



ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E L'AMBIENTE

DECONTAMINATION DES CELLULES CHAUDES DU C.R.E. CASACCIA (ENEA)

G. Caporossi, P. Di Venanzio, G. Giulianelli,
M. Lauro, G. Marangio, I. Ricci, G. Trezza

Communication présentée à l'occasion de la réunion plénière 1993
du Groupe de Travail "Laboratoires Chauds et Télémanipulation"
de la Commission des Communautés Européennes

CHINON (FRANCE)
15 - 16 Juin 1993

SOMMAIRE

1. CONSIDERATIONS PRELIMINAIRES
2. DONNEES TECHNIQUES SUR LES CELLULES CHAUDES, LES EQUIPEMENTS ET MATERIAUX, AVANT LA DECONTAMINATION
3. PROGRAMME DE TRAVAIL
4. PRINCIPAUX EQUIPEMENTS
5. EVACUATION DES CELLULES
 - 5.1 Extraction du combustible irradié
 - 5.2 Extraction des déchets
6. CELLULE 2
 - 6.1 Démantèlement et reinstallation
 - 6.2 Décontamination des appareillages
7. CELLULE 1
 - 7.1 Essais de décontamination sur bandes de paroi
 - 7.2 Conditions opératives et resultats
8. CONCLUSIONS PRELIMINAIRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

REMERCIEMENTS

DECONTAMINATION DES CELLULES CHAUDES DU C.R.E. CASACCIA (ENEA)

G. Caporossi - P. Di Venanzio - G. Giulianelli
M. Lauro - G. Marangio - I. Ricci - G. Trezza

1. CONSIDERATIONS PRELIMINAIRES

La décision italienne, de renoncer à une stratégie énergétique basée sur la fission nucléaire, a comporté pour l'ENEA l'interruption de la plupart des activités en cours dans ce secteur et la mise hors service des structures de support.

Un des laboratoires concernés est celui des Cellules Chaudes (ENEA - C.R.E. CASACCIA), dénommé OPEC-1, qui après 25 ans de fonctionnement dans le domaine des examens post-irradiation de combustible nucléaire (1962/87), doit être décontaminé pour être laissé dans des conditions de sécurité maximum.

Le projet préliminaire de décontamination de l'OPEC-1, actuellement en cours, a été présenté lors de la réunion plénière de 1991 du Groupe de Travail "Laboratoires Chauds et Télémanipulations" à Berkeley.

Deux aspects qualifiants de ce projet y étaient soulignés:

1. L'utilisation du système Scalhène pour l'introduction de l'opérateur dans les cellules (voir figure 1), présentant l'avantage de réduire au minimum le risque de contamination de l'homme et, par conséquent, de diminuer d'un facteur significatif le volume des déchets provenant des vêtements protectifs utilisés.
2. La décontamination par fréon (trichlorotrifluoroéthane, CFC R-113) en circuit fermé ayant l'intérêt de réduire les déchets à un peu plus du volume propre des équipements contaminés, et de minimiser la dose sur le personnel, puisque cette opération peut en partie être effectuée au moyen de télémanipulateurs.

2. DONNEES TECHNIQUES SUR LES CELLULES CHAUDES, LES EQUIPEMENTS ET MATERIAUX, AVANT LA DECONTAMINATION

Le laboratoire des Cellules Chaudes (voir figure 2), construit au cours des années 1959/61, comprend trois cellules contiguës et alignées, en béton barytique, (masse volumique, 3,5 kg/dm³) ayant les dimensions internes et fonctions suivantes:

	LONGUEUR (m)	LARGEUR (m)	HAUTEUR (m)	VOLUME (m ³)	UTILISATION
Cell. 1	4,60	2,10	4,50	44	Métallographie Ceramographie
Cell. 2	4,60	2,10	4,50	44	Examens N.D.
Cell. 3	2,30	2,10	4,50	22	Démantèlement, conditionnement et prétraitement des déchets

Les trois cellules (voir figure 3) sont séparées l'une de l'autre par des murs de 3,20 m de hauteur (successivement portée à 4,5 m) pourvus d'un passage à 2,20 m. Les parois internes sont revêtues, sur une hauteur de 3,20 m, de lamières peintes en acier.

A l'intérieur est installé un pont roulant d'une tonne. Les cellules sont munies de cinq fenêtres et équipées de dix télémanipulateurs.

Les matériaux présents dans les cellules étaient les suivants (voir figures 4A, 4B, 5, 6):

- instruments mobiles pour le coupage des éléments de combustible, la métallographie, la céramographie, les examens dimensionnels, la radiographie, etc..;
- 50 crayons de combustible irradié, intègres ou en morceaux, avec uranium à différents taux d'enrichissement en U-235 et, en certains cas, avec plutonium;
- une centaine de petits échantillons de matériau fissile utilisé pour les examens post-irradiation;
- éléments structuraux radioactifs (capsules, gaines, etc.);
- déchets solides contaminés, produits durant les dernières années, et conditionnés en boîtes de tôle;
- déchets solides, non confectionnés, de quelques m³ de volume.

3. PROGRAMME DE TRAVAIL

Le procédé de désactivation a été organisé selon le programme suivant:

1. évacuation du combustible irradié présent dans les cellules;
2. caractérisation, classification, évacuation et conditionnement de tous les déchets présents dans les cellules;
3. démantèlement des appareillages et des plans de la cellule 2; création d'une zone poumon pour les opérations successives de désactivation et démantèlement à l'intérieur de la même cellule;
4. décontamination avec fréon à circuit fermé, dans la cellule 2, des appareillages installés dans les cellules 1 et 3, utilisant une enceinte étanche en acier inox;
5. démantèlement des plans et châssis des cellules 1 et 3;
6. essais de décontamination avec fréon sur bandes de parois;
7. fermeture hermétique de toutes les fentes possibles;
8. rajustement du système de ventilation afin de maintenir les cellules en dépression sans rechanges d'air et de ne pas disperser le fréon dans l'atmosphère;
9. décontamination des cellules.

Les activités décrites ci-dessus, débutées en 1990, prévoyaient une durée de travail de 3 ans, et sont actuellement en cours. Le programme a été effectué jusqu'au point 6 et sera probablement complété fin 1993. Le retard d'environ un an est principalement attribuable à des problèmes de nature économique et bureaucratique.

4. PRINCIPAUX EQUIPEMENTS

Les principaux équipements, signalés dans le paragraphe précédent, ont été décrits dans un rapport présenté lors de la réunion plénière de 1991 et les plus importants sont rappelés ci-dessous.

Il a fallu projeter et construire, sur les parois postérieures des cellules et en correspondance des passages préexistants de 245 mm de diamètre:

- un système blindé, installé sur les deux parois, pour l'extraction du combustible irradié et des déchets fortement radioactifs (voir figures 7 et 8), formé par:
 - une enceinte blindée, de forme cylindrique, comprenant un trou passant pour l'éventuelle introduction d'un détecteur de radioactivité des matériaux en phase de transfert, raccordable aux conteneurs;
 - un conteneur blindé, en trois versions différentes, avec des épaisseurs d'écran protectif en plomb de 50, 100 et 150 mm;

- un système avec écrans appropriés pour le conditionnement, en bidons pétrolifères blindés, des déchets fortement radioactifs extraits des cellules (voir figures 9 et 10). Le système est essentiellement composé:
 - d'un conteneur de transfert avec écran en plomb de 100 mm d'épaisseur;
 - de bidons de 360 l, avec différents types d'écrans constitués soit de couches de béton barytique (masse volumique, 3,4 kg/dm³) de 120 mm d'épaisseur, soit de plomb de 10, 30 ou 40 mm d'épaisseur;
 - de parois écran avec fenêtre et petit télémanipulateur;
 - d'un système d'ouverture des conteneurs blindés, soulèvement, extraction et transfert des déchets;
 - d'une tente de confinement pour la contamination;
 - d'un électroaimant pour la manipulation des boîtes garnies de plaques métalliques;

- ensemble opérationnel (voir figure 11), formé par :
 - une porte équipée sur les trois cellules avec fonction de première barrière et passage de l'homme au moyen du scaphandre Scalhène, passage des services, introduction des outils nécessaires et extraction des déchets;
 - une tente de confinement;
 - une chambre d'isolation constituée par une cabine métallique;
 - le dispositif Scalhène doté d'un système de secours;
- le système DECOFREON (figure 12);
- une enceinte, réalisée en acier inox, pour la décontamination, en circuit fermé, par le système DECOFREON, des appareillages à haute contamination (voir figure 13), dont les caractéristiques sont les suivantes:
 - dimensions in mm : 1400 x 1300 x 760;
 - ouverture de la partie supérieure pour permettre l'introduction des éléments à décontaminer à l'aide du pont roulant;
 - fermeture hermétique;
 - plan intérieur de soutien grillagé et basculant;
 - prises pour la liaison avec le système DECOFREON pour le recyclage de la phase gazeuse du fréon, avec double filtrage absolu;
 - passages étanches pour les lances de fréon liquide sous haute et basse pression (h.p.= 15 MPa, b.p.= 3,5 MPa);
150 bar
 - possibilité d'opération des lances tous azimuts;
 - inclinaison du fond de l'enceinte pour le convoi des boues vers l'évacuation;
 - fenêtres pour la vision directe des opérations effectuées dans la boîte;
 - illumination de l'intérieur de l'enceinte.

5. EVACUATION DES CELLULES

5.1 Extraction du combustible irradié

Le combustible nucléaire irradié a été extrait et stocké en conteneurs construits spécialement.

Les données les plus significatives de cette opération sont résumées dans le tableau 1.

Ont été globalement extraits 43 kg de combustible irradié, sous forme de crayons intègres ou en morceaux.

Le système de transfert et les procédés adoptés ont démontré un degré élevé de fiabilité et sécurité.

Toutes les opérations se sont déroulées sans difficulté; aucun cas de contamination n'a été relevé, et les doses absorbées par les opérateurs n'ont pas dépassé les limites de sensibilité des dosimètres à film (100 μ Sv/45j).

5.2 Extraction des déchets

Les déchets qui ont été produits durant les dernières années de fonctionnement des cellules, proviennent essentiellement des opérations d'analyses et d'entretien.

Une partie de ce matériel, a déjà été subdivisée en déchets homogènes et confinée en boîtes métalliques cylindriques de 180 mm de diamètre et 250 mm de hauteur.

Les procédés adoptés pour le transfert des déchets au dépôt ont été basés sur les principes suivants:

- limiter au maximum les risques de contamination et exposition inutile du personnel, même au prix de devoir prolonger la durée des opérations;
- éliminer les risques de contamination dans les enceintes de travail;
- utiliser, pour tous les déchets de dimensions appropriées ou aisément réductibles aux dimensions du trou passant de la paroi postérieure de la cellule 2, la méthode de transfert adoptée pour les éléments de combustible irradié;
- utiliser, pour le stockage, des conteneurs métalliques de coût modéré, munis d'écrans appropriés en béton ou en plomb selon la radioactivité du matériel extrait.

Dans ce but, il a été nécessaire de mesurer le taux d'irradiation de chaque confection de déchets, grâce à un détecteur inséré dans la station de transfert, afin de planifier le chargement dans les bidons destinés au stockage.

Les déchets sélectionnés, classifiés et confectionnés ont été extraits des cellules selon le procédé utilisé pour le combustible irradié.

Le tableau 2 résume les caractéristiques et le nombre des conteneurs utilisés pour l'extraction et la mise en bidons des déchets à radioactivité élevée, pour la plupart desquels le stockage en bidons blindés a été nécessaire.

Au cours de la campagne d'extraction des déchets à radioactivité élevée, environ 1 m³ de déchets combustibles à faible activité, a été évacué, puis stocké dans cinq bidons pétrolifères de type standard.

Durant cette phase opérative, on a constaté, en quelques cas, une légère contamination lors du passage des déchets du conteneur de transfert au bidon de stockage.

Le système de confinement adopté a toujours consenti de contrôler la contamination. Celle-ci, une fois décelée, a toujours été éliminée avant de procéder au transfert des déchets dans les bidons de stockage définitif.

6. CELLULE 2

6.1 Démantèlement et réinstallation

La cellule 2, utilisée pour les analyses non destructives, et pour cela probablement moins contaminée que les deux autres, a été totalement évacuée après avoir démonté tout l'équipement intérieur et les plans de travail.

Ceci a été nécessaire afin de créer, dans la cellule même, une zone poumon pour les opérations successives prévoyant l'utilisation de fréon.

Le démantèlement a été accompli selon les méthodes conventionnelles, en utilisant cependant le scaphandre Scalhène. Au cours de cette phase, on a aussi procédé au démontage et à l'extraction d'environ 2000 briques en béton barytique dont était constituée la partie amovible des parois internes de division entre les cellules 1-2 et 2-3.

La figure 14 représente la méthode utilisée pour le transfert des briques au dehors de la cellule et la figure 15 représente la méthode utilisée pour l'extraction des briques.

Typologie et quantité de déchets produits sont consignées dans le tableau 3.

Après l'évacuation du contenu de la cellule 2, et avant sa réutilisation comme enceinte poumon, une décontamination approximative a été faite avec aspirateur.

Les taux de contamination encore présents sont indiqués dans le tableau 4.

Enfin on a introduit, dans la cellule 2, l'enceinte étanche en acier inox, déjà décrite, dans laquelle tous les appareillages contenus dans les cellules 1 et 3 ont été décontaminés avec fréon en circuit fermé en sorte de permettre leur extraction des cellules et le stockage sans besoin d'écran protectif.

6.2 Décontamination des appareillages

Les opérations de lavage des appareillages se sont déroulées de la manière suivante:

- l'appareillage a été introduit dans l'enceinte de décontamination au moyen du pont roulant et des télémanipulateurs;
- celui-ci, si nécessaire, a été maintenu sous bain de fréon pendant quelques heures;

- en général, deux lavages ont été suffisants pour atteindre un taux de contamination, et par conséquent un taux d'irradiation, permettant l'extraction de la cellule et la mise en bidon sans le besoin d'écran protectif;
- dans certains cas de contamination interne à l'appareillage, le démontage de certaines parties a été nécessaire.

La figure 16 représente le cas typique d'une machine avant et après le lavage avec fréon.

Puisque les appareillages devaient être éliminés en tant que déchets, il a suffi, pour la mise en bidons, d'abaisser les taux d'irradiation à environ 10 mR/h sans procéder à une décontamination plus poussée.

Les plans de travail des cellules, constitués de panneaux en alliage d'aluminium (900 mm x 500 mm x 5 mm), ont été décontaminés de façon analogue avant d'être évacués comme déchets à basse activité.

Les facteurs de décontamination optimale ne sont pas élevés (environ 50), mais il est important d'observer que, grâce à la technique adoptée, il n'y a eu aucun besoin de blinder les déchets issus des appareillages ayant fonctionné plusieurs années en cellules chaudes.

Tous les résidus de la décontamination ont été recueillis dans un puits en plomb situé au fond de l'enceinte, et remplaçable au moment voulu.

7. CELLULE 1

7.1 Essais de décontamination sur bandes de paroi

Le choix de décontaminer les parties restantes des cellules avec fréon en circuit fermé comporte des travaux onéreux et de longue durée, et nécessite, en outre, d'apporter une modification provisoire sur le système de ventilation pour éviter, ou réduire au minimum, les pertes de fréon.

Avant d'arrêter définitivement le choix sur le système DECOFREON et donner libre cours aux activités, il a fallu réaliser une série d'essais significatifs sur les parois internes des cellules afin de prouver que le procédé remplissait certaines conditions, imposées aussi par notre Organisme de Contrôle, soit:

1. démontrer l'efficacité du système sur la base des résultats susceptibles d'être obtenus, en tenant compte des déchets produits et des doses sur le personnel;
2. réduire au minimum la dispersion de fréon dans l'environnement extérieur;
3. assurer que le fréon récupéré après la décontamination n'est pas contaminé. Une telle condition a été largement démontrée au cours de la décontamination des appareillages: tous les contrôles effectués sur le fréon, après son utilisation et sa récupération, n'ont révélé aucune trace de contamination.

Le programme reporté ci-dessous a été suivi pour effectuer le point 1:

- élimination, par aspiration, de toute la poussière possible présente dans la cellule évacuée afin de réduire au minimum l'exposition aux radiations des opérateurs;
- établissement d'un plan détaillé d'intensité d'irradiation, pour individuer sur les parois des cellules les zones de majeure contamination;
- identification de zones type, ayant différent taux de contamination (bandes A,B,C,D,E - voir figures 17A et 17B);
- mesures de la contamination surfacique exportable sur les bandes indiquées précédemment, avant et après lavage avec fréon.

7.1 Conditions operatives et résultats

Le lavage a été effectué en utilisant une lance avec orifice, du type SS5002 de la Société SPRAYNG SYSTEMS (pression: 15 MPa, portée 5,58 l/min) maintenue à une distance de 5 cm des parois. Les lavages ont été effectués comme suit:

BANDE A: 2 lavages avec fréon
BANDE B: 2 lavages avec fréon et brosse végétale
BANDE C: 1 lavage avec fréon et brosse métallique
BANDE D: sur une partie: 1 lavage avec fréon et brosse métallique
 sur l'autre: 1 lavage avec fréon et éponge d'acier
BANDE E: 1 lavage avec fréon et brosse métallique

La contamination surfacique exportable sur les bandes indiquées a été mesurée après frottement d'un papier filtre de 55 mm de diamètre sur une surface de 100 cm². Le papier filtre a été conservé en sachets de polyéthylène et extrait sous enveloppes scellées.

Le contrôle du taux de contamination résiduelle après lavage, en correspondance des points précédemment évalués et de points intermédiaires, a consenti afin d'en vérifier aussi l'éventuelle variation due au frottement du papier filtre.

Les résultats des mesures sont consignés au tableau 5.

On a démontré aussi que, à cause de la contamination diffusée à l'intérieur de la cellule, le procédé de prélèvement de la contamination introduit systématiquement, à l'état actuel, un taux de contamination d'environ 7,5 kBq/m² ($2,0 \cdot 10^{-5}$ µCi/cm²) et, qu'ainsi, toute ultérieure tentative n'aurait fourni aucun résultat concernant le facteur maximum de décontamination réalisable.

Au contraire, aucune variation significative du taux de contamination n'est observée, du fait que les frottis sont accomplis sur les mêmes points.

Les facteurs de décontamination obtenus par spectrométrie gamma sur le Cs-137 sont comparables à ceux qui ont été calculés d'après les mesures totales de radioactivité effectuées avec l'instrument THYAC III VICTOREEN Mod. 490 - Sonde 489-110-B.

8. CONCLUSIONS PRELIMINAIRES

Les activités effectuées jusqu'ici permettent d'affirmer que:

1. le système Scalhène, relié à une sortie de secours et associé au scaphandre ventilé, dont l'utilisation totalise environ 260 interventions en aires contaminées, a démontré son efficacité et ses nombreux avantages par rapport à d'autres équipements radioprotectifs.

Parmi ses avantages, citons:

- la réduction, d'un facteur d'à peu près 30, du volume des déchets, compte tenu de l'emploi extrêmement limité de vêtements protectifs: survêtements, masques, gants, etc.;
- la diminution du risque de contamination sur les personnes (aucun cas de contamination n'a été, jusqu'à présent, relevé);
- la sécurité des opérateurs, résultant principalement de la résistance et fiabilité des matériaux et systèmes;
- la préférence des opérateurs, entraînés à l'utilisation du scaphandre, pour ce système, par rapport aux équipements traditionnels pour son confort.

L'unique inconvénient dérive du coût initial. Celui-ci sera probablement amorti après un certain nombre d'interventions (évalué approximativement à 300), si l'on considère que la quantité de scaphandres substitués est nettement inférieure à celle des vêtements protectifs qu'il aurait fallu utiliser pour les mêmes activités.

Les bénéfices en matière de sécurité et gestion des déchets n'ont pas été quantifiés.

2. Le système DECOFREON en circuit fermé a permis de réduire la contamination des appareillages et, en outre, d'abaisser rapidement les taux d'irradiation. Ceci a consenti de conditionner les déchets en bidons pétrolifères non blindés, limitant, de ce fait, leur volume à un peu plus de celui des appareillages d'origine.

Les essais de décontamination avec fréon sur bandes échantillons de parois des cellules ont donné des résultats satisfaisants en ce qui concerne les facteurs de décontamination obtenus. Ceci a consenti de continuer les activités selon la direction choisie.

3. L'ensemble des procédés, du point de vue de la radioprotection, mis au point, a pratiquement éliminé les risques de contamination interne, et réduit, grâce à une programmation appropriée des opérations, les doses individuelles et collectives, à des valeurs bien au-dessus des limites prévues pour le personnel directement affecté à des travaux sous rayonnement (personnes DATR).

Les données relevées sont mentionnées dans le tableau 6.

LISTE DES TABLEAUX

- TABLEAU 1** COMBUSTIBLE NUCLEAIRE IRRADIE EXTRAIT DE LES CELLULES
- TABLEAU 2** CARACTERISTIQUES DES CONTENEURS POUR LES DECHETS RADIOACTIFS
- TABLEAU 3** CELLULE 2 - TYPOLOGIE ET QUANTITE DE DECHETS PRODUITS
- TABLEAU 4** CELLULE 2 - TAUX DE CONTAMINATION
- TABLEAU 5** CELLULE 1 - TAUX DE CONTAMINATION ET FACTEURS DE DECONTAMINATION SUR DES BANDES DE PAROI
- TABLEAU 6** DONNEES SUR LA RADIOPROTECTION DU PERSONNEL PARTECIPANT A LES DIFFERENTES CAMPAGNES

TABLEAU 1

COMBUSTIBLE NUCLEAIRE IRRADIE EXTRAIT DE LES CELLULES

CONTENEUR	EXPERIENCE	CONDITION	CRAYONS/MORCEAUX	U TOTAL	U-235	U-233	Pu	Th
Poid (kg)			N.	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
VRV-A	CART-C1	INTEGRE	11	11650,0	0	0	0	0
2200	IFA 142	COUPEE	3	1171,0	23	0	3,25	0
VRV-B	CART-C2	INTEGRE	10	11806,0	0	0	25,00	0
"	IFA 142	COUPEE	2	768,0	15	0	2,25	0
2200	IFA 140	COUPEE	4	2281,0	82	0	3,00	0
"	CIRENE ATRI I	COUPEE	2	1182,5	26	0	0	0
VRV-C	IFA 175	INTEGRE	5	147,0	132	0	0	5403
2200	IFA 176	INTEGRE	4	120,0	108	0	0	4266
VRV-D	IFA 142	INTEGRE	6	7132,0	138	0	19,50	0
"	CYRSUM COMPERE	INTEGRE	1	22,0	0	0	6,00	0
2200	IFA 128	INTEGRE	1	1196,0	32	0	0,20	0
"	IFA 128	COUPEE	10	3400,0	90	0	0,60	0
"	IFA 142	COUPEE	1	411,0	8	0	1,00	0
VRV-E	AGESTA	COUPEE	45	914,0	17	0	1,00	0
"	IFA 128	COUPEE	6	120,0	3	0	0	0
2200	IFA 140	COUPEE	3	84,0	3	0	0	0
"	IFA 139	COUPEE	2	18,0	0	0	0	0
"	RING CAN 3/4	INTEGRE	21	90,0	2	0	0	0
"	CYRANUM V1/V2	COUPEE	15	447,0	30	0	0	0
TOTAL				42959,5	709	0	61,80	9669

TABLEAU 2

CARACTERISTIQUES DES CONTENEURS POUR LES DECHETS
FORTEMENT RADIOACTIFS

TYPE	N.	VOLUME UTILE (litres)	BLINDAGE
N	10	106	120 mm de béton barytique +
M	10	23	210 mm de béton barytique + 20 mm de plomb
OPb1	3	148	90 mm de béton barytique + 10 mm de plomb
OPb3	1	120	90 mm de béton barytique + 30 mm de plomb
N8	1	162	90 mm de béton barytique
TSR	5	10	100 mm de plomb

TABLEAU 3

CELLULE 2 - TYPOLOGIE ET QUANTITE DE DECHETS PRODUITS

TYPLOGIE	TYPE DECHET	COLIS N.	VOLUME (1)
Combustible	Sac	/	/
Incombustible	Sac	55	4224
Combustible	Bidon	24	4800
Incombustible	Bidon	32	6400

TABLEAU 4

TAUX DE CONTAMINATION DE LA CELLULE 2

UBICATION	NIVEAUX DE CONTAMINATION	
	en kBq/m ²	en µCi/cm ²
Sol	30 ÷ 110	8·10 ⁻⁵ + 3·10 ⁻⁴
Paroi (côté fenêtre)	20 ÷ 370	5·10 ⁻⁵ + 10 ⁻³
Paroi (côté port)	15 + 75	4·10 ⁻⁵ + 2·10 ⁻⁴
Paroi entre cellules 2/1	25	7·10 ⁻⁵ valeur moyenne
Paroi entre cellules 2/3	15 + 110	4·10 ⁻⁵ + 3·10 ⁻⁴

TABLEAU 6

DONNEES SUR LA RADIOPROTECTION DU PERSONNEL PARTICIPANT A LES DIVERS CAMPAGNES

CAMPAGNE	INTERVENTIONS N.	PERSONNES N.	DOSE COLLECTIVE (homme · μ Sv)	DOSE COLLECTIVE DES OPERATEURS (homme · μ Sv)	DOSE COLLECTIVE DES AUTRES (homme · μ Sv)	DOSE MOYENNE (μ Sv) <i>par intervention</i>	DOSE MAXIMUM (μ Sv) <i>par personne</i>
Extraction des déchets radioactifs	41	23	1124	1065	59	49	43
Cellule 2 - Extraction des appareillages et des plans de travail	52	19	360	360	0	19	13
Extraction des briques en béton	21	18	171	171	0	9	12
Entretien extraordinaire du pont roulant	51	18	3511	3129	382	195	126
Cellule 1 - Extraction des appareillages et des plans de travail	58	21	11403	8711	2692	543	357
Cellule 3 - Extraction des appareillages et des plans de travail (en course)	46	20	5164	3449	1715	258	187

Totale dose ^{Trm} 25 (en mSv)
 Interventions ~ 9 mois de déclassement (celle intervention dure ~ 1 jour)

LISTE DES FIGURES

- FIGURE 1 - OPERATEUR DANS LA CELLULE AVEC SCAPHANDRE DE TYPE SCALHENE
- FIGURE 2 - PLAN GENERAL DE L'INSTALLATION OPEC-1
C.R.E. CASACCIA (ENEA)
- FIGURE 3 - INSTALLATION DES CELLULES OPEC-1
C.R.E. CASACCIA (ENEA)
- FIGURE 4A - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 1
(VUE DE LA FENETRE A GAUCHE)
- FIGURE 4B - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 1
(VUE DE LA FENETRE A DROITE)
- FIGURE 5 - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 2
- FIGURE 6 - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 3
- FIGURE 7 - SCHEMA DE LA STATION DE TRANSFERT
- FIGURE 8 - DISPOSITIF BLINDE POUR L'EXTRACTION DU COMBUSTIBLE
IRRADIE ET DES DECHETS FORTEMENT RADIOACTIFS
- FIGURE 9 - ENCEINTE POUR LE CONDITIONNEMENT, EN BIDONS
PETROLIFERES, DES DECHETS FORTEMENT RADIOACTIFS
- FIGURE 10 - SCHEMA GENERAL POUR LE CONDITIONNEMENT DES DECHETS
RADIOACTIFS
- FIGURE 11 - SCHEMA GENERAL DE L'ENSEMBLE OPERATIONNEL
- FIGURE 12 - SCHEMA D'INSTALLATION DU SYSTEME "DECOFREON"
- FIGURE 13 - ENCEINTE EN ACIER INOX POUR LA DECONTAMINATION EN
CIRCUIT FERME
- FIGURE 14 - SYSTEME DE TRANSFERT DES BRIQUES AU DEHORS DE LA
CELLULE
- FIGURE 15 - SYSTEME D'EXTRACTION ETANCHE DES BRIQUES
- FIGURE 16 - MACHINE A COUPER CONTAMINEE AVANT ET APRES LE LAVAGE
AVEC FREON
- FIGURE 17A- CELLULE 1 - BANDES CHOISIES POUR LES ESSAIS DE
DECONTAMINATION
- FIGURE 17B- CELLULE 1 - BANDES CHOISIES POUR LES ESSAIS DE
DECONTAMINATION

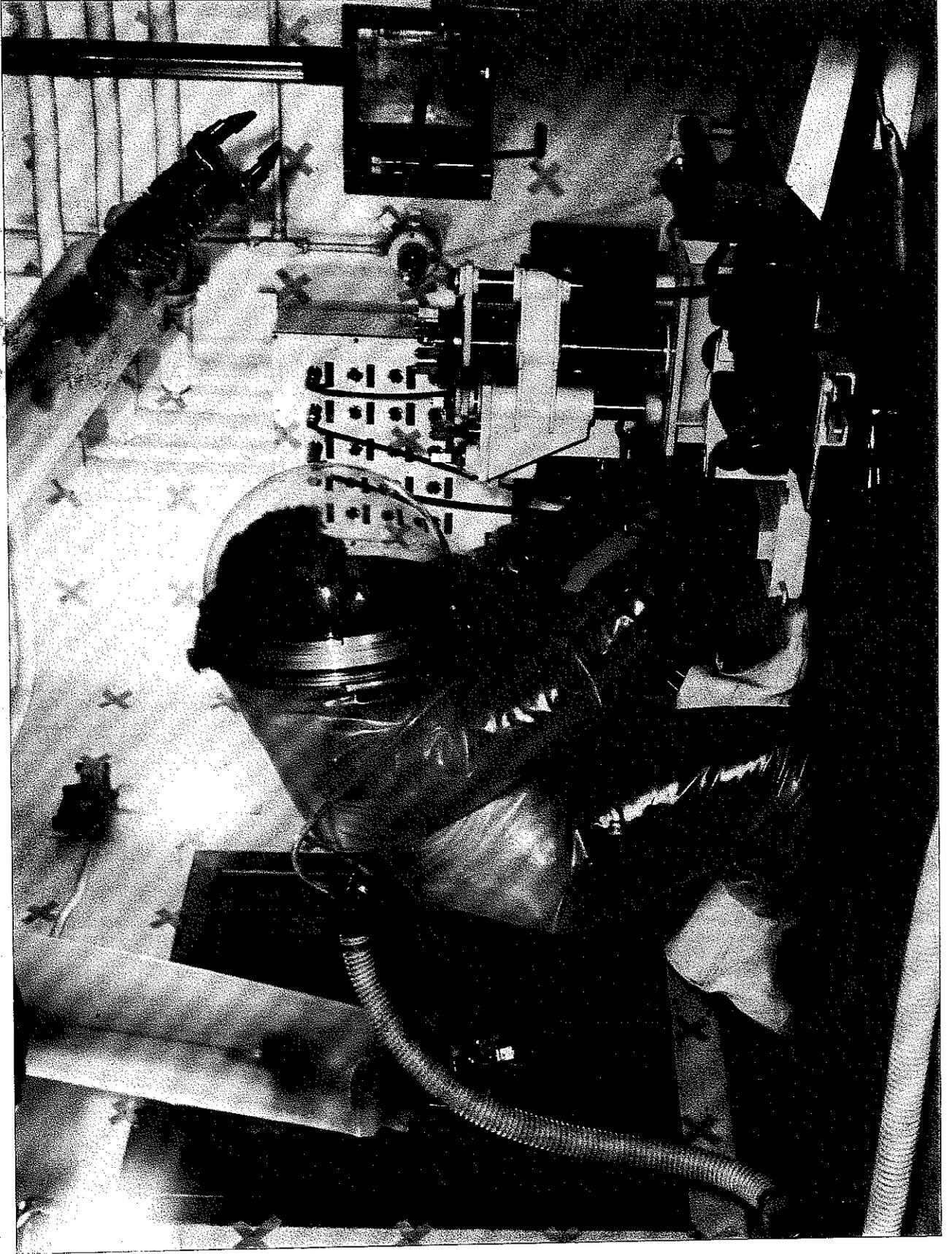


Figure 1 - OPERATEUR DANS LA CELLULE AVEC SCAPHANDRE DE TYPE SCALHENE

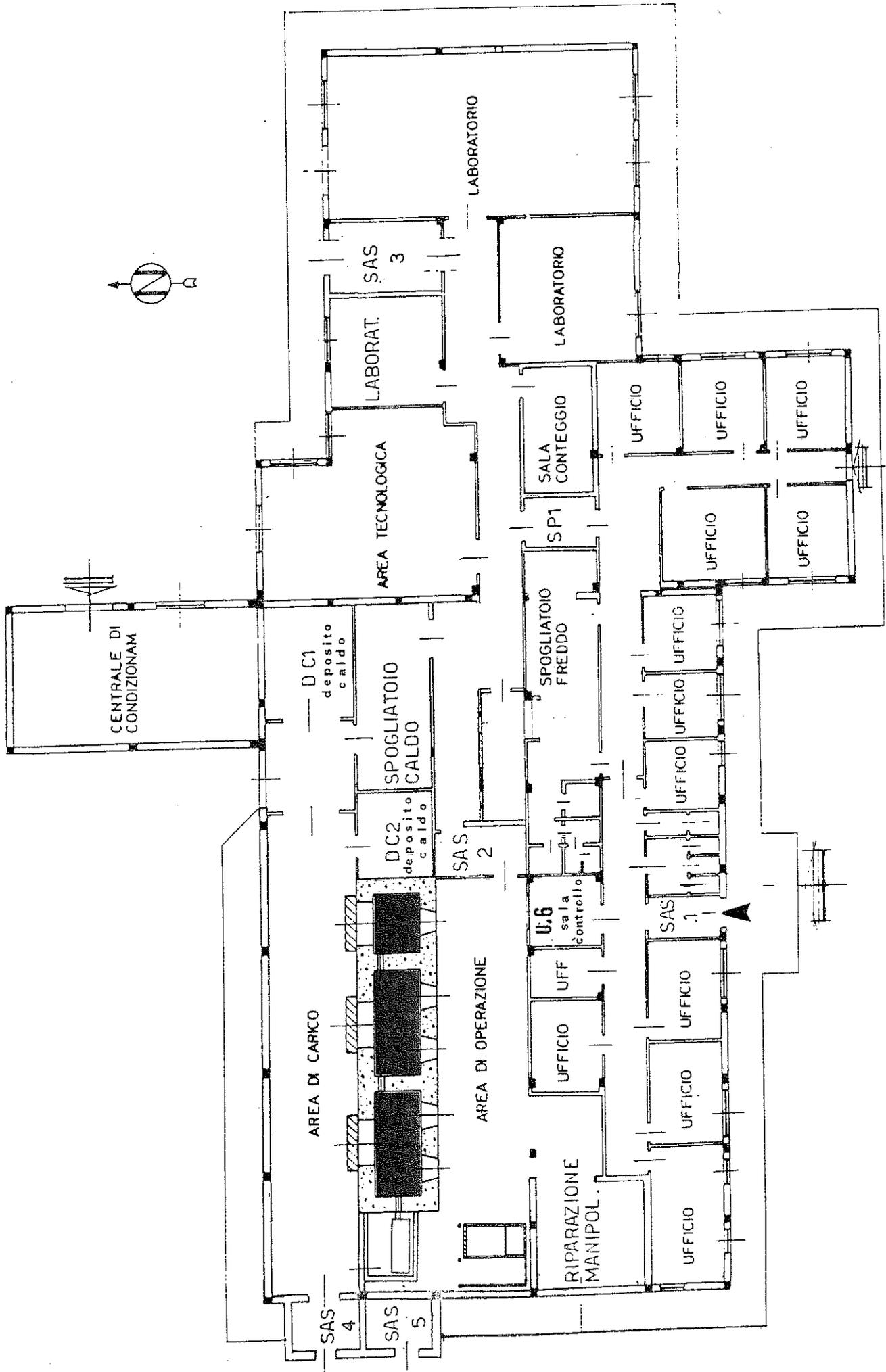


Figure 2 - PLAN GENERAL DE L'INSTALLATION OPEC - 1 C.R.E. CASACCIA (ENEA)

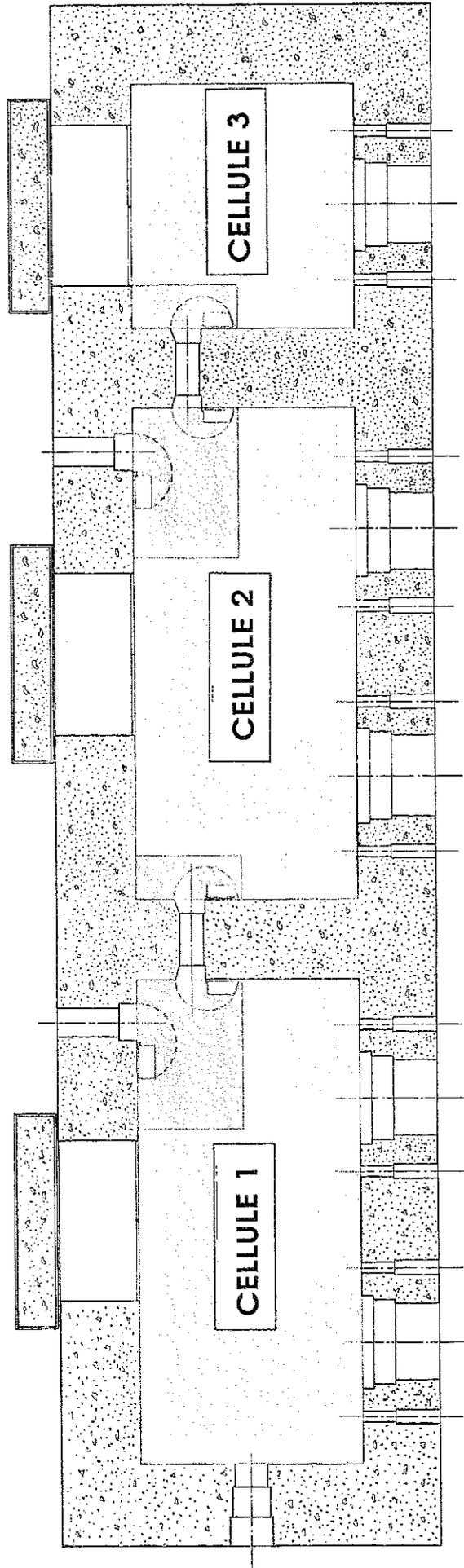


Figure 3 - INSTALLATION DES CELLULES OPEC - 1 C.R.E. CASACCIA (ENEA)

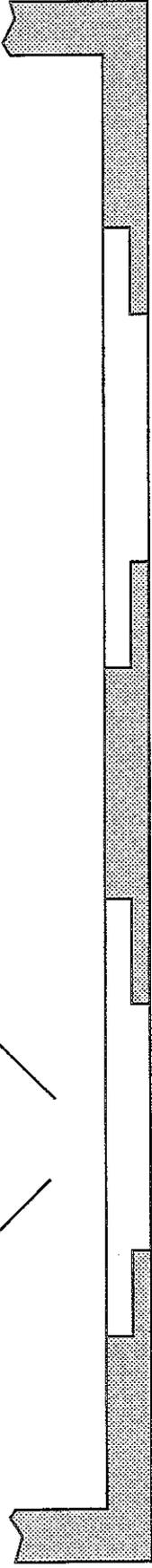
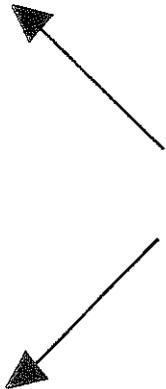
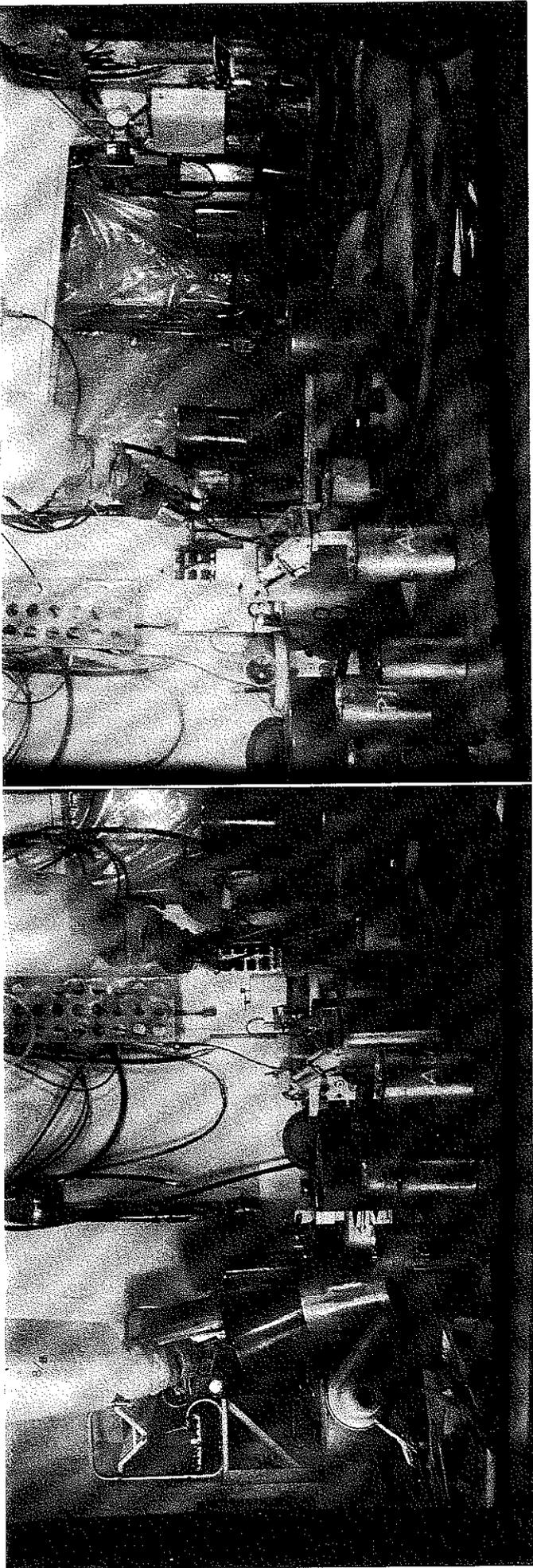


Figure 4 A - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 1 (VUES DE LA FENETRE A GAUCHE)

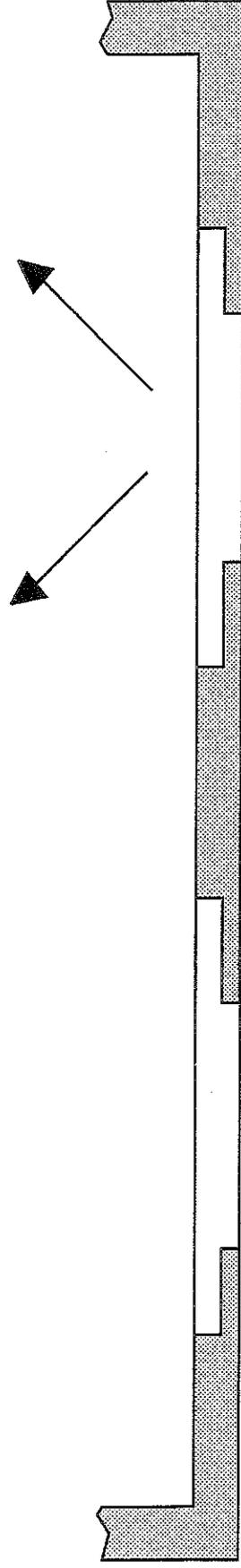
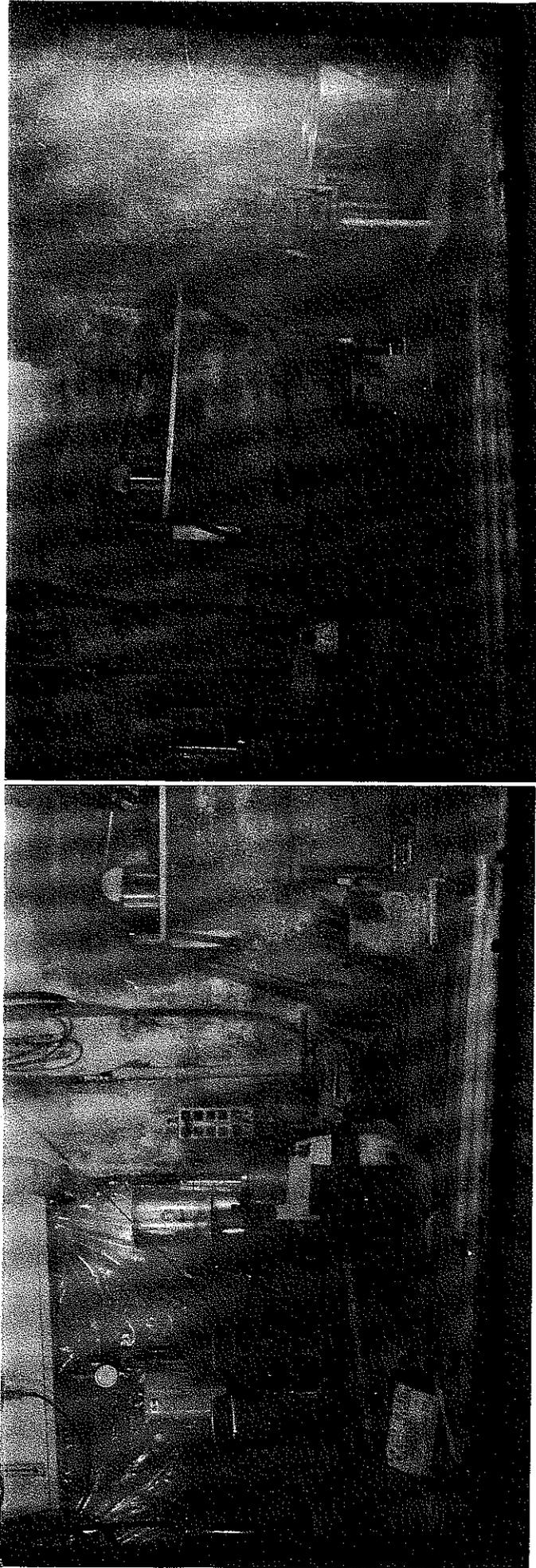


Figure 4 B - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 1 (VUES DE LA FENETRE A DROITE)

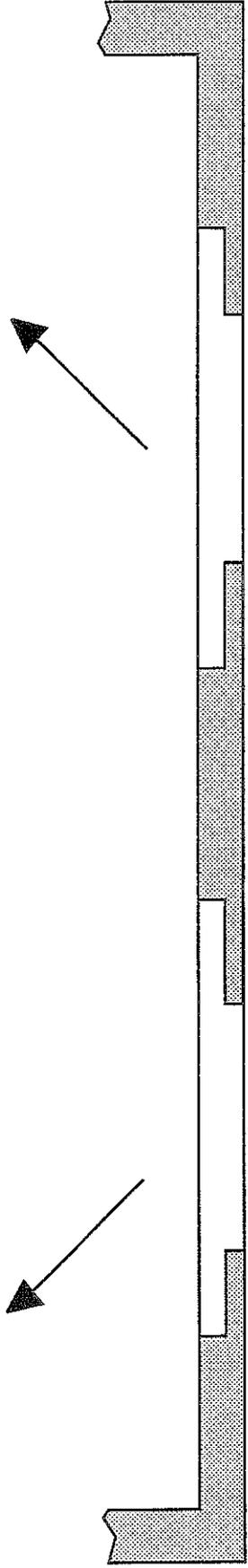
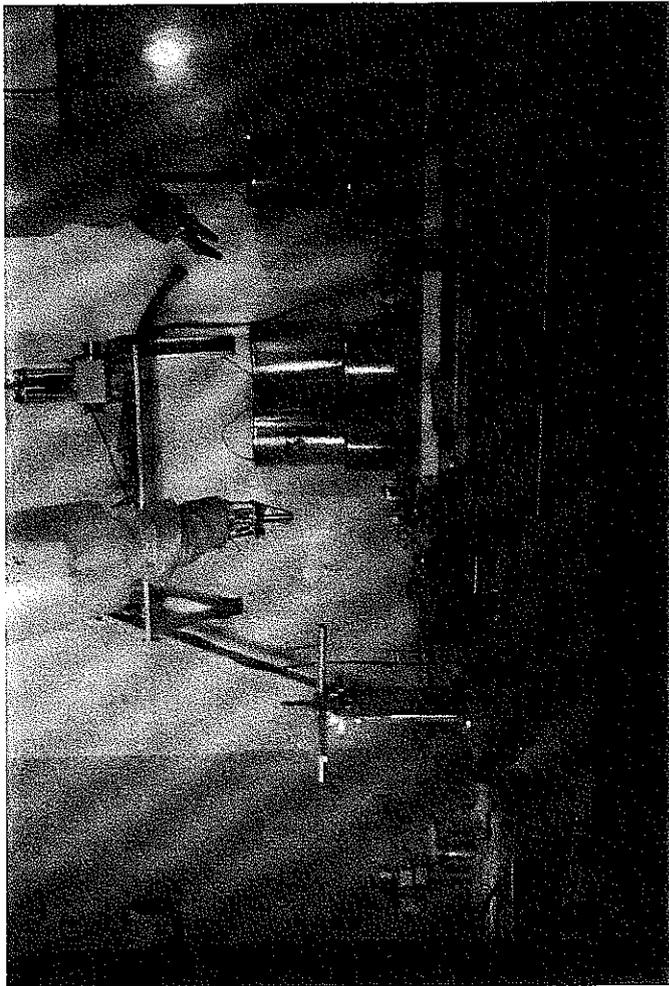
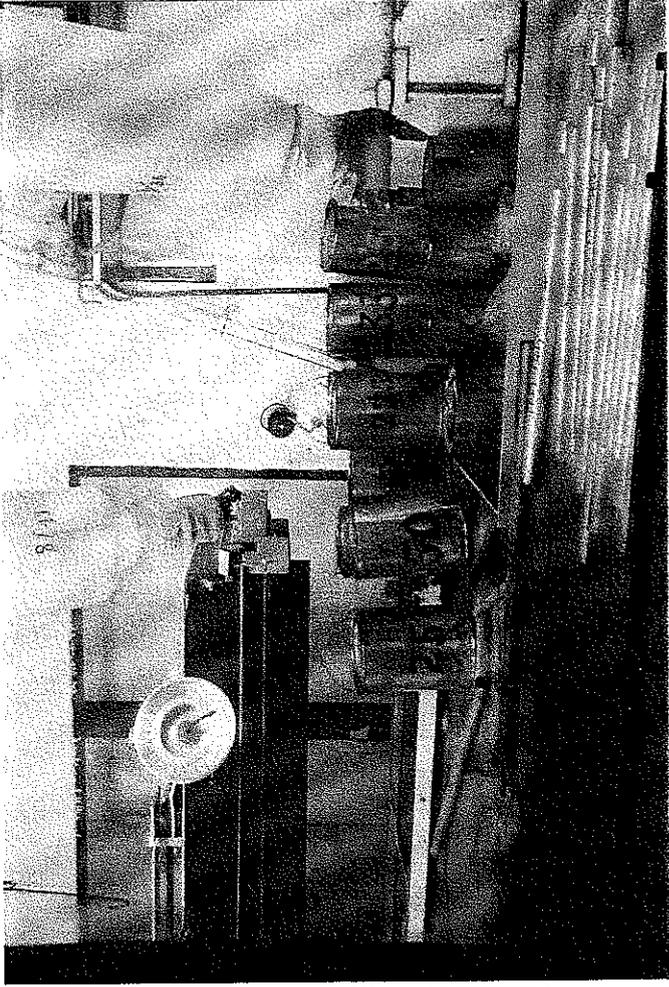


Figure 5 - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 2

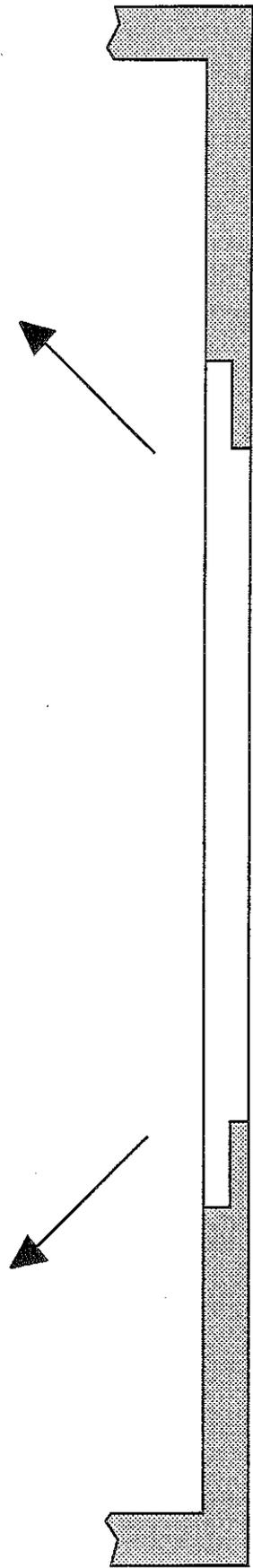
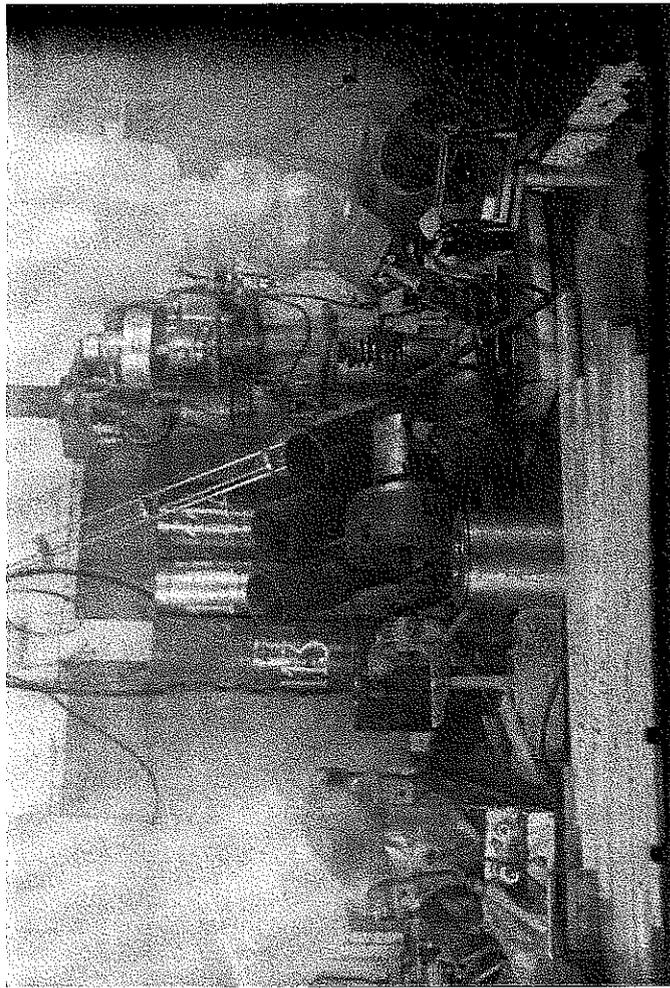
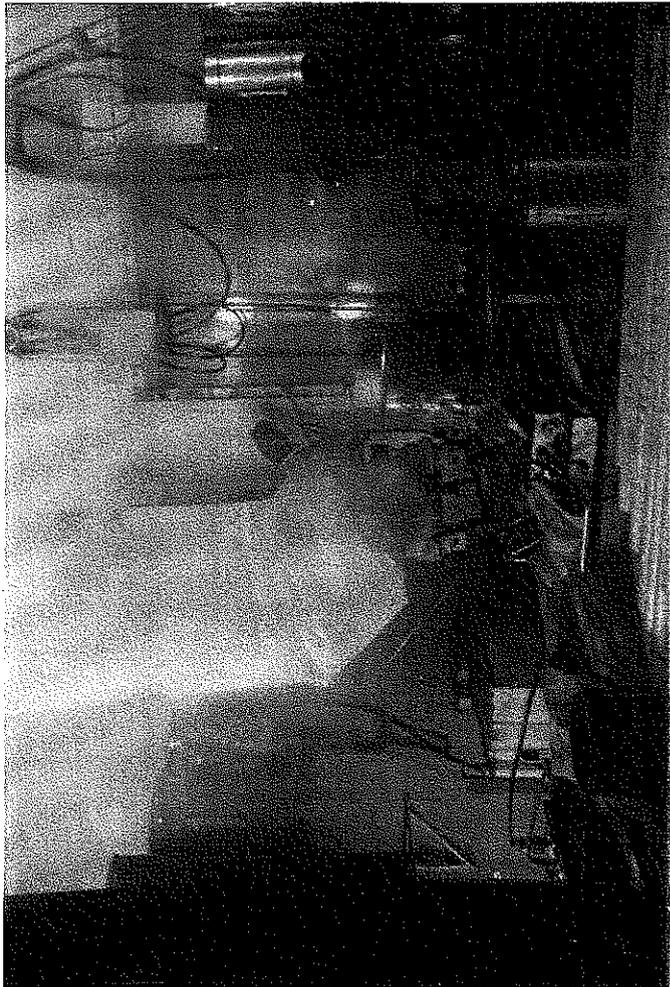


Figure 6 - ETAT INITIAL A L'INTERIEUR DE LA CELLULE 3

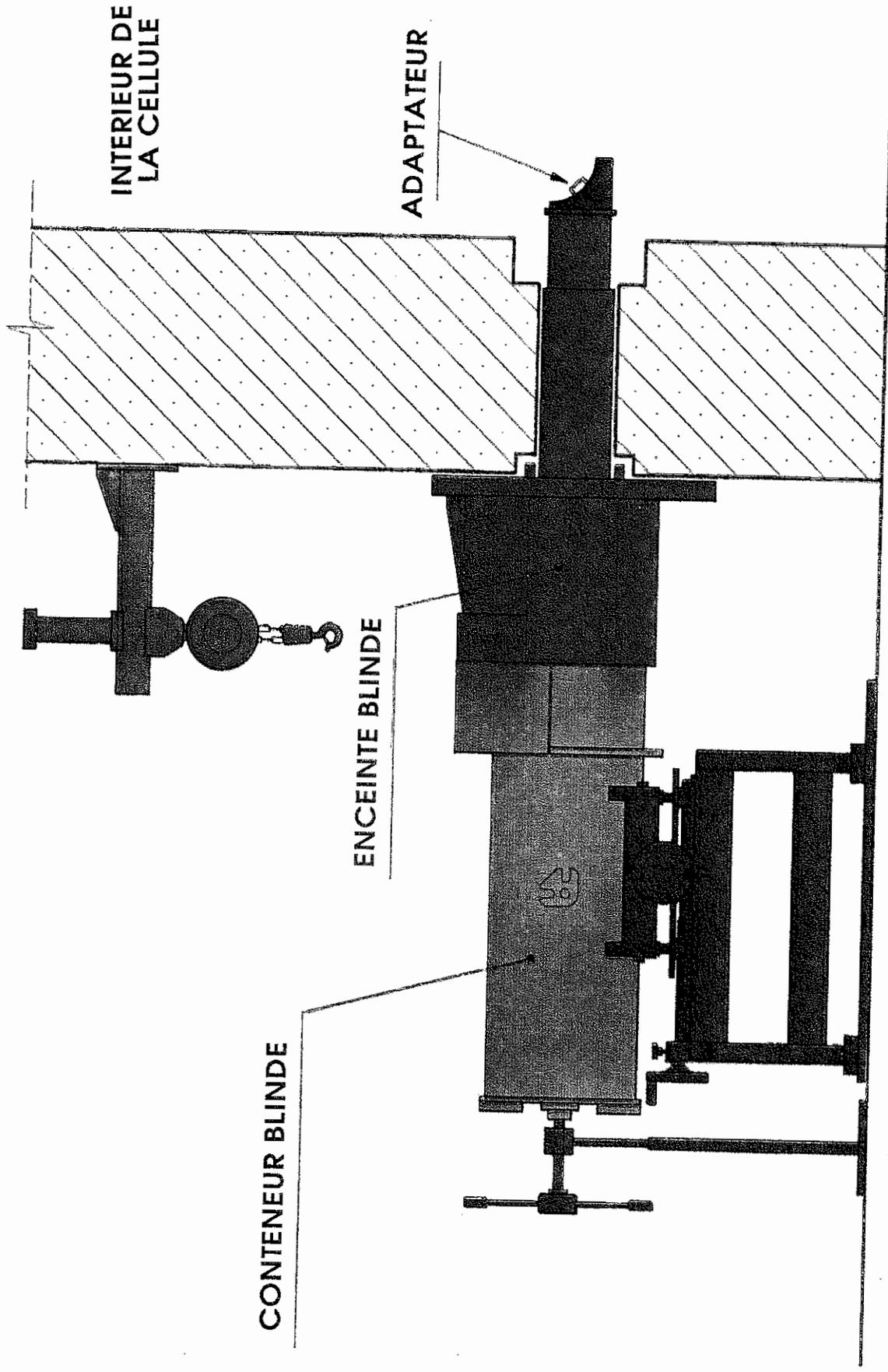


Figure 7 - SCHEMA DE LA STATION DE TRANSFERT



Figure 8
DISPOSITIF BLINDE POUR L'EXTRACTION DU COMBUSTIBLE
IRRADIE ET DES DECHETS FORTEMENT RADIOACTIFS

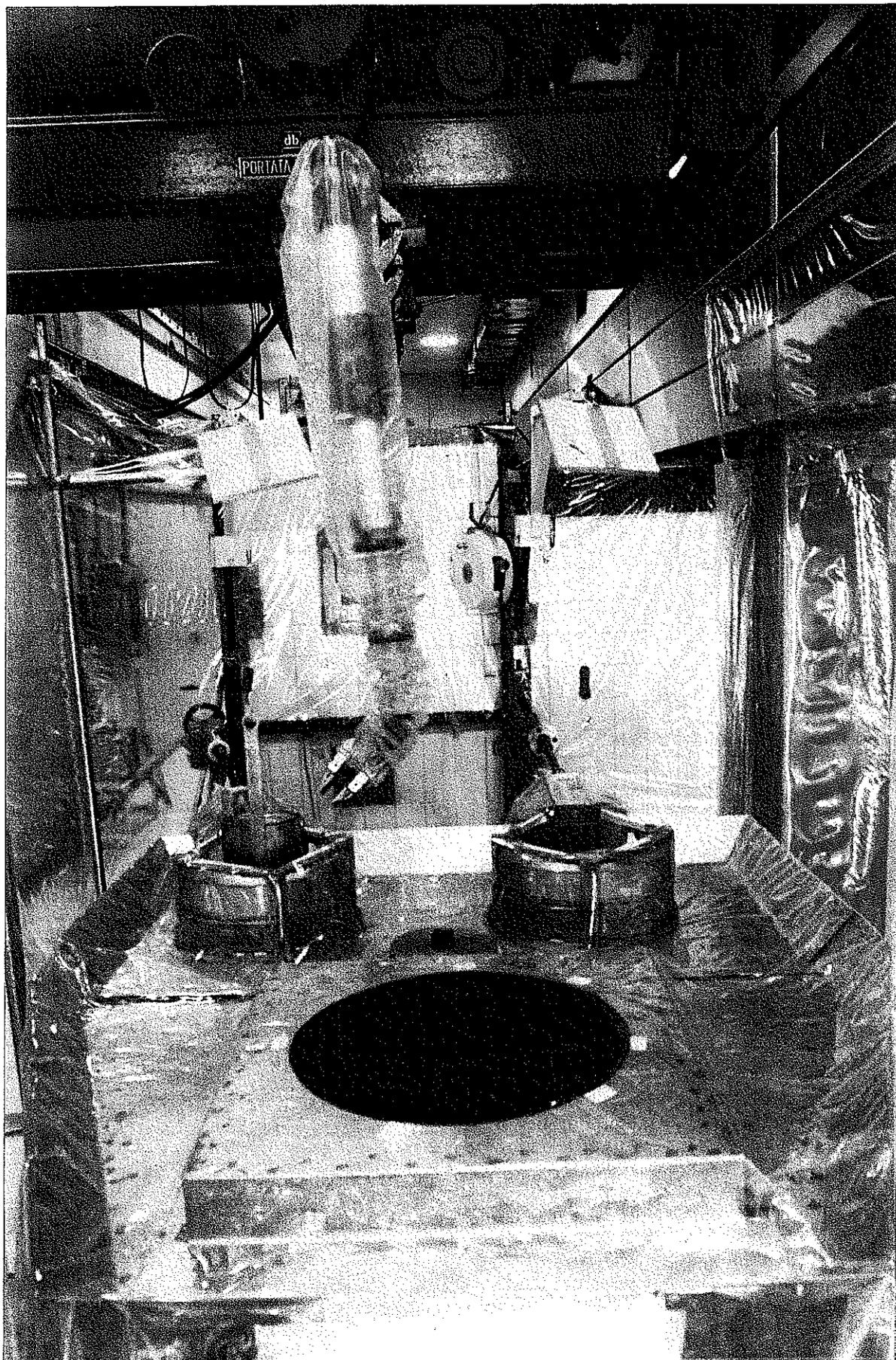


Figure 9
ENCEINTE POUR LE CONDITIONNEMENT, EN BIDONS
PETROLIFERES, DES DECHETS FORTEMENT RADIOACTIFS

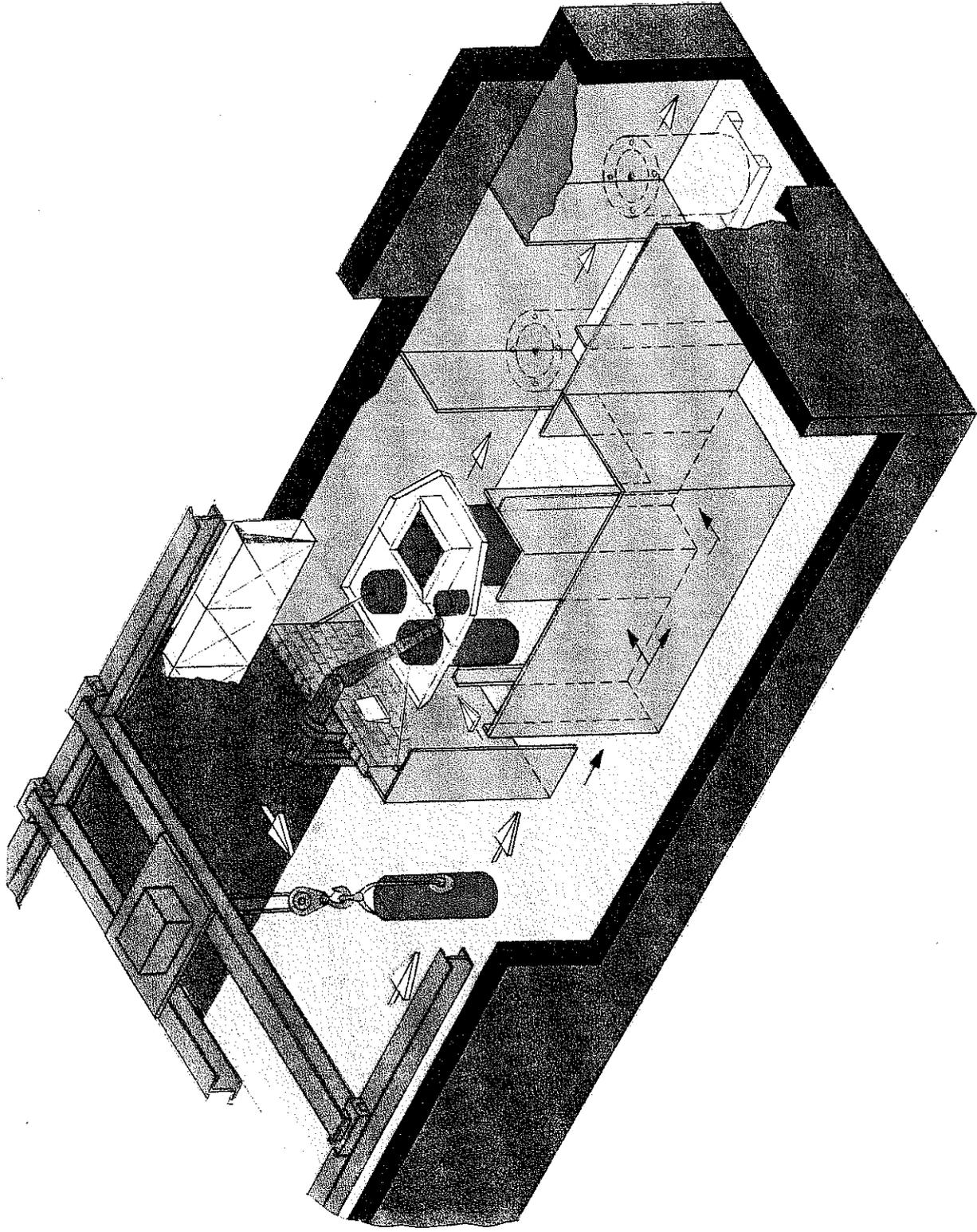


Figure 10 - SCHEMA GENERAL POUR LE CONDITIONNEMENT DES DESCHETS RADIOACTIFS

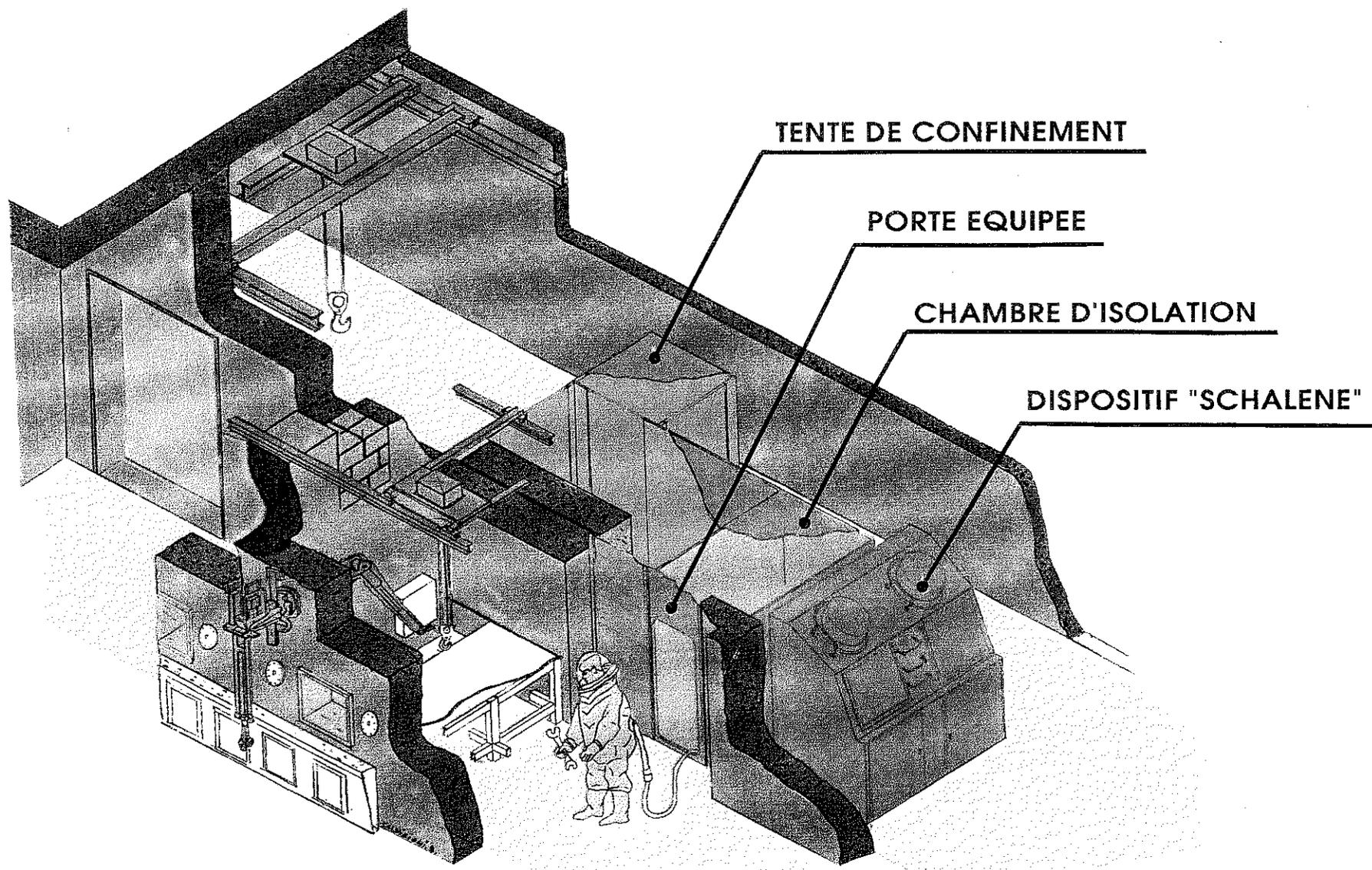


Figure 11 - SCHEMA GENERAL DE L'ENSEMBLE OPERATIONNEL

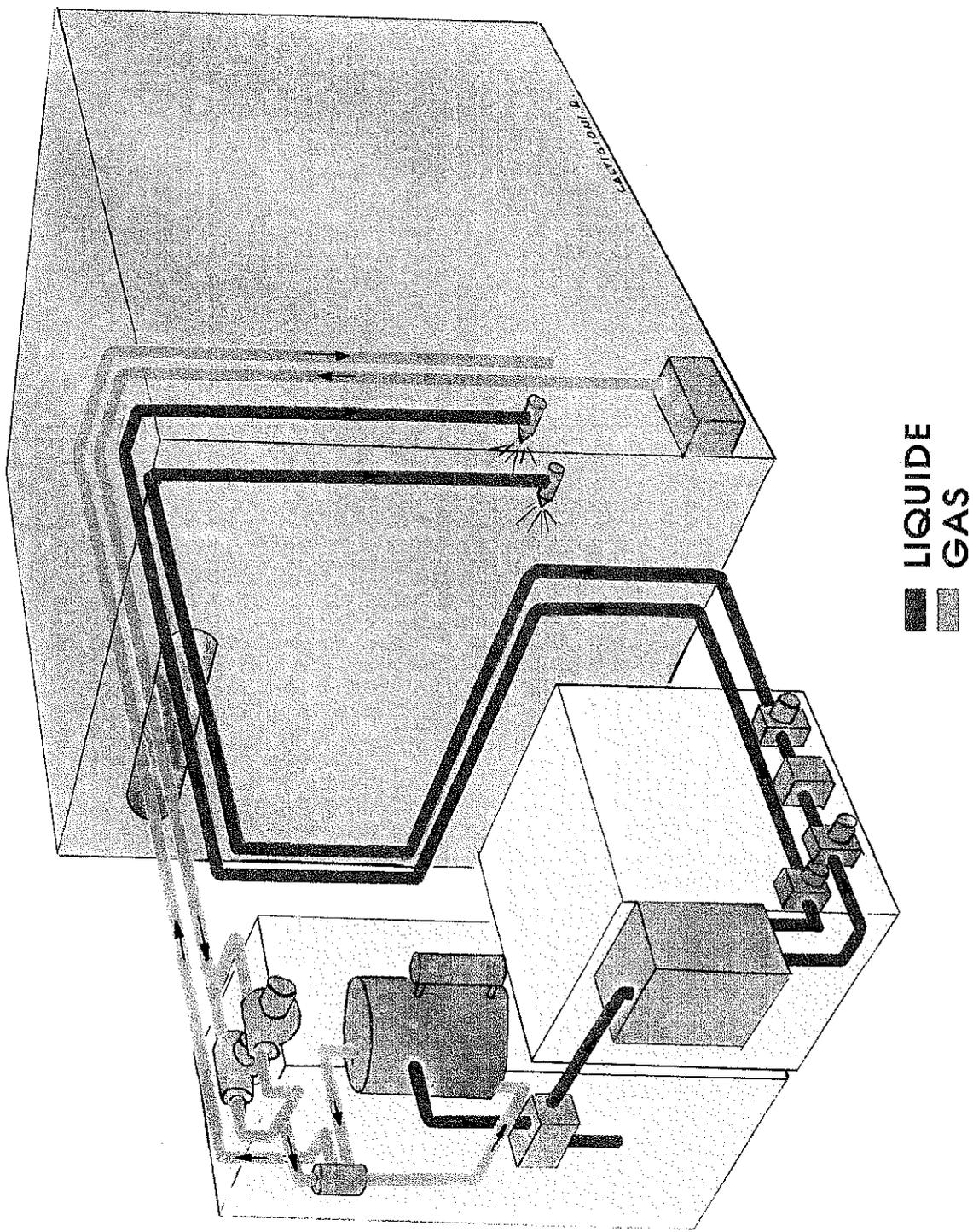


Figure 12 - SCHEMA D'INSTALLATION DU SYSTEME "DECOFREON"

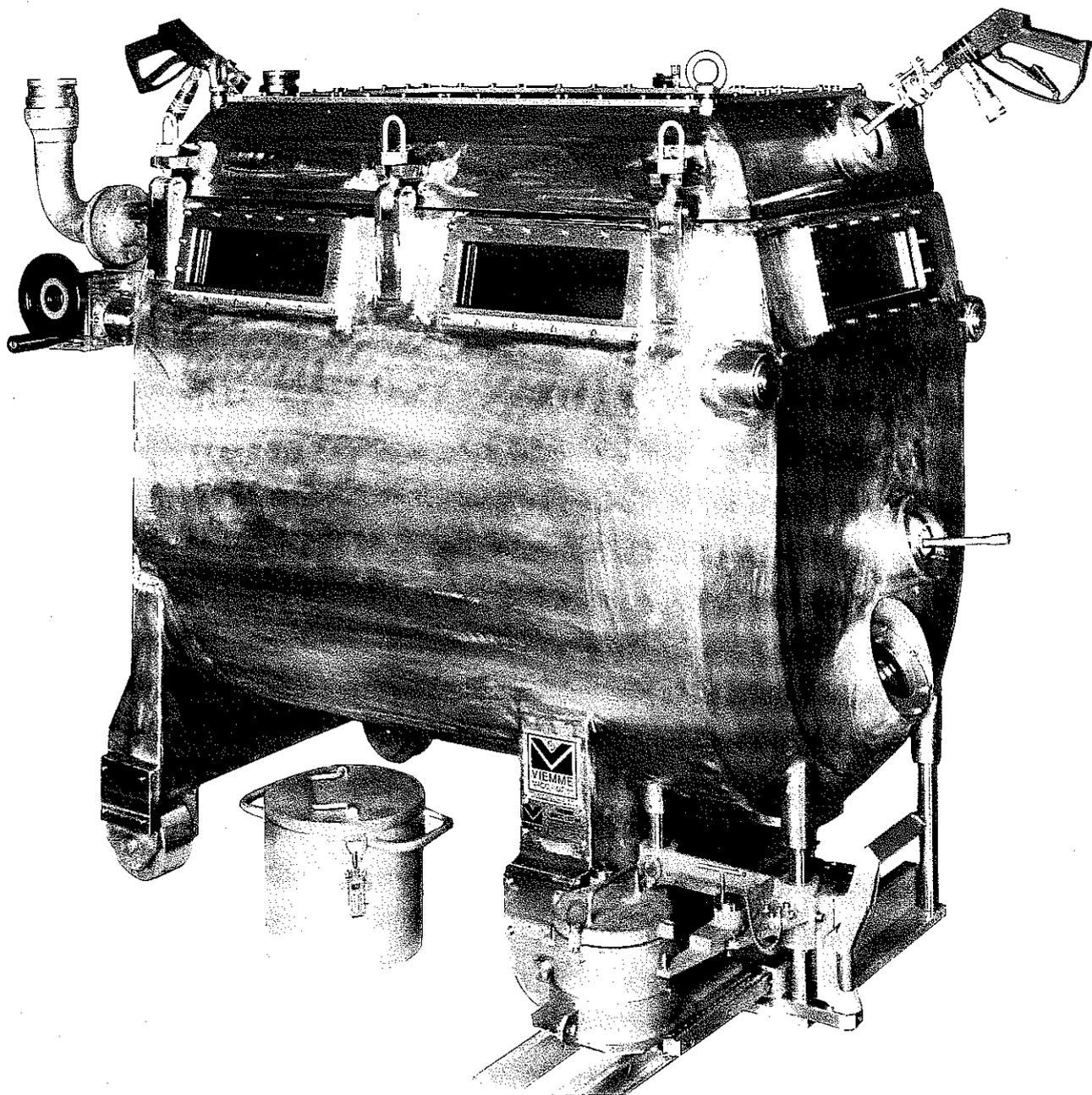


Figure 13
ENCEINTE EN ACIER INOX POUR LA
DECONTAMINATION EN CIRCUIT FERME

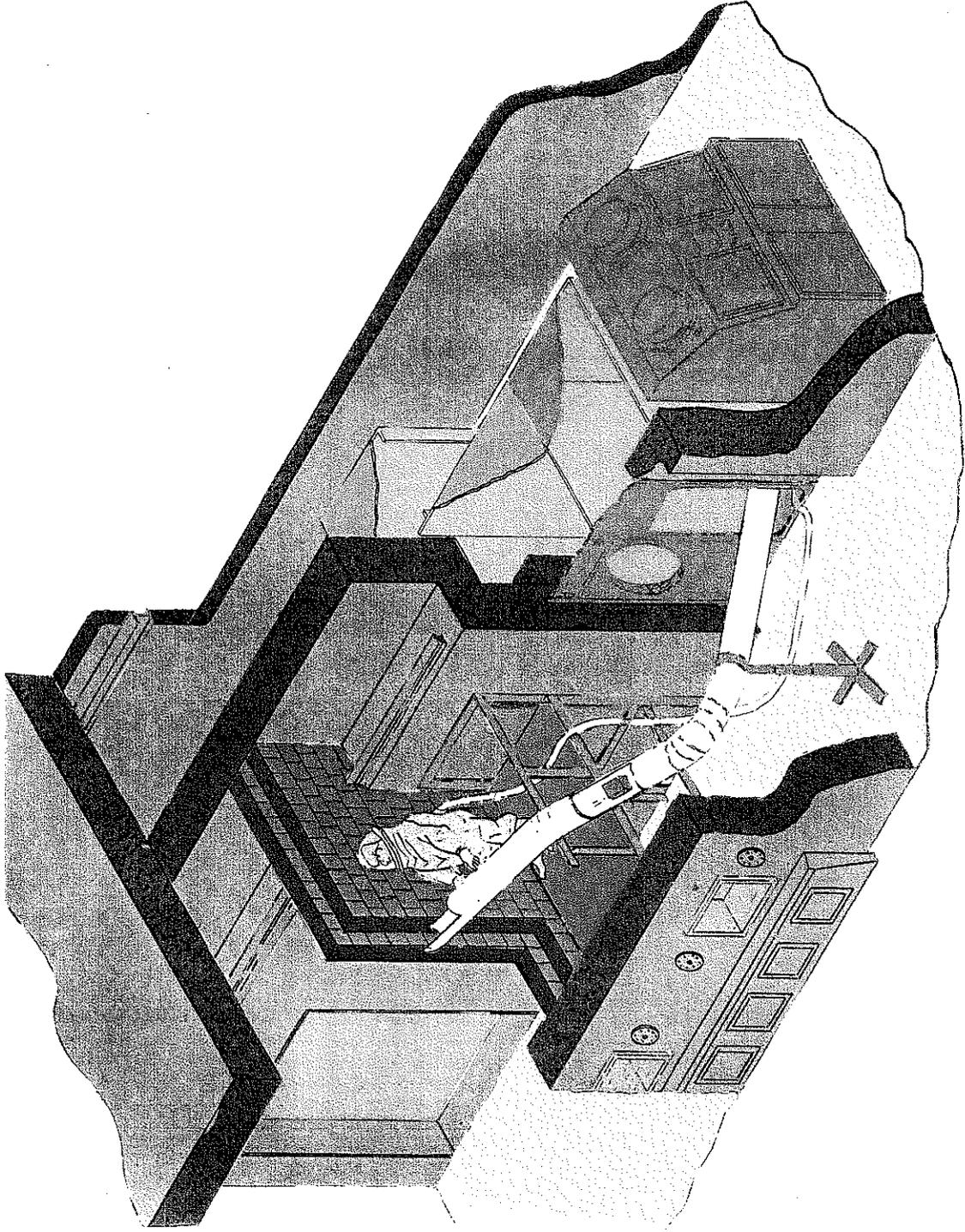
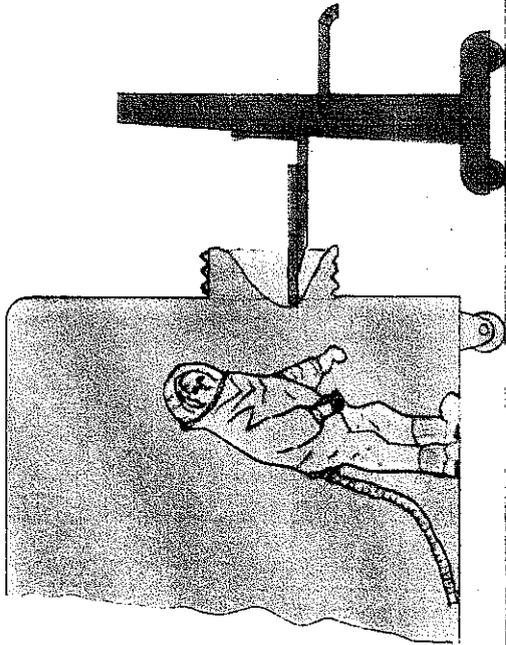
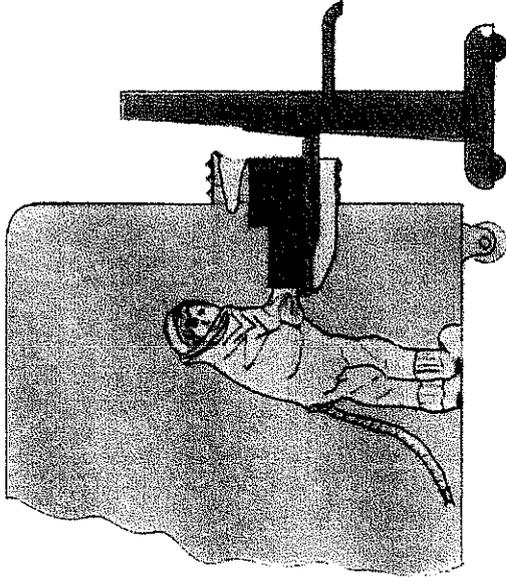


Figure 14 - SYSTEME DE TRANSFERT DES BRIQUES AU DEHORS DE LA CELLULE

(A)



(B)



(C)

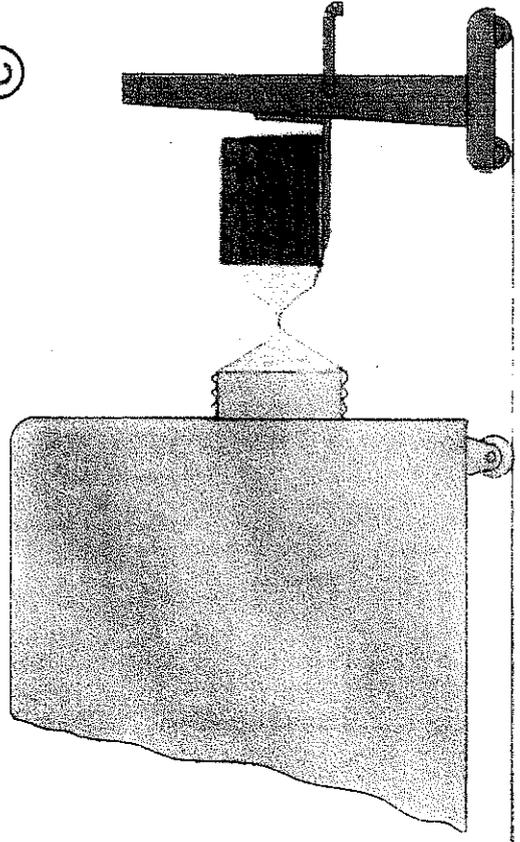


FIG. A) INTRODUCTION DU CHARIOT
AVEC PLAN D'APPUI

FIG. B) CHARGEMENT DES BRIQUES

FIG. C) EXTRACTION ETANCHE AVEC SOUDURE

Figure 15 - SYSTEME D'EXTRACTION ETANCHE DES BRIQUES

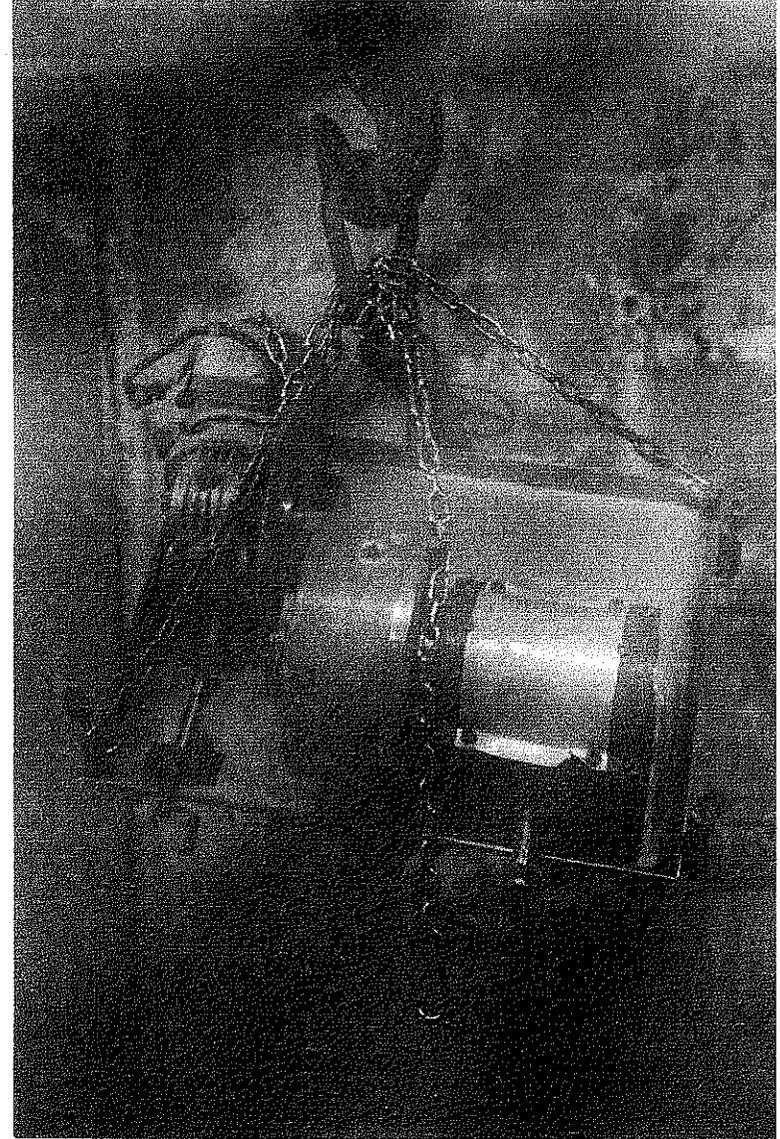
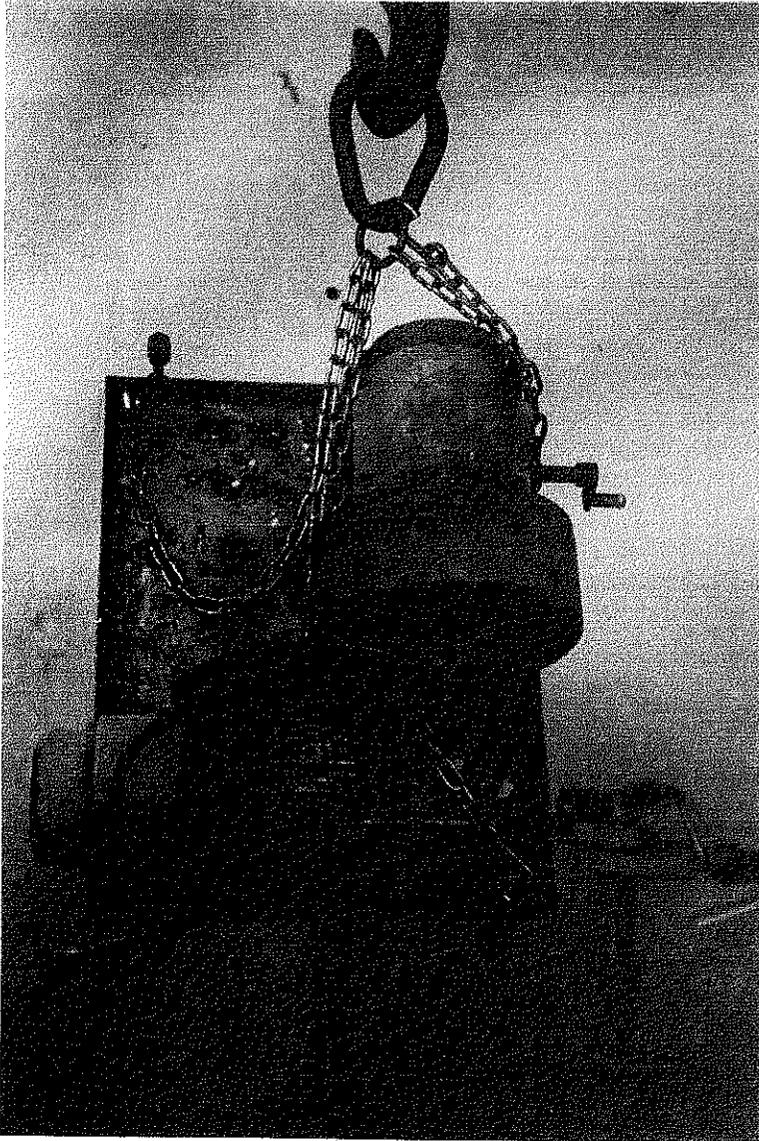


Figure 16 - MACHINE A COUPER CONTAMINEE AVANT ET APRES LE LAVAGE AVEC FREON

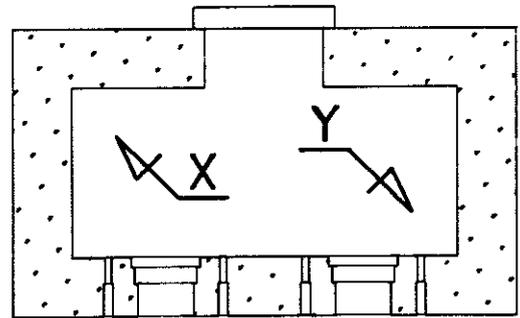
■ INTENSITE D'EXPOSITION AU CONTACT (mR/h)

● FACTEUR DE DECONTAMINATION) →

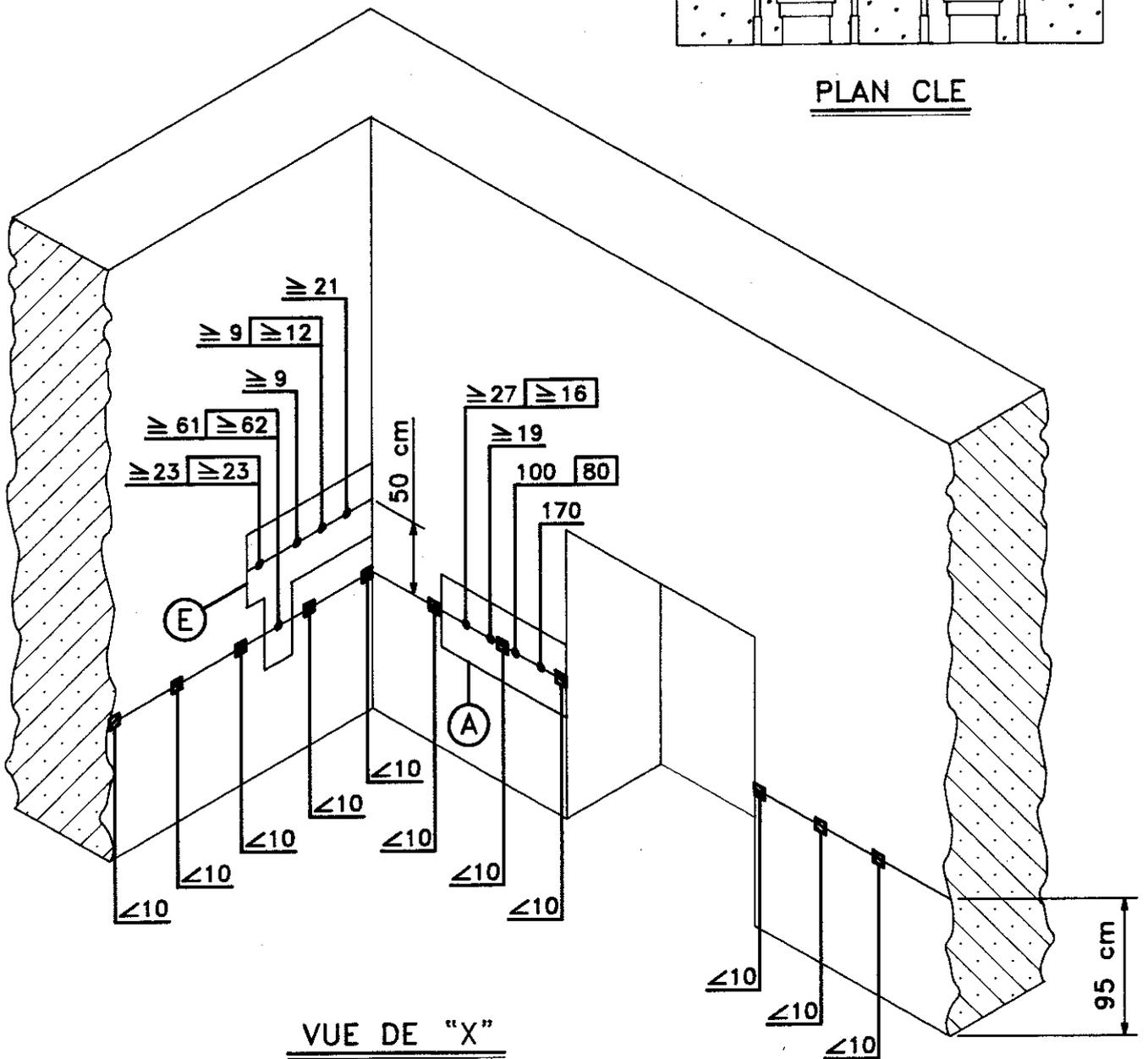


MESURES AVEC THYAC

MESURES PAR SPECTROMETRIE γ
DU CESIUM-137



PLAN CLE

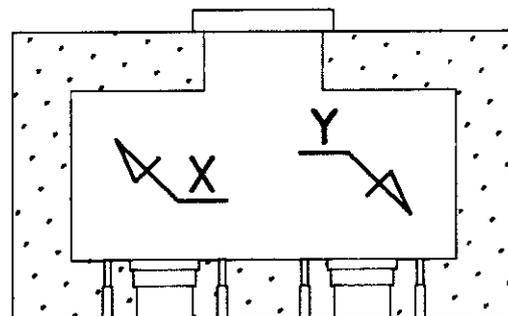


VUE DE "X"

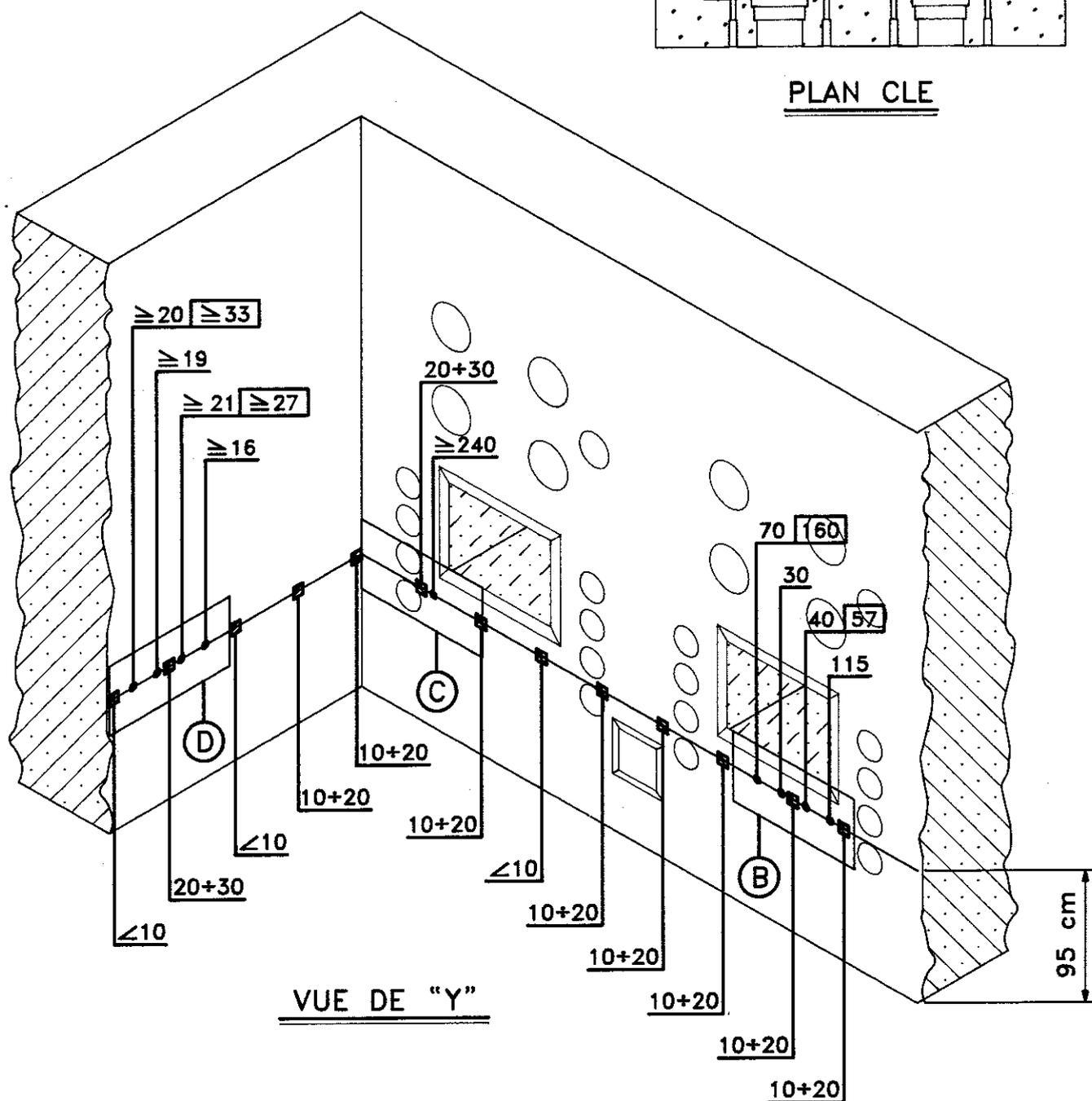
Figure 17 A
CELLULE 1 - BANDES CHOISIES POUR
LES ESSAIS DE DECONTAMINATION

■ INTENSITE D'EXPOSITION AU CONTACT (mR/h)

● FACTEUR DE DECONTAMINATION) — MESURES AVEC THYAC
□ MESURES PAR SPECTROMETRIE 7
DU CESIUM-137



PLAN CLE



VUE DE "Y"

Figure 17 B
CELLULE 1 - BANDES CHOISIES POUR
LES ESSAIS DE DECONTAMINATION

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce document:

U. Allegrucci, E. Bargilli, R. Calvigioni, E. Ceresani, C. Fedeli, A. Grasso, M. Lazzarin, V. Lazzarin, D. Mosca, S. Nocentini, G. Perreca, M. Porri, V. Russo, F. Scarponi,

A. Carlomagno, F. Capellini, M. Di Giovanni, M. Ferri, S. Silla (Soc. NUCLECO).

Un merci en particulier à M.me M.R. Capobianchi qui a travaillé à la rédaction et à la présentation graphique du document.

