L'affirmation d'un pôle de sûreté autonome puis indépendant

Dernière composante majeure du système nucléaire français, les diverses composantes d'une instance de sûreté autonome se structurent à cette époque²⁹. L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire se met progressivement en place au début des années 1970. Ce contrôle était alors assuré par des experts de la Commission de sûreté des installations atomiques (CSIA), créée en 1960, chargée d'examiner la sûreté des installations en cours et à venir du Commissariat. Préoccupé par le vide réglementaire existant, le législateur introduit des articles destinés à servir de base aux décrets instituant un régime spécifique des installations nucléaires. Un premier décret, en 1963, définit les modalités des Installations nucléaires de base (INB). Celles-ci sont désormais soumises à une demande d'autorisation de création délivrée par une Commission interministérielle des Installations nucléaires de base (CIINB). EDF soumet des rapports de sûreté pour chacune de ses installations à un groupe d'experts où sont représentés le CEA, EDF puis l'industrie ; en 1972, il devient le Groupe permanent (GP).

En 1973, le Service central de Sûreté des Installations nucléaires (SCSIN) est créé au sein du ministère de l'Industrie. Le SCSIN s'appuie sur le Département de Sûreté Nucléaire (DSN)

comprenant des groupes permanents de sûreté contrôlant les différentes étapes de construction d'une centrale jusqu'à sa mise en service, qui devient en 1976 l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN). Avec l'aide des constructeurs, une série de procédures permettant d'élaborer la doctrine de sûreté nucléaire française est mise en place à partir des spécifications américaines. Les pouvoirs publics souhaitant renforcer l'autorité et l'autonomie des instances de sûreté nucléaires, l'IPSN voit en 1990 ses moyens et son budget renforcés. En 1991, le SCSIN devient la Direction de sûreté des Installations nucléaires (DSIN). La loi du 2 mai 2001 crée l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), établissement public dédié à l'expertise. L'année suivante, la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR) voit le jour. En 2006 enfin, la loi relative à la Transparence et à la Sécurité en matière Nucléaire (TSN) instaure une Autorité de sûreté nucléaire indépendante, sur le modèle de la Nuclear Regulatory Commission américaine. Les personnels et les moyens de la DGSNR rejoignent la nouvelle ASN, à laquelle l'IRSN apporte son appui technique.

Un duopole conflictuel pour relancer le nucléaire français (2000-2010)

Au tournant des années 2000, les lignes de force du système nucléaire français changent. L'achèvement du programme nucléaire français porté par l'exigence de la sécurité énergétique cède la place à une industrie nucléaire française supposée être un secteur économique comme les autres au sein duquel la compétitivité économique se conjuguerait avec la conquête de marchés et de clients sur l'ensemble du globe.

Le modèle intégré d'Areva, acteur industriel unique, français et international

La création en 2000-2001 d'un pôle unique qui rassemble à partir de CEA-Industrie Cogema et Framatome sous le nom de Topco, avant de devenir Areva consacre l'émergence d'un groupe nucléaire multi-métiers à la fois français et international. Les ambitions affichées d'Areva qui entend faire du nucléaire un secteur comme les autres, la flamboyance de la politique

conduite par Anne Lauvergeon de 2000 à 2011, les déboires et les affaires qui affectent à partir de l'accident de Fukushima une entreprise aujourd'hui en dépôt de bilan³⁰ ont fait oublier les prémisses et la logique à l'origine de la naissance de l'ensemble Topco/Areva. Le processus qui va officiellement donner naissance à Areva à l'été 2001 connaît plusieurs étapes successives, qui vont à chaque fois élargir et modifier son contenu : à une première étape qui fait de la Cogema, initiatrice du mouvement, le « pivot » du nouvel ensemble succède la constitution du holding Tepco, abréviation de la raison sociale « Société des participations du Commissariat à l'énergie atomique », sous l'égide de CEA-Industrie contrôlant Cogema et Framatome, avant que Anne Lauvergeon ne transforme en groupe à part entière ce qui aurait pu rester un simple rassemblement d'actifs industriels.

Deux visions de l'évolution de la filière nucléaire s'affrontent alors. La direction du Trésor du ministère de l'Économie, soutenue par Dominique Vignon, le successeur de Jean-Claude Lény à la tête de Framatome juge dangereuse la concentration de la filière en une seule main autour de Cogema et préconise la mise en Bourse de la société de Courbevoie, accompagnée de la création d'un fonds de démantèlement pour le nucléaire civil. Le ministère de l'Industrie et le corps des Mines souhaitent pour leur part une solution qui, autour de Cogema, rationaliserait dans de bonnes conditions les diverses participations de l'État dans la filière nucléaire en lui fournissant les ressources nécessaires. Framatome et Cogema possédant chacun une partie de la chaîne du combustible, le projet Topco permettra de constituer un groupe mixte, reposant sur deux jambes, le pôle nucléaire apportant aussi le cash-flow nécessaire au financement de nouvelles technologies. Avec le contrôle public, il s'agit au fond de la résurgence de la politique de concentration et de rationalisation de champions nationaux pilotée par les pouvoirs publics de la deuxième moitié des années 1960 aux années 1970, des rapprochements attractifs sur le papier mais sans restructuration ni apport de fonds propres, un « capitalisme sans capital » comme on a pu le dire. De fait, Areva – que le ministre de l'Économie et des Finances Thierry Breton refusera en connaissance de cause

d'introduire partiellement en Bourse en 2005 – n'aura jamais les moyens financiers correspondant à sa politique de croissance volontariste. Laurent Fabius, ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie donnera son aval au projet Topco, en organisant son schéma autour de CEA-Industrie plutôt que de Cogema.

Du combustible aux services et à la construction de réacteurs, Areva se lance dans une ambitieuse politique de développement adossée à la perspective du rebond de l'industrie nucléaire dans le monde, une fois les pages du contrechoc pétrolier et de Tchernobyl refermées, alors que la question des gaz à effet de serre redonne une légitimité partielle à l'atome, énergie décarbonée. Les fers de lance de cette expansion sont le réacteur de 1 700 MW EPR, avec la signature en 2002 (grâce à son partenariat initial avec Siemens) de la centrale d'Olkiluoto3 en Finlande et du réacteur 1 000 MW Atmea 1, réalisé en partenariat avec le japonais Mitsubishi, dont quatre unités sont vendues à la Turquie en 2012. Mais les déboires de la centrale finlandaise, qui accumule les retards et les surcoûts, le retournement de cycle provoqué par l'accident de Fukushima et l'échec de l'appel d'offre d'Abou Dhabi remporté en 2009 par l'industrie coréenne enrayerent cette stratégie ambitieuse.

En termes structurels, l'échec est double : les réacteurs d'Areva n'ont pas su trouver les clés d'un marché international loin d'être atone, contrairement à leurs concurrents russes (Rosatom), coréens (Kepco) et désormais chinois ; Areva qui souhaite (dans la lignée de Framatome, sinon de Cogema et du CEA) s'émanciper d'une présence d'EDF jugée trop pesante dans le programme nucléaire français ne dispose pas de l'expertise de celle-ci en matière d'ingénierie de conception et d'exploitation. Celle-ci est absente du « modèle Nespresso » invoqué par la direction du groupe nucléaire, à savoir vendre à la fois la cafetière (la centrale) et les dosettes (le combustible et son retraitement)... « Mythe fondateur » de l'entreprise³¹, le modèle intégré qui formait le cœur de la démarche d'Areva n'aura pas été pertinent.

Les positions incertaines d'EDF

Au-delà des querelles de personnes sinon de la résurgence de l'ancienne rivalité opposant

l'électricien public et le Commissariat à l'énergie atomique, les différends qui vont opposer EDF et Areva lors de la première décennie des années 2000 procèdent de leurs approches et marchés distincts. La démarche de l'exploitant soucieux de contrôler la plupart des maillons industriels d'une chaîne nucléaire qu'il sera amenée à faire fonctionner (pour lui-même ou pour un partenaire) n'est pas celle du groupe qui se voulait fournisseur à la fois de combustibles, de procédés et de centrales clés en main. EDF vit certes le début du XXI^e siècle de manière difficile, une transition accentuée par la succession de ses présidents au gré des alternances politiques, quatre en une douzaine d'années. L'électricien public doit tirer un trait sur la plupart des percées internationales réalisées au tournant du siècle, trop coûteuses, voit le N4, son réacteur fétiche, barré à l'international par les exigences de la 3^e génération de réacteurs en matière de sûreté qui font le lit de l'AP1000 et de l'EPR, ne croit guère dans la formule d'un réacteur de taille intermédiaire de 1 000 MW, hésite sur sa stratégie d'investissement hors des frontières alors que se profile la nécessité du « grand carénage » des centrales françaises et le coût qu'il suppose... alors que la contestation anti-nucléaire, cristallisée par la proportion jugée excessive de 75 % d'électricité nucléaire aboutit à l'annonce de la fermeture de Fessenheim sous le quinquennat de François Hollande.

Quelques consolations émergent néanmoins : construction de l'EPR de Flamanville³ à partir de 2007, même si celui-ci pâtit des retards et du surcoût issus notamment de la disparition de sa culture d'ingénierie nucléaire ; succès du partenariat avec la Chine, avec notamment l'essor d'un champion (CGN) adossé à une filière d'origine française et l'appui à la construction et à l'exploitation de deux EPR à Taishan, au sud de Macao, qui seront sans doute les premiers à entrer en service ; réussite de l'implantation outre-Manche animée par Vincent de Rivaz, de l'acquisition de ce qui devient EDF Energy en 2002 à celle de l'opérateur nucléaire British Energy en 2009 et à la décision de construction des EPR d'Hinkley Point en 2016, avec notamment l'appui financier de partenaires chinois ; reconnaissance enfin de l'approche d'architecte

ensemblier propre à EDF après l'échec d'Abou Dhabi dans les préconisations du rapport de François Roussely en 2010.

Les prémices d'un système nucléaire en cours de recomposition (2015 - ...)

La restructuration et la recapitalisation de la filière nucléaire française décidée en juin 2015 par le président de la République, François Hollande aboutit à la scission d'Areva en plusieurs entités à partir de 2016. Provisoirement baptisée New Co (pour New Company), la première regroupera le cycle du combustible, de l'extraction d'uranium au traitement de déchets, à savoir peu ou prou le périmètre de l'ancienne Cogema. Les activités de conception-fabrication et de maintenance des réacteurs, aujourd'hui regroupées au sein d'Areva NP, l'ex-Framatome, seront cédées à EDF, majoritaire au sein d'une nouvelle entité provisoirement appelée New NP. Ce qui reste de la maison-mère Areva coiffera les autres activités à céder à la manière d'une structure de défaisance : énergies renouvelables, systèmes de propulsion nucléaire pour les sous-marins et EPR finlandais d'Olkiluoto.

Le modèle français qui fit la réussite du grand programme nucléaire des années 1970 est en partie reconstitué autour d'EDF, architecte ensemblier à part entière. À la différence que l'électricien public contrôle désormais l'activité industrielle qu'assurait hier Creusot-Loire – Framatome, puis Framatome. Quelques critiques ont été adressées à cette intégration des rôles, susceptible de pénaliser une offre française trop globale face des clients désireux d'en acquérir une partie seulement. Même si le découpage des offres industrielles est aujourd'hui chose courante en matière de grands marchés et des chaînes de valeur, il est aussi clair que le savoir-faire de l'électricien français est une valeur ajoutée pour nombre d'acheteurs étrangers. La question est moins à notre avis celle d'un partage optimal des rôles que du contexte dans lequel celui-ci s'opère désormais. Le programme nucléaire français des années 1970-80 s'était déployé par définition sur le territoire national, avec quelques extensions hors des frontières, trop particulières de l'Afrique du Sud des années d'Apartheid à la Chine de Deng

Xiaoping en cours d'ouverture (sans parler de l'Iran du Shah avant la révolution iranienne), pour que l'on puisse parler d'une véritable internationalisation de l'industrie française nucléaire, à la manière des réacteurs à eau légère américains. Si celle-ci a eu lieu, c'est moins dans le domaine des réacteurs que dans celui du combustible forgé par Cogema, qui reste la principale activité rentable de ce qui fut Areva.

La question pour l'exploitant que reste de manière privilégiée EDF est désormais celle de la conception à moyen terme d'offres pour un marché d'emblée international, la construction de réacteurs pour le marché français apparaissant pour l'instant improbable, à l'heure du grand carénage (et de son coût, associé à celui du démantèlement), face à l'hostilité réhibitoire du courant écologique. Or le marché mondial est appelé à se développer, avec la croissance des besoins en électricité dans les pays en développement, la recherche de solutions énergétiques non carbonées et la nécessité de renouveler progressivement des parcs existants à la moyenne d'âge de plus en plus élevée. Dans cette perspective, EDF peut jouer un double rôle : celui d'exploitant, comme en Grande-Bretagne à Hinkley Point, mais aussi en Chine à Taishan (où l'électricien dispose de 35 % du capital de la société d'exploitation des deux premières tranches EPR de la centrale) ; celui de fournisseur de solutions nucléaires adaptées aux besoins diversifiés des pays composant le marché international. Un effort de conception et d'ingénierie qui pourra être mutualisé avec des partenaires disposant d'un parc nucléaire en expansion, c'est-à-dire en phase de conception et de construction. Comme l'a montré le montage d'Hinkley Point, permis par le concours financier de CGN et de CNNC, beaucoup de partenaires se trouvent en Chine, pour le financement, les réacteurs, l'ingénierie et le combustible...

Le devenir du nucléaire français sur un marché désormais mondial reste plus que jamais ouvert. Les rebondissements de cette histoire l'ont montré : de Fukushima aux nouvelles données énergétiques et environnementales à attendre, il est clair que les programmes nucléaires du futur, quels que soient leur ampleur se réaliseront dans des conditions très différentes que

celles du passé³², tant en termes de développement de nouvelles capacités de production d'électricité, des conditions de renouvellement des tranches existantes, des perspectives d'une IV^e génération encore hypothétique que de la gamme des attentes réelles que requerra le ou les marchés mondiaux³³. Malgré sa complexité, sa technicité, sa rationalité et la longue durée dans lequel elle se déploie, l'énergie nucléaire civile démontre une forte imprévisibilité. Rien ne prédisposait par exemple que le grand programme nucléaire des années 1970 le soit par la seule technologie des réacteurs à eau pressurisée avec deux acteurs industriels seulement ; rien n'annonçait l'étonnant dynamisme ultérieur du cycle du combustible (bien qu'assis sur le fonctionnement de parcs existants) ; tout est possible pour le secteur nucléaire français et son opérateur central au premier chef, EDF. ■

Notes

1. Ce qui n'empêche quelques approximations fréquentes, comme celle qui attribue le démarrage du programme nucléaire civil au général de Gaulle et à la V^e République alors qu'il remonte à la IV^e République et à Félix Gaillard, son initiateur en 1952 ; ou celle qui transfère la paternité du grand programme nucléaire français de Georges Pompidou (celui qui la voulut avant sa disparition en 1974) à son successeur Valéry Giscard d'Estaing.
2. Citons notamment ceux de Bertrand Goldschmidt, *Le Complexe atomique. Histoire politique de l'énergie nucléaire*, Fayard, 1980 ; Lionel Taccoen, *Le pari nucléaire français*, L'Harmattan, 2003 ; Gabrielle Hecht, *Le rayonnement de la France. Énergie nucléaire et identité nationale après la Seconde guerre mondiale*, La Découverte, 2004 [1998] ; Véronique Lefebvre et Félix Torres, *Chooz de A à B. Une histoire de la filière à eau pressurisée*, Public Histoire, 1996 ; Boris Dänzer-Kantof et Félix Torres, *L'Énergie de la France. De Zoé aux EPR, l'histoire du programme nucléaire*, Éditions François Bourin, 2013. Plusieurs acteurs, Pierre Bilger, Marcel Boiteux, Yves Girard, Georges Pébereau, Didier Pineau-Valencienne, Pierre Suard en particulier ont consacré une partie des mémoires qu'ils ont publiés au nucléaire.
3. Voir deux synthèses, Dominique Mongin, « Genèse de l'armement nucléaire français » et Maurice Vaïsse, « L'historiographie française relative au nucléaire [militaire] », *Revue historique des armées*, n° 262, 2011, en ligne.
4. Joëlle Toledano, « À propos des filières industrielles », *Revue d'Économie industrielle*, vol. 6, n° 1, 1978.
5. Thibaut Bidet-Mayer et Louisa Toubal, *À quoi servent les filières industrielles ?*, préface de Louis Gallois, La Fabrique de l'industrie, Presses des Mines, 2013, en ligne.
6. Jean-Luc Gaffard, « Filières ou clusters : quel outil pour la politique industrielle ? », *ofce le blog*, 23 juin 2013, en ligne.

7. Gérard Donnadiou, La mise en valeur des acquis de l'industrie nucléaire, rapport Conseil économique et social, 1983, repris dans « La restructuration de l'industrie nucléaire : un ajustement conjoncturel », *Revue d'Économie industrielle*, n° 31, 1^{er} trimestre 1985.
8. Alfred D. Chandler Jr., *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*, Cambridge, MIT Press, 1962, trad. franç. *Stratégies et structures de l'entreprise*, Éditions d'Organisation, 1989.
9. Contrairement aux chercheurs français (pour qui il va de soi...), ce point a été abondamment analysé par les auteurs anglo-saxons, curieux de décerner la différence entre programme américain et français notamment.
10. Voir l'ouvrage classique de Richard F. Kuisel, *Le capitalisme et l'État en France. Modernisation et dirigisme au XX^e siècle*, Gallimard, 1984 [1981], mais qui n'évoque pas le nucléaire français.
11. Expression de Jean-Pierre Roux, directeur de la première Sous-Région d'Équipement Nucléaire (SREN) d'EDF, cité dans Jean-François Picard, Alain Beltran, Martine Bungeener, *Mémoire d'une entreprise publique, histoire orale d'EDF 1946-1981*, CNRS/EDF, 1981, repris dans *Histoires de l'EDF. Comment se sont prises les décisions de 1946 à nos jours*, Dunod, 1985, p. 185.
12. Maurice Pascal, chef de service de Construction des Piles au sein de la direction Industrielle du CEA, à partir de 1956 directeur chargé de la Politique industrielle conférence devant le Groupement Intersyndical de l'Industrie Nucléaire (GIIN), *Énergie nucléaire*, vol. 9, n° 3, mai 1967, cité dans Georges Lamiral, *Chronique de trente années d'équipement nucléaire à l'Électricité de France*, Association pour l'Histoire de l'Électricité en France, 1988, tome 1, p. 11-12.
13. Cité dans J.-F. Picard, A. Beltran, M. Bungeener, *Mémoires d'une entreprise publique*, op. cit., p. 195.
14. Souvenirs de Pierre Guillaumat, *ibid.*, p. 188.
15. Sur celui-ci, nous nous permettons de renvoyer à B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, op. cit., avec la préface de Philippe Boulain et Marcel Boiteux. Voir les intéressantes mises en perspective de Lynn Edward Weaver, « Study France's Nuclear-Power Success », *The Ledger*, 14 août 2008, en ligne ; Steve Kidd, « Nuclear in France – what did they get right? » et « Nuclear in the UK – where did it go wrong? », *Nuclear Engineering International*, 22 juin et 26 août 2009, en ligne ; Arnulf Grubler, « The Costs of the French Nuclear Scale-up: A Case of Negative Learning by Doing », *Energy Policy*, n° 38, 2010.
16. Hervé Machenaud, Intervention aux Carrefours EDF de l'International, Aix-les-Bains 29 janvier 1999, cité dans B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, op. cit.
17. L'approche clé en mains a été choisie par la majorité de l'industrie nucléaire mondiale, notamment américaine. L'industrie nucléaire chinoise choisira, au cours des années 2000, l'approche du concept d'architecte assembleur du modèle industriel d'EDF, mais sous la forme de filiales spécialisées, CGNPC aujourd'hui CGN et CNNC constituant leur propre structure d'étude et d'ingénierie : CNPEC et CNPDC pour le premier ; CNPE, l'ex BINE, pour le second, complétés par SNPTC, chargé de l'ingénierie de l'AP1000. Le producteur Ontario Hydro était le seul à pratiquer une démarche analogue à celle d'EDF dans les années 1960-1980, avant de se séparer de son ingénierie dans les années 1990.
18. Au moins jusqu'à l'accord entre Framatome et Siemens en 1990 pour la réalisation de l'EPR (qui se révélera non durable), ceux entre EDF et le chinois CGNPC pour les centrales de Daya Bay, Ling Ao et Taishan, ainsi que celui entre Areva et Mitsubishi dans la coentreprise du réacteur Atmea 1.
19. Cf. Yves Tanguy, « Safety and Nuclear Power Plant Standardization: The French Experience », *Public Utilities Fortnightly*, 31 octobre 1985.
20. À l'instar du CEA, il n'existe pas de véritable histoire globale de Cogema, l'album *1976 - 1986 ou 10 ans d'histoire*, publié par l'entreprise en 1986 rassemblant des dates marquantes et des photographies commentées. Voir les passages consacrés à l'entreprise de Vélizy dans B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, op. cit.
21. Expression d'André Giraud, administrateur général du CEA en 1981 citée dans J.-F. Picard, A. Beltran, M. Bungeener, *Mémoires d'une entreprise publique*, op. cit.
22. Cf. le constat précoce d'Irvin C. Bupp et Jean-Claude Derian, *Light Water: How the Nuclear Dream Dissolved*, New York, Basic Books, Inc., 1978.
23. Michel Hug cité dans B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, op. cit. Voir également Michel Hug, *Un siècle d'énergie nucléaire*, coll. « Grandes aventures technologiques », Académie des technologies, janvier 2009.
24. La notion de « surdimensionnement du parc nucléaire » apparaît dans le rapport élaboré par le groupe de travail « Long terme Énergie » de mai 1983 du Commissariat au Plan, dirigé par Noël Josèphe, chargé de la prospective du secteur de l'énergie pour la préparation du IX^e Plan (1984-1988).
25. Sur cet épisode oublié de prolongation en Chine du programme nucléaire français, voir Félix Torres, *Le chemin partagé. Une histoire d'EDF en Chine 1983-2011*, Éditions François Bourin, 2011, p. 232-235, repris dans B. Dänzer-Kantof et F. Torres, *L'Énergie de la France*, op. cit., p. 652-653.
26. Pierre Suard, *L'envol saboté d'Alcatel Alsthom*, France-Empire, 2002, et *En toute impunité. La scandaleuse destruction d'Alcatel Alsthom*, Société des Écrivains, 2009, en ligne.
27. Voir F. Torres, *Le chemin partagé*, op. cit.
28. Christian Bataille et Robert Galley, *L'aval du cycle nucléaire*, rapport de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques, n° 612, 1997-1998.
29. Voir Cyrille Foasso, *Atomes sous surveillance. Une histoire de la sûreté nucléaire en France*, coll. « Histoire de l'énergie », vol. 3, GHPIC Peter Lang, Bruxelles, 2012.
30. Sur ce thème, voir par exemple le très pertinent Rapport d'information n° 2952 de la Commission des Finances, de l'Économie générale et du Contrôle budgétaire sur les perspectives de développement d'Areva et l'avenir de la filière nucléaire de Marc Goua et Hervé Mariton, Assemblée nationale, 8 juillet 2015, en ligne.
31. *Ibid.*, passage IIB1.a.
32. Cf. les réflexions de Rémy Carle dans « L'électricité nucléaire, une réalité du Vingtème... et du Vingt-et-unième siècle », *Annales des Mines*, août 1999.
33. Voir par exemple les analyses de Maurice Kopecky et Eugène Berg dans « Enjeux nucléaires », *Revue de Défense nationale*, n° 747, février 2012.