

La manutention du combustible

Par G. LÖHR *

L'installation de manutention du combustible sert à mettre en pile un élément combustible neuf et à décharger un élément irradié. Elle permet aussi l'échange de la barre de pilotage.

Pour satisfaire à ces fonctions, il faut disposer de trois hottes. Deux hottes sont affectées au déchargement d'éléments combustibles irradiés, la troisième sert au chargement d'un élément neuf et au changement de la barre de pilotage. Les deux types de hotte sont essentiellement différenciés par l'échangeur, permettant le refroidissement du combustible en convection naturelle, qui existe sur deux de ces hottes (Figure 1).

Les opérations de chargement et de déchargement du combustible se font sous protection liquide de 7,70 m d'eau légère contenue dans la piscine et dans le canal contigu. Pour que l'eau lourde du bloc pile et l'eau déminéralisée de la piscine ne se mélangent pas lors des opérations de manutention du combustible, les hottes s'accouplent de façon étanche sur le bloc pile.

Le bloc pile est fermé à sa partie supérieure par une vanne possédant un diamètre de passage de 424 mm. En régime de fonctionnement du réacteur avec ses pompes principales ou auxiliaires, cette vanne est fermée et un bouchon complémentaire assure une deuxième barrière de sécurité.

Pour effectuer les manoeuvres de chargement-déchargement du combustible, il faut enlever ce bouchon puis

poser la hotte avec son accouplement mâle sur l'accouplement femelle du réacteur à l'aide d'un portique de manutention spécialement conçu pour cette opération délicate. Il faut alors gonfler un joint qui complète l'étanchéité des joints toriques de l'accouplement, chasser l'eau légère par une pression d'azote et sécher par le vide le sas constitué par l'espace compris entre la vanne de la hotte et la vanne du réacteur. Après vérification de l'étanchéité de l'accouplement, il est alors possible d'ouvrir la vanne de la hotte et celle du réacteur.

Cette opération effectuée, il est possible de faire monter le niveau d'eau lourde dans la hotte en maintenant, par la mise en communication avec le vase d'expansion de la pile, une légère surpression d'eau lourde par rapport à l'eau légère. Dès lors il est possible de monter ou de descendre un élément à l'aide du grappin de la hotte. Ces mouvements d'eau sont nécessaires pour assurer le refroidissement de l'élément combustible dont la puissance résiduelle, après un jour d'arrêt du réacteur, est encore de l'ordre de 200 kW. C'est cette puissance résiduelle qui nous a conduit (du fait que nous sommes dans l'obligation de décharger tout le coeur en une seule opération) à mettre au point ce dispositif de déchargement d'une pile à eau lourde par une hotte totalement immergée dans l'eau légère. Toute autre solution, en particulier le refroidissement par gaz, conduisait à des solutions trop aléatoires.

Dès que l'élément irradié est hissé par le grappin dans le corps de la hotte, il est possible de refermer les deux

* G.F.K. 75 Karlsruhe (R.F.A.)

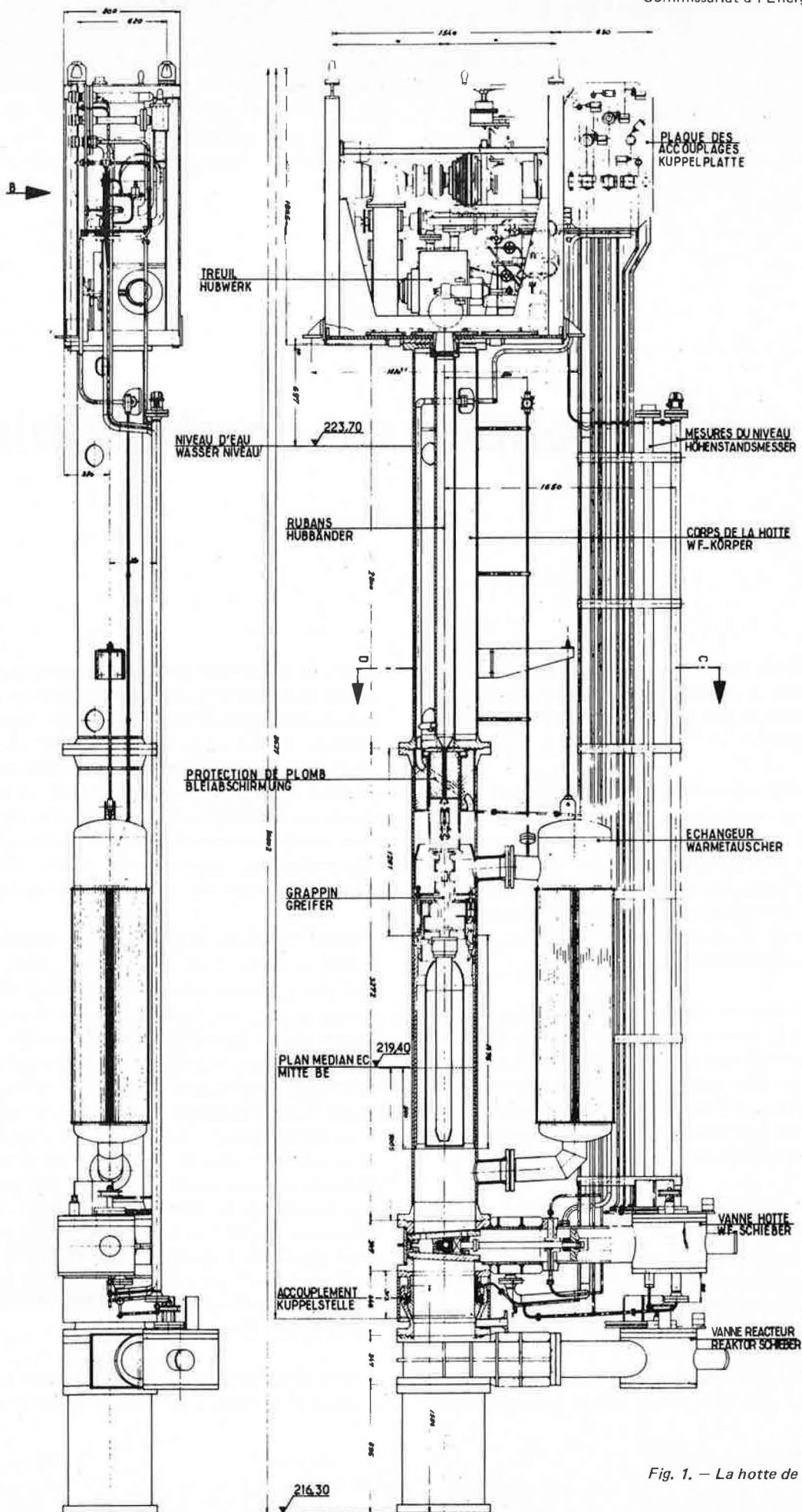


Fig. 1. — La hotte de manutention

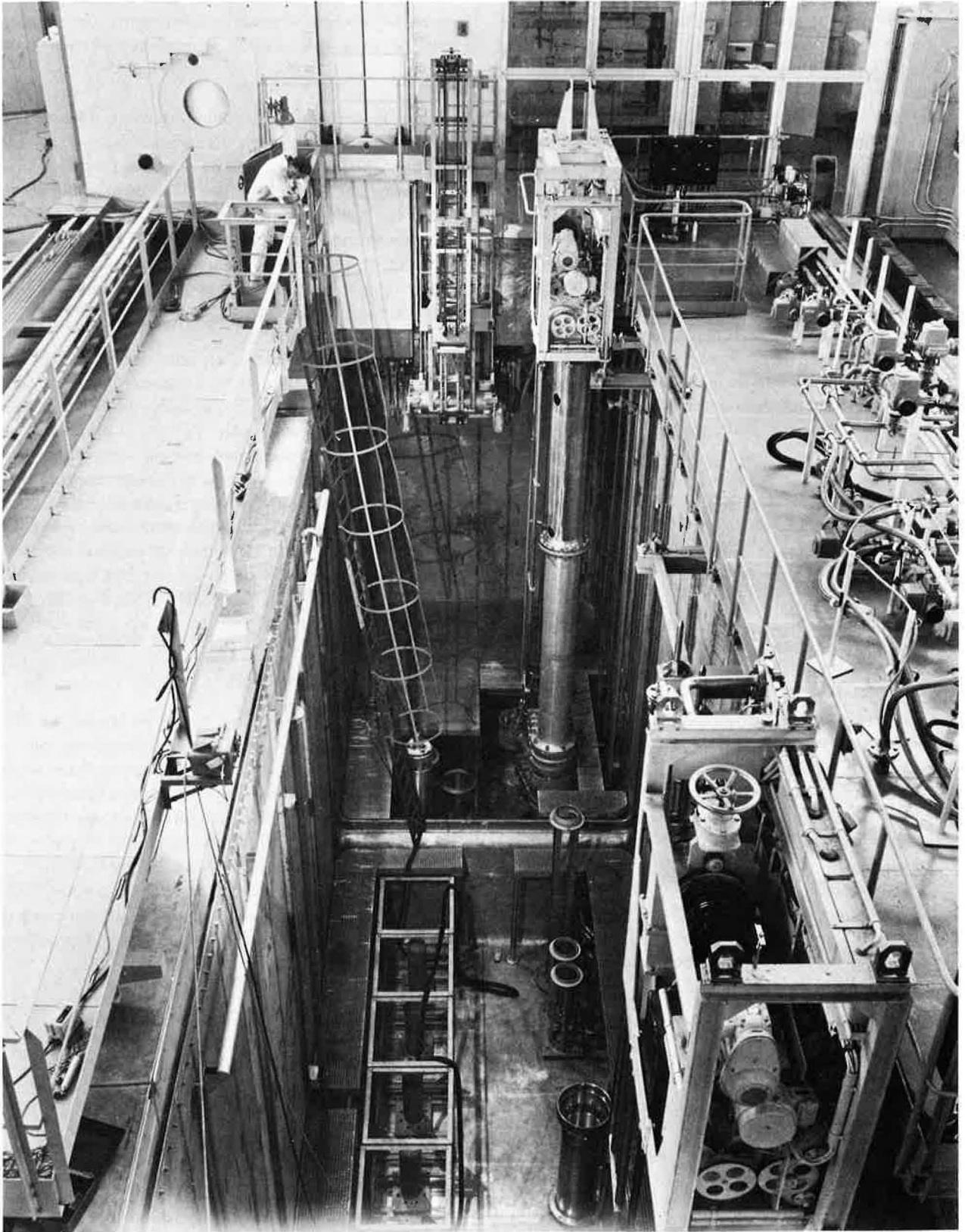


Fig. 2. - Le canal de stockage.

vannes, de vider le sas de son eau lourde, de sécher pour récupérer le maximum d'eau lourde, de dégonfler le joint gonflable. La hotte remplie d'eau lourde est reprise par son portique pour être mise, après transport sous eau légère, sur un plot de refroidissement situé dans le canal. Le bouchon de sécurité est bien entendu remis sur le bloc pile. La hotte reste pendant 40 jours sur le plot de refroidissement où l'élément est refroidi en convection naturelle par l'intermédiaire de l'eau lourde et de l'échangeur de la hotte qui cède sa chaleur à l'eau du canal, lui-même refroidi par un échangeur alimenté par l'eau du Drac. (Figure 2).

Pendant cette période, l'eau lourde peut être épurée, l'azote du gaz de couverture contrôlé et toutes précautions prises pour surveiller un élément qui aurait par exemple eu une rupture de gaine.

Au bout de 40 jours, il est possible de procéder à l'échange de l'eau lourde de la hotte par de l'eau légère déminéralisée, sans détériorer thermiquement l'élément combustible pendant le court instant du transfert où il est mal refroidi.

Une fois la hotte remplie d'eau ordinaire, on ouvre la vanne de fermeture de la hotte et l'on descend l'élément combustible sur le plot de repos de la hotte. La hotte est déplacée pour être mise en état de décharger un nouvel élément et l'élément sur le plot est transporté sous eau à l'aide d'une perche dans un panier de stockage du canal où il achèvera son refroidissement pendant 8 mois, avant envoi à l'usine de retraitement.

Le mouvement des hottes dans le canal de transfert où sont stockés les éléments en cours de refroidissement est commandé à partir d'un pupitre situé sur le portique de manutention. Des verrouillages électriques, un programme et des dispositifs appropriés sont prévus pour éviter tout risque de criticité entre deux ou plusieurs éléments.

Les fluides de commande des divers appareils constituant l'installation de manutention, ainsi que le processus lui-même, sont commandés et contrôlés à partir d'un

pupitre principal situé à proximité du canal de transfert.

Pour la préparation et l'entretien des hottes, l'exploitant dispose d'un emplacement particulier qui permet toutes les interventions sur les composants. Cet emplacement est situé au niveau du plancher exploitation, c'est-à-dire à l'étage 224,20.

Pour la vérification du fonctionnement, il existe dans le troisième compartiment du canal un puits d'essai qui est semblable à la cheminée du réacteur. Il est fermé par une vanne du même type que celle du réacteur, cette vanne étant elle-même surmontée de la partie femelle de l'accouplement. Avant chaque utilisation sur le réacteur, la hotte doit être essayée sur ce puits. Deux hublots permettent en outre d'observer le fonctionnement du grappin.

Une hotte se compose d'un tube vertical de 424 mm de diamètre intérieur destiné à recevoir l'élément combustible, d'un échangeur, d'une vanne et d'un accouplement. Elle dispose en outre d'un treuil entraînant un grappin dont le déplacement vertical, l'ouverture et la fermeture sont commandés par le mouvement rotatif de deux rubans en acier spécial. Le grappin est en outre muni d'un tube absorbant contenant du carbure de bore, qui pénètre au centre de l'élément combustible pour pallier tout risque de criticité. En effet, on a vérifié que pendant le chargement du coeur, grâce à ce tube, le coefficient multiplicateur du coeur, K_{eff} , est suffisamment faible. Il ne dépasse pas 0,775 en comptant seulement 4 barres de sécurité en position basse.

Enfin nous avons envisagé toutes les fausses manoeuvres pouvant entraîner pendant le stockage des mouvements d'eau lourde et d'eau ordinaire. Nous avons combiné les permutations de la façon la plus défavorable : eau lourde dans le trou central et eau ordinaire entre les plaques et autour du combustible, sans tenir compte des structures de la hotte. On obtient un K_{eff} inférieur à 0,93. A partir de cette configuration, toute modification conduit à une situation réelle qui diminue la réactivité ; c'est notamment le cas si l'on vidange l'eau lourde du trou central.