

Accident nucléaire de Fukushima Daiichi
Gestion des eaux radioactives provenant des réacteurs
accidentés
Situation en mars 2016

Ce document est basé sur les informations rendues publiques sur la situation de la centrale de Fukushima Daiichi.

I. Contexte général : une accumulation et une arrivée continue d'eau dans les bâtiments

Lors de l'accident ayant affecté la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011, les phénomènes naturels qui l'ont provoqué ont entraîné une inondation du site générant une accumulation d'eau dans les sous-sols des bâtiments de la centrale.

En outre, depuis l'accident, l'eau assurant le refroidissement des cœurs dégradés des réacteurs s'écoule dans les sous-sols des bâtiments d'où elle est pompée pour assurer à nouveau, après traitement, le refroidissement de ces réacteurs ; actuellement, environ 325 m³ d'eau parviennent ainsi quotidiennement dans les sous-sols. Cette eau circule dans la cuve et l'enceinte de confinement et refroidit le combustible nucléaire dégradé. Elle se charge en radioactivité, en entraînant notamment les éléments les plus mobilisables contenus dans le corium. A cet égard, si l'uranium et les transuraniens sont très peu solubles, certains produits de fission ou d'activation sont plus facilement dispersables dans l'eau (césium, strontium, antimoine, tritium...).

TEPCO fait ainsi état d'une activité de l'ordre de quelques GBq/m³ ou dizaines de GBq/m³ en césium pour l'eau accumulée dans les sous-sols des bâtiments « turbine ». Les débits de dose dans certains des sous-sols de bâtiment, dus notamment à la présence d'eau radioactive, mais également aux circuits des réacteurs qui y sont implantés, peuvent atteindre le Gray par heure.

Par ailleurs, l'eau de la nappe phréatique pénètre dans les sous-sols contribuant à l'augmentation du volume d'eau présent (arrivée d'eau évaluée à environ 200 m³ par jour). TEPCO maintient en effet le niveau d'eau dans les locaux à une valeur inférieure à celui de la nappe, ce qui limite le transfert de radioactivité, mais favorise les entrées d'eau.

Les eaux contenues dans les sous-sols des bâtiments étant radioactives et les volumes ajoutés journellement étant très importants, leur traitement et leur entreposage sont apparus, dès les premières semaines qui ont suivi l'accident, comme des enjeux importants de la reprise du contrôle des installations afin de maîtriser les rejets dans l'environnement.

Les volumes accumulés (réservoirs d'entreposage et sous-sols des bâtiments) atteignent désormais près de 900 000 m³.

II. Le traitement des eaux radioactives

Le traitement des eaux a deux objectifs : le dessalement et le retrait des radionucléides.

Le dessalement de l'eau est nécessaire, notamment pour limiter les phénomènes de corrosion : non seulement la vague qui a submergé le site lors de l'accident était de l'eau de mer, mais TEPCO a injecté de l'eau de mer dans les réacteurs pour les refroidir dans les jours qui ont suivi l'accident. Des procédés par osmose inverse et par évaporation ont très rapidement été développés et mis en œuvre quelques mois après l'accident de mars 2011.

TEPCO a également dessalé l'eau des piscines d'entreposage des combustibles usés dans lesquelles il avait aussi injecté de l'eau de mer.

Par ailleurs, TEPCO a mis en œuvre très rapidement plusieurs procédés de retrait des radionucléides : trois dispositifs étaient opérationnels quelques mois après l'accident de mars 2011. L'un d'eux n'est plus utilisé car il générerait un important volume de boues radioactives. Les deux dispositifs restants ne permettent qu'un retrait partiel des radionucléides contenus dans les eaux traitées, essentiellement le césium. TEPCO leur a progressivement adjoint des modules de traitement du strontium.

TEPCO a également développé un système permettant un traitement plus complet qu'il dénomme « multi-nuclides removal equipment » ou « advanced liquid processing system » (ALPS). Ce système est composé de trois sous-systèmes d'une capacité unitaire de traitement de 250 m³/jour. Les essais en configuration réelle se sont déroulés au cours du deuxième trimestre 2013 et ont montré une grande efficacité de décontamination du système pour tous les radionucléides présents dans les eaux, sauf le tritium. En effet, il n'existe pas à ce jour de moyen industriel capable d'extraire le tritium de l'eau. Après avoir rencontré divers problèmes lors des phases d'essais, l'ALPS est entré en phase d'exploitation industrielle en novembre 2013.

TEPCO a renforcé sa capacité de traitement des eaux par la construction, courant 2014, d'une seconde unité ALPS similaire et d'une unité ALPS « haute performance » dotée d'une ligne d'une capacité de traitement de 500 m³/jour.

En complément, pour traiter les eaux déjà entreposées, TEPCO a déployé 2 nouveaux systèmes mobiles de traitement du strontium dit « Kurion Mobile Processing System » (KMPS) d'une capacité de traitement de 300 m³/jour, mis en service en octobre 2014 et février 2015.

Il est à noter que TEPCO a également implanté un système de traitement des eaux souterraines après leur pompage¹ dans la nappe et avant leur rejet : ce système est doté de 2 trains d'une capacité unitaire de traitement de 1200 m³/jour.

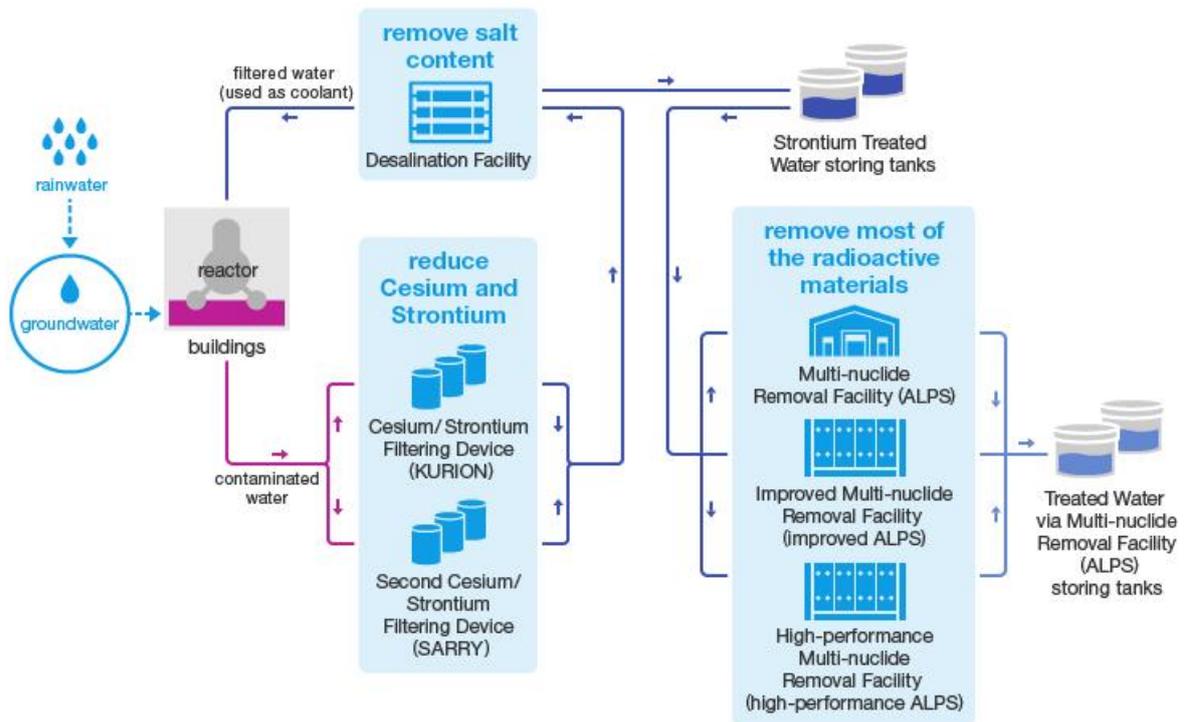
L'année 2015 constitue un jalon majeur pour TEPCO en termes de décontamination de l'eau. En effet, depuis mai 2015, toute l'eau entreposée a subi un traitement, soit complet par l'un des systèmes ALPS (environ 600 000 m³ d'eau entreposés à ce jour), soit pour en retirer le césium et le strontium, avant traitement complet à venir (environ 150 000 m³ d'eau entreposés à ce jour)².

Les résidus des procédés de traitement (résines, zéolithes,...) ont conduit à remplir presque 3000 conteneurs de déchets radioactifs qui sont entreposés sur le site.

La figure ci-dessous donne une vision synthétique de la chaîne de traitement des eaux provenant des locaux des réacteurs de Fukushima Daiichi après mise en service de l'ensemble des systèmes.

¹ Voir la [note d'information relative aux eaux souterraines du site pour les objectifs de ce pompage](#).

² Seuls quelques milliers de m³ d'eau transitent, sans avoir subi un traitement complet, dans des réservoirs tampons avant injection dans les réacteurs.



Source TEPCO - Schéma général du cheminement des eaux accumulées à Fukushima Daiichi

III. L'entreposage des eaux

Le traitement des eaux n'est qu'une première étape de la gestion des eaux accumulées sur le site. En effet, il est nécessaire à TEPCO d'obtenir des autorisations pour le rejet des eaux traitées, contenant encore une radioactivité résiduelle (essentiellement du tritium).

Dans l'attente, TEPCO doit entreposer des volumes d'eau sans cesse croissants. L'ensemble des capacités d'entreposage atteint aujourd'hui environ 1 000 000 m³.

Pour répondre au besoin croissant de capacités d'entreposage, TEPCO a mis en œuvre des entreposages de tous types : réservoirs verticaux à assemblages par brides, réservoirs horizontaux ou verticaux soudés, réservoirs cubiques soudés, réservoirs enterrés... sur les terrains disponibles dans le périmètre du site. Il a par ailleurs, depuis 2013, mis en œuvre de nombreuses améliorations des moyens et conditions d'entreposage des eaux radioactives en tirant les enseignements de différents événements, d'importance variable, survenus.

Ces événements avaient des origines multiples, tenant à la fois à la conception des premiers matériels mis en œuvre (défaut d'étanchéité des réservoirs à brides, défaillance de vannes, surverses...) et à l'exécution de travaux sur des emplacements aménagés dans l'urgence (absence de rétention, tassement des terrains, absence d'isolement du réseau de collecte des eaux pluviales...).

TEPCO privilégie ainsi désormais la construction de réservoirs soudés et a engagé le démantèlement progressif des réservoirs à assemblage par brides boulonnées. Par ailleurs, il a engagé un vaste programme de rénovation et d'amélioration des zones de rétention.

Ces évolutions, associées au renforcement de la surveillance, améliorent notablement la gestion des entreposages d'eaux sur le site.



Source TEPCO - 1/réservoirs cubiques soudés - 2/réservoirs verticaux à assemblages par brides boulonnées et réservoirs horizontaux soudés - 3/réservoirs verticaux soudés - 4/réservoirs enterrés



Source Google - Zones d'entreposage des eaux accumulées à Fukushima Daiichi

En conclusion, l'entreposage des eaux polluées reste un sujet prégnant pour TEPCO dans la mesure où il doit simultanément augmenter ses capacités d'entreposage à un rythme élevé, tout en réalisant un traitement complet des eaux entreposées. Ce sujet restera d'ailleurs un enjeu important tant que TEPCO ne sera pas en mesure de rejeter les eaux traitées. Toutefois, la très forte réduction de la radioactivité contenue dans les eaux du fait des traitements réalisés, combinée à une amélioration des entreposages (conception des réservoirs, rétentions, surveillance) permettent une meilleure gestion de ces eaux.

Par ailleurs, leur traitement génère d'importants volumes de déchets s'ajoutant à ceux générés par l'évacuation des décombres ou le démantèlement des installations endommagées. La gestion opérationnelle de ces déchets sur le site constitue un enjeu d'importance, à la fois en termes d'entreposage pérenne sûr et de conditionnement ultérieur.