

C4

CEA/FAR  
DCC/DERD/UDIN

Démantèlement de l'Installation  
de Radiométrie II (RM2) INB 59 à Fontenay-aux-Roses  
Bilan et Perspectives

---

1/25  
CLT : 735.00.  
Indice 0, le 08.06.1993

**DEMANTELEMENT DE L'INSTALLATION  
DE RADIOMETALLURGIE II (RM2) INB 59 A FONTENAY-AUX-ROSES  
BILAN ET PERSPECTIVES**

UDIN

Unité de Démantèlement des Installations Nucléaires

F. BENCHIKHOUNE

## TABLE DES MATIERES

### 1 - INTRODUCTION

### 2 - DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INSTALLATION

2.1 - La zone dite à "Très Haute Activité"

2.2 - Le tunnel

2.3 - La galerie sous-cellules

2.4 - La zone de travail ou zone avant

2.5 - La zone arrière

2.6 - Zones arrières cellules

2.7 - Locaux connexes

### 3 - ETAT INITIAL

3.1 - Etat physique

3.2 - Etat radiologique

### 4 - TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT ET DE DEMANTELEMENT

4.1 - Organisation générale

4.2 - Organisation du Projet RM2

4.3 - Assainissement des cellules

### 5 - GESTION DES DECHETS

5.1 - Bilan des déchets

### 6 - BILAN DOSIMETRIQUE

### 7 - COUT DE L'OPERATION

## 8 - TECHNIQUES UTILISEES PENDANT LES OPERATIONS

8.1 - Télétopographie gamma

8.2 - CARBO-GLACE

8.3 - PROLIXE

8.4 - Décontamination des déchets métalliques par électrolyse au tonneau (Saclay)

## 9 - SYSTEME DE MESURE DES DECHETS FAIBLE ACTIVITE (FA)

9.1 - Une spectrométrie gamma

9.2 - Neutronique globale

## 10 - DOSIMETRIE DMC90 (MERLIN GERIN)

## 11 - ASPECT SURETE

## CONCLUSION

## 1 - INTRODUCTION

Le laboratoire de Radioméallurgie 2 implanté dans l'Installation Nucléaire de Base n° 59 (INB 59) a été construit en 1967 et exploité jusqu'en 1982 par la Direction de la Méallurgie et d'Etude des Combustibles Nucléaires (DMECN).

Entrant dans le cadre général des études de la filière des réacteurs à neutrons rapides, ce laboratoire a été conçu pour permettre l'examen des combustibles irradiés, se présentant sous formes de céramiques à base de plutonium et d'uranium gainées en général d'acier inoxydable ou réfractaire.

Les derniers combustibles furent évacués en 1985 vers le Centre de Cogema La Hague pour y être retraités.

En 1985, l'UDIN (Unité de Démantèlement des Installations Nucléaires) prend en charge l'INB 59, les travaux d'assainissement ne commenceront qu'en 1990, principalement pour des raisons budgétaires.

Cette période "d'inactivité" fut mise à profit pour mener des études techniques portant principalement sur le traitement des déchets présents en cellules, et l'élaboration de certains dossiers tels que :

- Etat des lieux
- Refonte du Dossier de Sûreté d'Exploitation
- Règles générales d'exploitation (RGE)
- Consignes de sécurité

La décision de mettre fin à l'exploitation de RM2 est due essentiellement à des choix économiques et de sûreté générale liée à l'implantation du CEN/FAR en zone urbaine.

## 2 - DESCRIPTION SOMMAIRE DE L'INSTALLATION

Le laboratoire est divisé en plusieurs zones qui correspondent à des niveaux d'activités différents (AN.1).

### 2.1 - La zone dite à "Très Haute Activité"

Cette zone comprend une ligne en forme de L composée de 14 cellules. Elles étaient conçues pour recevoir et permettre la réalisation d'exams destructifs sur les combustibles irradiés.

Elles sont toutes construites sur le même principe qui permet d'assurer le confinement alpha et la protection biologique (bêta-gamma) ; ces 2 types de protections sont réalisés par :

- des murs en béton baryté de 1 m d'épaisseur (protection  $\delta$ ),

- 1 hublot de vision,
- 1 porte arrière cellule,
- 1 dalle de toit,
- 1 unité de levage (500 kg), *→ Très Haute efficacité*
- 2 caissons de filtration (THE),
- 1 cuvelage en acier inoxydable.

## 2.2 - Le tunnel

Ce tunnel, situé au-dessus des cellules de la grande ligne, est équipé d'un pont de 45 tonnes destiné à manoeuvrer les dalles de toit, et d'un pont de 5 tonnes permettant la sortie de matériels des cellules.

Ces opérations peuvent être entièrement télécommandées à partir de la zone de travail (zone avant des cellules).

## 2.3 - La galerie sous-cellules

Cette galerie technique comprend :

- les réseaux d'évacuation des effluents liquides actifs,
- les cuves de stockage des effluents liquides de Très Haute Activité (THA),
- les réseaux pneumatiques de transfert des échantillons.

## 2.4 - La zone de travail ou zone avant

C'est à partir de cette zone de travail, avec l'aide des télémanipulateurs, que sont réalisées les différentes opérations en cellules.

## 2.5 - La zone arrière

Elle comprend un hall équipé d'un pont de 25 tonnes permettant les manipulations des châteaux blindés et des différents conteneurs de déchets.

## 2.6 - Zones arrières cellules

Elles permettent d'assurer le confinement lors de l'ouverture d'une porte arrière cellule ou d'un accostage de château permettant l'évacuation de certains déchets.

## 2.7 - Locaux connexes

- Salles des ventilations (soufflage, extraction, filtration),
- local d'entreposage des déchets,
- local de décontamination,
- local pour la mesure des déchets FA.

Le confinement dynamique des différentes zones est assuré par une ventilation d'un débit de 130 000 m<sup>3</sup>/h.

## 3 - ETAT INITIAL

### 3.1 - Etat physique

Lors de la prise en charge du laboratoire par l'UDIN, l'ancien exploitant n'avait pas réalisé entièrement la "Mise à l'Arrêt Définitif" (MAD), seuls les combustibles avaient été évacués, les matériels de procédés ainsi que les déchets divers avaient été laissés en l'état dans les cellules.

Une remise en conformité des différents matériels tels que télémanipulateurs, unité de levage etc., ainsi que les systèmes de ventilation et de détection incendie a été nécessaire avant d'entreprendre les travaux d'assainissement.

### 3.2 - Etat radiologique

La nature des travaux réalisés dans les cellules, principalement des examens destructifs (tronçonnage des aiguilles etc.) ont provoqué une dispersion importante des poussières sur les matériels et les parois des cellules :

- les débits de dose ambiants sont compris entre 0,1 Gy/h et 1,5 Gy/h,
- certains "points chauds" atteignent un débit de l'ordre de 7 Gy/h.
- d'autres éléments tels que les gaines ayant renfermé le combustible sont irradiés en masse et présentent un débit de dose supérieur à 10 Gy/h.

Le tableau ci-après donne les principaux radionucléides présents dans l'installation :

Spectre moyen RM2  
en pourcentage par émetteurs

EMETTEURS $\alpha$					EMETTEURS $\beta\gamma$										
$^{239}\text{Pu}$ $^{240}\text{Pu}$	$^{238}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$	$^{244}\text{Cm}$	$^{242}\text{Cm}$	$^{125}\text{Sb}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{144}\text{Ce}$ $^{144}\text{Pr}$	$^{152}\text{Eu}$	$^{154}\text{Eu}$	$^{155}\text{Eu}$	$^{106}\text{Ru}$ $^{106}\text{Rh}$	$^{60}\text{Co}$	$^{90}\text{Sr}$ $^{90}\text{Y}$	$^{241}\text{Pu}$
54,3*	15	30	1,2	Traces	0,9	48,5	0,95	1,7	0,5	0,5	1,3	2	1	43	2

Une cellule (cellule 8) utilisait du  $^{252}\text{Cf}$  : fabrication de sources.

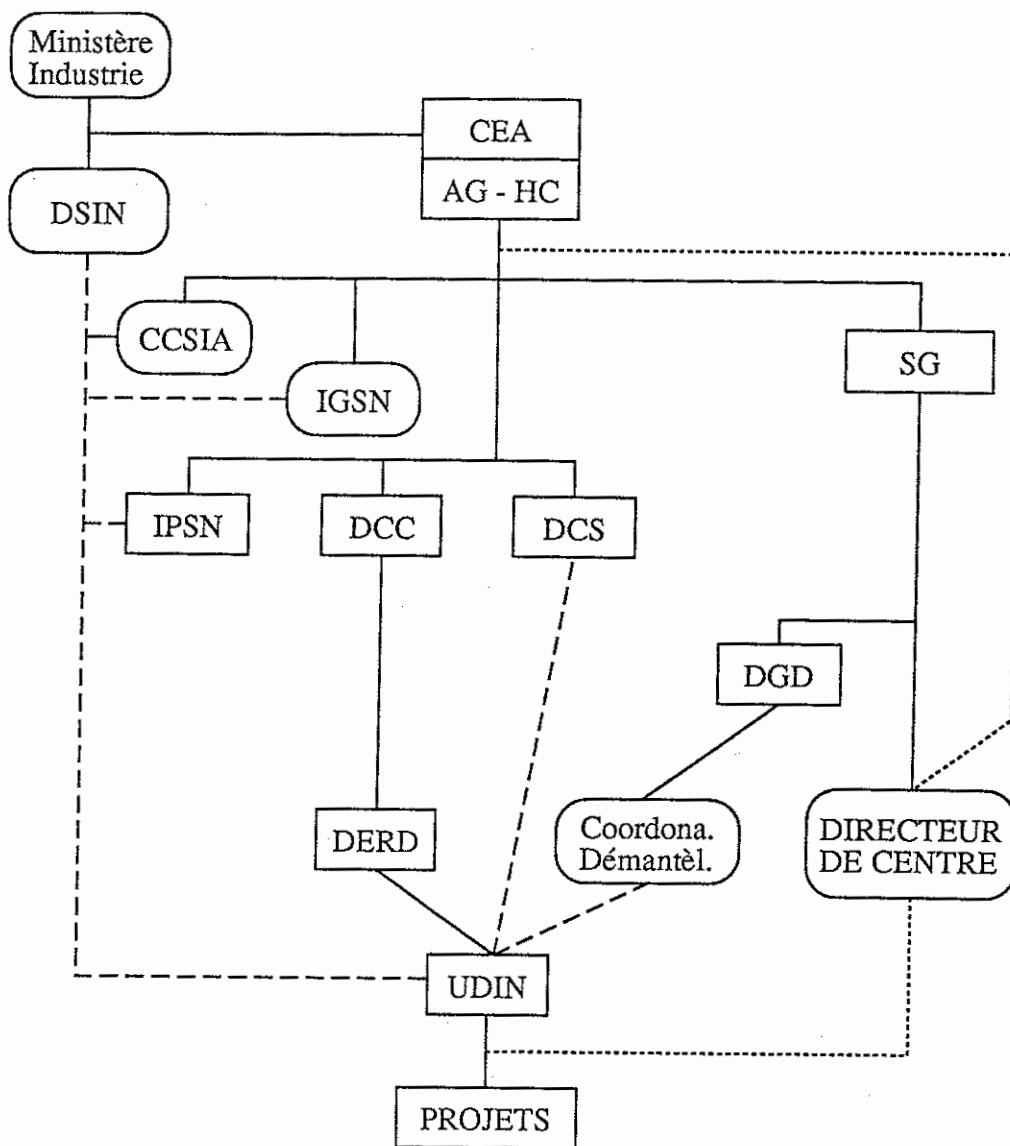
\*  $^{239}\text{Pu}$  : 31 %

$^{240}\text{Pu}$  : 23,3 %

## 4 - TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT ET DE DEMANTELEMENT

### 4.1 - Organisation générale

#### POSITION DE L'UDIN AU CEA

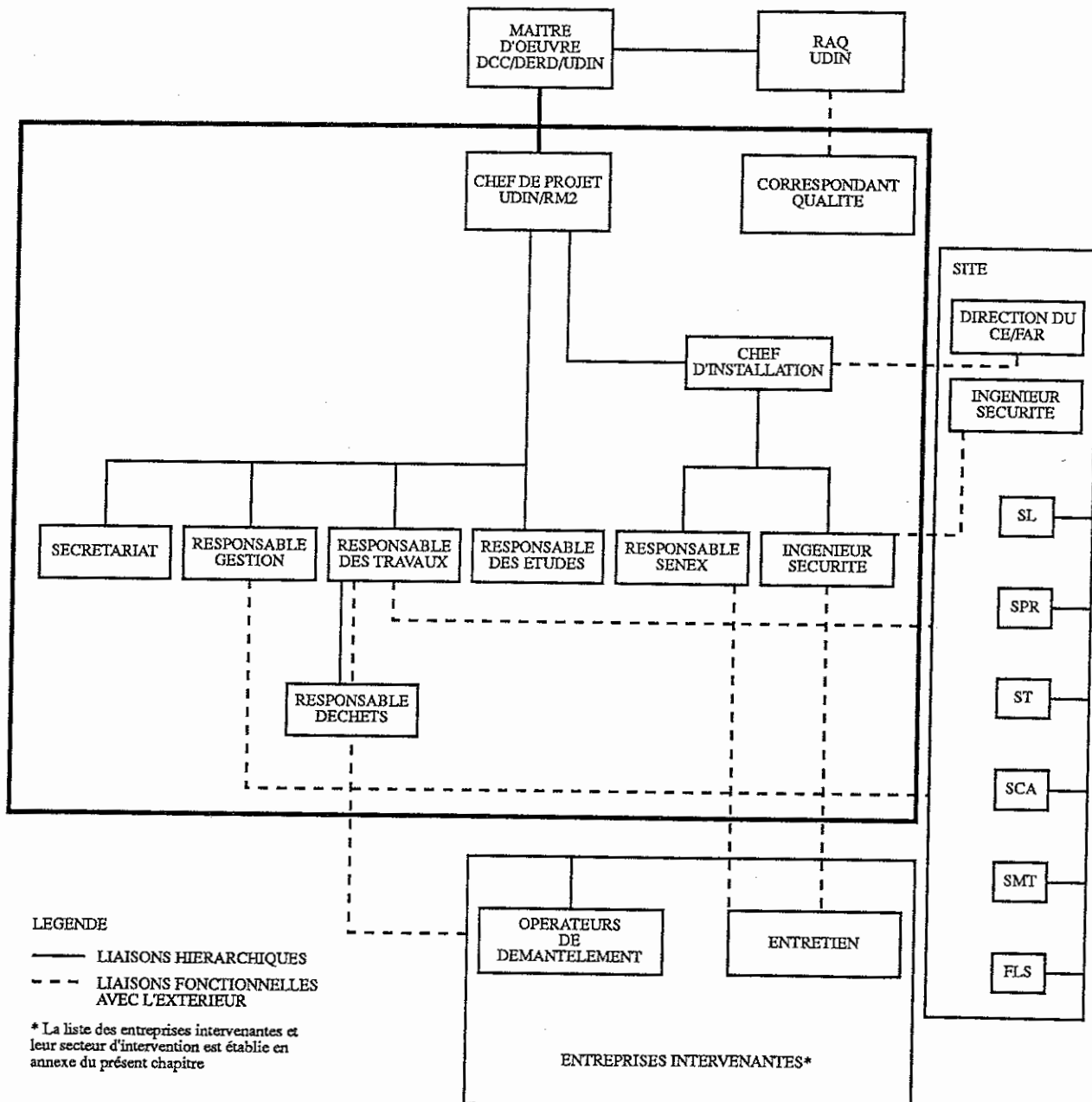


--- liaisons fonctionnelles      ..... liaisons exploitant nucléaire  
— liaisons hiérarchiques



## 4.2 - Organisation du Projet RM2

# ORGANIGRAMME UDIN RM2



### 4.3 - Assainissement des cellules

#### 4.3.1 - Téléopération

Les télémanipulateurs utilisés pendant l'exploitation (type CRL, ME, M8) sont conservés pour réaliser les travaux en cellules. Des télémanipulateurs (type Lacalhène MT200) plus puissants sont mis en place pour des opérations précises (décontamination par carbo glace etc.).

Chronologie des opérations :

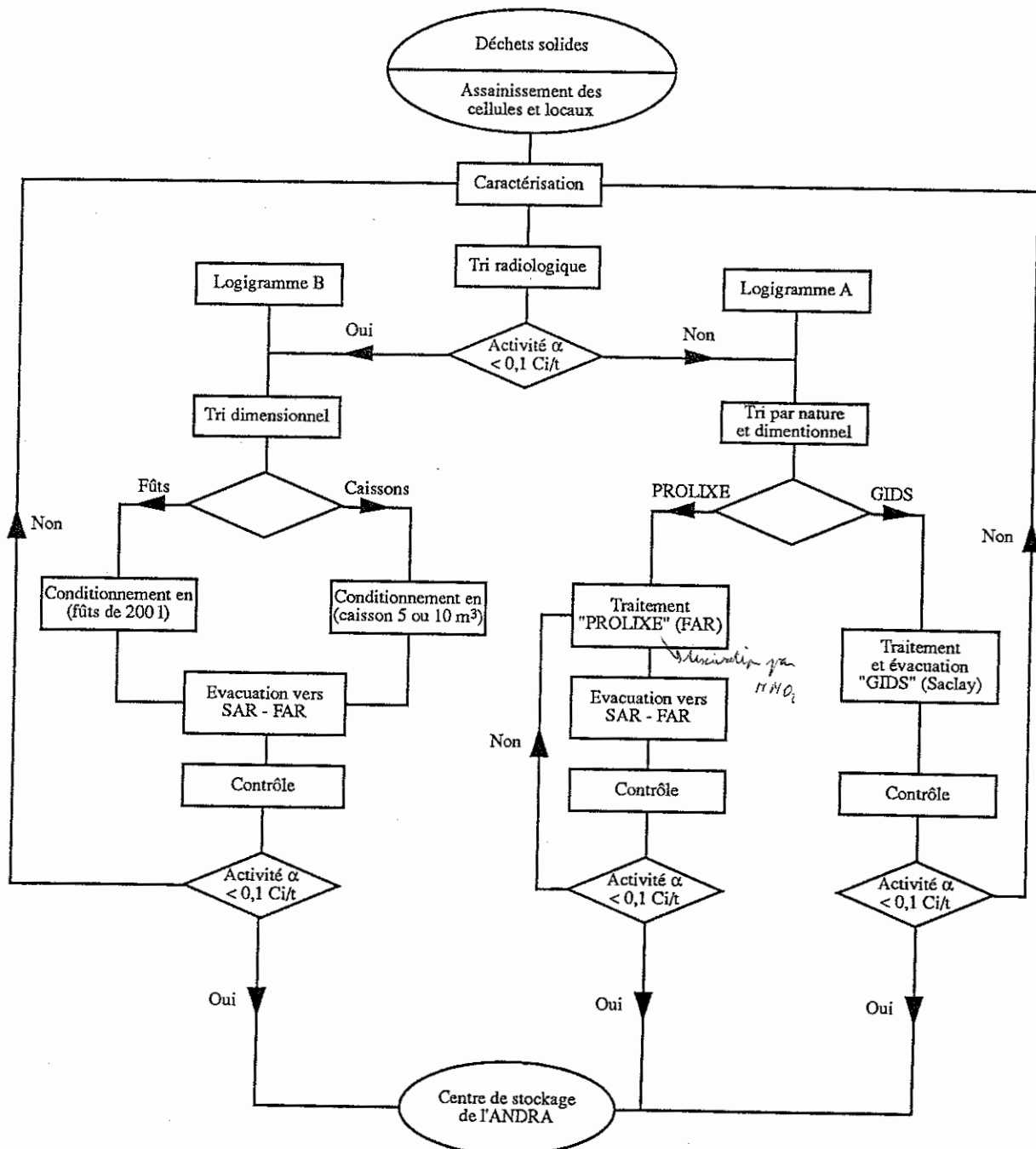
- Cartographie  $\gamma$  (télétopographie  $\gamma$  voir 8.2).
- Evacuation des matériels irradiants de petites dimensions en châteaux blindés de type RD15 (vers PROLIXE voir 8.3).
- Transferts des matériels de grandes dimensions dans une cellule équipée de moyen de découpe ; ces déchets irradiants seront transférés vers le centre de Saclay pour y être décontaminés (voir 8.4).
- Aspiration des poussières.
- Décontamination en utilisant le procédé CARBO-GLACE ou application de gel avec rinçage par jet haute pression (voir 8.2).
- Cartographie  $\gamma$  réalisée par le Service de Protection contre les Rayonnements et de l'Environnement (SPRE) qui donnera son accord ou non pour les interventions en direct des opérateurs (débit de dose ambiant  $\leq 5$  mSv).
- Mise en place d'un sas.
- Ouverture de la porte (poids  $\approx 25$  tonnes).
- Mise en route d'une ventilation supplémentaire de 7 000 m<sup>3</sup>/h lors de l'ouverture de la porte ou de la dalle de toit.
- Intervention des opérateurs (en scaphandre) par la face arrière des cellules.
- Le suivi radiologique des intervenants est réalisé par le port :
  - de film dosimètre,
  - de stylo dosimètre,
  - dosimètre DMC90 (Merlin Gérin) permettant un suivi et une gestion en temps réel de la dose intégrée (voir 10).

Après l'évacuation des matériels et du cuvelage en acier inoxydable, un écroutage de parois sera réalisé sur une profondeur de 1 cm afin d'éliminer toutes les contraintes radiologiques.

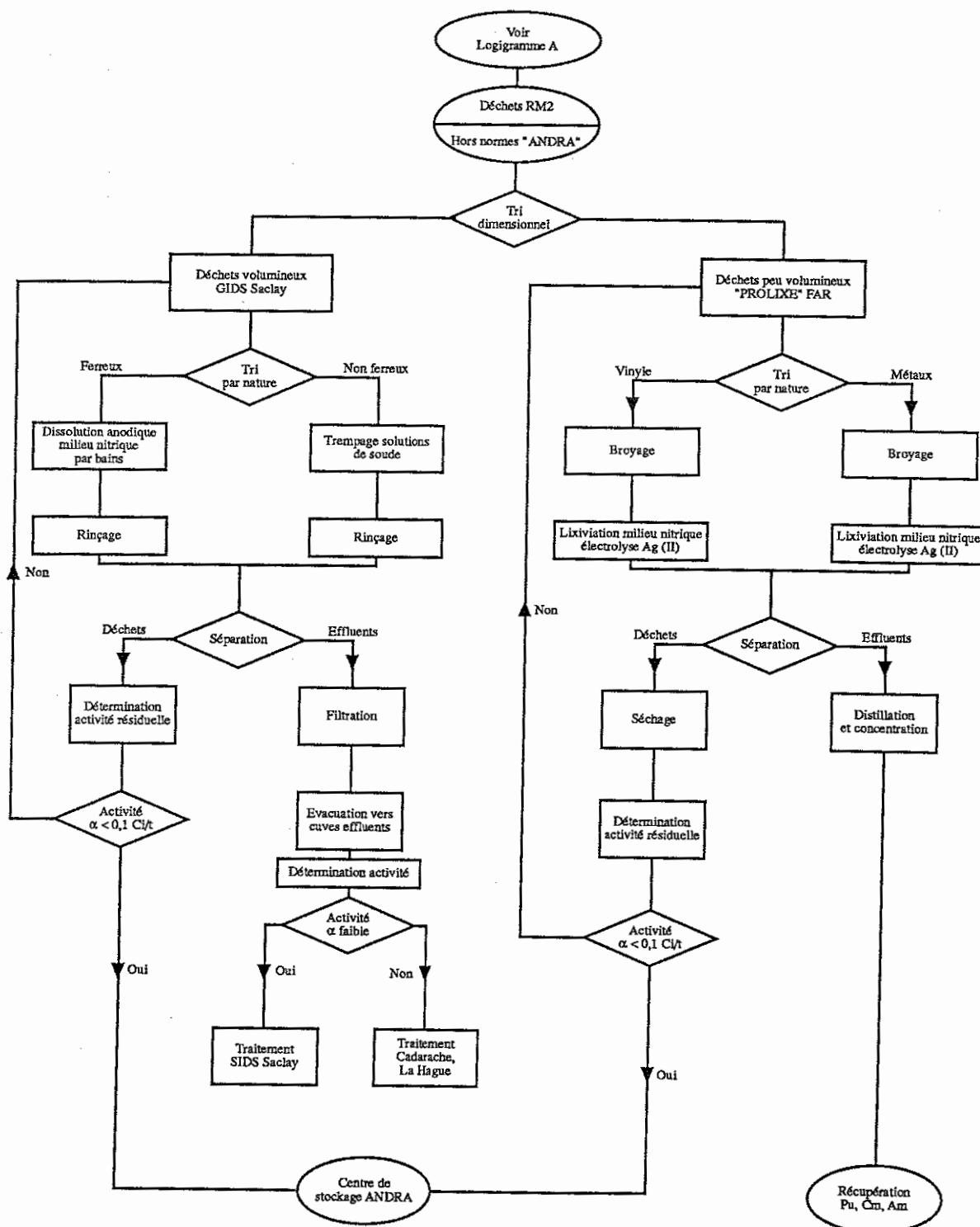
## 5 - GESTION DES DECHETS

Les déchets sont triés par nature et par activité, ce qui déterminera leur destination finale.

### LOGIGRAMME DE TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES A-B



### LOGIGRAMME DE TRAITEMENT DES DECHETS HORS NORMES "ANDRA"



## 5.1 - Bilan des déchets

Bilan déchets RM2  
Années 1990 - 1991 - 1992 - 1993\*

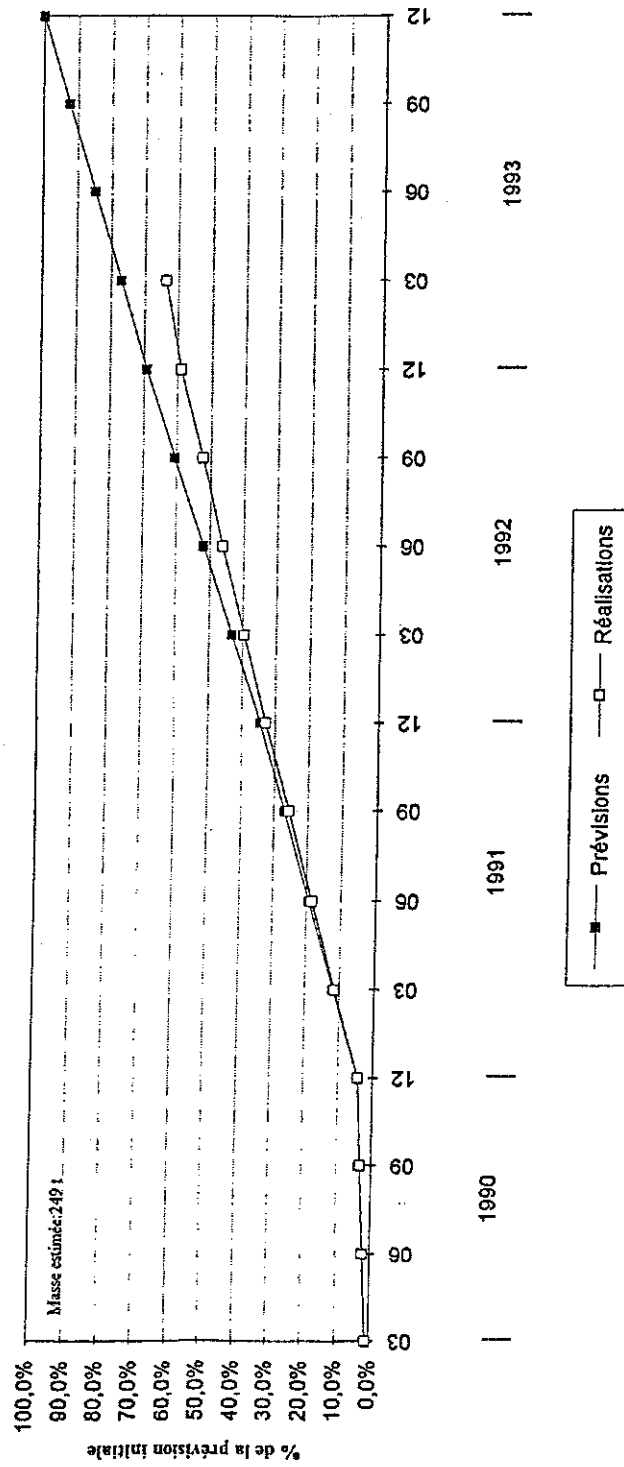
	Nombre	Poids (kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Activité (GBq et Ci)	
				Activité $\alpha$	Activité $\beta\gamma$
Déchets FA Fûts de 200 l S1 - S3	1 120	55 000	223,6	66 GBq 1,78 Ci	345,3 GBq 9,321 Ci
Caissons ANDRA 5 et 10 m <sup>3</sup>	39	125 120	152,3**	30 GBq 0,81 Ci	515 GBq 13,9 Ci
Déchets HA Poubelles METRA PROLIXE	163	820	3,2	1 210 GBq 32,67 Ci	10 374 GBq 280 Ci
Déchets HA Paniers inox GIDS	60	10 190	12	947 GBq 25,569 Ci	5 706 GBq 154 Ci
TOTAL		191 200	391	2 253 GBq 60,8 Ci	16 940 GBq 457,4 Ci

\* Estimations pour le deuxième semestre de 1993

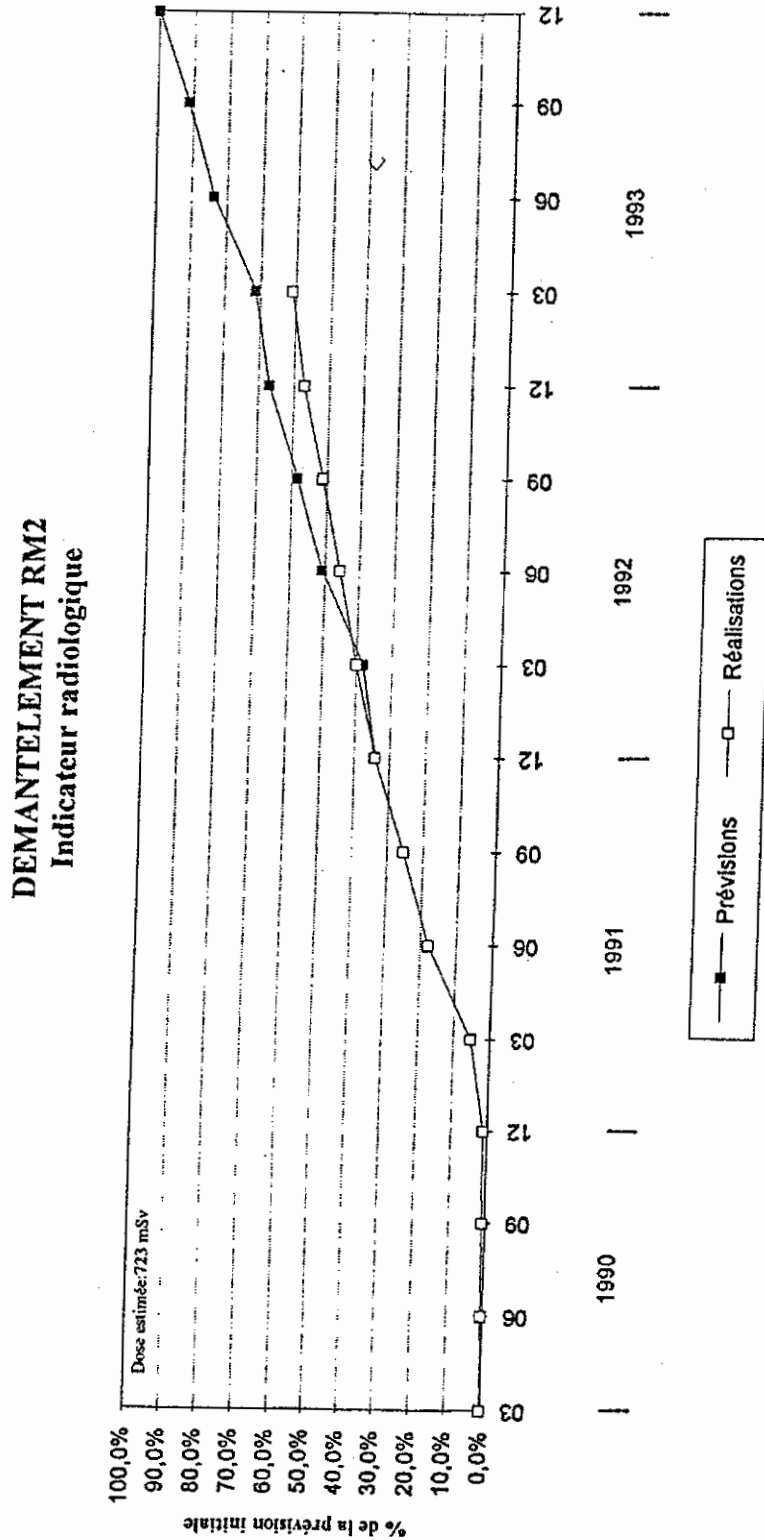
\*\* Les volumes utiles pour les caissons 5 m<sup>3</sup> = 3,1 m<sup>3</sup>, pour les 10 m<sup>3</sup> = 6,2 m<sup>3</sup>

### ESTIMATION ET REALISATION

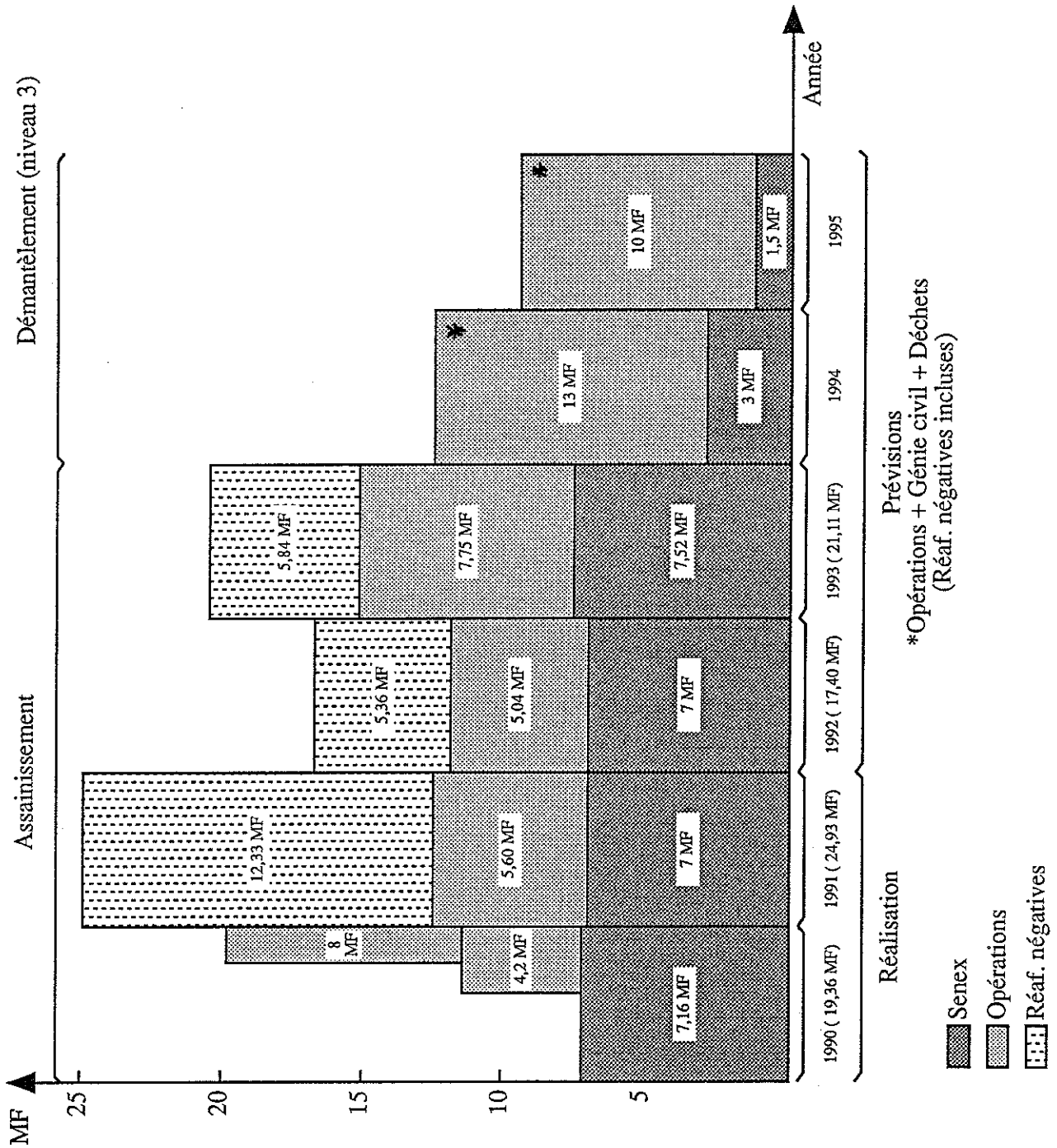
DEMANTELEMENT RM2  
Indicateur déchets



6 - BILAN DOSIMETRIQUE



### 7 - COUT DE L'OPERATION



Ce projet aura nécessité 150 000 heures de travail pour un coût total d'environ 100 MF. Il faut noter que les "déchets" représentent 40 % du coût de l'opération.



## 8 - TECHNIQUES UTILISEES PENDANT LES OPERATIONS

### 8.1 - Télétopographie gamma

Cette technique de localisation des sources radioactives basée sur le principe de l'appareil photographique a été développée au CEA dans les années 1980 (CEA-DRN-DRE Saclay).

Un film classique permet la photographie des lieux et une émulsion radiosensible donne une tache plus ou moins contrastée correspondant à chaque source.

La superposition des deux acquisitions (après développement des films) effectuées dans les mêmes conditions de géométrie permet de connaître immédiatement l'emplacement des centres d'émission radioactifs.

Actuellement, un nouvel appareil (Gamma Caméra) d'imagerie permettant de visualiser directement sur moniteur les différentes sources gamma en superposition avec l'image réelle est en cours de réalisation. Cette technique présente l'intérêt d'avoir des informations en temps réel.

### 8.2 - CARBO-GLACE

Ce procédé exploité par la Société des Techniques en Milieux Ionisants (STMI) consiste à projeter à vitesse supersonique sur le support à traiter, du dioxyde de carbone à l'état solide se présentant sous forme de granulés.

A l'impact trois effets se conjuguent :

- mécanique, car à la vitesse supersonique l'énergie cinétique des granulés est importante,
- thermique, car le CO<sub>2</sub> solide (- 80°C) se sublime à l'impact,
- pouvoir solvant, le CO<sub>2</sub> étant un très bon agent dégraissant.

Ce procédé présente plusieurs avantages :

- utilisation en téléopération ou par un opérateur,
- pas d'effluents liquides générés,
- réglage de la pression de tir permettant d'effectuer un travail sélectif,
- efficacité, permettant de limiter les temps d'intervention des opérateurs, réduisant ainsi les doses intégrées.

Inconvénients :

- bruit 110 dB à 1 m du pistolet,
- apport d'effluent gazeux ( $\approx 800 \text{ m}^3/\text{h}$ ), ce qui nécessite une ventilation adaptée,
- risque pour les opérateurs (présence de CO<sub>2</sub>).

### 8.3 - PROLIXE

La cellule pilote PROLIXE (PROtotype de LIXiviation et d'Enrobage) est implantée sur le centre de Fontenay-aux-Roses.

Le principe du procédé est la décontamination des déchets solides (métallique ou broyable), par lixiviation oxydante à l'argent (II) électrogénéré.

Le procédé utilise l'argent (II) généré électrochimiquement pour oxyder le  $\text{PuO}_2$  insoluble dans l'acide nitrique.

Les facteurs de décontamination obtenus sont  $> 1000$ .

### 8.4 - Décontamination des déchets métalliques par électrolyse au tonneau (Saclay)

La décontamination au "tonneau" consiste en une dissolution anodique superficielle des déchets métalliques conducteurs en milieu nitrique.

Un "tonneau" permettant de traiter 200 kg de déchets est opérationnel.

Les facteurs de décontamination obtenus sont de l'ordre de 10 000.

## 9 - SYSTEME DE MESURE DES DECHETS FAIBLE ACTIVITE (FA)

La quantité de déchets justifiable d'un stockage de surface étant importante, un appareillage a été installé dans le laboratoire permettant de caractériser qualitativement et quantitativement le contenu de chaque fût ou caisson de déchets produit dans RM2 afin de respecter les prescriptions de l'ANDRA, notamment l'activité alpha qui ne doit pas dépasser 3,7 MBq/kg (0,1 Ci/t).

Le banc de comptage est composé de deux chaînes de mesure :

### 9.1 - Une spectrométrie gamma

Les activités des émetteurs gamma sont déterminées par mesure directe en spectrométrie gamma. Les activités des émetteurs alpha, elles, sont déterminées à partir d'un traceur ( $^{154}\text{Eu}$ ) dont le rapport est constant (rapport bêta sur alpha) avec le  $^{239}\text{Pu}$ .

La détermination des activités des émetteurs alpha à partir de l'Eu-154 résulte de l'analyse de prélèvement par frottis effectués dans les cellules de RM2 et d'où l'on a tiré un spectre moyen.

## 9.2 - Neutronique globale

Un comptage neutronique (détection globale des neutrons après thermalisation) permet de mettre en évidence les fissions spontanées du Cm-244 ainsi que les réactions alpha, n et autres. Par comparaison avec la méthode de calcul des émetteurs alpha en spectrométrie gamma, elle permet de ne pas attribuer la totalité des émissions neutroniques au Pu.

## 10 - DOSIMETRIE DMC90 (MERLIN GERIN)

Il s'agit d'un boîtier dosimètre portable à affichage numérique et alarme sonore réglable. Il permet la détection de rayonnements X et  $\gamma$  à partir d'un seuil d'énergie de 50 Kev.

Le boîtier est paramétrable manuellement par l'opérateur (mode autonome) ou par un système de lecteur centralisateur (mode système) permettant de mémoriser les différents paramètres :

- code tâche (pour des opérations répétitives),
- seuil d'alarme dose intégrée,
- seuil d'alarme débit de dose,
- seuil de préalarme débit de dose.

Par ailleurs, le dosimètre est équipé d'un indicateur lumineux (LED) et sonore (BIP) de débit de dose pré-réglé par l'opérateur ; et il est possible de programmer un historique par période (1 mn, 10 mn, 1 h, 24 h) afin d'effectuer un suivi dans le temps lors d'opérations.

De même, le dosimètre peut être géré par un système de télétransmission par câble ou voie hertzienne, ce qui autorise le suivi dosimétrique d'un intervenant en milieu irradiant par un autre opérateur situé dans une zone n'imposant aucune contrainte radiologique.

## 11 - ASPECT SURETE

En tant qu'INB, RM2 est soumis à l'intervention réglementaire des pouvoirs publics dans le domaine de la sûreté. Cette intervention assurée par la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires (DSIN) s'exerce principalement par :

- a) un système d'autorisations délivrées après examen technique approfondi des documents de sûreté :
  - rapport de sûreté d'assainissement et de démantèlement,
  - règles générales d'exploitation.

Suite au passage en groupe permanent, un certain nombre de recommandations ont dû être prises en compte. Elles ont engendré des coûts supplémentaires non négligeables (études et remise à niveau de l'installation).

- b) Une surveillance est assurée par le biais d'inspections permettant de vérifier notamment l'application des dispositions de sûreté prévues.

Il est à noter qu'une surveillance interne au CEA est également organisée (IGSN, cellules de sûreté rattachées aux directions de centres).

## CONCLUSION

L'assainissement du laboratoire RM2 sera terminé à la fin de l'année 1993.

Le démantèlement prévu en 1994 consistera à enlever les parties noyées contaminées (gainés de ventilation etc.) dans les protections biologiques.

Les structures des cellules resteront en place après avoir été décontaminées. La possibilité de remise dans le domaine public de 2 000 m<sup>3</sup> de béton n'étant pas acquise.

Différents chantiers de démantèlement menés par l'UDIN sont en cours :

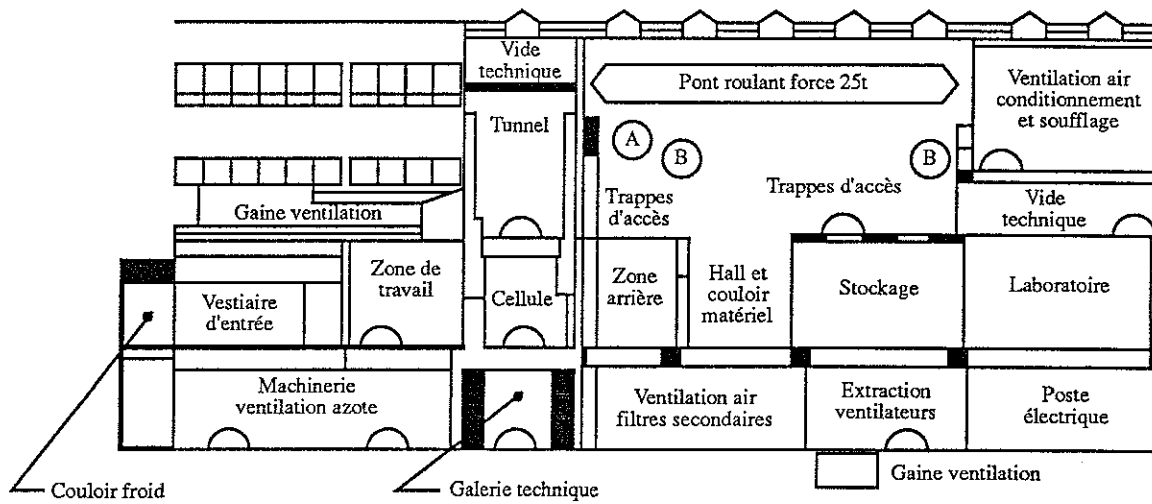
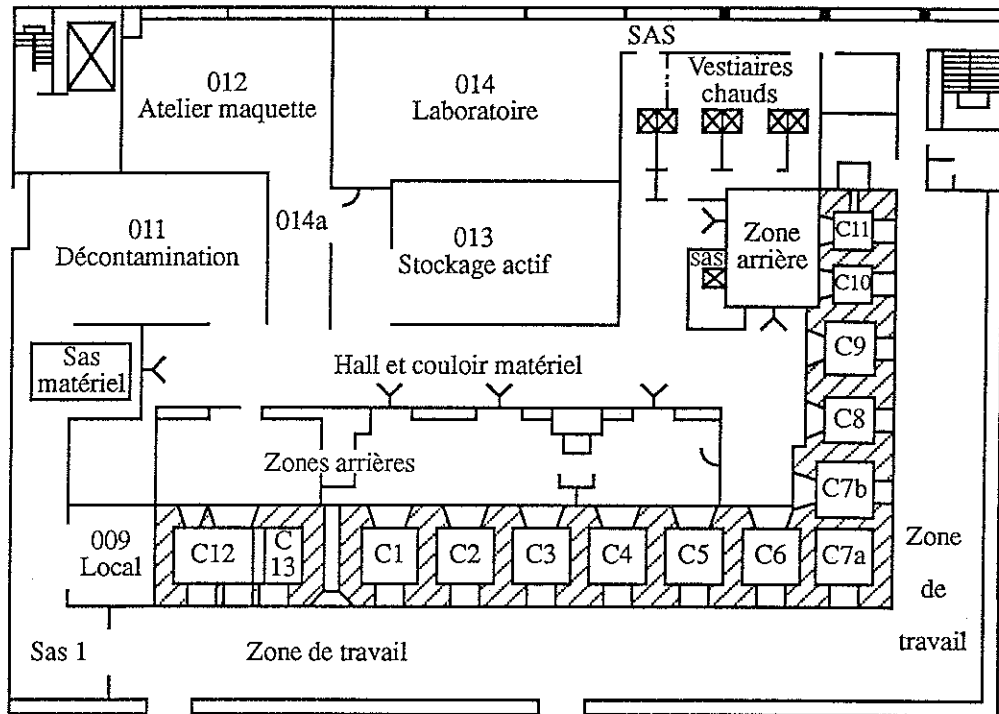
- G2 - G3 à Marcoule (four de fusion des métaux de Très Faible Activité (TFA)),
- Elan II B ) *f= 100 Bq*
- AT1        ) La Hague
- Cellules de l'ORIS à Saclay,
- UBM (Pierrelatte),
- Réacteur Rapsodie (Cadarache).

Les projets à court terme sont le démantèlement du :

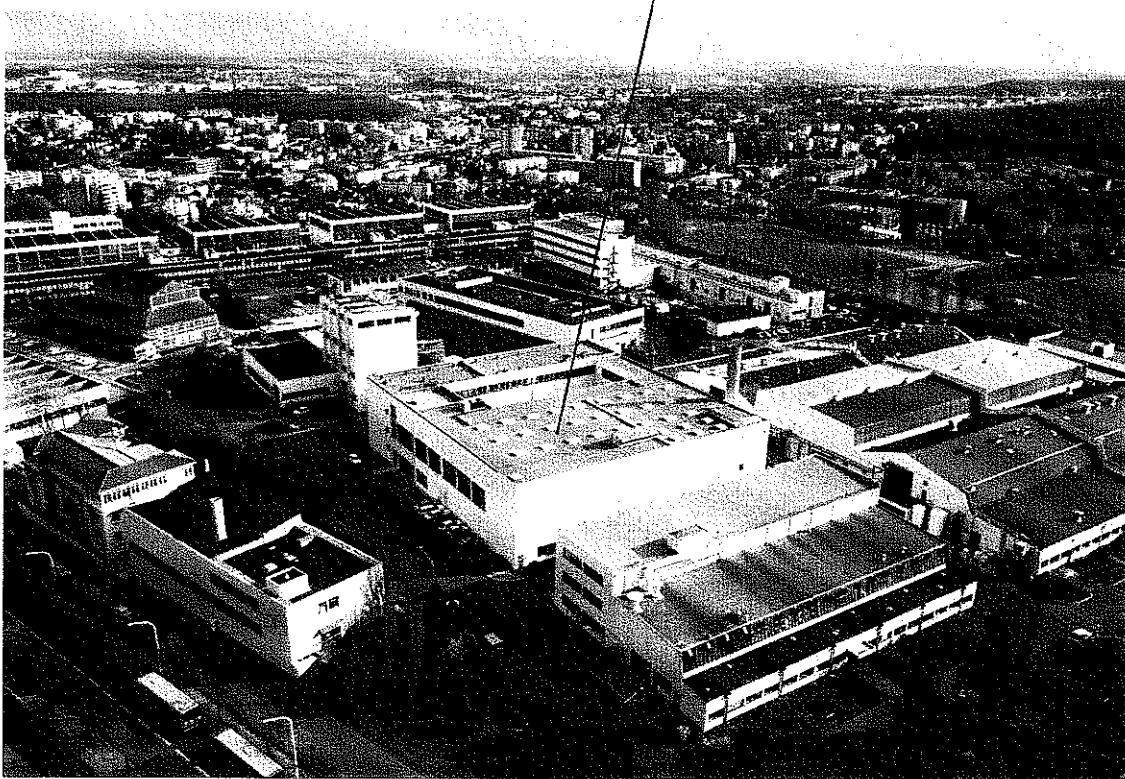
- Réacteur EL4 (Brennilis, Bretagne),
- INB 60 à Grenoble,
- Réacteur Mélusine, Grenoble.

### ANNEXE 1

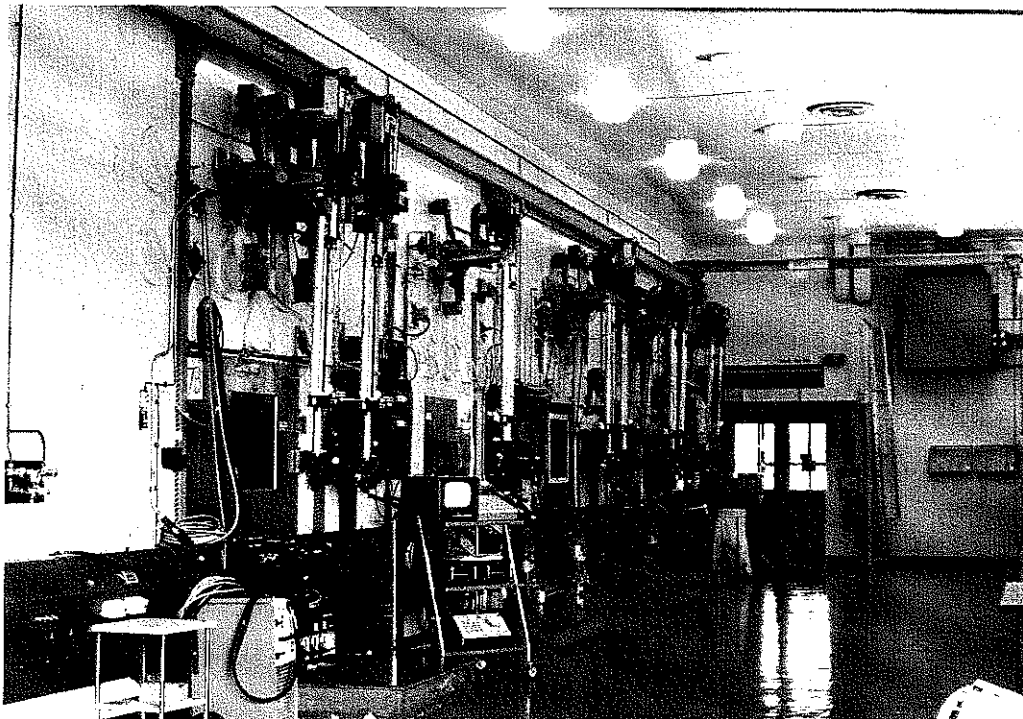
### Bâtiment : 52 II



**Figure 1**  
**Centre Nucléaire de Fontenay-aux-Roses**  
**INB 59 Bâtiment 52 RM2**



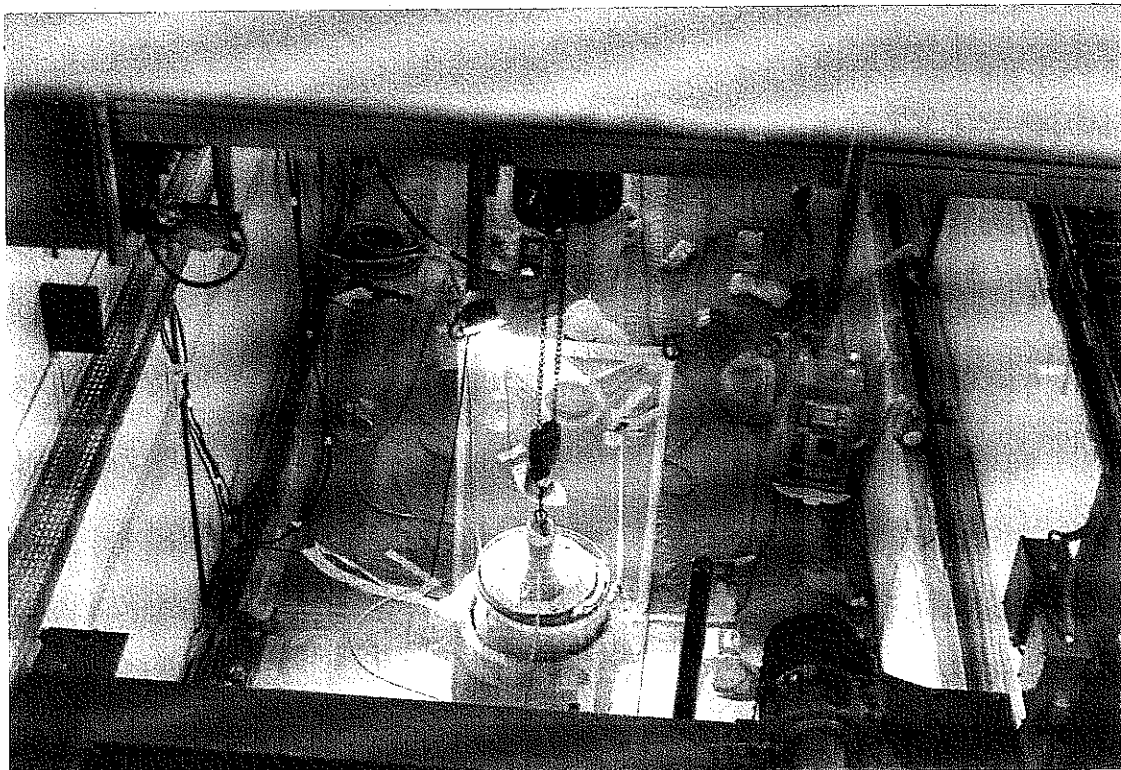
**Figure 2**  
**Cellules Très Haute Activité**



**Figure 3**  
**Entreposage "poubelles" Haute Activité et déchets divers**



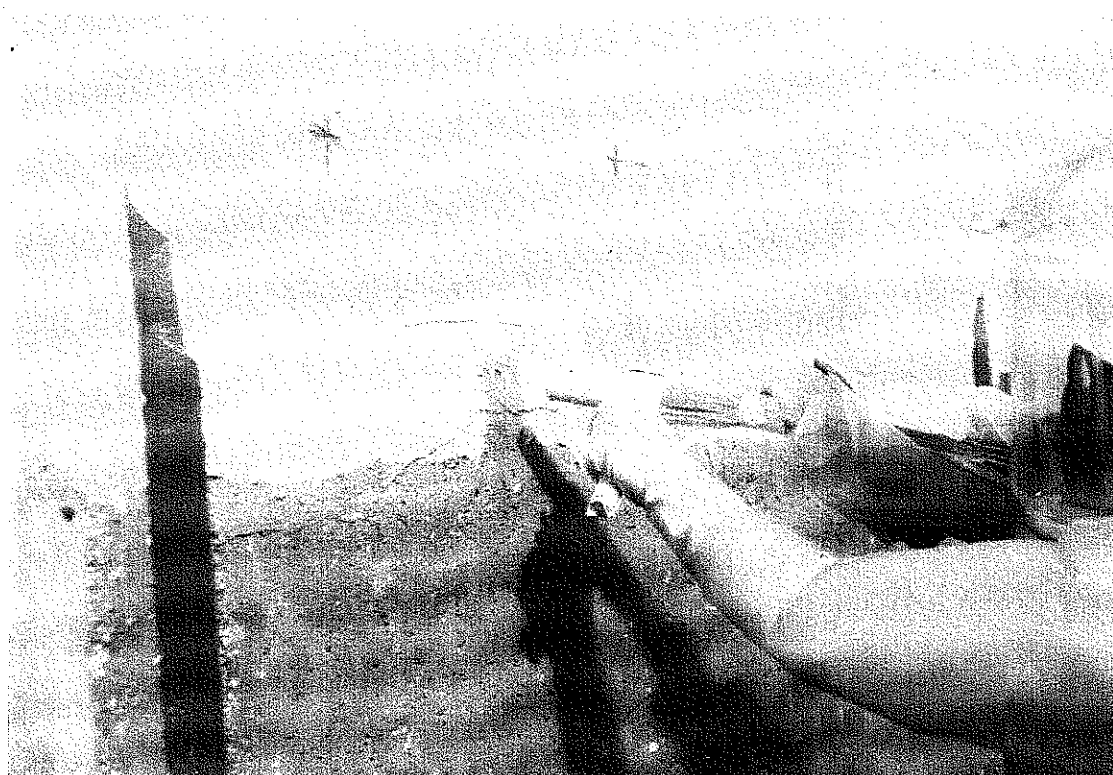
**Figure 4**  
**Sortie de déchets dans le tunnel et conditionnement**



**Figure 5**  
**Utilisation du Procédé CARBO-GLACE en Téléopération**

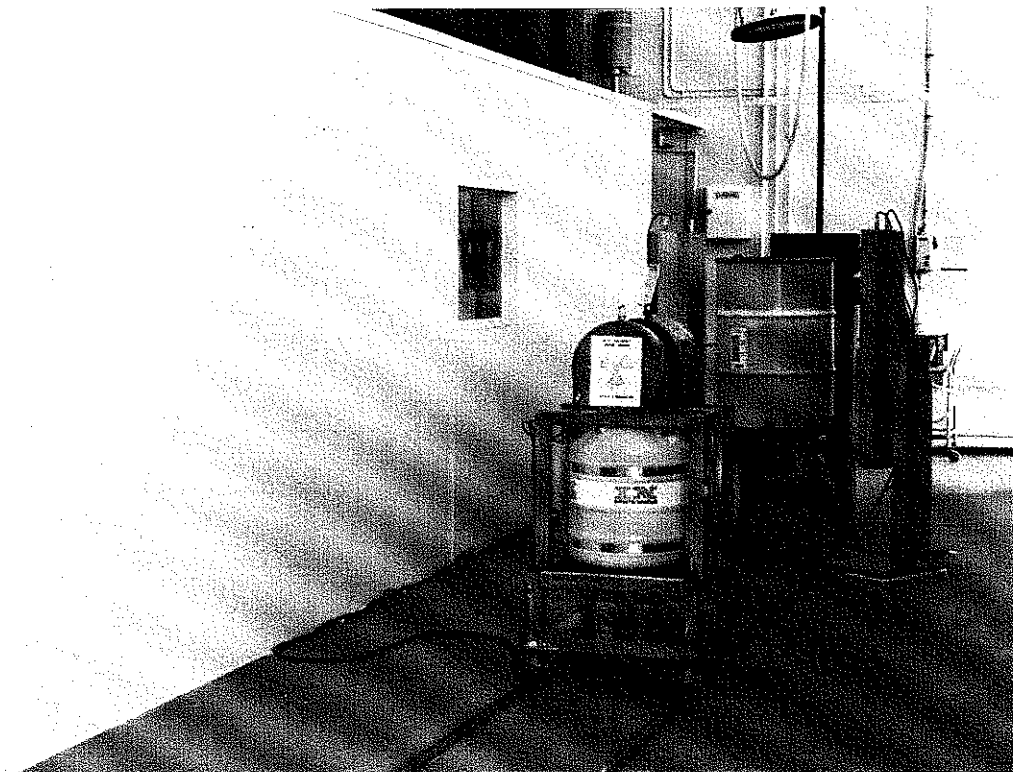


**Figure 6**  
**Utilisation du Procédé CARBO-GLACE par un agent d'intervention**





**Figure 7**  
**Chaîne de Mesure des déchets Faible Activité**



**Figure 8**  
**Chaîne de Mesure des déchets Faible Activité**

