

Auteur ou collectivité : Cruchon, A.

Auteur : Cruchon, A.

Titre : L'Anti-bélier A. Cruchon

Adresse : Saint-Etienne : Imp. J. Le Hénaff, [1914]

Collation : 1 vol. (36 p.); 19 cm

Cote : CNAM-MUSEE EN0.4-CRU

Sujet(s) : Eau -- Distribution ; Coup de bélier ; Tuyaux d'eau ; Catalogues commerciaux

Date de mise en ligne : 06/12/2016

Langue : Français

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?M13720>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.

L'ANTI-BÉLIER
A. CRUCHON

INGÉNIEUR - CONSTRUCTEUR.

BREVETÉ
S.G.D.G.

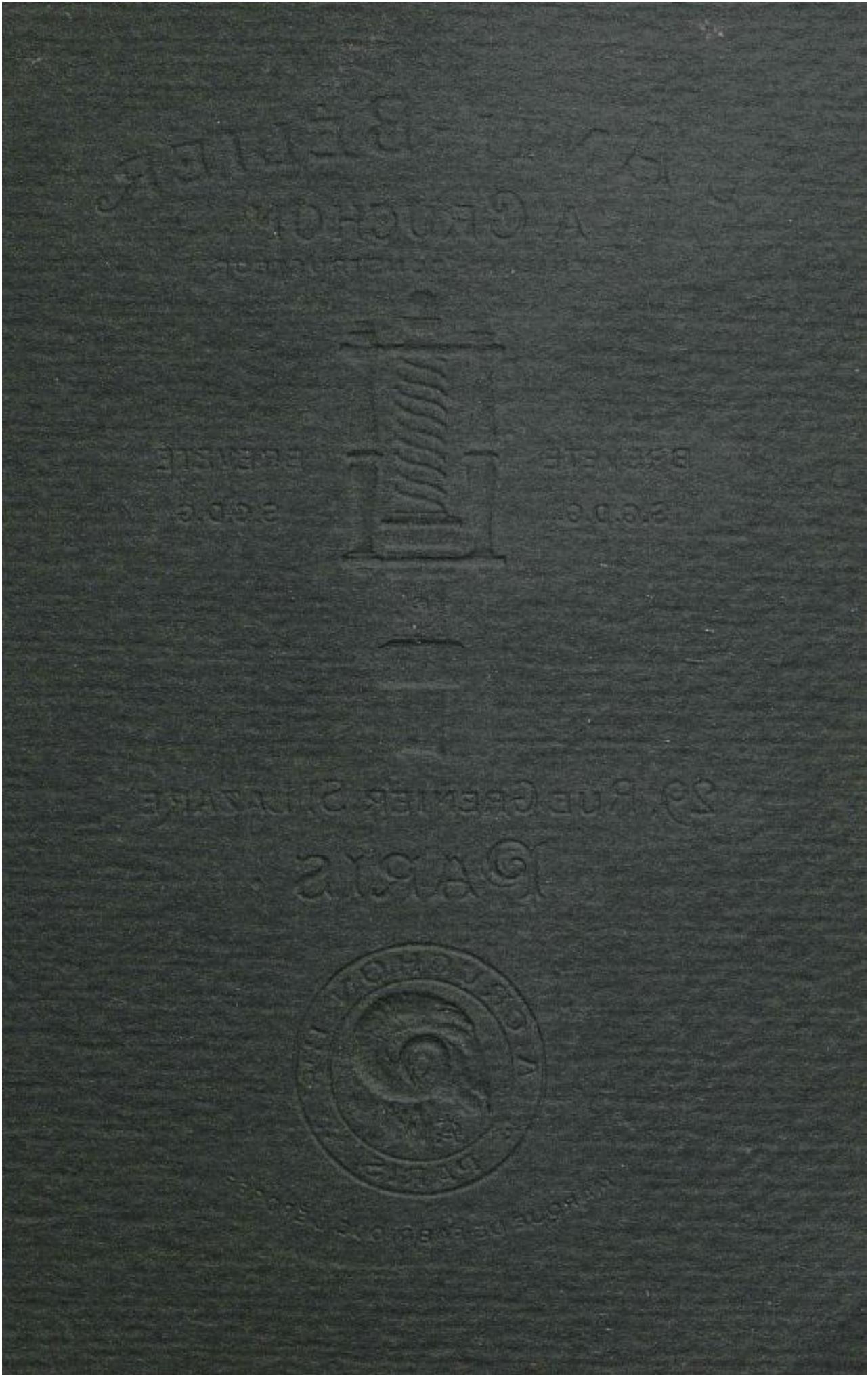
BREVETÉ
S.G.D.G.



29. RUE GRENIER S^E. LAZARE
• PARIS •



MARQUE DE FABRICATION DÉPOSÉE



L'ANTI-BÉLIER A. CRUCHON

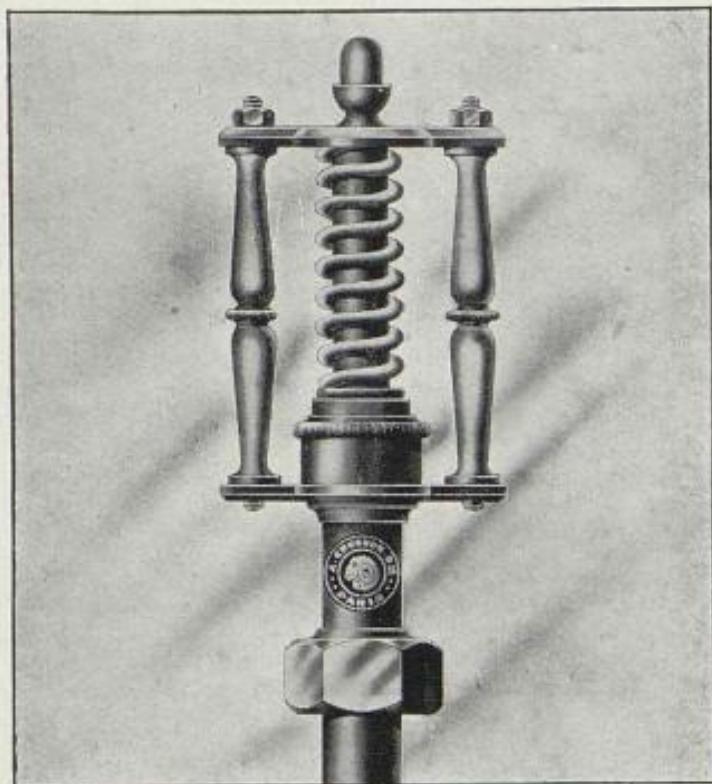
“ L'ANTI-BÉLIER ”

A. CRUCHON

Ingénieur-Constructeur Breveté S. G. D. G.

29, Rue Grenier-Saint-Lazare, PARIS

Téléphone-Archives 27-78



MARQUE DE FABRIQUE DÉPOSÉE

CENTRE DE DOCUMENTATION
D'HISTOIRE DES TECHNIQUES

Doc. 1375



FRÉQUENCE DE RUPTURES DANS LA CANALISATION DE L'EAU



La canalisation de l'eau et sa distribution sont une cause fréquente, on pourrait dire journalière, d'accidents et, par suite, de dommages importants puisque constamment renouvelés, résultant des détériorations de toute nature occasionnées par la rupture des conduites, soit dans les Immeubles, soit en tranchées ou galeries souterraines dont les conséquences peuvent être des plus graves, ou bien encore par la désorganisation des appareils enregistreurs et distributeurs :

COMPTEURS, ROBINETS, POSTES D'INCENDIE
RÉSERVOIRS, LAVABOS, CHAUFFE-BAINS, ETC.

Souvent une conduite, même à l'état de neuf, se rompt sans cause apparente, alors que le choix de son métal et son épaisseur semblaient devoir la préserver pour une longue durée.

*A quoi faut-il donc
attribuer ce Phénomène ?*

AU " COUP DE BÉLIER "
ET A LUI SEUL

LE "COUP DE BÉLIER"



En dehors de toute cause purement accidentelle, la rupture des conduites d'eau ne peut résulter que de deux phénomènes, le premier par suite de la congélation du liquide à l'intérieur du tuyau, le second en vertu de la puissance du « **Coup de Bélier** » s'exerçant sur les parois de la conduite dans laquelle l'eau y circule en pression.

Nous ne nous occuperons que de ce dernier cas. On sait, en effet, combien il est facile d'éviter la congélation, alors qu'en général on ignore complètement, non seulement la cause du « **Coup de Bélier** », mais surtout le moyen d'éviter ses effets et ses conséquences.



Dans toute conduite, la masse liquide qui circule obéit aux lois de l'hydraulique ;

Or, ces lois nous apprennent :

1^o Que toute masse liquide est incompressible ;

2^o Que la vitesse acquise par une masse liquide

en mouvement est fonction de sa hauteur de chute, dont la formule est la suivante :

$$V = \sqrt{2gh}$$

3° Que la pression d'un liquide en mouvement permanent dans une conduite contre une plaque ou paroi perpendiculaire au courant est proportionnelle au poids spécifique du liquide, — au carré de sa vitesse, et à sa surface.

Il ressort donc qu'une masse liquide en mouvement, sous la simple influence de la pression initiale, acquiert une grande vitesse, et conséquemment qu'elle agit avec un effort considérable sur tout obstacle qu'elle rencontre ;

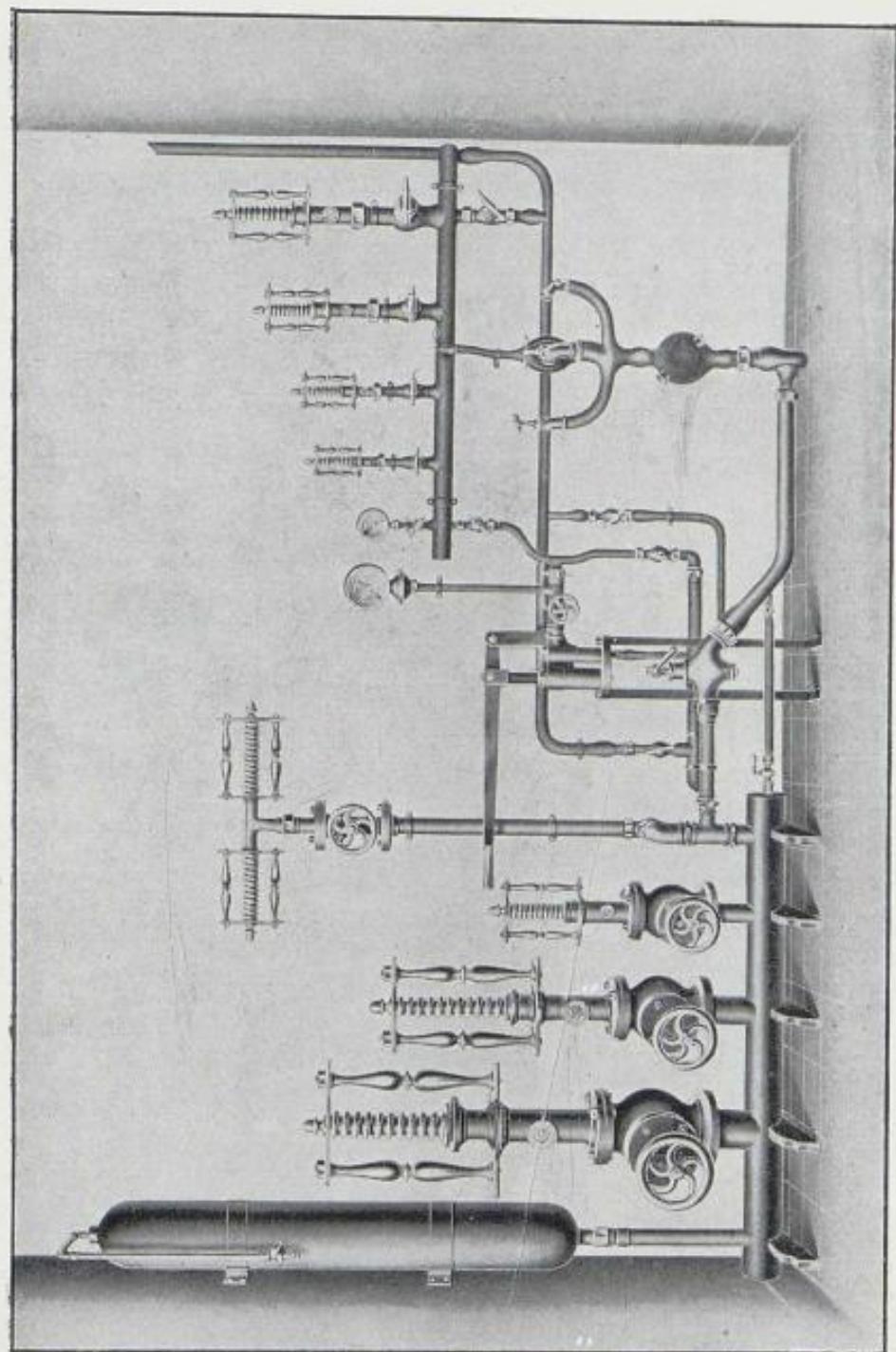
4° Enfin, tout corps en mouvement a une puissance vive qui ne peut s'annihiler, qu'en se transformant en un travail correspondant ;

Si la résistance du tuyau est inférieure à cette puissance, c'est-à-dire à la force vive qui vient le frapper, il cède au choc et se rompt.

Toute l'explication du « Coup de Bélier » est contenue dans ce simple résumé théorique.



RAMPE D'ESSAIS DES APPAREILS "ANTI-BÉLIER"



DILATATION ET RUPTURE DES CONDUITES



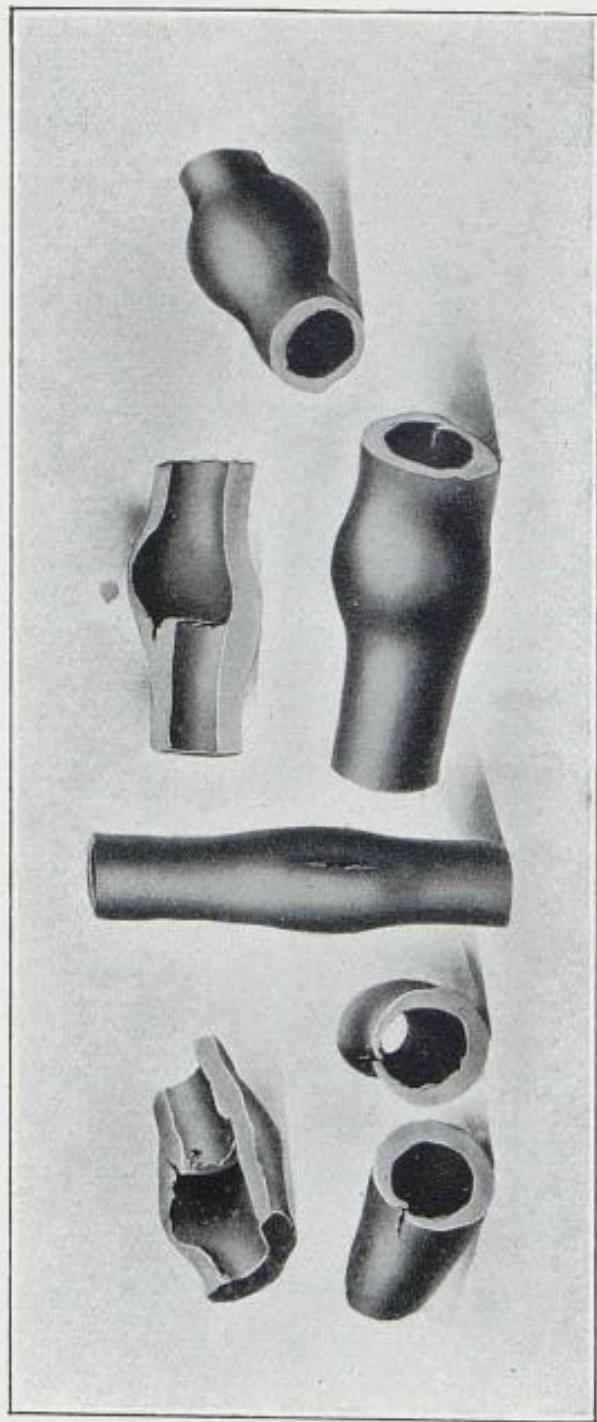
Lorsqu'un tuyau est en plomb, en poly-métal, en cuivre, ou tout autre métal susceptible de dilatation, — sous l'influence du « **Coup de Bélier** », il ne se rompt pas immédiatement, mais le travail de désagrégation moléculaire qu'il subit s'accusera extérieurement par des gonflements, véritables hernies qui, en augmentant à chaque effort, atteindront jusqu'au double du diamètre primitif, pour arriver enfin à rupture lorsque la dilatation de la paroi aura été totale.

Si le tuyau est en fonte, ou en fer, les joints subiront une telle pression sous la violence du « **Coup de Bélier** », qu'ils ne résisteront pas longtemps à ses chocs répétés, à moins que ce ne soit la conduite elle-même qui éclate, phénomène dont nous avons journallement la confirmation par les nombreuses ruptures qui se produisent sur toutes les canalisations d'eau forcée, dont les conséquences multiples et si onéreuses causent parfois des dommages d'une importance considérable.



Effets du "Coup de Bélier" sur les Conduites

ANÉVRISMES ET RUPTURES



D'OU PROVIENT LE "COUP DE BÉLIER"



LOI DE BORDA ET CARNOT

La loi de **Borda et Carnot** nous en donne l'explication :

« L'énergie d'un courant liquide à travers des tuyaux est égale à la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cynétique de ce courant plus ou moins en accroissement, ou à une perte d'énergie qui serait due à des causes extérieures ».



L'énergie potentielle est due uniquement à la pression.

L'énergie cynétique est celle qui résulte de la force vive produite par la vitesse acquise.

La vitesse d'écoulement dans les tuyaux est elle-même déterminée par la pression supportée par la masse liquide.

Dans une conduite quelconque, la masse liquide étant au repos, le tuyau ne subira donc que l'effort de l'énergie potentielle, cet effort se traduit par la formule suivante :

P H

P étant le poids de l'eau,
H la hauteur de chute ou pression.

Mais, dès que l'écoulement s'opère, l'eau prend immédiatement une vitesse, qui partant de zéro, atteindra progressivement celle due à la hauteur de chute ou pression et dont l'effort est déterminé par la formule suivante :

$$\frac{V}{2g} = \alpha$$

α étant une quantité variable due aux pertes de charge, lesquelles variant elles-mêmes selon les conditions de la conduite et que nous n'étudierons pas ici.

L'eau contenue dans la conduite peut donc produire par kilogr., un travail de :

$$T = H + \frac{V^2}{2g}$$

dont l'effort se trouve supporté par la conduite.

Le « **Coup de Bélier** » et ses conséquences s'expliquent dès lors. En effet :

En ouvrant un robinet, l'énergie potentielle détermine aussitôt l'écoulement plus ou moins rapide, et cette énergie se perd.

Mais à mesure que l'écoulement se produit, l'eau prend à l'intérieur du tuyau une vitesse d'où résulte l'énergie cinétique qui se perd également comme la première.

Si nous fermons le robinet, cette énergie s'exercera instantanément sur l'obstacle qui lui est opposé, c'est-à-dire contre les parois de la conduite et sur l'organisme du robinet lui-même, — son action sera en raison directe de sa valeur et produira un refoulement de l'eau dans la conduite, conséquence de l'incompressibilité de la masse liquide.

EFFORTS DÉVELOPPÉS
PAR LE "COUP DE BÉLIER"



ÉVALUATIONS

Le travail total par kilogr., de l'eau contenue dans une conduite, étant :

$$T = H + \frac{V^2}{2g}$$

Afin d'évaluer les efforts développés par le « **Coup de Bélier** », prenons comme termes de comparaison des conduites d'un diamètre de 0.010 m/m — 0.016 m/m — 0.020 m/m — et 0.035 avec une pression de 35 mètres (moyenne de la pression à Paris).

Nous avons comme valeur théorique :

$$V = \sqrt{2gh}$$

c'est-à-dire la vitesse acquise par la masse liquide en mouvement.

Et la valeur pratique de V, réduite par suite des pertes de charge, est $V = 0.82 \sqrt{2gh}$, ce qui, dans le cas présent, donne pour V 21 mètres, d'où :

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{21^2}{19.6} = 22 \text{ kilog. 500.}$$

Nous avons alors le tableau ci-après, pour chacun des diamètres de 0.010 — 0.016 — 0.020 et 0.035 qui nous donne par centimètre carré de surface l'effort que devront supporter les conduites sous l'action du « **Coup de Bélier** ».

Tableau des Evaluations de Force du "Coup de Bélier",
POUR UNE PRESSION INITIALE DE 35 MÈTRES

| DIAMÈTRE intérieur du tuyau | SURFACE du Débit en centimètres carrés | DÉBIT EN LITRES à la seconde | EN PRESSION du Débit | PRESSION TOTALE exercée par cent. carré ou unité de surface | PAR LITRE |
|-----------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|---|----------------------|
| 0.010 m/m | 0.075 m/m ² | 1 litre 575 | 90 ^k 560 | $\frac{90.560}{0.075} = 120^k800$ | |
| 0.016 m/m | 2 c/m ² .02 m/m ² | 4 litres 24 | 243 ^k 800 | $\frac{243.800}{2.02} = 120^k800$ | |
| 0.020 m/m | 3 c/m ² .14 m/m ² | 6 litres 60 | 379 ^k 500 | $\frac{379.500}{3,14} = 120^k800$ | |
| 0.035 m/m | 9 c/m ² .6 m/m ² | 20 litres 16 | 1159 ^k 200 | $\frac{1159.200}{9,6} = 120^k800$ | $H + \frac{V^2}{2g}$ |

L'effort du « Coup de Bélier » est donc, par centimètre carré de surface, de 120^k800 pour une pression initiale de 35 mètres, en marche normale, et c'est cet effort qui viendra frapper le robinet et la conduite au moment de l'arrêt instantané de la vitesse acquise. Il est donc indispensable de protéger ces organismes par un dispositif mécanique approprié, capable de supporter cet effort considérable. A elle seule, cette puissance suffirait à expliquer l'inefficacité des récipients d'air ou pneumatiques dits « Anti-Bélier ».

RÉCIPIENTS D'AIR OU PNEUMATIQUES
DITS " ANTI-BÉLIER "

»»

Jusqu'à ce jour, sans avoir pu obtenir un résultat satisfaisant, on a en vain essayé de nombreux systèmes pour arriver à atténuer les effets brisants du « **Coup de Bélier** ».

Avec les récipients d'air ou pneumatiques dits « **Anti Bélier** », on avait espéré qu'en raison de son élasticité, l'air en se comprimant sous la pression exercée pourrait sinon supprimer complètement, du moins amortir les chocs puissants du « **Coup de Bélier** ».

Vaine espérance, l'expérience a depuis longtemps déjà démontré l'erreur et l'inefficacité de ces divers systèmes, dont les plus récents ne sont d'ailleurs que de même principe, les uns et les autres n'ayant aucune donnée scientifique, ne reposent sur aucune loi de l'hydraulique et par cela sont voués à l'impuissance; au surplus, tous sont impraticables pour deux causes bien distinctes :

CAUSES DE LEUR INEFFICACITÉ

La première est due à la solubilité de l'air dans l'eau.

La seconde, en raison même du volume que le récipient devrait avoir pour emmagasiner la quantité d'air indispensable à une action utile.

La première est évidente, en effet :

Constamment en contact avec une colonne d'eau qui le frappe violemment, l'air se dissout ; de plus, le liquide pénétrant à l'intérieur de la couche fluide, une quantité d'air s'y mélange et se trouve entraînée à chaque puisage ;

Dans la seconde cause, non moins évidente, le volume d'air n'étant pas en rapport de puissance avec le coefficient de force résultant du « **Coup de Bélier** », le récipient devient alors un accumulateur de force vive, ce qui est absolument l'opposé du but recherché, attendu que pour être réellement un « **Anti-Bélier** », l'appareil doit être un déperditeur progressif de surpression.



CONCLUSIONS :

De ce qui précède, il résulte donc qu'un appareil quelconque dit « **Anti-Bélier** » ne peut être efficace :

1^o Si on ne tient pas compte des lois de l'hydraulique ;

2^o Si cet appareil est un récipient d'air, ou dont la fonction est pneumatique et cela en vertu même de la loi de Mariotte (compression de l'air).





POUR ÊTRE RÉELLEMENT
ET INCONTESTABLEMENT EFFICACE

CE QUE DOIT ÊTRE UN "ANTI-BÉLIER"



Pour justifier son nom d' « **Anti-Bélier** », cet appareil doit remplir les conditions suivantes :

1^o *Etre conçu et construit* en conformité avec les lois de l'hydraulique ;

2^o *Sa fonction* doit être mécanique et non pneumatique ;

3^o *Son mécanisme* doit agir aussi bien sous la plus faible impulsion de la pression initiale, que sous la plus forte, et supporter, sans aucune déperdition du liquide à l'extérieur, les chocs les plus violents du « **Coup de Bélier** » ;

4^o *Ce mécanisme* doit être apparent, afin de pouvoir constamment être à même d'en vérifier la fonction ;

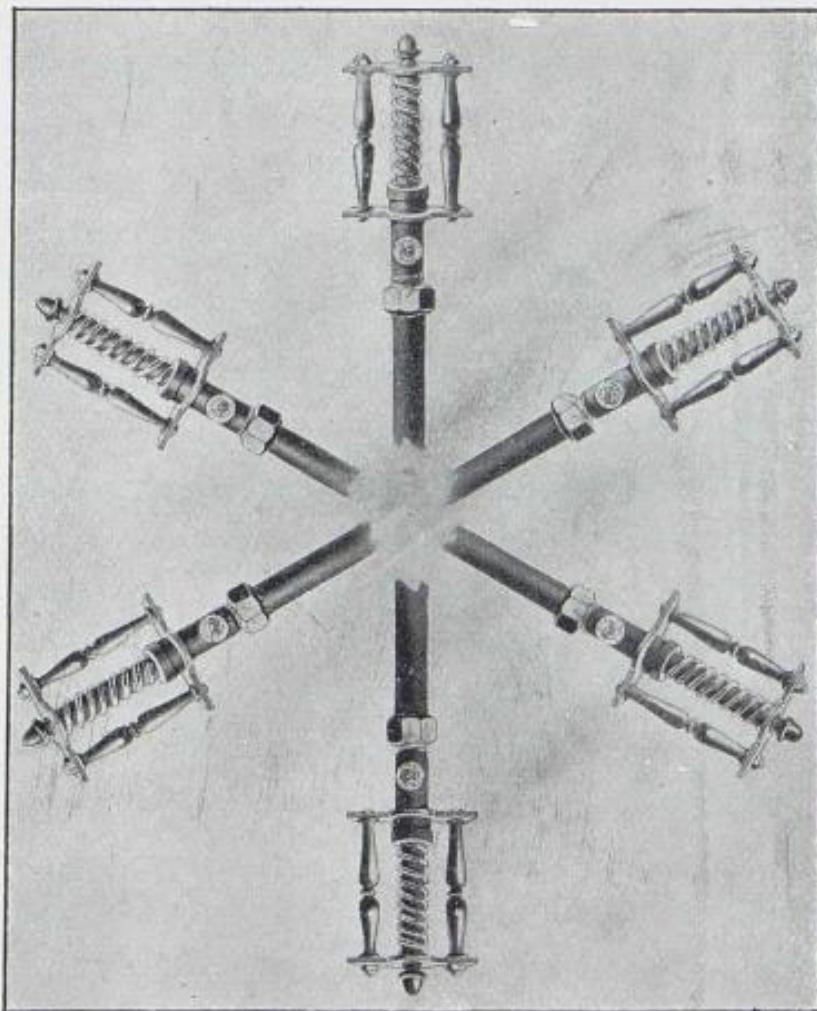
5^o *L'appareil* doit pouvoir se régler à volonté selon les pressions qu'il est appelé à subir ;

6^o *Enfin son action* doit s'exercer progressivement en raison directe de l'effort du « **Coup de Bélier** ».

*Seul l'Appareil scientifique de A. CRUCHON,
breveté s. g. d. g., est un véritable "Anti-Bélier" parce
que seul il remplit toutes ces conditions.* ☺☺☺☺☺☺



NOS APPAREILS « ANTI-BÉLIER » PEUVENT
ÊTRE POSÉS EN TOUS SENS



EXEMPLE :

ÉTOILE A 6 BRANCHES

Avec "Anti-Bélier" à l'extrémité de chacune d'elles



Dans n'importe quelle position, ils ont même fonctionnement et donnent les mêmes résultats.

FONCTIONNEMENT
DE "L'ANTI-BÉLIER" A. CRUCHON
A MÉCANISME APPARENT



Lorsqu'un robinet de conduite ou d'appareil vient d'être fermé, l'eau agit immédiatement sur le piston de l'**Anti-Bélier** et le met en mouvement, l'embase est alors soulevée et comprime le ressort amortisseur sans le bloquer, chose indispensable.

Cet amortissement progressif du travail produit par la masse liquide, par le travail du ressort, empêche l'arrêt instantané de la vitesse acquise, annihile d'une façon totale le « **Coup de Bélier** » et, par suite, supprime tout risque de détérioration des conduites, de la robinetterie et des appareils distributeurs.

Aussitôt le « **Coup de Bélier** » annihilé, le ressort se détend, la tige de piston reprend sa position primitive et est prête à un nouveau fonctionnement.

Ainsi donc l'action de l'appareil « **Anti-Bélier** » est triple :

1^o La tige de piston reçoit le choc du « **Coup de Bélier** » et, en se déplaçant, forme tampon élastique ;

2^o Son déplacement fait subir à la masse liquide, entraînée par la vitesse, un arrêt progressif au lieu d'un arrêt instantané ;

3^o L'action de frottement du piston à l'intérieur du cylindre et l'action simultanée du ressort opposent un travail qui doit vaincre le travail de la force cyné-

tique produit par la masse liquide en mouvement, il y a donc absorption totale de ce dernier.

Notre appareil « **Anti-Bélier** » remplit donc bien le but proposé puisque :

1^o A un choc, il oppose une partie mobile qui, en se déplaçant, crée un espace vide nouveau ;

2^o A une masse liquide en mouvement, il offre un moyen d'annihiler *progressivement* la vitesse acquise ;

3^o A un travail effectif, il oppose un travail à vaincre qui annule totalement les effets du premier ;

4^o Le travail cynétique étant annihilé, la force du ressort réagissant sur l'eau la refoule dans la conduite et, automatiquement, l'appareil revient à sa position première.



“L'ANTI-BÉLIER” A. CRUCHON

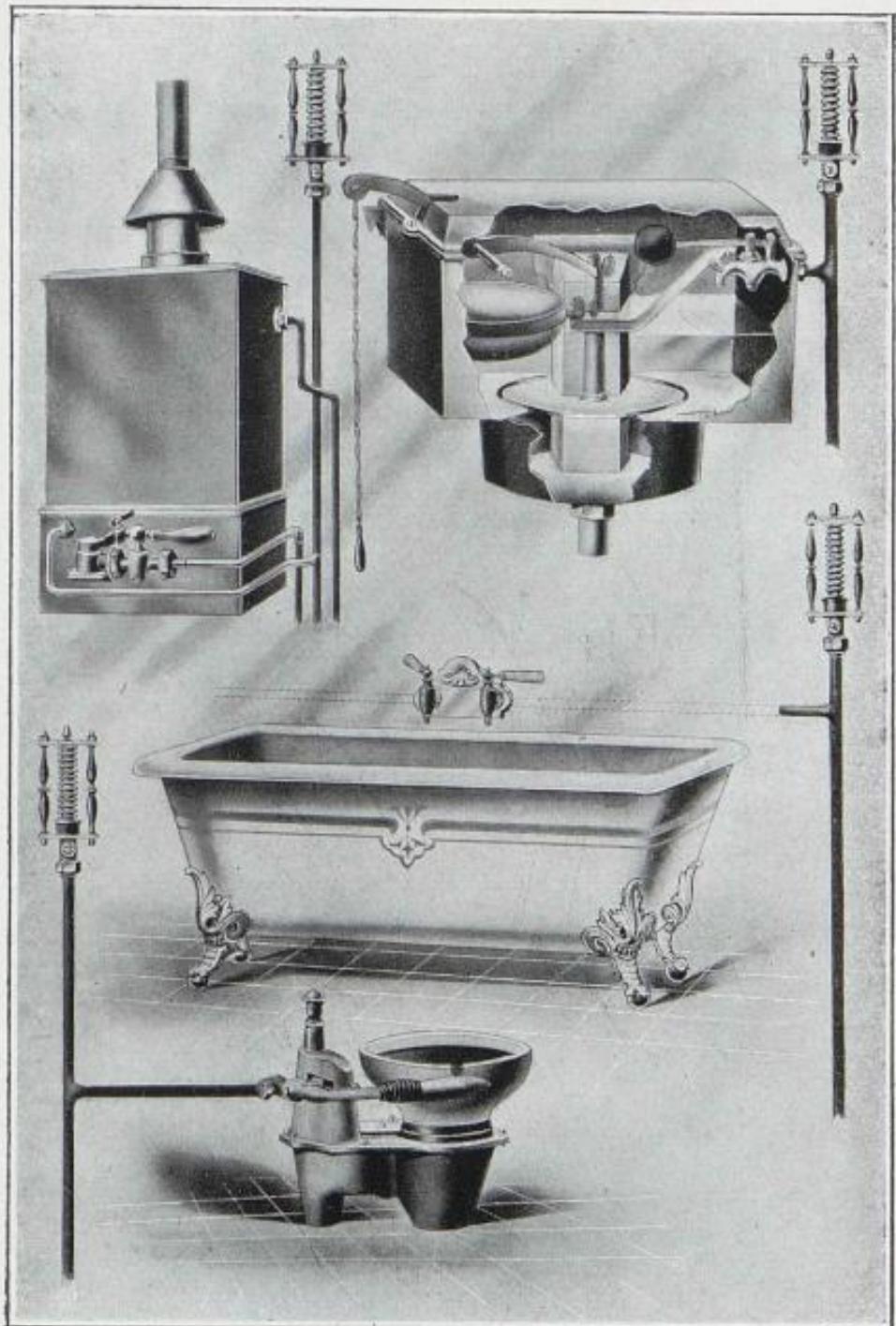
se construit dans les diamètres de :

| | |
|--|--------------|
| 0.015 m/m pour conduites de 0.010, | 0.013, 0.016 |
| 0.020 m/m pour conduites de 0.018, | 0.020, 0.025 |
| 0.030 m/m pour conduites de 0.027, | 0.030, 0.035 |
| 0.040 m/m pour conduites de 0.040, | 0.045. |
| 0.050 m/m pour conduites de 0.050, | 0.055, 0.060 |
| 0.070 m/m pour conduites de 0.065 à 0.090. | |
| 0.100 m/m pour conduites de 0.090 à 0.150. | |

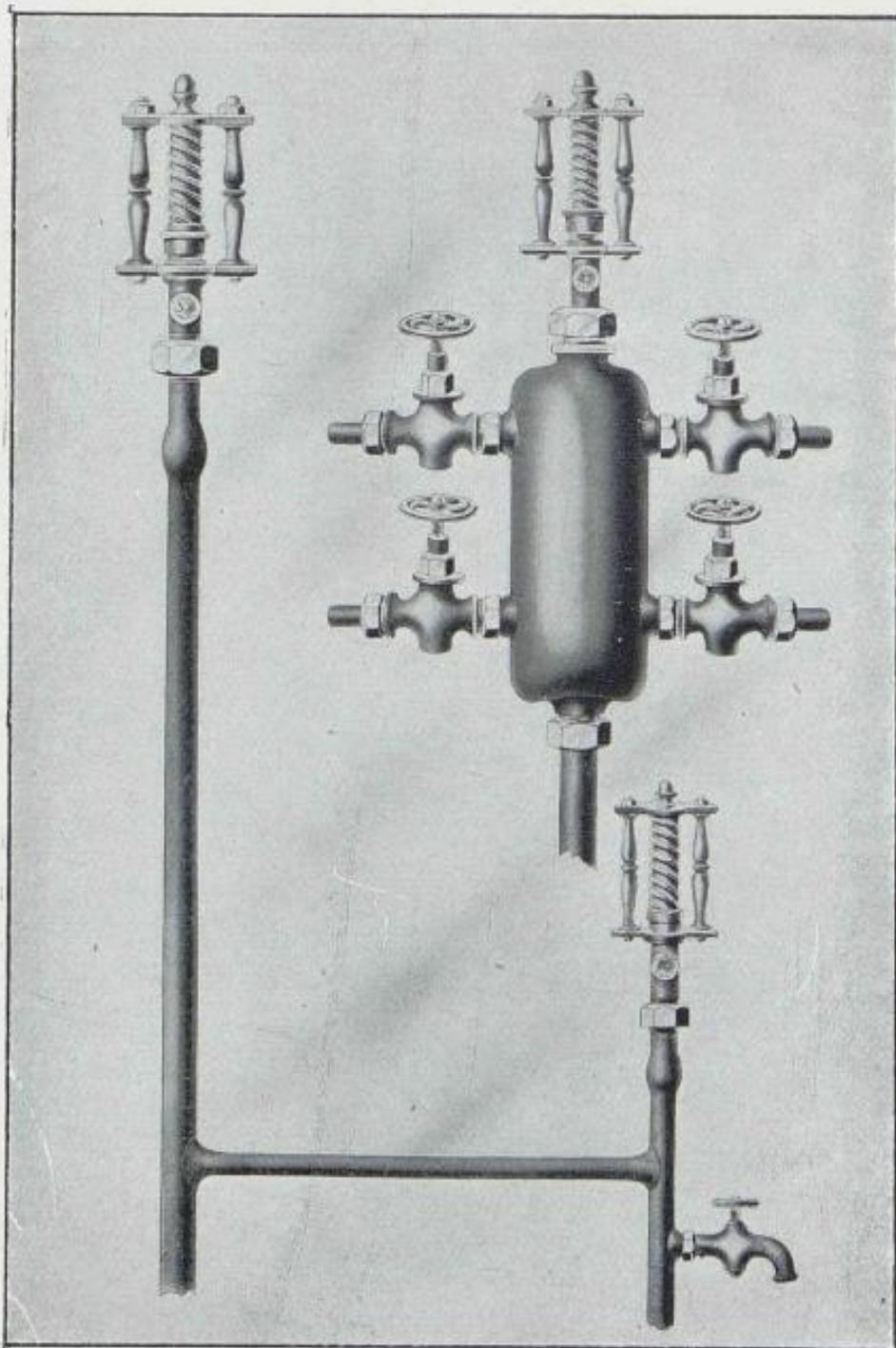
Appareils à Double et Triple Effets

Spécialement construits pour Grosses Canalisations

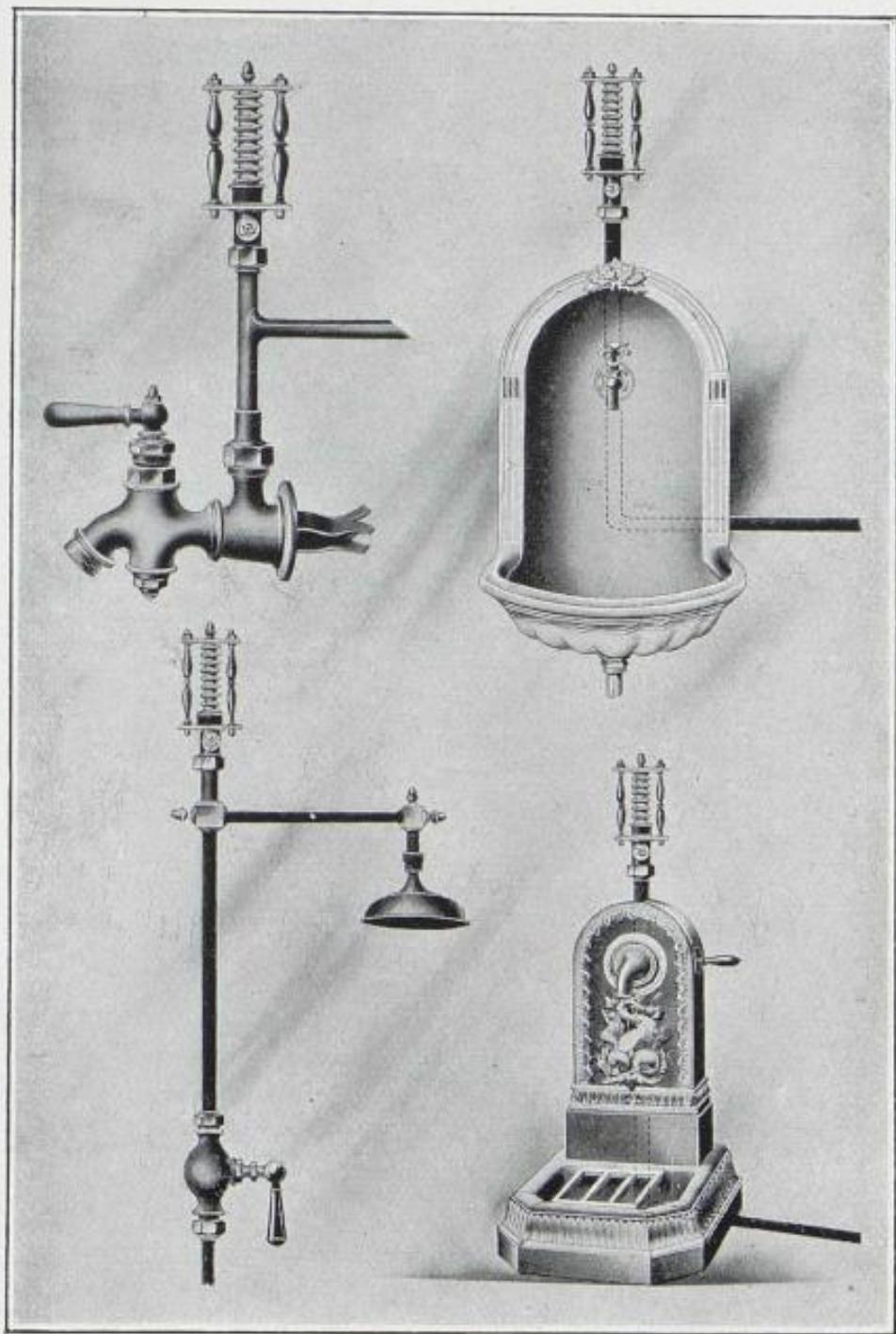
QUELQUES APPLICATIONS
DE "L'ANTI-BÉLIER" A. CRUCHON



QUELQUES APPLICATIONS
DE « L'ANTI-BÉLIER » A. CRUCHON



QUELQUES APPLICATIONS
DE "L'ANTI-BÉLIER" A. CRUCHON



TARIF

A U 1^{er} M A I 1914

ANNULANT LES PRÉCÉDENTS



| | | |
|---|-------------|---|
| Appareil "Anti-Bélier" de 0.015 m/m | 26. | » |
| — de 0.020 m/m | 28. | » |
| — de 0.030 m/m | 52. | » |
| — de 0.040 m/m | 80. | » |
| — de 0.050 m/m | 127. | » |
| — de 0.070 m/m | » | » |
| — de 0.100 m/m | » | » |

TOUS DEVIS SUR DEMANDE



NOTA. - Indiquer dans les commandes, la pression de l'eau.

L'ANTI-BÉLIER A. CRUCHON

RENSEIGNEMENTS
CONCERNANT LA PLOMBERIE

PLOMBERIE D'EAU

| DIAMÈTRES | POSE DES TUYAUX | | EAU FORCÉE Nœuds de soudure | CROCHETS en Fer forgé | COLLIERS SCELLÉS en pierre tendre | ANTI-BÉLIER A. CRUCHON | POSE de l'Anti- Bélier |
|-----------|---|----------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | En élévation sans fourn de crochets | En Tranchée | | | | | |
| 10 | 0.61 | 0.38 | 1.65 | 0.10 | 0.46 | ..... | ..... |
| 13 | 0.69 | 0.45 | 2.10 | 0.10 | 0.46 | ..... | ..... |
| 16 | 0.69 | 0.45 | 2.10 | 0.10 | 0.46 | 26.50 | 0.76 |
| 20 | 0.80 | 0.57 | 2.65 | 0.10 | 0.48 | 28.50 | 0.76 |
| 27 | 0.92 | 0.65 | 3.25 | 0.15 | 0.49 | ..... | ..... |
| 30 | 1.10 | 0.76 | 3.95 | 0.15 | 0.50 | 53. * | 1. * |
| 35 | 1.18 | 0.84 | 4.55 | 0.16 | 0.52 | ..... | ..... |
| 40 | 1.30 | 0.95 | 5.40 | 0.19 | 0.59 | 81. * | 1. * |
| 45 | 1.45 | 1.03 | 6.10 | 0.21 | 0.66 | ..... | ..... |
| 50 | 1.64 | 1.14 | 6.95 | 0.22 | 0.80 | 128. * | 1.25 |
| 55 | 1.83 | 1.26 | 7.80 | ..... | 0.82 | ..... | ..... |
| 60 | 2.02 | 1.41 | 8.60 | ..... | 0.83 | ..... | ..... |

Soudures Empatt. 1/10 en plus des Nœuds ordinaires.

— sur cuivre 1/10 — —

Empatt sur cuivre 2/10 — —



PLOMBERIE DE GAZ

| DIAMÈTRES | POSE DE TUYAUX | | Nœuds de soudure ordin. | CROCHETS | COLLIERS scellés en pierre tendre | ROBINETTS de barrage | POSE de robinets de barrage |
|-----------|-------------------------------|----------------|----------------------------------|----------|---|-------------------------|---|
| | En élévation sans crochets | En Tranchée | | | | | |
| 10 | 0.61 | 0.38 | 1.15 | 0.09 | ..... | 2.35 | 0.57 |
| 13 | 0.69 | 0.46 | 1.41 | 0.09 | ..... | 3. .. | 0.76 |
| 16 | 0.69 | 0.46 | 1.54 | 0.10 | ..... | 3. .. | 0.76 |
| 20 | 0.80 | 0.57 | 2.12 | 0.10 | ..... | 4.20 | 0.76 |
| 27 | 0.92 | 0.65 | 2.50 | 0.15 | 0.47 | 5.85 | 0.76 |
| 30 | 1.10 | 0.76 | 2.88 | 0.16 | 0.47 | 9.20 | 0.76 |
| 35 | 1.18 | 0.84 | 3.46 | 0.16 | 0.49 | 10.45 | 0.95 |
| 40 | 1.30 | 0.95 | 3.85 | 0.16 | 0.50 | 13.85 | 0.95 |
| 45 | 1.45 | 1.03 | 4.77 | ..... | 0.51 | 16.75 | 0.95 |
| 50 | 1.64 | 1.14 | 5.18 | ..... | 0.53 | 20.25 | 0.95 |
| 55 | 1.83 | 1.26 | 5.60 | ..... | 0.61 | ..... | ..... |
| 60 | 2.02 | 1.41 | 6.02 | ..... | 0.69 | ..... | ..... |

| | |
|---|-------|
| Robinet porte-caoutchouc, fourni et posé à raccord..... | 1.85 |
| Patère ronde, fournie et posée, travaux ordinaires | 0.80 |
| Patère carrée, fournie, posée et scellée, travaux ordinaires | 1. .. |
| Plaque de raccord ordinaire pas de Paris, fournie et posée. | 0.45 |
| Chape pas de Paris, ordinaire , fournie et posée | 3.85 |

TUYAUX EN PLOMB

POIDS D'UN MÈTRE COURANT A L'ÉPAISSEUR DE :

| Diam. intérieurs m/m | 1 $\frac{1}{2}$ | 2 | 2 $\frac{1}{4}$ | 3 | 3 $\frac{1}{2}$ | 4 | 4 $\frac{1}{2}$ | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| m/m | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. | kg. |
| 4 | 0.30 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| 6 | 0.35 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| 8 | 0.50 | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » | » |
| 10 | 0.65 | 0.85 | 1. » | 1.40 | 1.65 | 2. » | 2.30 | 2.65 | 3.40 | 4.25 | » | » | » |
| 12 | 0.75 | 0.90 | 1.30 | 1.60 | 2. » | 2.20 | 2.60 | 3. » | 3.85 | 4.75 | » | » | » |
| 13 | 0.85 | 1. » | 1.40 | 1.80 | 2.05 | 2.50 | 2.80 | 3.20 | 4. » | 5. » | » | » | » |
| 16 | 1.10 | 1.30 | 1.65 | 2. » | 2.40 | 3. » | 3.25 | 3.70 | 4.70 | 5.70 | » | » | » |
| 18 | 1.30 | 1.50 | 1.80 | 2.20 | 2.60 | 3.10 | 3.55 | 4. » | 5.10 | 6.20 | » | » | » |
| 20 | » | 1.70 | 2. » | 2.45 | 2.95 | 3.40 | 3.95 | 4.45 | 5.50 | 6.75 | 8. » | 9.30 | 10.70 |
| 25 | » | » | 2.40 | 3. » | 3.55 | 4.15 | 4.75 | 5.35 | 6.65 | 8. » | 9.40 | 10.90 | 12.50 |
| 27 | » | » | 2.75 | 3.15 | 3.80 | 4.40 | 5.05 | 5.65 | 7. » | 8.40 | 10. » | 11.55 | 13.20 |
| 30 | » | » | 3.20 | 3.50 | 4.20 | 4.90 | 5.55 | 6.25 | 7.70 | 9.25 | 10.85 | 12.50 | 14.25 |
| 35 | » | » | » | 4. » | 4.80 | 5.55 | 6.35 | 7.15 | 8.75 | 10.50 | 12.25 | 14.10 | 16.05 |
| 40 | » | » | » | » | 5.40 | 6.25 | 7.15 | 8. » | 9.85 | 11.75 | 13.70 | 15.70 | 17.80 |
| 45 | » | » | » | » | » | 7. » | 7.95 | 8.90 | 10.95 | 13. » | 15.10 | 17.30 | 19.60 |
| 50 | » | » | » | » | » | » | 8.75 | 9.80 | 12. » | 14.10 | 16.55 | 18.95 | 21.40 |

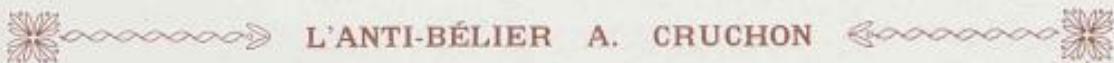
PAR TUYAUX DE QUATRE MÈTRES

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|-------|---|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 55 | » | » | » | » | » | » | 9.80 | 10.70 | 13.05 | 15.35 | 17.95 | 20.55 | 23.15 |
| 60 | » | » | » | » | » | » | » | 11.60 | 14.10 | 16.70 | 19.40 | 22.45 | 24.95 |
| 65 | » | » | » | » | » | » | » | 12.40 | 15.10 | 18. » | 20.80 | 23.75 | 26.75 |
| 70 | » | » | » | » | » | » | » | 13.35 | 16.25 | 19.20 | 22.25 | 25.35 | 28.50 |
| 80 | » | » | » | » | » | » | » | 15.15 | 18.40 | 21.70 | 25.10 | 28.55 | 32.10 |
| 95 | » | » | » | » | » | » | » | 17.80 | 21.60 | 25.45 | 29.40 | 33.35 | 37.45 |
| 110 | » | » | » | 12.50 | » | » | » | 20.50 | 24.80 | 29.20 | 33.65 | 38.20 | 42.80 |

PLOMB EN TABLES

POIDS AU MÈTRE Carré

| 1/2 | 1 | 1 $\frac{1}{2}$ | 2 | 2 $\frac{1}{2}$ | 3 | 4 | 5 | 6 m/m |
|---------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| 5 k. 70 | 11 k. 35 | 17 k. | 22 k. 70 | 28 k. 40 | 34 k. 05 | 45 k. 40 | 56 k. 75 | 68 k. 10 |



POIDS APPROXIMATIF
DES FEUILLES DE ZINC (CALIBRE FRANÇAIS)

| NUMÉROS | ÉPAISSEUR m/m | POIDS du mètre carré kil. | DIMENSIONS ET POIDS DES FEUILLES | | | | |
|---------|------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | | | 2 ^m × 0 ^m 50 | 2 ^m × 0 ^m 65 | 2 ^m × 0 ^m 80 | 2 ^m × 1 ^m | 3 ^m × 1 ^m |
| 1 | 0,05 | 0,35 | » | » | » | » | » |
| 2 | 0,10 | 0,70 | » | » | » | » | » |
| 3 | 0,15 | 1,05 | » | » | » | » | » |
| 4 | 0,20 | 1,40 | » | » | 2,25 | » | » |
| 5 | 0,25 | 1,75 | » | » | 2,80 | » | » |
| 6 | 0,30 | 2,10 | » | » | 3,35 | » | » |
| 7 | 0,35 | 2,45 | » | » | 3,90 | » | » |
| 8 | 0,40 | 2,80 | » | 3,60 | 4,45 | » | » |
| 9 | 0,45 | 3,15 | 3,15 | 4,10 | 5, » | 6,30 | » |
| 10 | 0,50 | 3,50 | 3,50 | 4,55 | 5,60 | 7, » | » |
| 11 | 0,58 | 4,06 | 4,06 | 5,28 | 6,50 | 8,10 | » |
| 12 | 0,66 | 4,62 | 4,62 | 6, » | 7,40 | 9,25 | 13,85 |
| 13 | 0,74 | 5,20 | 5,20 | 6,75 | 8,30 | 10,35 | » |
| 14 | 0,82 | 5,75 | 5,75 | 7,46 | 9,20 | 11,50 | 17,20 |
| 15 | 0,95 | 6,65 | 6,65 | 8,60 | 10,65 | 13,30 | 19,95 |
| 16 | 1,08 | 7,56 | 7,56 | 9,80 | 12,10 | 15,10 | 22,70 |
| 17 | 1,21 | 8,47 | 8,47 | 11, » | 13,55 | 16,95 | 25,40 |
| 18 | 1,34 | 9,38 | 9,38 | 12,20 | 15, » | 18,75 | 28,15 |
| 19 | 1,47 | 10,29 | 10,29 | 13,35 | 16,46 | 20,60 | 30,85 |
| 20 | 1,60 | 11,20 | 11,20 | 14,55 | 17,90 | 22,40 | 33,60 |
| 21 | 1,78 | 12,46 | » | » | 19,90 | » | » |
| 22 | 1,96 | 13,72 | » | » | 21,90 | » | » |
| 23 | 2,14 | 14,98 | » | » | 23,90 | » | » |
| 24 | 2,32 | 16,24 | » | » | 26, » | » | » |
| 25 | 2,50 | 17,50 | » | » | 28, » | » | » |
| 26 | 2,68 | 18,76 | » | » | 30, » | » | » |

TUYAUX DE DESCENTE

TABLEAU DES POIDS

| DIAMÈTRES en millimètres | CULOTTES | | A. LONGUEUR des culottes et embranchements | EMBRANCHEMENTS | | TÉS | |
|-----------------------------|----------|---------|--|----------------|---------|-------|-------|
| | Simples | Doubles | | Simples | Doubles | Long* | Poids |
| 41 | 3 » | 4. » | 0.20 | » | » | 3. » | kil. |
| 54 | 4. » | 6. » | 0.20 | 4. » | 6. » | 3.50 | |
| 67 | 4.60 | 7. » | 0.25 | 5. » | 7. » | 4.50 | |
| 81 | 6. » | 9. » | 0.25 | 5.50 | 9.50 | 5. » | |
| 94 | 7.50 | 10.50 | 0.25 | 6.50 | 10.50 | 6. » | |
| 108 | 9.50 | 14. » | 0.30 | 8. » | 13. » | 8. » | |
| 135 | 13. » | 15.60 | 0.35 | 11.50 | 16.50 | 10.50 | |
| 162 | 15.50 | 21. » | 0.38 | 14.50 | 21. » | 12.50 | |
| 189 | 18.50 | 26. » | 0.40 | 18. » | 25. » | 15. » | |
| 216 | 25. » | 36. » | 0.46 | 24. » | 31.50 | 18. » | |
| 243 | 31. » | » | 0.52 | 32. » | 38. » | 22. » | |
| 300 | 45. » | » | 0.55 | » | » | 32. » | |

Les longueurs sont les mêmes
que celles des culottes



TUYAUX DE DESCENTE

TABLEAU DES POIDS

| DIAMÈTRES en millimèt. | TUYAUX DROITS | | | | | COUDES | | DAUPHINS | |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.16 | 0.125 | au 1/4 | au 1/8 | 1.00 | 0.50 |
| 41 | kil. 6. » | kil. 3. » | kil. 2. » | kil. » | kil. 1.30 | kil. 1.60 | kil. 1.50 | kil. 7. » | kil. 4. » |
| 54 | 7.50 | 4. » | 2.50 | » | 1.50 | 2.20 | 2. » | 9. » | 5. » |
| 67 | 9.30 | 5.40 | 3.10 | 2.20 | 1.90 | 2.70 | 2.50 | 10.70 | 5.80 |
| 81 | 11. » | 6.60 | 3.60 | 2.50 | 2.30 | 3.80 | 3. » | 13.50 | 7.60 |
| 94 | 12.20 | 7.30 | 4. » | 3. » | 2.60 | 4.50 | 3.60 | 15.50 | 8.50 |
| 108 | 14.30 | 8.40 | 4.50 | 3.50 | 3.10 | 5. » | 4.10 | 17.50 | 9.50 |
| 135 | 17.30 | 10.20 | 5.60 | 4. » | 3.50 | 6.50 | 5.20 | 23. » | 12. » |
| 162 | 21.50 | 12. » | 7. » | 5. » | 4.30 | 8.60 | 6.60 | » | 15. » |
| 189 | 24.20 | 14. » | 8. » | 6. » | 5.40 | 11. » | 9. » | » | » |
| 216 | 29.20 | 17.50 | 10. » | 7. » | 6. » | 15. » | 11. » | » | » |
| 243 | 36. » | 18.50 | 10.50 | » | 6.80 | 17. » | 15. » | » | » |
| 300 | 45. » | 24. » | 14. » | » | 7.50 | » | 24. » | » | » |





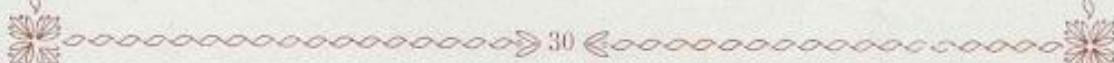
TUYAUX DE DESCENTE EN ZINC

| Diamètres | 0 ^m 05 | 0 ^m 06 | 0 ^m 07 | 0 ^m 08 | 0 ^m 09 | 0 ^m 10 | 0 ^m 11 |
|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| N° 10 | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. |
| » 11 | 1.169 | 1.386 | 1.610 | 1.830 | 2.047 | 2.268 | 2.483 |
| POIDS MOYEN | | | | | | | |
| par bouts de | » 12 | 1.356 | 1.608 | 1.868 | 2.123 | 2.375 | 2.631 |
| 2 mètres | » 13 | 1.543 | 1.829 | 2.125 | 2.416 | 3.703 | 3.285 |
| de longueur. | » 14 | 1.730 | 2.051 | 2.383 | 2.709 | 3.030 | 3.357 |
| | | 2.273 | 2.640 | 3.002 | 3.358 | 3.719 | 4.081 |



CUIVRE ROUGE EN PLANCHES

| DIMENSIONS | ÉPAISSEURS | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|--------|--------|
| | 1/2 m/m | 1 m/m | 2 m/m | 3 m/m | 4 m/m |
| 4 ^m 40×1 ^m 45 | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. |
| 4 ^m 40×1 ^m 45 | 7,20 | 14,40 | 28,80 | 43,20 | 57,60 |
| 2 »×1 30 | — | 24, » | 48, » | 72, » | 96, » |
| 2 30×1 30 | — | 28, » | 56, » | 84, » | 112, » |
| 3 30×1 20 | — | 36, » | 72, » | 108, » | 144, » |
| 4 »×1 20 | — | 44, » | 80, » | 132, » | 176, » |



COUVRE-JOINTS EN ZINC DE TASSEAUX
D'ARÊTIERS ET DE FAITAGES

| Développement..... | 0 ^m 08 | 0 ^m 09 | 0 ^m 10 | 0 ^m 11 | 0 ^m 12 | 0 ^m 14 | 0 ^m 16 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | — | — | — | — | — | — | — |
| | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. |
| N° 10 | 0.560 | 0.630 | 0.700 | 0.770 | 0.840 | 0.980 | 1.120 |
| POIDS | | | | | | | |
| MOYEN | | | | | | | |
| par bouts de | » 11 | 0.650 | 0.731 | 0.812 | 0.893 | 0.974 | 1.137 |
| 2 mètres | » 12 | 0.730 | 0.812 | 0.924 | 1.016 | 1.109 | 1.294 |
| de longueur | » 13 | 0.829 | 0.932 | 1.036 | 1.140 | 1.243 | 1.450 |
| | » 14 | 0.918 | 1.033 | 1.148 | 1.263 | 1.378 | 1.607 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |



GOUTTIÈRES EN ZINC DEMI-RONDES

| Développement..... | 0 ^m 16 | 0 ^m 20 | 0 ^m 22 | 0 ^m 25 | 0 ^m 27 | 0 ^m 30 | 0 ^m 33 |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | — | — | — | — | — | — | — |
|  | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. |
| N° 10 | 1.120 | 1.400 | 1.540 | 1.750 | 1.890 | 2.100 | 2.310 |
| POIDS | | | | | | | |
| MOYEN | | | | | | | |
| par bouts de | » 11 | 1.299 | 1.624 | 1.786 | 2.030 | 2.192 | 2.436 |
| 2 mètres | » 12 | 1.478 | 1.848 | 2.033 | 2.310 | 2.495 | 2.772 |
| de longueur | » 13 | 1.658 | 2.072 | 2.279 | 2.590 | 2.797 | 3.108 |
| | » 14 | 1.837 | 2.296 | 2.256 | 2.870 | 3.100 | 3.444 |
| | | | | | | | |

TUBES EN FER SOUDÉS

PAR RAPPROCHEMENT POUR CONDUITES D'EAU ET DE GAZ

| DIAMÈTRES | | POIDS du mètre | DIAMÈTRES | | POIDS du mètre |
|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-------------------|
| intérieur | extérieur | | intérieur | extérieur | |
| mill. | mill. | kil. | mill. | mill. | kil. |
| 5 | 10 | 0,455 | 33 | 42 | 4,130 |
| 8 | 13 | 0,645 | 40 | 49 | 4,900 |
| 12 | 17 | 0,890 | 50 | 60 | 6,740 |
| 15 | 21 | 1,320 | 60 | 70 | 7,950 |
| 21 | 27 | 1,765 | 66 | 76 | 8,690 |
| 27 | 34 | 2,615 | 72 | 82 | 9,420 |
| | | | 80 | 90 | 10,400 |

POIDS DU MÈTRE COURANT

DES TUBES EN CUIVRE ROUGE

| DIAMÈTRES extérieurs en millimètres | ÉPAISSEURS EN MILLIMÈTRES | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 3/4 | 2 | 2 1/2 | 3 | 4 | 5 |
| mill. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. | kil. |
| 10 | 0,304 | 0,393 | 0,483 | 0,572 | 0,663 | 0,870 | 1,078 | 1,548 | 2,073 |
| 15 | 0,442 | 0,561 | 0,691 | 0,815 | 0,939 | 1,216 | 1,492 | 2,101 | 2,464 |
| 20 | 0,580 | 0,739 | 0,898 | 1,057 | 1,216 | 1,562 | 1,907 | 2,654 | 3,455 |
| 25 | 0,719 | 0,912 | 1,105 | 1,299 | 1,492 | 1,908 | 2,322 | 3,207 | 4,140 |
| 30 | 0,857 | 1,085 | 1,313 | 1,541 | 1,769 | 2,254 | 2,737 | 3,760 | 4,837 |
| 35 | 0,995 | 1,258 | 1,520 | 1,783 | 2,045 | 2,599 | 3,150 | 4,313 | 5,528 |
| 40 | 1,134 | 1,431 | 1,728 | 2,025 | 2,322 | 2,944 | 3,566 | 4,866 | 6,219 |
| 45 | 1,272 | 1,604 | 1,935 | 2,267 | 2,598 | 3,289 | 3,981 | 5,419 | 6,910 |
| 50 | 1,410 | 1,776 | 2,143 | 2,509 | 2,875 | 3,634 | 4,396 | 5,972 | 7,601 |
| 55 | 1,590 | 1,949 | 2,350 | 2,751 | 3,151 | 3,979 | 4,810 | 6,525 | 8,292 |
| 60 | 1,714 | 2,122 | 2,557 | 2,993 | 3,428 | 4,324 | 5,225 | 7,078 | 8,993 |
| 65 | 1,895 | 2,295 | 2,765 | 3,253 | 3,704 | 4,669 | 5,640 | 7,631 | 9,674 |
| 70 | 2,150 | 2,468 | 2,972 | 3,477 | 3,981 | 5,015 | 6,055 | 8,184 | 10,365 |
| 75 | 2,128 | 2,641 | 3,180 | 3,719 | 4,257 | 5,361 | 6,469 | 8,732 | 11,058 |
| 80 | 2,407 | 2,814 | 3,387 | 3,961 | 4,534 | 5,707 | 6,884 | 9,289 | 11,749 |
| 85 | 2,548 | 2,987 | 3,595 | 4,203 | 4,810 | 6,053 | 7,299 | 9,842 | 12,440 |
| 90 | 2,995 | 3,160 | 3,802 | 4,445 | 5,087 | 6,399 | 7,714 | 10,595 | 13,131 |
| 95 | 3,085 | 3,333 | 4,010 | 4,887 | 5,363 | 6,745 | 8,128 | 10,948 | 13,822 |
| 100 | 3,148 | 3,406 | 4,217 | 5,229 | 5,640 | 7,091 | 8,543 | 11,501 | 14,513 |
| 105 | 3,321 | 3,771 | 4,424 | 5,640 | 5,916 | 7,437 | 8,958 | 12,054 | 15,204 |
| 110 | 3,520 | 4,052 | 4,995 | 5,772 | 6,193 | 7,783 | 9,373 | 12,607 | 15,896 |
| 115 | 4,015 | 4,418 | 5,320 | 6,049 | 6,469 | 8,129 | 9,787 | 13,160 | 16,587 |
| 120 | 4,442 | 4,957 | 5,832 | 6,350 | 6,746 | 8,478 | 10,201 | 13,713 | 17,278 |

TABLEAU DES DIMENSIONS, DU POIDS ET DU NOMBRE DES ARDOISES

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

| DÉNOMINATION DES ARDOISES | DIMENSIONS EN MILLIMÈTRES | | POIDS moyen du mille | PUREAU ou partie visible de chaque ardoise sur le toit | NOMBRE d'ardoises entrant dans un mètre carré de couverture | NOMBRE de mètres Carrés par mille d'ardoises |
|--|---------------------------|---------|----------------------|--|---|--|
| | Hauter | Largeur | | | | |
| ARDOISES ORDINAIRES | | | | | | |
| Première carrée, grand modèle | 324 | 222 | 520 | 110 | 42 | 23,80 |
| Première carrée, 1/2 forte | 297 | 216 | 410 | 100 | 47 | 21,27 |
| première carrée, forte | 297 | 216 | 540 | 100 | 47 | 21,27 |
| Deuxième carrée, forte | 297 | 195 | 410 | 100 | 52 | 19,23 |
| Grande moyenne, forte | 297 | 180 | 380 | 100 | 55 | 18,18 |
| Petite moyenne, forte | 297 | 162 | 330 | 100 | 62 | 16,12 |
| Moyenne | 270 | 180 | 355 | 90 | 61 | 16,40 |
| Flamande n° 1 | 270 | 162 | 320 | 90 | 69 | 14,49 |
| Flamande n° 2 | 270 | 150 | 300 | 90 | 74 | 13,50 |
| 3 ^e carrée, n° 1 | 243 | 180 | 310 | 80 | 72 | 13,88 |
| 3 ^e carrée, n° 2 | 243 | 150 | 265 | 80 | 82 | 12,20 |
| 4 ^e carrée ou cartelette n° 1 | 216 | 162 | 260 | 70 | 88 | 11,56 |
| — | n° 2 | 216 | 122 | 200 | 70 | 114 |
| Ardaises non échantillonnées. | n° 3 | 216 | 195 | 150 | 70 | 8,77 |
| | Poil taché | 297 | 168 | 400 | 90 | 14,30 |
| | Poil roux | 270 | 141 | 300 | 90 | 12,50 |
| | Héridelle | 380 | 108 | 480 | variable | » |

L'ANTI-BELLEIR A. CRUCHON

TUILES

(TUILERIE DE BOURGOGNE A MONTCHANIN)

La tuile n° 1 de Montchanin pèse de 3 k. 300 à 3 k. 500. Il entre 13 tuiles dans 1 mètre carré qui pèse de 43 à 45 kilogrammes. La pente moyenne convenable est de 0 m. 50 à 0 m. 60 par mètre.

Les lattes généralement employées sont en sapin de 27×27 m/m à 30×30 m/m, selon l'écartement des chevrons qui peut atteindre au maximum 0 m. 70. Il faut 3 mètres courants de lattes par mètre carré de toiture pour les tuiles n° 1.

| TUILES | DIMENSIONS | POIDS kil. | NOMBRE de tuiles au m ² | PRIX par mille |
|-----------------------|-------------------|---------------|--|-------------------|
| Tuile losangée, n° 1 | 0 m. 22 × 0 m. 35 | 3.400 | 13 | 150. » |
| Tuile marine, n° 11 | 0 m. 25 × 0 m. 40 | 5.500 | 10 | 350. » |
| Tuile villa, n° 7.... | 0 m. 15 × 0 m. 24 | 1.500 | 27 | 120. » |
| Tuile étrusque, n° 9 | 0 m. 14 × 0 m. 18 | 1.100 | 38 | 90. » |
| Tuile écaille, n° 34. | 0 m. 15 × 0 m. 27 | 1.000 | 55 à 60 | 60. » |

Briques pleines. — Dimensions : 55 × 220 × 110.

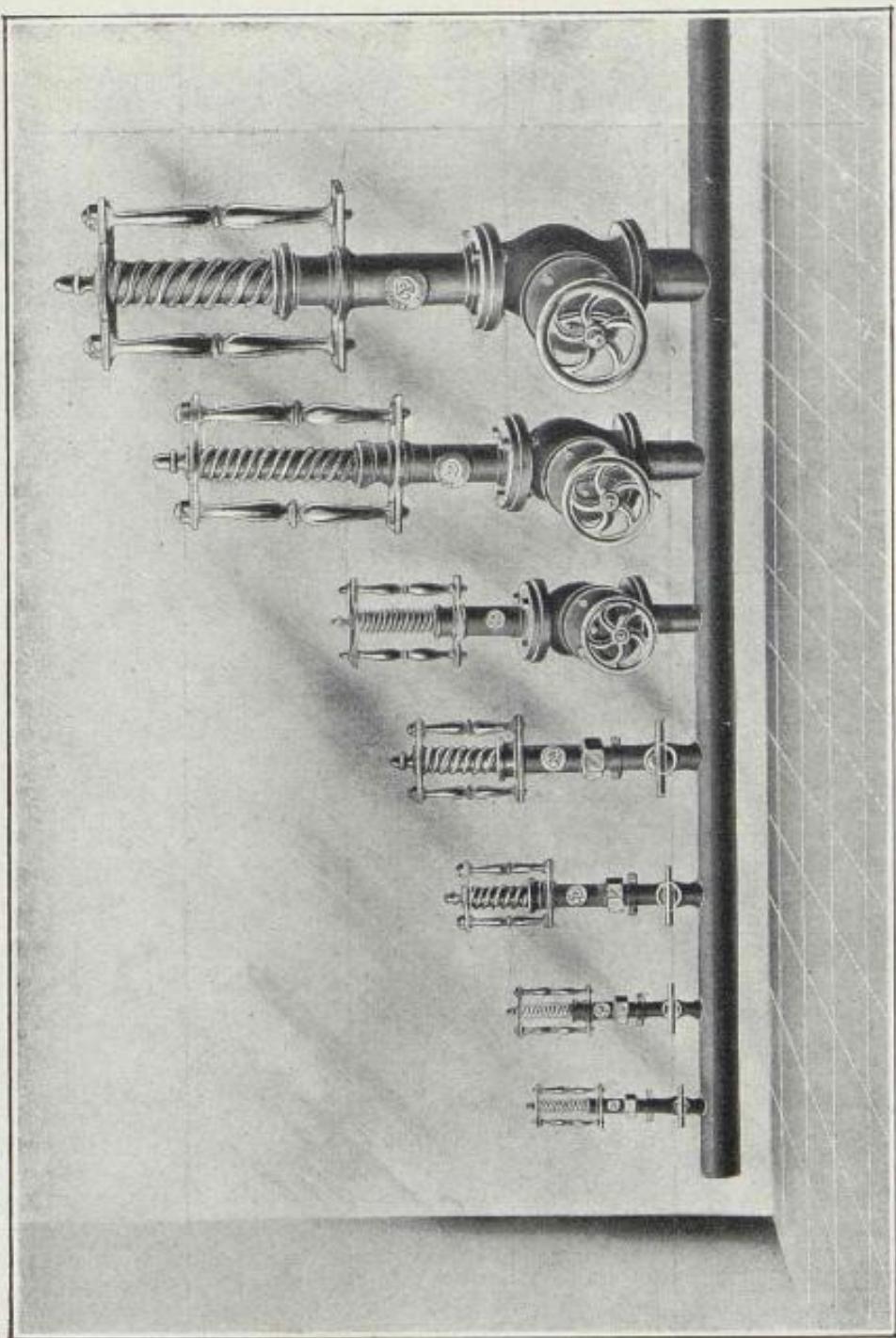
Poids : 2 k. 800.



L'ANTI-BÉLIER A. CRUCHON

COURS DES MÉTAUX

Appareils "Anti-Bélier" de 0.015 m/m à 0.100 m/m



15m/m, 20m/m, 30m/m, 40m/m, 50m/m, 70m/m, 100m/m



