

ENEA - PEC

SIGLA DI IDENTIFICAZIONE:

DISTRIB.

PAG. N°

DI

1

8

25e réunion plénière du groupe de travail
 "Laboratoires chauds et télémanipulation"

Manutention du combustible irradié du PEC

G. MENGOLI - M. TARANTINI - H. MAUGIN

CLASS.

CODICE DI ATTIVITA'

COPIA N°

DI

54

Mod. PEC 08 (82)

3			NOME			
			FIRMA			
2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE - SOSTITUISCE IL:		NOME			
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

SOMMAIRE.

Ce mémoire illustre les caractéristiques principales de la voie du combustible irradié du réacteur PEC.

Après une présentation des principaux critères de projet, suit une brève description des équipements les plus significatifs se trouvant dans les différentes cellules chaudes, pour finir par un résumé succinct des différentes phases de manutention.

ABSTRACT.

The paper presents briefly the main features of the spent fuel-handling system of PEC reactor.

After the introduction of the design basis criteria, the most important equipments used in the hot cells and the paths of the irradiated fuel subassemblies during the unloading and examination period are described.

ABREVIATIONS ADOPTÉES

PEC : Reacteur Expérimental pour Eléments Combustibles
EMC : Edifice Manutention Combustible
MCS : Machine de Transfert
CT : Cellule de Transfert
CPO : Cellule Principale d'Operations
CT1 : Cellule de liaison 1
CT1 bis : Cellule de liaison 1 bis
CSO : Cellule Secondaire d'Operations
CPDN : Cellule d'examens non destructifs
CD : Cellule de decontamination

CRITERES GENERAUX DE PROJET

1. La voie du combustible irradié prend une importance particulière et complexe de part le caractère expérimental du réacteur et des nombreux et divers examens effectués sur les assemblages du coeur.
- Les critères de base du projet retenus pour la manutention sont:
- A) Le genie-civil des cellules, ainsi que les équipements inter-cellule ayant un rapport avec la sureté sont projectés pour résister au seïsme; en particulier, après le seïsme de référence, le confinement et la protection biologique doivent être garantis; les différents équipements de manutention garantissent la non-chute des éléments combustibles en cours de seïsme.
 - B) La voie du combustible neuf utilise des locaux et équipements différents de ceux du combustible irradié, à l'exclusion de la cellule de transfert dans le bâtiment réacteur, ainsi que la machine de transfert de la cuve réacteur.
 - C) La particularité du PEC d'avoir un canal d'essai central, équipé d'un circuit de refroidissement independant permettant d'effectuer diverses experiences sur un élément combustible (section d'essai); de ce fait, à l'interieur du bâtiment réacteur, la section d'essai suit un autre cheminement que les éléments combustibles, pour reprendre le même cheminement dans le bâtiment manutention.
 - D) Les puissances résiduelles maximales admises en cours de manutention sont:
 - 1 KW pour les éléments combustibles
 - 3 KW pour la section d'essai
 - E) Au cours des différentes phases de manutention les températures maximales admises sur la gaine de l'aiguille la plus chaude sont:
 - En fonctionnement normal 450°C
 - En fonctionnement incidentel 750°C
 - X F) La manutention des éléments combustibles, de la section d'essai, ainsi que des aiguilles combustibles se fait en position verticale, à l'exception du demantelement et du conditionnement des aiguilles qui se font à l'horizontale
 - G) Les cellules sont dimensionnés pour traiter par année:
 - 75 éléments combustibles
 - 10 barres de controle
 - 25 éléments reflecteurs
 - 1 séction d'essai
 repartis en 5 campagnes de chargement - déchargement

- H) Tous les éléments combustibles et non combustibles ainsi que la section d'essai sont démantelés;
 environ 12% des aiguilles combustibles et un pourcentage variable d'aiguilles de protection des assemblages combustibles, ainsi que des aiguilles absorbantes des barres de contrôle, sont envoyées aux examens non destructifs, qui ont lieu dans deux cellules en liaison directe avec les cellules de manutention.
 Les aiguilles combustibles destinées au retraitement sont stockées en étuis étanches dans une piscine en eau de la capacité d'un cœur; leur évacuation vers le retraitement se fait en châteaux routiers immergés. Les aiguilles combustibles destinées aux examens extérieurs sont évacuées des cellules par la voie à sec en châteaux routiers ainsi que les déchets de démantèlement et d'exploitation des cellules.
- J) Il est prévue la possibilité de réassembler des sections d'essai dans la cellule secondaire d'opération, à partir d'aiguilles pré-irradiées et neuves, pour une irradiation dans le canal d'essai.
- K) Circuits de conditionnement des cellules: les cellules recevant les éléments combustibles mouillés de sodium sont en gaz neutre (Argon, Azote); les autres cellules sont en air.
- L) Le temps de décroissance du combustible entre la fin de l'irradiation et le début des examens est de 210 jours.

DESCRIPTION DES CELLULES ET EQUIPEMENTS.

2. Les cellules de la voie du combustible irradié sont implantées en partie dans le bâtiment réacteur et dans le bâtiment des manutentions (EMC). La jonction entre les deux bâtiments est réalisée par deux canaux de liaison, un pour le combustible neuf l'autre pour le combustible irradié; ces canaux sont réalisés de manière à maintenir les barrières de confinement des deux bâtiments, y compris lors du transfert des éléments en cours de manutention.
- Dans le bâtiment réacteur sont implantés:
- la machine de transfert (MCS)
 - les canaux de transit
 - la cellule de transfert et ses équipements (CT)

MACHINE DE TRANSFERT (voir fig. 1)

Cette machine, de type à pantographe, est installée sur le bouchon tournant du réacteur. Elle permet toutes les manutentions des éléments à l'intérieur de la cuve. Sa mise en place sur le bouchon a lieu entre chaque campagne de manutention (au début de l'arrêt froid du réacteur) à l'aide d'une hotte et d'un sas.

CANAUX DE TRANSIT

Les canaux sont formés de deux tubes équipés de nacelle reliant la cuve à la cellule de transfert. Les mécanismes de translation des nacelles installés en CT permettent l'évacuation et l'introduction des éléments du coeur.

CELLULE DE TRANSFERT (CT)

Le conditionnement de cette cellule est en Argon, et outre les équipements normaux (Unité de levage manipulateurs...) nous trouvons:

- un pot à vanne permettant le transfert en sodium de la section d'essai du canal d'essai à la piscine sodium de décroissance;
- une piscine sodium de décroissance

Le transfert des éléments combustibles de la cuve aux canaux de liaison se fait en pot sodium afin de respecter les critères de températures.

CANAUX DE LIAISON (voir fig. 2)

Les canaux de liaison relient la cellule de transfert à la cellule principale d'opérations (CPO) à travers les cellules de liaison (CT1 - CT1bis).

Les caractéristiques principales des canaux sont:

- Motorisation de tous les mouvements implantés hors cellules par des pénétrations étanches.
- Possibilité d'inspection et entretien direct pour les parties des canaux se trouvant dans les cellules CT1 et CT1bis.
- Possibilité d'effectuer l'entretien courant en télémanipulation.
- Possibilité d'effectuer en télémanipulation l'extraction des pots sodium et le changement de parties mécaniques défectueuses.

BATIMENT DE MANUTENTION (EMC) (voir fig. 3)

Dans le bâtiment de manipulation nous trouvons 7 cellules permettant d'effectuer tous les traitements et examens prévus. Outre les équipements normaux, (unité de levage, manipulateurs...) et de contrôle visuel, (télécaméra-périscope) nous trouvons:

CELLULES CT1 et CT1bis

Ces cellules sont conditionnées respectivement en Azote et Argon. Les équipements principaux sont les basculeurs inférieurs des canaux de liaison.

CELLULE PRINCIPALE D'OPERATIONS (CPO)

Cette cellule est conditionnée en Azote.

Les équipements sont:

- Dépôt sec comprenant:
 - 20 puits pour élément non combustible
 - 10 puits pour élément combustible
 Chaque puits est refroidit séparément par circulation forcée d'azote, ces puits sont équipés de protection biologique permettant le dépôt sec étant plein, l'accès en cellule du personnel d'intervention
- La machine de démantèlement des éléments, dont la fonction est de libérer le faisceau d'aiguilles combustibles de l'élément et de la section d'essai tout en conservant son refroidissement.

- Les puits de lavage en eau des éléments combustibles non ruptés (les éléments ruptés et la section d'essai sont lavés seulement en gaz).

CELLULE SECONDAIRE D'OPERATION (CSO).

Cette cellule est conditionnée en air.

Les équipements sont:

- La machine de réassemblage dont la fonction est la reconstitution de sections d'essai à partir d'aiguilles combustibles pre-irradiées et d'aiguilles neuves avec des parties structurales neuves préassemblées, ainsi que des capsules d'irradiation. Le procédé de soudure retenu est TIG en atmosphère inerte sans métal d'apport. Cette machine, comme les autres machines des cellules est conçue et réalisée dans l'optique d'une maintenance par télémanipulation.

X CELLULE D'EXAMENS NON DESTRUCTIFS (CPND).

Cette cellule est conditionnée en air. Les examens pouvant être effectués sont:

- Examen visuel des aiguilles combustibles
- Enregistrement photographique
- Contrôle de l'intégrité des gaines des aiguilles par courant de Foucault
- Contrôle du Poids des aiguilles
- Contrôle dimensionnel
- Spectrométrie Gamma
- Localisation des ruptures de gaine
- Prélèvement des gaz de fission des aiguilles combustibles
- Il est également prévue un poste de dépôt refroidit en air pour 520 aiguilles combustibles.

CELLULES DE DECONTAMINATION (CD).

Cette cellule est conditionnée en air et équipée de puits de lavage pour les étuis à aiguilles combustibles destinés à la piscine en eau ou aux examens externes ainsi que les poubelles à déchets actifs. Nous y trouvons aussi le puits d'accostage des châteaux de la voie à sec.

FONCTIONNEMENT (voir fig. 4)

Les deux principales phases de fonctionnement sont:

- La campagne de chargement-déchargement des éléments du cœur.
- La campagne de demantèlement, d'examens et évacuation des éléments du cœur.

Il est à noter une troisième phase intervenant en moyenne une fois à l'année et réservée à la manutention de la section d'essai.

CAMPAGNE DE CHARGEMENT-DECHARGEMENT

Cette campagne a lieu réacteur à l'arrêt froid (température sodium 200°C) et à une période de 15 jours avec une fréquence de 5 campagnes à l'année. La fonction principale de cette campagne est la substitution partielle des éléments irradiés par des éléments neufs, le lavage puis le stockage des éléments dans les puits du dépôt sec. Durant cette campagne les activités dans le bâtiment réacteur se situent à l'intérieur de la cuve réacteur ou la machine de transfert effectuée les opérations d'extractions et insertions des éléments du cœur (voir fig. 5), ainsi que leur dépôt dans les canaux de transit en vue de leur transfert en CT (ce transfert se fait avec des pots sodium); les éléments transitent alors vers le bâtiment manutention par les canaux de liaison.

L'introduction des éléments irradiés en CPO se fait à travers la cellule CT1 ou l'élément est extrait de son pot sodium à l'aide de l'unité de levage de la CPO et déposé dans les puits de lavage; après le cycle de lavage les éléments sont soumis aux examens de contrôle visuel et dimensionnel, pour être ensuite stockés dans les puits du dépôt sec.

En parallèle a lieu la campagne de chargement des éléments neufs.

En fin de campagne de chargement-déchargement, le bâtiment manutention se trouve avec tous les éléments irradiés déchargés du cœur, lavés et stockés dans les puits du dépôt sec: ainsi que l'ensemble des cellules en état pour effectuer la campagne de démantèlement examens et évacuation des éléments.

CAMPAGNE DE DEMANTELEMENT, EXAMENS ET EVACUATION

Cette phase suit la campagne de chargement-déchargement et s'effectue en 60 jours; durant cette phase le réacteur est en fonctionnement. Au cours de cette campagne, les activités sont réparties entre les différentes cellules et baies.

En CPD, les éléments sont prélevés du dépôt sec à l'aide de l'Unité de lavage et transférés sur la machine de démantèlement. Après démantèlement de la structure de l'élément, le faisceau d'aiguilles est déposé sur la table de conditionnement et de trie. Celles destinées aux examens non destructifs sont chargées dans des rateliers et transférées dans un premier temps en cellule RX pour ensuite être transférées en CPDN via la CSO. Les aiguilles non destinées aux examens sont conditionnées en étui étanche, soudé, puis transférées via la CSO en CD où l'étui est lavé et déposé en piscine de stockage avant expédition pour retraitement.

Les aiguilles se trouvant en CPDN et ayant subi les examens sont transférées en CPO sur la table de conditionnement, afin d'être mises en étui étanche pour être soit, déposées en piscine de stockage, soit expédiées par la voie à sec en châteaux routiers pour examens extérieurs.

CAMPAGNE DE LA SECTION D'ESSAI (voir fig. 6)

Cette campagne se fait en 2 phases distinctes:

- A) Extraction en CT de la section d'essai à l'aide du Pot à vanne afin d'effectuer son transfert en sodium (puissance 8 Kw) vers la piscine sodium de décroissance.
- B) Extraction à l'aide d'un pot sodium de la section d'essai de la piscine de décroissance (puissance résiduelle 3 Kw) et transfert en CPO via le canal de liaison. Il est prévu une campagne par an pour la section d'essai. Les activités inhérentes à cette campagne ainsi que celle du transfert vers l'EMC ont lieu en début des 15 jours de campagne de chargement-déchargement à l'arrêt froid du réacteur.

L'insertion dans le canal d'essai d'une section neuve se fait par l'intermédiaire d'une hotte et d'un sas accosté sur le toit de la cellule de transfert.

FIG. 1

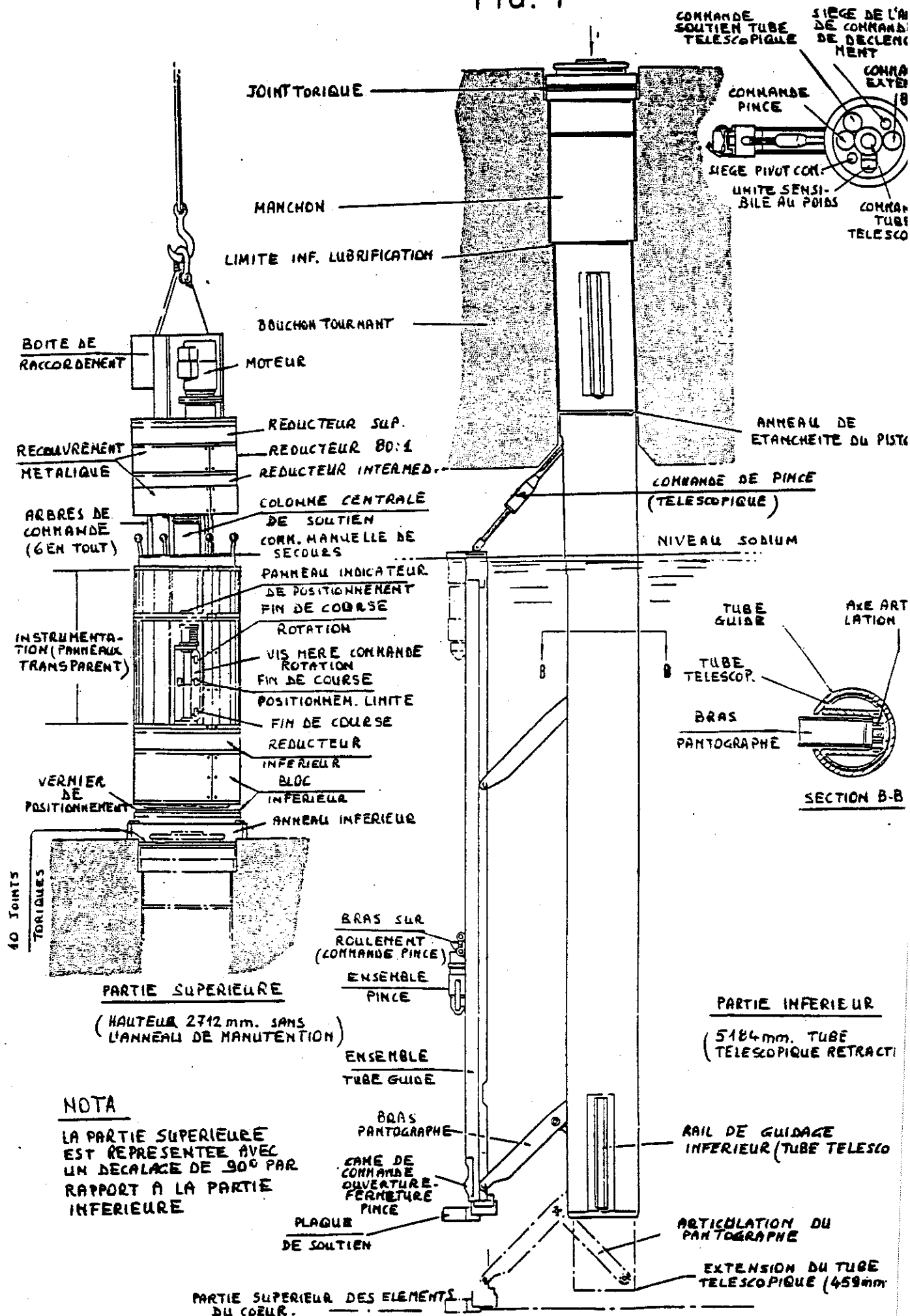
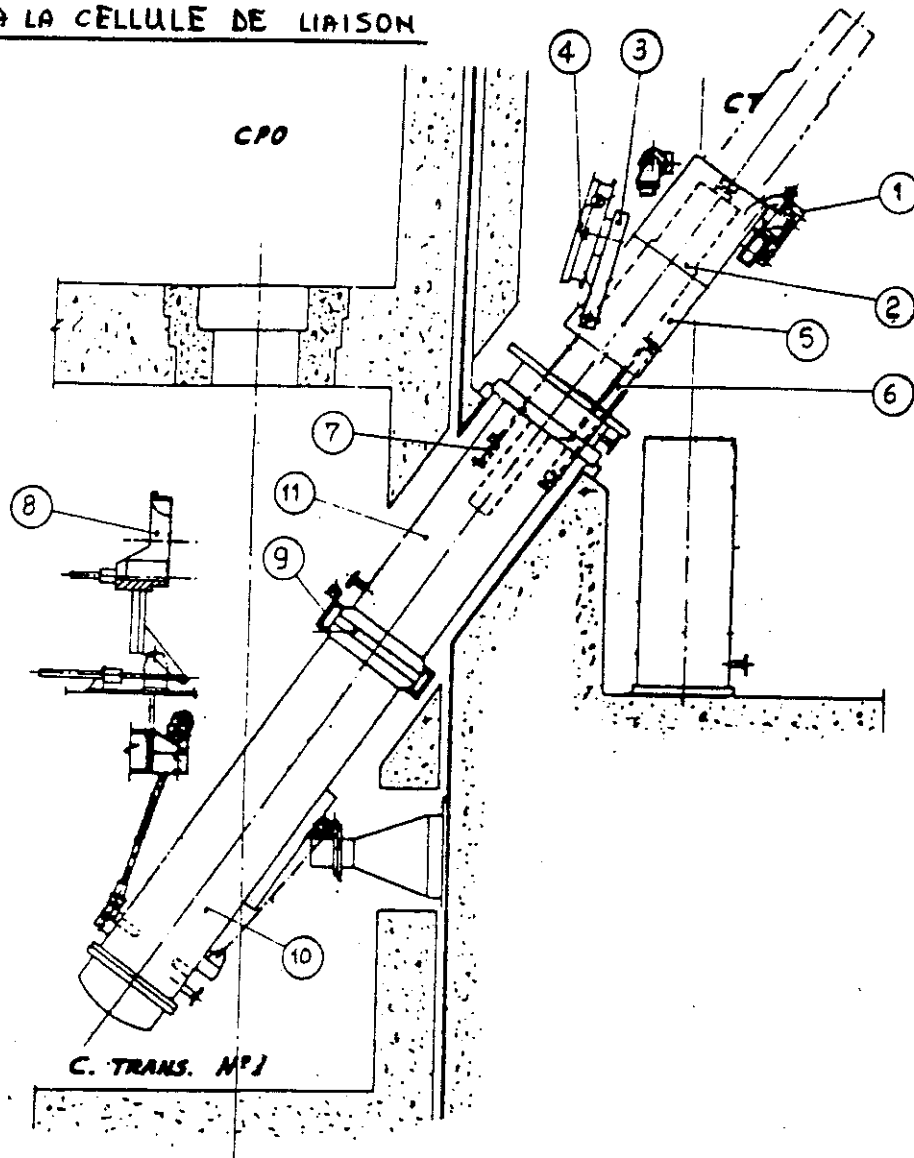


FIG. 2

TRANSPORT DES POTS DE LA CELLULE DE TRANSFERT A LA CELLULE DE LIASON



1. POTENCE DE LA C.T.
2. CONTAINER
3. DISPOSITIF DE BLOPAGE DU BOUCHON
4. BOUCHON
5. BASCULEUR SUPERIEUR
6. CHARIOT
7. SUPPORT DU CONTAINER
8. BOITE DE RACORDEMENT
9. ACCOUPLEMENT CONIQUE
10. BASCULEUR INFERIEUR
11. TUBE FIXE

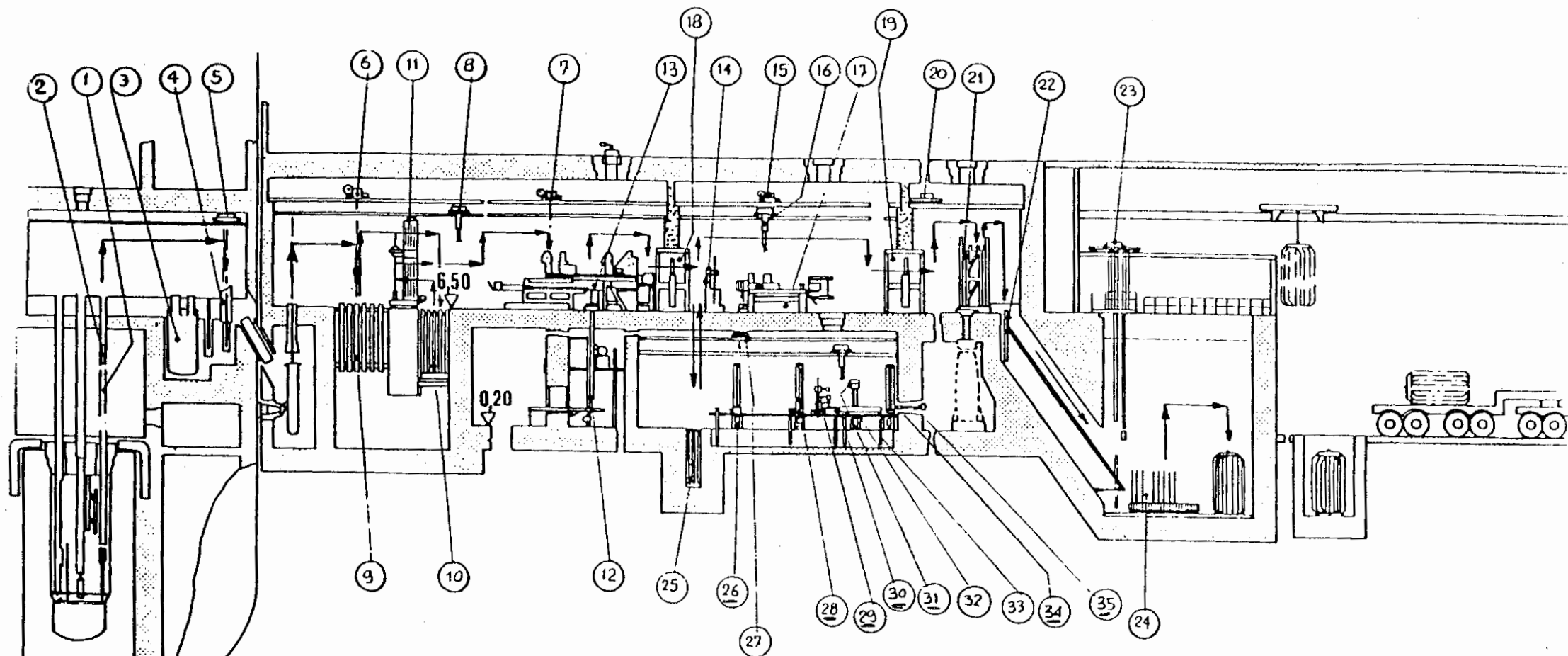
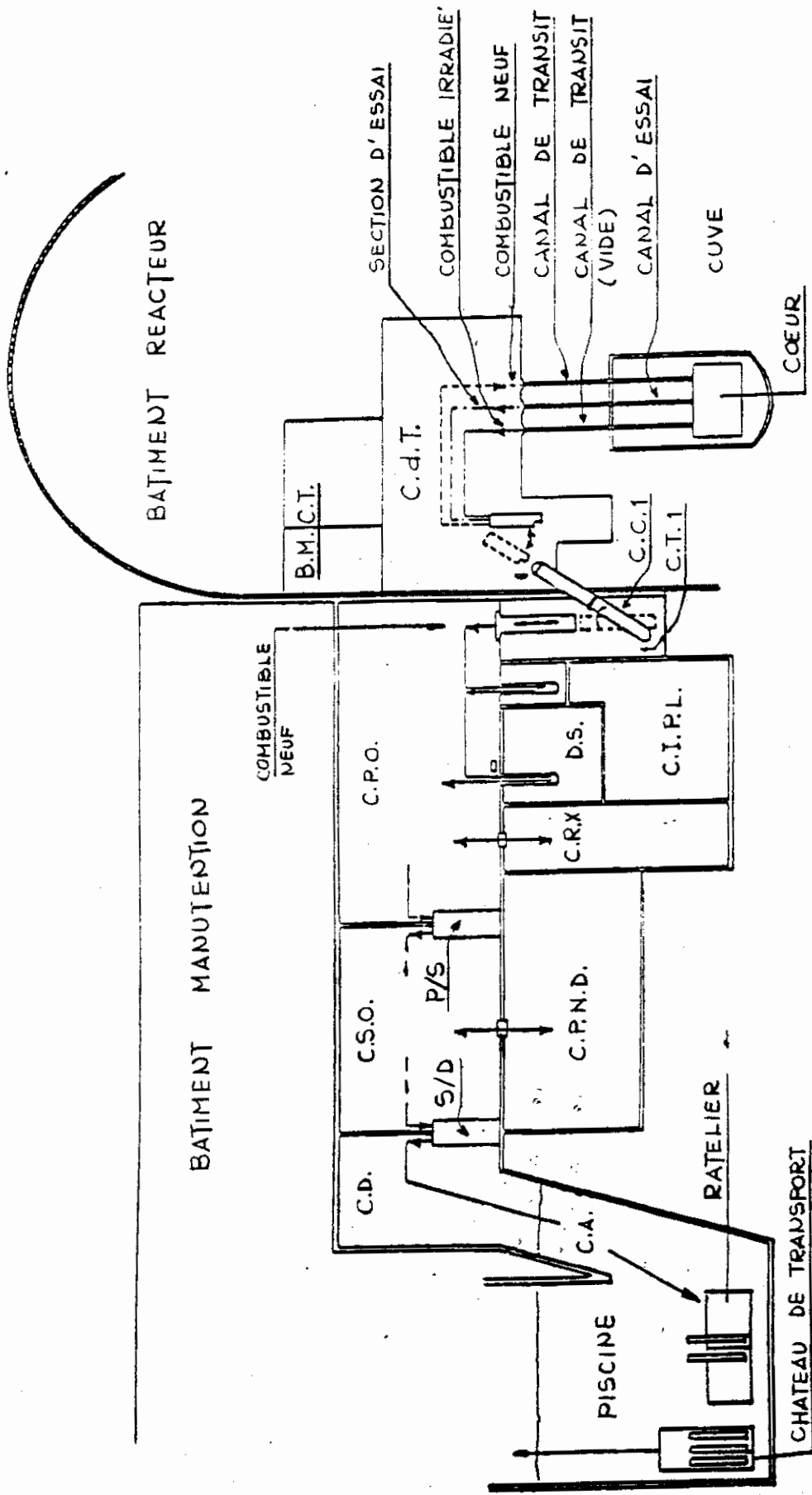


FIG 3

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - CANAL DE TRANSIT N°1 | X13 - MACHINE DE DEMANTELEMENT, TABLE DE CONDITIONNEMENT DES AIGUILLES, BASCULEUR A ETUIS ET RATELIERS | 24 - RATELIERS PISCINE |
| 2 - MECANISME DE TRANSLATION DES POTS | 14 - POSTE DE SOUDAGE DES POUBELLES | 25 - DEPOT RATELIERS |
| 3 - PISCINE DE DECROISSANCE | 15 - UNITE' DE LEVAGE DE LA CSO | X26 - MACHINE DE CONTROLE VISUEL ET PHOTOGRAPHIQUE |
| 4 - CANAL DE LIAISON N°1 | 16 - MANIPULATEUR LOURD DE LA CSO | 27 - UNITE' DE LEVAGE CPND |
| 5 - UNITE' DE LEVAGE DE LA CT | X17 - MACHINE DE REASSEMBLAGE | X28 - MACHINE DE CONTROLE DIMENSIONNEL |
| 6 - UNITE' DE LEVAGE N°1 DE LA CPO | 18 - CELLULE DE LIAISON P/S | X29 - MACHINE DE PRELEVEMENT GAZ DE FISSION |
| 7 - UNITE' DE LEVAGE N°2 DE LA CPO | 19 - CELLULE DE LIAISON S/D | X30 - MACHINE DE DETECTION RUPTURE DE GAIN |
| 8 - MANIPULATEUR LOURD DE LA CPO | 20 - UNITE' DE LEVAGE DE LA CD | X31 - CONTROLE DE POIDS DES AIGUILLES |
| X9 - PUIIS DE LEVAGE | 21 - PUIIS DE DECONTAMINATION | 32 - AIRE DE TRAVAIL |
| 10 - DEPO SEC | 22 - RAMPE D' ACCES PISCINE | 33 - DEPOT RATELIERS |
| X11 - MACHINE DE CONTROLE VISUEL ET DIMENSIONNEL | 23 - PLATE-FORME PISCINE | X34 - SPECTROMETRIE GAMMA |
| X12 - RAYONS X | | 35 - VISUEUR |



- C.d.T. CELLULE DE TRANSFERT
- C.C.1/1 BIS CANAUX DE LIAISON
- C.T.1/1 BIS CELLULES DE LIAISON
- B.M.C.T. BAIA DE LA C.T.
- C.P.O. CELLULE PRINCIPALE D'OPERATION
- C.S.O. CELLULE SECONDAIRE D'OPERATION
- D.S. DEPOT SEC
- C.I.P.L. CELLULE DES CIRCUITS DE LAVAGE ET PUIXS DE LAVAGE
- C.R.X. CELLULE RAYONS X
- C.P.N.D. CELLULE DES EXAMENS NON DISTRUCTIFS
- P/S CELLULE DE LIAISON C.R.O./C.S.O.
- S/D CELLULE DE LIAISON C.S.O./C.D.
- C.D. CELLULE DE DECONTAMINATION
- C.A. CANAL D'ACCES PISCINE

FIG. 4. SCHEMATIQUE DU CUEMMENT DU COMBUSTIBLE

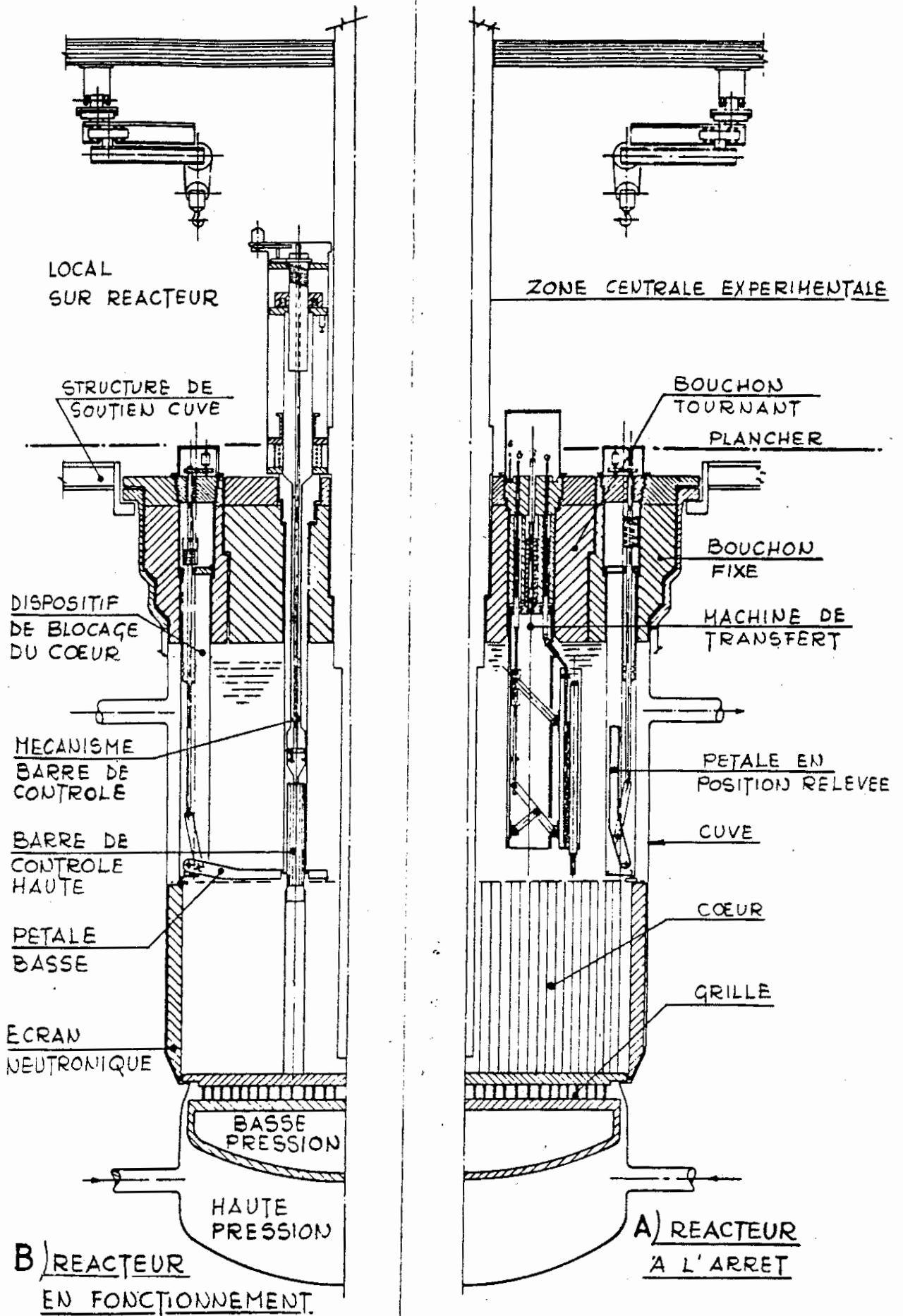


FIG. 5

CUVE REACTEUR ET SES MECANISMES

FIG. 6

