



DCC / DERD

SAP / LDA

**RÉUNION ANNUELLE DU GT LABORATOIRES CHAUDS  
ET TELEMANIPULATION DE LA CEE  
les 15 et 16 juin 1993 à CHINON**

**TITRE DE L'EXPOSE**

BILAN DE LA CAMPAGNE DE DEMANTELEMENT DE  
QUATRE ASSEMBLAGES REP MOX  
GRAFENRHEINFELD ET DE DÉCOUPE DES CRAYONS

**AUTEURS**

BROS André

LAUGIER Marc

<b>SOMMAIRE</b>
-----------------

- . Présentation de L'Installation de Surveillance des Assemblages Irradiés
  
- . Campagne REP MOX
  - Combustible REP MOX
  - Opérations en Grande Cellule
  - Opérations en Petite Cellule
  - Transport, cheminement des objets et déchets
  - Planning
  - Observations et enseignements
  
- . Contrôle des protections biologiques des cellules
  
- . Bilan de la campagne (déchets, dosimétrie)
  - Campagne d'exploitation
  - Intervention en Grande Cellule
  
- . Liste des annexes
  
- . Liste des diapositives

Dans le cadre de la recherche et développement sur le retraitement des combustibles irradiés, une campagne expérimentale sur du combustible mélange oxyde (MOX) de réacteur à eau pressurisée (REP) a été réalisée à l'Atelier Pilote du CEA à Marcoule (APM) pour le compte de la COGEMA.

L'APM est une unité pilote de retraitement de combustibles irradiés d'une capacité de 5 T/an. Cette installation a été dimensionnée pour recevoir des aiguilles de combustible de réacteur à neutrons rapides (RNR) d'une longueur maximum de 2 800 mm.

Le rôle de l'Installation de Surveillance des Assemblages Irradiés (ISAI) sur cette opération a été de démanteler les éléments combustibles et de recouper les crayons de longueur supérieure à 4 m en 3 segments pour permettre leur retraitement à l'APM.

Le Service des Ateliers Pilotes (SAP) est un service du Département d'Exploitation du Retraitement et de Démantèlement (DERD) dépendant de la Direction du Cycle du Combustible (DCC).

Ce service exploite les deux installations nucléaires de base : APM et ISAI.

Superphénix

REP

. Présentation de L'Installation de Surveillance des Assemblages Irradiés (ISAI) (Annexes 1 et 2)

Les missions d'origine de cette installation sont principalement :

- l'examen non destructif des assemblages et des aiguilles des éléments du plan de surveillance du réacteur Superphénix (SPX),
- le démantèlement des assemblages SPX.

Sa réalisation a été terminée fin 1987.

Le soutien à l'usine de retraitement de La Hague a nécessité des campagnes expérimentales de retraitement de combustibles "eau légère". Une première campagne REP sur du combustible CAP a eu lieu à l'APM, mais ses capacités d'accueil ne lui permettent pas de recevoir des combustibles REP standard entier.

ISAI a dû assurer la préparation mécanique afin de permettre l'entrée des crayons à l'APM.

Cette nouvelle mission a nécessité la réalisation :

- d'équipements en Grande Cellule pour le démantèlement et le stockage,
- des équipements généraux de la Petite Cellule ainsi que des équipements de tronçonnage et de mise en étui des crayons.

Pour une campagne de 4 assemblages (soit 2,16 T de métal lourd), il a été retenu des solutions simples et peu automatisées permettant une mise au point rapide.

L'installation a été techniquement prête en avril 91, par ailleurs l'autorisation de la sûreté pour réaliser cette campagne a été obtenue en février 91.

## Campagne REP/MOX

- Combustible REP MOX GRAFENRHEINFELD (annexes 3 et 4).  
Les éléments combustibles ont un aspect voisin des assemblages REP 1300 français standard, le pied est démontable.  
Les caractéristiques du combustible irradié sont indiquées en annexe 5.

### - Opérations en Grande Cellule (annexes 6 et 7).

. L'emballage de transport (IL 49) est accosté à la Grande Cellule, le bouchon de traversée est accouplé au couvercle du château et l'ensemble est déposé en cellule.

. L'assemblage est extrait du château par l'intermédiaire d'un grappin et est déposé dans un étui (carquois) qui assure son maintien durant l'opération de retournement pour avoir l'accès au pied de l'assemblage.

. Le démontage du pied est assuré par l'intermédiaire d'une visseuse pneumatique.

. Les crayons sont alors accessibles et peuvent être ainsi extraits un par un par l'intermédiaire d'une pince pneumatique accrochée à l'unité de levage de la cellule.

Ces crayons sont introduits dans un étui solidaire d'un basculeur en petite cellule. Cet étui (sarcophage) peut s'ouvrir longitudinalement (charge moyenne de 13 crayons) après avoir été amené de la position verticale à la position horizontale.

### Ensuite (au retour de la Petite Cellule) :

. Les étuis des tronçons de crayons préparés en Petite Cellule sont récupérés et conditionnés par 8 dans un casier.

. Ce casier, une fois rempli, est introduit dans le château IU25, emballage spécifique qui assure la liaison entre ISAI ET L'APM.

Enfin après l'extraction de la totalité des crayons :

La structure de l'assemblage est découpée à l'aide d'une cisaille pneumatique pour être conditionnée dans une poubelle qui sera expédiée en entreposage de désactivation.

**- Opérations en Petite Cellule : (annexes 8 et 9).**

. L'ascenseur basculant chargé du sarcophage contenant les 13 crayons et un étui vide pour les tronçons est amené en position horizontale.

. L'étui est à l'intérieur d'une chemise pour éviter une contamination  $\alpha$  extérieure.

. L'étui dans sa chemise est mis en place sur la table de travail.

. Le sarcophage est ouvert et les crayons répartis sur le plan de travail.

Unitairement les crayons sont introduits dans la machine de tronçonnage bouchonnage (MTB, annexe 10). Cet ensemble est confiné pour limiter la contamination. Le crayon est entraîné en rotation 20 tr/mn, la molette rétractable du système coupe tube est mise en pression sur le crayon (60 daN), après la coupe, des bouchons sont introduits et emboîtés à force sur chacune des extrémités afin d'assurer une étanchéité matière durant les manutentions et transports.

. Les tronçons ainsi "bouchonnés" sont introduits dans l'étui qui, une fois rempli est fermé par un bouchon vissé et est remonté en Grande Cellule.

Le principe du confinement dynamique est présenté en annexe 11. Les particules de matière sont piégées dans un filtre en poral.

En fin de campagne le filtre conditionné dans un étui soluble est serti et expédié au retraitement.

Les 944 crayons (236 x 4) coupés en 3 tronçons de 1467 mm sont conditionnés dans 73 étuis, diamètre 103 mm vissé, soit en moyenne 13 crayons par étui.

### **- Transport et cheminement des objets**

Pour les campagnes sur les assemblages REP, le cheminement des objets et déchets est présenté dans l'annexe 12.

### **- Planning, durée des opérations**

Cette campagne de démantèlement de 4 assemblages et de découpe des crayons s'est déroulée dans de bonnes conditions suivant le planning prévu, elle a duré 5 mois : de mi septembre 91 à mi février 92.

Une opération de chargement du château IL49 ou un chargement du château IU25 bloque une journée d'exploitation de cellule.

#### **En Grande Cellule**

- La réception et la préparation d'un assemblage pour l'extraction des crayons prennent une journée.
- La préparation d'un lot de 13 crayons peut être faite dans une demi journée.

#### **En Petite Cellule**

- La réception, les manutentions, la coupe et le "bouchonnage" des crayons pour la préparation d'un étui s'effectuent dans la journée.

## - Observations et enseignements

- Les efforts d'extraction des crayons des assemblages sont de l'ordre de 16 daN, ce qui n'est pas important, le poids d'un crayon étant d'environ 3,3 daN, un changement relativement fréquent de la pince (8 pinces consommées) a été nécessaire, sa fragilité étant due aux contraintes d'encombrement imposées pour pouvoir accéder à un crayon quelconque du faisceau.

- Les mesures de températures par sonde sur les assemblages ont donné une température moyenne à coeur de l'ordre de 200° C, une température maximale de 265° C a été relevée (mesures effectuées à l'intérieur d'un carquois, convection naturelle médiocre). La puissance thermique résiduelle réelle est inférieure à celle calculée.

- Les mesures de  $Kr^{85}$  par chambre  $\gamma$  indiquent un dégagement compris entre 0,1 % et 1 % environ des gaz de fission à la première coupe des crayons.

- Le comportement plus "mou" que prévu de la gaine des crayons, corrélé avec l'emploi d'une dizaine de molettes de coupe avec des durées de vie assez variables, une coupe nécessitant de 30 à 200 tours au lieu de 14 sur maquette inactive.

- La matière nucléaire délogée, recueillie dans le filtre spécifique représente 2,12 kg pour la totalité des coupes (1900 environ), cette matière se présente plutôt sous forme d'éclats de pastilles.

- L'absence de contamination notable à l'interface châteaux-cellule et dans la cellule de démantèlement ; suivi par frottis de décontamination en cellule de découpe des crayons avec un rapport d'activité émetteurs  $\alpha$  / émetteurs  $\beta\gamma$  d'environ  $5 \cdot 10^{-2}$

Les précautions prises en Petite Cellule ont permis d'avoir un spectre qui n'est pas classé  $\alpha$ .



## Contrôle des protections biologiques

Avant la mise en actif des cellules, il a été effectué le contrôle de l'homogénéité de la protection biologique  $\gamma$ . L'objet de ce contrôle est la mise en évidence de variations du pouvoir "atténuateur" de cette protection due aux écarts d'épaisseur ou à une mauvaise homogénéité du matériau constituant le blindage.

L'intensité d'un défaut est déterminée par le facteur de fuite qui est le rapport du débit de dose absorbé, lu au contact du blindage pendant le contrôle sur la mesure de référence déterminée à partir d'un ensemble de mesures relevées sur la totalité du blindage.

Cette opération a été réalisée avec des sources au Co 60 en deux phases :

- Phase de précontrôle à la source Co 60  $1,85 \cdot 10^{13}$  Bq (500 Ci).
- Phase de contrôle à la source Co 60  $7,69 \cdot 10^{14}$  Bq (21 000 Ci) et pour la Super Cellule et la Sous Cellule, la source utilisée a été de  $1,85 \cdot 10^{10}$  Bq (0,5 Ci).

Un certain nombre de défauts ont été mis en évidence. Les défauts sont dus pour la plupart à la mauvaise migration du béton sous une cornière de structure des postes de travail.

Le principe de réparation retenue a été tout d'abord dans le cas de fuite faible, l'adjonction d'un pavé de plomb sur le mur à l'extérieur de la cellule et dans le cas de fuite plus importante, l'exécution d'un carottage d'une profondeur calculée en fonction de la protection nécessaire avec de la laine de plomb compactée de densité théorique de 8 et finition au mortier de lissage.

Les réparations ont fait l'objet d'une étude et d'un compte rendu, listant tous les défauts et leur réparation.

A l'arrivée du premier assemblage, un contrôle de l'efficacité des réparations a été effectué en même temps que le contrôle de la protection neutronique.

L'assemblage utilisé représente une source de  $3,35 \cdot 10^3$  n. s<sup>-1</sup>.

Les contrôles ont permis de valider les travaux de réparation exécutés et le bon comportement vis à vis du risque neutron.

## Bilan de la campagne

Au cours de la campagne, trois poubelles de décroissance, chargées à partir des "squelettes" des 4 assemblages ont été évacuées (poubelle diamètre = 500 mm, hauteur = 2280 mm). Ces poubelles représentaient une activité moyenne calculée de : 8 000 Ci chacune ( $7,910^3$  Ci à un an,  $6,910^2$  Ci à cinquante ans).

Par ailleurs, les différentes interventions sur le matériel ont généré 25 fûts compactables et un fût prébétonné.

La dosimétrie du personnel fait apparaître un bilan général de 3 mSv sur 4 agents avec un maximum de : 1,2 mSv sur 1 agent.

Les rejets gazeux pour la totalité de la campagne ont été de 33 TBq en Kr 85 et Xe. Il n'y a pas eu de rejet liquide.

## **Intervention en fin de campagne**

Une panne sur le circuit électrique d'une unité de levage est intervenue au cours de la campagne. Une cartographie  $\gamma$  effectuée en fin de campagne a montré la possibilité d'une intervention directe vu la faible importance de l'activité résiduelle, grâce aux précautions prises.

Cette intervention s'est déroulée en deux phases :

- Préparation, décontamination.
- Intervention sur le matériel pour remise en état.

En fin de décontamination, l'ambiance moyenne de la cellule est d'environ  $0,05 \text{ mGy.h}^{-1}$  au contact du sol, avec un point à  $0,2 \text{ mGy.h}^{-1}$  et de  $0,02 \text{ mGy.h}^{-1}$  à 1,5 m. Des frottis réalisés sont de l'ordre de  $100 \text{ Bq. cm}^{-2}$  ( $\beta\gamma$ ).

Le temps de présence en cellule est de 27 hommes x heure pour une dose collective intégrée de 1,2 HmSv répartie sur 15 agents, ce qui représente une moyenne de 0,35 HmSv.

Cette intégration se décompose comme suit :

- Décontamination :	0,73 HmSv	(3 agents)
- Remise en état de la cellule :	0,38 HmSv	(10 agents)
- Surveillance RP :	0,08 HmSv	(2 agents)
	<hr/>	<hr/>
	1,19 HmSv	15 agents

## Déchets

Pour cette intervention, 7 fûts F100 compactables ont été générés essentiellement à base de gants et de coton (frottis de contamination). Par ailleurs, 80 kg de linge (surbottes, cagoules, combinaisons) ont été envoyés à la laverie.

<b>LISTES DES ANNEXES</b>
---------------------------

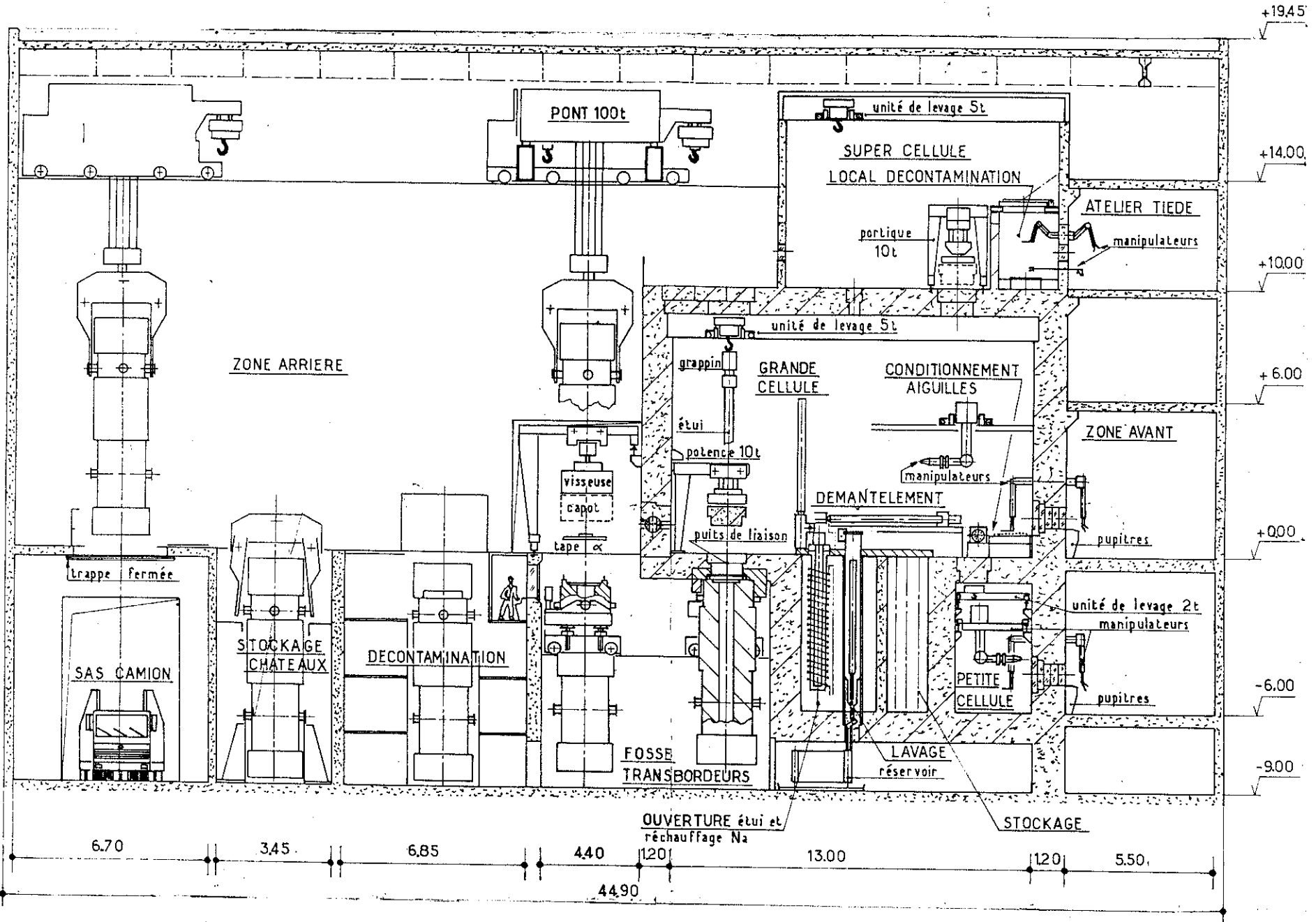
1. ISAI ensemble coupe longitudinale
2. Vue générale en perspective de la Grande Cellule
3. Élément combustible REP
4. Caractéristiques dimensionnelles du combustible Grafenrheinfeld
5. Caractéristiques du combustible irradié
6. Opérations en cellules
7. Cheminement en Grande Cellule
8. Basculement en Petite Cellule
9. Cheminement en Petite Cellule
10. Machine de tronçonnage "bouchonnage" (MTB)
11. Confinement de la MTB
12. Flux des objets REP

oooooooooooo

## LISTE DES DIAPOSITIVES

- Vue générale du site de Marcoule
- Vue générale d'ISAI
- Arrivée d'un château IL 49
- Prise au pont d'un IL 49
- Carquois de retournement de l'assemblage en Grande Cellule
- Extraction d'un crayon
- Pince d'extraction
- Ascenseur basculant en Petite Cellule
- Ouverture du sarcophage
- Mise en place du crayon dans la MTB
- Vue d'ensemble de la MTB
- Coupe d'un crayon
- Mise en étui du segment de crayon
- Récupération en Grande Cellule d'un étui plein
- Stockage d'un étui

# ISAI Coupe longitudinale





# CELLULE CELL

banc de métrologie  
des aiguilles  
Pin metrology  
station

liaison avec  
super cellule  
Transfer to  
upper cell

puits  
pour étui  
sous Na

Pin  
conditioning  
station

banc de  
conditionnement  
des aiguilles

Subassembly  
storage

stockage  
assemblages

banc de  
démantèlement  
Dismantling  
station

## Installation de Surveillance des Assemblages Irradiés

SPENT FUEL SUBASSEMBLY

MONITORING FACILITY Annexe 2.

assembly  
metrology  
station

banc de  
métrologie  
assemblage

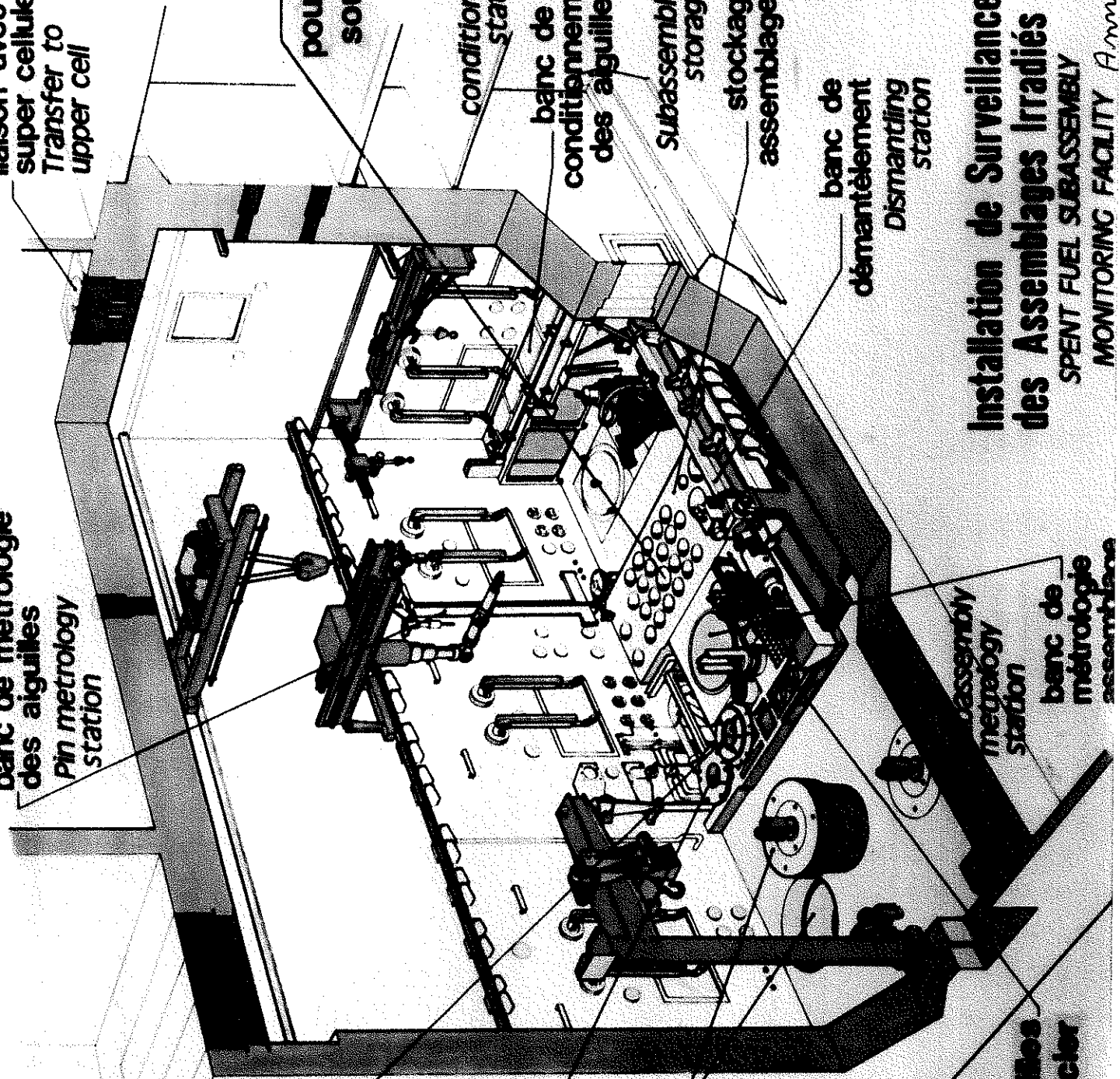
thermalisation

cleaning  
pit

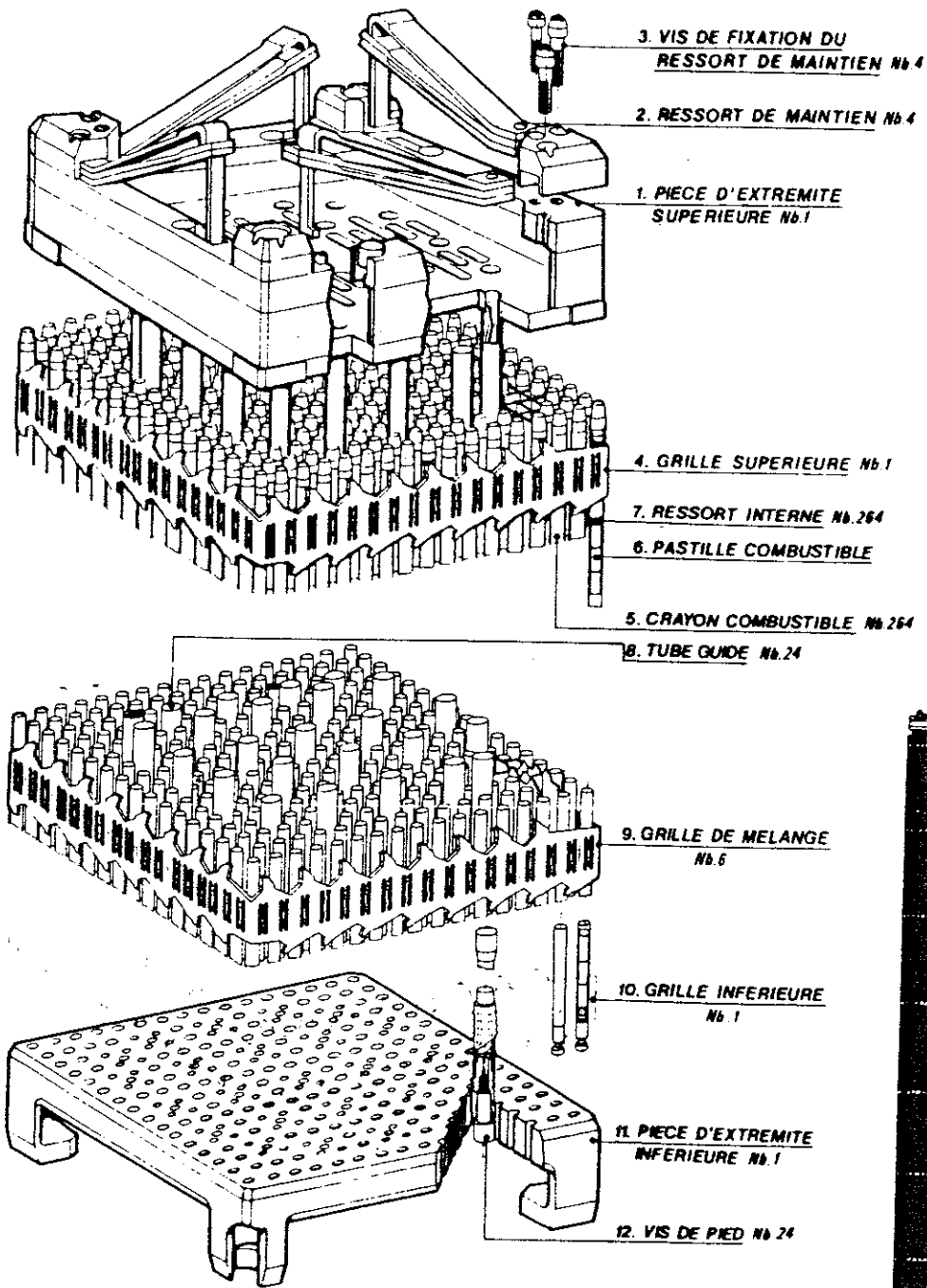
puits de  
lavage

introduction  
Entry lock

puits pour aiguilles  
et acier







ÉLÉMENT COMBUSTIBLE « R E P »  
Assemblage 17 x 17

## ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE GRAFENRHEINFELD

### - Caractéristiques dimensionnelles (en mm)

Réseau 16 x 16  
 Section 229,6 x 229,6  
 Longueur assemblage : 4937  
                   crayon : 4401

Diamètre crayon = 10,75  
 Epaisseur gaine = 0,72  
 Nombre de crayons  
 combustibles par assemblage : 236

### - Masse des matières (en kg)

Assemblage complet		Structure (embouts et tubes guides)
Inox	26,9	26,9
Zircaloy	192	18,7
Inconel	5,6	2,6
Combustible oxyde	611,5	
ou Métal lourd	540	
Masse totale	836	48,2

**CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE GRAFENRHEINFELD**

Taux de combustion (assemblage moyen) 33 700 MWJ/T Métal lourd initial

Refroidissement 3 ans

**Composition :**

Métal lourd	500 kg U	total dont 0,34% U235
	16,2 kg Pu	total dont 73% P239

Source $\gamma$	1,09 E 16 ( $\gamma$ /s)/t ml
	5,9 E 15 ( $\gamma$ /s)/assemblage

Source neutrons	6,2 E 9 (n/s)/t ml
	3,35 E 9 (n/s)/assemblage

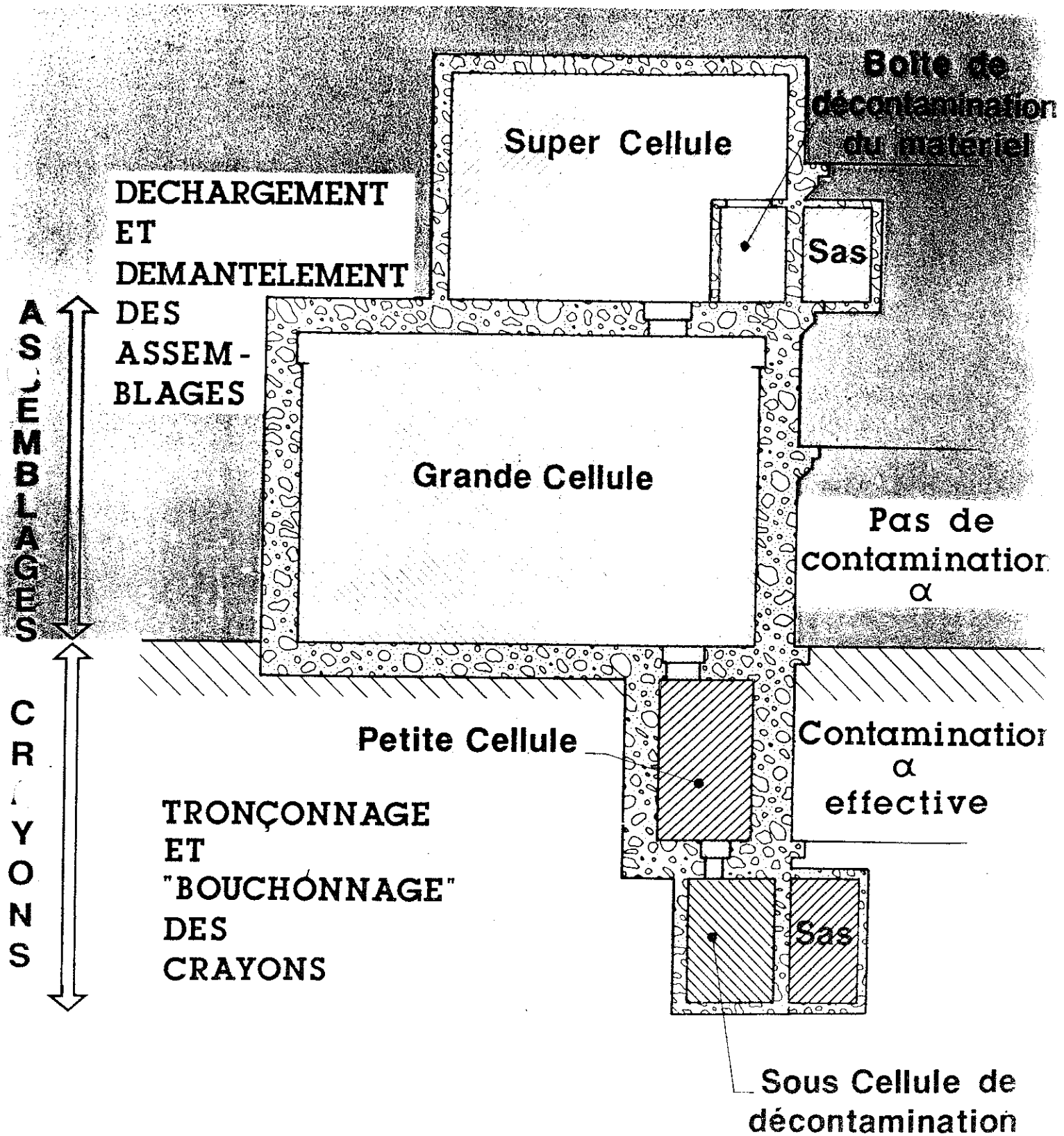
Puissance thermique résiduelle : 5,5 KW

Composition avant irradiation

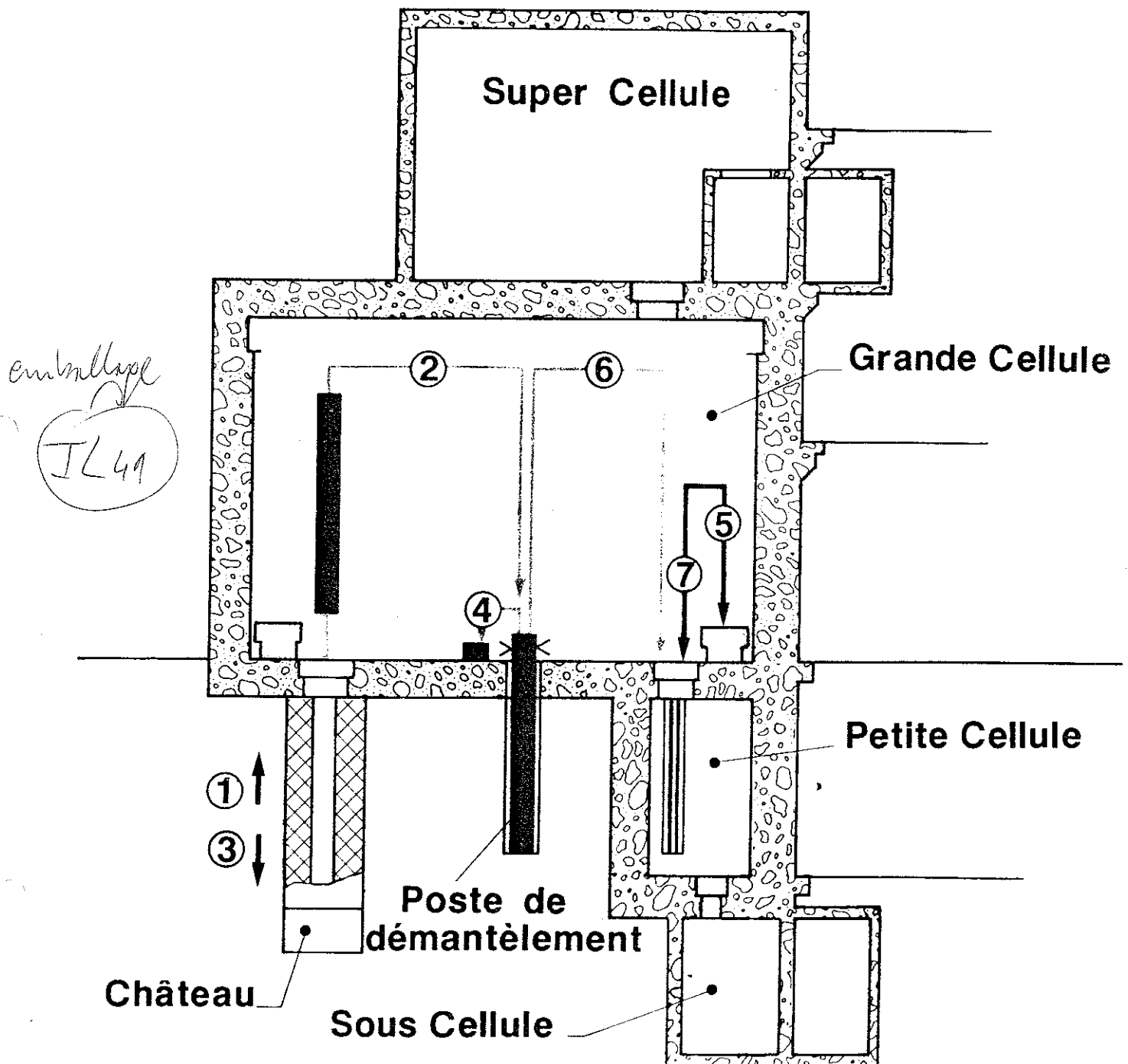
Teneur en Pu fissile pour 72 crayons à 2 % et 164 crayons à 3,2 %

Support uranium naturel

# OPERATIONS

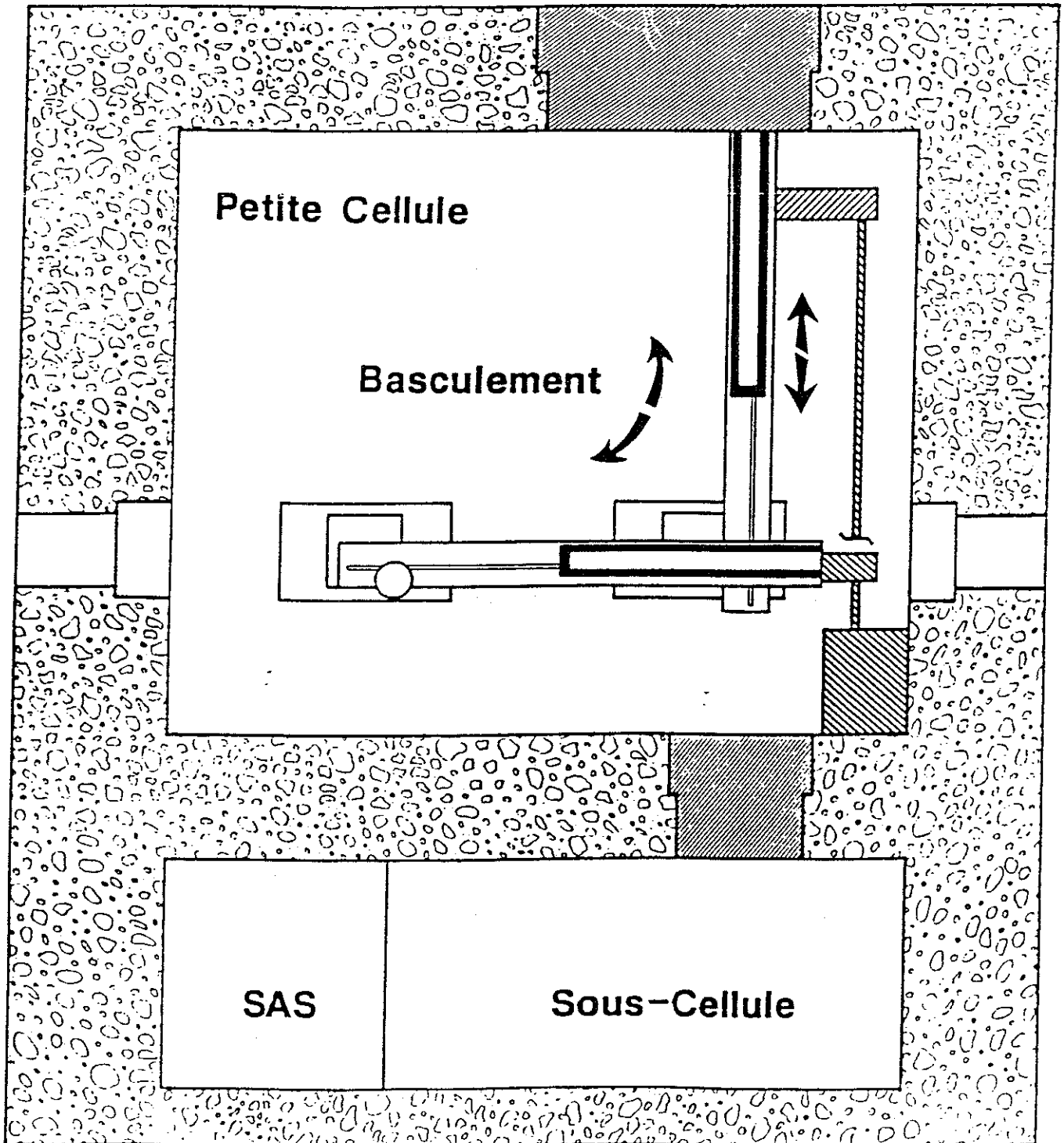


# CHEMINEMENT EN GRANDE CELLULE



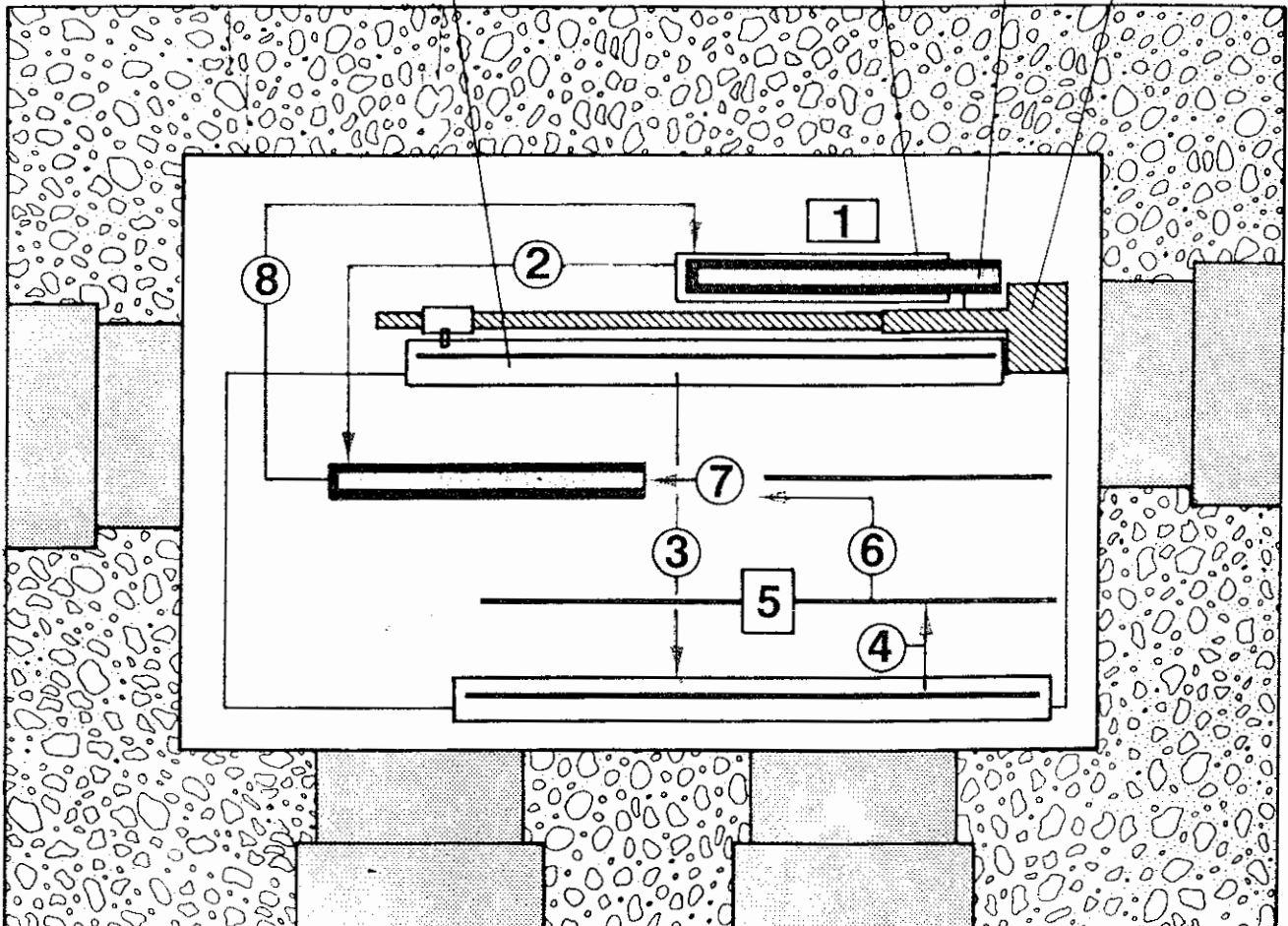
- 1 Accostage château
- 2 Transfert assemblage au poste de démantèlement
- 3 Désaccostage château
- 4 Dépose embout d'assemblage
- 5 Ouverture canal petite cellule
- 6 Extraction crayons et transfert dans le sarcophage
- 7 Fermeture canal petite cellule

# CHEMINEMENT EN PETITE CELLULE DES CRAYONS ET DES ETUIS



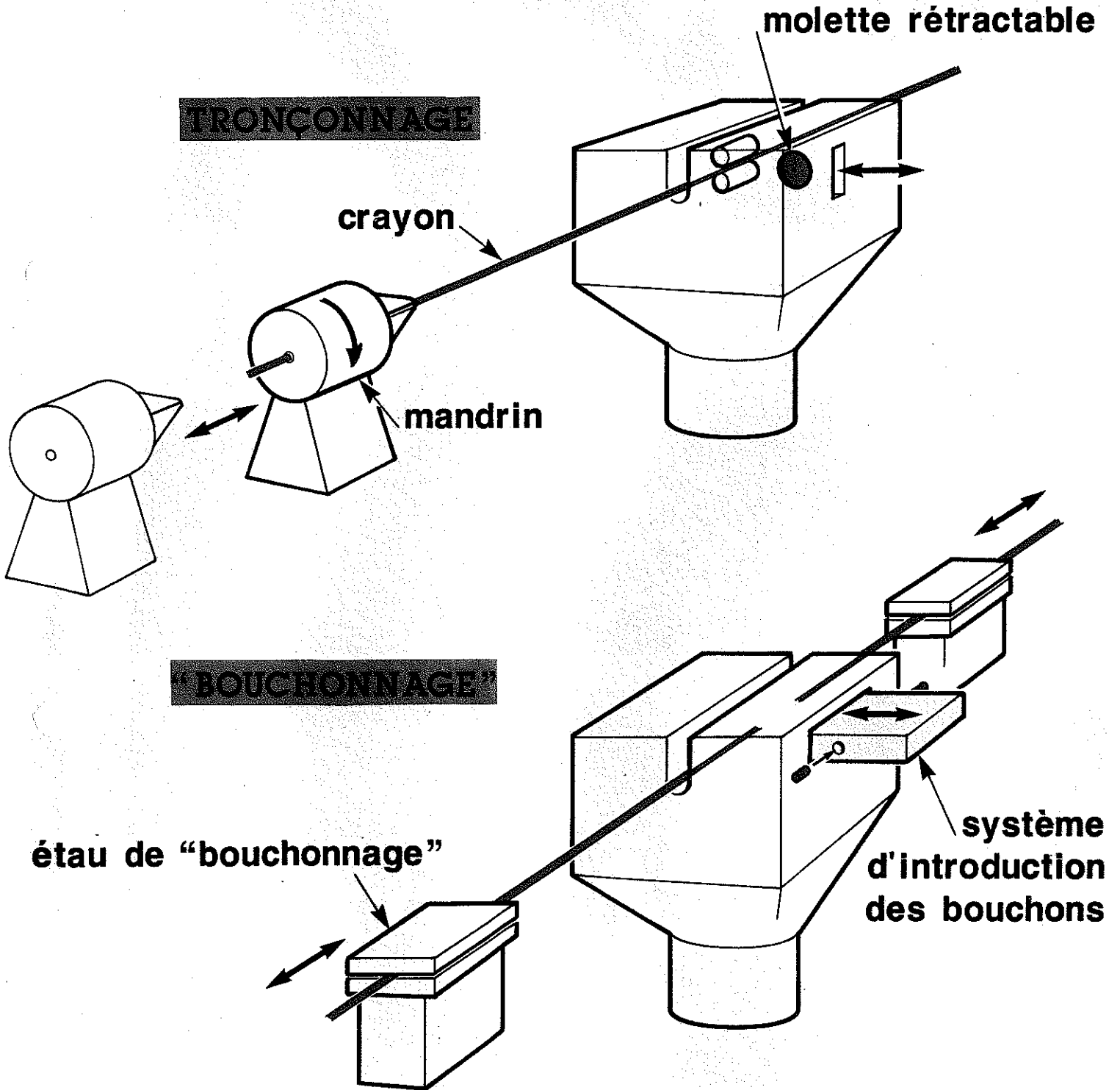
# CHEMINEMENT DES CRAYONS ET ETUIS EN PETITE CELLULE

Sarcophage à crayons    Chemise à étuis    Etui    Ascenseur



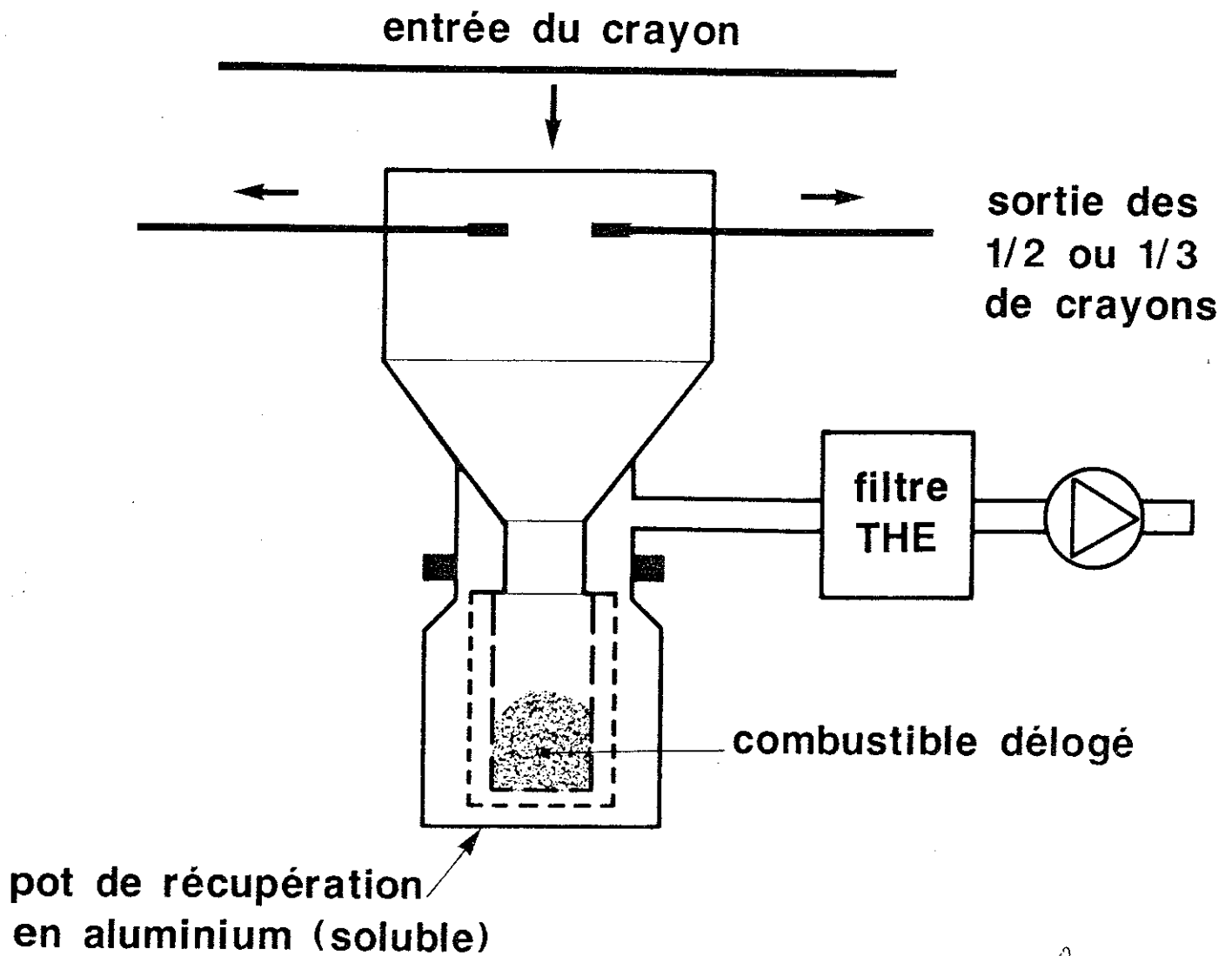
- 1 - Désolidarisation chemise + étui de l'ascenseur basculant
- 2 - Transfert chemise +étui sur table de travail
- 3 - Transfert puis ouverture sarcophage à crayons
- 4 - Transfert crayon sur poste de tronçonnage
- 5 - Tronçonnage et "bouchonnage" crayon
- 6 - Transfert 1/2 crayons dans étui
- 7 - Fermeture étui par vissage
- 8 - Transfert étui +chemise sur ascenseur

# MACHINE DE TRONÇONNAGE ET "BOUCHONNAGE"





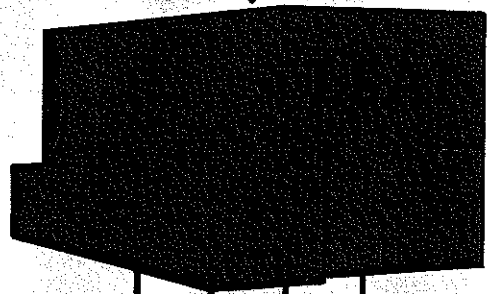
# MACHINE DE TRONÇONNAGE ET "BOUCHONNAGE" VENTILATION



\* • filtre en papier  
\* • aluminium

# FLUX - ASSEMBLAGES REP

assemblages



1/2 ou 1/3 crayons



IU25

combustible délogé



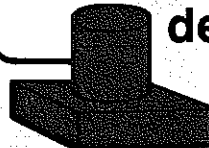
IL47

déchets technologiques

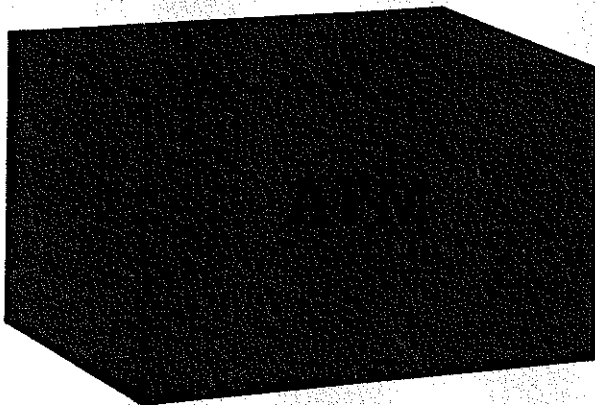


château à déchets

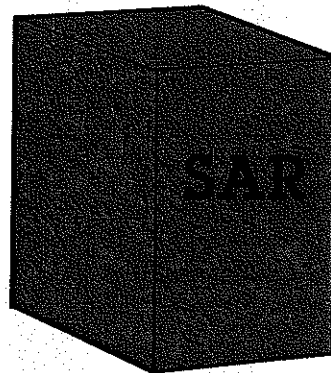
déchets de structure



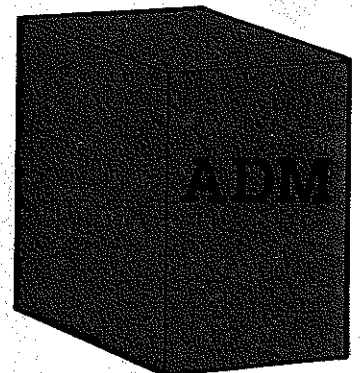
château à déchets



CEA



SAR



ADM

COGEMA