



# L'accident de Fukushima- Daiichi

**Conditions et suivi  
sanitaire des  
intervenants  
japonais**

**Bernard le Guen**

**Directeur Délégué  
Radioprotection Sécurité  
EDF DPN**



# Conséquences sanitaires Séisme et Tsunami au Japon

- des conséquences dramatiques immédiates près de 23 000 morts ou disparus ; sur le site de Fukushima, deux travailleurs sont disparus lors du passage du Tsunami ;
- des conséquences de l'accident nucléaire liées à l'exposition aux rayonnements ionisants,
  - Ces conséquences peuvent être
    - précoces en cas de fortes doses délivrées localement ou au corps entier, comme auraient pu en recevoir les intervenants sur la centrale,
    - retardées affectant les intervenants et les populations avec une probabilité croissante de pathologie en fonction de la dose reçue ;
- des conséquences attribuables aux conditions d'intervention difficile sur le site de Fukushima: stress, fatigue, travail à la chaleur dans un environnement industriel dévasté....

15h42



15H43



15h44



# Human Resource Issues after the Tsunami @1F

---

- After the tsunami, approximately 400 people (about 130 for operation, about 270 for maintenance) were available for the recovery process.
- The number of the operations personnel was totally insufficient for the recovery operation of six units.
- About 70 TEPCO employees (maintenance) and about 40 people from affiliated companies were engaged in the initial field work to recover Unit 1-3; most of the work was recovery of instrumentations and power supply.
- Number of electric and I&C maintenance personnel was also insufficient.
- High radiation dose made the above human resource problem more serious.

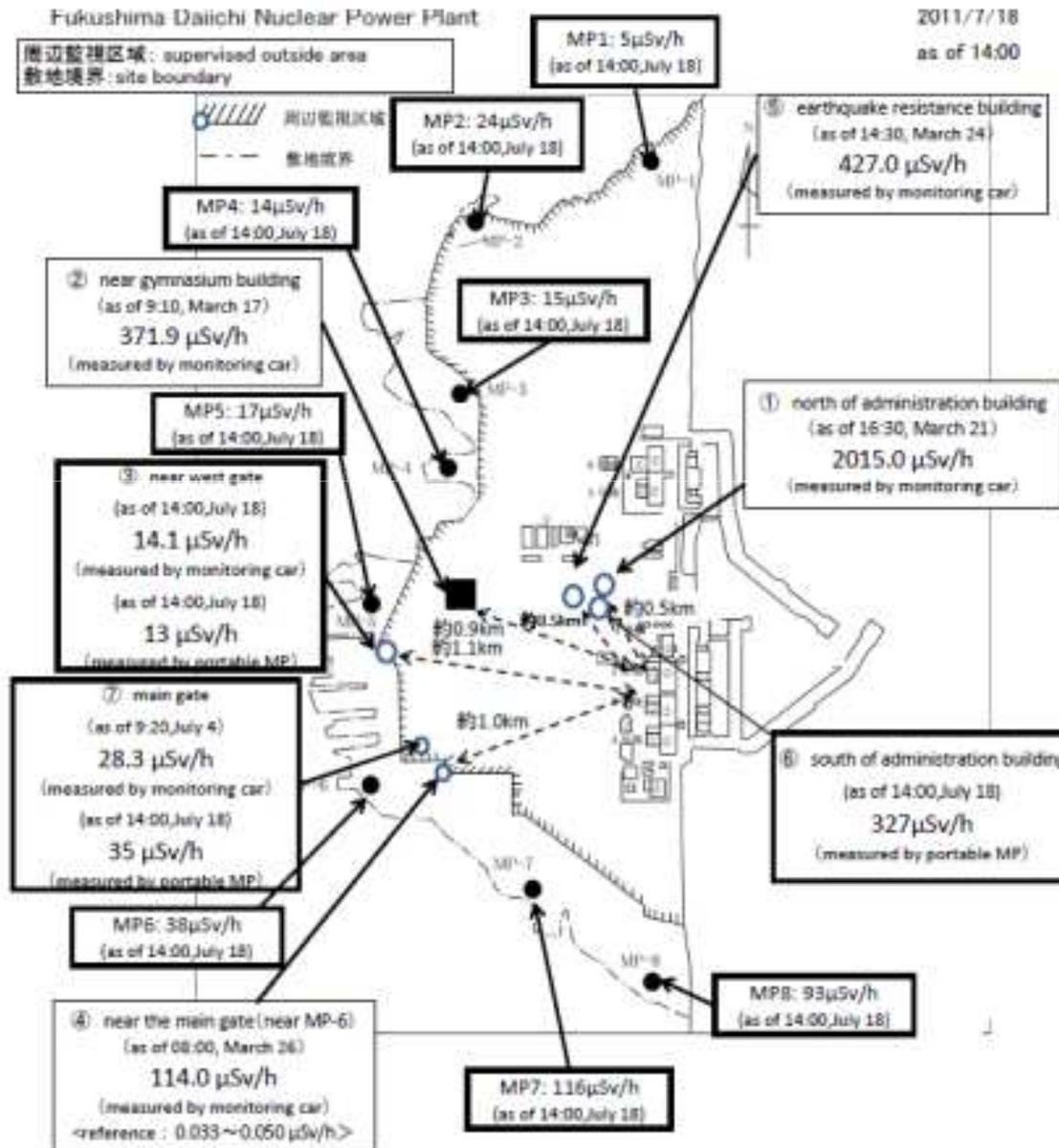
# Fukushima : rappel des événements et de leurs conséquences

- ◆ **12 mars** : violente explosion dans la partie supérieure du bâtiment réacteur N° 1 due à la présence d'hydrogène entraînant l'effondrement du toit
- ◆ **14 mars** : double explosion d'hydrogène dans le bâtiment du réacteur 3.
- ◆ **15 mars** nouvelle explosion dans le réacteur 2, explosion et incendie dans le réacteur 4.

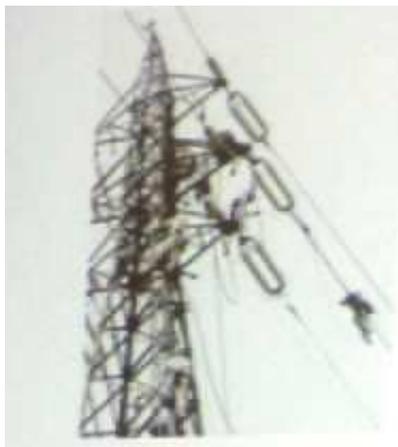
◆ **Ces explosions s'accompagnent de rejets radioactifs dans l'atmosphère**



# Surveillance de la radioactivité sur le site



# Rétablir l'électricité sur un terrain contaminé



**A partir du 20 mars**

Travaux visant à rétablir l'alimentation électrique des différentes tranches

**21 mars**

Tranches 5 et 6 alimentées en électricité – stabilisation de la situation pour ces tranches

# Poste de supervision pour les locaux et endroits les plus dosants

## Decontamination-Cleanup High Radiation Field Work with Remotely Operated Equipment



Remote Equipment  
Operator



Remotely Operated  
Construction Equipment  
Reducing Gamma Field and  
Debris Removal

# Recherche de points chauds, nécessité d'une cartographie du site



- Dans la journée du lundi 1<sup>er</sup> août, des employés de TEPCO ont détecté un pic de radioactivité sur le site s'élevant à **10 Sv/h**.
- Il s'agit du niveau de radioactivité le plus élevé mesuré sur le site de la centrale depuis le 11 mars. **Une heure d'exposition à une telle dose entraîne une mort certaine pour une exposition au niveau du corps entier.**

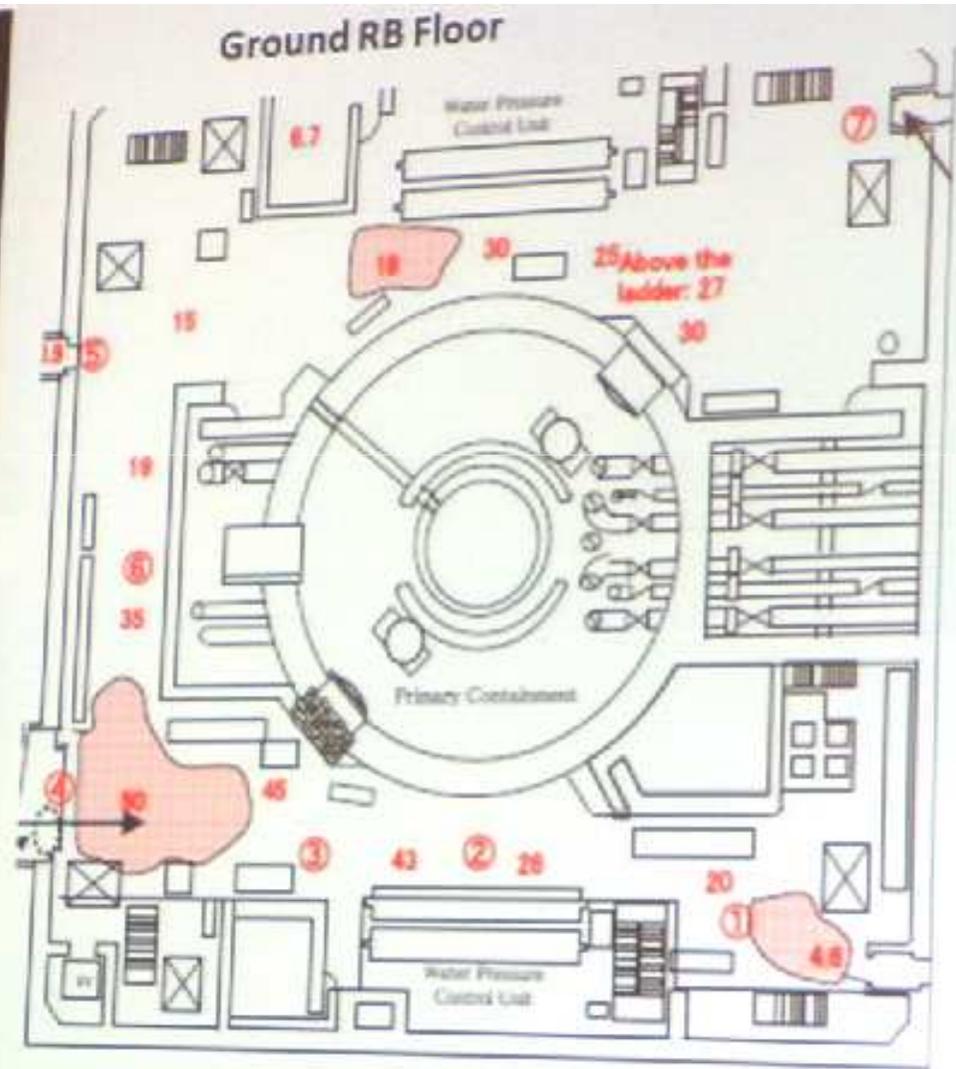
# Conditions d'intervention difficile dans le BR avec cartographie à réaliser



Robots First



Personnel Second



Water 4M deep in Basement

L. Barrett Consulting LLC

©EDF DPN B. le Guen Janvier 2012

# Dynamique de l'accident (suite)

## ▶ À partir du 12 mars 2011

- ◆ Injections d'eau de mer

## ▶ À partir du 18-19 mars 2011

- ◆ Mise en place de moyens mobiles

- ◆ Aspersion, notamment des piscines

- ◆ Injections d'eau de mer puis d'eau douce

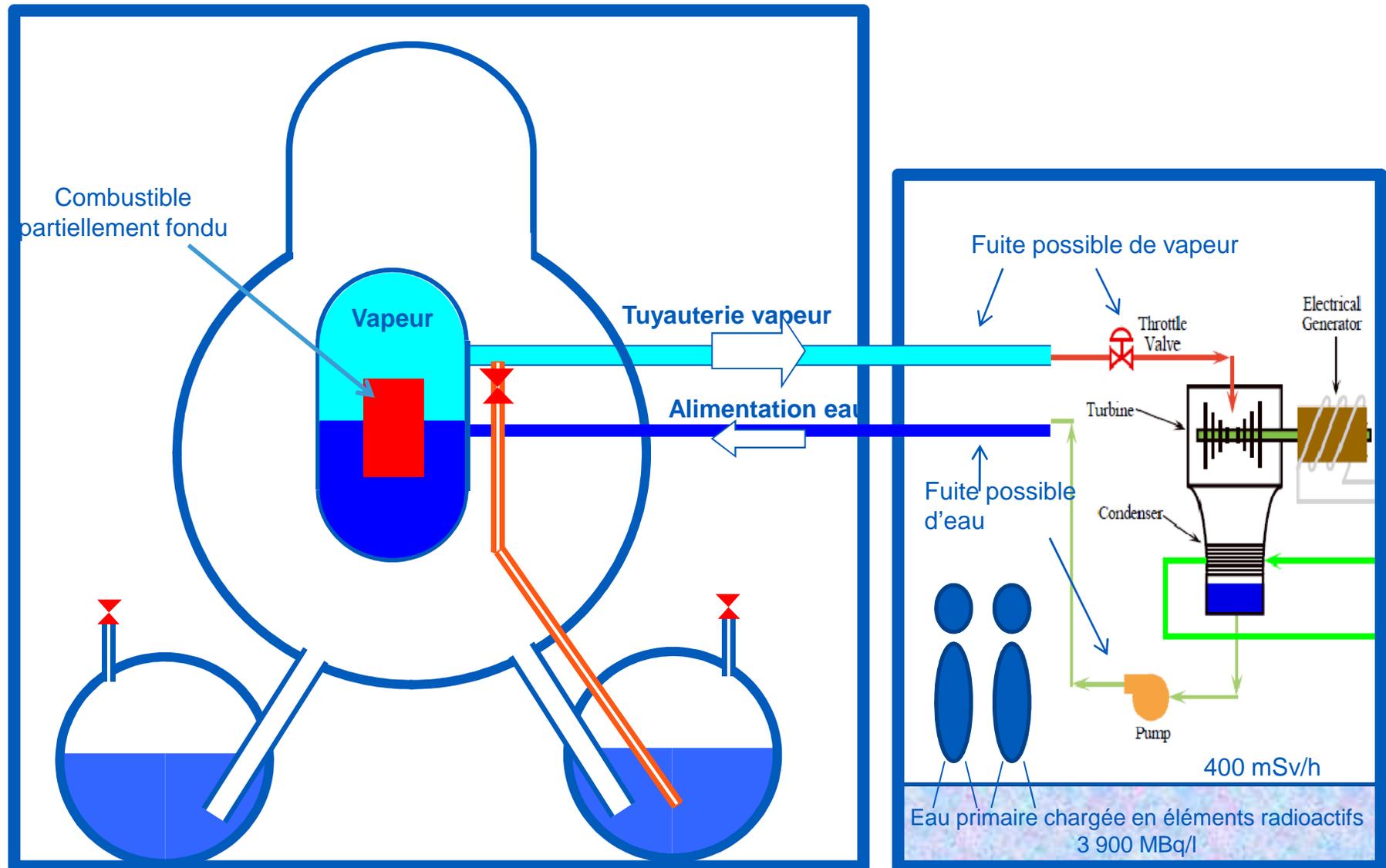
- ◆ Déversements d'eau contaminée en salle des machines et galeries



Source: Asahi.com



## Réacteur n° 3 – Fuite d'eau contaminée vers le bâtiment turbine



Bâtiment réacteur

Bâtiment turbine 

# Travailler dans des bâtiments fortement contaminés



- ◆ A Fukushima trois employés ayant travaillé dans de l'eau fortement radioactive ont été contaminés aux jambes.
- ◆ Cette contamination a entraîné pour deux intervenants une hospitalisation pour risque brûlures aux jambes **dues aux rayonnements bêta** (dose estimée à la peau **2 à 3 Sv**, Communiqué TEPCO du 25 mars 2011).

# Contamination interne

Internal Exposure and External Exposure  
In Highly Exposed Plant Workers

| Case | Total (mSv) | External (mSv) | Internal (mSv) |
|------|-------------|----------------|----------------|
| A    | 678         | 88<br>(13%)    | 590<br>(87%)   |
| B    | 643         | 103<br>(16%)   | 540<br>(84%)   |

Lors de l'incident TEPCO a eu de très grandes difficultés pour retrouver la disponibilité d'un appareil de mesure.

▪ beaucoup de retard dans la réalisation des anthropogammamétries de contrôle.

▪ **deux cas de dépassement des limites réglementaires,**

les intervenants ont été contrôlés 6 semaines après la date supposée d'incorporation des radionucléides. Les doses internes attribuées sont supérieures à 500 mSv.

► au 18 juin, sur les **3 514** intervenants mesurés 549 d'entre eux ont subi une contamination interne supérieure à 20 mSv

► **TEPCO a augmenté progressivement sa capacité de réalisation d'anthropogammamétrie avec une capacité de 700 contrôles/jour avec la réalisation d'un contrôle systématique mensuel.**

## Internal Doses over than 100 mSv

|    | Committed Dose |
|----|----------------|
| 1  | 590.0          |
| 2  | 540.0          |
| 3  | 433.1          |
| 4  | 327.9          |
| 5  | 259.7          |
| 6  | 241.8          |
| 7  | 166.1          |
| 8  | 137.3          |
| 9  | 120.0          |
| 10 | 119.6          |
| 11 | 117.3          |
| 12 | 101.3          |

As of July 8, 2011

## REX Fukushima: contamination interne (2)

▪ Dans les soucis rencontrés pour réaliser les contrôles de contamination interne, notons en particulier :

▪ L'indisponibilité de l'informatique (absence de bases de données, difficulté d'identification des intervenants, ...) qui a obligé l'exploitant à un traitement manuel très important, ralentissant ainsi la cadence de contrôle et entraînant des difficultés dans l'attribution des doses et le contrôle de non dépassement de la dosimétrie totale.

▪ La nécessité de valider la méthode d'évaluation des doses internes, qui n'avait pas été prévue pour de tels niveaux de contamination sur de telles durées.

# Traitement des sols et des enceintes pour stabiliser et diminuer la contamination



# Exposition des travailleurs

- ▶ Au vu des information communiquées , volonté d'une maîtrise de la gestion des expositions d'urgence des travailleurs et limitées en accord avec les recommandations internationales
  - ▶ conduite des autorités de radioprotection qui ont permis à la différence de Tchernobyl d'éviter des doses pouvant conduire à un syndrome aigu.
- ▶ Depuis le 11 mars près de 20 000 travailleurs sur le site et la plupart ont des doses <100mSv  
D'après les donnée TEPCO,
  - ▶ De l'ordre de 160 travailleurs ont été exposés à une dose de  $\geq 100$  mSv
    - ▶ Dont 3 travailleurs sous-traitants ont été exposés à des doses corps entier allant de 170 à 180 mSv ((2 à 3 Sv à la peau jambes).
    - ▶ Dont 9 personnes > 200 mSv (dont 6 > 250 avec un max 500 à 600 mSv) dont les 2 contaminés à l'iode 131 ( ces 2 intervenants n'avaient pas pris leur comprimé d'iode

1- Les conséquences graves immédiates pour les intervenants ont été accidentelles : 1 mort par chute de grue, 2 noyés suite au tsunami, un décès brutal de cause indéterminée (malaise cardiaque) , 25 blessés dont 7 contaminés lors de l'explosion de la tranche 3 du 14/03

2- En termes de conséquences tardives, l'effectif global des personnels exposés et les niveaux de dose qu'ils ont subis ne laissent pas prévoir une augmentation décelable du nombre de cancers sur cette population

- ▶ **incidence cancer radioinduit # 4 % par 1Sv (=1000 mSievert)**

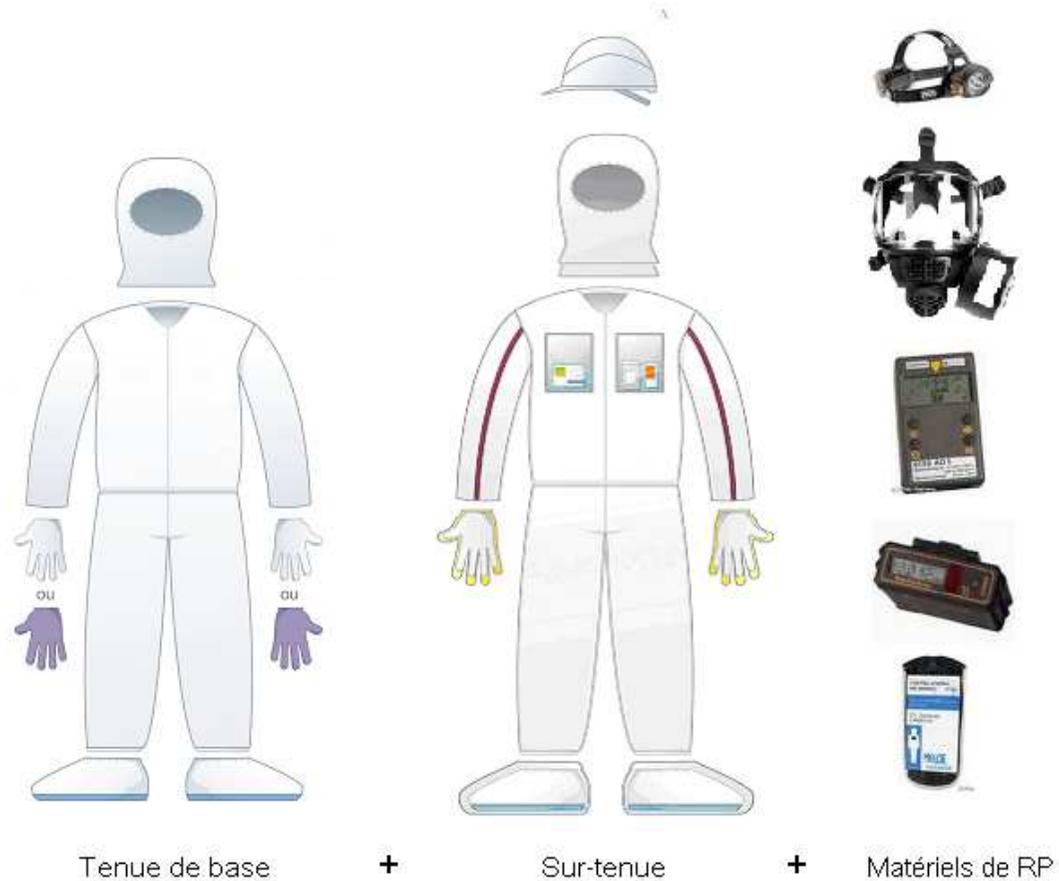
## Total Dose Distribution among Plant Workers

| mSv     | March | April | May  |
|---------|-------|-------|------|
| >250    | 6     | 0     | 0    |
| 200-250 | 2     | 0     | 0    |
| 150-200 | 14    | 0     | 0    |
| 100-150 | 81    | 0     | 0    |
| 50-100  | 303   | 3     | 0    |
| 20-50   | 847   | 86    | 20   |
| 10-20   | 991   | 310   | 148  |
| <10     | 1471  | 3064  | 2553 |
| Total   | 3715  | 3463  | 2721 |
| Max     | 670.4 | 69.3  | 41.6 |
| Av.     | 22.4  | 3.9   | 3.1  |

# Condition et Tenues d'intervention

- « Une fois en sous-vêtements, les intervenants revêtent une sorte de pyjama blanc. Ils enfilent ensuite une combinaison étanche Tyvek, qui doit empêcher les particules de poussière contaminées, d'entrer en contact avec la peau et les sous-vêtements.
- Aux pieds, deux paires de chaussettes, des chaussures de chantier et deux surbottes en plastique
- Chaque épaisseur est soigneusement scotchée pour prévenir toute infiltration.**
- Sur les mains, une autre **superposition de gants en latex et de gants en coton**. Avant de passer leur masque respiratoire et d'ajuster leur cagoule, tous vérifient que leurs dosimètres sont bien enclenchés «

Équipement type pour intervenir :



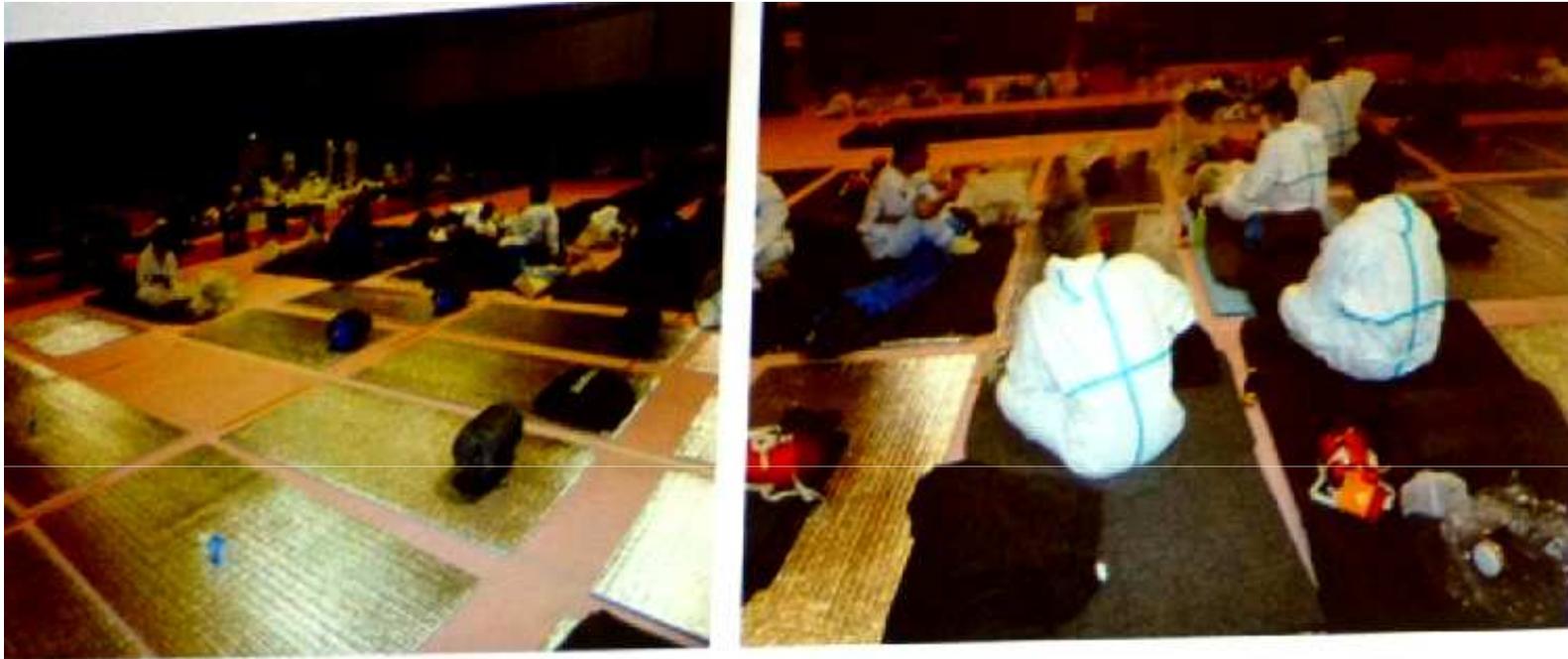
# Equipements de Protection Individuelle (EPI): travail à la chaleur



Photo d'un intervenant à  
Fukushima  
utilisant un ARI à circuit fermé

- ▶ A Fukushima où plusieurs malaises ont été enregistrés dont un ayant eu pour conséquence le décès de l'intervenant.
- Pour éviter ce risque, le port d'une **veste réfrigérée** peut être réalisé cependant compte tenu des contraintes de poids et d'encombrement ainsi que de la logistique associée, ce type de veste doit être réservée aux interventions les plus critiques
- Apport hydrique suffisant
- Période de repos

# Conditions de vie pour le personnel en dehors du site



Temporary Gym Dormitory At Dani

**« Les conditions de travail sur le site 3 mois après l'accident étaient toujours difficiles (chaleur, manque d'explication des risques, repas négligés, espace personnel réduit, pression de travail) ».**

# Qualité de vie au travail



# Base arrière

- ▶ TEPCO a installé une base arrière au "J-Village" situé 20 km au sud de la centrale (à la limite de la première zone d'exclusion) dans la commune de Naraha.
  
- ▶ Centre névralgique pour l'organisation des interventions sur le site
- ▶ Mise en place :
  - de chaînes de décontamination: assurer les contrôles d'entrée/sortie
  - d'anthropogammamétries
  - De gîtes pour le repos des intervenants
  
- ▶ Il héberge l'espace dédié à la presse

# La base arrière





# REX



► Parmi les points qui nécessiteront un retour d'expérience il faut rappeler l'importance de:

- Amélioration de la formation de personnels utilisateurs d'équipement de radioprotection
- Augmentation préventive de stocks de matériel (dosimètres actifs pour les pompiers)
- Augmentation de l'étendue de mesure des balises environnementales fixes et mobiles
  - Mise à disposition de matériel mobile en complément des réseaux fixes pour étendre rapidement **la couverture de mesure environnementale.**



## Le Parc Nucléaire français

### La sûreté un processus de progrès permanent

Exemple de retour d'expérience  
FUKUSHIMA sur la gestion de  
crise à EDF



CHANGER L'ÉNERGIE ENSEMBLE

# Le Parc Nucléaire français

## ■ ORGANISATION DE CRISE NUCLEAIRE

### ■ EDF DPN Niveau Local : Acteurs et Locaux de crise

- Le PUI mobilise 40 personnes au niveau national et alerte 300 personnes

⋮

■ Les locaux de crise

- Saint Denis (Local technique de crise national) : ETC-N

- Paris Wagram : PCD-N



### ■ EDF DPN Niveau Local : Acteurs et Locaux de crise

**Le PUI mobilise 70 personnes sur le site et alerte 400 personnes :**



# La Force d'Action Rapide dans le Nucléaire



- **Intervenir en moins de 24h dans les domaines de la conduite, de la maintenance et de la logistique sur un site en situation d'accident pour :**

- **limiter la dégradation de la situation**
- **confiner les effluents ou déchets radioactifs éventuels**

- **en continuité et en relève des équipes de quart de conduite qui auront assumé les actions d'urgence du site concerné**



# La FARN 2 espaces temps ayant chacun missions spécifiques



## ▪ Activités menées sur site à court terme (<24h)

- Amener sur site des compétences conduite pour épauler voire relever l'équipe de quart
- Apporter, connecter et mettre en service sous 24h des moyens matériels complémentaires
- Assurer la surveillance radiologique de l'environnement
- Amener sur site à partir de 24h la logistique nécessaire au bon fonctionnement des matériels de crise

## ▪ Activités menées sur site à moyen terme (qqes jours)

- Déployer des moyens lourds de protection ou d'intervention
- Préparer la durabilité de ses actions au delà des premiers jours d'autonomie dans l'éventualité d'une crise de longue durée (yc réapprovisionnement logistique)
- Limiter l'impact des rejets sur l'environnement notamment en recherchant à restaurer le confinement et à traiter les effluents radioactifs

# Le Parc Nucléaire français



▪ Réserve de tuyaux standardisés



▪ Kits de connexion électriques



▪ Réserves de fioul - jerricans





■ Merci de votre attention

