

I.R.D.I. - DMECN

**DEPARTEMENT D'ETUDE DES
COMBUSTIBLES A BASE DE Pu**

**SERVICE DES LABORATOIRES
DE HAUTE ACTIVITE**

**EVOLUTION DES TECHNIQUES DE DECONTAMINATION
D'ENCEINTES BLINDEES AU LABORATOIRE D'EXAMEN DES COMBUSTIBLES ACTIFS**

(L.E.C.A.)

B. GAYET (DECPu) - C.E.A. CADARACHE

M. GASSINE - SOCIETE DES TECHNIQUES EN MILIEU IONISANT (S.T.M.I.)

*Communication présentée lors de la réunion plénière 1988 du Groupe de Travail
"Laboratoires chauds - Télémanipulation" de la Commission des Communautés Européennes
les 28 et 29 Septembre 1988 à JULICH (R.F.A.).*

1. INTRODUCTION.

2. ETAT DES CELLULES.

2.1. Principales caractéristiques.

2.2. Nature et niveau de la contamination.

3. METHODE TRADITIONNELLE AVEC INTERVENTION HUMAINE EN CELLULE.

3.1. Description sommaire.

3.1.1. Prédécontamination

3.1.2. Décontamination

3.1.3. Rééquipement

3.2. Personnel.

3.3. Résultats et discussions.

4. METHODE AVEC INTERVENTION EN TELEOPERATION.

4.1. Procédés de décontamination.

4.1.1. Brossage mécanique

4.1.2. Cryodécontamination au CO₂

4.1.3. Abrasion à sec par "Corindon"

4.1.4. Electrodecontamination

4.2. Description du système de téléopération.

4.2.1. Description de l'auxiliaire

4.2.2. Dalle "PROCESS"

4.2.3. Prolongateur

4.2.4. Moyens associés

4.3. Fonctionnement prévisionnel.

4.3.1. Vidange

4.3.2. Décontamination

4.3.3. Rééquipement

5. BILAN COMPARATIF DES DEUX METHODES.

intéressé
- hublots réintégrés
- verrouillage sur électrolyte liquide

1. INTRODUCTION.

Le Laboratoire d'Examen des Combustibles Actifs - L E C A - de Cadarache est principalement affecté depuis 1975 aux examens et expertises sur les éléments combustibles et dispositifs d'essais de la filière neutrons rapides irradiés dans le réacteur expérimental PHENIX et les réacteurs d'études de sûreté CABRI et SCARABEE. Les opérations pluriannuelles de maintenance et de réparation des équipements fixes des cellules blindées (circuits électriques et hublots de vision), nécessitent l'intervention d'opérateurs. Les cellules doivent être préalablement décontaminées. Jusqu'à ce jour les décontaminations ont été effectuées sur des cellules affectées principalement aux examens destructifs sur des structures irradiées et suivant une procédure traditionnelle nécessitant une importante intervention humaine.

La décontamination de cellules affectées aux examens destructifs sur le combustible (UPu)O₂ fortement irradié est envisagée. Si cette opération était menée selon la méthode traditionnelle avec une importante intervention humaine, elle aboutirait inévitablement à une dose intégrée rédhibitoire pour le personnel d'intervention ; aussi est-il projeté de la réaliser en téléopération.

Les deux méthodes sont d'abord décrites ; les résultats obtenus lors de la décontamination récente d'une cellule du LECA par la méthode traditionnelle sont comparés à ceux espérés pour une autre cellule du LECA qui sera décontaminée en téléopération.

*cellule
béton*

2. ETAT DES CELLULES.

L'enceinte - Cellule 3 - récemment décontaminée est affectée à des travaux sur des structures irradiées (tronçonnage et démantèlement de faisceau, usinage par machine outils, soudage, remontage, etc...).

L'enceinte à décontaminer prochainement - Cellule 9 - est affectée à des travaux sur combustibles irradiés (UPu)O₂.

Ces enceintes de conception identique diffèrent par leurs dimensions et surtout par la nature et le niveau de leur contamination.

2.1. Principales caractéristiques.

- Schéma planche 1 -

Pour les deux cellules concernées, Cellule 3 et Cellule 9, les caractéristiques communes sont les suivantes :

- le plan de travail, en acier inoxydable, est démontable,
- le fond de la cellule est protégé par un cuvelage en acier inoxydable, conçu pour permettre l'écoulement des liquides dans un puisard cubique de 0,25 m d'arête situé en son centre.

Les parois de la cellule sont en béton protégé par une peinture décontaminable.

Les appareillages d'examen sont mobiles et non intégrés aux structures de la cellule.

Les dimensions intérieures des cellules diffèrent. Celles de la Cellule 3 sont :

- largeur 5 m (deux postes de travail),
- profondeur 2,5 m,
- hauteur 4,68 m.

cellule n°3

5 Rnd / h 150 R / h

Celles de la Cellule 9 sont :

- largeur : 2,5 m (un poste de travail),
- profondeur : 2 m,
- hauteur : 4,73 m.

2.2. Nature et niveau de la contamination de la Cellule 3.

Cette cellule est principalement contaminée par les produits d'activation de l'acier inoxydable 316 L.

L'activité spécifique de l'acier irradié à 725 JEPP dans Phénix est, pour diverses durées de refroidissement, inférieure à 1 Ci/cm³ (37 GBq/cm³) (tableau 1).

Elle est due aux rayonnements du Mn⁵⁴ et du Co⁶⁰.

La cellule, débarrassée des machines d'examen mobiles, a avant toute prédécontamination, des débits de dose de 3 à 5 rad/h (0,03 à 0,05 Gy/h) en ambiance et de 100 à 150 rad/h (1 à 1,5 Gy/h) en local.

Cellule 9. (

Le combustible irradié traité dans la Cellule 9 est un oxyde mixte (UPu)O₂ à taux de combustion moyen élevé (95000 MWj/t).

Il en résulte une contamination alpha et bêta + gamma.

- Les activités totales bêta + gamma des produits de fission pour plusieurs durées de refroidissement sont mentionnées tableau 2.

L'activité spécifique est de quelques dizaines de Ci par cm³, elle est principalement due à l'activité des nucléides Cs, Rh-Ru, Sr-Y, Ce-Pr.

L'activité alpha mentionnée sur le tableau 3 pour 1 cm³ d'oxyde mixte est principalement due au plutonium 241.

Les produits de fission et les atomes lourds sont intimement associés, et compte tenu des taux de combustion élevés des combustibles examinés, la nuisance bêta + gamma est très supérieure à la nuisance alpha même pour des durées de refroidissement importantes. En conséquence, les débits de dose sont mesurés en bêta + gamma.

Les mesures de débits de doses effectuées en l'absence de combustible à examiner, mais en présence des appareillages d'examen ont conduit aux valeurs suivantes :

- filtres : 200 rad/h (2 Gy)
- dégaineuse : 500 rad/h (5 Gy) et son bac 1500 rad.h (15 Gy/h)
- tronçonneuse : 600 rad/h (6 Gy/h)
- niveau orifice de la dalle de toit : 10 à 15 rad/h (0,1 à 0,15 Gy/h)

3. METHODE TRADITIONNELLE AVEC INTERVENTION HUMAINE EN CELLULE.

3.1. Description sommaire.

Les phases à réaliser pour décontaminer et rééquiper une cellule suivant la méthode traditionnelle sont les suivantes :

- *prédécontamination en télémanipulation,*
- *décontamination avec intervention humaine,*
- *rééquipement de la cellule.*

3.1.1. Prédécontamination.

Cette phase consiste à :

- *évacuer les sources radioactives, les matériels et équipements mobiles pour mise en déchets,*
- *démonter les structures rapportées, en particulier le plan de travail,*
- *prédécontaminer la cellule par lessivage et frottis avec l'utilisation des télémanipulateurs,*
- *enlever les télémanipulateurs et autres équipements de téléopération.*

Cette phase aboutit à libérer la cellule de ses équipements et réduire notablement les débits de dose, en particulier au niveau de l'ouverture supérieure de la cellule, de manière à autoriser une intervention humaine à cet endroit.

Les débits de dose après cette phase sont :

- *ambiance : 0,4 rad/h, (4 Gy/h)*
- *points particuliers : < 10 rad/h. (< 0,1 Gy/h)*

3.1.2. Décontamination.

Cette opération comprend deux étapes successives. Au cours de la première des opérateurs nettoient les parois par jets de lessive sous pression appliqués depuis l'ouverture supérieure de la cellule. Cette étape est génératrice d'effluents liquides (environ 1 m^3 pour une activité de 0,2 Ci en bêta, gamma) (7,4 Gbq).

Pendant la seconde des opérateurs, en combinaison étanche, interviennent dans la cellule pour enlever par frottis le résidu de contamination des parois.

Cette étape nécessite l'intervention de nombreux opérateurs non spécialisés pendant des durées faibles.

Les débits de dose ambiants après cette phase sont inférieurs à 30 m rad/h ($0,3 \text{ m Gy/h}$).

3.1.3. Rééquipement de la cellule.

Le niveau réduit du débit de dose ambiant dans la cellule autorise l'accès prolongé d'un petit nombre de techniciens spécialisés, électriciens, verriers et mécaniciens.

3.2. Personnel ayant participé à la décontamination de la cellule 3.

- | | |
|----------------------|--|
| - prédécontamination | : 3 agents en permanence, |
| - décontamination | : 8 agents en permanence et 46 agents temporaires ayant procédé à 80 interventions d'une demi-journée, |
| - rééquipement | : 13 agents. |

3.3. Résultats et discussion.

- 3.3.1. - les travaux de décontamination ont été effectués sans nuisances pour l'environnement et le personnel du laboratoire non concerné par ces travaux.

- le personnel concerné n'a subi aucune contamination externe ou interne.

- l'équivalent de la dose reçu par le personnel d'intervention est de 20 rem (0,2 Sv).

- l'histogramme des doses reçues par le personnel est représenté tableau 4.

- la cellule a été immobilisée durant un an.

3.3.2. . le procédé de décontamination appliqué sur la Cellule 3 en 1986 a montré ses limites :

- il est générateur de nuisances radiologiques importantes,
- il immobilise la cellule pour une durée élevée (un an),
- il nécessite une importante intervention humaine,
- il crée une perte de production en utilisant les techniciens affectés aux examens à des tâches de décontamination,
- il crée des situations de travail très inconfortables (travail en tenue ventilée, travaux sur échelles) pour un personnel qui n'est pas spécialement formé aux techniques de décontamination.

. il apparaît donc que l'utilisation de cette méthode à la cellule 9 (niveau de contamination élevé et localisation dans les parties hautes) ne peut être envisagée.

- en outre la méthode de lavage au jet ne peut être appliquée, à la cellule 9 car elle produirait des effluents liquides fortement contaminés en émetteurs α qui ne sont pas acceptés par le centre de Cadarache.

Le concours de spécialistes a été recherché et la STMI a proposé une méthode de travail en téléopération.

4. METHODE AVEC INTERVENTION EN TELEOPERATION.

Les opérations sont effectuées en téléopération sur une cellule dont le niveau de contamination initial peut être très élevé.

Aussi, on peut considérer trois étapes :

- la première où la cellule est vidée de ses équipements mobiles puis de ses appareils de télémanipulation,
- la deuxième où l'appareil de téléopération est mis en place et la cellule décontaminée,
- la troisième où la cellule est rééquipée.

Nous allons décrire, les procédés et appareils mis en oeuvre dans la deuxième étape et nous mentionnerons les estimations quant au personnel nécessaire, aux doses reçues par celui-ci et aux durées concernant les trois étapes.

4.1. Procédés de décontamination.

Compte tenu de la nature des travaux effectués dans la cellule 9 (tronçonnage des aiguilles combustibles à sec) trois formes de contamination peuvent être distinguées :

- dans la partie haute de la cellule : une contamination par particules sèches projetées lors des opérations de tronçonnage des aiguilles de combustible,
- dans la partie intermédiaire localisée dans la zone du plan de travail une contamination avec incrustation profonde de particules contaminées,
- dans la partie inférieure (cuvelage inox) une contamination par particules solides, égouttures d'huiles,

Les méthodes suivantes seront utilisées :

- brossage mécanique,
- cryodécontamination au CO₂,
- abrasion à "sec" sévère (Corindon),
- électrodécontamination.

4.1.1. Brossage mécanique.

Il consiste en un nettoyage à sec à l'aide d'une brosse cylindrique à poils durs entraînée en rotation par un moteur pneumatique. (planche 2)

Les poussières sont récupérées par un dispositif d'aspiration dont l'orifice d'extraction est placé en regard immédiat de la surface intéressée. Le dispositif d'extraction est décrit dans le § 4.2.4.

Cette méthode est utilisée systématiquement dans les parties hautes de la cellule, jusqu'à un niveau inférieur situé vers 3,6 m sous le niveau de la dalle de toit de la cellule.

4.1.2. Cryodécontamination au CO₂.

Cette méthode est intermédiaire entre la méthode de brossage et la méthode d'abrasion dure. Elle présente l'avantage important de ne pas générer d'effluent liquide ou solide tout en créant un effet d'impact abrasif satisfaisant.

L'outil de décontamination (planche 2) est constitué d'une buse de projection du type "pistolet à peinture" centrée dans un carter contenant deux bouches d'aspiration placées perpendiculairement au jet de CO₂.

Cette méthode est utilisée en complément de la méthode par brossage mécanique et plus particulièrement dans la zone intermédiaire (niveau plan de travail).

4.1.3. Abrasion à sec par "Corindon".

Cette méthode est la dernière méthode à "sec" utilisée si les deux précédentes n'ont pas donné satisfaction ou pour traiter des points localisés de contamination résiduelle importante.

L'outil est constitué d'une ventouse comportant une buse d'injection de "Corindon" et d'un système de récupération en vue d'un recyclage.

4.1.4. Electrodécontamination.

Cette méthode est utilisée après nettoyage par aspiration, pour la décontamination du cuvelage en acier inoxydable du fond de cellule.

Elle met en oeuvre une technique dont STMI possède la maîtrise et qui a fait l'objet d'une large diffusion.

Le tampon utilisé est une cathode placée dans une bonnette de verre remplie d'électrolyte.

Les effluents créés sont repris à partir du puisard.

4.2. Description du système de téléopération.

Le système est constitué d'un appareil de téléopération multi-fonctions désigné "AUXILIAIRE D'INTERVENTION " équipé de servitudes.

Les avantages principaux du système sont :

- simplicité d'utilisation,*
- adaptation aisée pour l'utilisation de plusieurs outils,*
- fiabilité éprouvée,*
- maintenance corrective aisée,*
- possibilité de reprise manuelle des automatismes.*

L'appareil permet de positionner des outils, afin de réaliser différents travaux de découpe ou de nettoyage en n'importe quel point du volume intérieur d'un parallélépipède ou sur chacune de ces six faces.

Cet appareil est commandé à vue, de l'extérieur de la cellule à partir d'informations données par un système de visualisation (caméra + écran) et à partir du hublot de la cellule.

Cet "AUXILIAIRE D'INTERVENTION" a été utilisé pour le démantèlement des Cellules PIVER et va être utilisé pour le démantèlement des Cellules 23 et 24 de l'ORIS à Saclay.

La configuration de ces cellules et leurs dimensions sont très proches de celles de la Cellule 9.

4.2.1. Description de l'auxiliaire.

Caractéristiques générales.

L'auxiliaire d'intervention est constitué des éléments suivants :

- un caisson cylindrique (\varnothing maximal inférieur à 450 mm) comportant la motorisation de l'ensemble des mouvements, (planche 3)
- un bras articulé, fixé sur le caisson de la motorisation,
- des éléments modulaires de différentes longueurs constituant le bras articulé et permettant d'adapter le système mécanique aux différentes applications,
- une armoire électrique renfermant les alimentations, protections et commandes des différents moteurs et accessoires de l'auxiliaire,
- un pupitre de commande relié à l'armoire électrique par câble.

L'appareil possède sept articulations simples (S1 à S7) et cinq degrés de liberté (planche 4) qui sont les suivants :

- un déplacement rectiligne (t_1) de l'ensemble sur l'axe vertical avec sécurité pour éviter d'endommager l'appareil en cas de fausse manoeuvre,
- une rotation de $\pm 180^\circ$ autour de son axe vertical (r_2),
- un basculement de l'ensemble par rapport au caisson (r_3),
- un déplacement rectiligne du porte outil suivant un axe horizontal (t_4),
- un déplacement rectiligne du porte outil suivant un axe vertical (t_5),
- une rotation motorisée du poignet porte outils autour de son axe de fixation (axe Z), (r_6),
- une rotation du poignet porte outil autour de son axe de révolution (axe Y), indexée tous les 45 degrés avec verrouillage mécanique (r_7),

Un asservissement du déplacement rectiligne de l'outil suivant X par combinaison des mouvements de rotation sur axe Z et allongement suivant Y est possible.

Les mouvements r_2 , t_4 , t_5 , et r_6 sont à vitesse réglable (1 cm/s et 15 cm/s).

Tous les mouvements peuvent être réalisés simultanément.

Caractéristiques particulières.

- le bras possède une position de repli réalisée par l'intermédiaire d'une clavette de blocage qui permet le retrait ou l'introduction du bras à l'intérieur de la cellule (\varnothing 450 mm),
- en cas de panne électrique les moteurs sont débrayables et les mouvements sont actionnés par une dévisseuse pour permettre le repli du bras et le retrait de la cellule,
- tous les outils ont un système de préhension identique, encliquetage automatique et déverrouillage, par commande électrique,
- les articulations sont protégées de la contamination par des "bootings" (soufflets en vinyle),
- les moteurs électriques et les moyens de transmission (vis à billes) sont étanches à la contamination.

4.2.2. Dalle "PROCESS. (planche 5)

La dalle de toit de la cellule, en béton, est remplacée par une dalle en acier désignée dalle "PROCESS".

Cette dalle de 2 m X 2,50 m a une épaisseur de 7 cm, ce qui assure une protection biologique dans la partie supérieure de la cellule. Son poids est d'environ de 2,6 tonnes.

Elle possède en son centre un trou d'homme de \varnothing 450 mm qui permet le passage de l'auxiliaire d'intervention et sa fixation par bride (sur \varnothing = 600 mm).

Elle est équipée de tapes pour le passage des fluides et pour la visite des outils utilisés pour les mesures d'irradiation et la décontamination. Elle supporte enfin les différents matériels associés, tels que projecteurs lumineux et caméra de visualisation.

4.2.3. Prolongateur de l'auxiliaire d'intervention.

Il permet de positionner l'auxiliaire d'intervention avec un décalage de niveau 1,5 m. Il définit ainsi deux zones d'action des outils, les positions hautes et basses (planche 6). Il est constitué d'un cylindre d'acier \varnothing intérieur de 600 mm et muni aux extrémités de deux brides respectivement :

- supérieure \varnothing 890 mm pour arrimage sur la dalle "process" après enlèvement d'une bride intermédiaire,
- inférieure \varnothing intérieur de 450 mm pour fixation de l'auxiliaire d'intervention.

4.2.4. Description des moyens associés.

Les moyens associés représentent les matériels de servitudes nécessaires aux méthodes de décontamination retenues et les matériels qui permettent la maîtrise du bon déroulement des opérations de décontamination.

Matériel d'aspiration. (planche 7)

Ce matériel est placé dans la nef au voisinage de la dalle "PROCESS". Il est constitué par :

- une pompe à vide bi-étagée de 500 m³/h,
- un déshuileur en sortie de pompe relié au réseau de ventilation,

et en amont de la pompe :

- un pot décanteur pour la récupération des grosses particules extraites de la cellule, placé dans un emballage de transport avec protection biologique,
- un pré-filtre placé dans un écran biologique,
- un filtre THE (très haute efficacité).

Mesure d'irradiation

Avant toute intervention, une télétopographie gamma est effectuée par l'appareil ALADIN (STENOPE) manipulé à l'auxiliaire. L'opération consiste à superposer deux clichés : l'un photographique et l'autre radiographique gamma.

L'apparition de taches noires pour la photographie permet de localiser les zones de fortes activités.

Au cours de la décontamination la réalisation de télétopographies est toujours possible, mais la disparition des zones de fortes activités est suivie par une chambre d'ionisation portative manipulée par l'auxiliaire.

Matériel de visualisation.

Une caméra vidéo placée sur rotule télécommandée est introduite dans la cellule, soit par le toboggan, soit par une trappe de visite au niveau de la dalle "process".

Cette caméra est reliée par câble à un moniteur vidéo placé en zone avant.

Liaison phonique.

La communication entre les opérateurs de la nef et ceux de la zone avant est faite par liaison phonique à câble.

4.3. Fonctionnement prévisionnel.

Pour chacune des étapes constituant l'intervention :

- vidange de la cellule,
- décontamination,
- rééquipement.

Nous allons estimer le personnel nécessaire, les nuisances radiologiques reçues et les durées.

4.3.1. Vidange de la cellule.

Cette opération est effectuée par l'agent de cellule associé à deux opérateurs permanents qui évacuent les matériels de la cellule.

Les doses reçues par ces opérateurs sont estimées à 2 rem (20 m Sv) et l'opération dure deux mois.

4.3.2. Décontamination.

Les personnes suivantes sont nécessaires :

- un responsable chargé de l'organisation et de l'exécution des opérations,*
- deux opérateurs placés en nef,*
- un opérateur placé devant le hublot,*
- un agent de radioprotection,*
- un agent préposé à l'évacuation des déchets,*

Sur six personnes prévues, quatre sont susceptibles d'être exposées au rayonnement.

Les postes ou opérations à risque d'expositions sont :

- enlèvement de la dalle de toit,*
- pose de la dalle "process",*
- mise en place des équipements de la dalle et changement des outils,*
- mise en place du prolongateur,*
- intervention sur déchets actifs,*
- incident exceptionnel.*

Par analogie avec les équivalents de dose reçus par le personnel aux cours de travaux réalisés dans le passé avec l'auxiliaire d'intervention, il est possible d'établir le bilan prévisionnel suivant pour l'opération de décontamination :

- effet de ciel	: 30 mrem (0,3 m Sv)
- pose de la dalle "process"	: 40 mrem (0,4 m Sv)
- mise en place des outils et équipements (20 changements à 5 mrad/h)	: 100 mrem (1 m Sv)
- intégration exceptionnelle	: 100 mrem (1 m Sv)
- intervention sur déchets actifs	: 150 mrem (1,5 m Sv)
- dose intégrée en zone hors chantier	: 600 mrem (6 m Sv)

soit une intégration de : 1 rem (10 m Sv)

La durée de la décontamination est estimée à deux mois.

4.3.3. Rééquipement.

Cette opération est effectuée en trois mois par quatre opérateurs permanents qui reçoivent une dose estimée à 2 rem (20 m Sv).

5. BILAN COMPARATIF DES DEUX METHODES.

Nous comparons les deux méthodes quant aux nuisances radiologiques subies par le personnel et à la durée des opérations.

L'équivalent de dose reçu par le personnel (tableau 5) est de 20 rem (0,2 Sv) pour la méthode avec intervention humaine en cellule et de 5 rem (0,05 Sv) pour la méthode en téléopération, le gain le plus important est effectué au cours de la phase décontamination, il est de 1 à 12 rem (0,01 à 0,12 Sv).

La durée de l'intervention ou indisponibilité de la cellule est plus courte pour la méthode en téléopération : six mois au lieu de 12.

Le gain en hommes - jours est important (tableau 6) entre les deux méthodes, de 760 à 340 hommes-jour.

CONCLUSION.

La décontamination en téléopération de cellules fortement contaminées présente de nombreux avantages sur la décontamination avec intervention humaine :

- Les travaux sont exécutés par du personnel spécialisé donc avec une efficacité maximale.

- Les travaux pénibles en combinaisons d'intervention sont supprimés.

- L'équivalent de dose reçu par le personnel au cours de la totalité des opérations est réduite d'un facteur 4 (20 à 5 rem) (0,2 à 0,05 Sv).

Le gain le plus important se situe au niveau de la décontamination proprement dite. (facteur 10)

La durée d'immobilisation de la cellule est réduite et un gain important est obtenu sur la durée des travaux : 340 hommes-jour au lieu de 740 hommes-jour.

PHENIX
ACTIVITES DES PRODUITS D'ACTIVATION
EN GBq PAR cm³
(acier des gaines et tube hexagonal)

fonctionnement		725 JEPP		
refroidissement	1 an	2 ans	3 ans	
activité totale en GBq/cm³	41,2	26,3	20,0	
activité totale en Ci/cm³	1,1	0,7	0,5	

PHENIX

ACTIVITE DES PRODUITS DE FISSION EN GBq PAR cm^3 DE COMBUSTIBLE (UPu) O_2

activité totale en GBq/cm^3	2708	1410	855
activité totale en Ci/cm^3	73	38	23

Tableau 2

PHENIX
ACTIVITE α DES ATOMES LOURDS
COMBUSTIBLE (UPu)O₂

	GBq/cm ³ (UPu)O ₂
activité totale en GBq/cm³	263
activité totale en Ci/cm³	7

Tableau 3

**HISTOGRAMME DES DOSES REÇUES
LORS DE LA DECONTAMINATION
REFECTION DE LA CELLULE 3**

dose reçue (m rem)	nombre d'agents
10 à 200	32
200 à 400	28
400 à 600	3
1200	1

**CELLULE 3
(1986)**

**CELLULE 9
(1989)
(prévision)**

	durée (mois)	dose (rad)	nombre d'opérateurs	durée (mois)	dose (rad)	nb. d'opé
prédécontamination et/ou vidange cellule	4	4 estimé	3	2	2	3
décontamination	3	12,4	8 permanents 48 temporaires	2	1	6 perm.
rééquipement - hublot - divers	1 4	1 2,8	6 7	3	2	4
total	12	20		6	5	

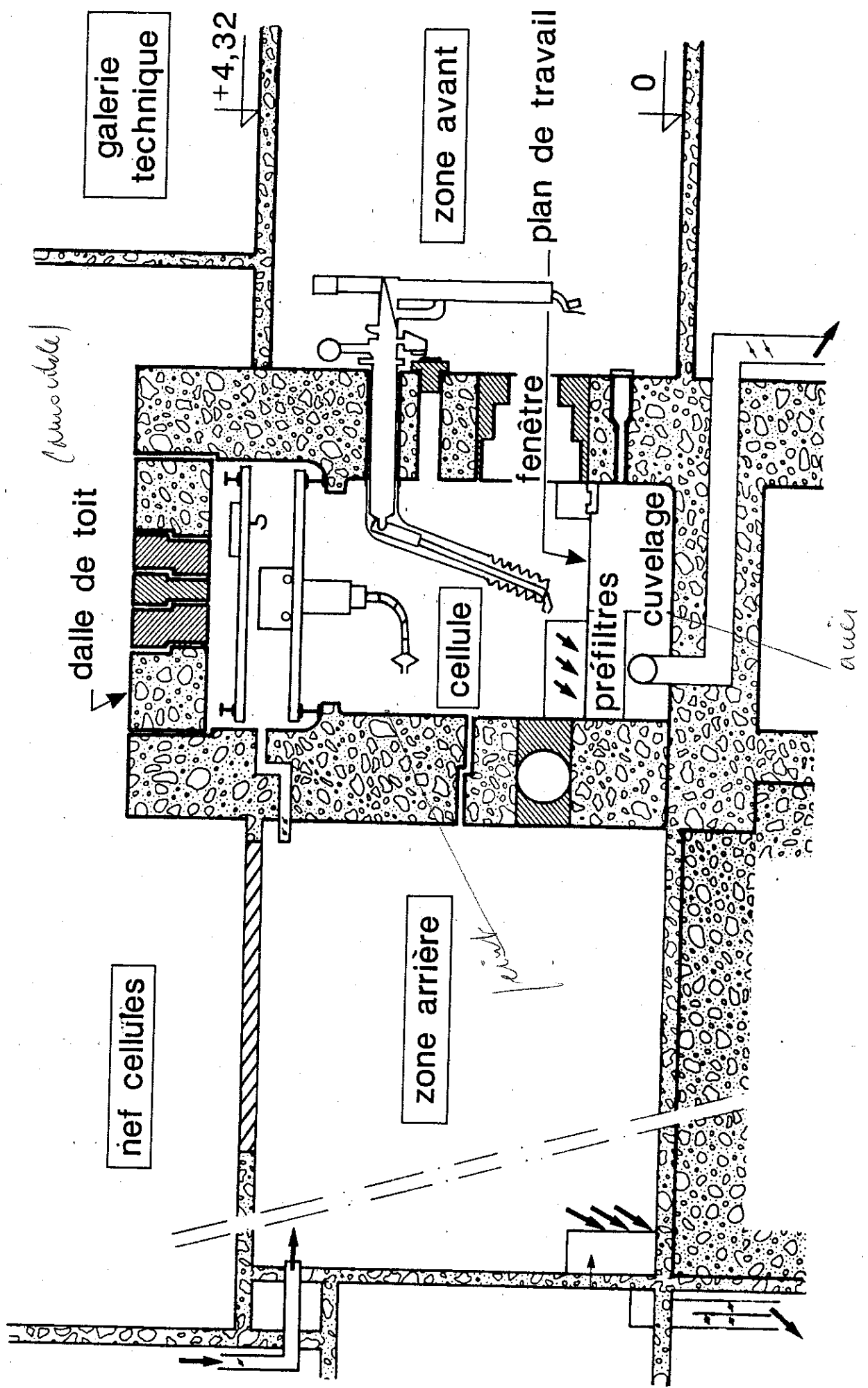
DUREE DES TRAVAUX EN HOMME-JOUR

CELLULE 3

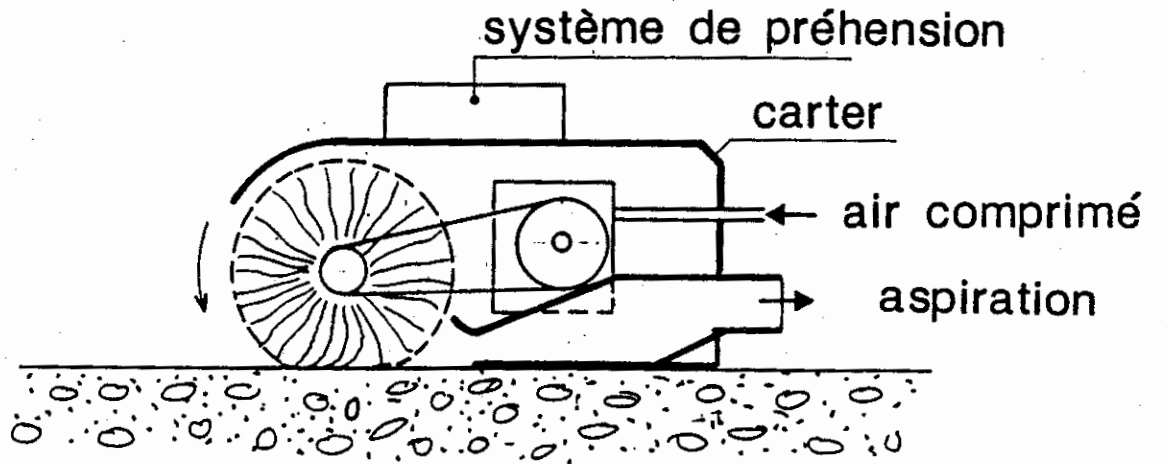
CELLULE 9
(prévision

	permanent	temporaire	permanent
prédécontamination et/ou vidange	240		120
décontamination	480	40	240
total	760		360

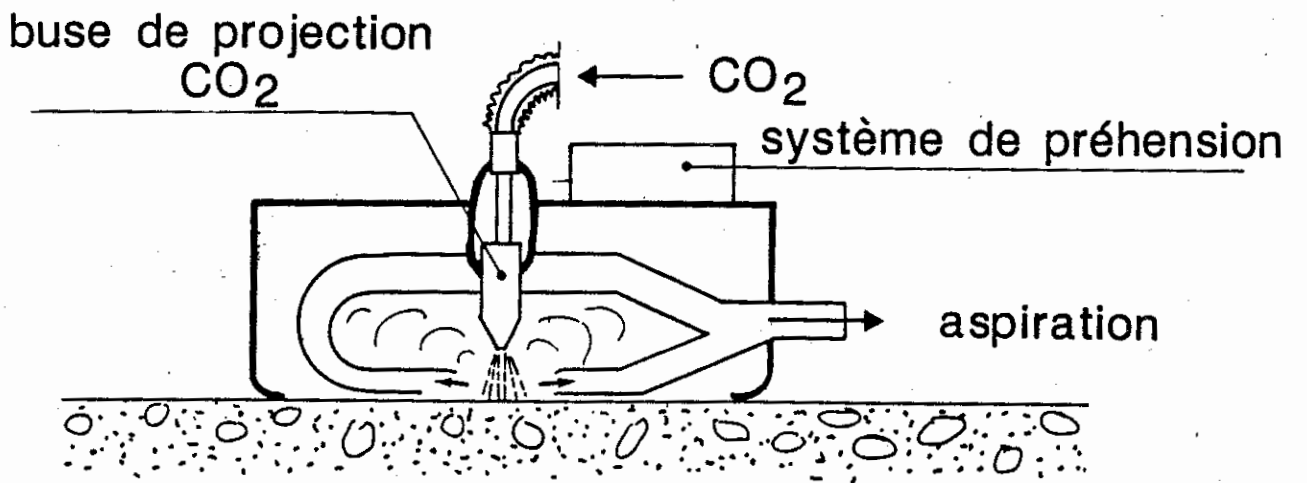
COUPE SCHEMATIQUE D'UNE CELLULE DE LA CHAÎNE "BETON"



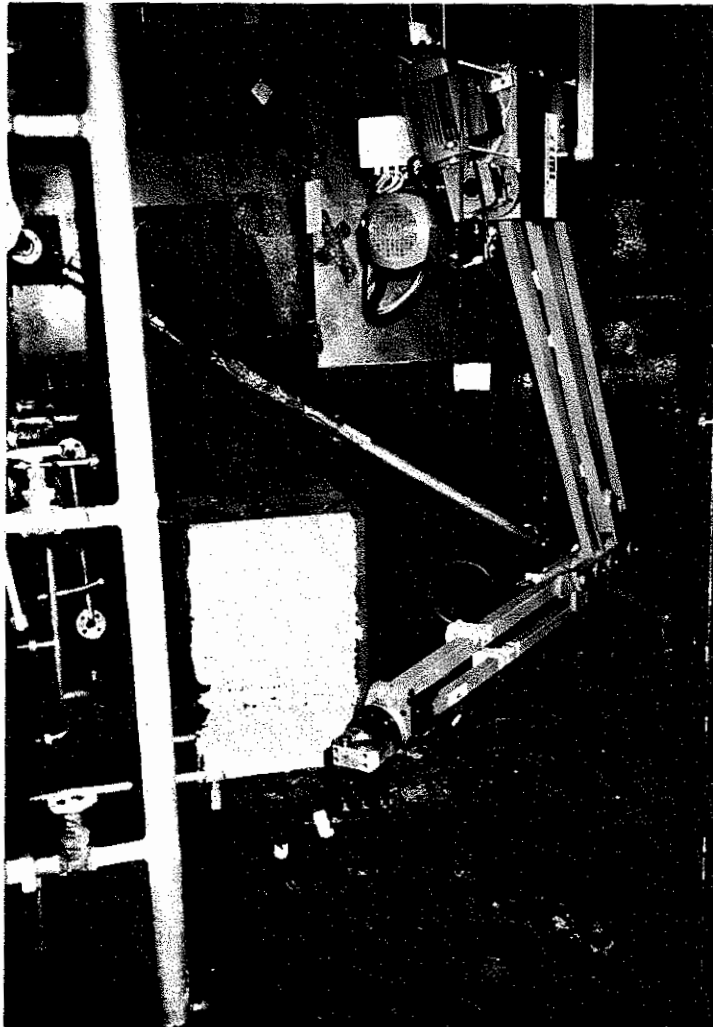
DECONTAMINATION PAR BROSSAGE

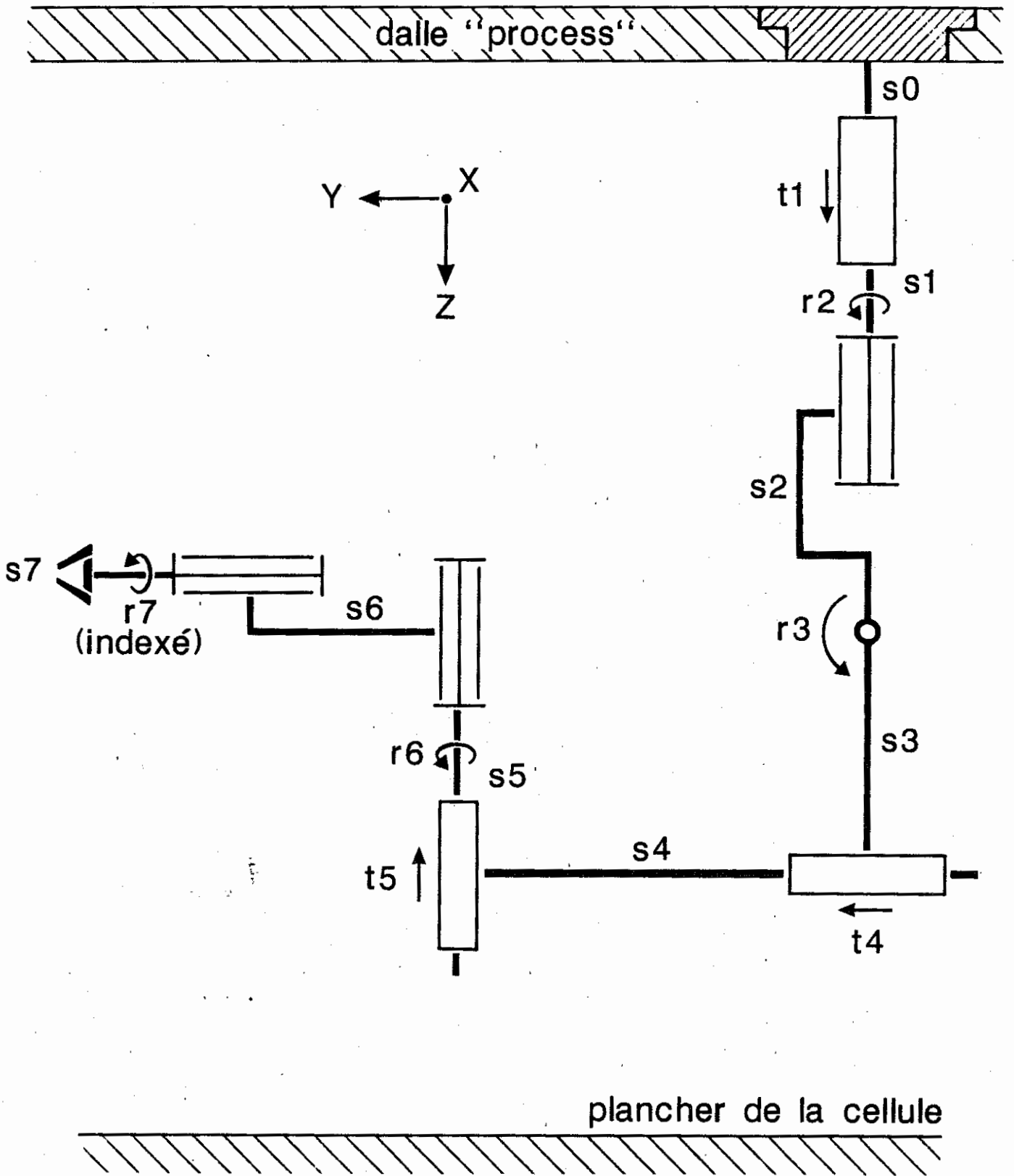


CRYODECONTAMINATION CO₂

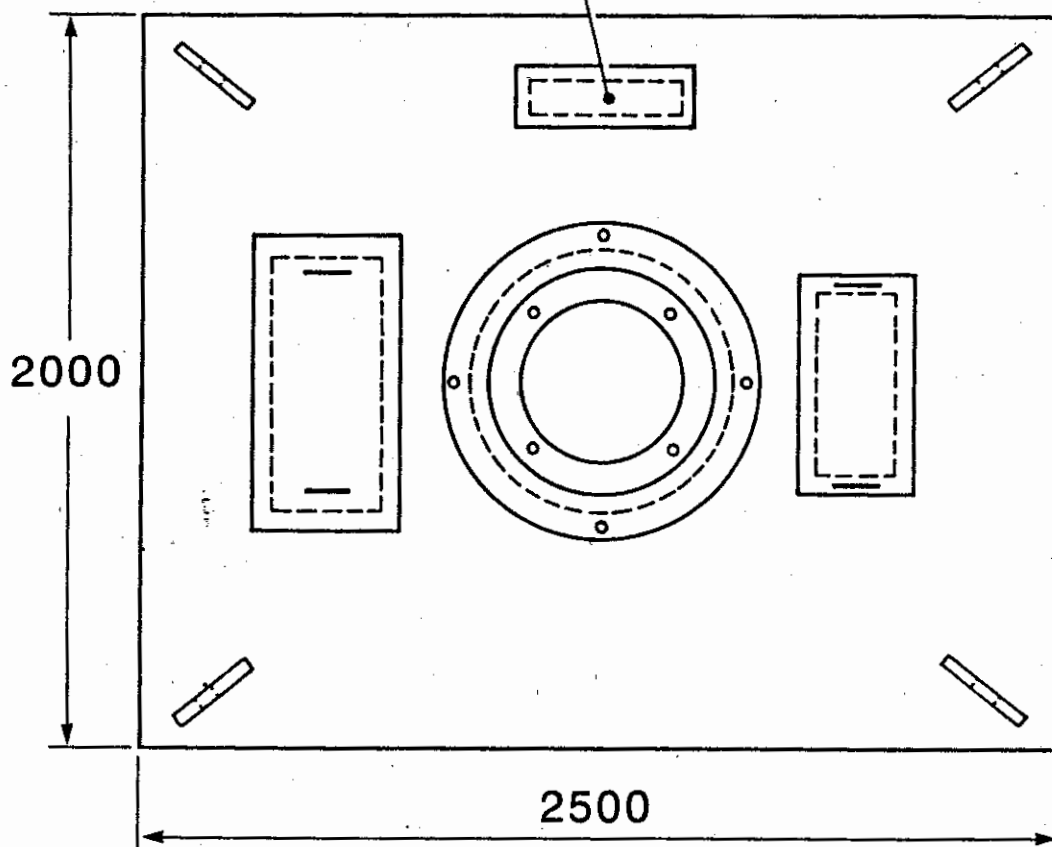
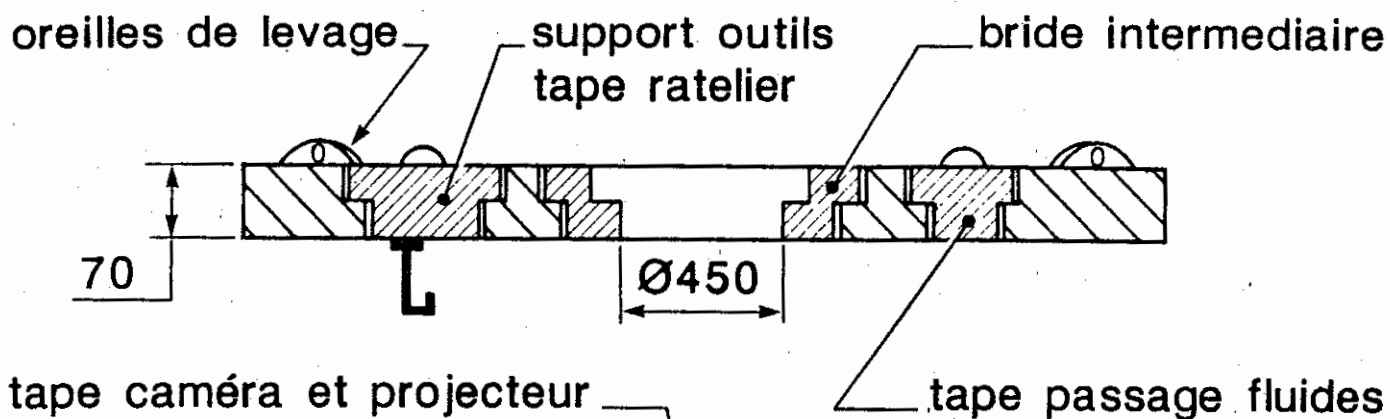


AUXILIAIRE D'INTERVENTION



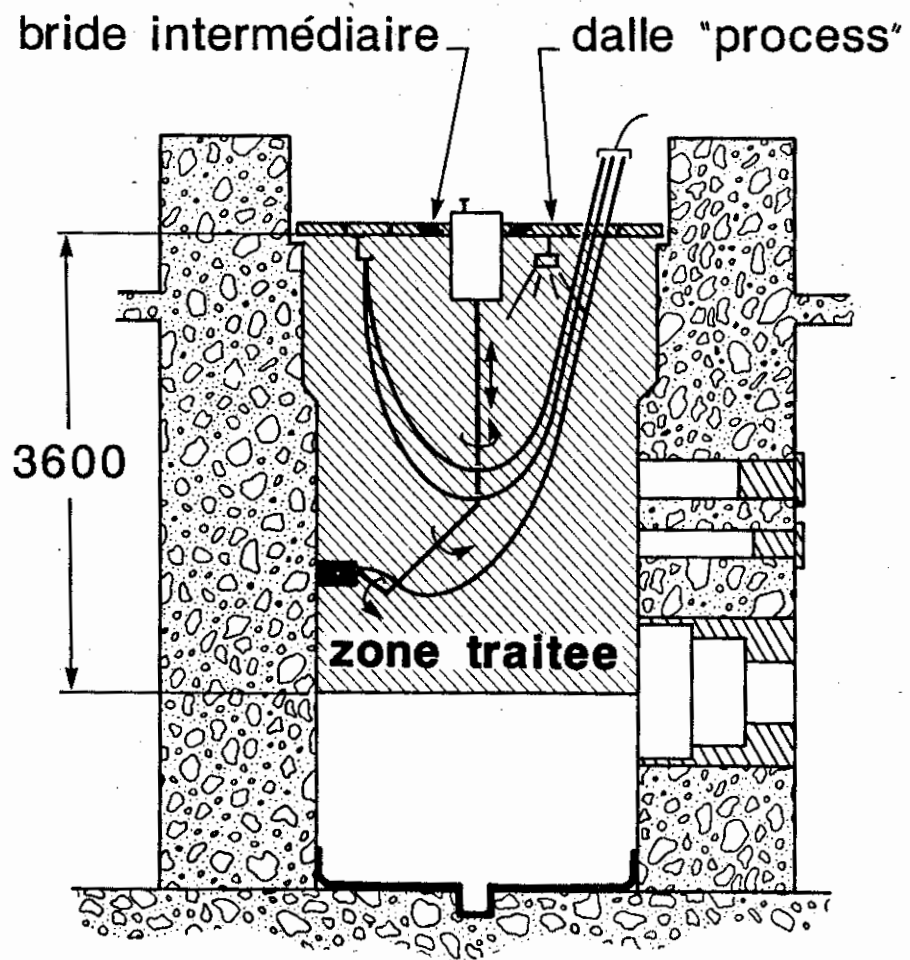


DALLE "PROCESS" CELLULE 9

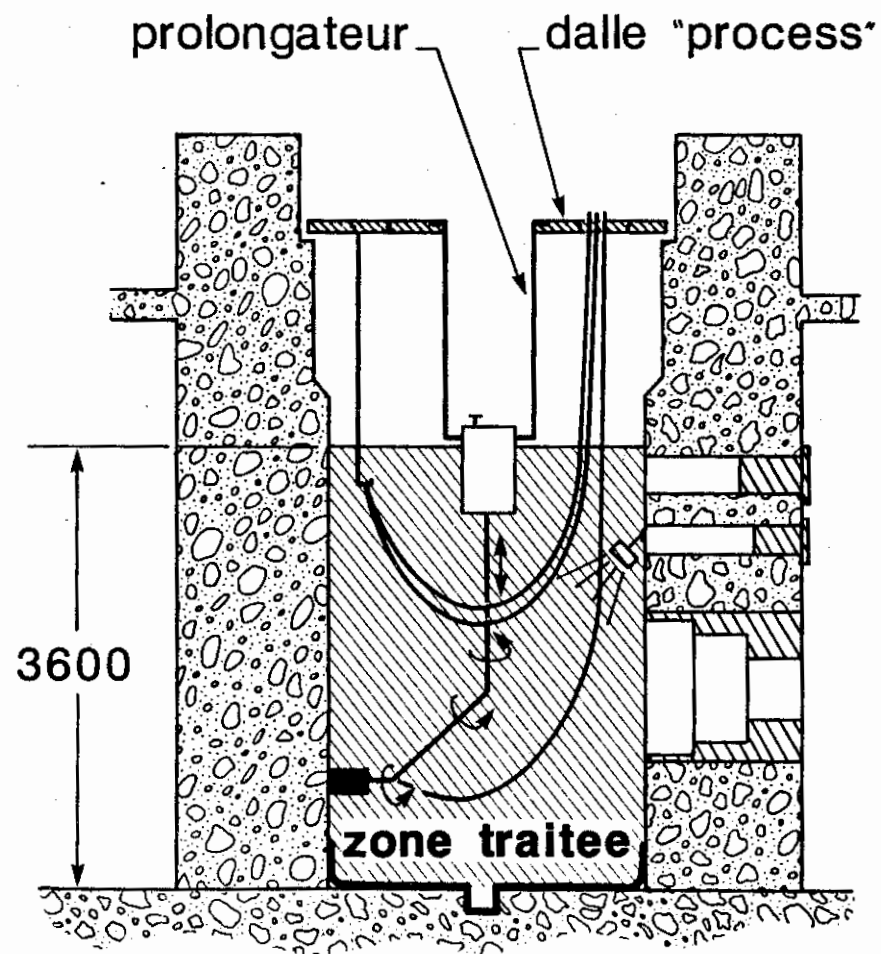


CELLULE 9 DECONTAMINATION

"POSITION HAUTE"



"POSITION BASSE"



CIRCUIT D'ASPIRATION

