

**C E A**

**DIRECTION DU CYCLE DU COMBUSTIBLE  
DEPARTEMENT D'EXPLOITATION RETRAITEMENT  
ET DEMANTELEMENT**

**DEMANTELEMENT ET DECONTAMINATION  
D'UNE CELLULE BLINDEE CONTAMINEE  
PAR LES EMETTEURS ALPHA**

**M. TACHON (DERD) - J.P. GAUCHON (DSD)**

*- Marcoule -*

**GROUPE DE TRAVAIL "LABORATOIRES CHAUDS ET TELEMANIPULATIONS"  
des COMMUNAUTES ECONOMIQUES et EUROPEENNES**

**REUNION PLENIERE à RISO (Danemark)  
12 et 13 JUIN 1990**

## **I - INTRODUCTION**

L'Atelier Pilote de Marcoule est une installation pilote de retraitement de combustibles irradiés. Son rôle consiste à la fois à tester à l'échelle pilote des procédés et des technologies développés à l'échelle laboratoire et à simuler des schémas de fonctionnement d'usines futures sur des périodes représentatives.

L'Atelier Pilote, mis en service au début des années 60, comporte actuellement un certain nombre de cellules désaffectées, dont la cellule 82. Dans le cadre du programme de démantèlement des cellules désaffectées de l'Atelier Pilote, la cellule 82, ancienne unité de purification de plutonium, a été démantelée d'octobre 1987 à avril 1988.

Cette cellule a été l'une des premières unités mises en service à l'Atelier Pilote. Initialement, elle constituait le dernier cycle de purification de plutonium de la chaîne de retraitement T.O.P..

Par la suite, cette unité a été utilisée pour purifier des solutions de nitrate de plutonium et de neptunium en provenance de l'usine UP1-Marcoule puis comme stockage intermédiaire de solutions concentrées de nitrate de plutonium.

Au cours des 15 années d'exploitation, des problèmes de fonctionnement des batteries de mélangeurs-décanteurs ont entraîné des fuites de nitrate de plutonium ; plusieurs assainissements et travaux ont dû être entrepris soit pour modifier l'unité existante soit pour améliorer le fonctionnement de certains équipements.

Les principales raisons qui ont amené le Service d'Atelier Pilote à démanteler cette unité sont de trois ordres :

- cette cellule était contaminée essentiellement par les émetteurs alpha et le niveau d'irradiation était très faible : en conséquence, le démantèlement et l'évacuation des déchets technologiques pouvaient être réalisés en intervention directe, sans passer par des engins de téléopération,

- cette cellule, après démantèlement et assainissement, sera prochainement réutilisée pour y incorporer une nouvelle unité nécessaire à l'exploitation de la chaîne de retraitement,

- l'Atelier Pilote de MARCOULE (A.P.M.) ne dispose pas d'unités de traitement et de conditionnement de déchets technologiques contaminés par les émetteurs alpha dont la quasi-totalité d'entre eux doivent être stockés sur un site de stockage en surface. Or, sur le site de MARCOULE, la Section d'Assainissement Radioactif (S.A.R.) de COGEMA disposait d'un Atelier de Conditionnement opérationnel, mais qui devait être arrêté au plus tard à la fin du premier trimestre 1988.

L'objectif de ces opérations décrites ci-après se limitait au démantèlement complet des équipements et à l'assainissement de la cellule.

Même si l'ensemble de l'installation était à l'arrêt lors du démantèlement de la cellule 82, plusieurs contraintes liées surtout à son environnement devaient être prises en compte, notamment :

- au niveau de la ventilation du bâtiment et des autres cellules, il fallait prévoir des confinements supplémentaires spécifiques au chantier pour éviter des perturbations du régime général de ventilation,

- au niveau de l'alimentation en air, dont le réseau d'alimentation est commun à toutes les zones du bâtiment, qui était nécessaire aux tenues ventilées des agents intervenants et aux outils de découpe ; le risque d'interférences avec d'autres chantiers n'était pas à exclure,

- enfin, l'encombrement et l'exiguïté des zones à démanteler, en particulier de la cellule 82, nécessitait une chronologie précise des opérations.

### **3-2- Démantèlement : Principales options techniques**

Etant données les contraintes citées précédemment, les principes retenus pour le démantèlement des équipements de cette unité ont consisté essentiellement à :

- confiner au mieux la contamination atmosphérique provoquée par les opérations de découpe et de démantèlement en créant plusieurs sas ventilés,

- obtenir des zones d'évolution des opérateurs les plus spacieuses possibles,

- mettre en place des sas intermédiaires à l'intérieur même de la cellule qui communiquent entre eux par des ronds de gants pour le passage des déchets. Ces derniers sont ainsi évacués sous triple enveloppe en vinyle sans risque de contamination,

- n'utiliser que des outils pneumatiques (scie alternative et écrase-tube pour les tuyauteries ; tronçonneuses à disque pour les cuves et les planches de bois) pour des raisons de sécurité,

- à la fin du chantier, démontage des sas et assainissement de l'enceinte vidée de ses équipements.

### **3-4- Gestion des déchets : Principales options**

Pour ce chantier, les modes et les moyens de gestion des déchets solides ont été mis en oeuvre à partir des contraintes et critères suivants :

- l'Atelier de conditionnement de la salle 100 (COGEMA) ne pouvait conditionner que les déchets dont l'activité résiduelle était inférieure aux normes ANDRA ( $3,7.10^9$  Bq.t<sup>-1</sup>), normes au dessous desquelles les déchets peuvent être stockés en surface dans des conditions spécifiques,

- l'Atelier Pilote disposait d'un local d'entreposage de déchets solides contaminés hors normes et d'une station de comptage neutronique permettant de contrôler l'activité des fûts de déchets compactables,

- les planches de bois "azobé" représentant près de la moitié de la quantité totale des déchets et n'étant que faiblement contaminées, pour la plupart d'entre elles, il a été décidé d'essayer d'en déclasser un maximum. Un procédé de décontamination mécanique par rabotage a été mis au point pour éliminer complètement la contamination surfacique des planches.

Ainsi, 3 modes de gestion ont été établis ; le schéma de la figure 1 décrit le cheminement des déchets technologiques, du chantier de démantèlement jusqu'à leur évacuation définitive.

#### **4- DEMANTELEMENT : DEROULEMENT DU CHANTIER**

Après quelques travaux préparatoires qui se sont traduits notamment par la réalisation d'un sas rigide comportant deux niveaux de confinement à l'entrée de la cellule 82 et de moyens de manutention, la cellule 82, le local "Bancs PE" et le local "BAG agitateurs" ont été simultanément démantelés.

Nous nous limiterons ci-après, à décrire le démantèlement de la cellule 82 et du local "BAG agitateurs", le démantèlement du local "Bancs PE" étant similaire à celui du local "BAG agitateurs";

##### **4-1- Démantèlement des équipements du local "BAG agitateurs"**

Le mode opératoire prévoyait plusieurs phases de démantèlement :

- Mise en place d'un sas en vinyle, ventilé,
- préassainissement et fixation de la contamination résiduelle à l'intérieur de la boîte à gants,
- ouverture des panneaux en plexiglass,
- démontage des arbres d'agitateurs et de déversoirs,
- découpe des câbles électriques et des armatures des boîtes à gants,
- assainissement et fixation de la contamination résiduelle.

Dès que les équipements ont été démantelés et les tuyauteries résiduelles pastillées, une aspersion des parois contaminées a été réalisée pour fixer la contamination résiduelle.

Ainsi, le local "BAG agitateurs", bien que nettement moins contaminé que le local "Bancs PE" n'a pu être déclassé. Cependant, contrairement au local "Bancs PE", l'assainissement complet de cette zone ne devrait pas poser ultérieurement de problèmes particuliers.

Ce chantier, qui s'est déroulé en plusieurs parties, a duré globalement 10 semaines dont 540 heures d'intervention.

##### **4-2- Démantèlement des équipements de la cellule 82**

Ce chantier s'est déroulé en plusieurs étapes successives :

- découpe, pré-conditionnement, évacuation des planches de bois "azobé",
- vidange et démantèlement des pots de mélangeurs-décanteurs des batteries,
- montage d'un sas dans la cellule 82 pour la découpe des cuves,
- découpe des cuves à la tronçonneuse à disque dans le sas prévu à cet effet,

- découpe et évacuation des tuyauteries et petits équipements divers (dévésiculeurs, petites capacités...),
- démantèlement et découpe du treillis métallique disposé sur la face nord de la cellule,
- démontage du sas métallique de découpe des cuves,
- assainissement de la cellule.

La première phase, qui a consisté à démanteler, à découper et à évacuer les écrans neutroniques en bois "azobé", a été rendue difficile par l'encombrement de la cellule.

Après mise à dimension à 1,50 mètre des planches par l'intermédiaire d'une tronçonneuse à disque, un contrôle surfacique était systématiquement effectué afin de trier dès l'origine ces déchets selon leur niveau de contamination. Si la contamination en tout point de la planche était inférieure à  $1850 \text{ Bq.cm}^{-2}$  en émetteurs alpha, les planches étaient évacuées vers le traitement de décontamination par rabotage ; sinon, elles étaient évacuées vers l'Atelier de Conditionnement.

La deuxième phase s'est traduite par le démontage des pots de mélangeurs-décanteurs des batteries. Ils contenaient, pour la plupart, des solutions résiduelles faiblement contaminées ; ils étaient vidangés dans des flacons d'un litre et un échantillon pour analyse était prélevé chaque fois.

La phase suivante s'est limitée à la découpe des cuves à l'aide de tronçonneuses à disque pneumatiques, une gaine d'extraction était placée à proximité de la zone de découpe pour limiter la dispersion des aérosols générés lors de ces opérations.

Ensuite, les opérations de découpe et d'évacuation des derniers équipements, à savoir les tuyauteries, les petites capacités (dévésiculeurs, pots dévésiculeurs...) et le treillis de supportage accolé à la façade nord de la cellule, n'ont pas posé de problème particulier.

Enfin, un nettoyage général de la cellule a été entrepris pour éliminer la majeure partie de la contamination labile.

Ce chantier a duré globalement 21 semaines et a nécessité 1370 heures d'intervention en milieu actif.

L'assainissement final sera réalisé prochainement ; dans un premier temps, des essais de décontamination avec de nouvelles méthodes développées par le CEA ont été réalisés afin de tester leur efficacité. Une description sommaire des essais est indiquée au chapitre 6.

#### **4-3- Radioprotection**

Le bilan dosimétrique du personnel s'est élevé à 16 HmSv pour 22 agents STMI et 2 HmSv pour 2 agents du Service de radioprotection ; l'histogramme reporté à la figure 2 fait apparaître une irradiation plus importante lors de la découpe des écrans neutroniques ; cela provient du niveau élevé de la contamination de certaines planches traitées.

La phase de démantèlement où le niveau de l'activité atmosphérique et surfacique des zones actives était le plus élevé correspond au tronçonnage des tuyauteries et des cuves dans le sas aménagé à cet effet : 1200 à 2000 CMA (valeur moyenne sur

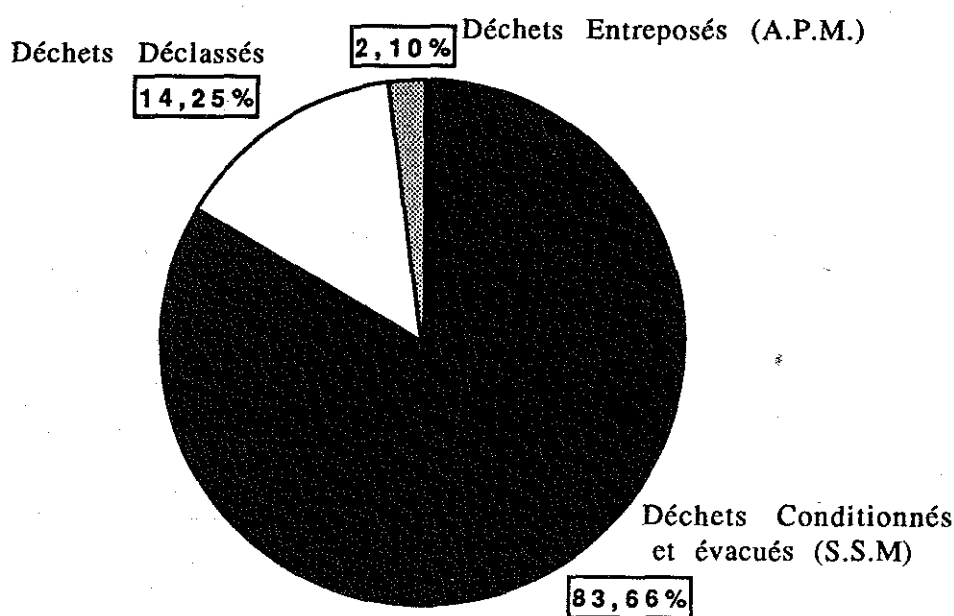
2 heures) en contamination atmosphérique et plus de  $1.850 \text{ Bq.cm}^{-2}$  en contamination surfacique (arrachable au frottis coton).

## 5. GESTION DES DECHETS - BILAN

### 5-1- Bilan quantitatif global

Au cours du démantèlement de la cellule 82 et de ses deux annexes, plus de 43 tonnes de déchets solides contaminés ont été évacuées. Près de 90 % d'entre eux proviennent de la cellule 82.

Comme l'indique le diagramme ci-dessous, il apparaît que sur les 43 tonnes de déchets évacuées, plus de 83 % ont été conditionnés à l'Atelier de Conditionnement de la Salle 100 puis stockés sur un site de stockage en surface. Un peu plus de 14 %, constitués exclusivement de planches de bois exotique, ont pu être déclassées et ont été réutilisées.



**REPARTITION des DECHETS selon leur DESTINATION**

Concernant les déchets entreposés à l'APM, ils ne peuvent être conditionnés et stockés sur un site de stockage en surface à cause de leur niveau d'activité alpha trop élevé ; un traitement de décontamination sera ultérieurement entrepris, ceci afin de pouvoir les déclasser et les stocker à terme en surface.

En dehors de la phase assainissement, la quantité de plutonium résiduel extraite de la cellule 82 et de ses annexes s'élevait à 322 g (en équivalent Pu239).

Sur les 322g de plutonium fixés sur les déchets, plus de 96 % provenaient de la cellule 82. Le tableau ci-dessous indique la répartition du plutonium sur les déchets selon leur destination. Plus de 77% du plutonium étaient fixés par les déchets hors normes ; un traitement de décontamination ultérieure devrait permettre de récupérer la majeure partie de ce plutonium.

CATEGORIES DE DECHETS	MASSE DE PLUTONIUM (en g)	% du Total
Déchets conditionnés à l'ATD	68,94	21,39
Déchets conditionnés au CDS	2,35	0,73
Déchets entreposés au local 721 (APM)	251,03	77,88

### 5-2- Déclassement des écrans neutroniques en bois "azobé"

La décontamination mécanique des écrans neutroniques en bois "azobé", en vue de les déclasser, a été entreprise pour au mois 3 raisons :

- la majeure partie des planches n'était que faiblement contaminée en surface ( $<1.850 \text{ Bq.cm}^{-2}$ ) ; un simple décapage suffisait à éliminer toute la contamination,

- sur le plan financier, eu égard à la quantité importante de bois (estimée à environ 20 tonnes lors de l'état des lieux) et au coût particulièrement élevé des déchets conditionnés, la marge financière disponible pour le traitement de décontamination apparaissait confortable,

- enfin, cela permettait de réduire de façon significative le volume de déchets contaminés par les émetteurs alpha.

De par la configuration géométrique des planches et la présence de cadmium clouté sur les faces latérales des planches, la décontamination a dû être réalisée en plusieurs étapes :

- la découpe des faces latérales pour l'élimination des clous,
- le rabotage des autres faces,
- le décapage des rainures lorsqu'elles existaient,
- le contrôle surfacique des planches.

Cela a nécessité l'achat de 2 machines outils industrielles, une scie circulaire et une raboteuse.

Au préalable, des essais inactifs de découpe et de rabotage ont permis de vérifier l'efficacité de ces outils et le bon fonctionnement des systèmes d'aspiration des copeaux et de sciure.

Au total, 16,5 tonnes de bois ont été évacuées de la cellule. Un peu plus de 4 tonnes de planches comportaient une contamination résiduelle en émetteurs alpha élevée ( $>1850 \text{ Bq.cm}^{-2}$ ) et ont dû être conditionnés à l'Atelier de Conditionnement.

Ainsi, sur les 12180 kg de planches qui ont subi un traitement de décontamination mécanique, près de 6 tonnes de bois ont pu être déclassées.

Cette opération originale de décontamination a permis de démontrer qu'un procédé de décontamination bien adapté à la nature du déchet permettait de déclasser les déchets contaminés par les émetteurs alpha. Il faut souligner qu'en l'absence de clous sur les faces latérales des planches, près des 3/4 du bois auraient été déclassés. Enfin, après une décontamination appropriée, la scie circulaire et la raboteuse ont pu être déclassées et remises dans le domaine public.

## **6- ASSAINISSEMENT DE LA CELLULE**

Avant d'engager l'assainissement total de la cellule 82, des essais de décontamination ont été réalisés sur la peau en acier inoxydable de la cellule 82 dans le but de tester de nouvelles méthodes de décontamination et de préciser ainsi leur efficacité.

L'objectif de l'assainissement étant de déclasser la cellule, ceci afin de la rééquiper et donc d'effectuer des travaux sans tenue spéciale (masques, habit en vinyle...), cela implique par conséquent une contamination labile nulle et une contamination fixée inférieure en tout point de la surface à  $0,37 \text{ Bq.cm}^{-2}$ .

Deux méthodes complémentaires ont été mises en œuvre pour réaliser les tests de décontamination sur  $3,5 \text{ m}^2$  de flancs de cellule et  $2 \text{ m}^2$  de plancher : la pulvérisation de gels chargés en réactifs chimiques et l'électrodécontamination à l'aide d'une cathode mobile.

### **6-1- Pulvérisation de gels chargés en réactifs chimiques**

La pulvérisation de gels chargés en réactifs chimiques suivie d'un rinçage à l'eau est une méthode qui est généralement utilisée pour déplacer l'activité labile de la surface des matériaux.

Nous avons utilisé au cours des essais des gels oxydants en milieu nitrique qui ont permis de provoquer, en 3 séquences une érosion de l'ordre de  $1 \mu\text{m}$  sur l'acier austénitique (AISI 316L) de la peau de la cellule.

Ces gels à base de silice (viscosité = 800 cp) ont été pulvérisés à l'aide d'un compresseur air-less disposé à l'extérieur de la cellule ( $P = 70 \text{ bars}$ ). Un autre compresseur air-less a été utilisé pour rincer les dépôts de gels à 150 bars de pression.

Trois séquences de pulvérisation de gels et de rinçage ont été appliquées au cours des tests réalisés sur les flancs de la cellule, deux séquences seulement au cours des essais effectués sur le plancher. A chaque séquence,  $600$  à  $800 \text{ g.cm}^{-2}$  de gel ont été pulvérisés et, après environ une heure de contact avec la surface métallique,  $5 \text{ l.m}^{-2}$  d'eau ont été nécessaires pour le rinçage.

Comme l'indique le tableau 2, les facteurs de décontamination obtenus sur les parois et le plancher de la cellule ont oscillé entre 55 et 90.



## **7- CONCLUSION**

Sur cette opération de démantèlement d'une enceinte blindée contaminée par les émetteurs alpha, plusieurs observations méritent d'être signalées :

- malgré l'exiguïté des lieux et la nature des risques, en particulier ceux de contamination et d'incendie, ce chantier s'est déroulé de façon satisfaisante, tant sur le plan de la sécurité du personnel que celui de la sûreté ; l'expérience et la compétence des équipes d'intervention d'une part, la participation de tous les intervenants concernés à la préparation du chantier et à l'établissement du mode opératoire d'autre part, ont contribué largement à la réussite d'une telle opération,

- même si la chaîne de retraitement de l'APM ne fonctionnait pas durant le démantèlement, la cellule 82 était située dans une installation active où la ventilation et les fluides généraux étaient opérationnels : cela a entraîné des contraintes pour ce genre d'opération qui modifie les confinements et donc le régime de ventilation,

- cette opération a permis de montrer que l'introduction de plusieurs sas de confinement à l'intérieur de la cellule au plus près des opérations de découpe, a permis, d'une part, de limiter la dispersion de la contamination, d'autre part, de sortir les déchets sous triple enveloppe en vinyle, sans rupture de confinement,

- la gestion des déchets technologiques de démantèlement contaminés par les émetteurs alpha qui a permis de conditionner et d'évacuer vers le Site de Stockage de la Manche plus de 83 % des déchets, a nécessité une procédure complexe permettant de garantir leur confinement et leur activité résiduelle ; cependant, il reste à traiter 38 fûts de déchets fortement contaminés par des émetteurs alpha, ceci en vue de les décontaminer et de récupérer le plutonium,

- la décontamination par voie sèche de près de 6 tonnes de bois contaminés par les émetteurs alpha a permis de montrer qu'il était possible de déclasser des déchets radioactifs à condition de mettre en oeuvre des modes de décontamination adaptés ; enfin, cette opération originale a permis non seulement de réduire le volume des déchets radioactifs mais aussi de réduire de façon significative le coût global de l'opération,

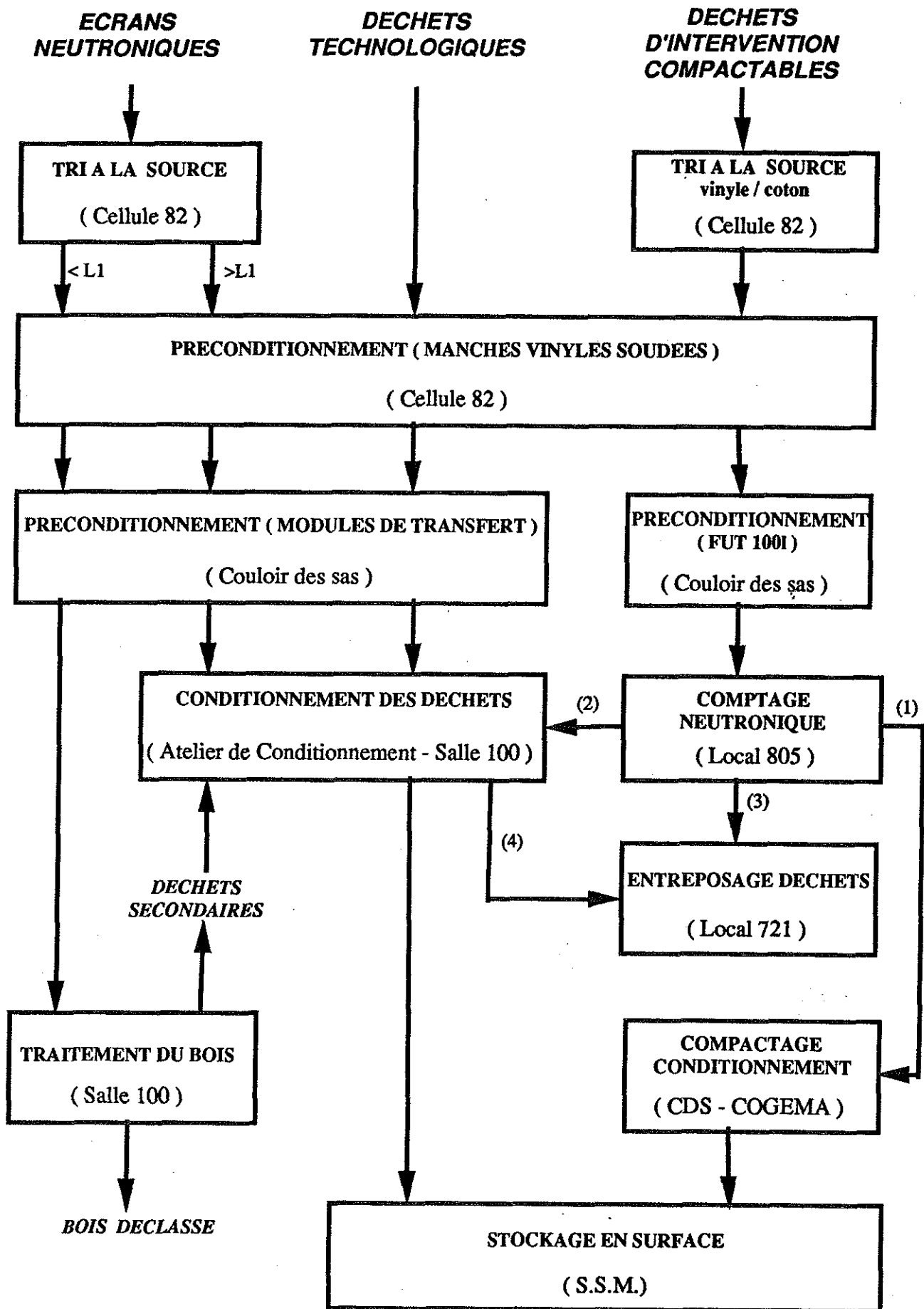
- les résultats des essais de décontamination avec de nouvelles méthodes apparaissent suffisamment prometteurs pour envisager sereinement le déclassement de la cellule 82 avant la fin de l'année.

RESULTATS OBTENUS	Flancs de la cellule		Plancher
	Face Nord	Face Sud	
Surface traitée (m <sup>2</sup> )	2	1,5	2
Activité initiale (Bq.cm <sup>-2</sup> )	13,9	46	46 à 116
Activité résiduelle (Bq.cm <sup>-2</sup> )			
Séquence n° 1	1	1,9	3,5
Séquence n°2	0,6	0,9	1,5
Séquence n°3	0,17	0,50	-----
Facteurs Décontamination	86	90	50 à 76

**Tableau 2 : Résultats d'essais de pulvérisation de gels oxydants**

RESULTATS OBTENUS	Flancs de la cellule			Plancher		
	Face N	Face S.E	FaceS.O	Z N.E	Z N.O	Z.S.E
Activité initiale (Bq.cm <sup>-2</sup> )	0,17	0,35	0,70	1,45	1,16	0,93
Erosion (µm)	2,2	2,4	2,4	5,4	8,1	11,1
Activité finale (Bq.cm <sup>-2</sup> )	0,12	0,14	0,16	0,64	0,07	0,08
FD électrolyse	1,4	2,5	4,3	2,26	16,7	11,8

**Tableau 3 : Résultats des essais d'électrodécontamination**



L1 = 1850 Bq / cm<sup>2</sup>

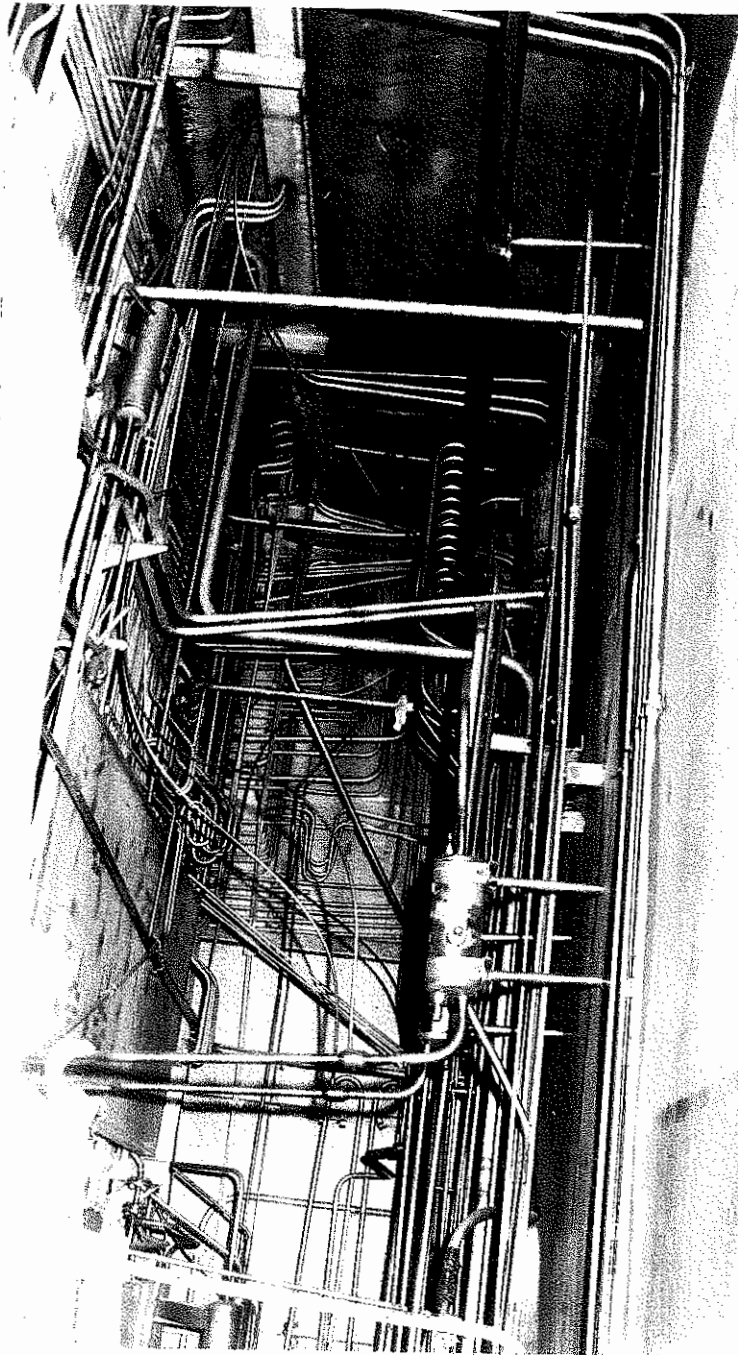
(3) : Activité fût > 100 mCi

(1) : Activité fût < 20 mCi

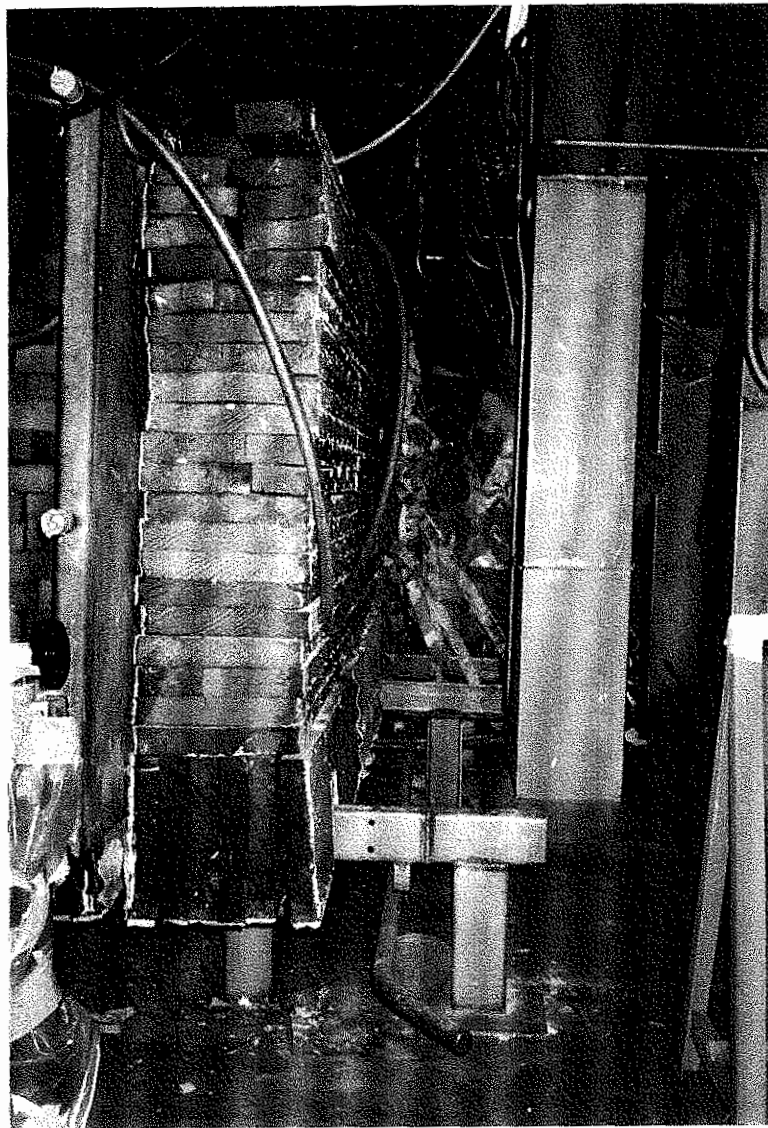
(4) : Activité déchet > normes Andra

(2) : 20 < Activité fût < 100 mCi

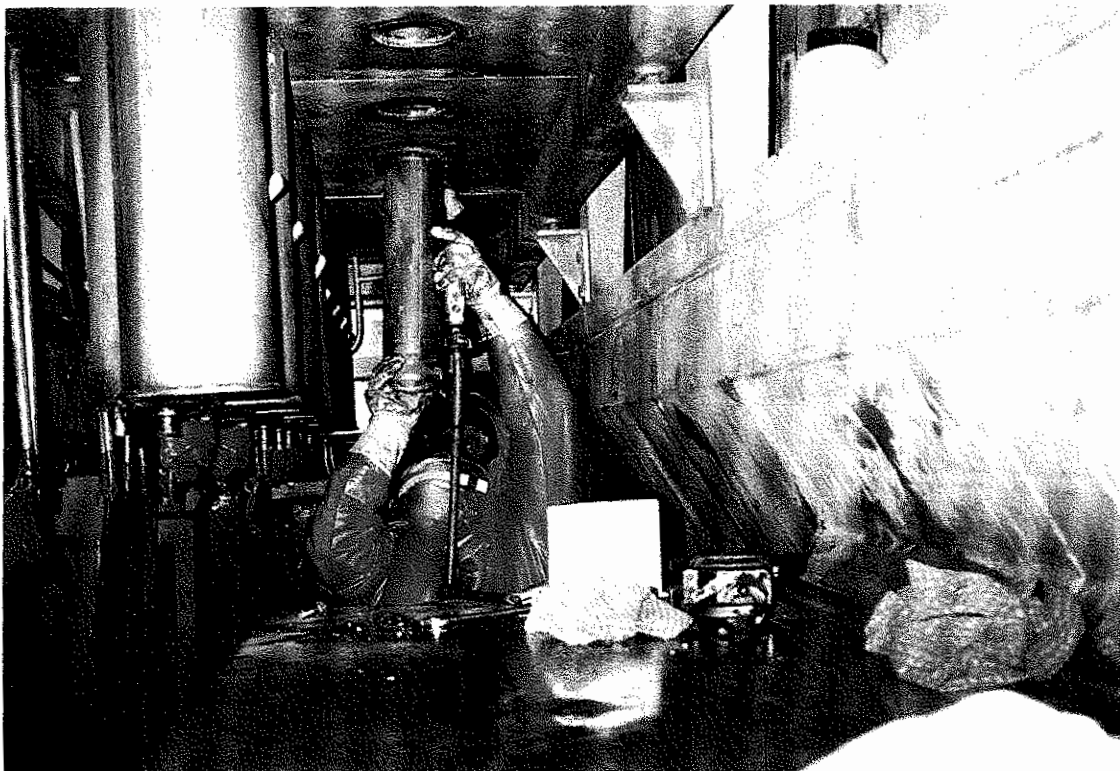
Figure 1 : SCHEMA DE GESTION DES DECHETS



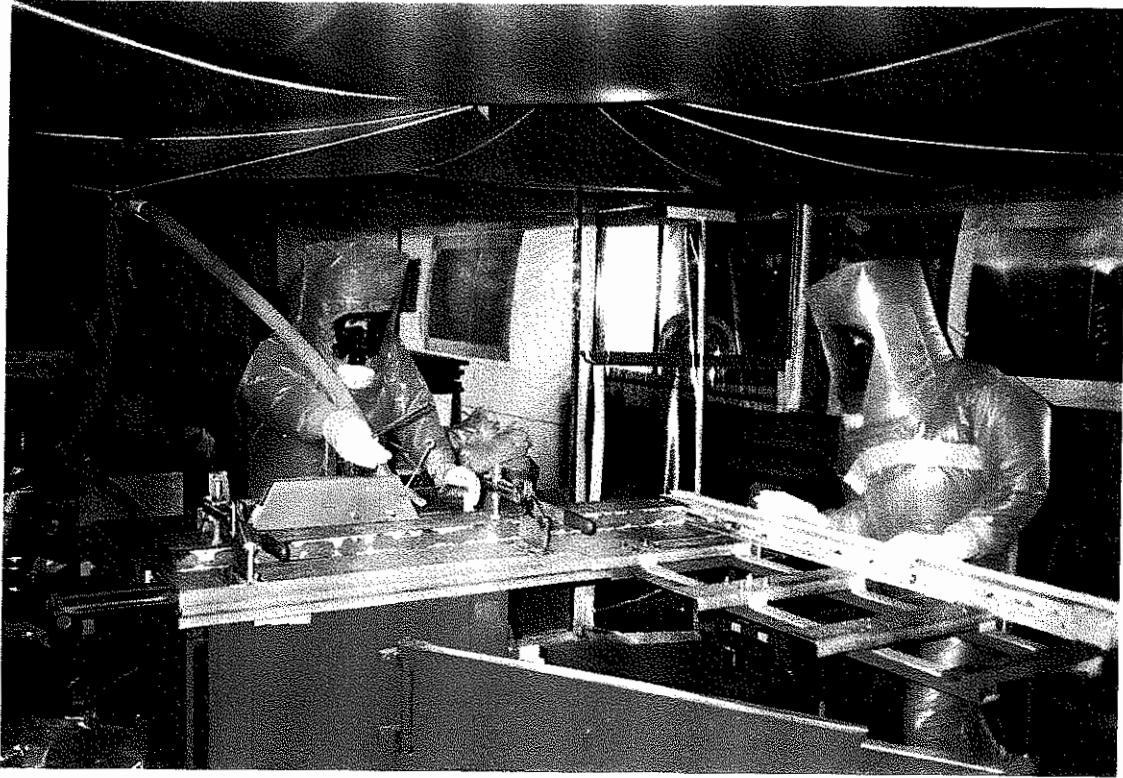
PARTIE SUPERIEURE DE LA CELLULE 82  
AVANT DEMANTELEMENT



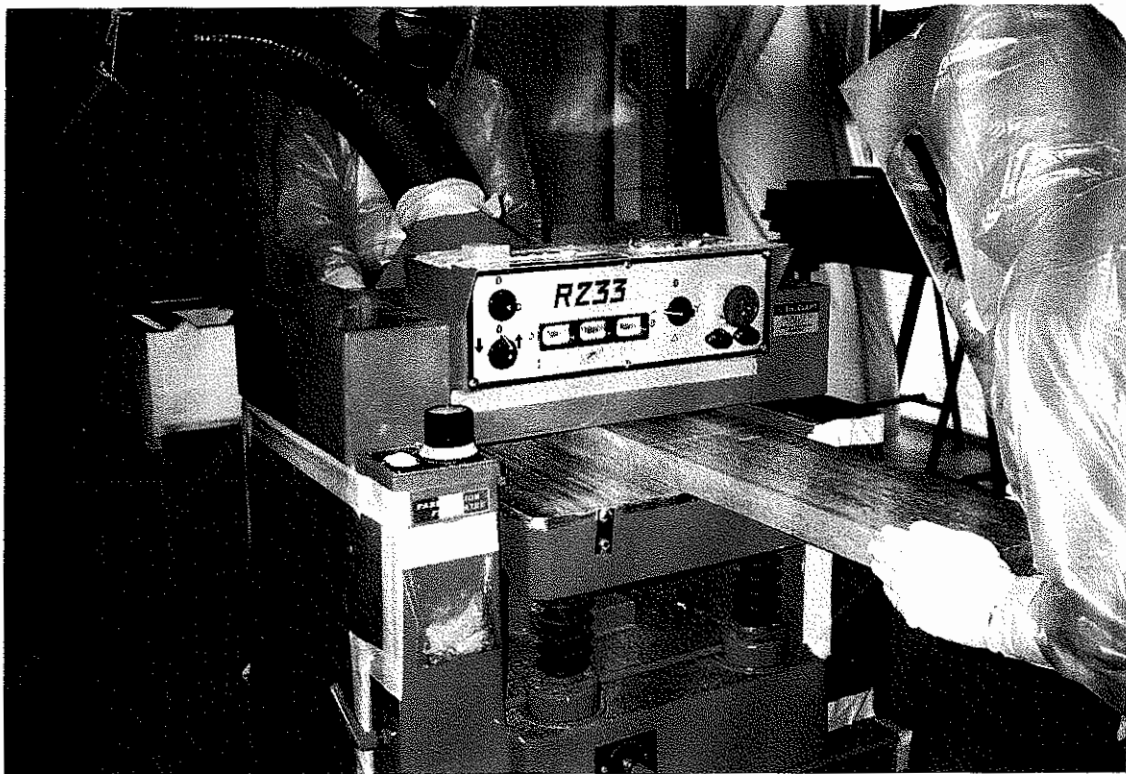
ECRANS NEUTRONIQUES EN BOIS "AZOBE



DEMANTELEMENT DES POTS DE BATTERIES  
DE MELANGEURS-DECANTEURS



TRAITEMENT DU BOIS PAR SCIAGE



DECONTAMINATION MECANIQUE DES PLANCHES  
PAR RABOTAGE



RINCAGE APRES PULVERISATION DE GELS OXYDANTS



ELECTRODECONTAMINATION DU PLANCHER