

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 30-31 (1962-1963)
Heft: 20

Artikel: Béton de protection contre la rayonnement atomique
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-145616>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 31.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BULLETIN DU CIMENT

AOUT 1963

31^e ANNÉE

NUMÉRO 20

Béton de protection contre le rayonnement atomique

Exigences à l'égard du béton de protection. Granulats spéciaux. Mesures à prendre pour réaliser un béton homogène, compact et sans fissures. Contrôles. Bibliographie.

Les réactions atomiques provoquées artificiellement, que ce soit dans un but de recherche ou de production d'énergie, exigent une protection contre le rayonnement nocif par une enceinte spéciale. Les matériaux utilisés pour cela doivent être en mesure de freiner les rayons les plus «durs», notamment les rayons γ et les flux de neutrons, et d'en atténuer les effets jusqu'au point où ils deviennent inoffensifs pour l'organisme humain. Il s'agit de connaître la résistance spécifique de chaque matériau au rayonnement et l'épaisseur nécessaire à une protection efficace. Pour se protéger contre un rayonnement d'une intensité donnée, il faudra donc une plus grande épaisseur d'un matériau à faible résistance spécifique que s'il s'agit de matériaux lourds à haute efficacité.

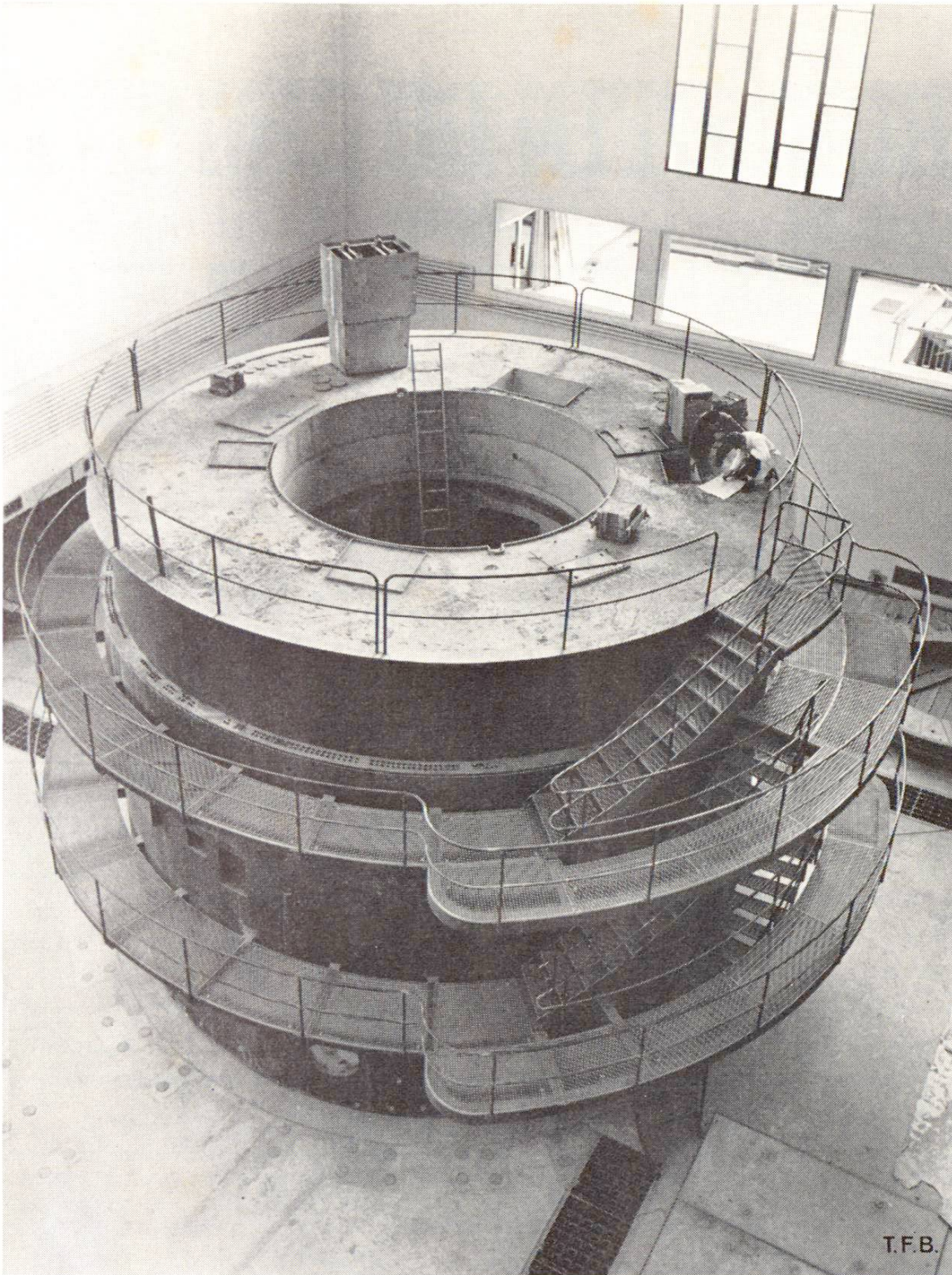


Fig. 1 La grande œuvre d'un réacteur. La photo montre bien l'épaisseur de la paroi protectrice en béton lourd.

Le pouvoir de protection d'un matériau dépend de plusieurs facteurs. Il est important, par exemple, que le flux de neutrons soit freiné premièrement par certains atomes légers tels que oxygène, lithium ou bore. A cet égard, grâce à sa combinaison avec l'eau, le ciment portland constitue déjà une protection utile. Toutefois, le principal critère d'efficacité de protection d'un matériau est sa compacité. Nous ne pouvons l'examiner en détail ici, cela nous mènerait trop loin.

3 Le béton convient tout particulièrement pour constituer les parois de protection contre le rayonnement dur. Il est d'un emploi facile et économique et constitue du même coup la structure portante elle-même. Nous allons examiner quelques aspects de cet emploi spécial du béton. On remarquera d'emblée que dans ce cas, les propriétés essentielles sont différentes de celles qu'on a l'habitude de rechercher dans les applications normales du béton.

1. Degré d'efficacité

La capacité du béton à absorber les rayons «durs» dépend, comme on l'a déjà dit, de la densité des granulats utilisés. Plus les composants du béton sont lourds, plus est grande cette capacité. En général, le béton ordinaire composé de pierres ayant une densité d'environ 2,65 ne suffit pas, notamment dans les réacteurs de

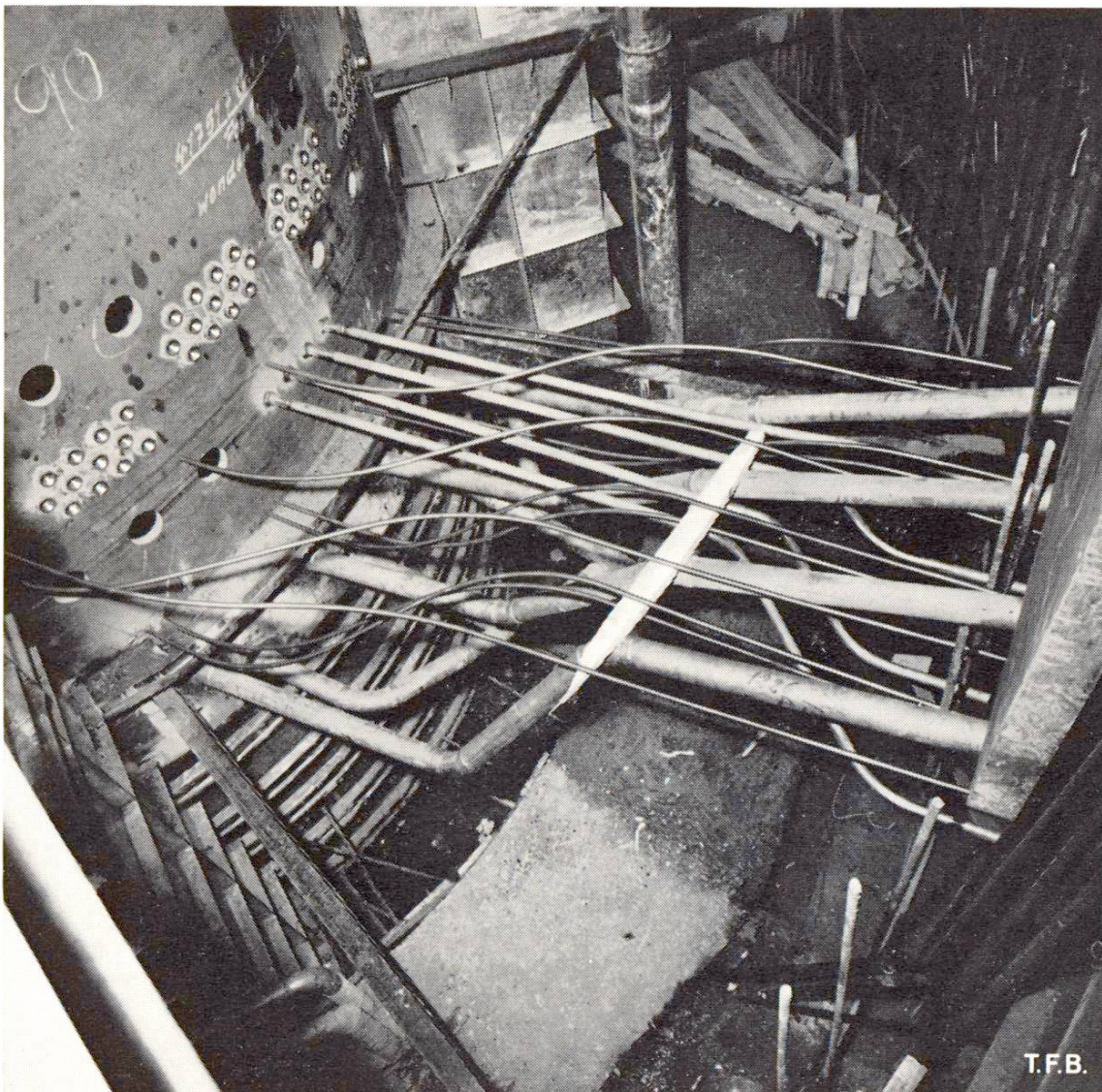


Fig. 2 Cet espace sera rempli ultérieurement par du béton lourd. Etant donné la présence des nombreuses canalisations, il ne sera pas facile d'y mettre en place un béton homogène et compact. On a donc choisi de le faire par le procédé «Prepackt».

4 recherche où la place est limitée. On remplace alors les granulats ordinaires par des éléments plus lourds tels que le baryte, le minerai de fer ou même des déchets de fer. La meilleure protection spécifique permet alors une diminution de l'épaisseur des parois comme l'indique l'exemple si-dessous :

Matériau	Densité	Epaisseur de paroi
Béton de granulats ordinaires	2,4	300 cm
Béton de baryte	3,7	180 cm
Béton de minerai de fer	3,9	170 cm
Béton de déchets de fer	5 à 6	110 cm

L'emploi de granulats spéciaux et l'adjonction de lithium ou de bore augmente sensiblement le prix de ces bétons de protection. Comme il s'agit en général de grosses quantités, le choix de la nature de ces bétons dépend aussi de considérations économiques. Pouvoir protecteur et épaisseur des parois doivent être examinés en fonction de la place disponible et du prix.

2. Compacité

Il est très important que la compacité du béton soit régulière afin que la protection contre le rayonnement soit la même en tout point et en toutes directions. Les vides, nids de graviers et fissures sont dangereux, non seulement parce qu'ils diminuent la compacité moyenne, mais encore et surtout parce qu'ils attirent et concentrent dangereusement le flux de neutrons. Le rayonnement corpusculaire est comparable, dans son comportement, à la diffusion d'un gaz.

Le béton de protection contre les rayonnements à haute énergie doit donc satisfaire aux deux exigences suivantes: être **très compact** et **exempt de fissures**.

3. Résistances et stabilité de volume

En général, on n'exige pas du béton de protection contre les rayonnements qu'il ait de hautes résistances à la compression. C'est facile à comprendre si l'on considère les épaisseurs qu'il faut donner aux parois et dalles. Les charges se répartissent toujours sur de grandes sections en sortes que les efforts sont faibles.

Toutefois, pour que le béton soit exempt de fissures comme on l'exige, il faut que sa résistance à la traction et à la flexion soit suffisante. Il doit pouvoir supporter sans se fissurer les tensions

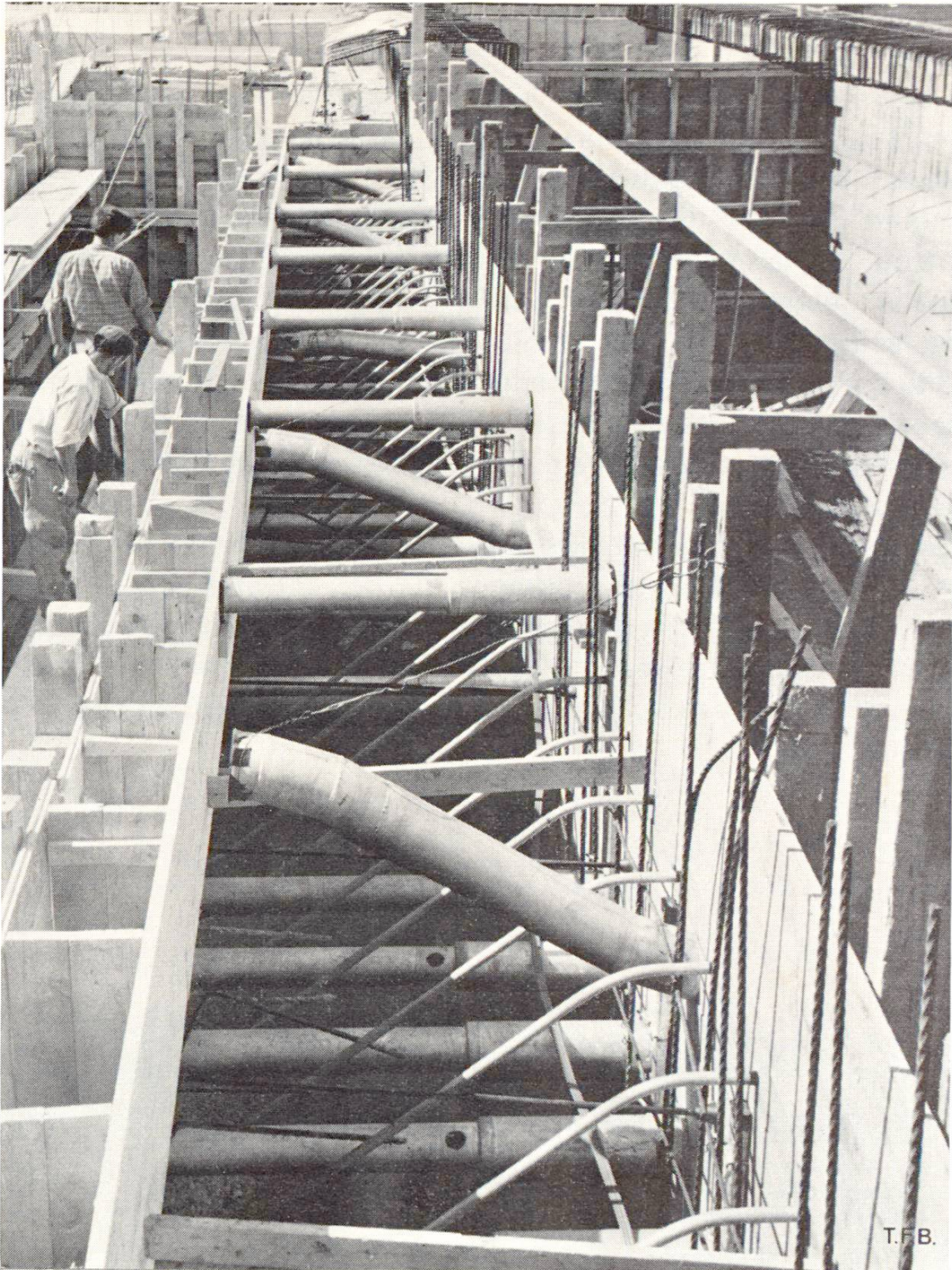


Fig. 3 Paroi protectrice d'une « cellule chaude ». Dans ce cas, un béton de baryte et de déchets de fer peut être mis en place correctement.

internes provoquées par les modifications de volume dues au retrait et aux différences de température. Il s'agit donc de réaliser un béton ayant d'une part une bonne résistance à la traction avec si possible un module d'élasticité peu élevé, et d'autre part qui soit peu sujet à des changements de volume.

La résistance à la traction et le module d'élasticité E sont difficiles à modifier. Ils sont en effet fortement dépendant de la nature des granulats spéciaux choisis. C'est donc sur la stabilité de volume

6 qu'il faut porter l'attention. On peut réaliser un béton à faible retrait en diminuant au maximum le dosage en ciment et la quantité d'eau de gâchage, ce qui est possible avec des granulats de composition granulométrique bien étudiée. La nature du ciment joue aussi un rôle et à cet égard, le ciment portland normal est l'un des plus favorables.

La construction des protections contre le rayonnement exigeant en général de grosses masses de béton, il faut veiller à ce que la

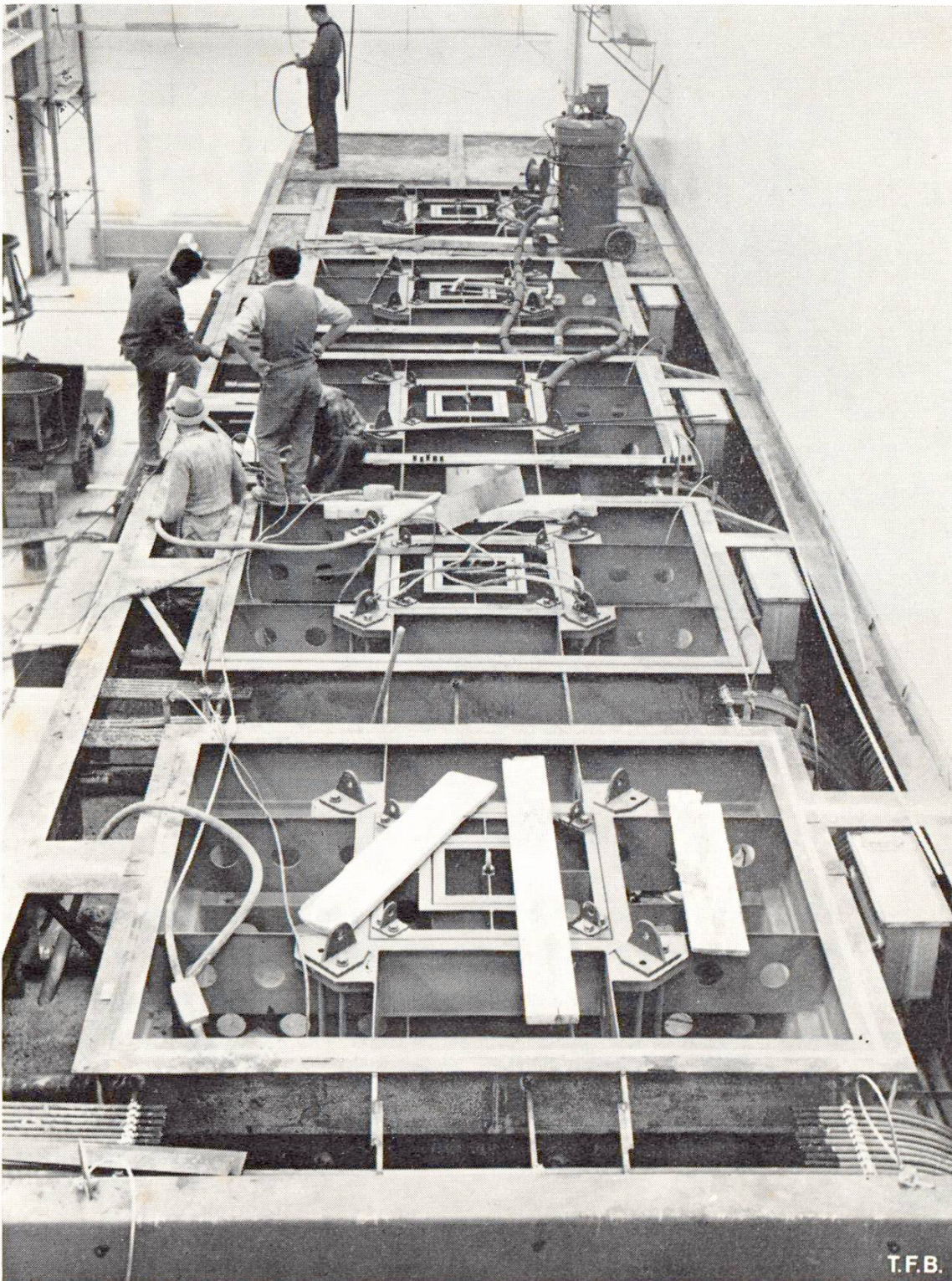


Fig. 4 Bétonnage d'une dalle sur une « cellule chaude ». Le béton lourd est mis en place et vibré entre des cadres métalliques. On reconnaît l'emplacement des futurs couvercles pour les orifices des différents compartiments.

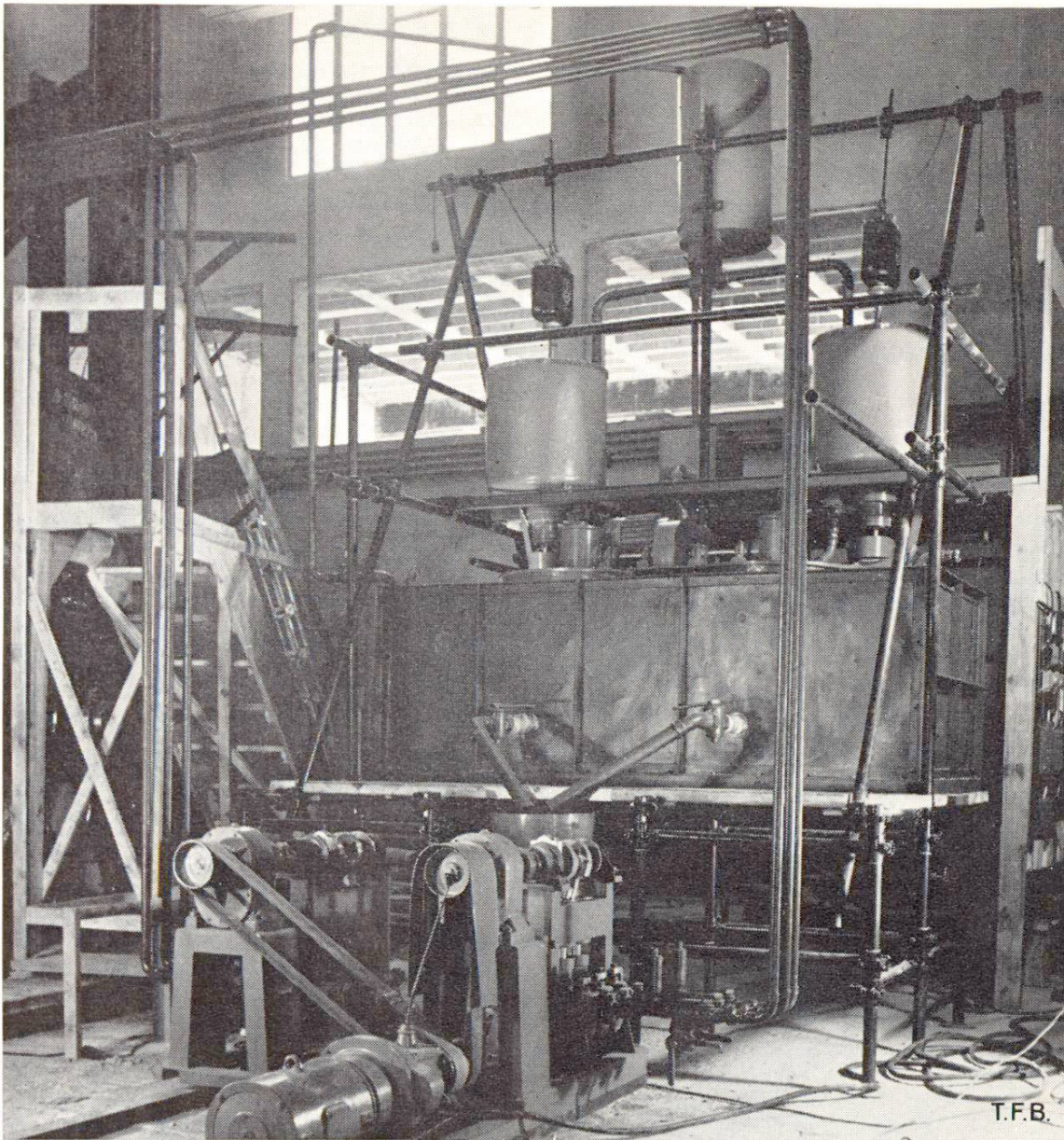


Fig. 5 Installation à grand débit pour le malaxage et le pompage du mortier «Prepackt» utilisé pour le bétonnage de la protection mentionnée aux figures 1 et 2.

chaleur d'hydratation soit faible et se dégage lentement. Si cette chaleur ne s'évacue ou ne se répartit pas rapidement, les différences de température que cela crée dans le béton y engendrent des tensions internes qui peuvent provoquer des fissures. Dans le choix du ciment et de son dosage, il faut donc tenir compte de ce phénomène et il se trouve heureusement que les mesures à prendre sont du même genre que celles qu'il faut pour diminuer le retrait.

D'autres précautions, telles qu'un léger réchauffement ou refroidissement, ainsi qu'un choix convenable de la succession des étapes de bétonnage contribuent également à limiter les tensions de température.

8 4. Structure du béton

Nous avons vu plus haut pourquoi le béton doit être aussi homogène et aussi compact que possible. Cela ne peut être obtenu qu'en évitant toute ségrégation des éléments. Il faut donc une granulométrie continue très régulière et une consistance optimum du béton. Les granulats utilisés dans la fabrication du béton de protection étant relativement lourds, ils ont une forte tendance à se sédimenter lors des transports et manutentions. On prendra donc les précautions adéquates pour l'éviter lors du malaxage, des transports, de la mise en œuvre et de la vibration du béton, ce qui exige une surveillance de tous les instants par un personnel qualifié.

Le poids anormalement élevé du béton pose aussi des problèmes en ce qui concerne les coffrages. Ils doivent être spécialement solides et rigides afin que les fortes pressions auxquelles ils sont soumis n'entraînent pas de déplacements ou de gonflements qui peuvent être cause de fissures dans le béton frais ou en cours de prise.

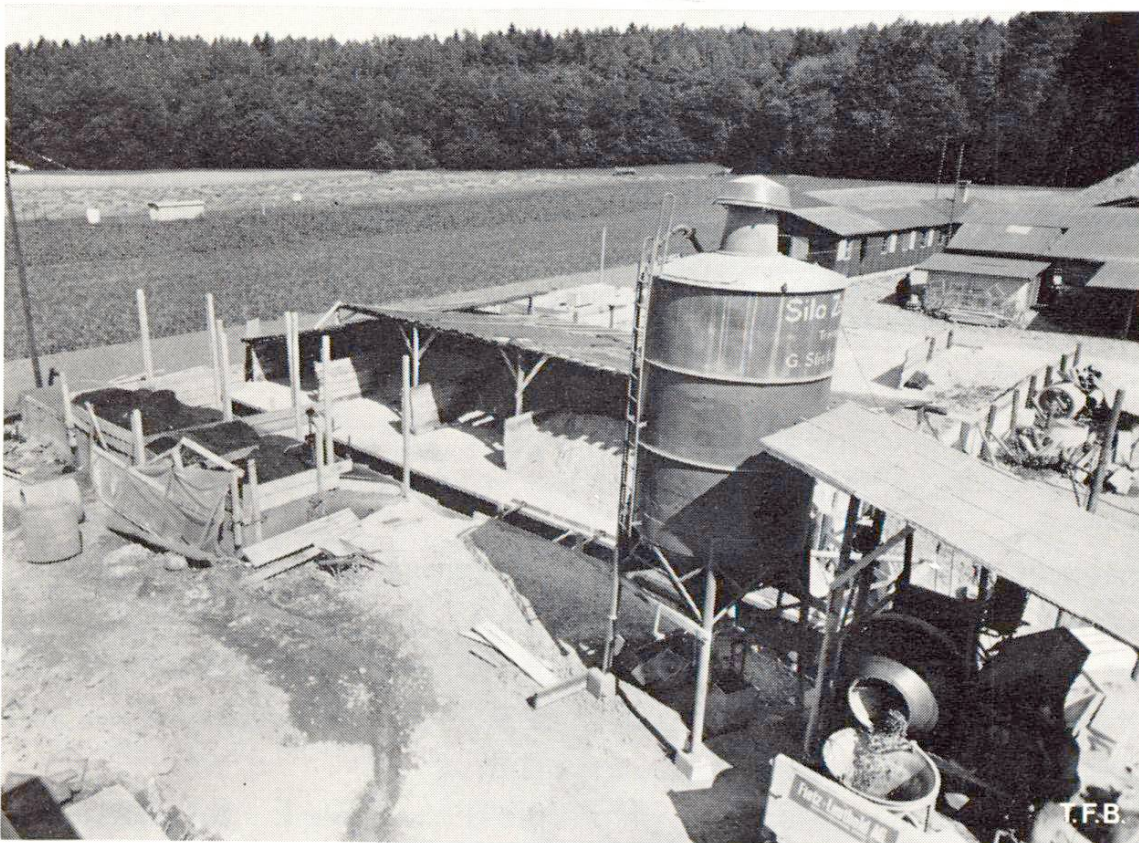


Fig. 6 Stockage des granulats spéciaux et installation de malaxage traditionnel pour le béton lourd.

9 5. Béton de coulis

Il s'agit du procédé connu dans les pays anglo-saxons sous la dénomination de «Prepackedconcrete» ou «Colcrete». Il consiste à placer premièrement dans le coffrage le squelette pierreux du béton, puis d'en remplir les vides par un coulis de mortier fin de ciment.

Cette méthode offre divers avantages dans la construction des protections contre les rayonnements nocifs:

- Les granulats, partie principale de la protection, peuvent être mis en place soigneusement, sous contrôle, parfois même à la main. On obtient ainsi une compacité élevée et très homogène. Toute ségrégation est rendue impossible.
- La capacité d'absorption de la protection peut être modifiée localement par la mise en place de granulats appropriés et l'on peut ainsi facilement s'adapter aux conditions spéciales.
- La construction des canaux devant permettre le passage du rayonnement doit être faite avec une très grande précision. Le procédé permet de fixer et de maintenir solidement la position de ces canaux.

6. Conclusions

Ces considérations ont pour but d'attirer l'attention sur le fait que le béton de protection contre le rayonnement atomique a des exigences spéciales, qu'il doit être fabriqué et mis en place avec des soins tout particuliers et qu'il faut prendre garde à des choses auxquelles on n'a pas l'habitude de faire attention lors de la manutention du béton ordinaire. Ce qu'il faut obtenir c'est une masse homogène, compacte et sans faille. Les connaissances de la technologie du béton capables de contribuer à ces résultats doivent être appliquées, mais en examinant à nouveau leurs effets dans ce cas particulier.

Il faut être bien conscient en outre, que dans la construction des réacteurs, tout défaut qui viendrait à se manifester ultérieurement peut avoir des conséquences très graves et ne peut pas sans autre être réparé. Quand une telle installation a été mise en service, on ne peut pas simplement l'arrêter, la démonter et la réparer comme on le ferait d'une autre machine.

Toutes les photos illustrant le présent Bulletin ont été aimablement mises à notre disposition par l'Institut fédéral pour la recherche en matière de réacteur, à Würenlingen AG.

10 Bibliographie

H. S. Davis, High-Density Concrete for Shielding Atomic Energy Plants. J. Am. Concr. Inst., Proc. **54**, 965 (May 1958) (Detroit).

J. Seetzen, Technologie der Abschirmbetone, Werner Verlag, Düsseldorf 1960.

K. Walz, G. Wischers, Beton als Strahlenschutz für Kernreaktoren. Beton, **11**, 179 (März 1961) (Düsseldorf).

C. P. Thorne, Concrete Properties Relevant to Reactor Shield Behavior. J. Am. Concr. Inst., Proc. **57**, 1491 (May 1961) (Detroit).

F. Dubois, Etude et mise en œuvre des bétons de protection. Annales de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics, **14**, 823 (Sept. 1961) (Paris).

E. Ambach, Reaktorbau München-Garching. VDI-Zeitschr. **104** (Jan. 1962) (Düsseldorf).