

Fondations à caissons en béton armé

Autor(en): **Schnitter, Erwin**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **12-13 (1944-1945)**

Heft 23

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-145236>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN DU CIMENT

NOVEMBRE 1945

13ÈME ANNÉE

NUMÉRO 23

Fondations à caissons en béton armé

Description des fondations à caissons de la Centrale hydro-électrique de Rapperswil.

Les travaux de fondation du barrage et du bâtiment des machines de la **Centrale de Rapperswil-Auenstein** ont été menés en 1943 et 1944. Pour résoudre le problème technique qui se posait du fait de la géologie du terrain, on eut recours, sur une très vaste échelle, au dernier moyen de l'ingénieur : la **fondation par caissons foncés à l'air comprimé**. De mars 1943 à avril 1944, on fonça 29 caissons de dimensions souvent respectables (longueur atteignant 36 m.) jusqu'au rocher. La couche traversée mesurait en moyenne 20 m. de hauteur. Certains caissons durent être construits directement dans le lit de l'Aar, d'autres à l'emplacement du seuil de correction, d'autres enfin furent bétonnés dans un chantier riverain. La profondeur du rocher et l'importance des ouvrages exigeaient des fondations massives, c'est-à-dire des grands caissons dans lesquels il fallait augmenter la pression de l'air à l'intérieur de la chambre de travail au fur et à mesure du fonçage jusqu'à une surpression de 2,3 atm.

Dans les circonstances actuelles, seuls des **caissons en béton armé** entrent en considération pour de pareilles fondations. C'est ce qu'il y a **de plus économique**. Leur construction demande un **minimum de temps** et permet de **s'adapter au terrain** qui réserve souvent des surprises au cours des travaux. Autrefois, on était plus sûr avec des caissons métalliques, car la technique du fonçage n'étant pas encore au point, on craignait les sollicitations que l'on n'était pas en mesure de dominer. Aujourd'hui, la méthode la plus pratique, la confection de caissons en ciment, l'emporte non seulement parce que l'on connaît bien le **comportement** d'une construction en béton armé, mais encore parce que l'ingénieur expérimenté possède à fond la **technique du fonçage**.

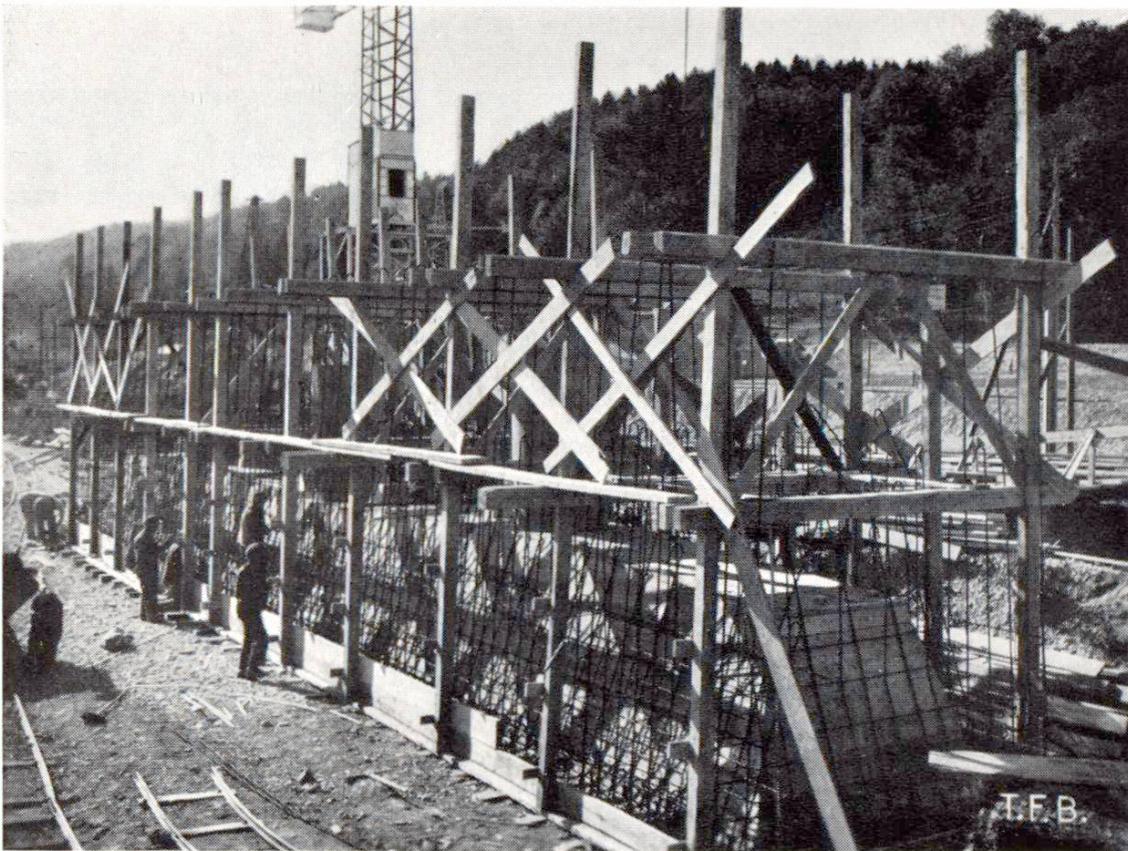


Fig. 1 Construction d'un petit caisson en béton sur la rive gauche de l'Aar

L'édification d'un caisson en béton armé se passe de la manière suivante : au lieu du fonçage, on érige une plateforme par nivellement du terrain ou par remblai de gravier ; des précautions appropriées la protègent contre l'affouillement. On procède d'abord au montage des **couteaux** sur une série des traverses posées convenablement. Ces couteaux sont formés par des fers profilés bien assemblés et ancrés ; ils protègent la ceinture inférieure du caisson pendant le fonçage. Ensuite on monte le coffrage de la **chambre de travail** qui est constituée par une ossature prismatique en béton armé formée par des consoles reliant le plafond aux parois. C'est à cette construction, qui servira ensuite de massif de fondation, que l'on donne le nom de caisson. La chambre de travail qui a 2 m. de hauteur est reliée à l'extérieur par des cheminées. Elle abritera les ouvriers qui creusent le sol sous les couteaux et évacuent les déblais.

La fig. 1 montre un caisson de petites dimensions, qui après fonçage à une profondeur de 24 m., devra protéger le mur de la rive gauche contre l'affouillement et servir de batardeau étanche à la fondation de l'usine. La chambre de travail est coffrée, deux cheminées sont montées ; on prépare l'armature des consoles tandis que celle des parois est prête.

Lorsque la couche de béton coulé sur un caisson atteint une certaine hauteur (4—6 m., jusqu'à 8 m. pour les longs caissons) et que son degré de durcissement est suffisant, on procède au dé-

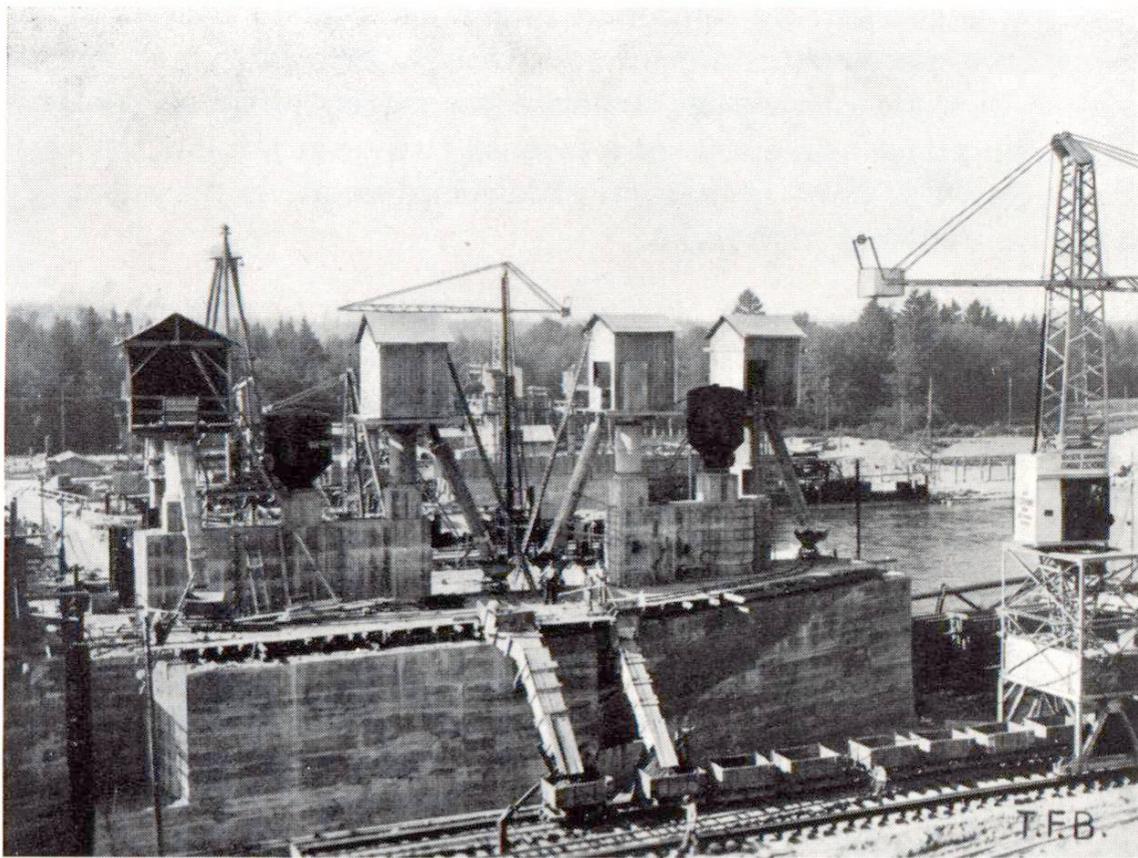


Fig. 2 Fonçage d'un caisson en béton armé de la culée rive gauche du barrage

coffrage et l'on enlève les traverses sur lesquelles reposent les couteaux en creusant le sol sous ceux-ci. C'est pendant ce travail que le caisson subit les plus grandes sollicitations et que le risque de fissuration est le plus élevé. Le **décalage du caisson** et sa **pose** sur les couteaux nécessite donc un soin particulier et une grande clarté dans la conduite des forces. En **creusant le sol sous les couteaux** et en **évacuant les déblais** par les cheminées ou par des ouvertures ménagées sous les couteaux, on fonce le caisson jusqu'à ce qu'il atteigne le niveau de l'eau. A ce moment, les cheminées sont pourvues de **sas à air** qui ne représentent pas autre chose que des **écluses à air comprimé**. Ces sas sont affectés à des services distincts : celui des **ouvriers**, leur permettant de passer de l'air libre à l'air comprimé de la chambre de travail et celui des **déblais**. Les **sas mixtes** sont pourvus d'écluses pour le personnel et pour les matériaux.

Des éclusettes spéciales reçoivent le béton qui remplira la chambre de travail à la fin du fonçage en vue d'obtenir un massif de fondation compact. Deux sortes de **conduites à air comprimé** traversent le plafond de la chambre de travail : ce sont les conduites d'air à basse et à haute pression. L'**air à basse pression** se répand dans la chambre de travail où la pression atteint jusqu'à 2,5 atm. de plus que la pression barométrique extérieure. La pression à l'intérieur de la chambre de travail doit équilibrer la pression extérieure de l'eau et refouler celle-ci jusqu'au niveau des couteaux.

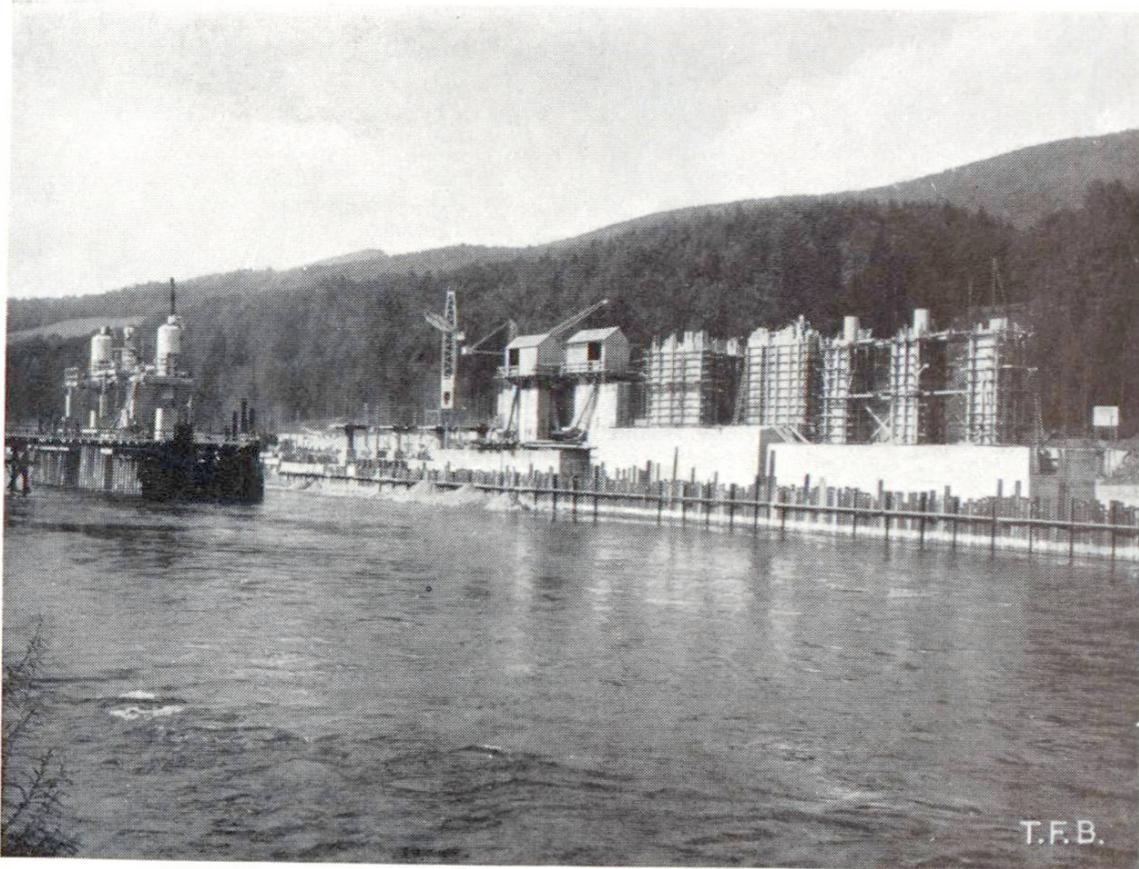


Fig. 3 Vue sur l'Aar, vers l'amont. Fonçage du caisson d'une pile en rivière. Caissons du mur bordant la fouille de l'usine du côté de l'Aar à différentes phases du fonçage

L'air à haute pression (jusqu'à une surpression de 7 atm.) sert à mettre en marche les machines à air comprimé employées pour l'extraction des matériaux.

Une fois le caisson équipé, on procède à son fonçage à travers le terrain sous-jacent. Dans la chambre de travail, des équipes d'ouvriers sont occupées à l'extraction et à l'évacuation des matériaux ainsi qu'au creusage du sol sous les couteaux qui doivent être dégagés jusqu'à ce qu'ils ne reposent plus que sur quelques **points d'appui** disposés de telle manière que la répartition réelle des efforts corresponde à celle admise pour le calcul du caisson. Lorsque ceci est fait, on s'attaque aux points d'appui avec les précautions nécessaires, car le caisson doit s'abaisser tranquillement et rester vertical. Pendant cette opération délicate, le fonçage est contrôlé en permanence au moyen de mesures effectuées sur des repères. Les matériaux extraits du sol sont versés dans des baquets puis évacués par les écluses au moyen de treuils électriques.

La fig. 2 représente le caisson de la culée rive gauche du barrage pendant le fonçage. Ce caisson sert également de fondation à la turbine destinée aux besoins propres de l'usine. La surface de sa base mesure $13,5 \times 35,5$ m, sa hauteur atteint jusqu'à 20 m. Il possède 6 cheminées surmontées de sas à air, dont 2 sont affectées au service des ouvriers et 4 à celui des déblais qui sont évacués par wagonnets aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du caisson. Dans la chambre d'extraction une équipe de 26 ouvriers travaille.

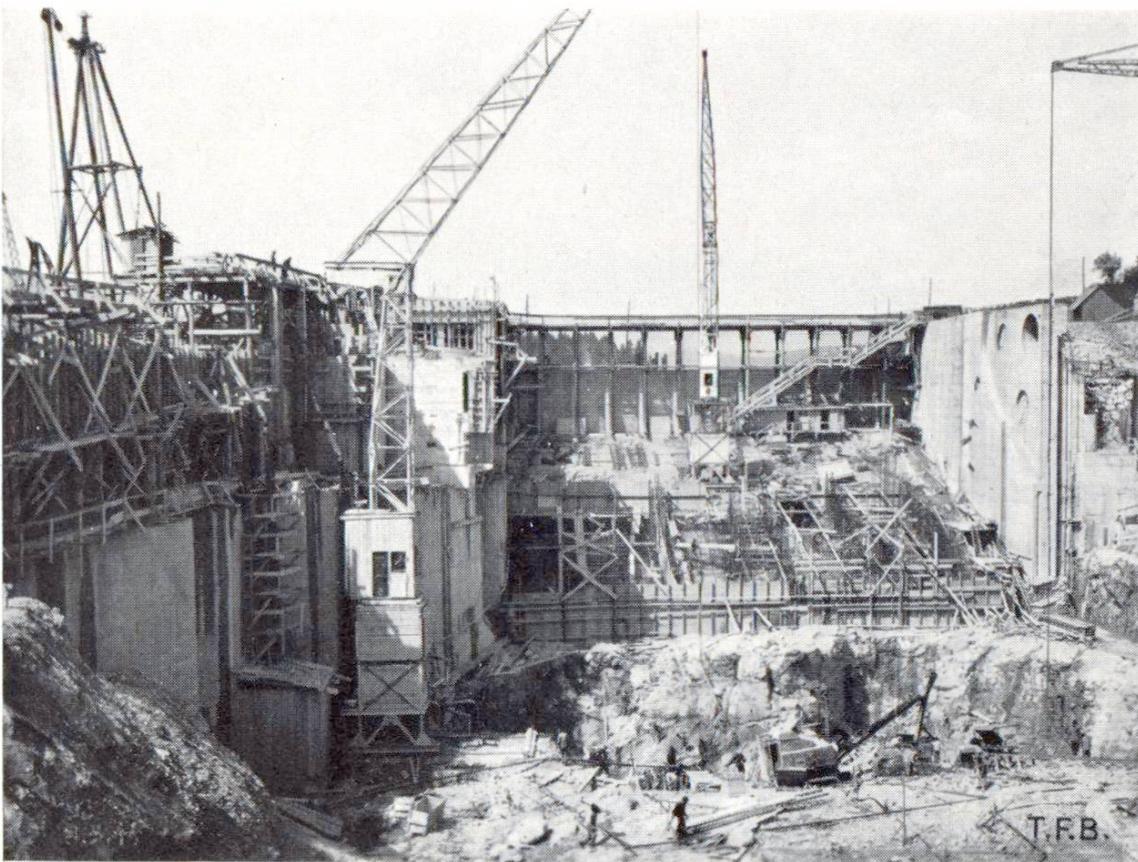


Fig. 4 Vue de la fouille de l'usine prise de l'aval. A gauche, les caissons du mur de la fouille précédemment foncés sont entièrement libérés. A gauche, en haut, la grue flottante indique le niveau de l'Aar. Bien en-dessous du couteau du caisson, on procède à l'excavation des tuyaux d'aspiration dans le calcaire jurassique

Un caisson est successivement **foncé** et **haussé**. Sur la fig. 3, on voit 4 caissons du mur bordant la fouille de l'usine du côté de l'Aar, à différentes phases du fonçage. Dans le lit de l'Aar, on a battu un rideau de palplanches métalliques derrière lequel on a effectué un remblai nivelé de dimensions telles que l'on puisse y mettre en œuvre simultanément une longue série de caissons. A gauche, on fonce un caisson d'une pile du barrage pourvu de 3 sas mixtes. Pour construire ce caisson dans le lit de la rivière, on a dû d'abord battre de longues **palplanches** métalliques formant une couronne étanche dont le rôle était de maintenir le chantier à l'abri des hautes eaux. Après le pompage de la fouille, on a pu construire le caisson sur le lit de l'Aar.

La dernière partie du fonçage devait s'effectuer à travers le **rocher**. L'explosion des mines à l'intérieur de la chambre de travail et surtout sous les couteaux exige une grande prudence. Cet ouvrage délicat est confié aux mineurs du caisson. Les caissons de la moitié de droite du barrage et de la rive droite sont implantés dans les grès et la marne de la molasse; les couches avoisinantes du tiers gauche du barrage sont constituées par de l'argile limoniteuse éocène; le fonçage des caissons du bâtiment des machines et de la rive gauche de l'Aar eut lieu dans le dur calcaire jurassique.

6 Lorsque le couteau de fondation atteint la **cote de fondation**, on le bétonne successivement en sous-œuvre, on nettoye et lave le rocher puis on comble la chambre de travail jusqu'au plafond. Cette dernière opération doit être très soignée; il ne doit pas rester de vides entre le plafond et le remplissage, le massif constituera un véritable **monolithe**.

Pour clôturer le chantier de l'usine, on enterra 12 caissons, presque tous de grandes dimensions. Simultanément, on procéda au fonçage des nombreux caissons du barrage qui est entièrement fondé à l'air comprimé, y compris les culées et ouvrages de rive. Le vaste programme de construction nécessitait une exécution rapide des travaux à l'air comprimé, aussi furent-ils menés avec une rare énergie. Par moments, 17 écluses étaient parallèlement en action et l'équipe travaillant à l'air comprimé dans les chambres d'extraction comptait 240 hommes. L'intensité inaccoutumée de cette exploitation conduisit à un plein succès: elle permit l'assèchement complet de la fouille très profonde de l'usine (voir fig. 4) et par conséquent l'érection du bâtiment des machines en un temps record. Malgré les difficultés diverses inhérentes à la guerre, les travaux purent être terminés dans les délais prévus au programme de construction.

Erwin Schnitter, ing.