

**Accident nucléaire de Fukushima Dai-ichi**  
**Réacteur 4**  
**Evacuation du combustible présent dans la piscine**  
**d'entreposage**

*Ce document est basé sur les informations rendues publiques sur la situation de la centrale de Fukushima Dai-ichi.*

## **I. Rappel des faits concernant le réacteur 4 de Fukushima Dai-ichi**

Lors du séisme et du tsunami survenus le 11 mars 2011 au Japon, qui ont dévasté le site de la centrale de Fukushima Dai-ichi, le réacteur 4 était à l'arrêt programmé pour maintenance depuis novembre 2010. L'ensemble du combustible (soit 548 assemblages) avait été extrait du cœur du réacteur et déposé dans la piscine d'entreposage du combustible. Cette piscine contenait alors 1535 assemblages de combustible : aux assemblages de combustible usés précités, s'ajoutaient ceux extraits lors de précédents arrêts pour rechargement (783 éléments) et les assemblages de combustible neufs en attente de chargement (204 éléments).

Les événements naturels précédemment évoqués ont provoqué la perte de refroidissement de la piscine, mais n'ont pas induit de dégradation observable des assemblages de combustible contenus.

Ils ont par contre été à l'origine de la fusion du cœur de 3 autres réacteurs. L'hydrogène ainsi produit, en se propageant du bâtiment du réacteur 3 vers celui du réacteur 4 par des tuyauteries de liaison, a provoqué une explosion dans le bâtiment du réacteur 4. Les structures supérieures de ce bâtiment ont été fortement endommagées et divers gravats sont tombés dans la piscine. L'état général du bâtiment a conduit TEPCO à renforcer la structure sous la piscine pour améliorer son comportement en cas de nouveaux événements sismiques. Ces travaux ont été terminés en fin juillet 2011.

## **II. Travaux préparatifs à l'évacuation du combustible de la piscine**

Comme le rappelle l'IRSN à l'occasion de ses points périodiques de situation du site de Fukushima Dai-ichi, l'une des premières étapes du plan d'actions de TEPCO en vue du démantèlement des installations du site est le retrait du combustible présent dans la piscine du réacteur 4, la plus chargée en assemblages de combustible, en vue de l'entreposer dans la piscine commune à l'ensemble du site, proche du réacteur 4 et n'ayant pas subi de dégât notable lors des événements de mars 2011 selon TEPCO.

De nombreux travaux ont été nécessaires avant d'aboutir aux opérations de retrait, notamment :

- l'enlèvement des structures endommagées et des débris accumulés au 5<sup>ème</sup> niveau du bâtiment du réacteur 4. Ces actions ont été terminées en décembre 2012.

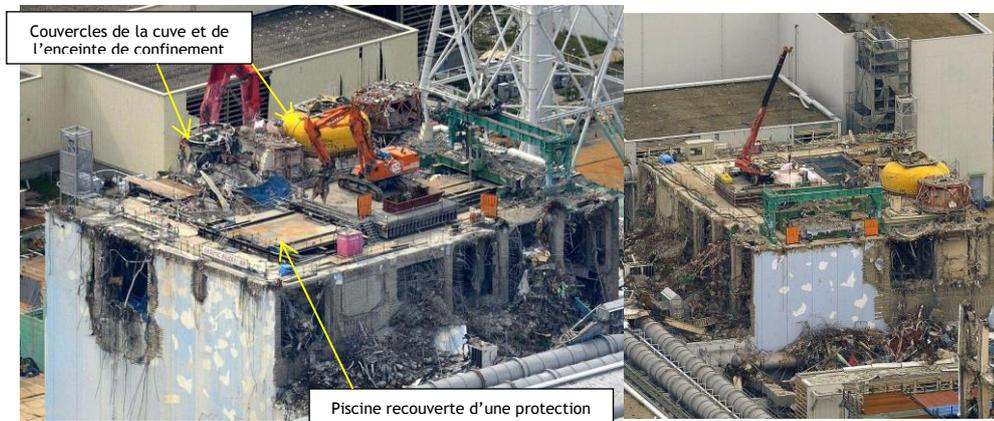
---

<sup>1</sup> Le 5<sup>ème</sup> niveau des bâtiments des réacteurs de Fukushima Dai-ichi est le niveau d'exploitation lors des phases d'arrêt. C'est notamment depuis ce niveau que peuvent s'effectuer les opérations d'ouverture de l'enceinte de confinement et de la cuve du réacteur puis de déchargement du combustible.

Les photos ci-après permettent de visualiser les grands jalons de ces travaux ;



Source TEPCO - Vues avant le début des travaux depuis l'est (mars 2011 - à gauche) et depuis le sud-ouest (septembre 2011 - à droite)



Source TEPCO - Vues après retrait des principales structures supérieures endommagées depuis le sud-est (à gauche) et depuis le nord-est (à droite) - Été 2012

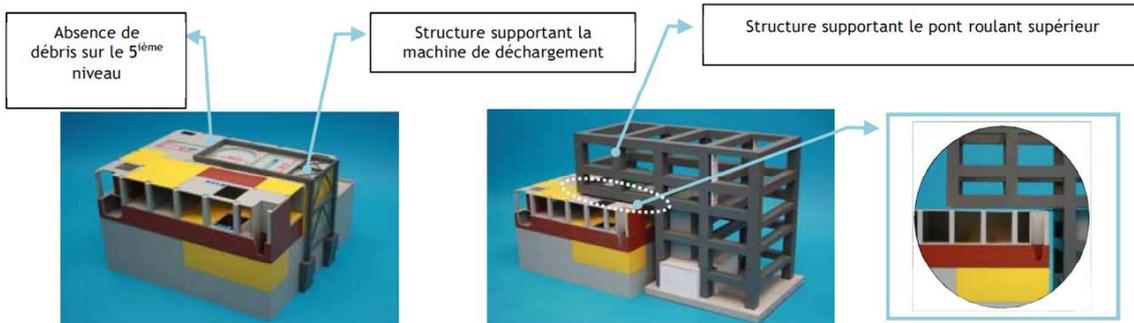


Source TEPCO - Vue depuis le nord-est après retrait de l'ensemble des structures supérieures endommagées et des gros débris (début 2013)

- l'installation d'un bâtiment complémentaire au bâtiment du réacteur 4 et de moyens de maintenance du combustible. Selon TEPCO, les équipements mis en place sont conçus pour résister à un séisme du même niveau que celui survenu en mars 2011.

Ce nouveau bâtiment permet :

- d'abriter les opérations de retrait du combustible de la piscine. Il est notamment équipé de systèmes de ventilation afin de filtrer l'air qu'il contient avant de le rejeter à l'atmosphère,
- de supporter les charges induites par les opérations de manutention. En effet, le bâtiment du réacteur ayant subi des dégâts suite à l'explosion, TEPCO a conçu de nouvelles structures permettant de limiter les sollicitations du bâtiment accidenté lors des opérations de manutention.



Source TEPCO - Croquis présentant les structures et leur fonction en regard des charges de manutention

Le bâtiment complémentaire a été construit de janvier à juillet 2013.



Source TEPCO - Construction du bâtiment complémentaire du réacteur 4 en janvier 2013 (début des travaux) et en juillet 2013 (fin des travaux)

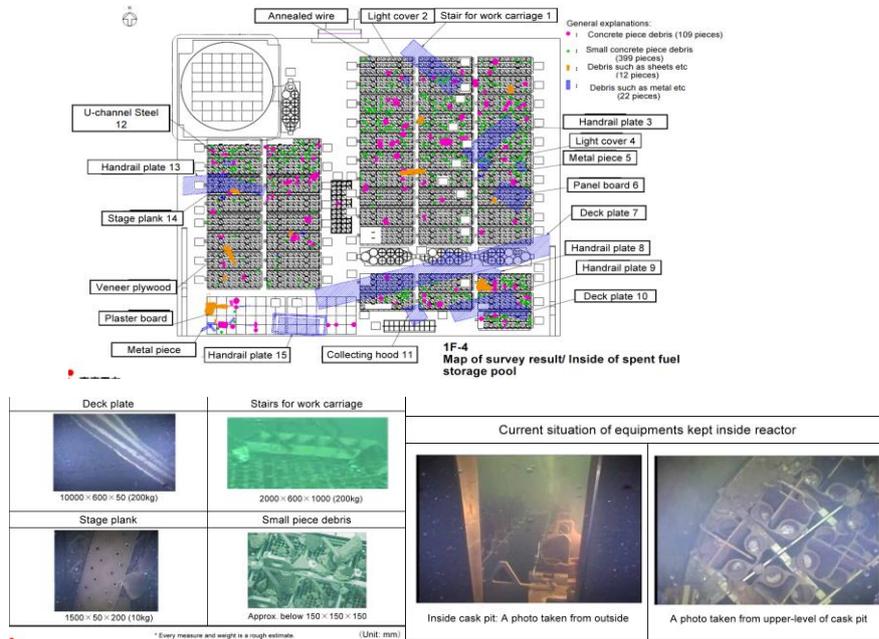
TEPCO a ensuite installé 2 ponts roulants destinés à effectuer les différentes manutentions (leur fonction est présentée au chapitre III), l'un en juillet 2013 et le second en septembre 2013 ;



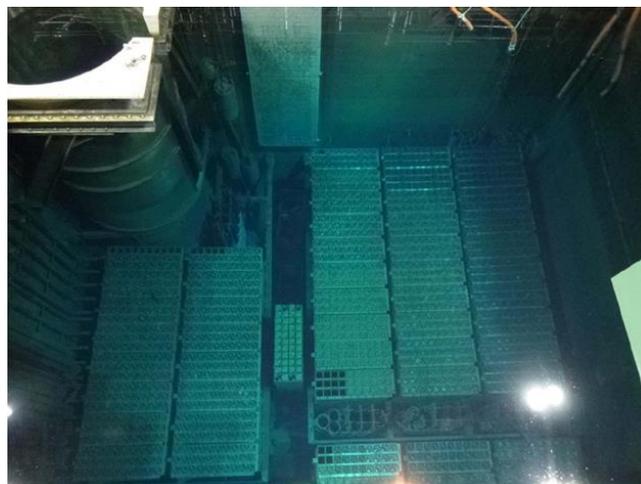
Source TEPCO - Moyens de manutention en vue du retrait du combustible de la piscine 4

- le retrait des débris visibles, tombés dans la piscine suite à l'explosion qui a affecté le bâtiment du réacteur.

En août 2013, TEPCO présentait une cartographie et des photos de ces débris (cf. ci-dessous).



Ces débris ont été retirés entre fin août 2013 et novembre 2013.



Source TEPCO - Piscine du réacteur 4 après retrait des débris

Dans le cadre des préparatifs au déchargement, TEPCO s'est également livré à divers contrôles et essais. Ainsi, en juillet 2012, 2 éléments de combustible neufs ont été extraits de la piscine afin de vérifier leur état : TEPCO a constaté leur bon état malgré quelques traces de corrosion (lors de l'accident en mars 2011, TEPCO avait injecté de l'eau de mer dans cette piscine à des fins de refroidissement). Par ailleurs, des essais d'ensemble de l'installation de reprise ont été réalisés récemment.

Outre les préparatifs concernant l'implantation d'équipements, TEPCO a formé et entraîné les équipes dédiées aux opérations de déchargement. Enfin, il a établi des procédures correspondant aux opérations et prévoyant les actions à mener en cas de situation dégradée.

### III. Description des opérations d'évacuation du combustible de la piscine

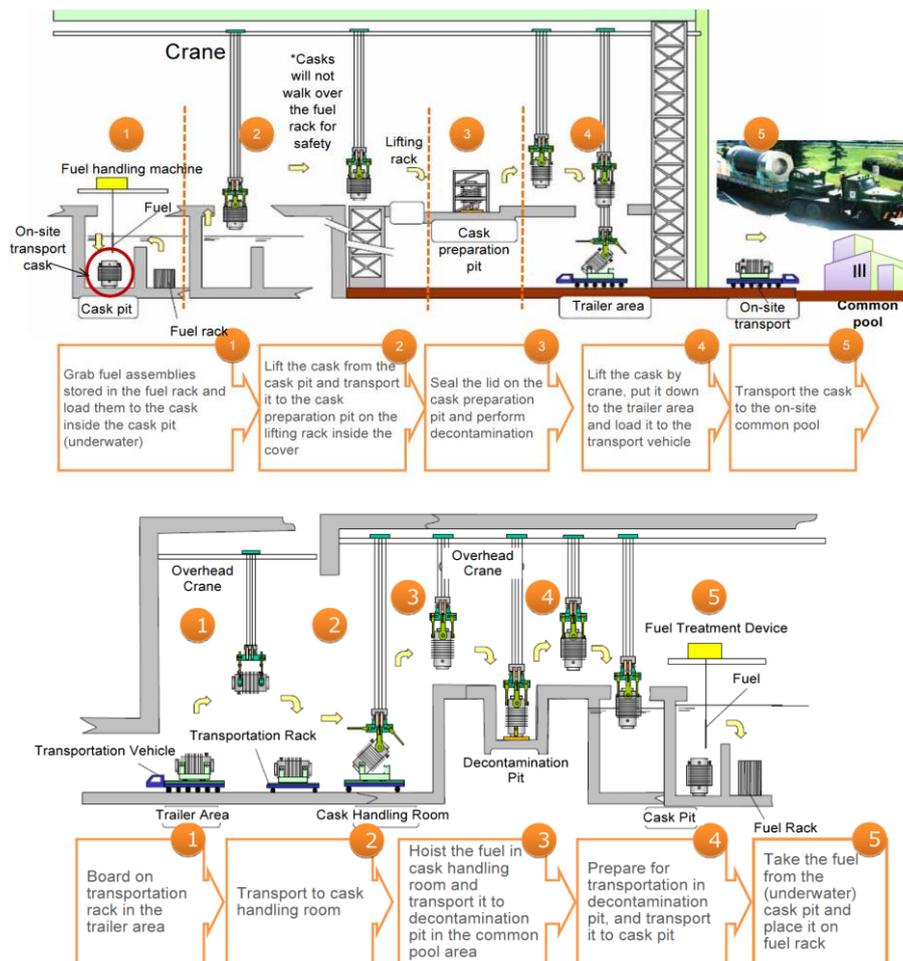
Les opérations d'évacuation du combustible de la piscine du réacteur 4 sont proches d'opérations courantes d'exploitation d'une centrale.

Un pont de déchargement situé sur la piscine extrait un à un les assemblages de combustible de leur râtelier de stockage. Il les transporte jusqu'à un conteneur installé dans un emplacement spécifique de la piscine dans lequel ils sont déposés. Ce conteneur peut contenir 22 assemblages. Lorsqu'il est rempli, il reçoit son couvercle. L'ensemble de ces opérations sont réalisées sous eau.

Le conteneur est alors extrait de la piscine par le pont lourd situé en partie haute du bâtiment. Il est déposé provisoirement pour ôter la contamination de ses parois extérieures et fermer son couvercle de manière étanche. Il est ensuite descendu sur un camion qui le conduit à la piscine d'entreposage commune du site. Le conteneur ne survole à aucun moment les assemblages de combustible restants.

Les opérations inverses de celles présentées ci-dessus sont alors réalisées au niveau de la piscine commune.

Les schémas ci-dessous synthétisent les opérations réalisées.



Source TEPCO - Présentation simplifiée de l'évacuation du combustible de la piscine du réacteur 4 vers la piscine commune

Comme indiqué précédemment, ces opérations ne présentent pas de spécificité majeure en regard des opérations de même type que TEPCO mène dans le cadre de l'exploitation normale de ses centrales nucléaires. L'absence de connaissance de l'état réel de chaque assemblage de combustible ainsi que la possibilité de blocages lors du retrait, liés à la présence de débris résiduels, en constituent toutefois les différences principales.

TEPCO réalise ces opérations avec beaucoup de prudence en mettant en œuvre des vitesses de déplacement adaptées. En outre, les moyens de manutention sont équipés de dispositifs de surveillance du poids afin d'interrompre tout mouvement en cas de charge anormale, comme celle qui pourrait résulter d'un blocage d'assemblage dans son alvéole par des débris non visibles.

TEPCO a étudié les risques associés à ces opérations tels ceux de chute de charge lors des manutentions<sup>2</sup> voire de démarrage d'une réaction nucléaire en cas d'accident de manutention.

La prise en compte des risques liés au retrait du combustible avait par ailleurs fait l'objet de prescriptions de la part de l'autorité de sûreté japonaise (Nuclear Regulation Authority - NRA) en novembre 2012 :

- garantir l'absence de réaction nucléaire,
- prendre des dispositions pour prévenir les chutes d'assemblages de combustible et en limiter les conséquences si une telle chute survenait néanmoins,
- entreposer les assemblages extraits dans des conditions adéquates, notamment en termes de refroidissement.

La NRA a donné son accord à TEPCO sur le plan d'actions associé en août 2013, puis en octobre 2013 suite à une révision partielle de ce plan.

En complément, la NRA a mené des inspections de contrôle portant sur les équipements, puis sur les procédures, y compris en cas de situation dégradée, ainsi que sur la formation des intervenants.

L'IRSN souligne que ces opérations, bien que similaires à celles effectuées lors de l'exploitation normale des centrales nucléaires, restent délicates. Outre les risques de blocage des assemblages de combustible par des débris, les phases de manutention à grande hauteur du conteneur de déchargement nécessitent une attention particulière. TEPCO indique avoir pris les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés. La prudence qu'il prévoit pour mener l'évacuation du combustible se traduit d'ailleurs par la durée de réalisation annoncée, qui s'étend sur près d'un an. En outre, les premières opérations de reprise ont concerné les assemblages de combustible neufs, dont la radioactivité est la plus faible.

En tout état de cause, l'évacuation des combustibles usés de la piscine du réacteur 4 permettra de réaliser une première réduction de l'inventaire radioactif des installations accidentées du site de Fukushima Dai-ichi. La piscine en question constitue en outre une des zones les plus sensibles du site dans la mesure où la puissance thermique contenue est la plus élevée des piscines associées aux quatre réacteurs dégradés.

#### **IV. Réalisation des opérations d'évacuation du combustible de la piscine**

Les opérations d'évacuation du combustible de la piscine du réacteur 4 ont débuté le 18 novembre 2013 par le retrait d'assemblages neufs. Ces derniers présentent en effet des risques moindres, notamment en termes de radioprotection des travailleurs, et ne nécessitent pas d'être refroidis. Ils étaient donc bien adaptés à cette première étape.

Le 22 novembre 2013, 22 assemblages neufs ont ainsi été entreposés dans la piscine commune et TEPCO s'est accordé un temps de réflexion afin de tirer tous les enseignements de ce premier transfert. Dans ce cadre, le point essentiel a été la prise en compte de matières en suspension (poussières résiduelles...) qui s'échappaient des assemblages lors des manœuvres et gênaient la visibilité : TEPCO met désormais en œuvre des pompes dédiées afin d'aspirer ces poussières.

---

<sup>2</sup> Le conteneur de transfert des assemblages de combustible est un emballage cylindrique d'environ 90 tonnes.

Les opérations de retrait ont repris le 26 novembre 2013 et ce sont désormais des assemblages de combustible usés qui sont extraits.

**Début mars, 22 assemblages neufs et 396 assemblages usés ont été extraits de la piscine du réacteur 4 sans difficulté ou événement notable.**

**Ces opérations devraient se terminer fin 2014.**