Quelques questions ouvertes et points critiques

... qui n'ont pas été traités dans les articles précédents

François Graner, physicien, CNRS, et Stefano Matthias Panebianco, physicien, CEA
Éditeurs du dossier

Lectrice, lecteur, peut-être avez-vous en tête un point important qui mériterait de contribuer au débat sur le nucléaire civil (français ou international), mais qui ne figure pas dans les pages précédentes. C'est frustrant, mais inévitable ; les contraintes de taille d'un dossier comme celui-ci nous interdisent de traiter le sujet de manière exhaustive. Nous esquissons ici une liste de ces points non traités. Par ailleurs, des questions, selon nous, restent encore très ouvertes ; nous tentons d'en identifier les aspects les plus critiques.

Des choix qui engagent à long terme

Le nucléaire civil, peut-être plus que d'autres activités industrielles, engage les générations futures, au sens qu'elles devront longtemps être capables de mobiliser de l'énergie, de l'argent, du savoir-faire, de la main d'œuvre et des terrains pour traiter l'impact de nos centrales actuelles, qu'elles finissent leur activité avec ou sans incident. C'est un héritage de dettes alors qu'elles n'en auront même pas eu les bénéfices, à moins qu'à leur tour elles trouvent assez de matière et d'énergie à y consacrer. Mais alors, est-ce une chaîne sans fin, et comme telle est-elle destinée à finir dans une bulle qui éclate ?

Comment la société, dans sa diversité, peut-elle définir collectivement et intégrer de tels engagements et les enjeux

correspondants, moraux et pratiques, à très long terme ? Les décisions politiques nécessitent de peser globalement les inconvénients du nucléaire (avérés ou en tant que risques) par rapport aux dommages sur le climat, déjà avérés, apportés par toutes les sources d'énergie. Pour nourrir de telles décisions, il serait utile d'arriver à un consensus sur la rentabilité du nucléaire au sens énergétique^(a) ainsi que sur son bilan carbone complet, incluant toute la filière y compris le démantèlement, et de les comparer à ceux d'autres formes d'électricité ou d'énergie en général.

Le débat public est notoirement difficile, pour des raisons de fond (et pas seulement à cause du sectarisme dont chaque camp tend à accuser l'autre). D'une part parce qu'il s'agit de mettre en regard, en les

pondérant, des arguments de nature différente, dont beaucoup ne sont pas disponibles ou ne font pas consensus. Mais aussi parce que les décisions sont souvent prises dans un cadre national, alors que les conséquences, en termes d'utilisation de l'énergie ou de risque d'accident, se mesurent également aux échelles locales ou internationales.

Le nucléaire nécessite une stabilité des relations internationales, et en retour a des conséquences sur la géopolitique. Les accords entre l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) font l'objet de critiques de la part d'associations.

Rien que pour la filière nucléaire française, on peut relever : ses liens avec l'embargo sur l'Afrique du Sud à l'époque de l'apartheid ; le contentieux avec l'Iran autour d'Eurodif ; les relations avec les

régimes des pays producteurs comme le Kazakhstan ou le Niger ; pour ce dernier pays, les conséquences concrètes de l'extraction minière pour les habitants ; l'envoi de militaires français ou de sociétés militaires privées dans le Sahel ; la proposition française de vendre des centrales nucléaires à la Libye, suivie peu après d'une intervention militaire qui aboutit à la chute du gouvernement.

Des questions pratiques

Doit-on sortir du nucléaire, et le peut-on ? Selon les partisans du maintien, il est hasardeux de diminuer la production d'électricité nucléaire : qui peut prédire si l'équilibre industriel de la filière et la sûreté d'approvisionnement en énergie seront maintenus ? Ils mettent la question climatique, urgente, en priorité avant la

question des déchets, qui est à plus long terme. Les partisans de la sortie expliquent que le nucléaire a des impacts environnementaux élevés au regard du fait qu'il ne représente actuellement que 3% de l'énergie mondiale, qu'il est lui-même peu robuste au réchauffement^(b) et que sa suppression pourrait être compensée autrement, y compris par la décroissance de la consommation énergétique, ou en remplaçant là où c'est facile (par exemple pour le chauffage) l'électricité par des productions d'énergie à meilleur rendement. Les scénarios globaux et locaux peuvent nous aider à peser ces enjeux^(c), mais la décision finale est d'ordre plus politique que technique.

La fin éventuelle de l'exploitation de la filière nucléaire pourrait être largement déterminée par notre réaction à la limitation de la ressource en uranium, à

l'accumulation des déchets, à l'augmentation du nombre de centrales à démanteler. En octobre 2018, un rapport de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) [1] indiquait que « l'arrêt de réacteurs chargés de combustibles MOX peut induire une saturation à court terme des entreposages de combustibles usés. Toutefois, un scénario incluant l'arrêt de réacteurs chargés uniquement en combustibles à base d'uranium pourrait retarder voire empêcher la saturation de ces entreposages. » Cela pose la question des contraintes techniques et des conséquences qu'une éventuelle sortie du nucléaire comporterait.

Les techniques employées sont sujettes à des débats de natures très variées. Quels sont les avantages et inconvénients des réacteurs de troisième génération en construction, les EPR^(d) ? Faut-il inclure

>>>

dans la réflexion des combustibles différents de l'uranium : quelles perspectives offrent le plutonium (génération IV, sur-générateurs) ou le thorium (dont les réserves sont plus importantes que celles d'uranium) ? Que faut-il penser des prototypes de recherche sur la fusion (ITER), sur les réacteurs rapides (ASTRID) ou sur les sources à spallation (MYRRHA) dans une perspective d'incinération de certains déchets ? Resteront-ils des prototypes ou déboucheront-ils sur des applications réalistes ?

Les décisions françaises

Cette question des déchets suscite à son tour un débat sans fin⁽⁶⁾. La décision politique française a mis en avant le stockage en profondeur pour les déchets de haute activité à vie longue (HAVL). Or ce stockage n'est pas purement passif : le risque d'échauffement et le dégagement d'hydrogène imposent de ventiler les galeries, ce qui requiert que l'alimentation électrique soit maintenue (pas de coupure de plus d'une semaine) pendant des centaines d'années ; à son tour, cette maintenance requiert une stabilité politique et énergétique. Sans parler de la stabilité géologique, qui, elle, doit être préservée sur des dizaines ou centaines de milliers d'années. Les opposants à ce choix considèrent que le stockage profond serait largement irréversible, alors qu'il n'aura pas été testé au préalable en grandeur réelle, et sans possibilité fiable de communiquer avec les générations futures. Ils soulignent aussi que les plans actuels de stockage ne concernent que les déchets du parc actuel : si on continue à en produire, aura-t-on assez de matériaux (verre borosilicaté et acier), d'énergie et de place pour organiser leur stockage ?

Les mêmes décideurs politiques français ont considéré, lors du moratoire de la loi Bataille, que le stockage n'est pas la seule option. Ils ont préconisé de développer des systèmes nouveaux pour incinérer, recycler ou transmuter ces mêmes déchets de haute activité à vie longue. Contrairement au stockage, ces systèmes peuvent difficilement s'accommoder de ce que ces déchets restent mélangés à d'autres : il faut d'abord les séparer, ce qu'on sait faire techniquement, mais pas encore à échelle industrielle (sans parler de la rentabilité, qui ne fait pas partie des objectifs de l'opération). Comment la recherche sur les systèmes incinérateurs

s'articulerait-elle avec le stockage en profondeur ?

Des choix techniques portant sur l'ensemble de la filière ont été opérés par l'exécutif français, et ont été débattus, entre autres, au sein de l'Office Parlementaire de l'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST). Cependant, les choix politiques sur les questions de fond et de long terme n'ont pas encore été débattus, amendés et votés par le Parlement en tant que tels, à l'exception d'un dossier très visible, celui des déchets. L'importance des sujets politiques considérés requiert des procédures collectives démocratiques de débat et de décision, en toute transparence et en confiance, ce qui ne semble pas faire consensus actuellement au sein de la communauté française. Est-il envisageable d'améliorer le fonctionnement démocratique, et de mieux intégrer les retours d'expérience afin de procéder aux corrections *a posteriori* ? Et comment gère-t-on, politiquement et financièrement, des risques à la fois très rares et aux conséquences très importantes ?

La structure de la filière française

La transparence et la confiance doivent porter également sur les opérateurs et leurs vérificateurs, et là aussi le consensus semble loin d'être atteint. Le taux d'erreurs et d'incidents de la filière nucléaire française, clairement meilleur que dans beaucoup d'autres industries et activités humaines, pourrait toujours sembler trop élevé au regard des attentes de la communauté. C'est en particulier le débat soulevé par les questions de fissures et de fragilité de l'acier des cuves des réacteurs, y compris celle de l'EPR.

L'indépendance actuelle de l'Autorité de Sureté Nucléaire (ASN) et de l'Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire (IRSN) est soulignée dans les vérifications opérées au jour le jour, mais les critiques s'interrogent sur la capacité qu'aurait l'ASN d'imposer une remise en cause drastique de toute la filière si elle le jugeait nécessaire. Quelle est la sincérité des documents de vérification, et quel est l'impact concret du Haut comité pour la transparence [2] ? Pourquoi le secret-défense, qui est en lui-même un enjeu démocratique du fait qu'il protège les décideurs vis-à-vis de leurs concitoyens, est-il utilisé autant pour le nucléaire civil [3] que pour ce qui appartient réellement

au domaine militaire ? Les liens (notamment autour des ingénieurs du corps des Mines) entre les structures étatiques, les institutions de régulation et les opérateurs font-ils désormais partie du passé⁽⁷⁾ ?

Même si cela n'a pas de conséquence directe sur les futures décisions à prendre, il peut être utile de rappeler l'historique de la filière française, qui n'est traité que partiellement dans ce dossier. La création du CEA et du centre de Marcoule, le choix des réacteurs à eau pressurisée, le Plan Messmer de nucléaire civil décidé en 1974 à la suite du premier choc pétrolier, la construction et les difficultés des surgénérateurs et de l'EPR : en toile de fond se déroule la mise en place parallèle d'un secteur industriel complet et d'un mouvement qui le conteste. Il serait intéressant d'approfondir cet historique de la filière française, y compris au sein du contexte international.

La nécessité de raisonner à long terme soulève la question de la stabilité politique et financière des décideurs et opérateurs, qu'ils soient publics ou privés. L'un des premiers arguments politiques contre le nucléaire (ravivé [4]) était qu'il entraînait l'instauration d'un État centralisé et autoritaire. Gérer le nucléaire nécessite-t-il un certain type d'État ou d'institutions ? Quant aux opérateurs du nucléaire français désormais de droit privé, ils sont en pleine réorganisation, et engagés sur des dossiers internationaux lourds et délicats⁽⁸⁾. Faudrait-il les mettre à l'abri de la concurrence ?

Santé et environnement

Quelques pages sur l'impact du nucléaire sur la santé et l'environnement ne peuvent suffire à épuiser le débat. Les conséquences (qui ne sont pas nécessairement spécifiques au nucléaire) de l'exploitation des mines sur les pays producteurs et leurs travailleurs suscitent des oppositions, par exemple à Ganbaatar en Mongolie, à Faléa au Mali, ou à propos des droits des Aborigènes australiens [5].

L'impact d'un accident, très peu évoqué dans ce dossier, peut apparaître différent selon qu'il s'envisage à l'échelle d'une semaine, d'un an, ou d'une génération. Les retours d'expérience ont été tirés des accidents de Windscale/Sellafield, Three Mile Island, Tchernobyl, Fukushima, en fonction des informations disponibles. La radioactivité en mer affecte la biodiversité marine et la pêche, celle dans l'air peut

toucher directement les individus et contaminer les sols, avec des effets sur l'alimentation. Si pour Windscale les conséquences ont surtout été en termes d'environnement, Tchernobyl et Fukushima ont aussi révélé (au-delà de profondes différences dans la capacité de réaction et de gestion des États et entreprises) l'impact sur les relations sociales, les liens familiaux, la psychologie personnelle, les activités économiques, la confiance dans les autorités et les médias, les animaux, qui ne peuvent être ramenés à un bilan uniquement financier^(h). Pour Tchernobyl, le nombre de personnes touchées, l'étendue des dommages sur leur santé et le nombre de morts restent controversés. Pour Fukushima, la densité d'habitation dans les zones affectées a mis en évidence, tant de la part des autorités que des personnes concernées, les difficultés des décisions d'évacuation ou de retour, ainsi que des actions de la vie courante : habiter, manger, jouer, respirer, travailler, se déplacer.

La probabilité d'un accident futur touchant un réacteur français est difficile à évaluer ; le parc a eu cinq accidents qui auraient pu devenir graves et qui ont été tous maîtrisés⁽ⁱ⁾. Outre les erreurs humaines, qui ne peuvent être exclues, et les événements naturels extrêmes, comment tenir compte de possibles intrusions volontaires, du type de pilote suicide ou terrorisme sur une centrale ou une piscine, dans une époque où les moyens d'attaque sont en évolution rapide ? Le débat sur la sûreté et la sécurité^(j) porte aussi sur le vieillissement du parc des centrales. En novembre 2017, la presse française s'est fait l'écho d'une part des risques sismiques et de la vétusté affectant l'unique centrale nucléaire arménienne, à Metsamor ; et d'autre part de la pollution au ruthénium 106 qui a ramené l'attention sur le complexe nucléaire Maïak, à Kychtym (Russie), déjà siège en 1957 d'un grave accident longtemps gardé secret. Toute extrapolation au parc français est délicate.

En guise de conclusion

Pour terminer sur des questions ouvertes, nous rappellerons celles qui ont été posées il y a tout juste 40 ans dans la préface d'un dossier spécial sur le nucléaire [6] : « De combien d'énergie avons-nous besoin ? Y a-t-il un rapport entre consommation d'énergie et niveau de vie, consommer plus et vivre mieux ? Qui manque d'énergie, qui en gaspille, et pourquoi ? De quelles énergies avons-nous besoin ? Laquelle, pour une utilisation donnée, constitue le meilleur choix du point de vue de la collectivité et des personnes ? Y a-t-il un rapport entre formes d'énergie et formes de société ? Sur quelles énergies pourrions-nous compter pour demain ou même pour tout de suite ? Dans quelle mesure l'énergie nucléaire nous est-elle indispensable ? Le programme électronucléaire français est-il réaliste ? Est-il réaliste de vouloir le stopper ? » ■

Traduction :
Si les Romains avaient eu l'énergie nucléaire, nous serions encore en train de surveiller leurs déchets.

- a. Le « retour sur investissement en énergie » (EROI) d'une filière est le rapport de l'énergie qu'elle fournit à la quantité d'énergie utilisée pour la production.
- b. Les centrales doivent être refroidies ; en période de canicule elles doivent parfois être arrêtées, et cela arrive même en Suède.
- c. Voir dans ce dossier l'article de S. Bouneau (p. 46), et celui de N. Maïzi et F. Briens (p. 49).
- d. La première génération de réacteurs nucléaires est celle, désormais terminée, à l'uranium naturel et au graphite-gaz (UNGG). Les réacteurs à eau pressurisée en cours d'exploitation en France font partie de ce qui est appelé la deuxième génération. On appelle « troisième génération » les réacteurs à eau pressurisée en cours de construction dont, entre autres, la sécurité a été améliorée, comme le réacteur pressurisé européen (EPR).
- e. Sur la question des déchets, voir plusieurs articles dans ce dossier, en particulier ceux de J.-Y. Le Déaut (p. 13) et de B. Romagnan (p. 14), et l'entretien croisé avec C. Stéphan et P. Barbey (p. 19).
- f. Greenpeace dénonce actuellement de tels liens au Conseil d'État (*Le Canard Enchaîné*, 3 octobre 2018).
- g. L'affaire Uramin (scandale financier impliquant Areva), les difficultés des chantiers EPR peuvent avoir des impacts significatifs sur ces opérateurs et leurs perspectives.
- h. Pour l'estimation du coût d'un accident, voir dans ce dossier l'article d'A.-S. Dessillons (p. 29).
- i. St-Laurent-des-Eaux les 17 octobre 1969 et 13 mars 1980, Le Bugey le 14 avril 1984, Civaux le 12 mai 1998, Le Blayais le 27 décembre 1999.
- j. Le rapport de la Commission d'enquête sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires, dit « Rapport Pompili » (28 juin 2018), a largement débordé le cadre de la sûreté pour aborder différents aspects de la filière. EDF y a répondu sur plusieurs dizaines de points : www.edf.fr/sites/default/files/contrib/groupe-edf/producteur-industriel/hydraulique/Notes%20d'info/note_info_pompili.pdf. Barbara Pompili y a répondu à son tour : <https://barbarapompili.fr/reponse-a-edf-concernant-rapport-de-commission-denquete/>

Références

1. Rapport de l'IRSN sur le cycle du combustible nucléaire en France, 24 octobre 2018, www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20181024.Publication-rapport-IRSN-sur-cycle-du-combustible-nucleaire-en-France.aspx
2. www.hctisn.fr
3. M. Prieur, « Nucléaire, information et secret défense, Débat public - Caen, 14 novembre 2005 », *Revue juridique de l'Environnement* 3 (2006) 289-301, www.persee.fr/doc/rjenv_0397-0299_2006_num_31_3_4550
4. <https://zad.nadir.org/spip.php?article6177>
5. Voir par exemple : <http://falea.eu> ; <http://mcca-ain.org/index.php/cris-de-victimes> ; « Australie, colonie de l'uranium », *Revue Z*, 6 (2012) 72.
6. M. Bosquet (ou A. Gorz, pseudonymes de G. Horst), « Au soleil de l'an 2000, peut-on stopper le nucléaire ? », *Que choisir ?*, N° spécial Énergie (février 1978).