

**FUKUSHIMA**

**Le traitement des effluents**

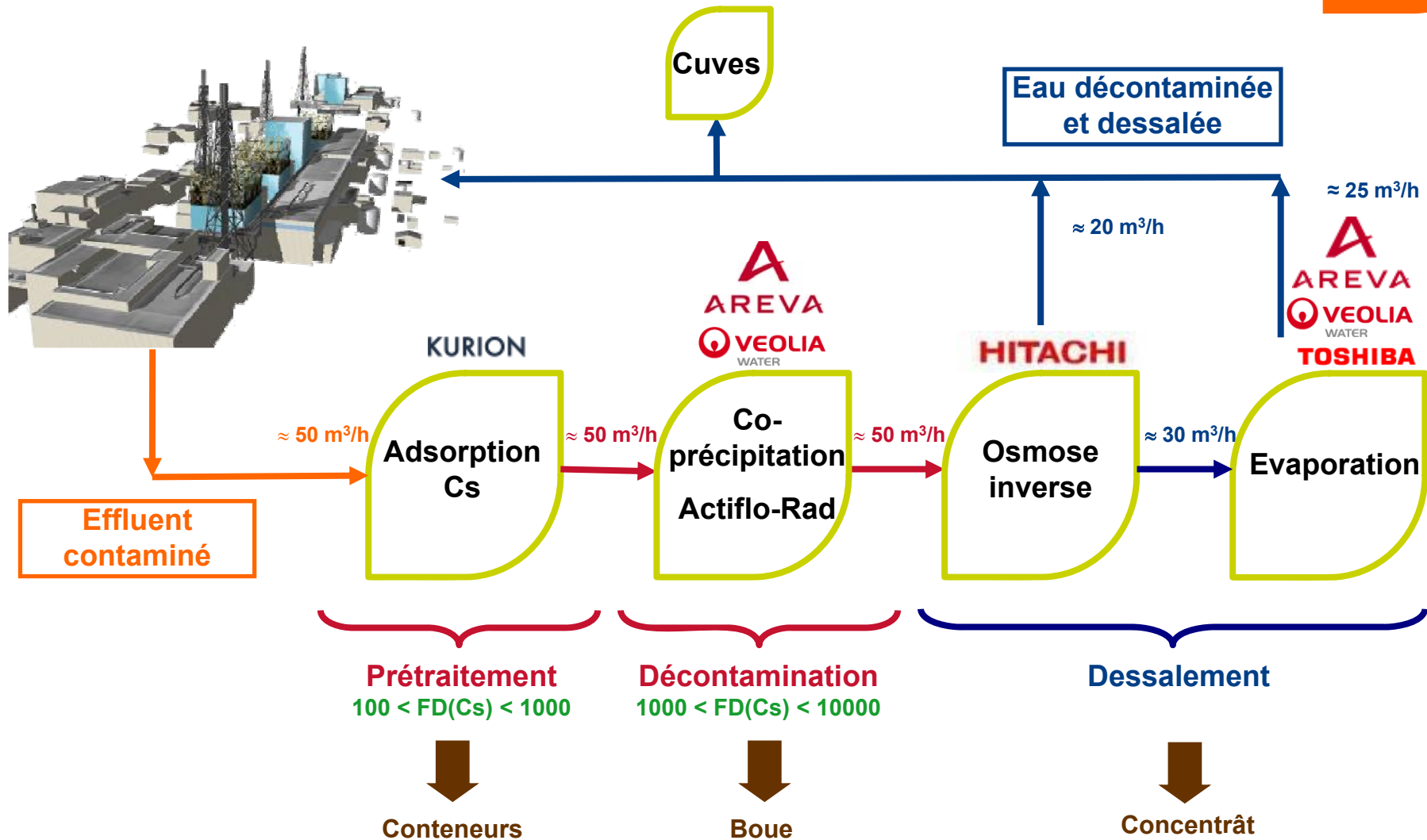
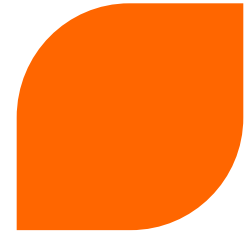


# Contexte et Enjeux



- ▶ **Fin mars TEPCO demande l'aide d'AREVA pour décontaminer très rapidement les effluents de Fukushima Daiichi**
  - ◆ De nombreux bâtiments sont partiellement inondés par l'eau de mer provenant du tsunami
  - ◆ L'arrosage des réacteurs amène davantage d'eau et doit se poursuivre pendant des mois
  - ◆ Le niveau monte et si rien n'est fait **débordement prévu vers le 20 juin**
  
- ▶ **Objectifs du traitement:**
  - ◆ Permettre le recyclage des effluents décontaminés pour arrosage des réacteurs et des piscines
  - ◆ Vider les bâtiments afin de pouvoir y intervenir
  - ◆ Éventuellement permettre à terme de rejeter les effluents décontaminés
  
- ▶ **Volume**
  - ◆ 108 000 m<sup>3</sup> d'eau de mer au 26/03/11 plus arrosage en eau douce ≈ 300 m<sup>3</sup>/j/réacteur
  - ◆ Estimation globale pour le design : 250 000 m<sup>3</sup> sur environ un an
  - ➔ Capacité de traitement requise: 50 m<sup>3</sup>/h
  
- ▶ **Caractéristiques radiologiques**
  - ◆ De 10<sup>5</sup> à 10<sup>7</sup> Bq/cm<sup>3</sup>, principalement <sup>137</sup>Cs, <sup>134</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr et <sup>131</sup>I
    - L'iode 131 décroît très vite (demi-vie 8 jours) et n'est pas une priorité
    - Présence potentielle d'autres RN, mais risque de criticité écarté
  - ➔ Le césium est la cible principale

# Schéma général du traitement des effluents



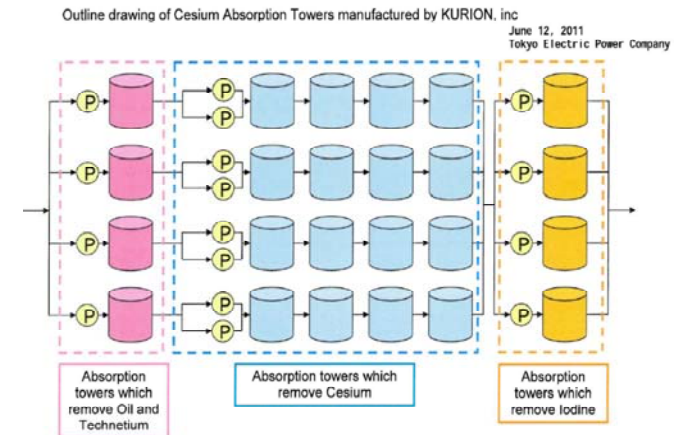
# Systeme KURION (USA)



- ▶ Piégeage césium sur échangeurs minéraux (zéolites) en cartouches blindées
- ▶ Connexions/déconnexions manuelles au contact

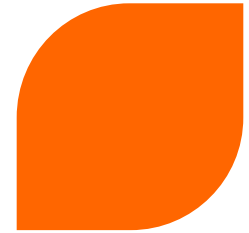


TEPCO - © Copyright



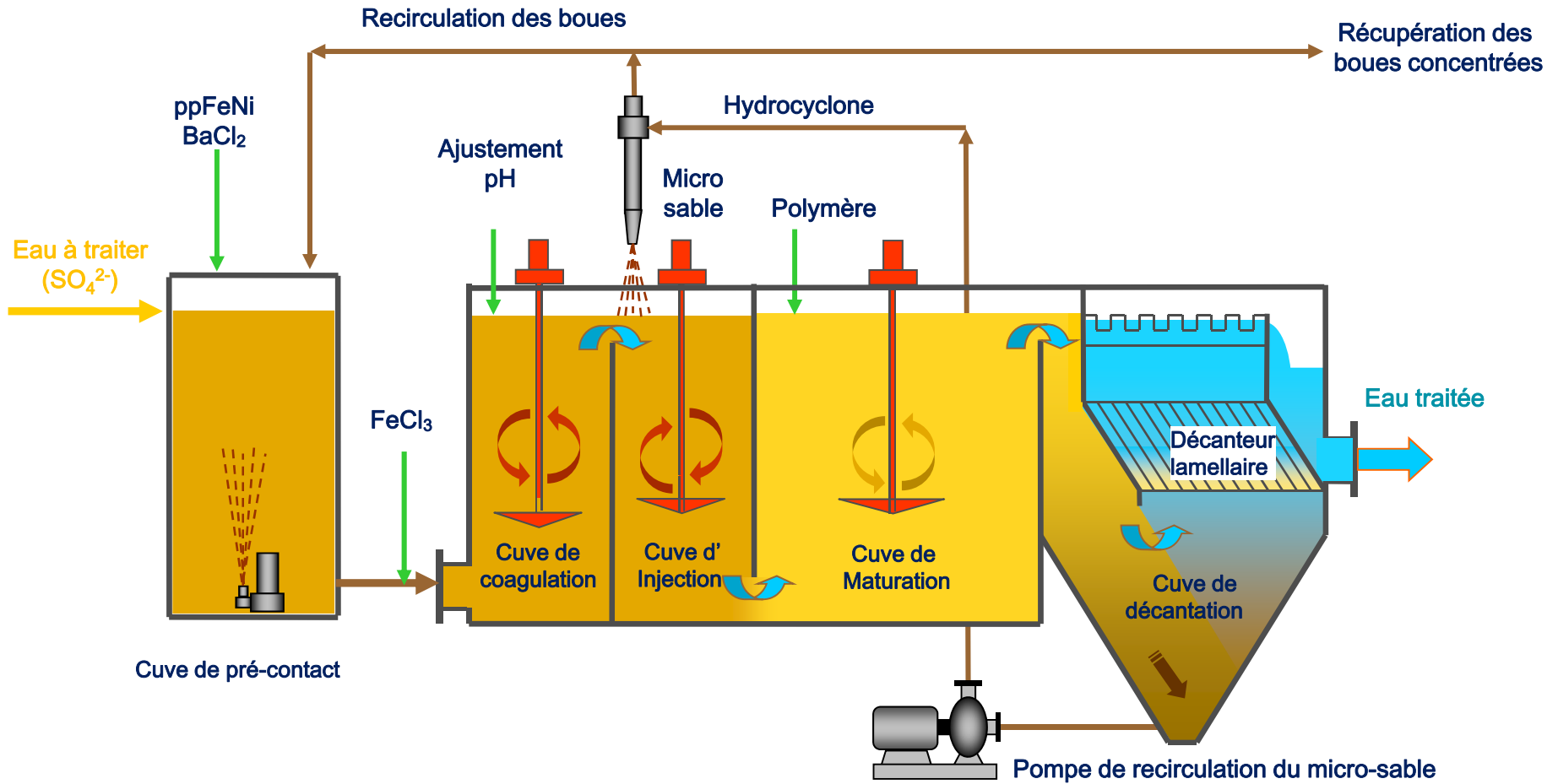
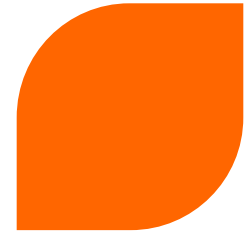
TEPCO - © Copyright

# Le système AREVA/Veolia



- ▶ **Traitement chimique comme sur Marcoule et La Hague**
  - ◆ Les éléments radioactifs en solution sont précipités par ajout de réactifs chimiques (ppFeNi pour le Cs, BaSO<sub>4</sub> pour le Sr)
  - ◆ Après décantation et filtration la radioactivité est dans les boues
  
- ▶ **Mise en œuvre classique inadaptée**
  - ◆ Grandes cuves, longs temps de séjour
  - ◆ Très gros bâtiment nucléaire pour une capacité insuffisante
  
- ▶ **Partenariat avec Veolia qui dispose d'équipement de traitement d'eau compacts de grande capacité : MULTIFLO® / ACTIFLO®**
  - ◆ Décantation à floc lesté
  - ◆ 2 unités installées chez un industriel japonais sont réquisitionnées

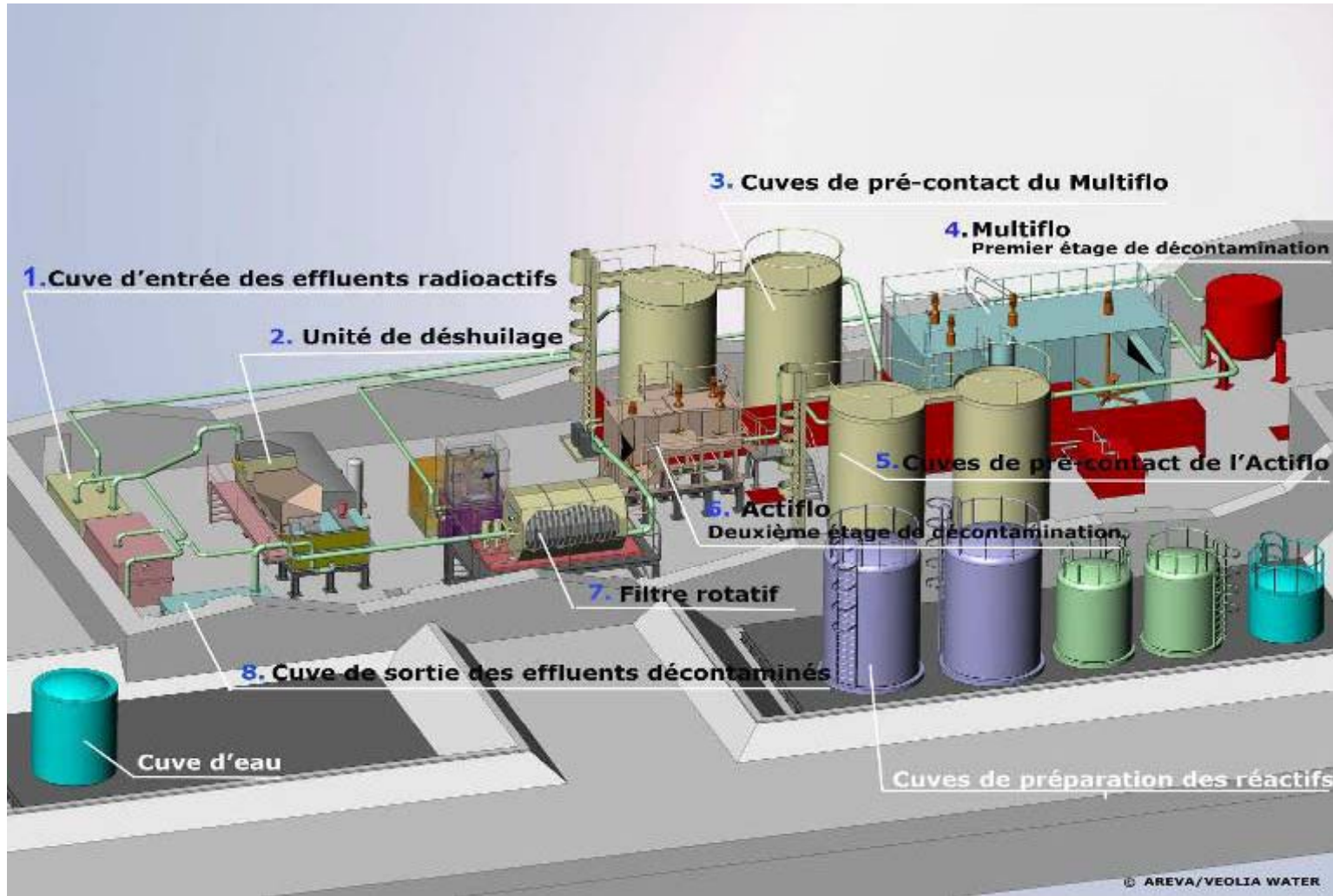
# Principe d'un étage Actiflo-Rad





- ▶ **Réalisation d'essais inactifs chez Veolia**
  - ◆ Compatibilité de l'ensemble des réactifs avec la machine Veolia
  - ◆ Validation des paramètres de fonctionnement (décantation)
  
- ▶ **Réalisation d'essais inactifs (CEA Marcoule, HRB) et actifs (La Hague)**
  - ◆ Prise en compte des sels marins
  - ◆ Influence du bore sur le traitement
  - ◆ Influence de la température sur le traitement
  - ◆ Performances annoncées:
    - FD Cs  $\approx$  100 d'où 2 étages pour obtenir un FD 1000 à 10000
    - FD Sr  $\approx$  10 sur 2 étages
  
- ▶ **Autres axes de R&D menés en parallèle**
  - ◆ Décontamination de l'iode par l'argent, non mis en œuvre,
  - ◆ Alternatives au ppFeNi (bleu de Prusse, ferrocyanure de Ca), non retenues,
  - ◆ Autres réactifs (hydroxyde ferrique, hydroxyde de titane ...), non nécessaires.

# Implantation dans RW et à côté





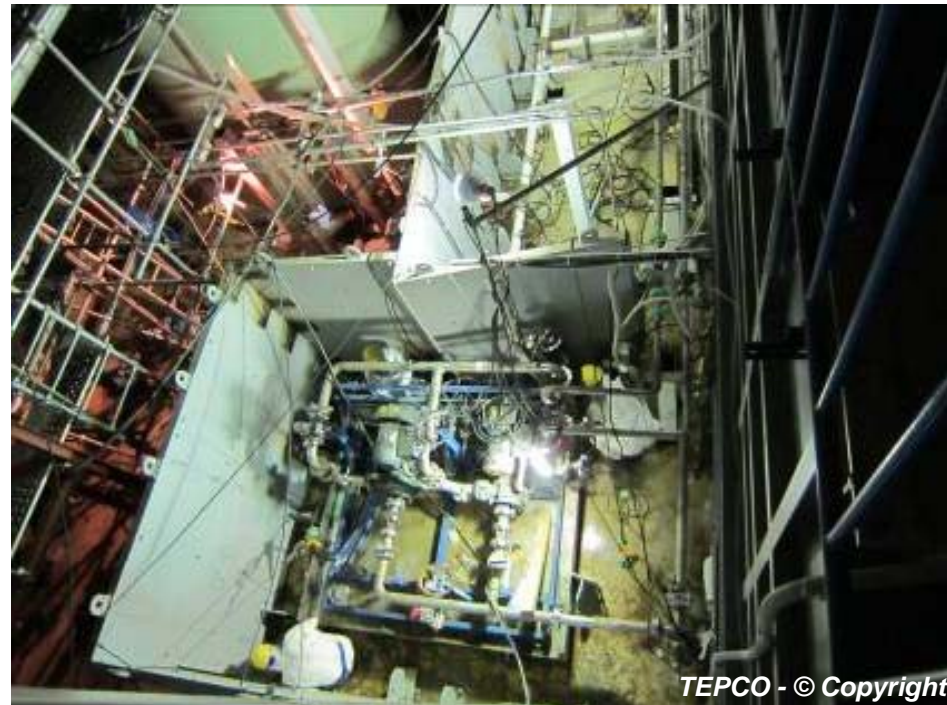
# Nucléarisation des équipements



- ▶ Déplacement pompes, vannes, I&C
- ▶ Vannes automatiques
- ▶ Moyens de rinçage
- ▶ Lèchefrites, collecteurs de fuites
- ▶ Analyse des matériaux et remplacement lorsque possible
- ▶ Air de balayage
- ▶ Protections radiologiques

**Objectif initial : DeD < 1mSv/h contact**

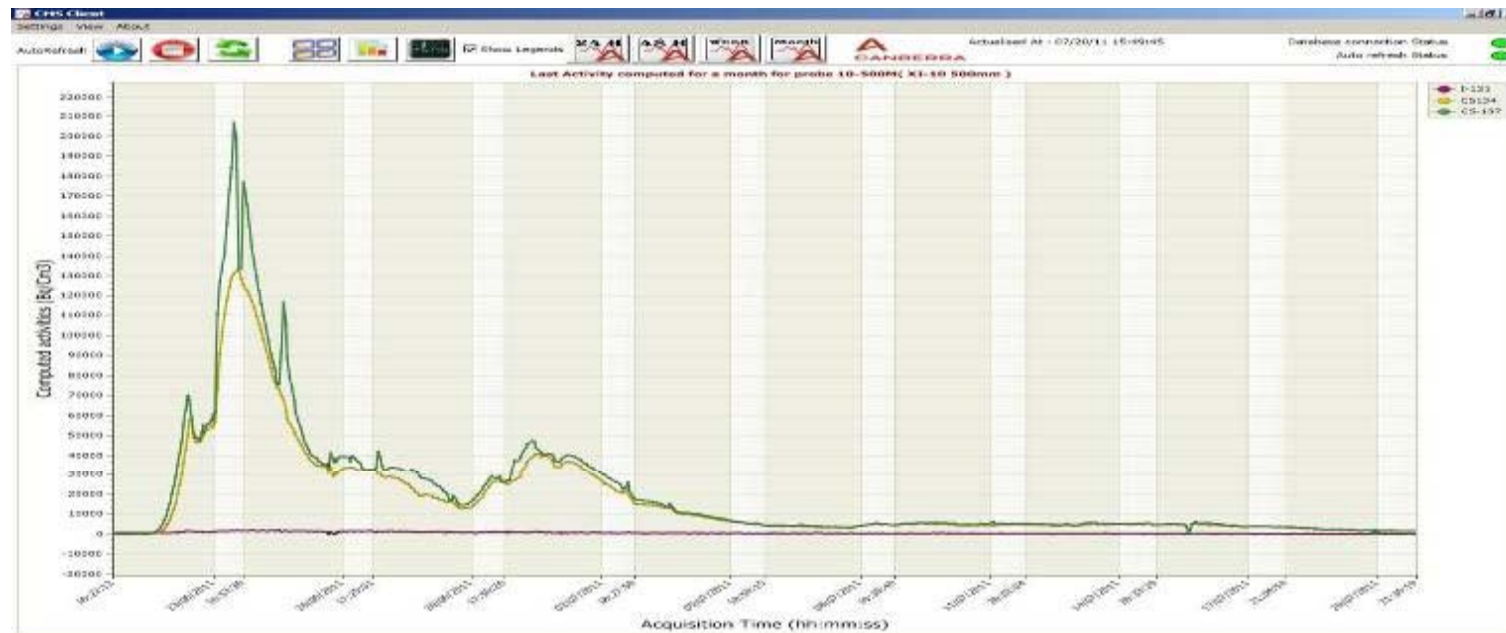
**Objectif révisé : 20 mSv par intervention**



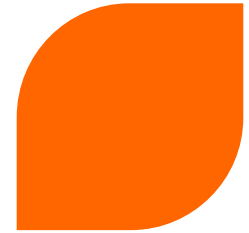
# Mesures nucléaires



- ▶ Un système très évolué a été réalisé par Canberra pour
  - ◆ Le contrôle d'ambiance
  - ◆ Les mesures en ligne de l'activité des effluents
  - ◆ La spectrométrie gamma en ligne



# Conditions de travail



## ► Construction et essais dans des conditions difficiles

- ◆ Port permanent du masque dans toute la zone
- ◆ Débit de dose variable
  - Au début du chantier ActifloRad, environ 200  $\mu\text{Sv/h}$  dehors (zone réactifs) et 50  $\mu\text{Sv/h}$  dans le bâtiment
  - Durant les travaux, amélioration à l'extérieur mais forte dégradation à l'intérieur

# Implantation sur site



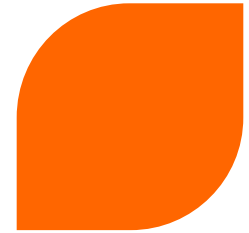
**Vue dégagée  
sur les  
réacteurs  
depuis la route**



**Chantier coté  
sud du RW  
building :  
protégé, mais  
à l'extérieur le  
sol est  
irradiant**

*Photo prise avant l'accident*

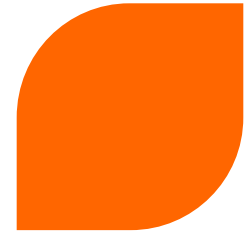
## Chantier extérieur



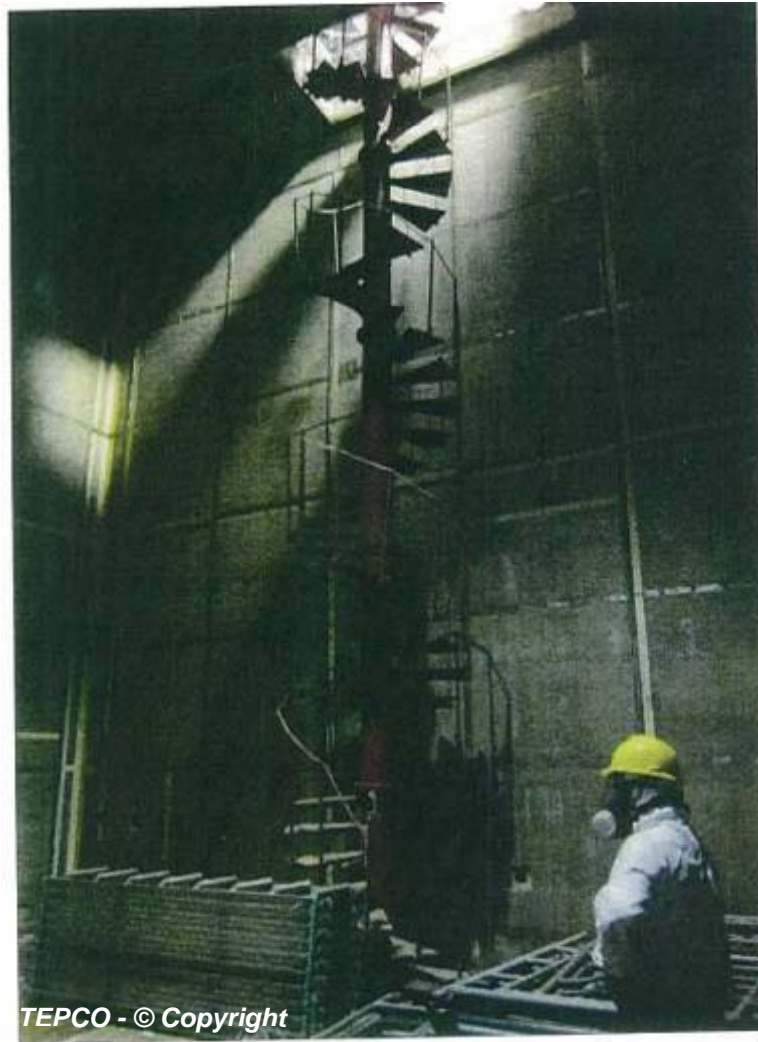
- ▶ La mise en place des platelages a conduit à une nette réduction du débit de dose dans cette zone



# Environ 60 personnes par poste pour la construction et les essais



# Entreposage provisoire des boues



TEPCO - © Copyright

- ◆ Rampes de bullage pour agitation et pour balayage de l'hydrogène de radiolyse
- ◆ Refroidissement
- ◆ Mesures de niveau, systèmes de reprise
- ◆ Très forte augmentation de la radioactivité pendant les essais inactifs



TEPCO - © Copyright

# Plus de 700 cuves d'entreposage pour l'eau décontaminée



TEPCO - © Copyright





# Planning extrême



- ▶ **Pour atteindre les objectifs il a fallu en moins de 3 mois:**
  - ◆ Adapter le procédé aux effluents salins ⇒ essais R&D à La Hague (AREVA), à Marcoule (CEA) et Kawasaki (Veolia),
  - ◆ Adapter le procédé Veolia aux réactifs de décontamination ⇒ essais R&D Veolia,
  - ◆ Réaliser les études d'ingénierie (sûreté, procédé, tuyauterie, génie civil, mécanique, tenue des matériaux...) ⇒ une équipe de 80 ingénieurs travaillant non stop en France et au Japon,
  - ◆ Récupérer des équipements existants (en construire de nouveaux aurait été trop long) ⇒ Veolia démonte deux unités Actiflo™ et Multiflo™ qui étaient installés chez un pétrolier japonais,
  - ◆ Modifier les équipements pour qu'ils résistent dans un environnement radioactif ⇒ AREVA définit et Veolia réalise les modifications; les dernières modifications sont faites directement sur le site de Fukushima,
  - ◆ Préparer le bâtiment dans lequel sera implanté l'unité de traitement ⇒ TEPCO et ses sous-traitants vident un bâtiment qui n'a pas été endommagé,
  - ◆ Construire l'unité ⇒ jusqu'à 200 personnes (dont des personnels AREVA et Veolia) travaillent sur le site, portant en permanence le masque,
  - ◆ Conduire les tests hydrauliques puis exploiter l'installation ⇒ TEPCO est l'exploitant nucléaire, AREVA et Veolia apportent un soutien technique.



- ▶ **Les conditions très sévères dans lesquelles le projet s'est déroulé ont pesé sur la qualité de finition de l'installation**
- ▶ **La disponibilité du système s'est révélée suffisante pour traiter les volumes souhaités, empêcher le débordement et commencer à vider les bâtiments**
- ▶ **La qualité de la décontamination est très bonne :  
FD(Cs)  $\approx$  400 000 pour l'ensemble Kurion +  
AREVA/Veolia**