

Accident de la Centrale de Fukushima Daiichi

« Faits et gestes »



JAPON : 32 REB - 23 REP en exploitation

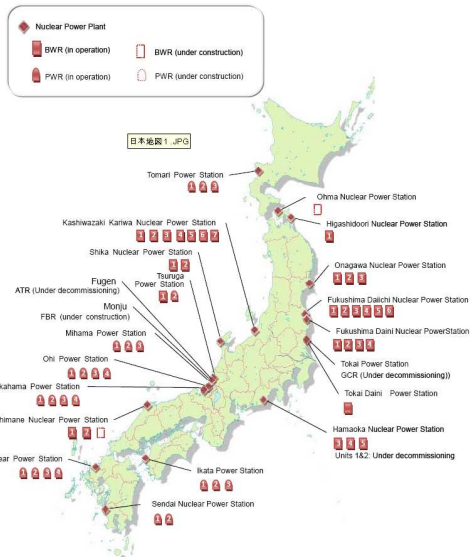


Schéma d'un réacteur à eau bouillante (REB)

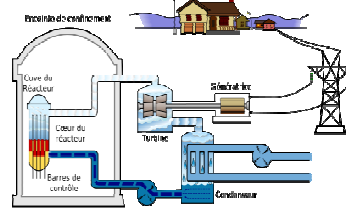
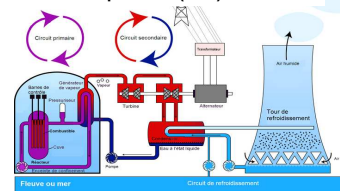
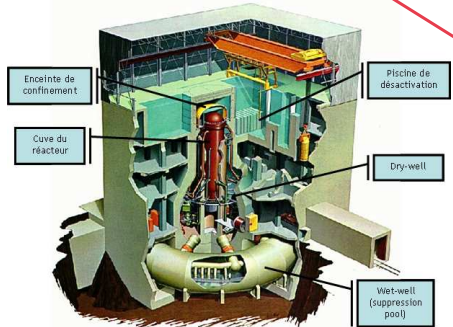
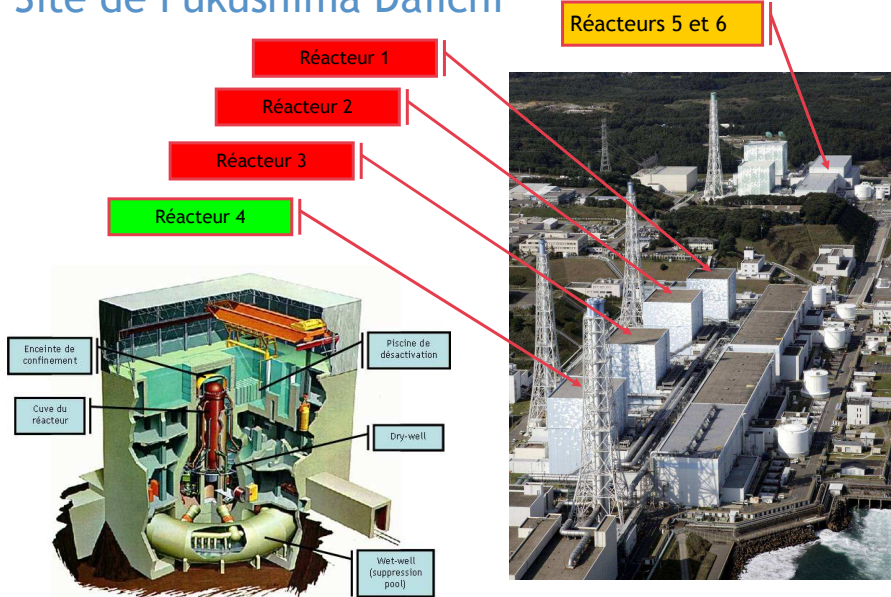


Schéma d'un réacteur à eau sous pression (REP)

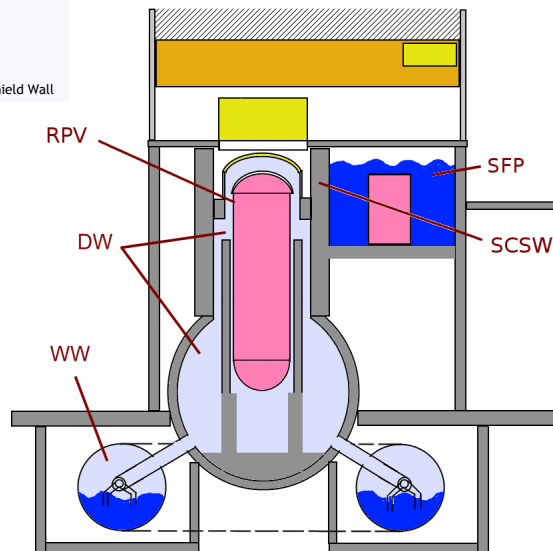


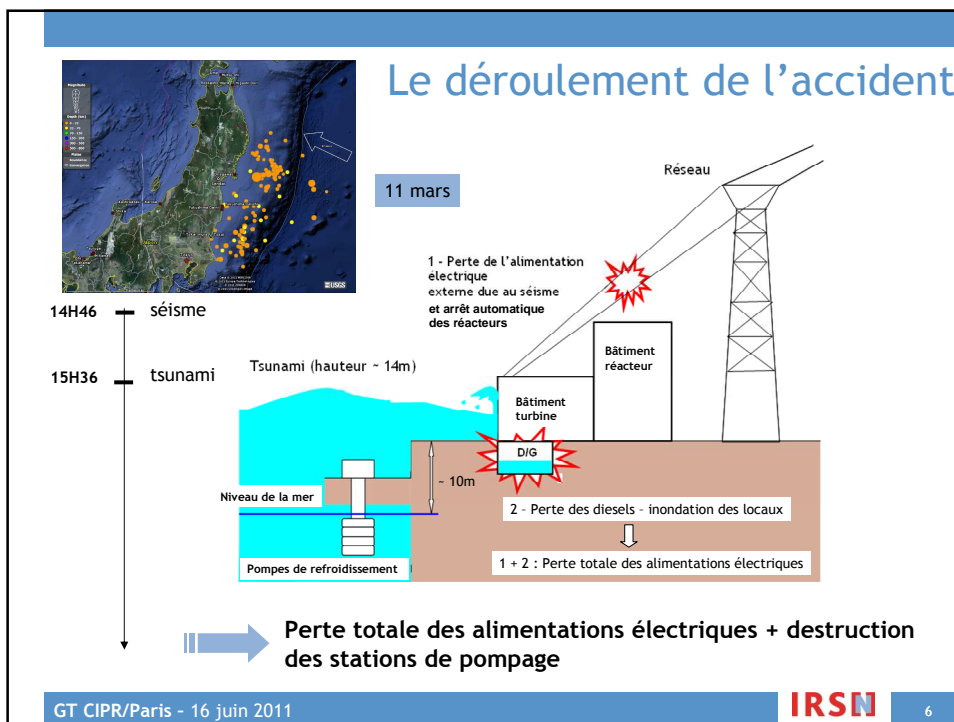
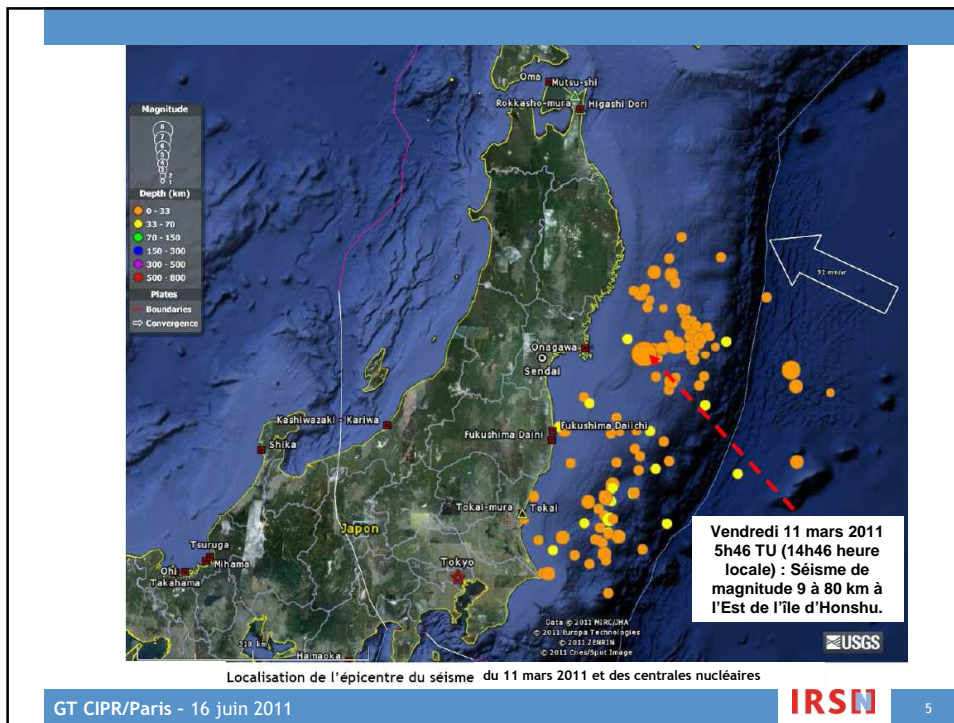
Site de Fukushima Daiichi



coupe d'un réacteur à eau bouillante (REB) de type MARK 1

DW = Drywell
 WW = Wetwell
 SFP = Spent Fuel Pool
 RPV = Reactor Pressure Vessel
 SCSW = Secondary Concrete Shield Wall







GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

7



➔ Avant

➔ Après



GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

8

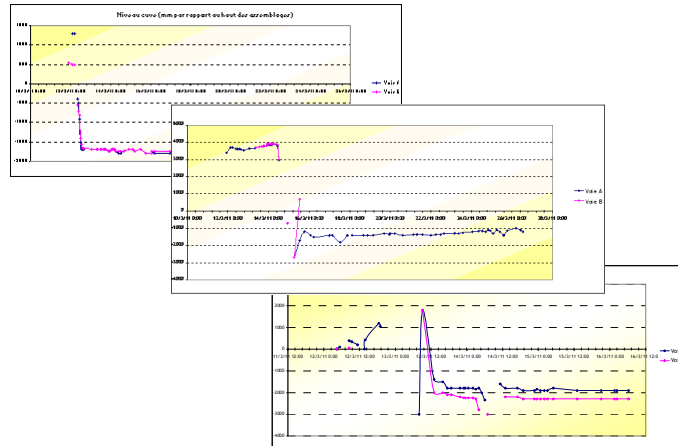
Le déroulement de l'accident : les réacteurs

➤ perte successive du refroidissement des cœurs

11 mars Réacteur 1

14 mars Réacteur 2

13 mars Réacteur 3



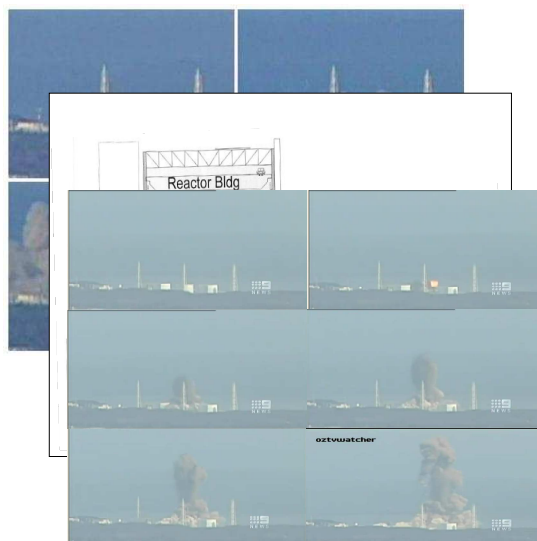
Le déroulement de l'accident : les réacteurs

➤ Fusion des cœurs, évitage des enceintes de confinement... et explosion dans les bâtiments réacteurs

12 mars Réacteur 1 (15h36)

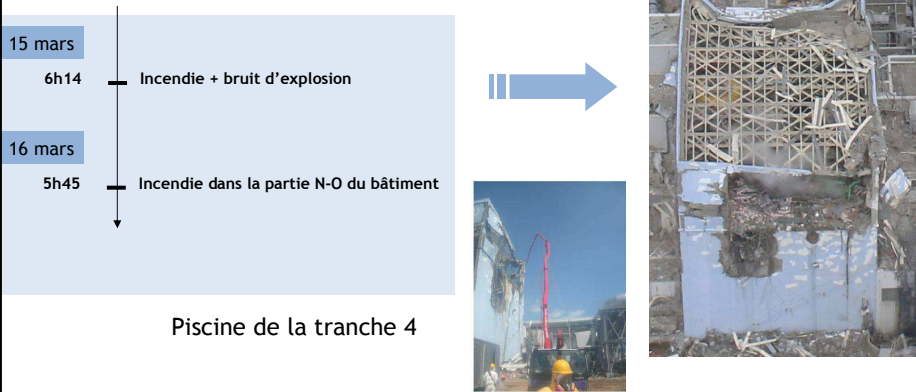
15 mars Réacteur 2 (6h10)

14 mars Réacteur 3 (11h01)



Le déroulement de l'accident : les piscines d'entreposage de combustibles irradiés

➤ **Entrée en ébullition de certaines piscines... et explosion dans le bâtiment du réacteur 4**

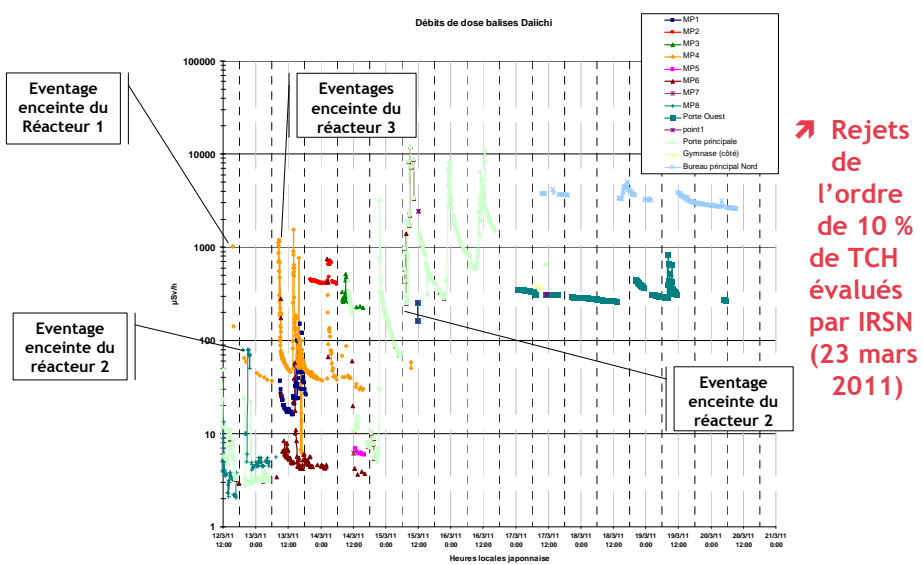


GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

11

Le déroulement de l'accident : rejets à l'atmosphère

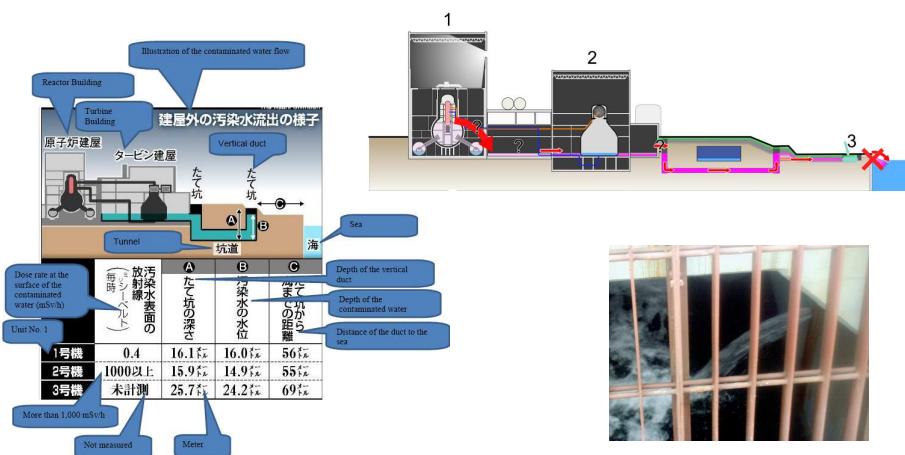


GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

12

Le déroulement de l'accident : rejets liquides en mer

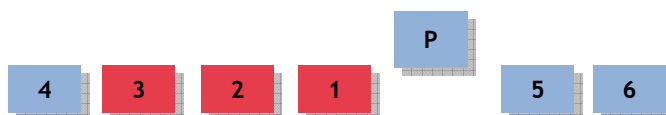


GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

13

L'état actuel des installations



État des lieux (valeurs arrondies, provenance TEPCO)

- Unité 1 : réacteur : 1 cœur = 2 MW ; piscine : 1 cœur = 0,07 MW
- Unité 2 : réacteur : 1 cœur = 3 MW ; piscine : 1 cœur = 0,5 MW
- Unité 3 : réacteur : 1 cœur = 3 MW ; piscine : 1 cœur = 0,2 MW
- Unité 4 : réacteur : vide ; piscine : 3 cœurs = 2,3 MW
- Unité 5 : réacteur + piscine : 3 cœurs = 0,8 MW
- Unité 6 : réacteur + piscine : 2 cœurs = 0,7 MW
- Piscine du site : 12 cœurs = 1,5 MW

GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

14

L'état actuel des installations

Des bâtiments des réacteurs fortement endommagés

- Comportement des structures des piscines en cas de réplique sismique ?

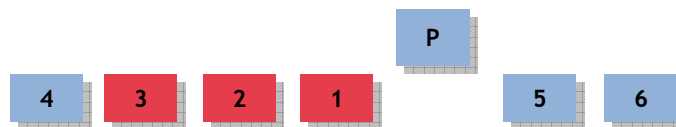


GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

15

L'état actuel des installations : les combustibles



dans les **réacteurs** : des fusions de cœur dans R1, R2 et R3 avec relocalisation de corium en fond de cuve, percement des cuves, écoulement possible de corium dans les enceintes de confinement

dans les **piscines** : état a priori correct (possibilité de ruptures de gaines ?)

Maintien sous contrôle (apport externe d'eau de refroidissement, inertage à l'azote...)



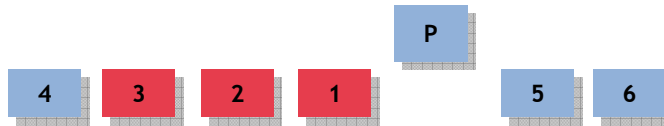
Piscine R4

GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

16

L'état actuel des installations



■ R1, R2 et R3 : inétanchéité des enceintes de confinement (rejets diffus), bâtiments très dégradés, 100 000 m³ d'eau très contaminée dans les sous-sols

■ R5 et R6 : arrêt « sûr »

■ Piscines : combustibles sous eau, piscines R1, R3 et R4 à l'air libre (dégagement de vapeur d'eau)

Trois grandes étapes

- 1- une phase d'urgence de **reprise de contrôle** : stabiliser les installations (refroidissement pérenne, fixer la contamination sur le site, engager le traitement des eaux fortement contaminées...) :
➡ plusieurs mois
- 2 - **reconquête des installations** : confinement des bâtiments, confortement des structures dégradées (supportage des piscines notamment), évacuation des combustibles irradiés des piscines et préparer le démantèlement :
➡ quelques années
- 3 - évacuation des « cœurs » et **démantèlement/assainissement** du site :
➡ une vingtaine d'années

Actions en cours (à mi-juin 2011)

- | **Envoi d'eau douce** dans les réacteurs R1, R2 et R3 (5 à 10 m³/h) et dans les piscines (refroidir ou compenser l'évaporation)
- | **Ré-inertage à l'azote** des enceintes de confinement (R1 en cours, R3 en préparation)
- | **Actions d'assainissement** pour entrer dans les bâtiments (reprise de contrôle afin de retrouver un système de refroidissement des cœurs 1, 2 et 3 et des piscines en circuit fermé), fixation de la contamination externe, évacuation de débris irradiants...
- | **Travaux de consolidation** de la piscine R4 en cours

Actions en cours (à mi-juin 2011)

- | **Poursuite du pompage de l'eau contaminée** présente dans les sous-sols des bâtiments des turbines dans des réservoirs de stockage
- | **Mise en service d'une installation d'épuration de l'eau** prévue en juin (AREVA) : recyclage vers les cœurs
- | **Premiers travaux de confinement** des bâtiments dégradés et contaminés : limiter la dispersion, permettre les travaux ultérieurs
- | **Difficulté des interventions sur site** : rejets + eaux contaminées + des points à des dizaines de mSv/h

⇒ Bilan

- La **situation** des réacteurs de Fukushima Daiichi reste **précaire** (inétanchéités des cuves et des enceintes, rejets diffus...)
- Les **structures** des piscines **doivent être consolidées**, leur tenue pouvant être remise en cause en cas de forte réplique sismique (+ rehaussement digue/tsunami)
- Le **Plan de reprise de contrôle TEPCO** est **cohérent** ; les **délais** annoncés sont des **ordres de grandeur**
- Le **retour d'expérience** de l'accident prendra **plusieurs années**

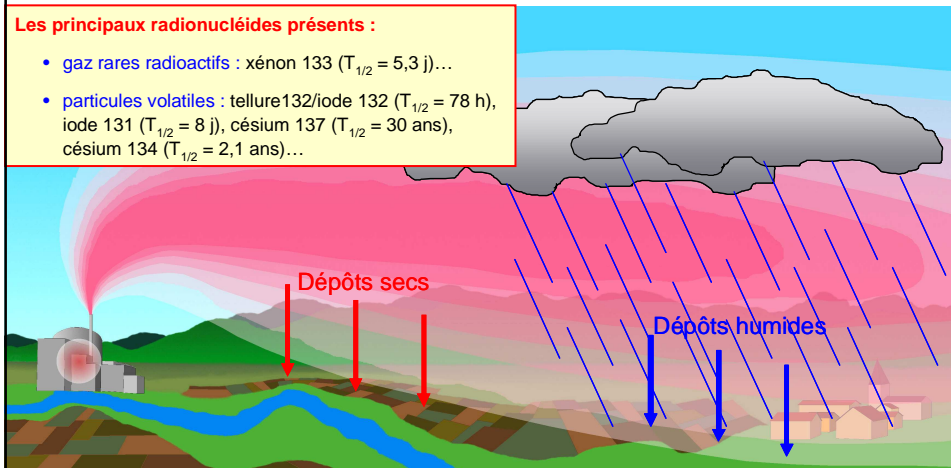
L'accident : deux phases à gérer

- La phase d'**urgence** : protéger les populations des rejets atmosphériques
 - La phase **post-accidentelle** : gérer les territoires contaminés
-
- Rejets atmosphériques** : conséquences limitées par les mesures d'évacuation et de mise à l'abri et de confinement.
 - Territoires** : gérer les conséquences des dépôts de radioactivité (interdiction de consommation/commercialisation des productions agricoles, éloignement de populations).
 - Océan Pacifique** : des zones d'interdiction de pêche (algues, mollusques, poissons) et une surveillance de long terme.

Dispersion et dépôts radioactifs

Les principaux radionucléides présents :

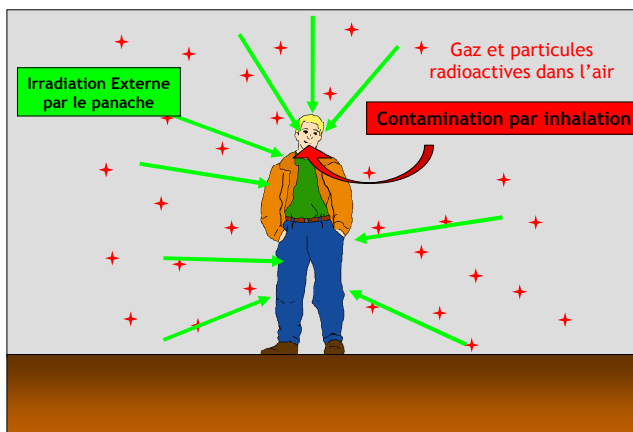
- gaz rares radioactifs : xénon 133 ($T_{1/2} = 5,3$ j)...
- particules volatiles : tellure 132/iode 132 ($T_{1/2} = 78$ h),
iode 131 ($T_{1/2} = 8$ j), césium 137 ($T_{1/2} = 30$ ans),
césium 134 ($T_{1/2} = 2,1$ ans)...



Conséquences immédiates du dépôt radioactif :

- Augmentation du débit de dose ambiant (en $\mu\text{Sv/h}$)
- Contamination des feuilles des végétaux = impact important sur la chaîne alimentaire

La première urgence à traiter : l'impact immédiat de la dispersion des rejets atmosphériques

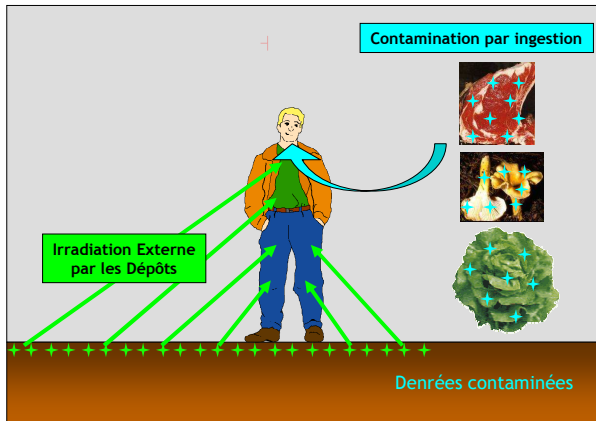


L'exposition au panache au Japon a eu lieu principalement entre le 12 et le 21-23 mars



- Evacuation d'urgence sur 20 km (décidée le 12 mars)
- Mise à l'abri entre 20 et 30 km (?)
- Prise d'iode stable (???)

La **seconde** urgence à traiter : l'impact à court terme des dépôts radioactifs

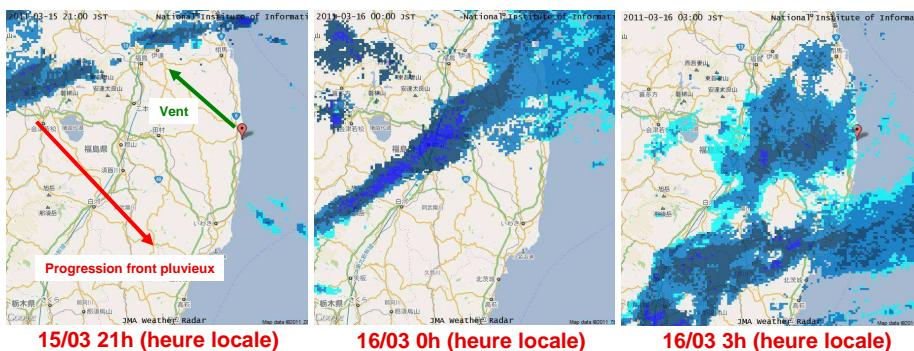


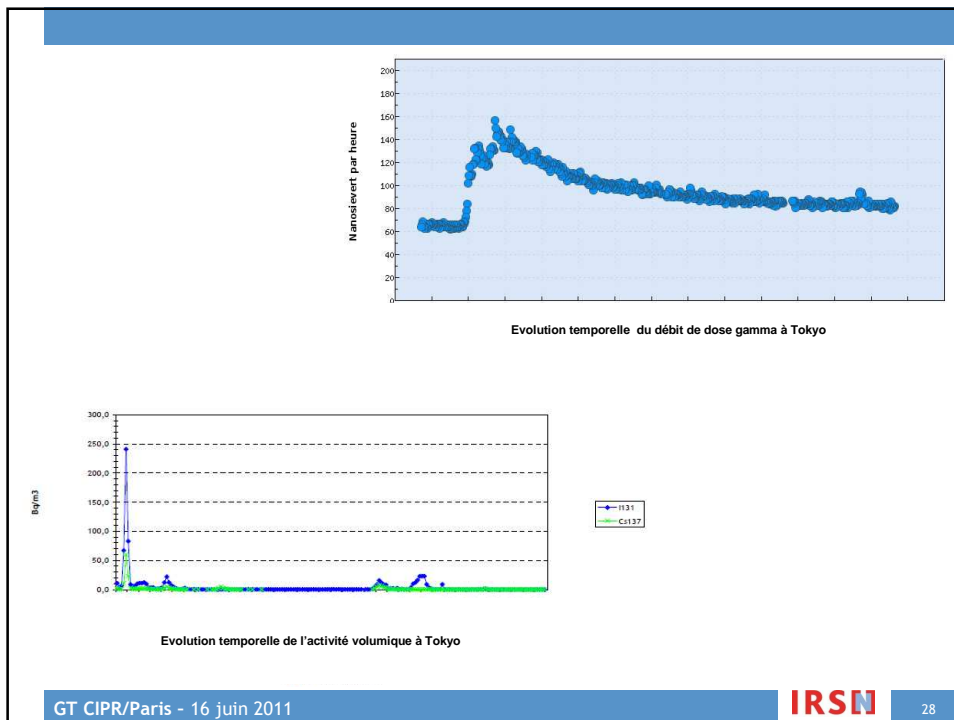
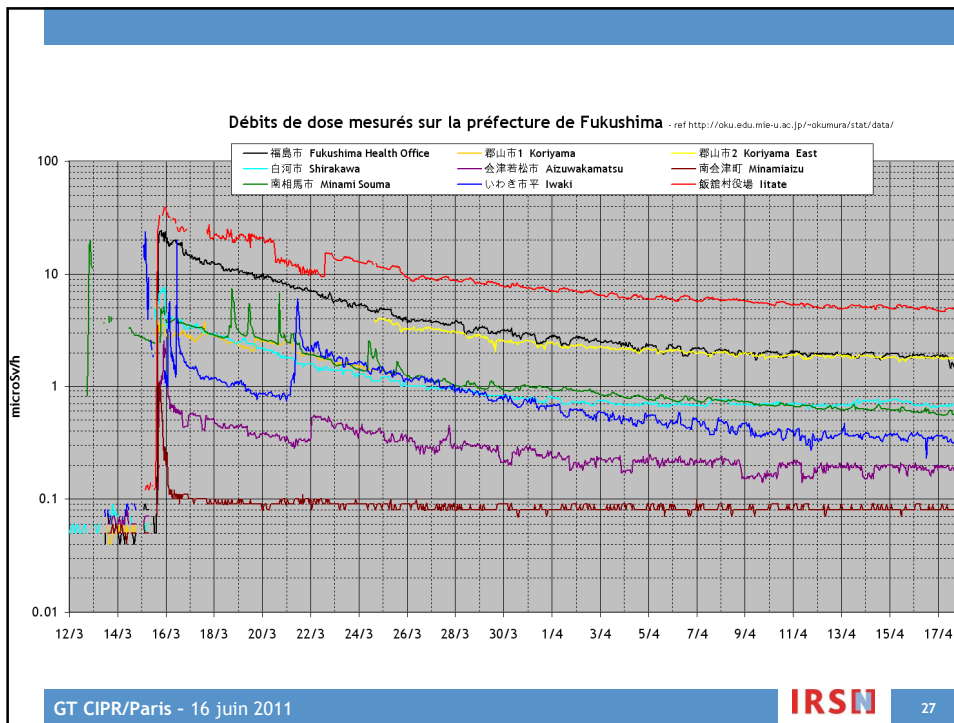
Les doses à la thyroïde dues à l'ingestion de denrées contaminées sont majoritairement reçues au cours des premières semaines

Si le débit de dose ambiant est trop important, l'éloignement des populations est recommandé, au moins à titre temporaire

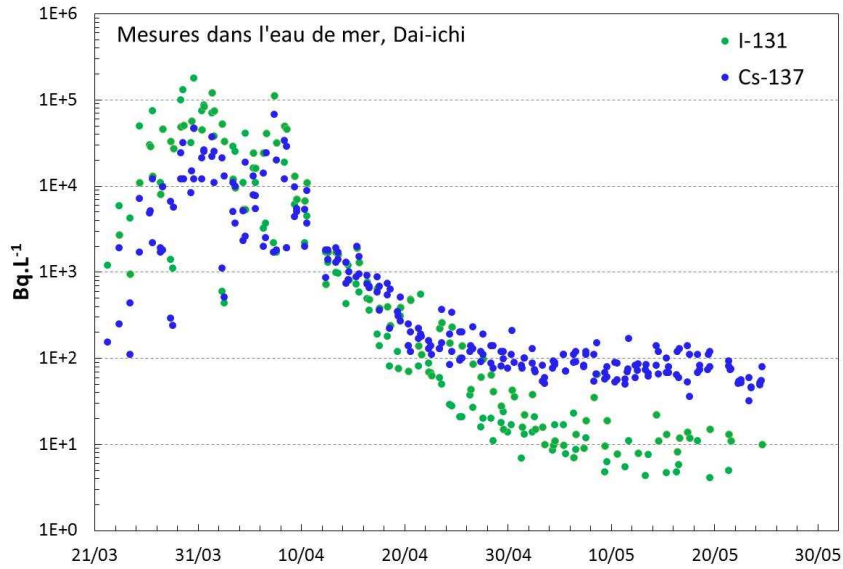
Des dépôts importants dès le 15-16 mars 2011

- Un épisode de rejet radioactif le 15 mars entre ~ 13h et 23h
- Le vent dirige le panache vers le nord-ouest et de fortes précipitations pluvieuses et neigeuses se produisent dans la nuit du 15 au 16 mars





Une pollution marine de grande ampleur



GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

29

Une dispersion à l'échelle globale

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

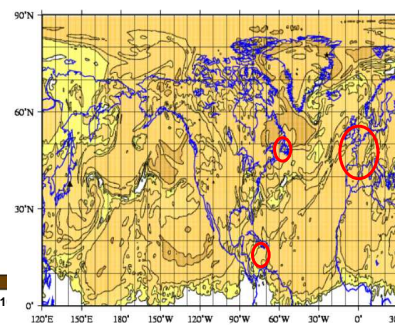
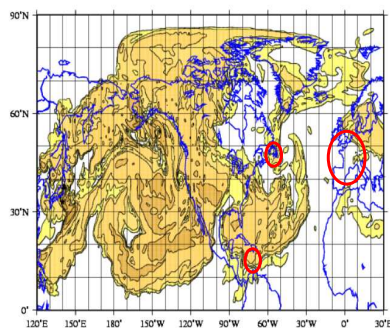
Concentration moyenne sur la couche 0m-500m en Bq/m³
23/03/2011 12h00 UTC

METEO
FRANCE

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Concentration moyenne sur la couche 0m-500m en Bq/m³
01/04/2011 12h00 UTC

METEO
FRANCE



Césium 137 dans
l'air en Bq/m³

↑
France en
2010

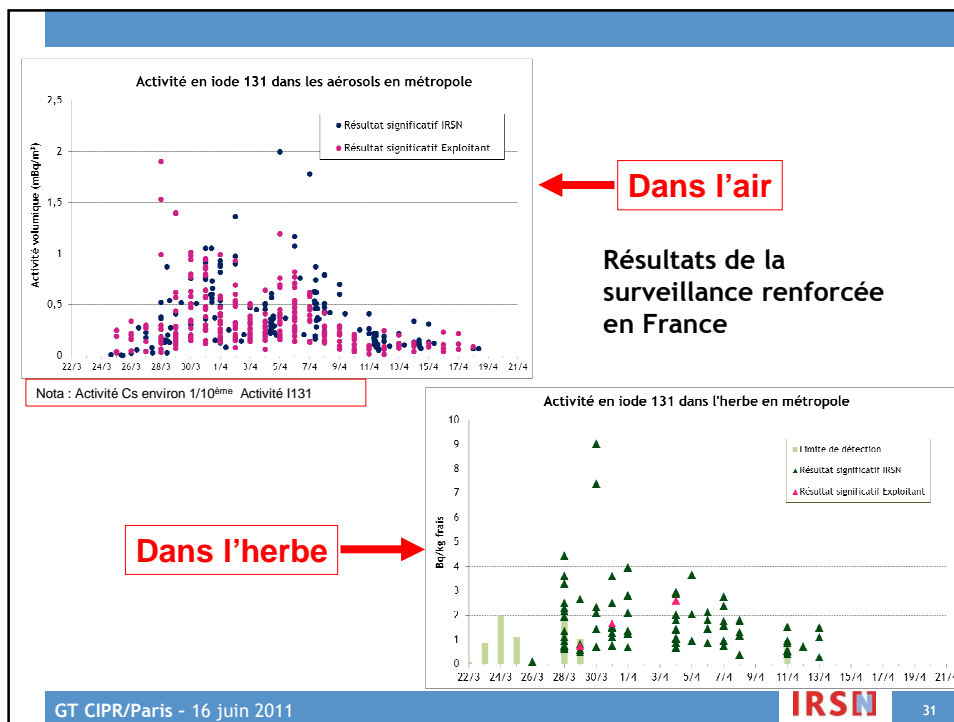
↑
France années 60
(Tirs nucléaires en
atmosphère)

↑
France après
accident de
Tchernobyl

GT CIPR/Paris - 16 juin 2011

IRSN

30



Conclusions

- **Des rejets importants ont eu lieu** ; le pire est passé, mais des rejets diffus et faibles se poursuivent
- **Une stabilisation à pérenniser** : objectif de retrouver un refroidissement pérenne des cœurs et piscines
- **L'enjeu pour les installations** : retrouver le contrôle (mois), puis reconquérir les installations (années) en vue de leur démantèlement (vingtaine années)
- **L'enjeu pour l'environnement** : la gestion des territoires contaminés et des productions agricoles et des produits de l'océan (cas de l'Iode 131 et des Césiums)

Un accident majeur -7 INES- et des enseignements à tirer

Et maintenant ... en Europe

« **Stress test** » européens et « **Evaluation complémentaire de sûreté** » française

■ Une **démarche coordonnée** dans un **contexte « politique »**

■ Une **évaluation nationale** et par les **pairs européens**

■ Un **cahier des charges élargi** (toutes INB en France):

Marges
et
Effets
« falaise »

- Initiateurs (inondation, séisme, autres phénomènes)
- Perte induite de systèmes de sûreté (refroidissement, perte des sources électriques, cumul)
- Gestion des accidents graves
- Sous-traitance (champ, choix, conditions d'intervention, surveillance)

■ Des **délais contraints...**

■ Une **nécessité évidente de transparence** (HCTISN, CLI...)

L'accident de la centrale de Fukushima Daiichi



Des « **faits** » à mieux connaître
et des « **gestes** » à réaliser !

Merci de votre attention

Place aux questions !