

# Considérations sur le lancement d'un programme nucléaire

■ **Gilbert NAUDET**, membre du GR21, Groupe de réflexion sur l'énergie et l'environnement au XXI<sup>e</sup> siècle

L'intérêt renouvelé pour l'énergie nucléaire dans le monde, sous le double effet de l'enchérissement considérable des hydrocarbures et de la lutte contre l'effet de serre, conduit les gouvernements de plusieurs pays en cours d'industrialisation à envisager le recours à cette forme d'énergie. Le traité de non-prolifération (TNP), adopté en 1968, ratifié par près de 200 pays, affirme le droit pour tout pays l'ayant ratifié de recourir à l'énergie nucléaire civile en contrepartie de sa renonciation à l'arme atomique.

Toutefois le lancement d'un programme nucléaire est affaire de longue haleine, nécessitant d'importants efforts coordonnés dans de nombreux domaines : infrastructure, industrie, financement, législation, administration, formation des hommes, information du public. Le processus complet aboutissant à la réalisation de centrales nucléaires s'échelonne sur au moins quinze ans.

Pour la clarté de l'exposé, on le décompose en plusieurs étapes, mais à l'évidence, celles-ci sont plus ou moins imbriquées dans le temps. Leur importance et les efforts nécessaires varient selon la situation générale du pays, en particulier sa démographie, sa géographie, ses ressources financières et son degré d'industrialisation. Certains pays ont depuis de nombreuses années entamé ce processus.

**1. Les études préalables à la décision de lancement d'un programme nucléaire** constituent une première étape.

**Une étude prospective des besoins énergétiques** est conduite à partir d'hypothèses contrastées relatives aux principaux facteurs de développement du pays sur le long terme : démographie, urbanisation, transports... C'est dans ce cadre que l'on précise la croissance de la consommation d'électricité moyennant quelques hypothèses supplémentaires sur les déterminants de la pénétration de l'électricité dans le bilan énergétique national.

La situation énergétique du pays sur le long terme concerne d'abord les perspectives d'approvisionnement à partir des ressources nationales et des possibilités de fournitures extérieures ; il est possible alors d'estimer l'évolution du taux de dépendance énergétique et des conséquences macro-économiques qui en résultent, et de faire apparaître éventuellement la nécessité du recours à d'autres formes de production d'énergie et de production d'électricité que celles utilisées présentement ou envisagées à court terme. Une évaluation économique

préliminaire situe le niveau de compétitivité du nucléaire par rapport aux autres formes d'énergie.

**Une étude prospective du réseau de transport d'électricité** basée sur la croissance prévisible de la consommation précise son renforcement, son maillage, ses possibilités d'interconnexion avec les réseaux étrangers, et détermine dans quelle mesure l'insertion d'unités de production de taille importante est compatible avec la garantie de la stabilité de la fréquence.

**La recherche de sites potentiels propres à l'installation de centrales nucléaires** est une démarche à entreprendre par éliminations successives des zones défavorables en raison de paramètres essentiels : sismicité trop forte, urbanisation trop proche, manque d'eau de refroidissement, proximité d'aéroport civil ou militaire.

**Une étude sur la gestion des déchets**, leur entreposage et leur stockage futurs est à entreprendre parallèlement afin de définir par avance les procédures et les moyens à mettre en œuvre dans ce domaine.

**Une revue générale de l'infrastructure du pays**, de ses possibilités industrielles et de ses ressources humaines est effectuée dans le contexte de la réalisation d'un programme nucléaire et de son exploitation. Elle met en évidence l'impact qu'il pourrait avoir sur l'économie nationale, l'emploi et l'acceptation du public.

Ces diverses études, dans la mesure où elles n'existent pas encore, peuvent être entreprises avec l'aide d'un ou plusieurs consultants extérieurs. Elles constituent en quelque sorte une phase de pré-faisabilité, dont l'objectif est de permettre au gouvernement de se forger une opinion sur l'intérêt d'un programme nucléaire pour l'économie du pays et la date opportune de son lancement. Ainsi, le gouvernement possède-t-il les informations nécessaires à une prise de décision.

**2. Les dispositions nécessaires au lancement d'un programme nucléaire** sont du ressort du gouvernement, dont la tâche est de les planifier, les coordonner et les financer pour une large part, en étroite collaboration avec les organismes nationaux impliqués, notamment le futur exploitant.

**La formation de spécialistes** est prioritaire. Elle conditionne au premier chef la mise en place des organismes spécifiques et indispensables à la réalisation et à l'exploitation d'un programme nucléaire, et à l'exécution des tâches correspondantes. Ces spécialistes, déjà formés

dans divers domaines scientifiques et techniques, reçoivent une formation particulière dans les matières nucléaires comme la neutronique, la thermohydraulique, les études de systèmes, le contrôle-commande, la radioprotection, l'évaluation de sûreté, la réglementation, etc. Cette formation s'effectue dans des sessions d'études spécialisées et des stages dans des installations nucléaires à l'étranger avant que ne soient créées éventuellement les capacités universitaires nationales adéquates. Au départ, 30 à 50 de ces spécialistes sont les agents nationaux au service du gouvernement pour élaborer les dispositions nécessaires au programme nucléaire, telles que définies ci-dessous. Le pays doit porter une grande attention à la communication autour du projet pour bénéficier aussi largement que possible du soutien du public.

**L'organisme de radioprotection** existe en général préalablement à toute décision de programme nucléaire, car indispensable à l'utilisation de rayonnements ionisants en médecine et dans l'industrie. Il doit être renforcé pour faire face aux problèmes spécifiques d'une centrale nucléaire, de ses effluents et des déchets nucléaires.

**Le cadre législatif** propre à la production d'énergie nucléaire doit être élaboré de façon détaillée ; il représente une tâche prioritaire. Il concerne de nombreux aspects, la sûreté, la sécurité, la radioprotection, le contrôle des matières, la gestion des déchets et effluents, les garanties et la responsabilité civile, ainsi que les questions commerciales et de débat public. Les procédures de délivrance des autorisations de construction et de mise en service industriel doivent être particulièrement bien définies.

**L'organisme de sûreté nucléaire** est tout aussi urgent à mettre en place. Il doit être en mesure de donner un avis sur toutes les questions touchant à la sûreté dans les choix que fera le gouvernement ou l'exploitant. En particulier, au départ du programme, il lui incombe l'examen des études de site et de l'évaluation du site retenu, et ultérieurement, l'examen des propositions de l'exploitant et de leur conformité avec les normes nationales qu'il aura préalablement établies et celles en vigueur au niveau international, enfin la délivrance des autorisations de construction et d'exploitation. Une de ses caractéristiques essentielles est d'être un organisme indépendant, c'est-à-dire de pouvoir prendre de lui-même toute décision concernant la sûreté de la centrale, y compris d'en arrêter éventuellement le chantier ou l'exploitation si les conditions de sûreté ne lui paraissent pas respectées.

**Les engagements internationaux** sont à prendre en considération par le gouvernement au préalable de toute décision. Ils consistent dans le respect du traité de non-prolifération de l'AIEA et de ses protocoles additionnels, mais aussi dans l'information des Etats voisins du projet de centrale nucléaire et des dispositions de sûreté afférentes.

**Un centre de formation et de recherche appliquée** peut éventuellement être envisagé pour former le personnel technicien à l'aide d'un petit réacteur de recherche, le familiariser à la détection et mesure des rayonnements et l'initier à la physique et la conduite des réacteurs.

**3. Les études relatives à la mise en œuvre d'un programme nucléaire** sont à mener de front dans la mesure où elles sont indépendantes.

**La qualification et la validation d'un site nucléaire** est une tâche essentielle à la réussite du projet. Elle dure au moins trois ans de façon à accumuler suffisamment de données statistiques. Elle concerne des domaines variés : la géographie, la géologie, la sismologie, la climatologie, l'hydrologie, les études d'impact sur la faune et la flore, l'étude de l'environnement humain et industriel, les études de l'infrastructure locale et régionale. Il s'agit d'obtenir les données le plus pertinentes possible de façon que l'exploitant puisse spécifier et dimensionner correctement tous les équipements. Par exemple, le système de réfrigération sera fonction des caractéristiques du débit d'eau disponible, la résistance des bâtiments de la tenue des sols, de l'intensité des ouragans, mais surtout du niveau de sismicité, les circuits de ventilation de la qualité de l'air, les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales de la nature des précipitations. Les moyens d'accès au site des gros composants seront l'objet d'une attention particulière. La qualité de l'étude de site évite des surprises à la construction, donc des retards et des surcoûts.

**L'examen du réseau de transport de l'électricité** est à reprendre en fonction de la situation du site retenu. Il doit garantir toutes les conditions nécessaires à l'évacuation de l'énergie, à la stabilité de la fréquence en cas d'arrêt fortuit de la centrale, à la garantie de l'alimentation de secours imposée par la sûreté du réacteur. La puissance envisagée de la centrale est ainsi confirmée.

**Le choix d'un modèle de réacteur** résulte d'une analyse des caractéristiques détaillées des différentes options technologiques disponibles dans le monde, ainsi que des conditions d'approvisionnement du combustible nucléaire et de gestion des déchets propres à chaque technologie. Cette analyse peut s'effectuer avec la coopération d'un consultant extérieur ou de l'AIEA. Un modèle (ou un nombre restreint de modèles) est retenu par le gouvernement et les organismes concernés en fonction des conditions spécifiques du pays et des coûts annoncés par les organismes internationaux (AEN et AIEA) ou les constructeurs. La taille du réacteur et le niveau du coût de construction de la centrale, combustible compris, sont parmi les paramètres les plus importants à considérer.

**Les modalités de financement** de la centrale et des premières charges de combustible sont examinées en rapport avec les coûts prévisionnels et l'étude économique de la production d'électricité nucléaire. L'analyse financière tient compte des participations envisagées de l'Etat, de la compagnie d'électricité et du secteur privé national ou étranger.

**Une enquête du potentiel industriel national** est conduite de façon suffisamment détaillée pour déterminer le niveau envisageable de la participation locale à la construction et à l'exploitation, et éventuellement les transferts de technologie. Il s'agit de préciser pour chaque entreprise étudiée le niveau technique, les compétences humaines, la productivité, les capacités et les

délais de réalisation. Le secteur du génie civil et celui de la fourniture de petits matériels retiennent particulièrement l'attention.

L'ensemble de ces études constituent la phase de faisabilité dont l'objectif est le lancement de l'appel d'offres.

**4. Le choix d'un constructeur et les négociations commerciales** représentent une phase essentielle du lancement d'un programme nucléaire, dont la durée, qui peut être assez longue, est difficile à prévoir.

**L'appel d'offres auprès des constructeurs** concernés par le modèle de réacteur retenu est rédigé avec le plus grand soin, gage de la réussite ultérieure des négociations commerciales et de la réalisation. La coopération d'un consultant expérimenté et indépendant paraît indispensable. Il en est évidemment de même pour l'analyse des offres. L'appel d'offres repose sur toutes les études citées précédemment, en particulier les caractéristiques du site et du réseau, les conditions de financement et de participation locale. Les réponses fournissent les caractéristiques de fonctionnement de la centrale, sa durée de vie, les coûts d'investissement et d'exploitation, l'approvisionnement du combustible et la gestion des déchets, la participation locale et les transferts de technologie, le calendrier de réalisation, la formation du personnel local devant participer à la construction et l'exploitation (de 500 à 1000 personnes).

**L'analyse des offres** et leur comparaison aboutit au choix d'un constructeur de chaudière nucléaire et, parallèlement, à celui d'un constructeur des équipements classiques et d'une entreprise de génie civil, et enfin d'un architecte industriel.

**Les négociations commerciales** finalisent les aspects économiques et règlent tous les détails, notamment les modalités contractuelles, les garanties et le partage des responsabilités entre les différents partenaires, le calendrier de réalisation et de financement et l'approvisionnement du combustible. Les contrats sont alors signés. Ils ne sont mis en vigueur qu'après signature des engagements auprès des organismes internationaux, voire ceux du pays fournisseur.

**5. La construction de la centrale** commence une fois qu'en a été délivrée l'autorisation par l'organisme de sûreté nucléaire, qui s'est assuré que le projet de réalisation satisfait à toutes les conditions du site et à toutes les normes de sûreté et de sécurité. La durée de construction dans un pays industrialisé est d'au moins 5 ans. Dans un pays en cours d'industrialisation, les conditions d'approvisionnement des matériaux et d'utilisation d'une main d'œuvre locale parfois insuffisamment expérimentée, entre autres aléas, peuvent allonger cette durée de plusieurs mois.

**La mise en service industriel**, après la période des essais réglementaires, s'effectue selon les dispositions contractuelles prévues pour le transfert de responsabilité des constructeurs à la compagnie d'électricité propriétaire de la centrale.

## 6. Conclusion

Cet exposé des processus relatifs au lancement d'un programme nucléaire reste théorique. Chaque pays est un cas particulier pour les diverses raisons déjà évoquées.

Même si plusieurs de ces processus peuvent se trouver imbriqués, leur ensemble s'échelonne sur une durée d'une quinzaine d'années.

Certaines étapes nécessitent d'être exécutées le plus tôt possible. La recherche et la validation d'un site non seulement sont un préalable indispensable de l'appel d'offres, mais elles permettent de figer ce site dans les pays où les sites favorables sont rares et convoités pour d'autres activités. La formation d'un personnel scientifique et technique compétent dans le domaine électronucléaire est une tâche à entreprendre dès la décision gouvernementale du recours éventuel à l'énergie nucléaire : toutes les actions de contrôle à toutes les étapes de la préparation et de la construction du projet en dépendent. Cette tâche est continue et s'amplifie jusqu'à la fin de la construction de la centrale.

Plusieurs pays en cours d'industrialisation ont déjà entamé cette chaîne de processus. Le Maroc a formé depuis longtemps un noyau de spécialistes nucléaires, s'est assuré de la faisabilité de l'extraction de l'uranium de ses phosphates, a validé un site vers 1985 et ouvert au début des années 90 un centre de recherche nucléaire. L'Égypte a aussi formé un groupe de spécialistes et validé un site. Dès le début du siècle, le gouvernement vietnamien commençait à former de jeunes techniciens en vue de disposer de l'énergie nucléaire aux environs de 2020.

Il est certain que la plupart de ces tâches sont difficiles à mener à bien dans beaucoup de pays où l'encadrement scientifique et technique est insuffisant. Le recours à des consultants et des industriels de pays développés apparaît nécessaire, et d'ailleurs donne l'occasion de perfectionner la formation des équipes nationales.

Ce recours est d'autant plus efficace qu'il s'effectue dans le cadre d'accords de coopération d'Etat à Etat sur beaucoup de sujets concernés. La signature de tels accords, où naturellement des pays ayant réalisé un programme nucléaire important apportent leurs connaissances et leurs expériences, ne signifie pas que les pays bénéficiaires seront dotés de centrales nucléaires dans un proche avenir. Loin s'en faut, le chemin pour y parvenir est difficile et exige une longue persévérance en moyens financiers et humains de la part des autorités gouvernementales concernées.

