

## Démantèlement des réacteurs accidentés de Fukushima-Daïchi : les enjeux associés à la radioprotection des travailleurs

---

Caroline Schieber

*Journées Techniques de la SFRP  
12 Octobre 2021*

## Rappel des conséquences du Tsunami sur le site de Fukushima -Daïchi

- Site inondé et dévasté
- Explosions hydrogène (réacteurs 1, 3 et 4)
- Perte de refroidissement et fusion partielle des cœurs (réacteurs 1, 2 et 3)



Buildings and plant equipment close to unit 4

4 to 5 m inundation height above grade at units 1 to 4.

# Situation actuelle sur le site

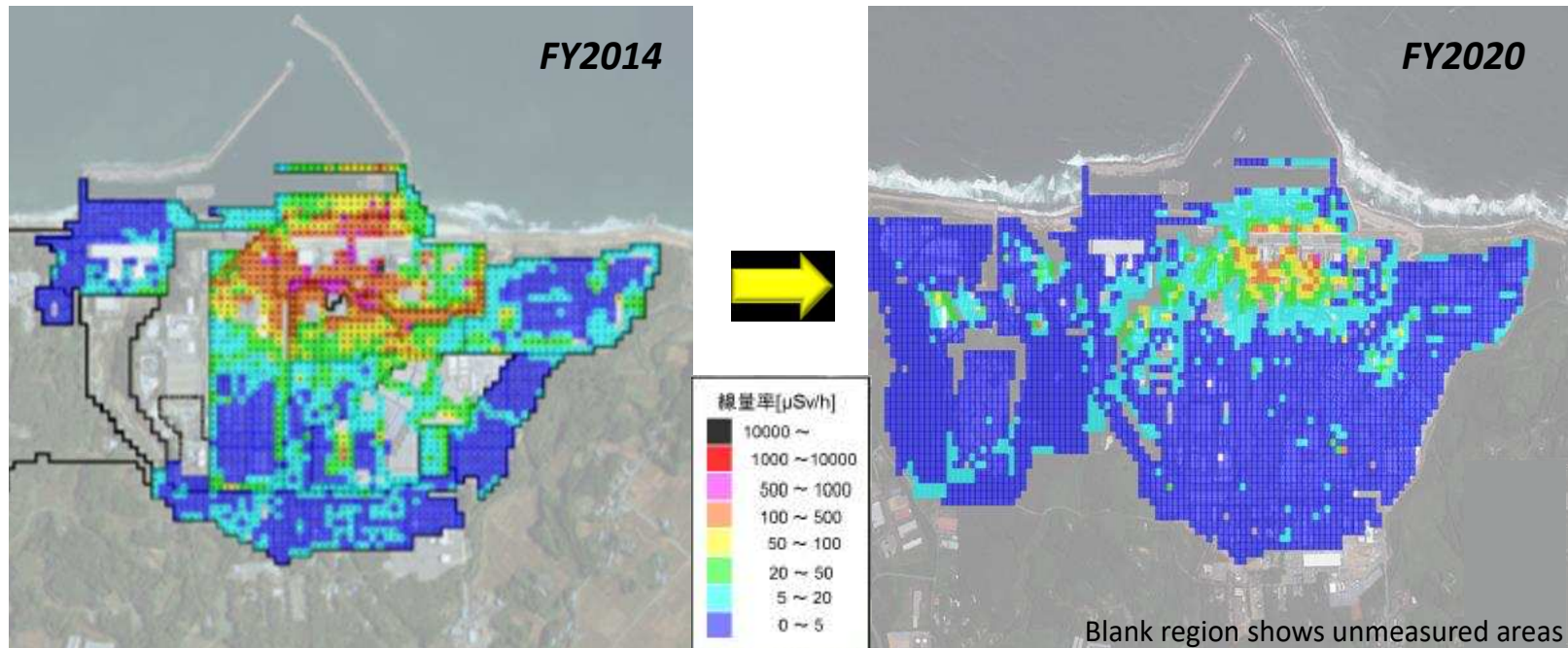
Source : "Radiation Protection Status in the NPP of Fukushima", 2021.06.03 ISE meeting, Toshiyuki Suzuki - Chiyoda Technol Corp. Tokyo Electric Power Company





## Evolution des conditions radiologiques du site

Assainissement du site visant notamment à réduire l'utilisation du port du masque filtrant au seul périmètre des îlots nucléaires



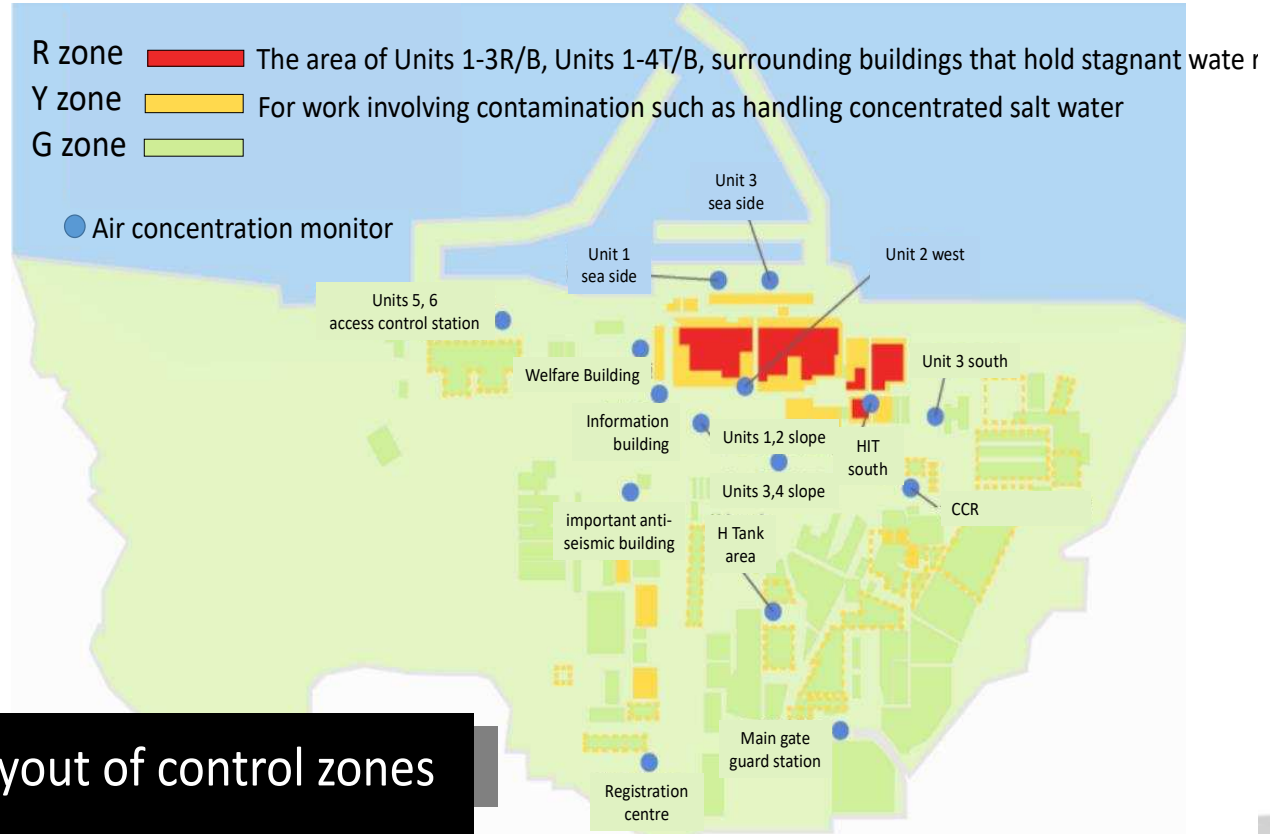




Installation of Dose-rate monitor

Surveillance du débit de dose: 86 appareils de mesure

## Zonage conditionnant le port d'équipements de protections individuelles



Layout of control zones

# Principaux équipements de protections individuelles

Equipment for each zone

R zone	Y zone	G zone
Full face mask 	Full or half face mask 	Disposable dust mask 
Anorak over coverall 	Coverall 	General Operating Wear 

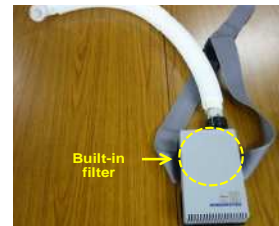
the concentration of radioactive materials in the air did not exceed the standard for wearing masks ( $2 \times 10^{-4}$  [Bq/cm<sup>3</sup>])

Wearing both



RPL Dosimeter "Glass Badge" as legal dosimeter  
 Personal Dosimeter

To ensure the prevention of internal exposure, a dual-filter system was adopted (full-face mask filter + AP-60 filter)



Blower with filter (AP-60)

+

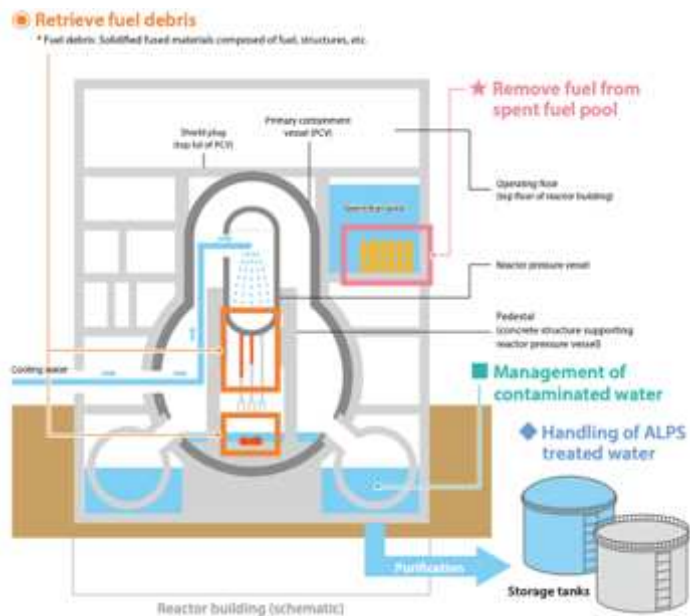


Special hooded mask (HD-EFS)



AP-60 equipped

## Principaux enjeux pour le démantèlement



- Gestion de l'eau contaminée
- Retrait du combustible usé des piscines de stockage
- Retrait du combustible fondu (corium)
- Gestion des déchets





### Unit 1



@TEPCO

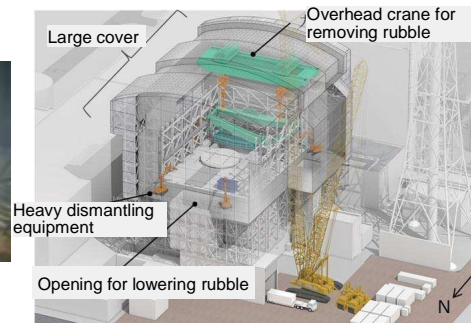
### Unit 2



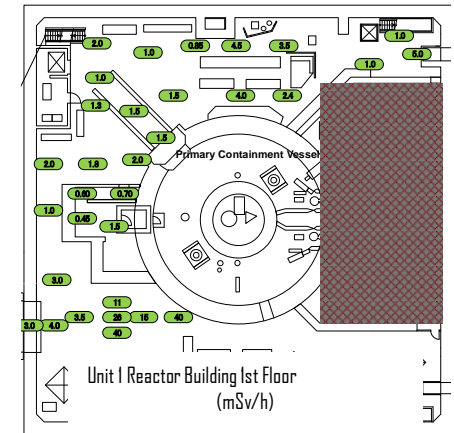
@TEPCO

# Situation des réacteurs -1

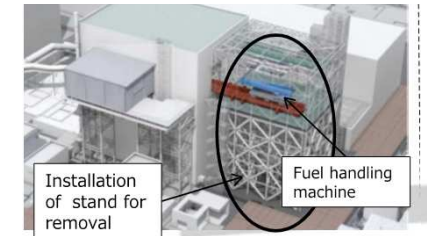
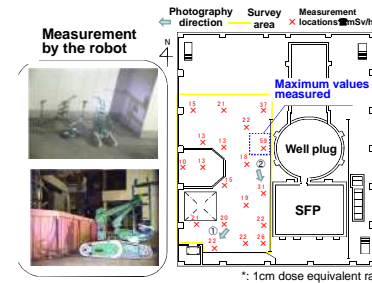
- 392 assemblages combustibles en piscine (retrait à partir de 2027)
- 70% à 100% du cœur fondu - (279 tonnes de corium)



Unit 1 Large cover (Image)



- 615 assemblages combustibles en piscine (retrait à partir de 2024)
- Fusion partielle du cœur - (237 tonnes de corium)



## Situation des réacteurs - 2



### Unit 3



@TEPCO

- 566 assemblages combustibles retirés de la piscine (février 2021)
- Fusion partielle du cœur - (364 tonnes de corium)



### Unit 4



- 1500 assemblages combustibles retirés de la piscine (décembre 2014)
- Pas de fusion du cœur (Réacteur en arrêt de tranche lors de l'accident)



Fuel removal work at Fukushima Daiichi NPS Unit 4 (Cask transfer at common pool)  
@TEPCO



Crane for installing fuel handling equipment

## Caractérisation radiologique à l'intérieur des installations

- Relevé des niveaux de contamination et des débits de dose à l'intérieur des bâtiments
- Caractérisation des spectres radiologiques des eaux transitant par les bâtiments réacteurs ;
- Analyse des processus d'accumulation des eaux à l'intérieur des bâtiments ;
- Observation directe de l'intérieur des cuves et des enceintes ...



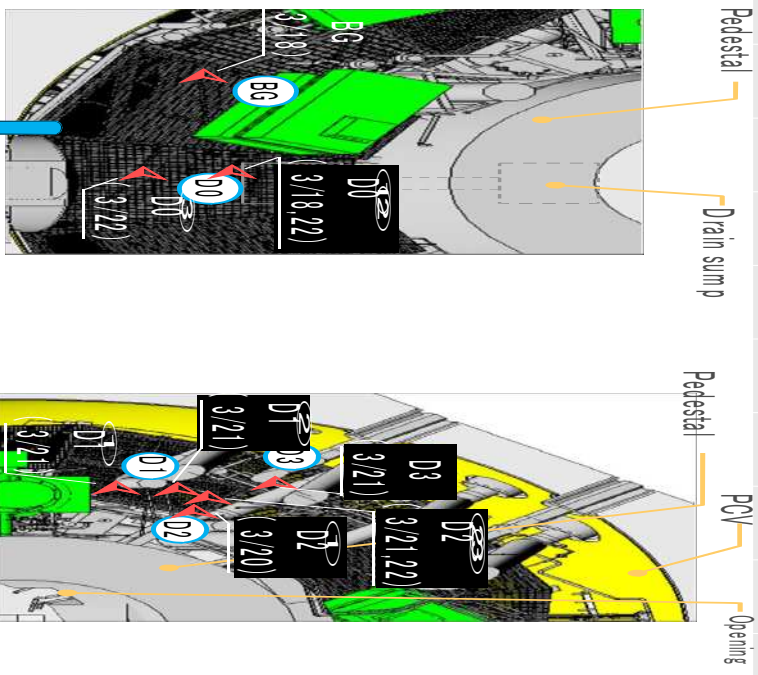
Unit 1 Investigation robot

Unit 2 Investigation robot

Unit 3 Underwater ROV

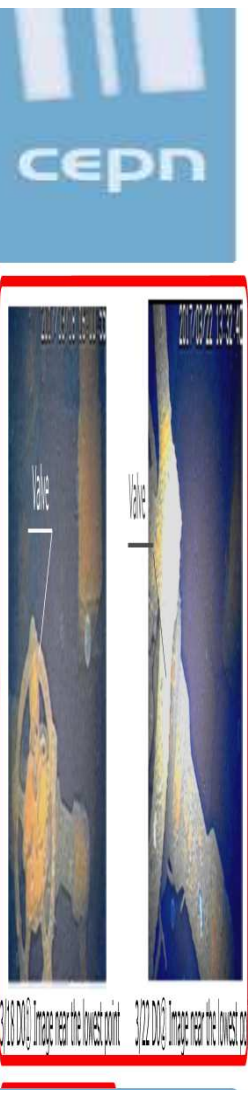
# Mesures de débits de dose - exemple Unit 1

Point de mesure	319	318	322	321	320	321	322			
Distance (m)	3.8	7.8	6.7	3.8	8.4	8.2	12	9.2	9.3	10
Angle (°)	11	1.5	1.6	5.4	6.3	5.9	6.3	7.4	9.4	3.0
Approx. 0.3m / Approx. 1m / Approx. 0.8m / Approx. 0.5m / Approx. 0.9m / Approx. 1m / Approx. 0.5m / Approx. 0.9m / Approx. 1.6m										



X-100B penetration seal

• Detailed measurement points are currently being evaluated





## Gestion des déchets – Etat des lieux en Juin 2021

- Déchets avec un DeD extérieur < 30 mSv/h sont stockés en extérieur (y-compris sous tente)
- Déchets avec un DeD extérieur > 30 mSv/h sont stockés en conteneurs puis dans une installation de stockage
  
- 85 000 conteneurs de déchets sur le site
- Une unité d'incinération des déchets depuis 2018
- Débris contaminés (béton, métal) – 310 800 m<sup>3</sup>
- Arbres taillés - 139 800 m<sup>3</sup>
- EPI – 34 200 m<sup>3</sup>



Temporary trimmed trees storage pool



Rubble storage tent



Solid waste storage facility



Inside the rubble storage tent



Rubble (covered by sheet)



Rubble (container storage)

## Gestion de la radioprotection des travailleurs

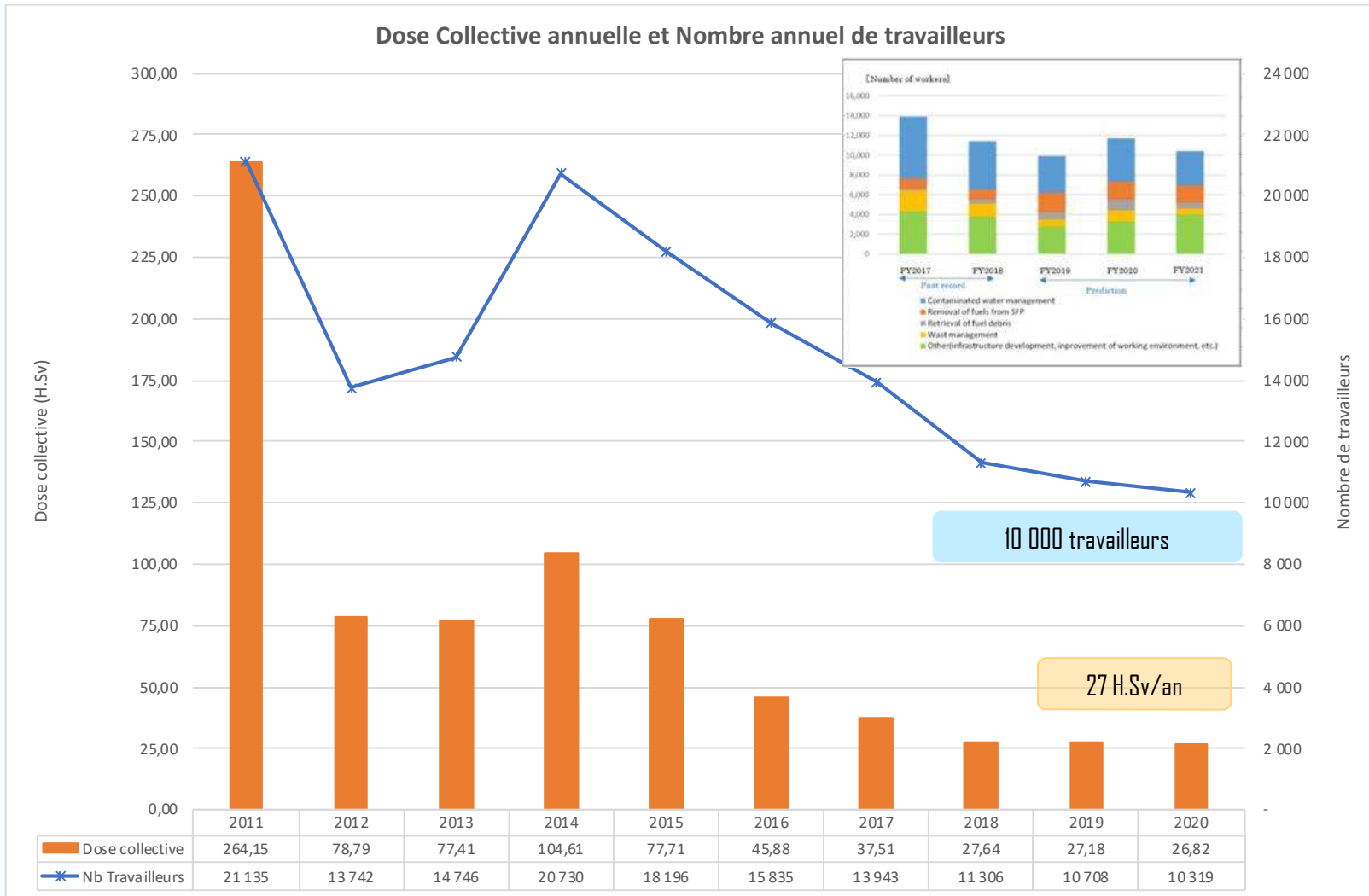
- Actuellement : entre 3000 et 4000 travailleurs par jours en moyenne sur le site
- Tout intervenant suit une formation radioprotection spécifique délivrée par des agents de TEPCO.
- Environ 40 agents de TEPCO en charge de la gestion de la radioprotection, des déchets radioactifs et de l'évaluation des doses. 2 réunions hebdomadaires (RP et sécu.) sont organisées entre les représentants de TEPCO et des entreprises.
- Mise en place d'un « comité ALARA » en 2014
  - Validation des actions de protection pour les travaux dont la dose prévisionnelle est  $> 0,5 \text{ H.Sv}$  ou une dose individuelle  $> 15 \text{ mSv/an}$
  - Adoption d'une valeur monétaire de l'H.Sv (seul site au Japon)
- Publication annuelle des « bonnes pratiques de radioprotection »
  - Développement de protections biologiques spécifiques
  - Gestion de la contamination
  - Robotique (outillage, mesures des conditions radiologiques, ..)
  - Utilisation fréquente de postes de supervisions déportés  
(réductions de débit de dose, mais pas toujours du risque de contamination)



## Dix principales activités en termes de dose collective (2020)

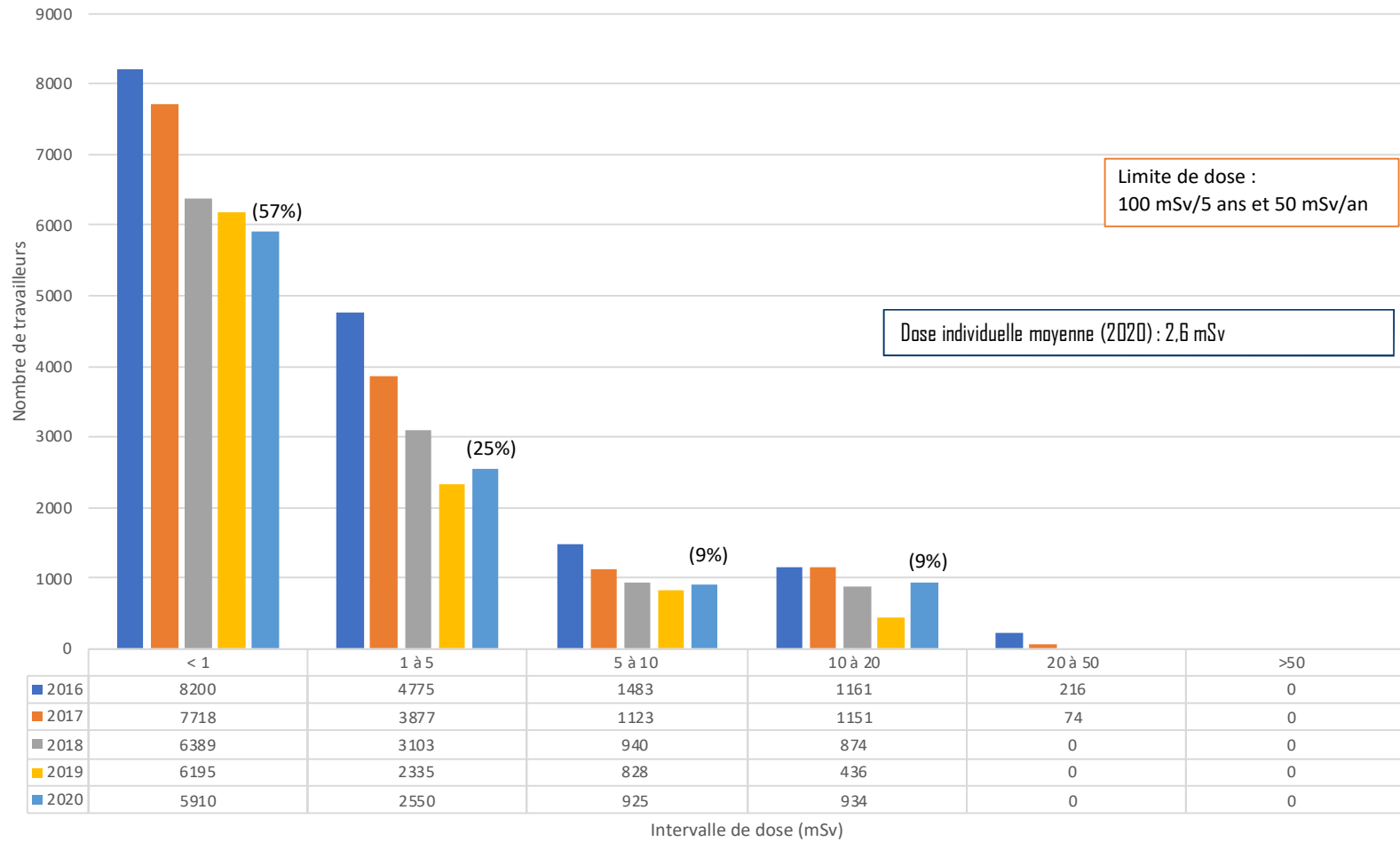
No	Subject of work	Situation	Exposed dose
1	Units 1-4: Installation of drainage system for residual water in the building	in progress	1,59 man.Sv
2	Unit 1: PCV access route construction site demonstration	in progress	0,79 man.Sv
3	Units 1-4: Installation of drainage system for residual water in the building	in progress	0,55 man.Sv
4	Unit 2: Removal of interference from south yard	in progress	0,45 man.Sv
5	Unit 2: Debris removal from the Rw/B and others	in progress	0,43 man.Sv
6	Unit 3: Construction work for rainwater control in the northeast part of the R/B	completion	0,43 man.Sv
7	Unit 1: Removal of debris from the skimmer and surge tank room	completion	0,42 man.Sv
8	Unit 3: Installation of pump for transfer of stagnant water in the R/B	in progress	0,40 man.Sv
9	Unit 3: Removal of debris from the rooftop of the T/B	completion	0,39 man.Sv
10	Units 2-4: Installation of safety corridor and improvement of working environment	in progress	0,36 man.Sv

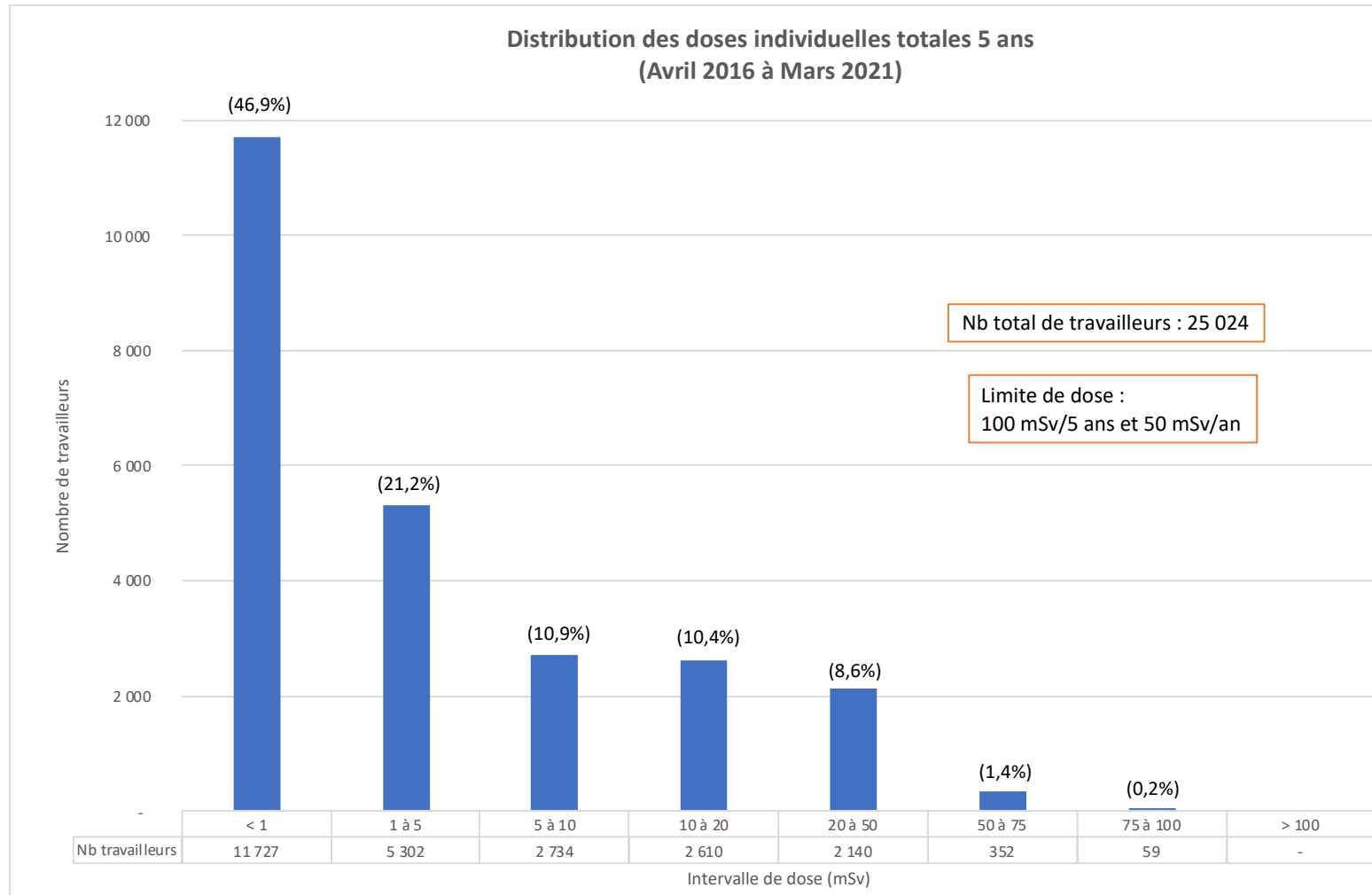
Source TEPCO  
 Données par année fiscale : Avril XX - Mars XX+1  
 Figure : Roadmap décembre 2019





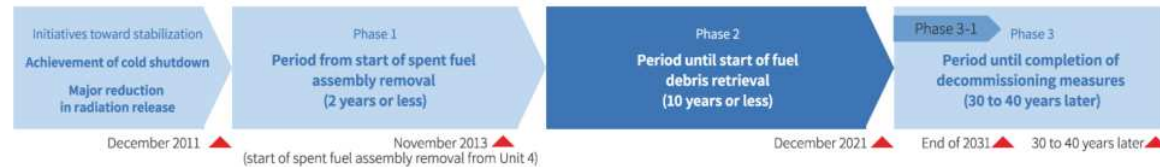
Distribution des doses individuelles annuelles de 2016 à 2020







## Enjeux pour la poursuite du démantèlement



- Recherche et développements

- Radioprotection :

- Caractérisation radiologique des installations
- Exposition interne
- Exposition externe / dose cristallin
- Contamination de l'environnement
- Maintien du confinement des bâtiments (risques de remise en suspension lors du retrait du corium)

- Gestion des déchets actuels et à venir

- Enjeux de moyen et long terme en termes de ressources humaines : nombre de travailleurs, maintien/transmission des compétences

