

ELECTRICITE DE FRANCE

Service de la Production Thermique

GROUPE DES LABORATOIRES

Service Contrôle des Matériaux Irradiés

B.P. 23 - 37420 AVOINE

**Les installations d'Electricité de France à Chinon
pour l'examen du combustible irradié
des centrales 900 et 1300 MWe**

M. CAMPANI - F. CATTANT

**GROUPE DE TRAVAIL " LABORATOIRES CHAUDS ET TELEMANIPULATIONS" des
COMMUNAUTES ECONOMIQUES et EUROPEENNES**

JÜLICH (RFA) 28-29 SEPTEMBRE 1988

1 - INTRODUCTION

Electricité de France dispose, depuis 1961, à l'Est du site nucléaire de Chinon, d'un ensemble de laboratoires, appelé " Atelier des Matériaux Irradiés" exploité par le Groupe des Laboratoires du Service de la Production Thermique.

Cet ensemble, Installation Nucléaire de Base au sens de la réglementation française a permis depuis sa création, de nombreux examens, contrôles et expertises qui dans le domaine du combustible, ont abouti, avec l'aide d'autres partenaires, à la qualification du combustible de la filière UNGG.

Depuis plus d'une dizaine d'années, EDF s'est orienté vers la construction de tranches nucléaires à eau sous pression et exploite actuellement un parc d'une cinquantaine de tranches REP 900 et 1300 MWe.

Les transformations des cellules d'extrémité du Laboratoire de Haute Activité ainsi que les aménagements des autres cellules et les compléments en équipements de laboratoire répondent à la nécessité d'adaptation à l'évolution du parc nucléaire en exploitation afin de pouvoir, avant tout, expliquer les éventuelles causes de défaillance des différents combustibles utilisés.

2 - PRESENTATION DU LABORATOIRE AVANT MODIFICATION

Les installations de laboratoire sont essentiellement organisées autour du Laboratoire de Haute Activité qui comporte une ligne de 7 cellules en béton, un sas et 2 galeries de transfert. (Annexes 1 et 2).

Les cellules blindées comportent généralement un ou deux postes de travail ; par contre, la cellule d'extrémité (cellule n° 1) en relation avec les deux galeries de transfert situées respectivement au-dessus (Galerie de Transfert Supérieure ou GTS) et en dessous (Galerie de Transfert Inférieure ou GTI) de celle-ci possède 4 postes de travail ; ses dimensions sont les suivantes : longueur 12,5 m, profondeur 2,5 m, hauteur 4,5 m.

Cette cellule, compte tenu de ses dimensions et de sa porte axiale munie d'un orifice de transfert à barillet avait été essentiellement conçue comme une cellule de transfert devant assurer la réception, l'examen et le démantèlement des pièces de grande dimension notamment, en provenance de la tranche Chinon A1 (barres de commande, bras de chargement, etc...) ; avec l'arrêt d'exploitation de cette tranche, son taux d'utilisation était devenu très réduit . La décision de transformer cette cellule et de l'aménager pour l'examen du combustible de la filière REP fut alors prise. De la cartouche d'uranium naturel gainée en alliage d'Aluminium Magnésium pesant 10,250 kg et mesurant 60 cm de longueur, il a fallu passer à l'assemblage des tranches de 900 ou 1300 MWe à base d'oxyde d'uranium gainée au moyen d'un alliage de zirconium pesant respectivement 665 ou 746 kg, mesurant 4,058 ou 4,795 m et comportant 264 crayons.

3 - MODIFICATIONS EFFECTUEES ET MODALITES DE FONCTIONNEMENT

Pour parvenir à l'objectif mentionné précédemment, des modifications diverses et des implantations de matériels nouveaux ont été réalisées.

Au préalable, il a été nécessaire de construire un conteneur capable d'acheminer à partir des centrales un assemblage combustible, pouvant être en rupture de gaine et posséder une puissance résiduelle élevée (jusqu'à 14 Kw) ; dans ce conteneur de transport, l'assemblage est mis dans un étui étanche qui lorsque la puissance résiduelle le justifie, peut être rempli d'eau ; dans ce cas la cavité située entre le corps du chateau et l'étui est également pleine d'eau.

Par ailleurs, une étude de sûreté-criticité a montré que celle-ci pouvait être garantie dans les différentes situations à rencontrer en prenant les dispositions constructives nécessaires au niveau soit des conteneurs de transport soit des stockages de crayons ou de tronçons de crayons, c'est à dire au niveau des modifications à effectuer.

3.1 Modifications de Génie Civil

Elles ont consisté essentiellement en :

- la construction à l'extérieur, dans le prolongement de la cellule n° 1 d'un bâtiment appelé " sas de déchargement" où s'effectue la réception du conteneur de transport et l'introduction de l'assemblage combustible dans la cellule au travers du barillet. (Annexe 3).
- le déplacement des moyens de levage extérieurs et le prolongement des rails dans l'axe du sas de déchargement et de la cellule pour assurer le déchargement du chateau de transport et son acheminement jusqu'au sas par l'intermédiaire d'un lorry.

- l'agrandissement du local dans lequel se trouvait une presse à compacter les déchets situé en dessous de la galerie de transfert inférieure afin d'y installer un bassin de stockage sous eau des éléments combustibles comportant 9 alvéoles et pouvant recevoir 8 assemblages complets ou carquois contenant des crayons. Dans l'une de ces alvéoles est installé un dispositif de ressuage. Ce bassin est équipé d'un circuit d'eau de refroidissement évacuant la puissance résiduelle du combustible et possédant en dérivation une boucle d'épuration de l'eau.

3.2 Modifications ou aménagements touchant à la sûreté des installations

Elles ont visé principalement à lutter contre la dissémination de substances radioactives en situation normale ou accidentelle. Il y a lieu de noter :

- le traitement en secteur de feu et de contamination de l'ensemble des 7 cellules blindées et des galeries de transfert. La durée des barrières coupe-feu est de 2 heures ; elles sont constituées d'une part de clapets coupe-feu installés sur les entrées et les sorties de la ventilation des cellules et d'autre part d'une protection coupe-feu des gaines situées entre les clapets et le béton des cellules ;
- la mise en place d'une nouvelle installation d'extraction de l'air des cellules de haute activité indépendante des autres ventilations du laboratoire correspondant ; cette installation comprend notamment une filtration normale équipée de filtres THE et une filtration de secours comportant des filtres THE et des pièges à iode ;
- la mise en place d'une installation d'extraction d'air munie de filtres THE dans le sas de déchargement. Cette installation est mise en service lorsque du combustible est en cours de transfert entre le château de transport et la cellule n° 1.
- l'installation d'une détection incendie dans les cellules et dans la filtration correspondante.

A l'intérieur des cellules, la détection est assurée par des détecteurs thermovélocimétriques au nombre de 2 ou 4 en fonction du volume des cellules.

Sur le circuit de ventilation on trouve :

- . Un clapet coupe-feu et un thermostat de sécurité en amont des chaînes de filtration
- . Des thermostats de sécurité et un détecteur de monoxyde de carbone en aval respectivement du réchauffeur d'air et des pièges à iode.

- la réfrigération de l'eau du bassin assurée par 3 circuits successifs. Un circuit primaire, secouru en cas de défaillance de la pompe de circulation est en relation, au moyen d'un échangeur tubulaire, avec un circuit secondaire pressurisé, échangeant les calories par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques avec un circuit tertiaire relié à un petit réfrigérant atmosphérique situé sur le toit du sas de déchargement ; la puissance maximale pouvant être dissipée étant de 100 KW.

En dérivation sur le circuit de refroidissement, se trouve le circuit d'épuration qui traite en permanence 15 % du débit sur filtres et résines échangeurs d'ions.

- la mise en place au dessus du bassin de stockage du combustible d'une dalle blindée qui assure la protection vis à vis de la chute d'objets.

- la mise en place lors de l'introduction de l'assemblage d'une protection d'accostage entre la porte de la cellule et l'extrémité du chateau de transport.

3.3 Implantation de nouveaux matériels

Pour réaliser les diverses opérations sur l'assemblage ou les crayons, de nombreux matériels ont été implantés à différents endroits ; parmi les plus spécifiques , on peut noter :

- un dispositif pneumatique de ringardage dans le sas de déchargement permettant le transfert de l'étui contenant l'assemblage du conteneur jusqu'à l'intérieur de la cellule.

- une machine dite de basculement installée en cellule n° 1 qui assure la réception en position horizontale de l'assemblage dans son étui. Cette machine peut être mise en position verticale afin de procéder à la manutention de l'assemblage en vue de son transfert dans son enveloppe de travail et de son stockage dans le bassin. (Annexe 4).

- un pont de manutention situé en galerie de transfert supérieure assurant le déplacement de l'assemblage à partir de la position verticale de la machine de basculement pour l'insérer dans l'une quelconque des alvéoles de stockage.

- différents dispositifs ou machines installés en cellule n° 1 permettant les opérations d'enlèvement de tête d'assemblage par tronçonnage des tubes guides, d'extraction et réinsertion de crayons et de manipulation de crayons pour alimenter les bancs de contrôle ou d'examen.

- les installations d'extraction de gaz de fission puis de tronçonnage des crayons situées en cellule n° 2, ou l'on accède à travers un orifice aménagé dans la paroi intercellule.

- l'aménagement, des puits de stockage existant en cellule n° 1 pour l'entreposage des tronçons de crayons obtenus.

4 - POSSIBILITES ACTUELLES DU LABORATOIRE EN MATIERE D'EXAMEN

Les transformations décrites précédemment permettent toutes les opérations d'exploitation sur l'assemblage ou sur les crayons qu'il est nécessaire d'effectuer préalablement aux examens. Les examens à caractère non destructif sont essentiellement réalisés en cellule n° 1 ou équipements associés. Ce sont :

- examen visuel sur l'assemblage verticalement au moyen d'une caméra vidéo ;
- examen visuel sur crayons au moyen d'un banc horizontal et d'un périscope avec observation du coté de la zone de travail ;
- contrôle d'étanchéité sur assemblage et sur crayons au moyen de la cellule de ressuage (1) ;
- contrôle d'étanchéité sur crayon unitaire au moyen d'un dispositif particulier.

Un autre banc horizontal situé du coté opposé à la zone de travail permet :

- le contrôle dimensionnel du crayon par mesure diamétrale réalisable sur toutes les génératrices ;
- le contrôle de santé de la gaine, par une sonde encerclante à courants de Foucault ;
- la mesure de l'épaisseur de la couche de zircone également avec une sonde à courants de Foucault.
- l'analyse par spectrométrie de rayonnement gamma à l'aide d'un détecteur en Ge-Li le long du crayon avec possibilité de rotation.

Les examens nécessitant la destruction du crayon commencent à partir de la cellule n° 2 avec le prélèvement de gaz de fission dont l'analyse (par spectrométrie de rayonnement gamma) est faite au laboratoire de mesures radioactives. (Annexe 5).

Un poste de radiographie par rayons X équipe également cette cellule.

Les crayons sont alors tronçonnés et les échantillons traités suivant le besoin dans les cellules de préparation (imprégnation, revêtement, enrobage, polissage, attaque, etc...) sont transférés vers les postes d'examens :

- microscope et microscope optique télécommandé équipés de chambres photographiques ;
- microanalyseur par rayons X ;
- microscope électronique à balayage.

(1) Cet équipement est également utilisé en tant que moyen d'exploitation avant évacuation de tout assemblage vers l'usine de retraitement pour vérification de son étanchéité.

Ces deux dernières possibilités sont assurées par un équipement installé dans une cellule blindée située à proximité de la ligne de cellules principales ; le transfert entre la cellule du microscope optique et le micro-analyseur est effectué au moyen d'un petit conteneur blindé spécialement conçu à cet effet.

Le laboratoire de chimie est équipé pour permettre toute analyse élémentaire sur échantillons actifs, notamment de tubes de gainage débarrassé de l'oxyde d'uranium ; il dispose en plus d'un spectromètre d'émission à décharge lumineuse permettant l'analyse de surface.

Enfin le laboratoire d'essais mécaniques, chargé par ailleurs de l'exploitation des éprouvettes du programme de surveillance de l'acier de cuve des réacteurs en exploitation, possède tous les équipements appropriés :

- ~ - machine d'essai de traction statique ou dynamique pouvant travailler entre - 150 et + 500°C et permettant également la réalisation d'essais de fatigue et de mécanique de la rupture ;
- \ - dispositif d'éclatement par pression interne permettant des essais statiques ou dynamiques jusqu'à 2500 bar et 400° C ainsi que des essais de fatigue (3 Hz à 2000 bar et 400° C) ;
- \ - mouton pendule pour essais de résilience en température (- 150 à + 500° C) sur éprouvettes entaillées ;
- \ - installation de fluage par pression interne

5 - CONCLUSION

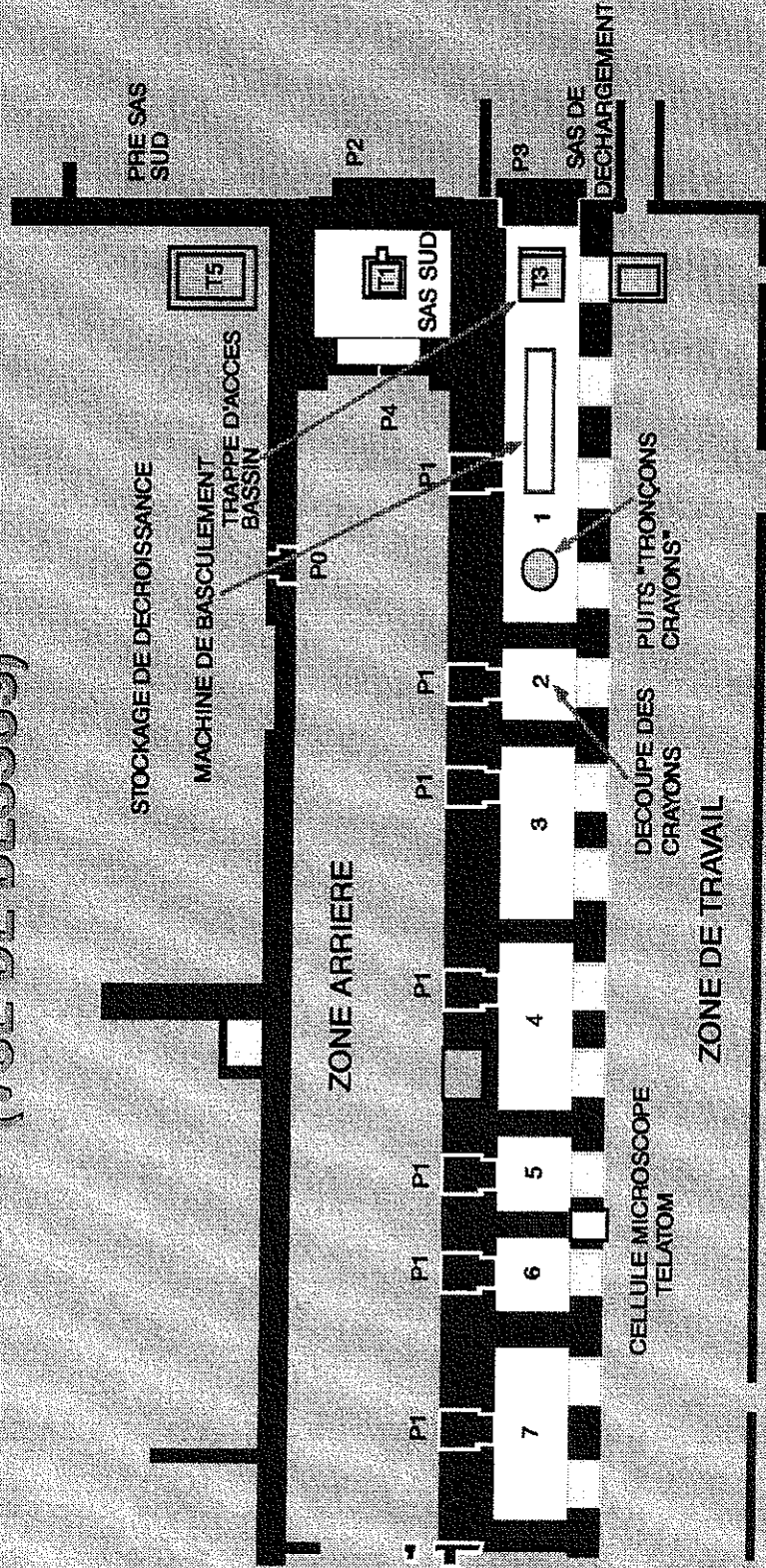
Les différentes modifications apportées aux installations dont à été doté le Laboratoire d'Electricite de France à Chinon permettent de réaliser désormais les examens répondant aux besoins de l'exploitant.

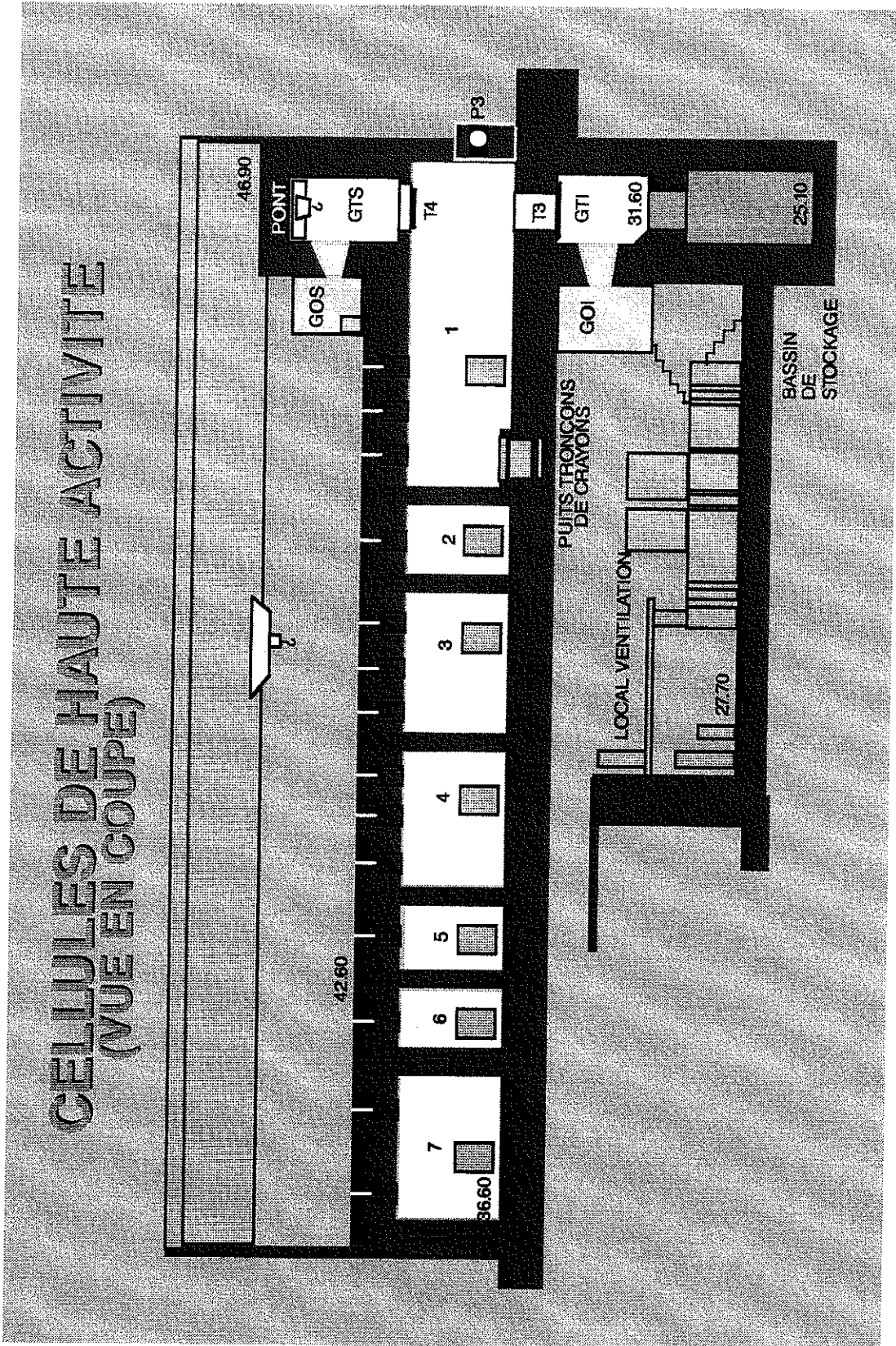
Les premières expertises sur des combustibles irradiés défectueux en provenance de tranches 900 MWe ont montré la parfaite adaptation des moyens aux objectifs visés.

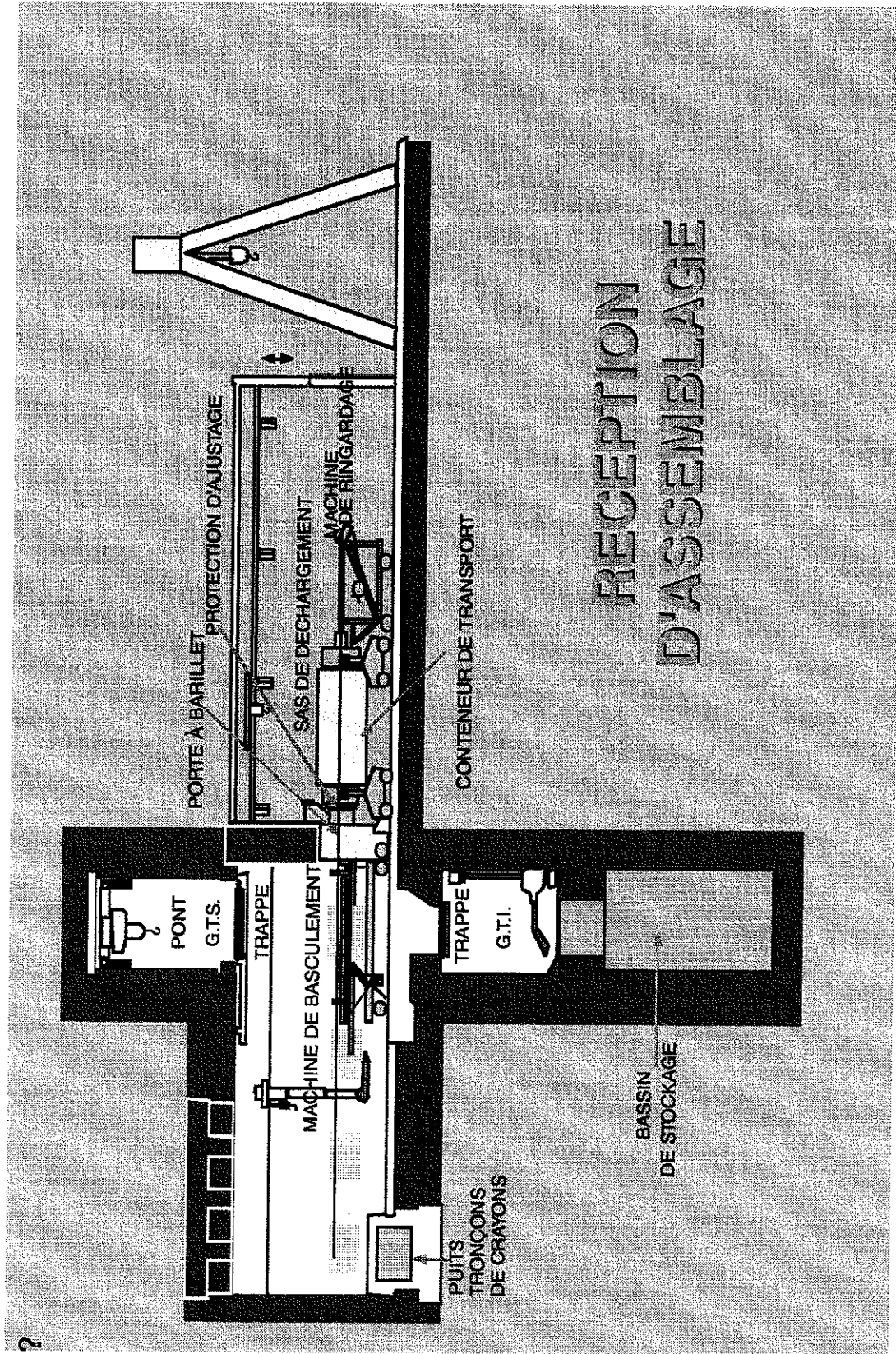
Il est par ailleurs en mesure, sans difficulté particulière, de recevoir, démanteler et examiner les assemblages et leurs composants en provenance de tranches de 1300 MWe.

Ses capacités potentielles et son niveau de sûreté doivent lui permettre en se dotant d'équipements complémentaires de faire face sans difficulté à l'évolution prévisible dans l'utilisation des combustibles pour la prochaine décennie.

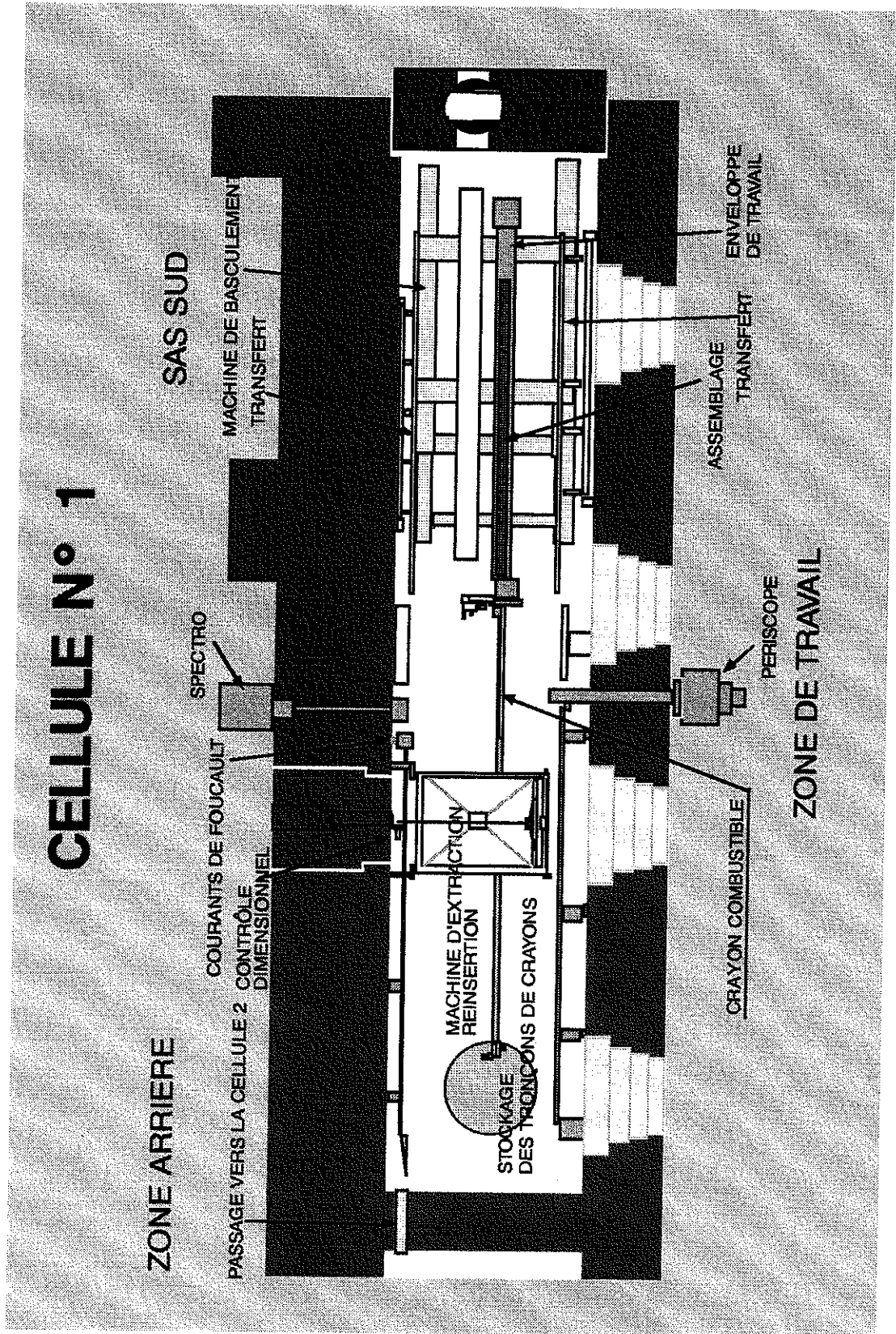
ENSEMBLE DE CELLULES DE HAUTE ACTIVITE (VUE DE DESSUS)







?



CELLULE N° 1

ZONE ARRIERE

PASSAGE VERS LA CELLULE 2 CONTRÔLE DIMENSIONNEL
COUVRANTS DE FOUCAULT
SPECTRO

SAS SUD

MACHINE DE BASCULEMENT TRANSFERT

STOCKAGE DES TRONÇONS DE CRAYONS
MACHINE D'EXTRACTION REINSERTION

CRAYON COMBUSTIBLE

PERISCOPE

ASSEMBLAGE TRANSFERT
ENVELOPPE DE TRAVAIL

ZONE DE TRAVAIL

2.5 m

H 4.5 m

12.5 m

CELLULE N°2 (VUE DE DESSUS)

