

International conference on post irradiation examination.  
Lake District, GB, May 13 - 15, 1980.  
CEA - CONF 5180

REAMENAGEMENT. DE LA CELLULE CELIMENE  
AU SUIVI DES ASSEMBLAGES COMBUSTIBLES DES REACTEURS DE PUISSANCE PWR 900 MWe

---

André LHERMENIER, Jean-Claude VAN CRAEYNEST

Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.N. SACLAY)

DTech/SECS/SELECI - B.P. N° 2 - 91190 GIF/S/YVETTE (FRANCE)

R E S U M E -

La cellule "CELIMENE", attenante au réacteur EL 3, construite entre 1962 et 1964, et initialement destinée au démantèlement des dispositifs d'irradiation expérimentaux, a subi d'importantes transformations qui permettent, depuis 1978, la réception, la manipulation et l'examen d'assemblages combustibles irradiés provenant des réacteurs de puissance (longueur  $\sim 4$  m, masse  $\sim 700$  kg).

Grâce à cette réalisation, il est maintenant possible, dans le cadre du suivi du comportement du combustible PWR, ou du retraitement, d'extraire un assemblage représentatif du cycle normal du combustible, d'effectuer sur cet assemblage des contrôles non destructifs, d'en extraire des crayons et de réinsérer cet assemblage, après remontage de la tête, dans le cycle normal du combustible, pour manipulation en usine de retraitement ou en piscine de stockage.

Moyennant des techniques de remontage adaptées, il est possible d'envisager, après examen, la réirradiation de l'assemblage.

Des transformations importantes ont été réalisées au niveau des bâtiments et des moyens de levage pour permettre la manipulation des châteaux de fort tonnage.

Un réaménagement des moyens de manipulations, d'usinage, et des dispositifs de stockage en cellule a été nécessaire.

La mise au point d'un banc d'examen permettra, courant 1980, de procéder sur assemblage à des contrôles non destructifs, observation optique et métrologie de l'assemblage avant démantèlement ou de la structure après démantèlement.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON POST IRRADIATION EXAMINATION OF THE BRITISH  
NUCLEAR ENERGY SOCIETY

THE LAKE DISTRICT (England) - 13 - 15 mai 1980

---

REAMENAGEMENT DE LA CELLULE CELIMENE AU SUIVI DES ASSEMBLAGES COMBUSTIBLES  
DES REACTEURS DE PUISSANCE PWR 900 MWe

---

André LHERMENIER, Jean-Claude VAN CRAEYNST

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE - Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay -  
DTech-SECS-LECI - Boite Postale n° 2 - 91190 GIF SUR YVETTE (FRANCE)

---

I - INTRODUCTION

La cellule blindée  $\beta \gamma$  CELIMENE, construite entre 1962 et 1964 et opérationnelle depuis Mars 1965, avait été spécialement conçue pour assurer un support technique au réacteur EL3.

Compte tenu des dimensions exceptionnelles de cette cellule, il avait été envisagé, dès 1975, une reconversion de ses fonctions vers l'examen des assemblages combustibles de la filière à eau ordinaire.

## II - EVOLUTION DES FONCTIONS

### II.1 - Travaux sur dispositifs expérimentaux

La cellule, construite en 1964, attenante au réacteur expérimental EL3, avait été conçue pour assurer l'examen des éléments combustibles nourriciers du réacteur et les travaux divers sur dispositifs irradiés dans le réacteur.

Ses fonctions principales étaient :

- le contrôle non destructif d'éléments combustibles,
- le déchargement et le rechargement d'échantillons irradiés dans des dispositifs expérimentaux,
- l'usinage et le démantèlement pour mise aux déchets de dispositifs expérimentaux,
- l'évacuation des échantillons irradiés et des résidus,
- en règle générale, tous travaux d'usinage sur objets irradiés de grande longueur, à l'exclusion de l'usinage sur le combustible même.

### II.2 - Travaux sur assemblages PWR

Dès 1975, dans l'optique de l'arrêt du fonctionnement du réacteur EL3 prévu pour 1979, et devant l'intérêt grandissant porté à l'examen des combustibles de la filière à eau pressurisée, une reconversion de la cellule avait été envisagée.

Les moyens d'accès et de manipulation devaient pouvoir être adaptés, les dimensions de la cellule étant conformes à la manipulation d'assemblages de réacteurs de puissance.

Aussi, depuis 1978, les fonctions principales de la cellule ont été orientées en particulier vers :

- les examens non destructifs des assemblages PWR,
- le démantèlement des assemblages,
- l'extraction de tout ou partie des crayons,
- les examens non destructifs de sélection des crayons par :
  - . courants de Foucault,
  - . spectrométrie gamma,
- la réinsertion des crayons dans l'assemblage
- le remontage d'une tête de manipulation sur l'assemblage pour expédition vers le lieu de stockage ou de retraitement,
- courant 1980, une métrologie sur assemblage sera réalisable.

## III - DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

### III.1 - Situation générale

Le bâtiment, situé au Nord-Est de la pile EL3 (Fig. 1), comprend plusieurs volumes accolés, l'ensemble ayant un gabarit de 24 m x 20 m en plan et 18 m en hauteur. Il est constitué de piliers et de poutres en béton armé, avec voile de béton. Les sols sont en béton armé.

Les différents locaux sont les suivants (Fig. 2) :

- la cellule (ou enceinte blindée) que nous examinerons plus en détail,
- le hall, permettant l'accès des conteneurs du niveau zéro au toit de la cellule (niveau 7).

Il dispose d'un pont de 310 kN et d'un palan de 100 kN

- la zone arrière, de 6,5 m x 6 m, permet la sortie horizontale de matériel peu actif.

Une table élévatrice, sur rail, de 100 kN permet la réception de châteaux ou de matériel, et le positionnement au niveau du barillet d'introduction en cellule.

- la salle de ventilation contient le ventilateur de soufflage avec batterie de chauffage, réfrigération et humidification de l'air pulsé vers les locaux, ainsi que les ventilateurs d'extraction et les filtres absolus cellule et locaux,
- la zone triangulaire, annexe technique de la cellule,
- les vestiaires,
- la zone de travail,
- le local électrique,
- le local de contrôle T.C.R.<sup>N</sup> - T.C.T.<sup>MM</sup>

\* T.C.R. = tableau de contrôle des rayonnements.

MM T.C.T. = tableau de contrôle technique.

### III.2 - La cellule blindée $\beta$ $\gamma$

La cellule (Fig.3) se présente sous la forme d'un parallé-  
lépipède rectangle ayant les dimensions suivantes (en mètres) :

	<u>Longueur</u>	<u>Largeur</u>	<u>Hauteur</u>
- Externes	8	5	7
- Internes	6	3	6

Les murs ainsi que les dalles de toits amovibles sont en  
béton de baryte de densité 3,4 et ont une épaisseur de 1 m.

La face interne de l'enceinte est garnie d'une peau en  
acier doux de 10 mm d'épaisseur fixée sur des renforts métalliques, dans  
le but de faciliter la fixation de matériel sur les parois.

La cellule repose sur un radier en béton ordinaire  
comportant des puits de 0,80 m de diamètre et de 12,70 m de profondeur.  
Les deux puits situés devant les postes de travail sont équipés d'un  
chemisage en acier de diamètre intérieur 700 mm.

Au centre du plan de la cellule on trouve un puits rectan-  
gulaire de 1 m x 2 m et d'une profondeur de 4,90 m.

Les accès à l'intérieur de l'enceinte se font :

#### Horizontalement

- à l'ouest : par un barillet d'introduction de 0,36 m x 0,36 m, en  
communication avec le hall de la pile EL3,
- à l'est : par un barillet identique communiquant avec la zone arrière  
et placé dans une porte mobile de 1,50 m de large et 2,80 m de haut,

#### Verticalement

- par le toit, qui comporte les orifices suivants :
  - . un obturateur à tiroir de diamètre 400 mm,
  - . un trou de diamètre utile 640 mm permettant l'évacuation de poubelles  
à déchets,
  - . un trou de diamètre utile 170 mm permettant le chargement des cadres  
de transfert avec la hotte IL 41.

#### IV - TRANSFORMATIONS ET AMENAGEMENTS

##### IV.1 - Transformation des annexes

Afin d'être en mesure d'assurer l'exploitation de la cellule conformément aux normes de sécurité, un certain nombre de modifications importantes ont été réalisées :

- d'une part pour répondre aux exigences de sûreté imposées par le nouveau programme,
- d'autre part pour permettre le transfert de la responsabilité d'exploitation de EL 3 vers le LECI.

Les travaux essentiels ont porté sur la réalisation :

- d'un sas camion, extension NE de la zone de déchargement, imposé par les services de sûreté. Il permet l'introduction du véhicule de transport du château et son déchargement en isolement complet de l'extérieur,
- d'un local abritant le groupe électrogène de secours de 85 KVA destiné à assurer l'alimentation en énergie électrique de la cellule en cas de défection de l'alimentation générale et secourue délivrée par le centre,
- d'un local chaufferie,
- et sur des modifications et reports des alarmes Célimène vers le TCR du LECI.

##### IV.2 - Aménagements de la cellule

Afin de répondre aux nouvelles conditions d'exploitation de la cellule des modifications ont été apportées au plan de travail, afin de permettre l'accès aux puits de stockage et de manipulation.

Les moyens de manipulations d'origine sont :

- 4 manipulateurs, type maître-esclave CRL E, répartis à raison de deux par poste de travail et de charge 10 kg (fig. 4),
- 2 manipulateurs lourds type OTER, capables de déplacer des charges de 300 kg (800 kg en vertical).

Afin d'assurer la manipulation des assemblages combustibles et l'extraction des crayons, la cellule a été dotée des équipements ci-dessous (fig. 5) :

1°) 1 élévateur situé dans le puits circulaire, à la verticale de l'obturateur à tiroir; il permet de recevoir l'élément combustible et de régler sa hauteur par rapport au plan de travail. C'est là que l'élément combustible est démantelé.

La force de cet élévateur est de 15 kN et sa course est de 4 mètres. Un système de soufflage injecte à sa base de l'air refroidi à + 5° avec un débit maximum de 2350 m<sup>3</sup>/h et une pression de 165 mm de colonne d'eau.

2°) 1 potence de 10 kN à travers la paroi Nord de la cellule; elle permet de sortir l'assemblage combustible du puits de démantèlement afin de réaliser avant découpage des examens non destructifs d'ensemble.

3°) 1 potence de 2 kN fixée à la paroi Nord de la cellule qui permet d'extraire les crayons de l'élément combustible et de les introduire dans le puits de stockage. Une pince hydraulique spéciale permet de saisir les crayons par leur extrémité supérieure.

Les équipements internes spéciaux comprennent notamment :

- une scie alternative spécialement adaptée pour découper des pièces de grand diamètre (possibilité  $\varnothing = 250$  mm).

Elle est télécommandée du poste de travail par un système hydraulique.

- une tronçonneuse à fraise-scie qui permet de découper le haut des éléments combustibles PWR ou BWR et d'accéder ainsi à la partie supérieure des crayons combustibles pour les extraire.

- un dispositif permettant de procéder à des examens non destructifs sur les assemblages entiers ou sur les squelettes (observation optique, photographie, métrologie).



- un dispositif d'extraction des crayons, équipé d'un capteur de force,
- un stockage des crayons PWR (fig. 6) installé dans le puits de 1 m x 2 m et 4,90 m de profondeur.

Il peut contenir 320 crayons répartis dans 20 paniers de 16 crayons qui peuvent être refroidis par un courant d'air pulsé ascendant, éventuellement réfrigéré à + 5°.

De plus, afin de faciliter l'exploitation de la cellule pendant les opérations de démantèlement de l'assemblage, quatre des six emplacements de stockage peuvent être équipés, à la place des paniers, de fourreaux cylindriques affleurant le plan de travail. Ces fourreaux reçoivent les conteneurs de transport de crayons combustibles.

Un dispositif de réfrigération de l'élément et des crayons combustibles qui comprend :

- une prise d'air extérieure et un filtre d'entrée,
- un ventilateur normal pouvant souffler  $2.350 \text{ m}^3/\text{h}$ ,
- une installation de réfrigération pouvant abaisser la température de l'air soufflé de + 24 à + 5°C,
- un ventilateur de secours pouvant souffler le même débit de  $2.350 \text{ m}^3/\text{h}$  sans passer par le système de réfrigération,
- un caisson de répartition à 3 entrées munies chacune d'un clapet,
- deux gaines de soufflage, d'une part vers l'élévateur pour l'élément complet, d'autre part vers les paniers de stockage des crayons,
- deux ventilateurs de secours avec moteur à courant continu peuvent prendre l'air dans la cellule et le refouler au pied de l'élément sur élévateur et au bas du stockage des crayons. Leur débit unitaire est de  $300 \text{ m}^3/\text{h}$  environ.

## V - OPERATIONS EFFECTUEES DANS LA CELLULE

### V.1 Examens non destructifs de l'assemblage

Actuellement, grâce à la potence 10 kW munie d'un outil de préhension adapté aux différents types d'assemblage, il est possible d'extraire l'assemblage de l'étui se trouvant sur l'élévateur en puits et de procéder en cellule à des contrôles visuels et photographiques.

Un banc de métrologie permettra prochainement la réception de l'assemblage et le contrôle dimensionnel conformément aux spécifications de fabrication. Des dispositifs de contrôle des lames d'eau et d'observation par endoscopie seront adjoints au système.

### V.2 Démantèlement de l'assemblage

L'élévateur permet de présenter la partie supérieure de l'assemblage au niveau nécessaire pour permettre la découpe de la tête.

Suivant le type d'assemblage, diverses machines ou tronçonneuses peuvent être utilisées; elles sont à la fois fixées sur le plan de travail et bridées sur la tête de l'assemblage à usiner.

Après démontage de la tête, un dispositif à cannes permet d'effectuer des mesures de températures dans les tubes guides à différents niveaux. Ces mesures ayant été effectuées, on a alors accès aux crayons combustibles qui peuvent être saisis, l'un après l'autre, par une pince spéciale suspendue à une potence, tirés vers le haut hors de l'assemblage et examinés à l'oeil nu ou à l'aide du périscope. Lors de cette opération, la mesure de la force d'extraction est enregistrée en continu.

### V.3 Examens non destructifs sur crayons

Après mise en stockage d'attente, les crayons sont repris à l'aide de la pince légère et on procède à une série d'examens non destructifs :

- contrôle de la qualité du gainage ou de la présence de dépôt par courant de Foucault
- gammamétrie rapide ou lente sur la totalité du crayon ou sur une zone déterminée à l'avance.

Le dispositif de détection GeLi disposé sur le toit de la cellule et correctement blindé analyse l'émission  $\gamma$  focalisée d'un crayon dont le déplacement est assuré par le mécanisme de la hotte IL 41.

Les opérations sont effectuées à partir de la zone de travail et commandées de la pièce 19 "spectro" du L.E.C.I., où sont centralisées toutes les informations de spectrométrie.

#### V.4 Evacuation des crayons

Les crayons sélectionnés pour analyse en laboratoire chaud sont expédiés par emballages IL 40 ou IL 41 accostant la cellule au-dessus de l'obturateur à tiroir ou du trou de diamètre 170 mm.

Les autres crayons sont évacués vers la piscine de stockage (IL 40 ou IL 41) accostant au même endroit. Les crayons rompus, quelle que soit leur destination, sont évacués en conteneur étanche. Les structures sont découpées et évacuées par châteaux-poubelles.

#### V.5 Reconstitution de l'assemblage

A la fin des opérations, les crayons n'ayant subi que des contrôles non destructifs peuvent être réintroduits dans l'assemblage grâce à une machine de réenfournement; les sites vacants peuvent aussi être comblés par des crayons inertes, et une nouvelle tête, conforme aux spécifications de réalisation de l'assemblage d'origine, est usinée et fixée à l'aide de dispositifs appropriés et agréés par l'unité de retraitement.

Après contrôle final, l'assemblage est réintroduit dans l'étui du château et on procède aux opérations d'évacuation vers l'usine de retraitement ou la piscine de stockage.

### VI - PROJETS

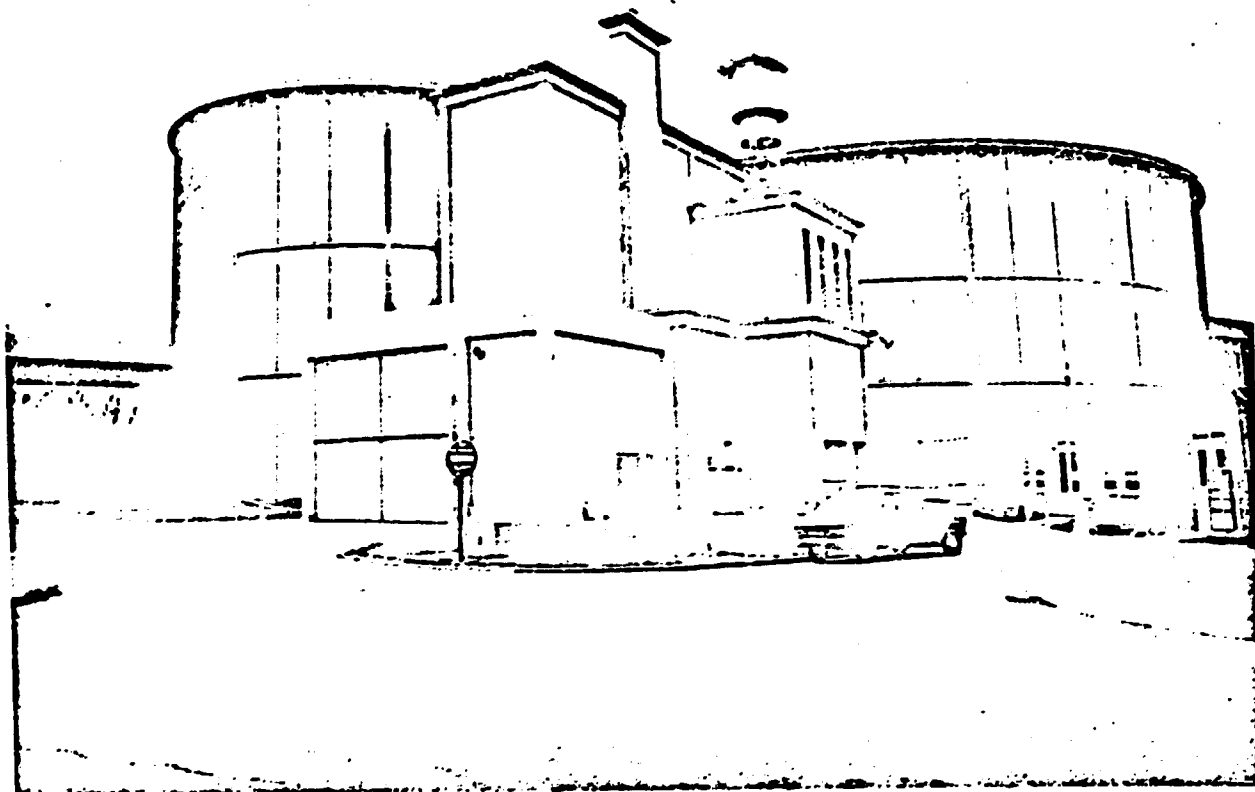
#### VI.1 - Augmentation des capacités d'examen d'assemblages 900 MWe

Afin d'être en mesure de répondre à toute demande d'expertise sur assemblage 900 MWe, il est indispensable de pouvoir disposer d'un volume de stockage important et de plusieurs postes d'examens; en conséquence on étudie actuellement les aménagements et modifications nécessaires pour équiper d'un élévateur le deuxième poste de télémanipulation.

Enfin, une augmentation de la capacité de stockage au centre de la cellule est en cours d'examen, avec le concours des services techniques et de sûreté.

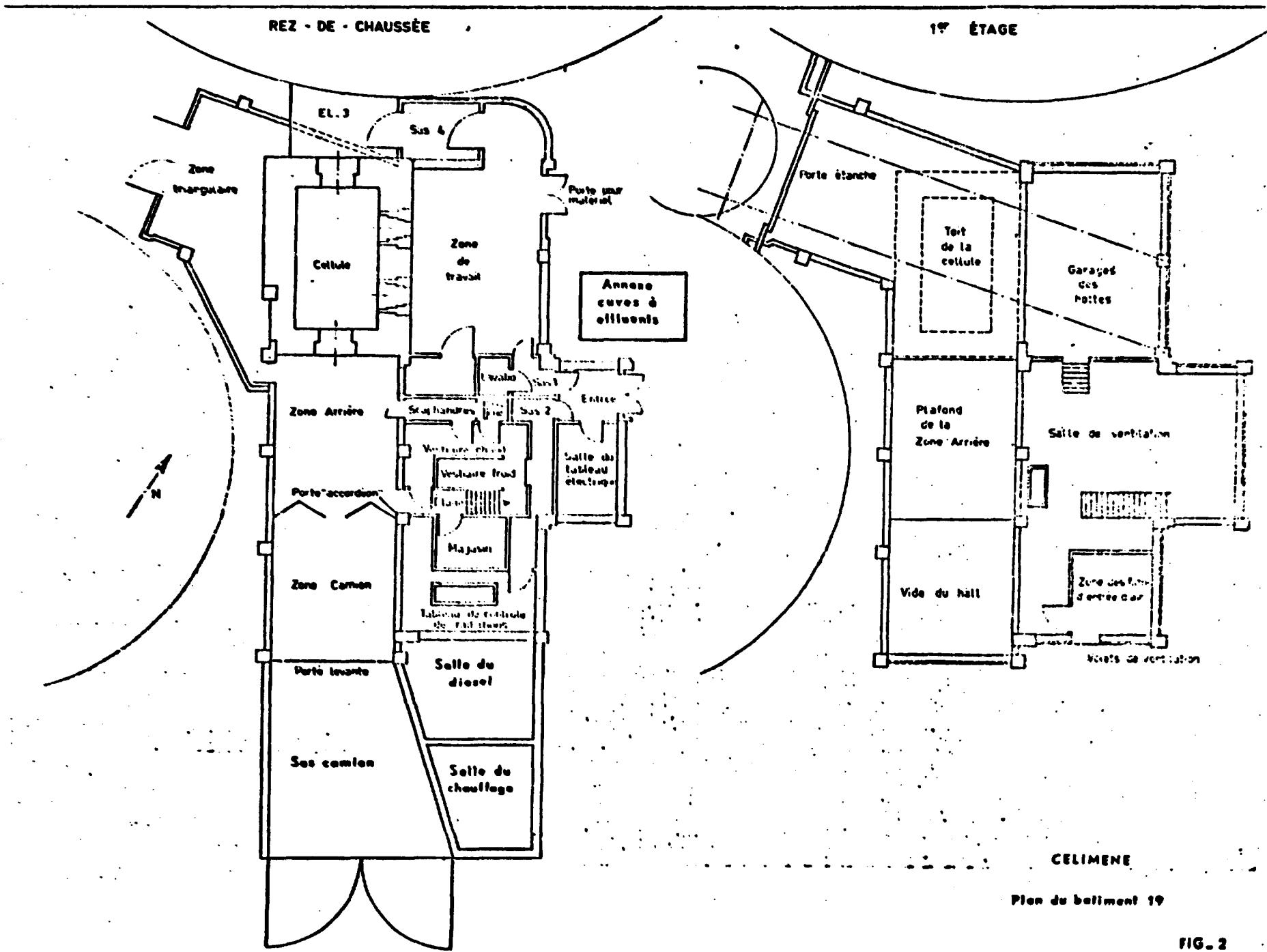
#### VI.2 - Adaptation aux examens d'assemblages 1300 MWe

Compte tenu des dimensions de la cellule et du procédé d'introduction par le toit, il sera possible, moyennant une modification du plan de travail de recevoir et de procéder à tous les examens et opérations classiques sur assemblages 1300 MWe.



VUE GENERALE DES BATIMENTS

Fig. 1

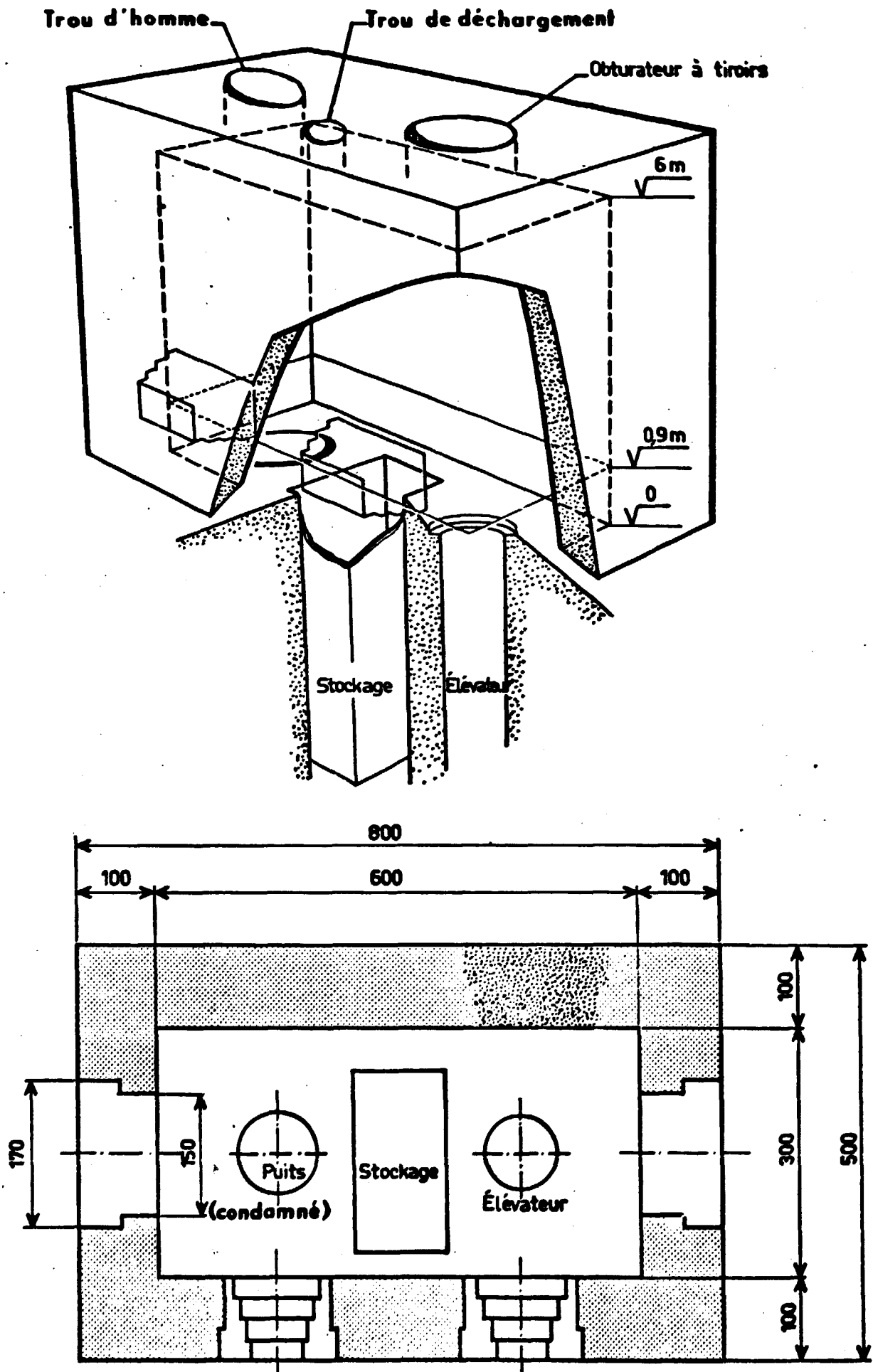


CELIMENE

Plan du bâtiment 19

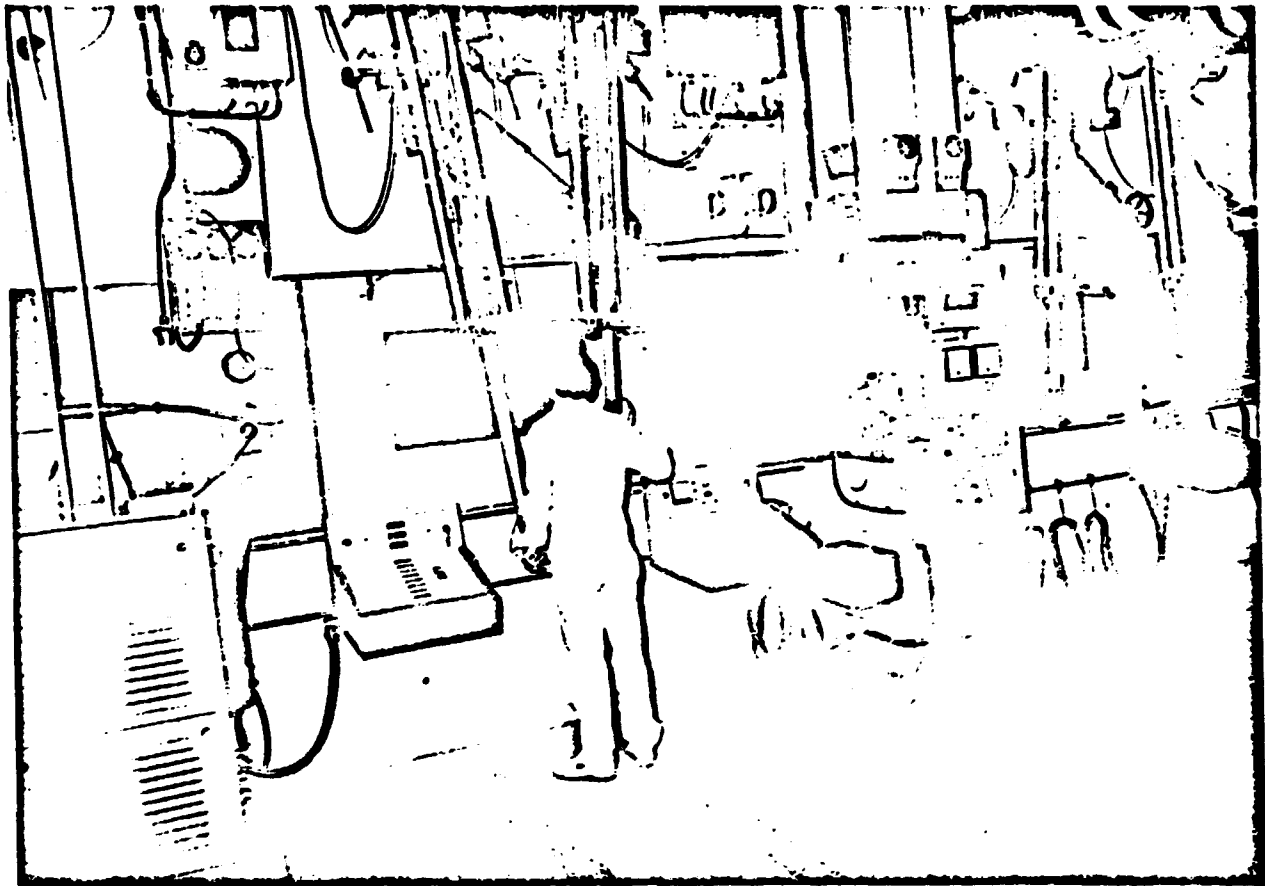
FIG. 2

FIG. 2

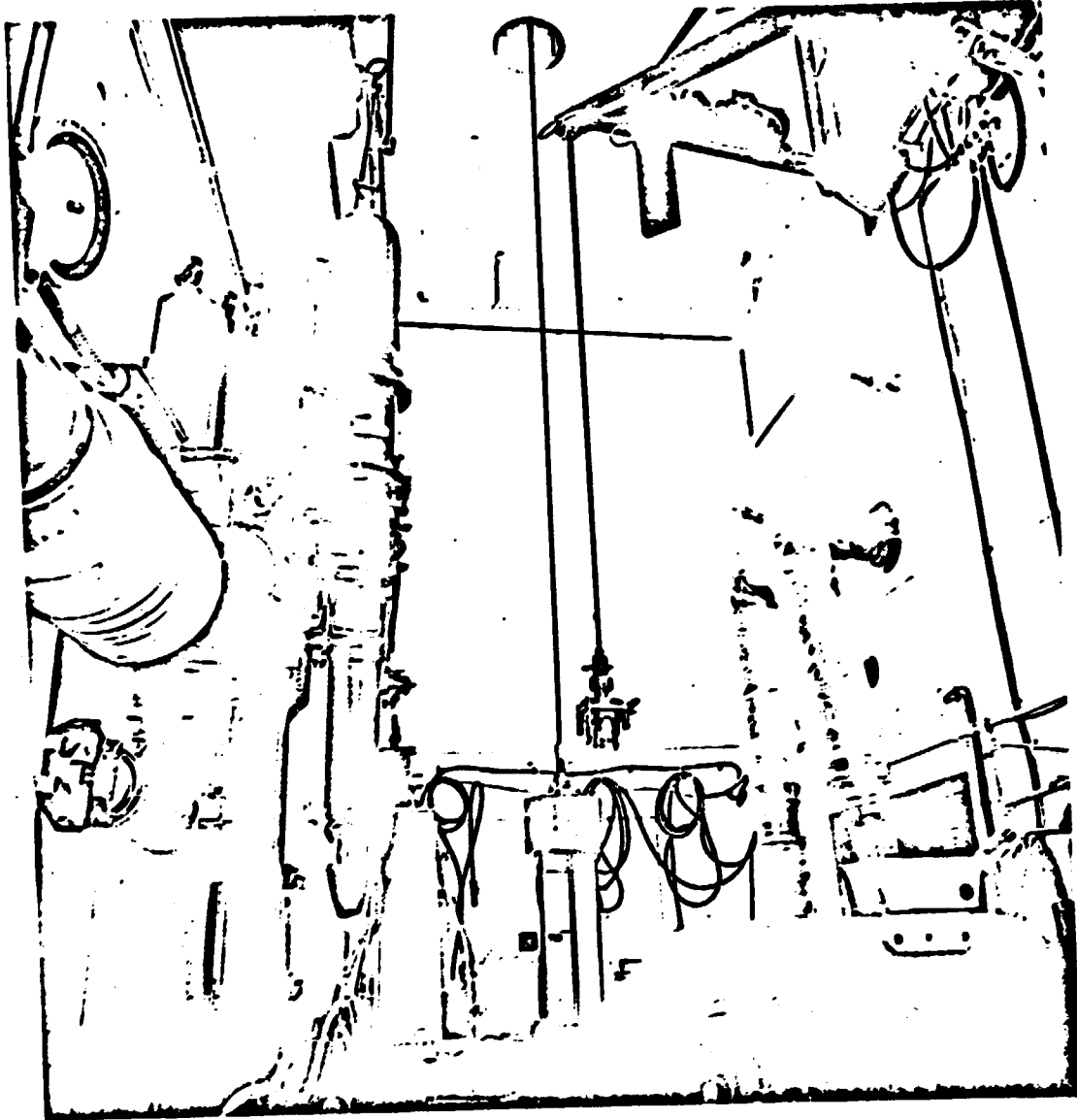


CÉLIMÈNE - VUE DE LA CELLULE BLINDÉE

FIG.3



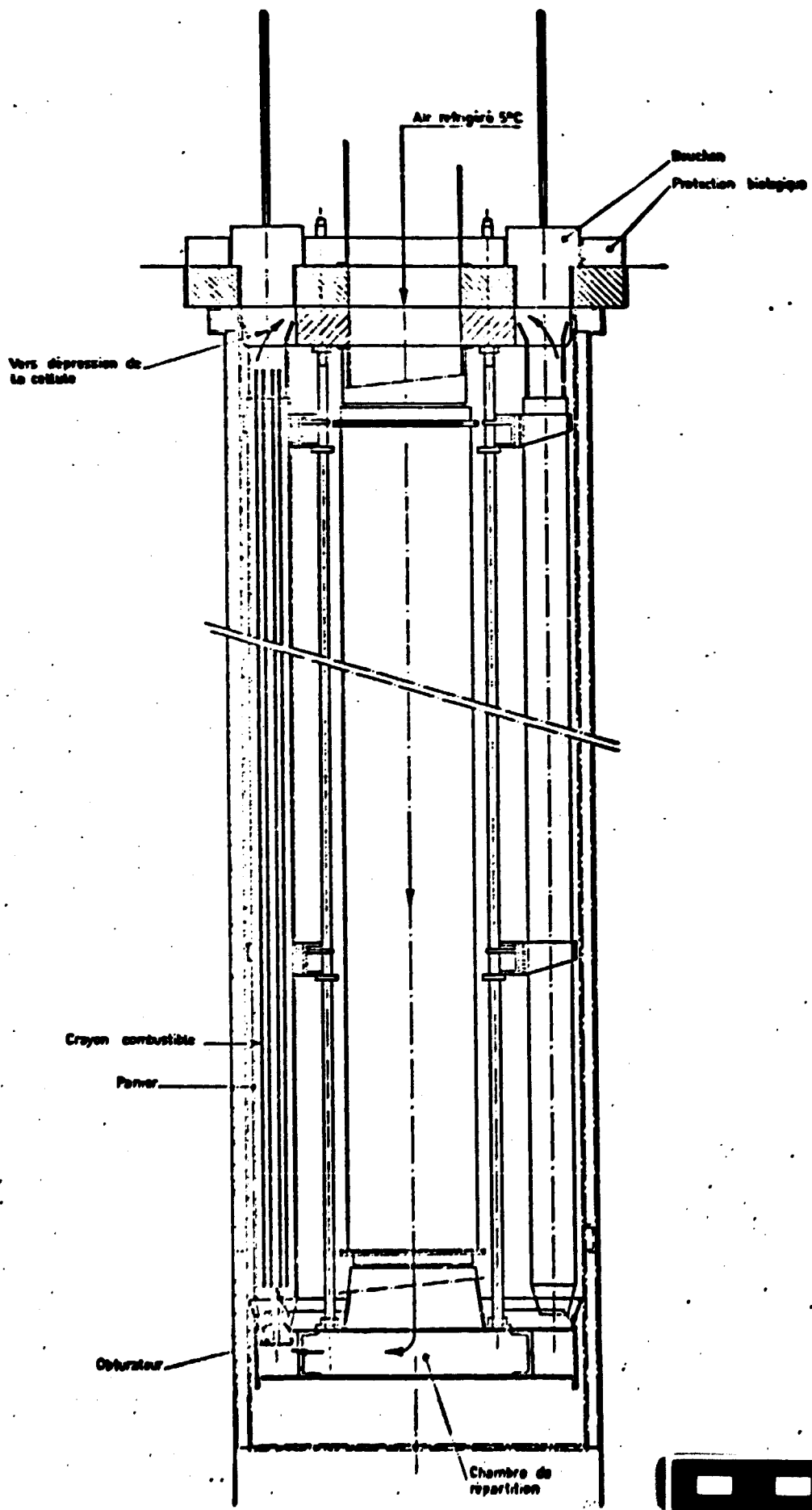
CELIMENE - Face avant - Zone de travail



CELIMENE INTERIEUR DE LA CELLULE

Fig. 5





CELIMENE - VUE DU STOCKAGE AVEC SENS CIRCULATION AIR FRAIS

Fig. 6