



Faute de solution efficace pour traiter l'eau radioactive, celle-ci est pompée puis stockée dans d'énormes citernes qui s'accumulent sur le site de la centrale. KYODO/MAXPPP

Fukushima débordé par l'eau contaminée

Pour limiter la pollution de l'eau sur le site de la centrale nucléaire, l'opérateur Tepco doit tenter une prouesse technologique : construire une barrière de glace autour des réacteurs accidentés.

PAR
Rafaële Brillaud,
à Kyoto

Depuis début juin, le Japon s'est lancé dans un chantier à la (dé)mesure du site de Fukushima Daiichi : entourer les quatre réacteurs nucléaires endommagés d'une gigantesque gangue de glace souterraine. Après des mois d'études et de consultations, l'Autorité de sûreté nucléaire japonaise a finalement validé ce projet hors norme dans l'espoir d'endiguer enfin la fuite des eaux contaminées dans l'environnement et leur écoulement vers l'océan Pacifique. La société Tokyo Electric Power (Tepco), qui



exploite la centrale accidentée, a donc commencé les forages afin de réaliser une enceinte givrée d'un périmètre de 1,5 kilomètre et d'une profondeur de 30 mètres. L'objectif est de congeler, à partir de mars 2015 et pour une durée de six ans au moins, 70 000 mètres cubes de sol imbibé d'eau radioactive. Une réalisation sans précédent.

Cela fait des mois que l'opérateur Tepco peine à stopper l'accumulation des eaux contaminées sur le site. En effet, pour refroidir les trois réacteurs en fusion, des centaines de mètres cubes d'eau douce sont en permanence déversés sur la centrale. Chaque jour, au moins 350 mètres cubes d'eau douce traversent les enceintes des réacteurs qui ne sont plus étanches, emportent des matériaux radioactifs et rejoignent les dizaines de milliers de mètres cubes qui stagnent sous les bâtiments depuis l'accident de mars 2011. À ces quantités de liquide déjà problématiques s'ajoutent quotidiennement 400 mètres cubes d'eau saine provenant des collines des alentours qui pénètrent dans le sous-sol de la centrale et se souillent au passage. Tepco est donc engagé dans un véritable travail de Sisyphe : pomper, stocker puis traiter ces eaux pour pouvoir ensuite les rejeter en mer.

Hélas, ce scénario n'existe encore que sur le papier. Car, à ce jour, aucun système de traitement n'est capable de débarrasser les eaux de l'ensemble de leurs éléments radioactifs. Le système ALPS (Advanced Liquid Processing System) mis en place par Toshiba cumule les déboires et n'a jamais vraiment fonctionné à plein régime (lire « Un assainissement au compte-gouttes », ci-contre). Il est d'ailleurs en

Chaque jour, 400 mètres cubes d'eau saine s'écoulent des collines, pénètrent sous la centrale et se souillent au passage

réparation depuis juin et sa réactivation vient d'être repoussée au mieux à la fin de l'année. Les rejets en mer d'eau traitée promis par Tepco sont par conséquent limités et les volumes de liquide à gérer au niveau de la centrale ne cessent de s'accroître dangereusement. Au 29 juillet, 511 200 mètres cubes d'eau contaminée étaient stockés dans plus de 1 000 réservoirs disséminés sur le site. Et Tepco continue de construire des dizaines de citernes à la hâte, augmentant les risques de fuites, d'avaries ou d'incidents divers.

Un mur de glace évalué à 233 millions d'euros

Le mur de glace n'est qu'une des multiples solutions proposées par Tepco face à ce problème majeur. L'opérateur de la centrale pompe en divers endroits autour de la centrale. L'eau captée en amont

des bâtiments, du côté de la montagne, c'est-à-dire avant qu'elle ne soit souillée, est contrôlée puis rejetée dans l'océan. L'eau prise en aval ou au plus près des réacteurs doit être stockée en l'absence de système d'assainissement viable.

L'opérateur prévoit également d'achever cet automne la construction d'une digue sous-marine destinée à isoler le bord de mer le long de la centrale et empêcher l'écoulement des eaux souillées dans l'océan Pacifique. Le mur de glace vient compléter ce dispositif. Grâce à lui, les eaux saines contourneront la centrale sans se contaminer au lieu de la traverser et d'augmenter chaque jour la quantité de liquide radioactif à gérer.

Le principe de cette enceinte givrée est simple : il s'agit d'enterrer plus de 1 550 tuyaux en acier de 160 millimètres de diamètre

UN ASSAINISSEMENT AU COMPTE-GOUTTES

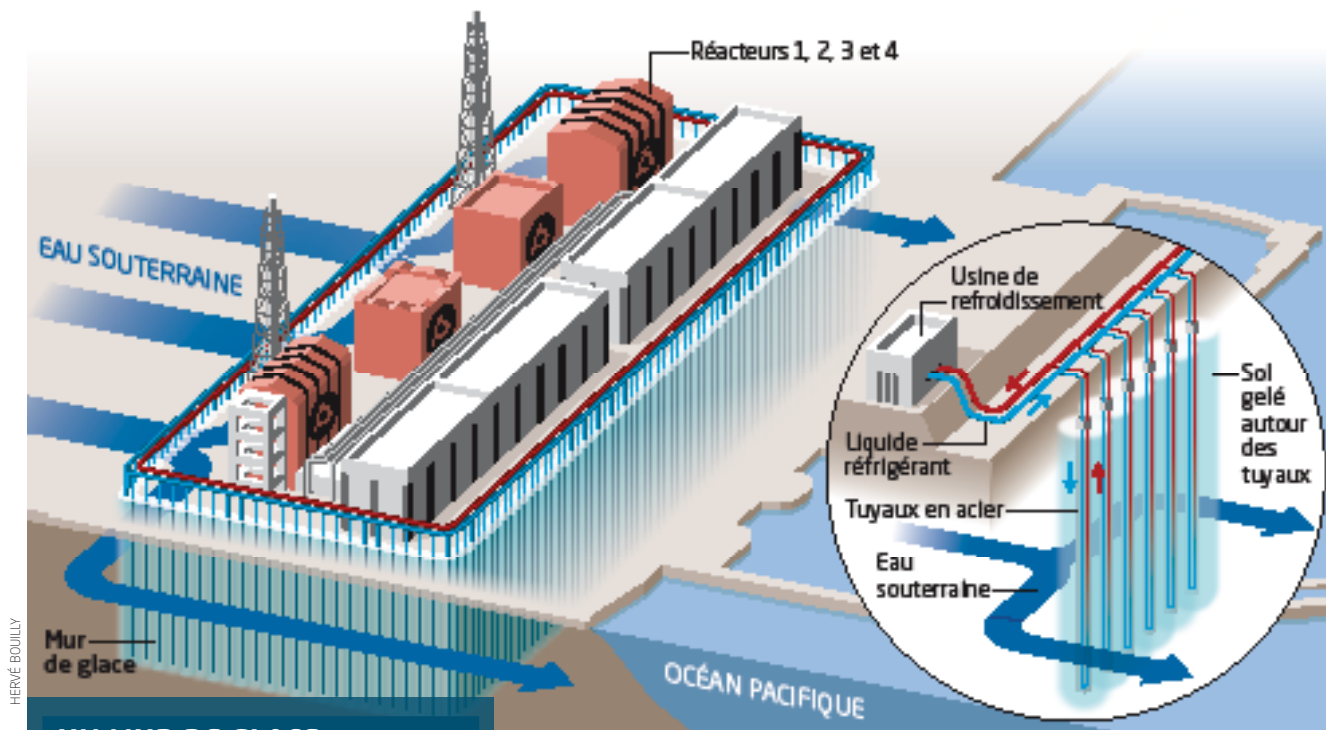
Les eaux radioactives stockées sur le site de Fukushima Daiichi subissent plusieurs traitements.

Elles sont dessalées pour limiter les phénomènes de corrosion - lors du tsunami, une vague avait en effet submergé le site et Tepco avait injecté de l'eau de mer dans les réacteurs pour les refroidir.

Elles sont décontaminées, du moins partiellement, purgées de leur césium 134 et 137.

Elles sont débarrassées de 62 autres éléments radioactifs, à l'exception du tritium, grâce au système ALPS (Advanced Liquid Processing System). Conçu par Toshiba, ce système utilise l'osmose inverse, procédé basé sur le filtrage.

250 mètres cubes sont traités par jour par ses trois unités. En théorie ! Car le système ne cesse de rencontrer des problèmes : corrosion des composants, fuite d'acide chlorhydrique, panne de moyens de manutention...



UN MUR DE GLACE AUTOUR DES RÉACTEURS

La structure qui entourera les réacteurs fera 200 mètres de large sur 500 mètres de long et sera enterrée à 30 mètres de profondeur.

1 550 tuyaux en acier seront installés le long de cette barrière.

Un liquide réfrigérant produit par une usine de refroidissement passera dans les tuyaux.

Au passage du liquide à -30° , le sol imbibé d'eau se mettra à geler jusqu'à former une barrière imperméable.

dans le sol, le long d'une structure en acier de forme rectangulaire de 200 mètres de large sur 500 mètres de long, pour faire circuler un liquide réfrigérant à -30° . Selon Tepco, 160 mètres cubes de solution aqueuse de chlorure de calcium seraient nécessaires, réfrigérés en permanence par 30 unités de 261 kilowatts chacune. Lors de la mise en fonctionnement du système, la terre imbibée d'eau se mettra ainsi à

geler autour des tuyaux, formant des cercles concentriques qui se rejoindront entre eux au bout de quelques semaines jusqu'à constituer un épais mur imperméable. Tepco prévoit de le maintenir jusqu'en 2020, le temps de redonner aux réacteurs endommagés leur étanchéité. L'opérateur évalue ces travaux à 32 milliards de yens, soit 233 millions d'euros environ. Sans compter les frais de fonctionnement ultérieurs estimés à plus d'un milliard de yens par an, soit plus de 7 millions d'euros.

Des conditions de travail extrêmes

Ce chantier coûteux se double d'une véritable épreuve humaine. À Fukushima Daiichi, les ouvriers qui mettent en place les canalisations souterraines doivent approcher les réacteurs accidentés au plus près, dans une

zone où la radioactivité varie de « 0,2 à plusieurs millisieverts par heure », selon Tepco. Rappelons que la Commission internationale de protection radiologique recommande que les travailleurs ne soient pas exposés à plus de 20 millisieverts par an, sachant que pour la population générale, ce chiffre descend à 1 millisievert. Dans ces conditions, la dose maximale est très rapidement atteinte, ce qui oblige les hommes à se relayer régulièrement. « *Les travailleurs ne peuvent rester que trois heures maximum sur le chantier* », explique Tadamuni Asamura, l'un des cadres de Kajima Corporation, la compagnie qui réalise les travaux.

À cela s'ajoute une météo japonaise peu clémente. Pendant tout l'été, les hommes couverts d'épais gilets antiradiations particulièrement pénibles à



porter ont dû supporter une forte humidité et des températures dépassant facilement 40 °C. Afin de limiter la fatigue et d'éviter les coups de chaud, leurs horaires ont été décalés, leurs journées de travail commençant à partir de 17 heures et se terminant à 23 heures. Au total, pas moins de 360 ouvriers sont ainsi mobilisés chaque jour pour la seule édification de ce mur de glace.

Une technologie utilisée pour le métro parisien

Aussi surprenant que cela puisse paraître, cette technologie de la congélation des sols est connue depuis le XIX^e siècle. Elle est régulièrement utilisée pour consolider et étanchéifier des parois de mines ou de tunnels souterrains. Elle a par exemple été employée par l'ingénieur Léon Chagnaud lors du chantier de construction du métro parisien sous la Seine d'octobre 1905 à décembre 1909. Le souterrain qui relie les stations Cité et Saint-Michel n'a été creusé qu'une fois le sol congelé, en faisant circuler dans des tubes forés une saumure de chlorure de sodium refroidie à -20° environ.

Ce procédé n'a néanmoins jamais été mis en œuvre à une telle échelle et de nombreux experts à travers le monde se montrent plutôt dubitatifs quant à la réussite d'un mur de cette taille. À commencer par Toyoshi Fuketa, commissaire de l'Autorité de sûreté nucléaire japonaise, qui a jugé peu clair son impact sur les écoulements d'eau contaminée : « Nous devons savoir si un mur de glace est vraiment efficace et, plus important encore, s'il ne va pas provoquer des problèmes. » « Je ne suis pas convaincu que le mur de glace soit la meilleure option », a laconiquement déclaré

pour sa part Dale Klein, ancien président de l'Autorité de régulation nucléaire américaine.

Tepco se montre néanmoins confiant. « Nous pensons que les volumes d'eau circulant à l'intérieur du bâtiment ne seront plus que de 30 tonnes grâce à ce mur de glace », déclare l'opérateur. Il assure en outre qu'en cas d'arrêt de l'usine de réfrigération, le mur de glace tiendra deux mois, de quoi laisser le temps de remédier au problème. Et il s'appuie sur un test, mené en début d'année à la même profondeur (30 mètres) mais sur un périmètre réduit (de 10 mètres sur 10 mètres), qui s'est révélé concluant : le sol s'est bien mis à geler.

Pour mieux convaincre les sceptiques, Tepco cite même la mine d'uranium de Cigar Lake, au Canada, où un large mur de glace doit également être édifié pour permettre d'exploiter le gisement situé à 450 mètres sous la surface, dans des roches peu stables et gorgées d'eau. « Sa taille, qui évolue au fur et à mesure que le tunnel est creusé, sera plus grande que celle du mur prévu à Fukushima Daiichi », affirme l'opérateur de la centrale sans plus de précision. Pas de chance, cette

exploitation, détenue à 37,1% par Areva, a annoncé fin juillet que la congélation n'avait pas progressé aussi vite que prévu et la mise en production a été repoussée à début 2015.

Une autre mauvaise nouvelle, révélée le 23 juillet, est venue entacher les annonces optimistes de Tepco. Depuis la fin avril, l'opérateur tente de construire à l'aide de cette technologie un petit mur de glace dans une galerie souterraine pour bloquer les écoulements d'eau contaminée des turbines vers l'extérieur. Quelque 11 000 mètres cubes d'eau hautement radioactive se seraient échappés, via ces tranchées, des réacteurs numéros 2 et 3. Alors que les travaux au niveau du réacteur numéro 2 devaient être terminés fin mai, la congélation se fait encore attendre. Tepco affirme que la technologie n'est pas remise en question pour autant : dans ce cas précis, c'est un débit d'eau trop important qui compliquerait la situation, alors que l'immense mur de glace n'aura pour but que de geler un sol imbibé d'eau. Mais, depuis, Tepco se bat pour congeler cette tranchée et l'Autorité de sûreté nucléaire japonaise s'impatiente. L'opérateur a d'abord augmenté le nombre de tuyaux avec du liquide réfrigérant, en vain. Il a ensuite versé dans ces tranchées 2 tonnes de glace par jour, puis 15 tonnes, sans plus de succès. Au 9 août, les hommes de Fukushima Daiichi déversaient 27 tonnes de glace par jour à la pelle... Des moyens rudimentaires qui laissent mal augurer des prouesses technologiques promises par Tepco. ❄

51 200

MÈTRES CUBES D'EAU contaminée étaient stockés, au 29 juillet 2014, dans plus de 1 000 réservoirs disséminés sur le site.