



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# DEMANTELEMENT DES SOUS-MARINS GESTION DES DECHETS

7-9 novembre 2006 - CHERBOURG-OCTEVILLE  
ASSOCIATION POUR LES SCIENCES ET LES TECHNIQUES DE LA RADIOPROTECTION



DÉLÉGATION GÉNÉRALE POUR L'ARMEMENT



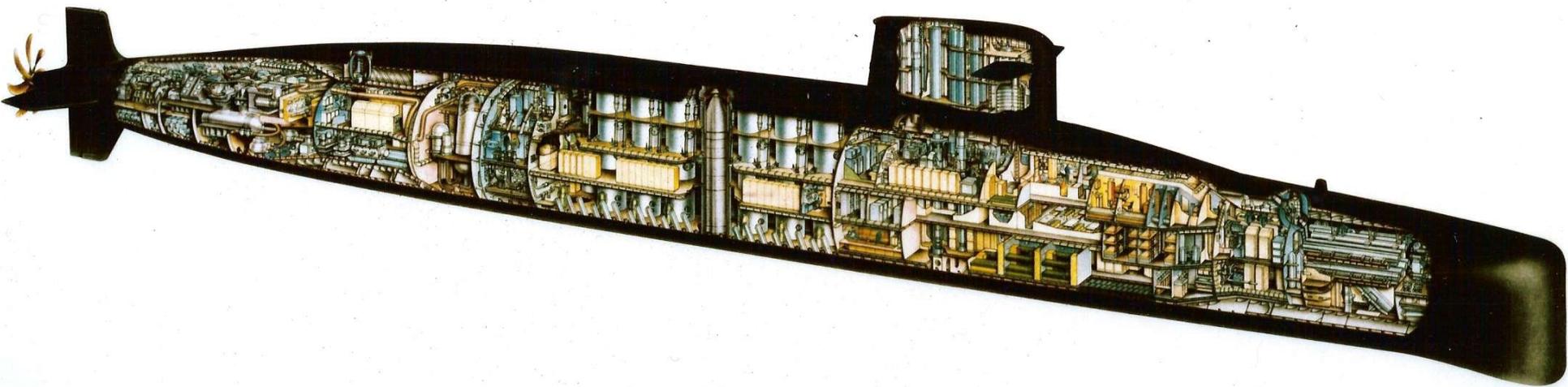
# Présentation du contexte

## Gestion des déchets issus des démantèlements des sous-marins nucléaires





# SNLE type LE REDOUTABLE



# Site du port militaire de Cherbourg



# ▶ L'organisation





# Référentiel réglementaire

- L'autorisation d'exploiter les installations
- Les rapports de sûreté
- Les règles générales d'exploitation
- L'étude déchets
- Les plans d'urgence interne



# Définition des niveaux de déclassement

## Définition AIEA

## État final des SNLE

### Fermeture sous surveillance



Installation laissée en l'état après quelques travaux de conditionnement. Les règles d'exploitation sont allégées, mais la surveillance, le contrôle et l'entretien garantissent un état sûr.

Vidange des circuits (sauf piscine)  
Prélèvement des équipements de rechange  
Installation de contrôle paramètres d'ambiance CRE

### Libération partielle et conditionnelle



La partie confinée est réduite au minimum et on renforce l'étanchéité et la protection biologique, permettant ainsi un nouvel allègement de l'entretien et la surveillance

Circuit primaire réduit aux grandes capacités et asséché, tous fluides vidangés  
Deuxième barrière composée de la coque  
Tranche CRE découpée et transférée au Homet

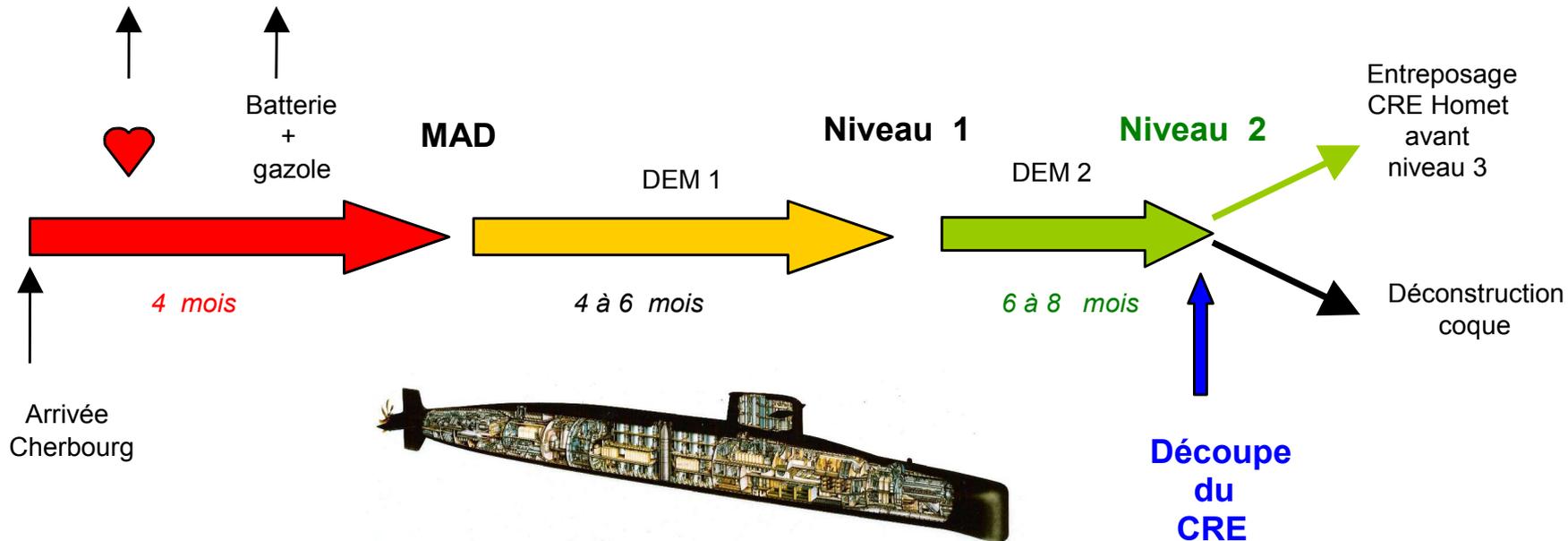
### Libération totale et inconditionnelle



Tous les matériaux et équipements sont enlevés. L'installation est déclassée sans restriction du point de vue de la sûreté nucléaire. Aucune surveillance ni contrôle ne sont nécessaires

Grandes capacités conditionnées, puis reprises par l'Andra  
Coque CRE démantelée et évacuée

# Processus de démantèlement



MAD : Mise à l'Arrêt Définitif

DEM : Travaux de démantèlement

CRE : Compartiment Réacteur Échangeurs



# Travaux niveau I

- Mise en place d'un couvercle modifié
- Dépose de matériels dans le compartiment réacteur
- Mise en place de matériels de surveillance
- Vidange des circuits chaufferie
- Mise hors tension et débornage des équipements électriques
- Contrôle de l'étanchéité des deux barrières



# Travaux niveau II

- Vidange de la piscine
- Dépose de câbles électriques
- Démantèlement des circuits
- Confinement du compartiment réacteur au niveau des passages de cloisons
- Contrôle de l'étanchéité des deux barrières
- Découpe de la tranche réacteur

# ► Transfert du CRE



# Transfert du CRE



- Colis : 700 tonnes
- Transport suivant une voie grand gabarit
- Utilisation de 3 plates-formes auto-vérinables



# Entreposage du CRE

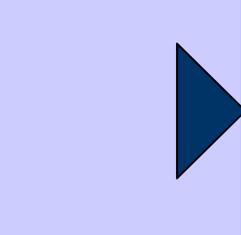




# Travaux niveau III

**BUT : disparition complète du CRE**

- **Problématique**
  - **Décroissance de l'activité radiologique des composants du réacteur**
  - **Décroissance en émetteurs  $\beta$**
  - **Découpage des structures / gestion des matériaux**
  - **Réalisation de colis de grandes dimensions**
  - **Réalisation d'une infrastructure spécifique**



# Maîtrise des déchets





# Les déchets : Responsabilités

- DGA/SPN exploitant responsable de la gestion
- CEA/DAM/DPN responsable de la reprise après conditionnement par MINDEF
- DCN assure la collecte, le traitement et la fabrication des colis



# Référentiel déchets

- Décret du 31/12/1999
- Étude déchets DGA/SPN
- Spécifications CEA (issues des exigences ANDRA)
- Orientations CEA/DAM/DPN (filières)
- Déclinaison opérateur DCN (système qualité)



# Etablissement du zonage déchets

- ⇒ Le zonage déchets est établi sur la base :
  - ⇒ de l'utilisation des locaux
  - ⇒ des historiques d'utilisation - d'évènements
  - ⇒ de critères radiologiques
  - ⇒ de contrôles radiologiques des installations
  - ⇒ d'une validation par l'instance de sûreté



# Zonage déchets

## ⇒ Principe zonage du SNLE

### ⇒ Zone installation nucléaire

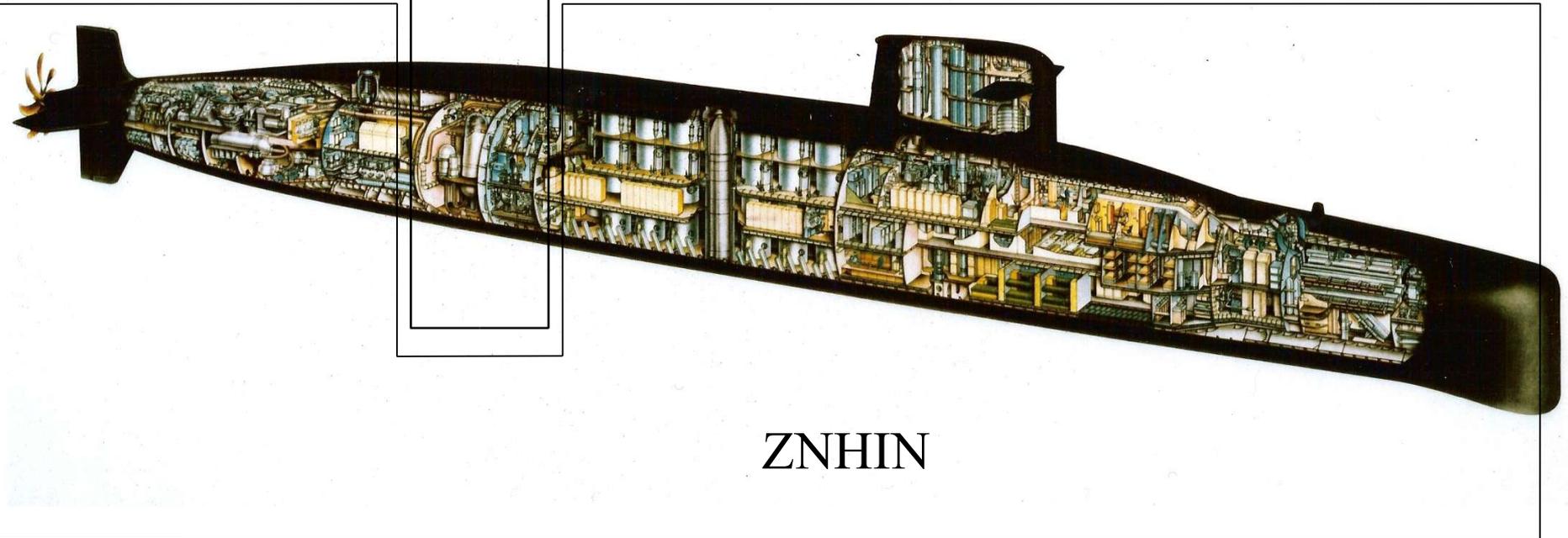
- ⇒ contaminante : CRE et Aux 1 tranche B lors des travaux de retrait des circuits contaminés

- ⇒ non contaminante : partie tranche B

### ⇒ Zone navire hors installation nucléaire

# Zonage SNLE

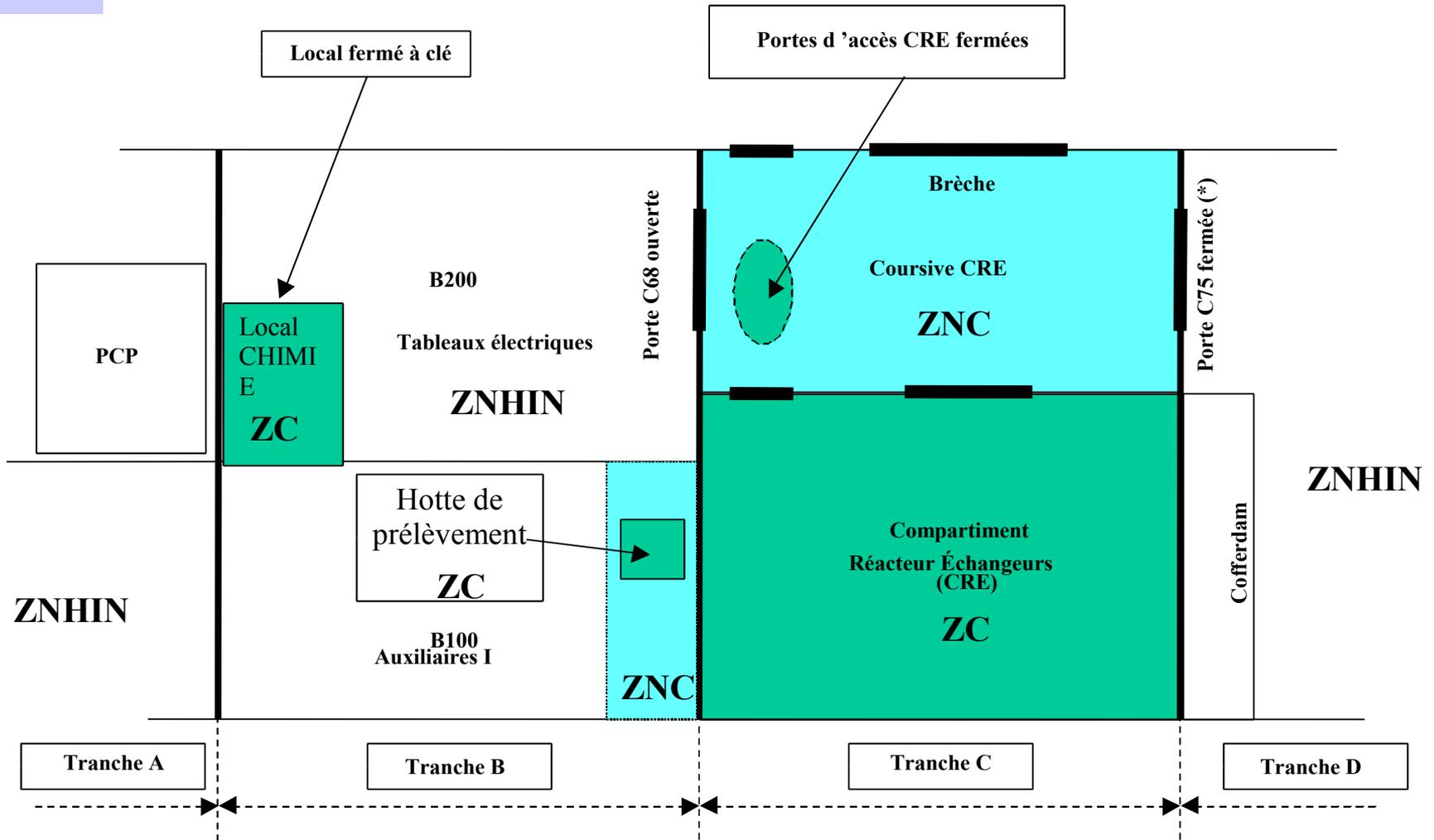
ZC  
ZNC



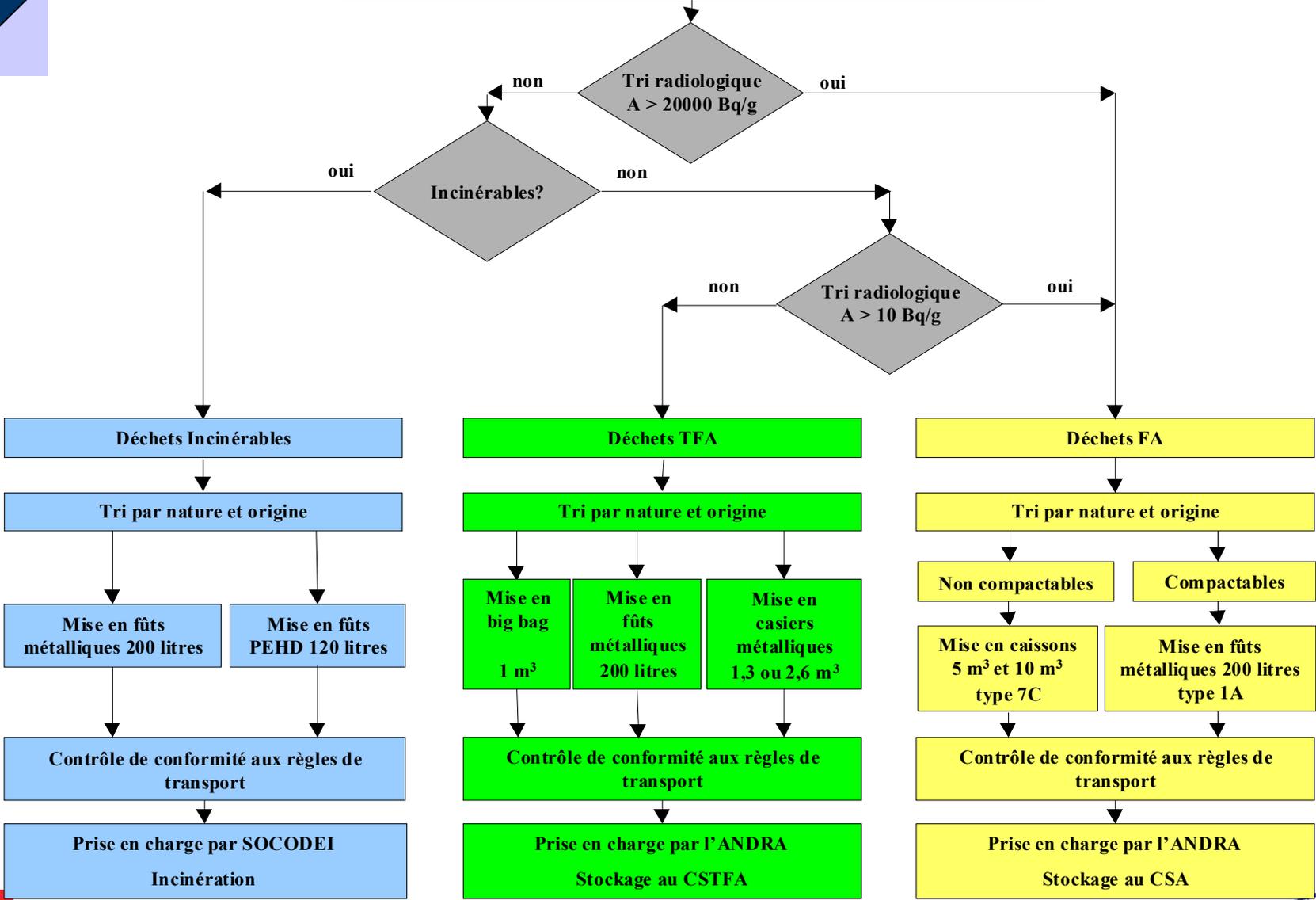
ZNHIN



# Le zonage

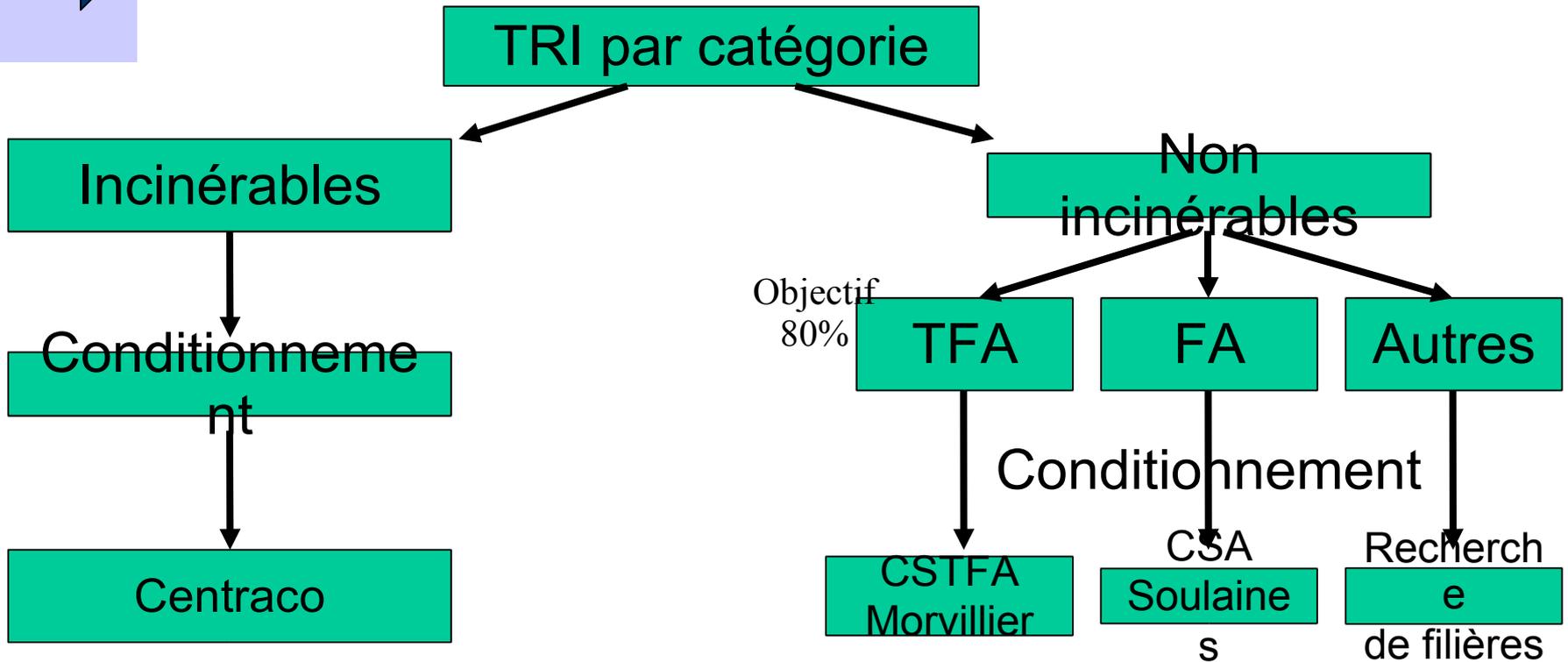


**Déchets issus d'une zone contaminante ZC  
ou  
Déchets contaminés issus d'une zone non contaminante ZNC**

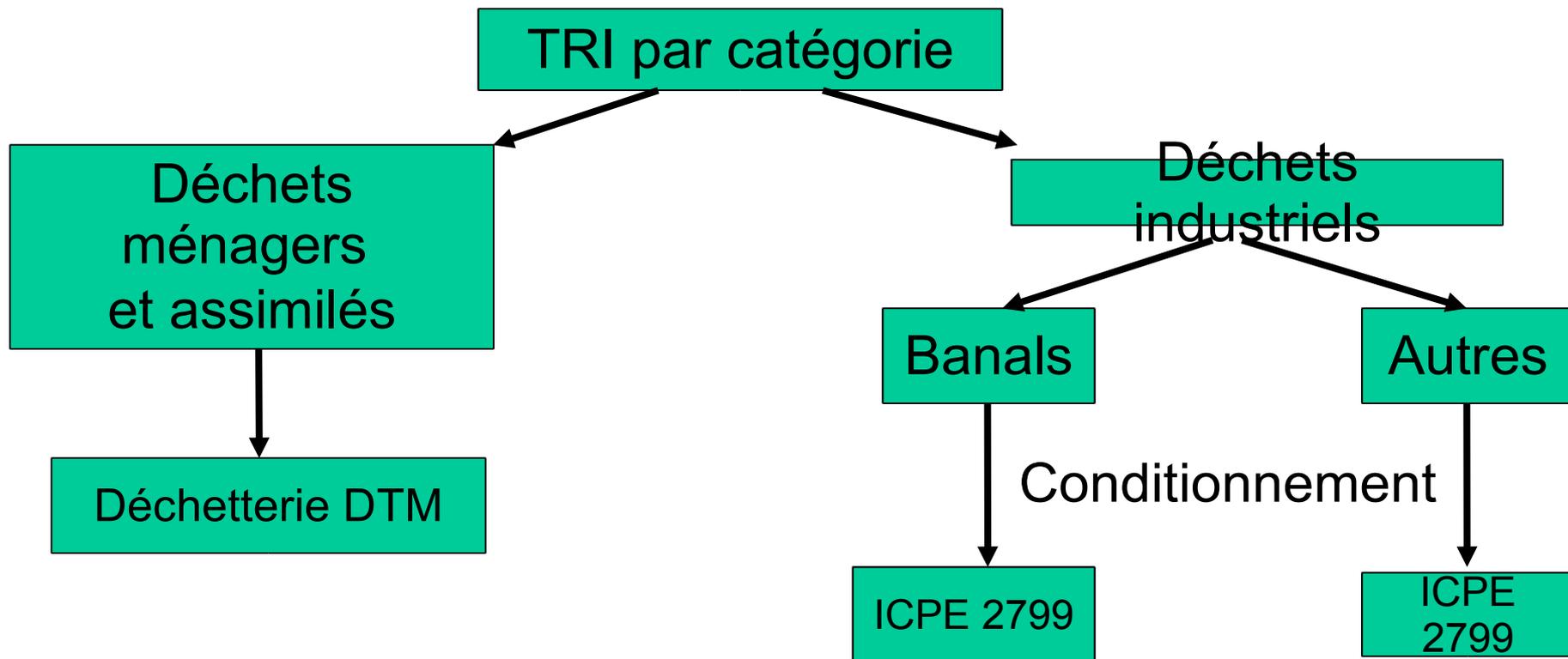




# Filières déchets radioactifs



# Filières déchets conventionnels issus de la ZNC





# FILIERES DECHETS

- ▣ Déchets issus de ZC
  - ▣ traitement par filières radioactives
  
- ▣ Déchets conventionnels issus de ZNC
  - ▣ traitement par une filière ICPE 2799
  
- ▣ Déchets issus de ZNHIN
  - ▣ traitement par filière
    - ▣ déchets ménagers
    - ▣ déchets industriels spéciaux

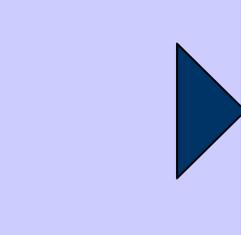
**APRES CONTROLES RADIOLOGIQUES**



# REPARTITION DES DECHETS

## Production des déchets à l'issue des opérations menant au niveau II

CONDITIONNEMENT	Nombre	Poids déchets en kg	Activité en MBq
Conteneurs OPEN TOP	3	16 548	1,2
Conteneurs 10 m3 ANDRA	3	19 738	$2,9 \cdot 10^5$
Fûts de 200 l ANDRA	21	2 302	300
Fûts de 200 l Centraco	84	5 042	250
Fûts de 120 l Centraco	16	393	12
Fûts de 120 l chromatés	16	470	170
Gravats chromatés		3 779	0
Bennes conventionnelles	17	29 593	0



# Maîtrise de la radioprotection





# Radioprotection

- Référentiel radioprotection :
  - Autoporteur
  - Décrit l'organisation
  - Identifie les opérations majeures (angle RP)
  - Estime les expositions
  - Envisage des actions d'amélioration (ALARA)



# Radioprotection

- Réalisation du référentiel
  - Basée sur le Rex des opérations précédentes
  - Évaluation des ratios des débits de dose
  - Découpage en tâches élémentaires
- Opérations majeures :
  - Déchargement du cœur
  - Rechargement des internes



# Radioprotection

- ALARA
  - Analyse tâche/tâche facteur gain dosimétrique
  - Analyse implications
    - organisationnelles
    - techniques
  - Engagement sur un facteur de réduction

# Evaluation des expositions

Tâches à réaliser	Nombre d'intervenants	Durée d'intervention	Débit de dose	Risque d'exposition interne
Plombage du CRE		4 h	300 $\mu$ Sv/h	non
Dépinçage des croix		5 h	0 $\mu$ Sv/h	non
Déshabillage du couvercle avec désamiantage (1ère phase)		72 h	150 $\mu$ Sv/h	non
Mise en abreuvoir à oiseaux		4 h	150 $\mu$ Sv/h	non
Verrouillage des mécanismes		4 h	150 $\mu$ Sv/h	oui
Travaux sur GMMT et sur le GRAB		2 h	300 $\mu$ Sv/h	non
Déshabillage du couvercle (2ème phase)		4 h	150 $\mu$ Sv/h	oui
Desserrage du couvercle		4 h	150 $\mu$ Sv/h	non
Mise en place de l'infrastructure		6 h	150 $\mu$ Sv/h	non
Débarquement du couvercle		3 h	400 $\mu$ Sv/h	oui
Sortie des guides de croix		10 h	30 $\mu$ Sv/h	non
Sortie de la grille supérieure		1.5 h	200 $\mu$ Sv/h	oui
Sortie des manchons de verrouillage		14 h	20 $\mu$ Sv/h	non
Déchargement des éléments combustibles irradiés (ECI)		43 h	< 10 $\mu$ Sv/h	non



# Evaluation des expositions

Tâches à réaliser	Nombre d'intervenants	Durée d'intervention	Débit de dose	Risque d'exposition interne
Mise en place de la plaque support			< 10 $\mu$ Sv/h	non
Remise en place des manchons de verrouillage		14 h	20 $\mu$ Sv/h	non
Remise en place de la grille supérieure		1,5 h	200 $\mu$ Sv/h	oui
Remise en place des guides de crois		10 h	30 $\mu$ Sv/h	non
Vérification des cotes d'empilage				oui
Mise en place du couvercle définitif		3 h	100 $\mu$ Sv/h	oui
Soudage du couvercle			100 $\mu$ Sv/h	non
Serrage du couvercle		2 h	100 $\mu$ Sv/h	non

# Radioprotection (Déchargement du cœur)

Opérations	Doses estimées en $\mu\text{Sv}$	Interventions optimisées en $\mu\text{Sv}$	Réalisé
Plombage CRE	985	690	555
Déshabillage du couvercle avec désamiantage (1ère phase)	10640	10640	4223
Mise en abreuvoir à oiseaux Travaux sur GMMT et GRAB	4265	1530	7735
Verrouillage des mécanismes	2940	2645	2512
Déshabillage du couvercle (2ème phase)	2145	1930	3184
Desserrage du couvercle	4815	3850	3733
Mise en place de l'infrastructure	2335	2100	2099
Débarquement du couvercle	545	490	382
Sortie des guides de croix et de la grille supérieure	645	450	366
Sortie des manchons de verrouillage	500	350	171
Déchargement des ECI	670	470	892
Total	30485	25145	25852

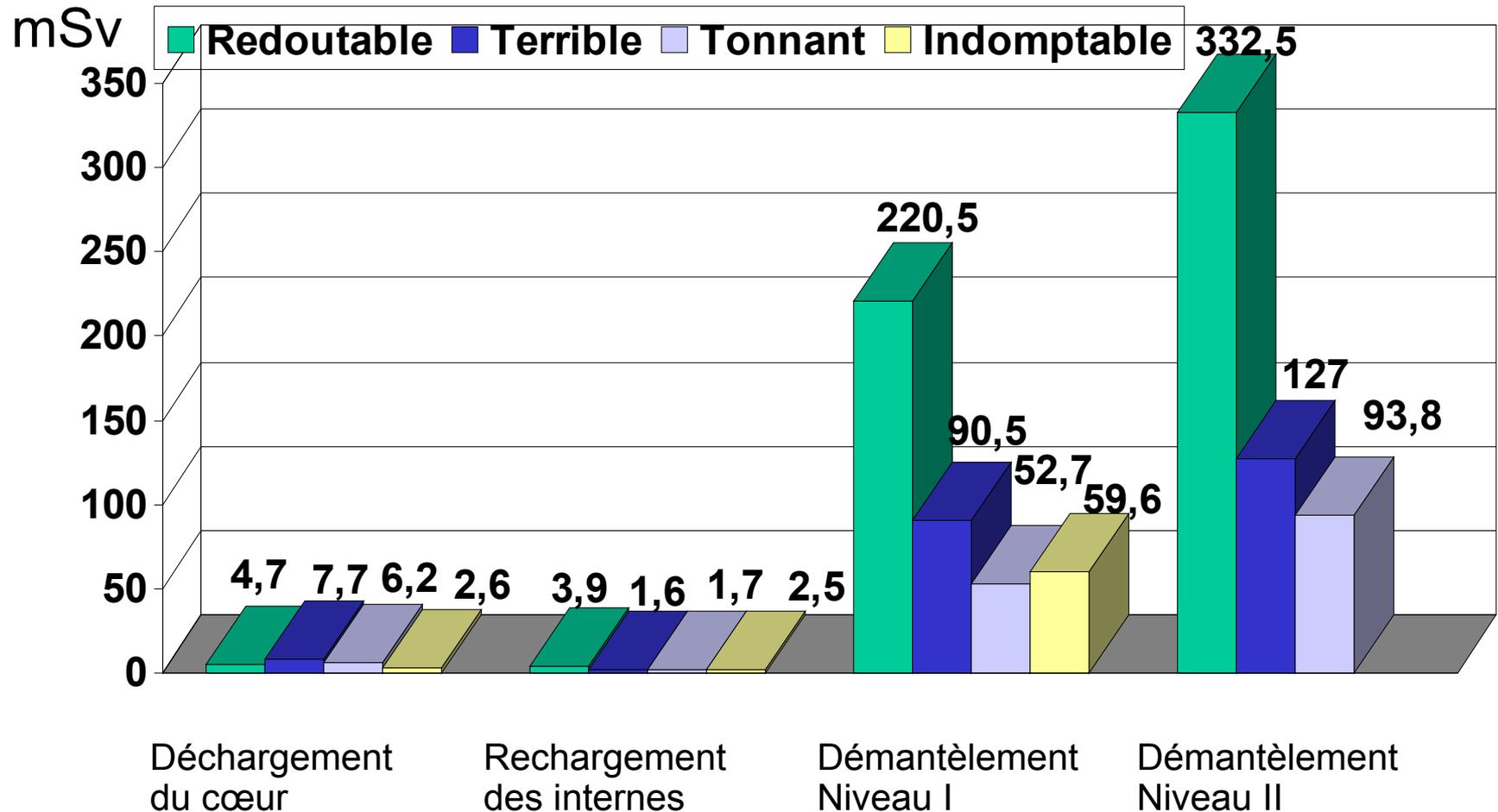


# Radioprotection (Rechargement des internes)

Opérations	Doses estimées en $\mu\text{Sv}$	Intervention optimisée en $\mu\text{Sv}$	Réalisation
			(non consolidé)
Remise en place des manchons de verrouillage et de la grille supérieure	500	300	432
Remise en place des guides de croix	645	390	456
Vérification des cotes d'empilage	1825	0	163
Mise en place du couvercle définitif	310	280	105
Soudage du couvercle définitif	1400	1120	391
Serrage du couvercle définitif	1900	1710	713
<b>Total</b>	<b>6580</b>	<b>3800</b>	<b>2260</b>



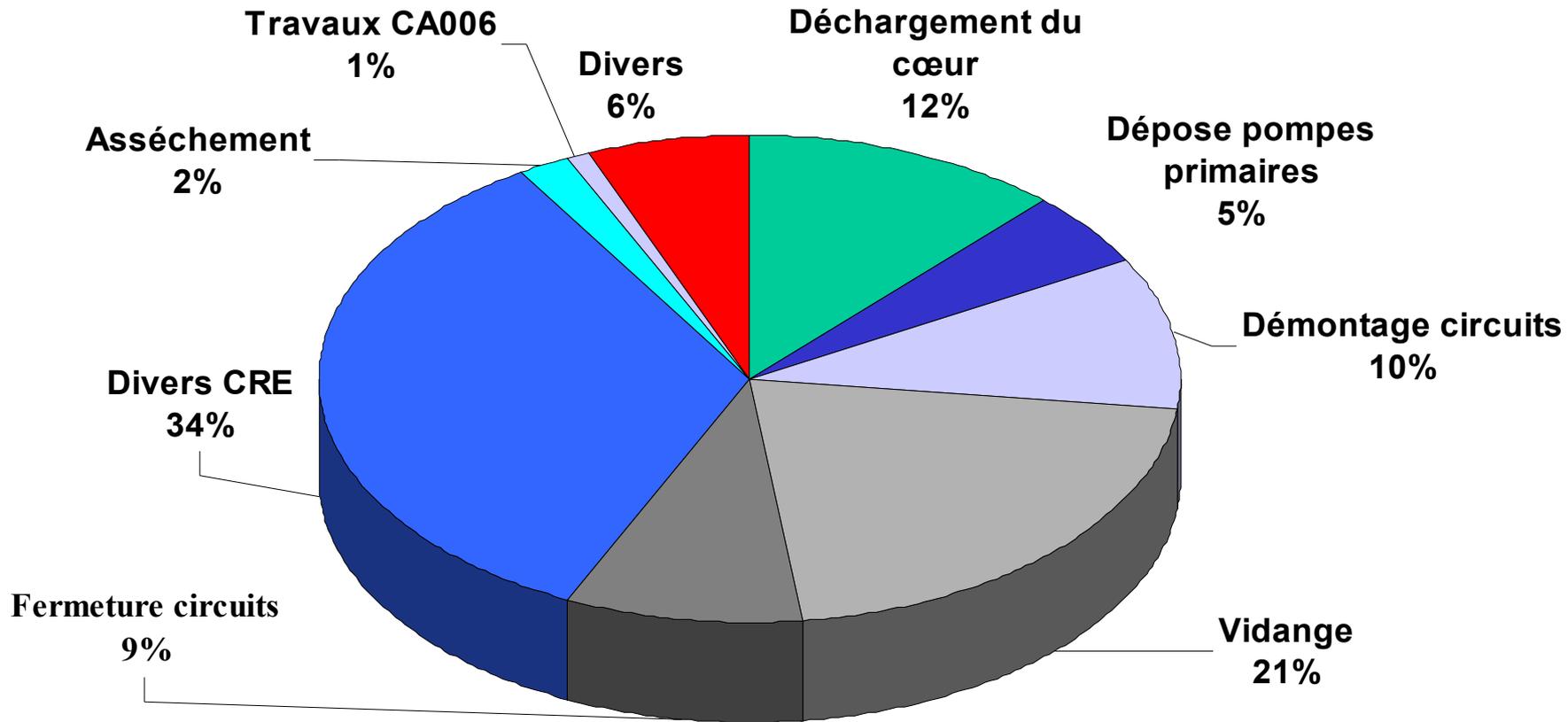
# Evolution des expositions





# Répartition/opérations

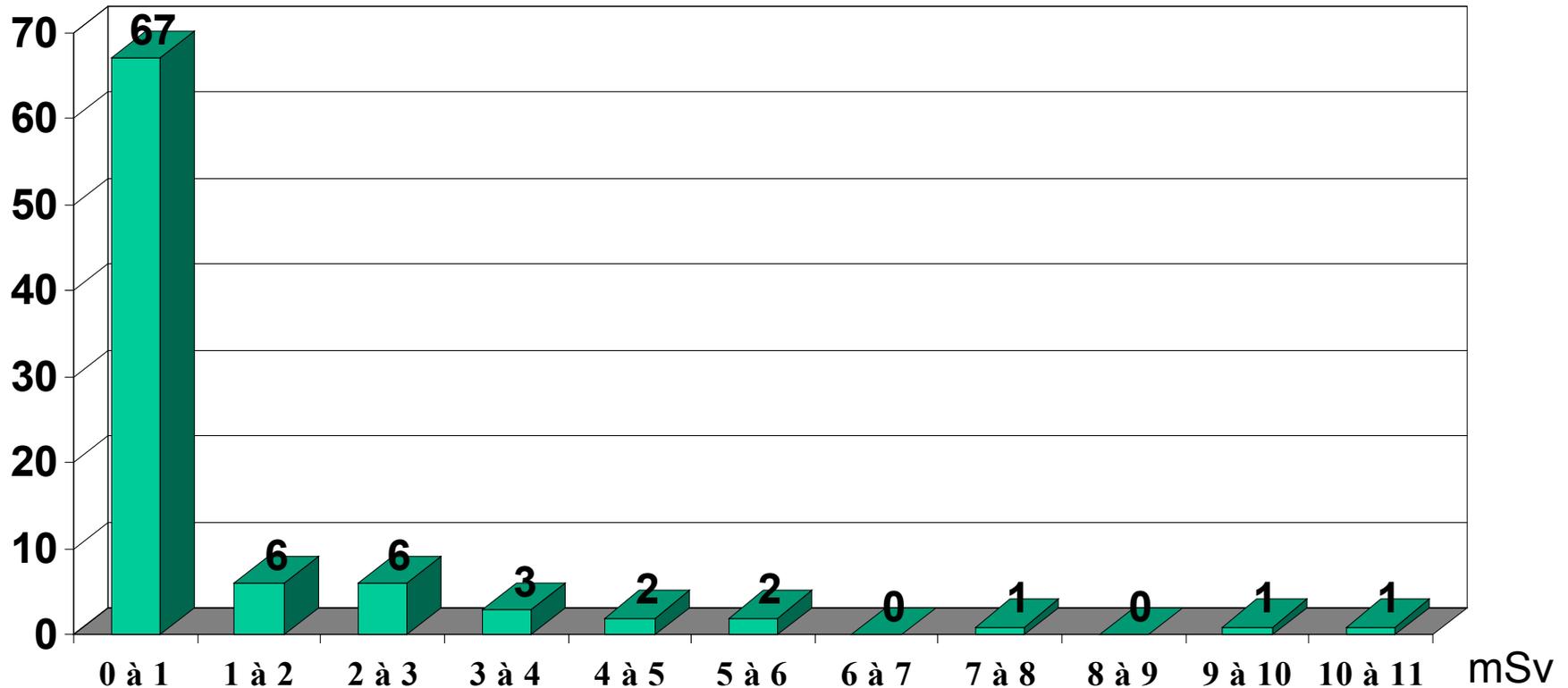
## Bilan des opérations Tonnant





# Répartition/tranches de doses

Nb intervenants



Objectifs constants : améliorer la répartition des doses reçues et diminuer l'équivalent de dose maximum



# CONCLUSION

Radioprotection

Déchets