

Note sur un nouveau dispositif d'essai de tuyaux sous pression hydraulique

Autor(en): **Daxelhofer, J.-P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **80 (1954)**

Heft 23

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-60727>

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 TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements:
Suisse: 1 an, 24 francs
Etranger: 28 francs
Pour sociétaires:
Suisse: 1 an, 20 francs
Etranger: 25 francs
Prix du numéro: Fr. 1.40
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande »
N° II. 57 75, à Lausanne.
Expédition
Imprimerie « La Concorde »
Terreaux 31 — Lausanne.
Rédaction
et éditions de la S. A. du
Bulletin technique (tirés à
part), Case Chauderon 475
Administration générale
Ch. de Roseneck 6 Lausanne

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitoux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; † E. Latelin, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. † L. Archinard, ingénieur; Cl. Grosgrin, architecte; E. Martin, architecte — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; Burgener, D. architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration

de la Société anonyme du Bulletin technique: A. Stucky, ingénieur, président; M. Bridel; G. Epitoux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces

1/1 page	Fr. 264.—
1/2 »	» 134.40
1/4 »	» 67.20
1/8 »	» 33.60

Annonces Suisses S. A.
(ASSA)



Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE: *Note sur un nouveau dispositif d'essai de tuyaux sous pression hydraulique*, par J.-P. DAXELHOFER, professeur à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne. — *Visite à la chute du Rhin et aux chantiers de l'usine de Rheinau*, par HENRI DUFOUR, ingénieur S. I. A. — *Production d'électricité par l'énergie nucléaire*. — **DIVERS:** *Présentation d'un moteur Diesel marin Sulzer*. — **BIBLIOGRAPHIE.** — **CARNET DES CONCOURS.** — **SERVICE DE PLACEMENT.** — **DOCUMENTATION GÉNÉRALE.** — **DOCUMENTATION DU BATIMENT.** — **NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS DIVERSES.**

NOTE SUR UN NOUVEAU DISPOSITIF D'ESSAI DE TUYAUX SOUS PRESSION HYDRAULIQUE

par J.-P. DAXELHOFER, professeur à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne

L'essai de tuyaux en béton armé ou non, en éternit, terre cuite, grès, fonte ou matériaux analogues, destinés à la construction de canalisations d'eau sous pression, se heurte à certaines difficultés expérimentales.

Il est nécessaire d'obtenir les deux extrémités de l'élément soumis aux essais et les organes d'obturation doivent être maintenus en place jusqu'à rupture. Pour éviter des fuites, par les joints, il est en général nécessaire d'appliquer une certaine pression sur ces organes afin de les appliquer contre les extrémités du tuyau et du joint proprement dit qui peut être réalisé de façons diverses. Cette pression est transmise, par exemple, par des tirants

extérieurs qui équilibrent l'effort appliqué sur les fonds. Un des dispositifs habituels est représenté figure 1.

La pression intérieure est obtenue par une pompe

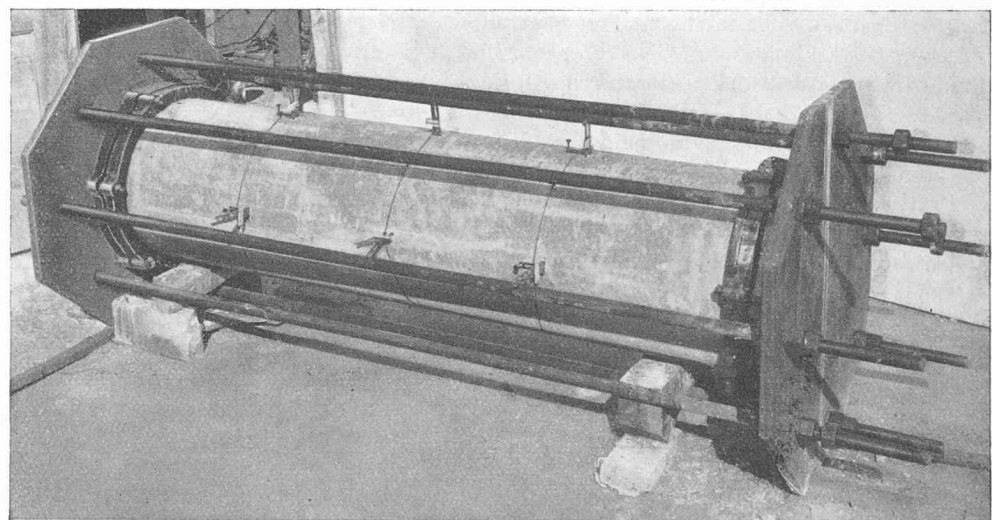


Fig. 1. — Dispositif d'essai d'un tuyau en fibro-ciment. Diamètre: 40 cm; longueur: 200 m. Publication N° 148 du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et Institut de recherches, Zurich 1944.

reliée à l'un des fonds après remplissage de l'élément.

Ce dispositif présente les inconvénients techniques suivants :

- a) Il y a en général une sollicitation de compression axiale dans l'élément de tuyau par suite de la mise en tension des tirants de fixation et parce qu'il faut que les joints appliqués aux deux extrémités demeurent étanches, jusqu'à la pression de rupture du tuyau.
- b) Suivant le type de joint choisi, la déformation du tuyau dans le sens radial sous l'influence de la pression intérieure est empêchée par un collier ou autre dispositif particulier. Il y a donc un frottement aux extrémités et pour que son influence demeure négligeable, il faut faire l'essai sur des tronçons relativement longs.
- c) Pour de gros éléments, le dispositif d'essai est coûteux.
- d) Pour chaque type de tuyau essayé, il faut construire spécialement un dispositif d'essai adapté à la longueur et au diamètre de l'élément.
- e) Au moment de la rupture, le liquide en pression s'échappe avec violence. Il n'est donc pas indiqué de procéder à de tels essais à l'intérieur d'un laboratoire où d'autres essais sont en cours sans établir des organes de protection appropriés.
- f) Suivant les caractéristiques du tuyau et de l'appareillage, l'essai est lent et il y a pénétration du liquide dans les pores du tuyau, ce qui peut affecter sa résistance mécanique.

Le dispositif adopté au Laboratoire d'essai des matériaux de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne permet d'éliminer certains de ces inconvénients. Il est basé sur les propriétés des argiles.

On sait que lorsqu'on applique un effort sur une argile plastique, cet effort est supporté en partie par la matière solide, en partie par l'eau interstitielle.

Si l'on enferme une masse argileuse plastique dans une enceinte construite de manière telle que l'eau interstitielle ne puisse s'échapper, la pression appliquée sur la masse se transmet dans tous les sens par l'intermédiaire de l'eau des pores.

La fraction de la charge prise par la matière solide dépend de l'état de consolidation initial.

Si la pression est appliquée rapidement et que les dimensions du récipient soient relativement grandes, les pertes d'eau sont faibles et l'on peut admettre en première approximation que l'on comprime une matière fluide transmettant une pression hydrostatique sur les parois.

Ce principe a été appliqué pour l'essai de tuyaux à l'éclatement sous pression intérieure.

Pratiquement, on réalise facilement le dispositif suivant :

Un sac en tissu d'un diamètre légèrement supérieur

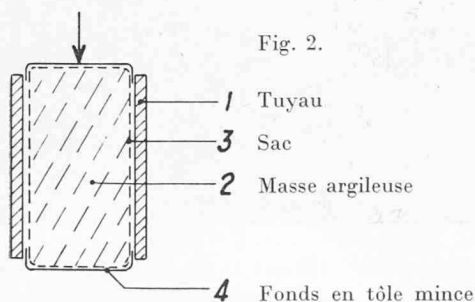


Fig. 2.

- 1 Tuyau
- 3 Sac
- 2 Masse argileuse
- 4 Fonds en tôle mince

au diamètre interne du tuyau est rempli soigneusement d'une pâte ferme d'argile plastique.

Le remplissage doit être exécuté avec soin de manière à ne pas avoir de bulles d'air.

Aux deux extrémités de l'élément de tuyau, on place deux pièces en tôle mince à fond plat qui recouvrent le sac d'argile comme indiqué au croquis de la figure 2.

Le remplissage en argile est prévu de manière que les fonds soient bien appliqués sur la masse et dépassent légèrement l'extrémité du tuyau pour compenser la compressibilité de la masse. Un ou plusieurs orifices sont prévus pour l'évacuation de l'air.

Ce dispositif est alors placé entre les plateaux d'une machine pour essais de compression que l'on trouve dans chaque laboratoire d'essai des matériaux.

La pression est donc appliquée sur les deux fonds souples et elle est augmentée jusqu'à rupture.

Les avantages de ce procédé sont évidents :

1. Emploi d'une machine de compression disponible dans les laboratoires.
2. Pas de tirants ni de joints aux extrémités du tuyau.
3. Pas de projection d'eau au moment de la rupture.
4. Aucune sollicitation longitudinale n'est appliquée sur le tube essayé car il ne touche pas les plateaux de la machine, et la compressibilité de la masse argileuse est trop faible pour transmettre des efforts notables par frottement sur les parois.

Les inconvénients sont les suivants :

- a) Les fonds utilisés doivent avoir une certaine hauteur, la partie cylindrique absorbe donc une partie de la charge transmise au tuyau par la masse plastique. Pour diminuer ce phénomène, on peut établir des fentes suivant les génératrices de la partie cylindrique du fond métallique.

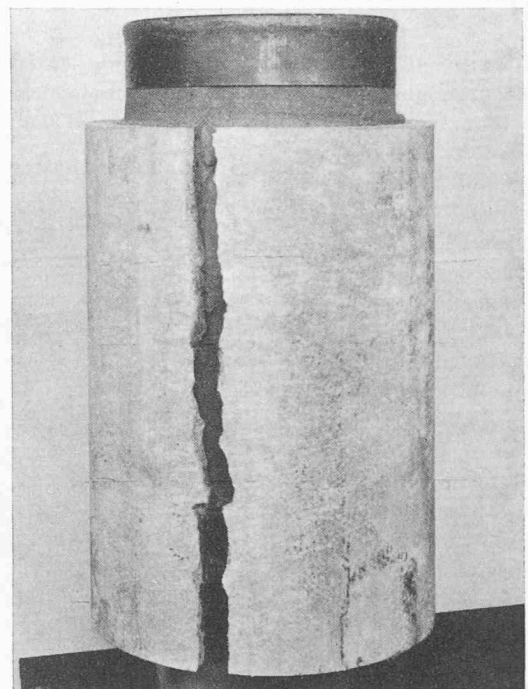


Fig. 3. — Tuyau après rupture.

Le noyau argileux est soulevé de manière à faire voir le dispositif. Noter la rupture du sac en toile au droit de la fissure.

b) Si le remplissage est un peu trop fort, la partie du fond qui demeure hors du tube peut gonfler sous l'influence de la pression et créer un effort local à une ou aux deux extrémités du tuyau. Cet inconvénient peut être éliminé dès que le personnel a une certaine expérience de ce genre d'essais (voir photo annexée, fig. 3, montrant un tube rompu, et l'un des fonds avec un léger gonflement au sommet. Le noyau argileux est soulevé de manière à faire voir le dispositif.)

Il est facile d'éliminer ces inconvénients en modifiant le dispositif d'obturation par exemple selon figure 4.

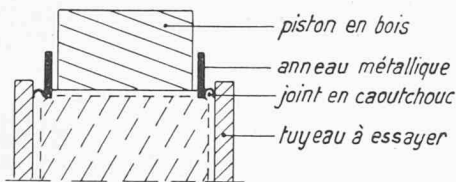


Fig. 4.

Résultats d'essais

- Longueur de l'élément : 0,50 m.
Matière : éternit ; fond en tôle mince fendu sur le côté.
Hauteur du fond 6 cm
Diamètre intérieur du tuyau 25,0 cm
Diamètre extérieur du tuyau 30,4 cm
Épaisseur moyenne 2,7 cm
Pression de rupture 30,5 t
Pression interne correspondante . . . 62 kg/cm²
Sollicitation moyenne de traction à rupture calculée par la formule du tuyau

$$\sigma_t = \frac{Pr}{e} = 288 \text{ kg/cm}^2$$

Idem, par la formule de Lamé

$$\sigma_t \text{ max} = 325 \text{ kg/cm}^2$$

La rupture ne s'est produite que sur un diamètre (voir fig. 3).

- Longueur de l'élément : 0,50 m.
Fond identique sans fentes.
Charge appliquée : 40,5 t.
Pression intérieure : 82,5 kg/cm².
 $\sigma_{tm} = 382 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_t \text{ max} = 430 \text{ kg/cm}^2$

La rupture s'est produite *simultanément* aux deux extrémités d'un même diamètre.

- Longueur de l'élément : 1 m.
Charge appliquée : 25,8 t.
Pression de rupture : 52,8 kg/cm².
 $\sigma_{tm} = 244 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_t \text{ max} = 275 \text{ kg/cm}^2$

La rupture ne s'est pas produite suivant le diamètre mais suivant croquis fig. 5.

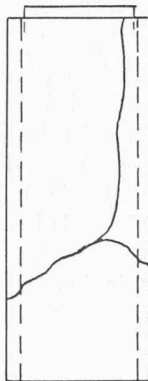


Fig. 5.

La partie inférieure ne s'est pas rompue, la fissure passe par un petit trou destiné à fixer un comparateur pour procéder à des mesures de déformations. L'essai a été plus lent que dans les autres cas et il se peut que de l'eau sous pression ait pénétré dans la paroi du tuyau.

- Un essai préliminaire sur un élément de 44,5 cm de longueur a donné une *rupture simultanée suivant trois génératrices*, ce qui est très rare et montre d'une part l'homogénéité de la matière et l'efficacité du dispositif adopté.

Des essais à la flexion sur éprouvettes taillées dans les parois du tuyau ont donné les résultats suivants : 385 — 320 kg/cm².

Un essai de rupture par charge appliquée suivant deux génératrices opposées a donné 262 kg/cm².

Les chiffres trouvés par l'essai d'éclatement sont donc analogues à ceux trouvés par d'autres méthodes.

La pression intérieure de garantie étant de 24 kg/cm² on voit que le coefficient de sécurité est supérieur à 2.

Cet essai peut être exécuté avec la même facilité si l'on veut éprouver la résistance d'un assemblage au moyen d'un raccord.

Les risques de fuites sont éliminés.

On peut facilement procéder à un essai d'un tuyau à parois sèches ou imbibées d'eau.

Le prix d'un tel essai est beaucoup plus faible que celui habituel qui nécessite la construction de fonds résistants et de tirants, surtout si le nombre d'essais est limité à un ou deux pour un diamètre donné.

La longueur du tube que l'on peut essayer ne dépend que de la machine de charge dont on dispose.

Cet essai n'offre aucun danger à l'éclatement ; l'eau des pores est en pression mais, dès rupture, les forces capillaires agissent, ce qui évite toute projection de liquide ou de matière.

Nous le signalons à titre d'exemple d'application des propriétés des argiles dans l'essai de corps creux. Dans ce cas, il suffit de munir le réservoir d'un dispositif à piston mû par un serrage à vis, par exemple, et permettant de mettre en pression la masse, compte tenu de sa compressibilité. Un ou plusieurs piézomètres à volume constant permettent de vérifier à tout instant la pression interstitielle et donc de connaître la pression appliquée sur l'enveloppe.

Il est susceptible de perfectionnements et nous avons en programme des essais comparatifs sur des tubes identiques mais de longueur variable pour mettre en évidence l'influence des extrémités.

Tout imparfait qu'il soit encore, ce type d'essai peut rendre des services pour l'essai rapide de tuyau à rupture ou pour l'étude de corps creux soumis à une pression intérieure.

Nous remercions M. Pazziani, directeur du Service des Eaux de la Ville de Genève, de nous avoir donné l'occasion d'effectuer ces essais en 1951 et de nous avoir autorisé à publier quelques résultats.

Bibliographie : *Eternitrohre*, rapport 148 du Laboratoire fédéral d'essais des matériaux, Zurich 1944.