

## TABLE DES MATIÈRES

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES . . . . .	5
II. FABRICATION DES TUYAUX « ETERNIT » . . . . .	7
III. CARACTÉRISTIQUES ET DIMENSIONS :	
1. Des tuyaux « ETERNIT » . . . . .	9
2. Des joints . . . . .	10
a) joint « Simplex » . . . . .	10
b) joint « Gibault » . . . . .	14
c) avantages des joints « Simplex » et « Gibault » . . . . .	16
d) autres joints. . . . .	16
3. Des pièces spéciales en fonte . . . . .	17
IV. POSE ET ESSAIS DES TUYAUX « ETERNIT » :	
1. Généralités . . . . .	21
2. Tranchées . . . . .	21
3. Joints. . . . .	25
4. Remblayage. Essais . . . . .	28
V. L'ÉCOULEMENT DE L'EAU DANS LES TUYAUX « ETERNIT » :	
1. Expériences de Scimemi . . . . .	29
2. Application de la formule de Bazin aux tuyaux « ETERNIT » . . . . .	31
3. Considération sur l'emploi des tables de Darcy pour les tuyaux « ETERNIT » . . . . .	40
4. Exemples d'emploi des tables . . . . .	41
VI. QUELQUES APPLICATIONS DES TUYAUX « ETERNIT » en Belgique et à l'étranger . . . . .	45
VII. QUELQUES RÉFÉRENCES AU SUJET DES TUYAUX « ETERNIT » :	
1. Références italiennes. . . . .	57
2. Références françaises . . . . .	59
3. Références belges . . . . .	61
VIII. CONCLUSIONS : AVANTAGES DES TUYAUX « ETERNIT »	63
IX. AUTRES APPLICATIONS DES TUYAUX « ETERNIT » . . .	65



Société Anonyme « ETERNIT » : Division Tuyaux, Thisselt. Vue extérieure des halls de fabrication, prise du canal maritime de Bruxelles au Rupel.

## I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'inexistence de toute autre matière propre à la fabrication de tuyaux pour canalisations d'eau sous pression ou de gaz a laissé à la fonte, jusqu'à une époque encore récente, le privilège d'être seule employée pour cette application.

Son emploi n'a pas été cependant sans faire découvrir de sérieux inconvénients dont le principal et le plus grave est l'oxydation qui expose les tuyaux à une destruction parfois rapide que les meilleures protections ne peuvent éviter.

Il en est de même des tuyaux en acier, d'emploi plus récent, malgré leur épaisse protection.

L'oxydation des tuyaux en fonte ou en acier placés dans le sol ou à l'air libre nuisant considérablement à la résistance, à la sécurité et à la durée des canalisations, il convenait de remédier à cet inconvénient, en recherchant une fabrication de tuyaux insensibles à cette cause de destruction.

Ce but est atteint avec les tuyaux « ÉTERNIT » lesquels apparaissent avec *beaucoup d'autres avantages sur les tuyaux métalliques.*

Au cours de l'année 1931, la S. A. ÉTERNIT à Cappelle-au-Bois a mis en marche son usine de Thisselt pour la fabrication en grandes séries de ces tuyaux.





Société Anonyme « ETERNIT » : Division Tuyaux, Thisselt. Vue intérieure d'un des halls de fabrication.

Repro het MOT, Grimbergen

## II. FABRICATION DES TUYAUX « ETERNIT »

Les tuyaux « ETERNIT » sont formés d'une matière obtenue par le mélange intime du ciment Portland et de l'amianté en fibres.

Ils sont fabriqués par enroulement de couches successives très minces et fortement comprimées. Le mélange d'eau, d'amianté en fibres et de ciment est transporté dans des vasques appropriées où plonge un cylindre creux posé horizontalement et qui a un mouvement de rotation autour de son axe.



Fig. 1. — Machine pour la fabrication des tuyaux « Eternit ».

Ce cylindre est revêtu d'un tamis de cuivre qui, pendant la rotation, a pour propriété de faire adhérer à sa surface une mince couche d'amianté et de ciment, tandis que l'excès d'eau est expulsé. La couche ainsi formée est présentée à un feutre en forme de ruban continu qui s'en revêt sur toute sa surface et qui, par le dispositif des machines, se présente à son tour avec la même face en contact avec un rouleau récepteur en métal lisse et brillant (fig. 1) ; les couches de pâte qui ont une

épaisseur de 2/10<sup>es</sup> de millimètre environ s'enroulent successivement autour de ce rouleau et sont soumises pendant cette opération à une pression considérable. Une fois que le tuyau a atteint l'épaisseur voulue, il est retiré du rouleau métallique, recueilli dans un berceau spécial, puis enfilé dans un second cylindre sur lequel il reste pendant le temps nécessaire à la prise du ciment.

Ensuite le tuyau est déposé dans l'eau pendant un certain temps.

Au sortir des bassins, les tuyaux sont tronçonnés et rectifiés au tour. Les tuyaux sont ensuite stockés dans des magasins pour achever de durcir à l'air ; après un mois, ils peuvent être mis en œuvre.

**Les tuyaux fabriqués par ce procédé sont de forme cylindrique, de surface intérieure très lisse, d'épaisseur régulière sur toute leur longueur et sans aucun défaut de structure.**

Les fibres d'amiante remplissent dans les tuyaux « ETERNIT » un rôle semblable à celui des armatures métalliques dans le ciment armé ; elles confèrent au ciment qui les enveloppe et les unit, la résistance qu'il n'aurait pas par lui-même, exactement comme cela se produit pour le ciment renforcé par des armatures en fer, tandis que la forte compression exercée mécaniquement et uniformément sur les couches concentriques successives, augmente considérablement la compacité de la masse et, par suite, sa résistance unitaire à la compression et à la traction.

Les tuyaux « ETERNIT » remplacent avantageusement, tant au point de vue technique, pratique, qu'économique, les tuyaux en fonte ou en acier, de même que les tuyaux en ciment armé.

**Leur imperméabilité complète, leur parfaite tenue à des pressions hydrauliques élevées et leur résistance considérable à la rupture par traction, par compression, par flexion, et aux chocs, en font des tuyaux d'une sécurité absolue.**

Ce qui différencie les tuyaux « ETERNIT » des tuyaux métalliques c'est que la résistance de ceux-ci diminue sans cesse par suite de l'oxydation, alors qu'au contraire celle des tuyaux « ETERNIT » s'accroît avec le temps.

### III. CARACTÉRISTIQUES ET DIMENSIONS DES TUYAUX « ETERNIT » JOINTS ET PIÈCES SPÉCIALES EN FONTE

#### I. Tuyaux.

Suivant leur destination les tuyaux *Canalisation* sont réparés en 5 types caractérisés par l'épreuve en usine.

Le tableau ci-après indique dans chacune des catégories, la pression d'épreuve et, eu égard au diamètre, l'épaisseur et le poids des tuyaux ainsi que la longueur standard de fabrication.

#### Caractéristiques principales des tuyaux « Eternit » « Canalisation ».



CATÉGORIES :		TYPE 5		TYPE 10		TYPE 15		TYPE 20		TYPE 25	
Epreuve en Usine (E. U.)		E. U. 5 atm.		E. U. 10 atm.		E. U. 15 atm.		E. U. 20 atm.		E. U. 25 atm.	
Diam. intér.	Long.	Ep <sup>r</sup>	Poids par mètre	Ep <sup>r</sup>	Poids par mètre	Ep <sup>r</sup>	Poids par mètre	Ep <sup>r</sup>	Poids par mètre	Ep <sup>r</sup>	Poids par mètre
d	L	e		e		e		e		e	
m/m	mètres	m/m	kg.	m/m	kg.	m/m	kg.	m/m	kg.	m/m	kg.
50	3,00	8	3,1	12	4,9	12	4,9	12	4,9	12	4,9
60	"	8	3,6	12	5,7	12	5,7	12	5,7	12	5,7
80	"	8	4,6	12	7,3	12	7,3	12	7,3	12	7,3
100	4,00	9	6,5	12	8,9	12	8,9	12	8,9	14	10,5
125	"	10	8,9	12	10,9	12	10,9	14	12,8	18	17,0
150	"	10	10,6	12	12,8	13	14,0	17	18,7	21	23,7
175	"	10	12,2	12	14,8	15	18,8	20	25,7	25	33,0
200	"	10	13,9	12	16,8	17	24,3	23	33,8	28	42,1
225	"	10	15,5	13	20,4	19	30,6	25	41,2	32	54,3
250	"	10	17,2	14	24,4	21	37,6	28	51,4	35	65,8
275	"	11	20,8	16	30,7	23	45,2	31	62,6	39	80,8
300	"	12	24,7	17	35,6	25	53,6	34	74,9	42	94,8
350	"	14	33,6	20	48,8	30	75,2	39	100,1	49	129,0
400	"	16	43,9	23	64,2	34	97,4	45	132,1	56	168,5
450	"	18	55,6	25	78,3	38	122,3	50	164,9	63	213,2
500	"	20	68,6	28	97,5	42	150,2	56	205,4	70	263,2
600	"	24	98,8	34	142,2	50	214,4	67	294,8	84	379,1
700	"	28	134,5	39	190,1	59	295,4				
800	"	32	175,7	45	250,9	67	383,2				
900	"	36	222,3	50	313,4	75	482,4				
1000	"	40	274,5	56	389,9	84	600,4				

Sur demande.

## 2. Joints.

Les tuyaux « ETERNIT » s'assemblent à l'aide de la plupart des systèmes usuels de joints.

Nous accordons notre préférence aux joints munis de bagues en caoutchouc genre Gibault et Simplex.

On peut néanmoins employer les joints au plomb coulé, à la laine de plomb, ou autres systèmes.

### A. Joint « Simplex ».

Le joint « SIMPLEX » (fig. 3) dérivé du joint « SOMZÉE » consiste en un manchon d'« ETERNIT » avec emploi de bagues en caoutchouc à section circulaire.

Pour faire le joint :

1° On introduit le manchon « ETERNIT » sur le tuyau que l'on veut poser ;

2° On place une des bagues de section circulaire sur le même tuyau et à une distance de l'extrémité égale exactement

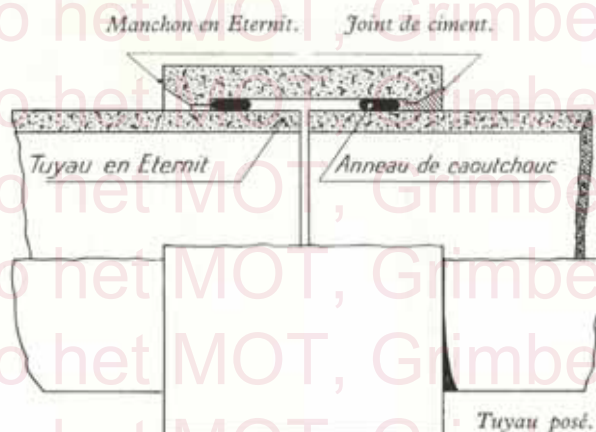


Fig. 3. — Joint « Simplex » (coupe).

à la longueur du manchon, en prenant soin que cette bague ne soit pas entortillée et qu'en tous ses points elle soit parallèle au bout dudit tuyau ;

3° On place la seconde bague en caoutchouc sur l'extrémité du tuyau déjà posé ;

4° On rapproche et on met en contact le bout du tuyau portant le manchon « ETERNIT » avec celui qui est déjà en



place, en faisant en sorte qu'ils se trouvent sur une même ligne droite ;

5° Les griffes en fer d'un appareil spécial de traction utilisé pour le montage du joint sont placées en arrière du manchon « ETERNIT » (fig. 4) ;

6° On dispose l'étau de cet appareil sur le tuyau opposé, de façon que les tendeurs soient complètement allongés, puis on le fixe en serrant les vis à levier autant qu'il le faut pour que l'étau ne glisse pas sur le tuyau ;



Fig. 4. — Mise en place du joint « Simplex ».

7° On actionne les tendeurs pour faire avancer le manchon « ETERNIT » sur les bagues en caoutchouc. Le manchon doit progresser en restant parallèle au tuyau et pour le maintenir dans cette position on actionne, s'il le faut, l'un des deux tendeurs plus que l'autre. Le manchon dont les extrémités sont évidées coniquement, embrassera d'abord la première bague, puis la seconde. Les bagues en caoutchouc trouvant un espace libre, entre le manchon et le tuyau correspondant à environ la moitié de l'épaisseur du caoutchouc, seront aplatis et leur épaisseur réduite d'autant ; par suite du frottement des bagues entre le manchon et le tuyau, elles rouleront et se déplaceront au fur et à mesure de l'avancement du manchon ;

## Caractéristiques principales des Joints « Simplex ».

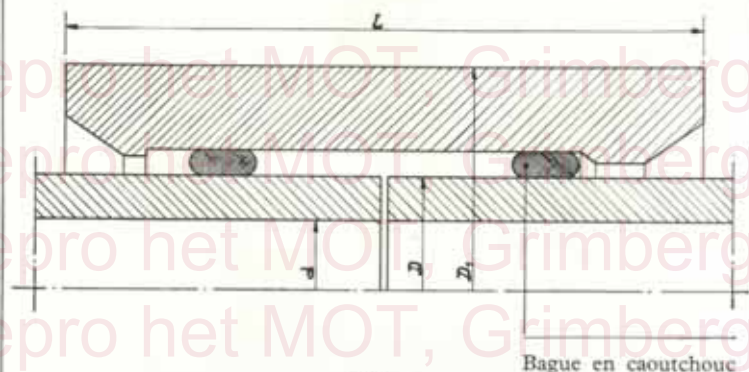


Fig. 5.

Bague en caoutchouc

Catég.	TYPE 5				TYPE 10				TYPE 15			
	Diamètres		Longueur	Poids unit.	Diamètres		Longueur	Poids unit.	Diamètres		Longueur	Poids unit.
Tuyaux Diam.	Ext <sup>r</sup> du tuyau	Ext <sup>r</sup> du manchon			Ext <sup>r</sup> du tuyau	Ext <sup>r</sup> du manchon			Ext <sup>r</sup> du tuyau	Ext <sup>r</sup> du manchon		
d	D	D <sub>1</sub>	L	P	D	D <sub>1</sub>	L	P	D	D <sub>1</sub>	L	P
m/m	m/m	m/m	m/m	kg.	m/m	m/m	m/m	kg.	m/m	m/m	m/m	kg.
50	66	118	150	2,0	74	126	150	2,1	74	126	150	2,2
60	76	128	*	2,2	84	136	*	2,3	84	136	*	2,4
80	96	148	*	2,6	104	156	*	2,7	104	156	*	2,8
100	118	171	*	3,0	124	177	*	3,1	124	177	*	3,2
125	145	198	*	3,6	149	204	*	3,8	149	204	*	3,9
150	170	223	*	4,0	174	231	*	4,6	176	232	*	4,6
175	195	248	*	4,6	199	258	*	5,2	205	263	*	5,4
200	220	273	*	5,1	224	285	*	6,1	234	294	*	6,4
225	245	298	*	5,5	251	314	*	7,2	263	325	*	7,4
250	270	323	*	6,0	278	343	*	8,2	292	356	*	8,5
275	297	352	*	6,9	307	376	*	9,7	321	389	*	10,0
300	324	381	*	7,8	334	407	*	11,2	350	422	*	11,5
350	378	443	180	12,5	390	471	180	17,1	410	494	180	19,0
400	432	503	*	15,7	446	533	*	21,1	468	562	*	24,6
450	486	563	*	19,5	500	593	*	25,5	526	630	*	31,2
500	540	623	*	23,7	556	655	*	30,5	584	698	*	38,3
600	648	746	200	40,9	668	782	200	51,5	700	837	200	67,1
700	756	862	*	52,1	778	908	*	69,0	818	975	*	91,8
800	864	984	250	75,1	890	1040	250	102,9	934	1115	250	136,0
900	972	1104	*	95,0	1000	1164	*	128,0	1050	1251	*	172,0
1000	1080	1224	*	117,0	1112	1292	*	157,9	1168	1389	*	212,0

**Caractéristiques principales des Joints  
« Simplex ».**

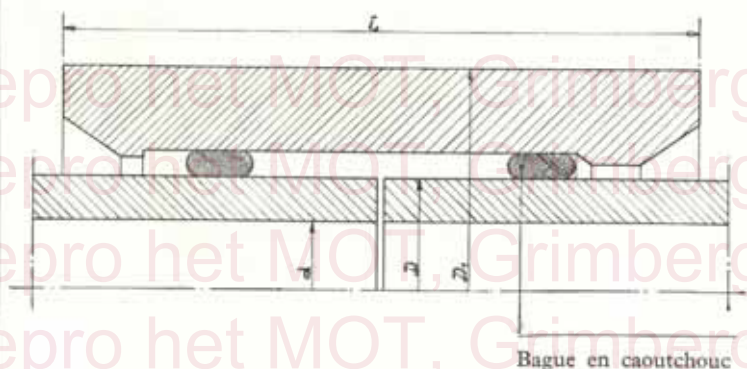


Fig. 5.

Catég.	TYPE 20				TYPE 25				Bagues en caout.		
	Tuyaux Diam.	Diamètres		Long.	Poids unit.	Diamètres		Long.	Poids unit.	Diam. intér.	Diam. de la section
	Ext' du tuyau	Ext' du man- chon				Ext' du tuyau	Ext' du man- chon				
	d	D	D <sub>i</sub>	L	P	D	D <sub>i</sub>	L	P	D'	d'
	m/m	m/m	m/m	m/m	kg.	m/m	m/m	m/m	kg.	m/m	m/m
50	74	126	150	2.2	74	126	150	2.2	53	12	
60	84	136	*	2.4	84	136	*	2.4	60	*	
80	104	156	*	2.8	104	156	*	2.8	73	*	
100	124	177	*	3.2	128	182	*	3.4	90	14	
125	153	208	*	4.3	161	217	*	4.4	115	*	
150	184	243	*	5.7	192	254	*	5.8	128	*	
175	215	278	*	6.5	225	295	*	7.7	147	*	
200	246	313	*	7.9	256	334	*	10.0	167	*	
225	275	346	*	9.3	289	375	*	12.4	184	*	
250	306	383	*	11.4	320	414	*	15.4	210	*	
275	337	420	*	13.6	353	455	*	18.5	223	*	
300	368	457	*	16.1	384	494	*	22.0	248	*	
350	428	533	180	25.4	448	576	180	36.0	285	17	
400	490	607	*	34.0	512	656	*	45.8	324	*	
450	550	679	*	42.7	576	736	*	58.0	365	*	
500	612	755	*	53.1	640	816	*	71.4	405	*	
600	734	906	200	93.2	768	979	200	125.0	486	20	
700									567	*	
800									665	25	
900									728	*	
1000									810	*	
	Sur demande.				Sur demande.						

8° Il convient de faire une marque sur l'extrémité du tuyau déjà posé et devant recevoir le manchon, à une distance correspondant à la moitié de la longueur du manchon. Cette marque indiquera le point d'arrêt du manchon pour que celui-ci soit placé symétriquement sur les deux tuyaux ;

9° On démonte l'appareil lorsque le joint est terminé, puis on procède pour le tuyau suivant de la même façon qu'il vient d'être indiqué ;

10° Pour démonter un joint, on procède à l'opération inverse. Le manchon est ramené à son point de départ et les bagues en caoutchouc se trouvent ainsi libérées.

Le joint « Simplex » est *pratique et économique*. Il est très *élastique et résiste à des pressions considérables*.

Sur les tableaux, pages 12-13, figurent les caractéristiques des joints « Simplex » telles que : classification, dimensions principales, poids, bagues en caoutchouc.

#### B. Joint « Gibault ».

Le joint « GIBAULT » se compose (fig. 6, 7 et 8) :

1° D'un manchon en fonte de 50 à 100 millimètres de longueur suivant le diamètre des tuyaux à raccorder. Ce manchon est biconique de manière à permettre une déviation

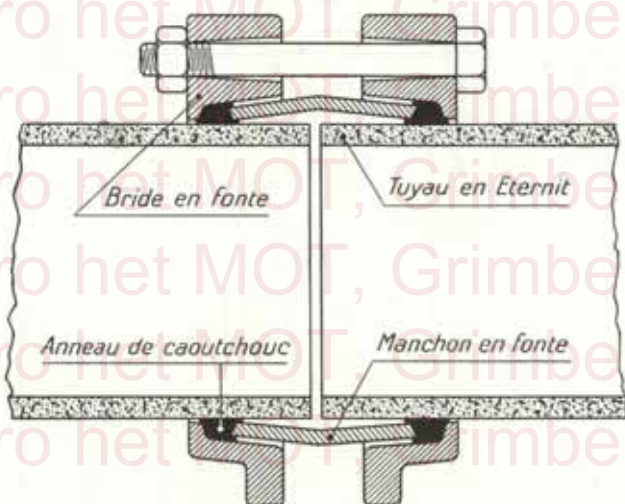


Fig. 6. — Joint « Gibault » (coupe).

sensible des tuyaux. Chacune des extrémités du manchon présente un chanfrein de manière à obliger les anneaux de caoutchouc à adhérer fortement à la surface des tuyaux quand on serre les brides ;

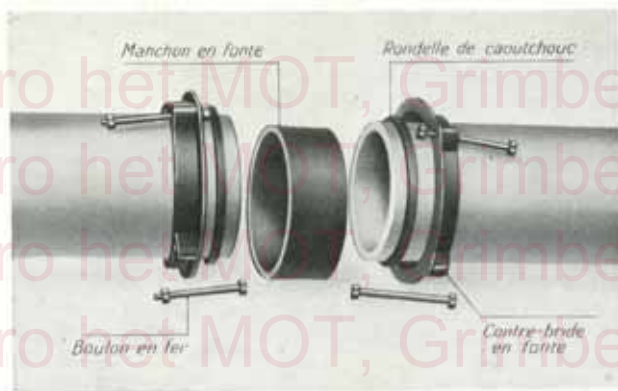


Fig. 7. — Différents éléments composant le joint « Gibault ».



Fig. 8. — Joint « Gibault » posé.

2° De deux anneaux en caoutchouc à section carrée ou circulaire, de diamètre extérieur égal à celui du manchon central à ses extrémités ;

3° De deux brides en fonte évasées de manière à embrasser complètement les deux extrémités du manchon ;

4° D'un nombre de boulons de serrage variant suivant le diamètre des tuyaux.

Pour former le joint, on enfile, sur l'extrémité des tuyaux à assembler, une bride et un anneau en caoutchouc, et sur l'une ou l'autre extrémité des tuyaux, on enfile également le manchon en fonte. On rapproche les tuyaux en laissant entre eux un léger intervalle pour la dilatation.

On pose le manchon symétriquement sur les deux tuyaux et l'on amène les deux bagues en caoutchouc jusqu'au contact avec les extrémités du manchon ; les brides sont ensuite rapprochées et les boulons serrés graduellement jusqu'à compression convenable des anneaux en caoutchouc.

Le joint « GIBault » est pratique et très efficace. Il est particulièrement indiqué pour les tuyaux « ETERNIT ».

N. B. — Sur demande nous fournissons les joints « Gibault » avec nos tuyaux — ou les plans et caractéristiques de ces pièces.

#### C. Avantages des Joints « Simplex » et « Gibault ».

Les joints « SIMPLEX » et « GIBault » satisfont à toutes les exigences. Ils ont sur les joints au plomb l'avantage de la rapidité d'exécution. Ils ne nécessitent aucun appareil de chauffage et l'humidité ne nuit pas à leur mise en place.

Grâce à leur grande élasticité, ils restent étanches même dans les terrains peu stables et ne souffrent pas des vibrations ou des mouvements du terrain de pose.

Ils se prêtent facilement à la dilatation et aux mouvements éventuels des tuyaux, la longueur des manchons étant suffisante pour compenser le jeu pouvant se produire sous une influence quelconque.

Ils ont l'avantage appréciable de rendre possible le démontage et le remplacement éventuel d'un seul tuyau avec la plus grande facilité, par le simple démontage de deux joints seulement et sans qu'il soit nécessaire de couper ou de briser aucun tuyau.

Pour les emplois spéciaux où les bagues en caoutchouc des joints « Gibault » courraient le risque d'être attaquées, on peut remplacer celles-ci par des tresses ou garnitures en toute autre matière, telle que : amiante graphité, amiante plom-baginé, etc.

#### D. Autres Joints.

D'autres joints du type Victaulic, Stiennon, Joints au plomb, etc., peuvent être employés et étudiés sur demande.

### 3. Pièces spéciales en fonte.

Les raccords employés : croix, tés, coudes, bouts d'extrémités, cônes de réduction, etc., sont en fonte (fig. 9 et 11);

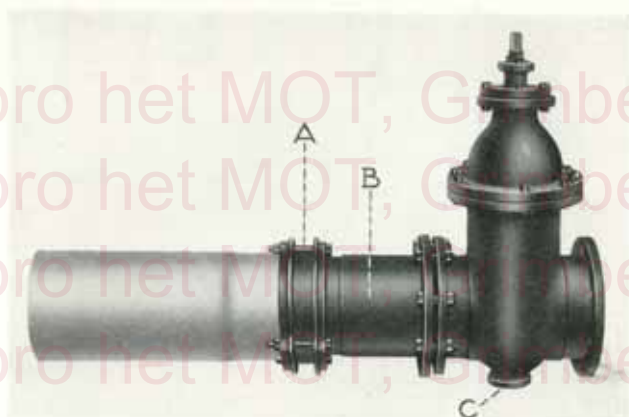


Fig. 9. — Jonction d'un tuyau « Eternit » et d'une vanne en fonte. A : Joint « Gibault »; B : Pièce en fonte; C : Vanne.

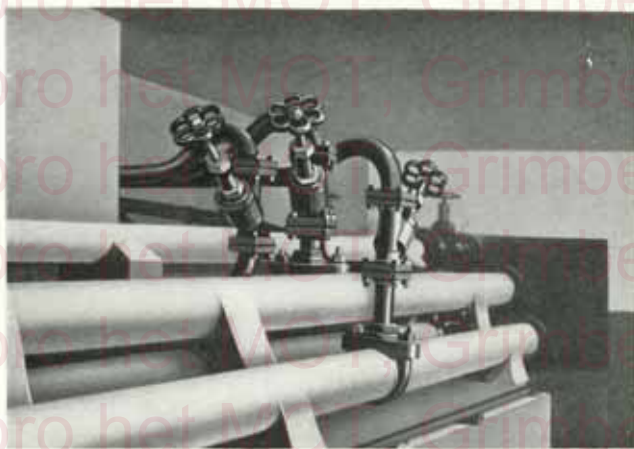


Fig. 10. — Frises sur tuyaux « Eternit ».

les extrémités de ces pièces spéciales devant se raccorder avec les tuyaux « ETERNIT » sont renforcées de manière à obtenir la même épaisseur que celle de ces derniers.

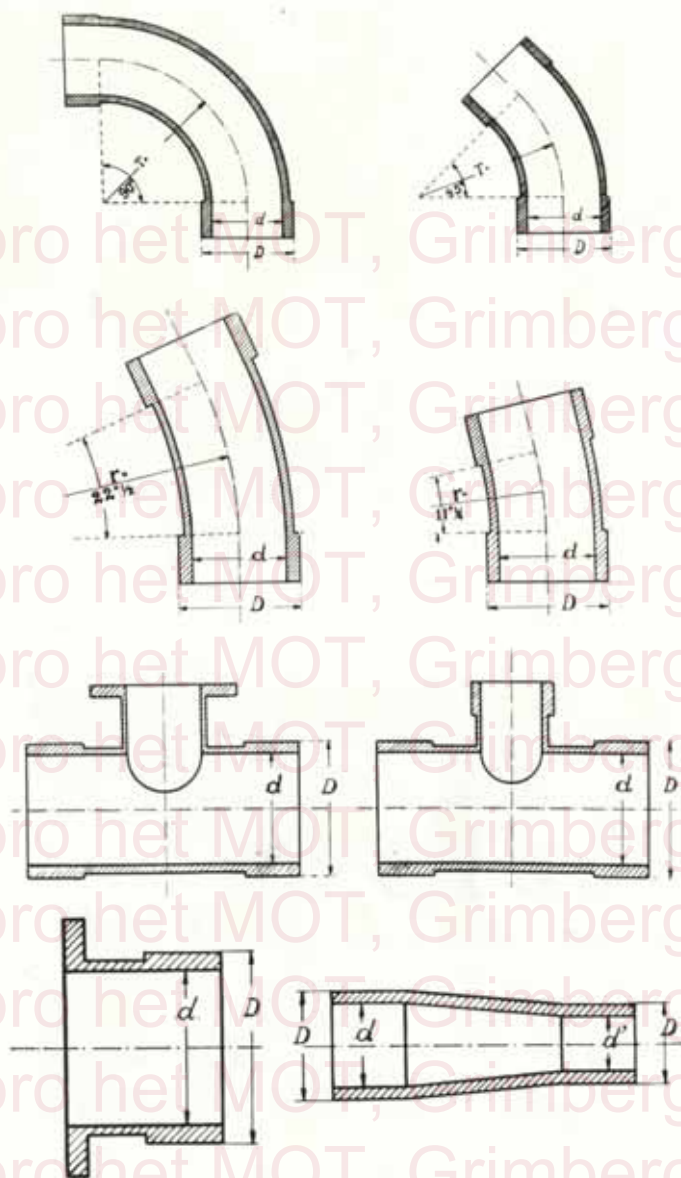


Fig. 11. — Pièces spéciales en fonte pour jonction sur tuyaux « Eternit ». — Indépendamment des pièces indiquées, nous fournissons toutes autres pièces exigées. Plan, dimensions et poids sur demande.



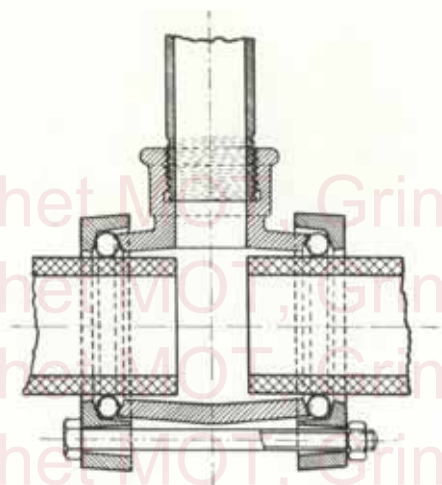


Fig. 12. — Raccord sur joint « Gibault » (coupe).

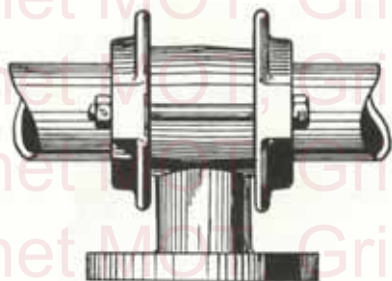


Fig. 13. — Joint « Gibault » spécial avec tubulure.

Grâce à la propriété des tuyaux « ETERNIT » de pouvoir être sciés, percés, tournés et filetés au moyen d'outils courants, il est possible d'obtenir des tronçons et des morceaux de toutes dimensions voulues et inférieures à la normale, ce qui facilite le travail de pose. Cette propriété se combine avec les joints « SIMPLEX » et « GIBAULT », ce qui permet très souvent



Fig. 14. — Prise en charge et robinet d'arrêt de 40 mm.  
sur tuyau « Eternit ».

d'éviter ou de franchir des obstacles sans recourir à l'emploi de courbes.

Les prises en charge ordinaires (fig. 14) comme les prises en charge vissées ou tout autre raccord à visser s'appliquent d'une façon parfaite sur les tuyaux « ETERNIT ».



Fig. 15. — Dérivation sur joint « Gibault ».

## IV. POSE ET ESSAIS DES TUYAUX « ETERNIT »

### I. Généralités.

La pose des tuyaux pour conduites d'eau sous pression a toujours été l'objet d'une très grande attention et de beaucoup de soins de la part des techniciens ayant à s'occuper de cette question parce qu'il est désormais prouvé que la durée d'une canalisation dépend, non seulement de la bonne qualité du matériel constituant les tubes, mais en très grande partie de la manière dont ceux-ci sont mis en œuvre.

Il faut écarter l'idée que les tuyaux Eternit, pour les conduites d'eau sous pression et pour le gaz, nécessitent une mise en œuvre spéciale, plus précise et donc plus coûteuse que celle des tuyaux métalliques ; pour les tuyaux en Eternit, comme d'ailleurs pour les tuyaux de fonte, il faut craindre les efforts anormaux causés par des appuis accidentels ; cet inconvénient peut être complètement éliminé par une mise en œuvre correcte.

Examinons donc successivement les différentes opérations constituant la pose d'une conduite en tuyaux Eternit. Nous n'entrerons pas dans le détail de tous les cas particuliers mais en traitant le cas général le plus courant, nous indiquerons quelques directives déduites des nombreux travaux faits jusqu'à présent.

### 2. Tranchées.

D'une façon générale, les tranchées destinées aux tuyaux Eternit sont identiques à celles qu'on exécute normalement pour recevoir les tuyaux métalliques.

L'Eternit étant un matériau mauvais conducteur de la chaleur on ne voit pas la nécessité de placer les tuyaux à une grande profondeur pour les préserver des écarts de température.

A ce point de vue, les tuyaux Eternit se comportent en effet mieux que les tuyaux métalliques et se rapprochent plutôt des tuyaux en ciment.

Cependant il est toujours nécessaire de protéger le tuyau par une profondeur convenable de la tranchée ; pour que les charges mobiles qui, occasionnellement pèsent sur la canalisation, puissent se répartir par l'intermédiaire de la masse terreuse recouvrant le tuyau.

Appelons H, la profondeur de la tranchée ; D le diamètre extérieur du tuyau, et R le recouvrement, c'est-à-dire la hauteur de terre au-dessus de la génératrice supérieure du tuyau ; nous aurons

$$H = D + R.$$

R peut prendre diverses valeurs selon les conditions particulières dans lesquelles se trouve la conduite. Il se présente dans la pratique des cas extrêmement variés entraînant chacun une valeur particulière de R. Donnons quelques exemples pris parmi les plus fréquents.

Pour une conduite à mettre en œuvre avec un tracé empruntant les versants escarpés et nus d'une montagne (cas assez fréquent parce qu'il permet de faire suivre à la canalisation la pente la plus favorable), la valeur de R doit être suffisamment grande et en tous cas pas inférieure

à un mètre afin de garantir le tuyau contre les éboulements et tous les phénomènes d'érosion en général.

Sous les rues des villes, on cherchera toujours à placer les tuyaux en dessous des trottoirs ou en bordure, ce qui facilite la pose, permet d'effectuer les réparations sans interrompre le trafic et protège mieux la canalisation.

Chaque fois que la canalisation doit par nécessité du tracé traverser une route carrossable, il faut que R soit porté à 1<sup>m</sup>00 environ, en ayant soin en outre, de protéger par des ouvrages spéciaux les tuyaux au point de croisement des rails de tramways.

Cette protection s'imposera également dans tous les cas où, pour un motif quelconque, on ne pourra pas donner à R une valeur en rapport avec la position du tuyau ou le tracé des charges supportées par le sol.

On peut donner à R une faible valeur quand la conduite traverse des terrains incultes, des prairies, des bois et en général des endroits où il n'y aura pas de passage de véhicules.

Qu'on ne perde pas de vue pourtant que, tout en nécessitant une tranchée plus profonde, le tracé sous une route est toujours préférable au tracé en pleine campagne parce que tout d'abord il permet de transporter les matériaux à pied d'œuvre au moyen de véhicules et parce qu'ensuite la conduite peut être inspectée plus facilement.

Il arrive parfois que R doit être extrêmement grand, non pour des raisons de pose, mais tout simplement parce que le tracé de la canalisation comporte des différences de niveau dans la surface du terrain. Dans ces conditions R atteindra plusieurs mètres. Il est évident que le tuyau peut être mis au maximum à une profondeur telle que le poids de la terre qui le surmonte ne produise pas sa rupture par écrasement, mais nous allons voir que l'éventualité d'un tel accident n'est pas à craindre.

L'Institut Expérimental des Chemins de fer de l'État Italien a déterminé la charge d'écrasement pour des anneaux de tuyaux Eternit de divers diamètres et de diverses épaisseurs ; la force produisant l'écrasement dans ces expériences était dirigée suivant un diamètre et l'expérience poussée jusqu'à la rupture des anneaux.

Les charges de rupture ainsi obtenues sont très élevées et nous donnent la garantie qu'il n'y a rien à craindre pour les tuyaux en Eternit du fait d'un écrasement dû au terrain de recouvrement.

D'autre part la résistance à l'écrasement des tuyaux Eternit soumis à la pression du terrain de recouvrement, a été évaluée d'une manière assez précise par l'ingénieur L. Allievi suivant la formule

$$p = 2 E \left( \frac{s}{d} \right)^3$$

qui donne la valeur de  $p$ , pression unitaire produisant l'écrasement en fonction de l'épaisseur  $s$ , du diamètre intérieur  $d$ , et du module d'élasticité  $E$  ; l'épaisseur  $s$  croissant en général proportionnellement au diamètre intérieur  $d$ , on peut considérer le rapport  $\frac{s}{d}$  comme à peu près constant et on déduit qu'au point de vue de la résistance à l'écrasement, les tuyaux Eternit sont indépendants de leur diamètre.

Un exemple numérique donnera une idée précise de la résistance des tuyaux Eternit à l'écrasement. La valeur moyenne du module d'élasticité  $E$  pour l'Eternit<sup>1</sup> étant d'environ 150.000 kg. par cm<sup>2</sup>,

1. Des expériences faites par le P<sup>r</sup> Danusso, il résulte que le module d'élasticité  $E$  des tuyaux Eternit (élasticité de compression) est de 171.000 kg/cm<sup>2</sup>.

soit un tuyau Eternit ayant un diamètre intérieur de 10 cm. et une épaisseur de 1,2 cm. du type 20 (fig. 16); supposons-le enterré et soumis par dessus, à une pression représentée par le poids de la terre de recouvrement et par le poids des charges mobiles éventuelles. Voyons quelle est la pression susceptible de produire l'écrasement.

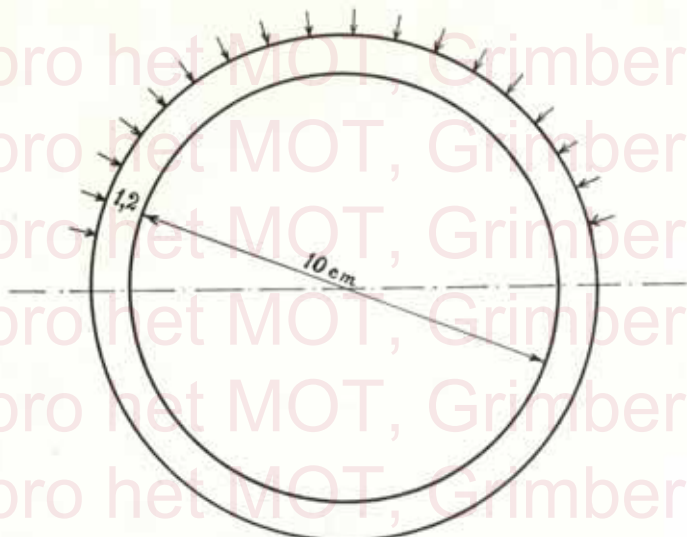


Fig. 16.

Pour simplifier le calcul, faisons abstraction de la cohésion de la terre et pour être très large, supposons que les charges et poids verticaux agissent en vraie grandeur normalement à la surface du tuyau.

La pression unitaire qui produirait l'écrasement est d'après L. Allievi :

$$p = 2 E \left( \frac{s}{d} \right)^3$$

La pression totale P par cm. de longueur du tuyau sera :

$$P = 2 E \left( \frac{s}{d} \right)^3 \frac{\pi d}{2}$$

ou en transformant :

$$P = E \pi \frac{s^3}{d^2}$$

Si nous introduisons dans cette formule pour E la valeur de 150.000 kg/cm<sup>2</sup>, nous aurons pour s=1,2 et pour d=10 ; P = 8.140 kg. par cm. de longueur de tuyau.

Pour évaluer intégralement la force d'écrasement à laquelle le tuyau résiste, faisons remarquer que la roue d'un camion (cas de concentration maxima de charge) a une surface de contact avec le sol de 8 à 10 cm. de longueur et que cette roue devrait donc pour produire l'écrasement, transmettre au sol un poids d'environ 70 tonnes.

Le calcul très simple que nous venons d'effectuer et pour lequel on a fait abstraction du fait que les charges extérieures se répartissent sur le tuyau selon des lois diverses, démontre d'une manière absolue qu'il n'y a aucune crainte à avoir quant à l'écrasement des tuyaux Eternit.

Comme conclusion de ce que nous venons d'exposer, nous pouvons dire qu'il est à conseiller de prendre pour le recouvrement R la plus petite valeur compatible avec la garantie de protection du tuyau contre les charges mobiles.

Lorsque pour des raisons particulières cette valeur devra être élevée, la charge du terrain pourra être considérable sans crainte d'écrasement des tuyaux Eternit.

En ce qui concerne le fond de la tranchée, on aura soin de veiller à ce qu'il soit bien nivelé pour que les tuyaux reposent sur toute leur longueur.

Sous ce rapport, peu importe que le fond de la tranchée soit terreux ou rocheux ; néanmoins, il est toujours préférable d'avoir affaire à un fond rocheux à condition bien entendu qu'il soit parfaitement nivelé ; en effet, le fond terreux pourrait être, dans bien des cas, un plan réalisé artificiellement avec de la terre de remblai, et dans ces conditions, sous l'effet des eaux de pénétration, la terre apportée après coup pourrait être entraînée, ce qui amènerait le tube à se trouver dans des conditions d'appui défectueuses.

Il ne faut jamais perdre de vue que, pour obtenir le nivellement des fonds de tranchées, on doit raser les proéminences du fond et non pas en combler les creux et, particulièrement sur fond rocheux, disposer un lit de sable.

Les joints les plus couramment employés pour les conduites Eternit sont le joint Simplex et le joint Gibaut formés d'un manchon en Eternit ou d'un manchon et de deux brides de fonte ; ceux-ci ont leur diamètre extérieur plus grand que le diamètre extérieur du tuyau.

Il est donc indispensable de creuser des niches dans le fond de la tranchée aux endroits où devront tomber les joints. Quand la tranchée est étroite, il convient d'étendre ces niches latéralement sur les parois du fossé pour que l'ouvrier ait la place suffisante pour monter le joint et manœuvrer les clés qui resserrent les boulons.

Cette précaution est d'ailleurs nécessaire à la pose de tous autres types de tuyaux. Elle n'est pas particulière à l'Eternit et n'incrimine nullement ses qualités remarquables de résistance non seulement à la pression interne mais aussi aux efforts de flexion.

On peut du reste déterminer par le calcul la charge qui serait susceptible de produire par flexion la rupture d'un tuyau de diamètre donné.

Supposons un tuyau Eternit d'un diamètre intérieur de 300 mm. ayant une épaisseur de 17 mm. et un appui au fond de la tranchée, vers le milieu de sa longueur normale (4 mètres), de manière que le tuyau puisse être considéré comme appuyé tous les deux mètres.

En appliquant la formule  $\sigma \times \frac{M}{W}$  dans laquelle on donne à  $\sigma$  la valeur courante de 180 kg/cm<sup>2</sup> et à W, module de résistance de la

section circulaire, la valeur de  $0,098 \frac{D^4 - d^4}{D} = 1275 \text{ cm}^3$ , on trouve que  $M = 229,500 \text{ kg. cm}^2$  ce qui est la valeur du moment de flexion maximum au point le plus sollicité du tuyau.

De la formule du moment de flexion  $M = \frac{p l^2}{8}$  en fixant  $l = 200$  on tire  $p = 45 \text{ kg. 900}$  par cm. de longueur, ce qui porte à 9,2 tonnes la surcharge qui, sur la longueur de 2 m. produirait la rupture du tuyau. Tout en faisant abstraction du fait que la terre de recouvrement distribue les charges sur une zone étendue, nous remarquons que la valeur de charge qui vient d'être calculée est telle qu'elle ne pourra jamais être atteinte même par le passage de camions extrêmement lourds ou de rouleaux compresseurs.

### 3. Joints.

Avec les tuyaux Eternit on peut employer soit les joints élastiques Gibault ou Simplex, soit les joints à bague (analogues aux joints des tuyaux en fonte) et dont la confection est identique et peut se faire avec du plomb fondu ou du plomb maté à froid. L'étanchéité de ce joint, pour le tuyau Eternit, est garantie par la pénétration du plomb fondu ou maté dans les rugosités de la surface extérieure du tuyau.

Examinons de plus près la confection des joints élastiques et les précautions dont il faut s'entourer pour les monter convenablement.

Il faut, avant tout, que les deux extrémités des tuyaux à unir soient au même niveau. Il ne faut pas réaliser momentanément cette condition en glissant sous les tubes des pierres ou des morceaux de bois : ainsi que nous l'avons dit déjà, il faut obtenir le nivellement parfait du fond de la tranchée par élimination des parties saillantes. Les deux extrémités étant mises au même niveau et la section étant perpendiculaire au fond, on passe à la mise en place du joint en ayant soin de bien examiner toutes les parties une à une ; les anneaux de caoutchouc devront être étirés pour vérifier s'ils ne sont pas avariés ; les pièces de fonte devront être martelées, ce qui aura pour effet d'éprouver leur résistance au choc, d'en détacher les corps étrangers qui pourraient masquer quelque défaut et enfin décèler par le son la présence éventuelle d'une fissure ; les boulons graissés devront être essayés pour voir si leur filetage est régulier et éviter ainsi toute perte de temps pendant la formation du joint.

Après examen du matériel, l'ouvrier exécutera les joints en ayant soin qu'ils soient centrés par rapport au plan normal à l'axe de la conduite. Dans le joint du type Gibault, ceci s'obtient par le serrage progressif et symétrique des boulons.

Pour rendre plus précis et plus rapide le travail de confection des joints Simplex et Gibault, il sera très utile d'employer des équerres en tôle ou en bois que l'ouvrier peut se fabriquer lui-même et qui serviront à bien évaluer les distances auxquelles il faut placer les manchons, les brides et les anneaux de caoutchouc.

Pour le joint Gibault, il faudra veiller à ne pas trop serrer les boulons de fixation, surtout si la conduite doit être essayée sous pression avec joints découverts ; il est en effet inutile que les caoutchoucs soient exagérément comprimés, une pression modérée étant plus que suffisante pour obtenir une parfaite étanchéité.

Si le tracé de la conduite est courbe, au lieu d'être rectiligne, ou bien s'il présente des déviations angulaires, les joints Gibault ou

Simplex sont de la plus grande utilité parce qu'ils permettent de réaliser les courbes de rayon modéré, par leur seule élasticité et sans emploi d'aucune pièce spéciale.

Examinons, en effet, la figure 17 où est reproduite la section d'un joint Gibault ; le manchon étant de forme biconique à l'intérieur, le

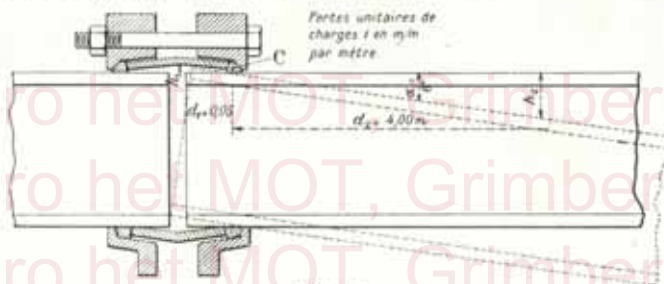


Fig. 17.

tuyau a la possibilité de se déplacer dans tous les sens, le déplacement se faisant autour d'un point fixe C qui marque le contact entre l'anneau de caoutchouc et le tube.

La figure 17 montre, par les lignes pointillées, quelle est la position extrême que peut prendre le tuyau.

On aura évidemment :

$$h_2 = \frac{h_1}{d_1} d_2$$

et puisque  $h_1 = 0,005$  et  $d_1 = 0,05$  on en déduit que lorsque  $d_2 = 4$  m.,  $h_2 = 0,40$  m., de sorte que le déplacement est à peu près le dixième de la longueur du tuyau ; en égalant à  $0,10$  la tangente de l'angle de déviation on trouve que cet angle  $\alpha$  est d'environ 6 degrés, mais il sera toujours préférable de ne pas dépasser 3 degrés pour chaque joint, ou de placer les tuyaux suivant figure 18, de sorte que le déplacement se fasse autour d'un point fixe D.

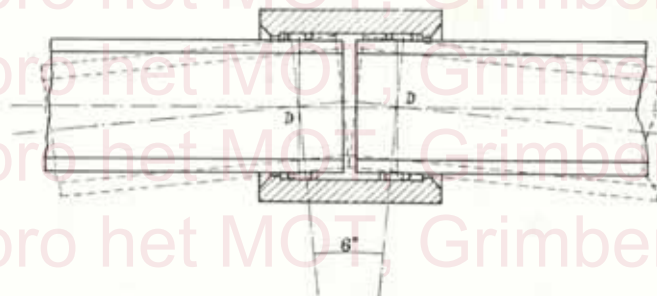


Fig. 18.

Pour mieux illustrer encore cette qualité si importante des joints Gibault et Simplex, nous exposerons la manière de résoudre quelques cas qui se présentent dans la pratique.



Supposons que nous devons raccorder l'une à l'autre deux parties de conduites AA et CC déjà construites et faisant entre elles un angle de  $120^\circ$ ; les points A et C doivent être maintenus (fig. 19). Si on ne disposait pas de tuyaux Eternit avec joints élastiques, il faudrait une canalisation avec déviation angulaire de  $120^\circ$  à réaliser par l'emploi d'un raccord spécial.

On peut au contraire réaliser le tracé en utilisant l'élasticité du joint

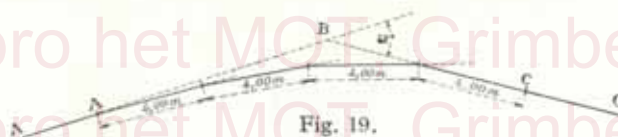


Fig. 19.

Gibault et en raccordant les points A et C par tuyaux dont chaque joint accuse un écart angulaire de  $30^\circ$ .

Nous avons vu que la déviation angulaire du joint élastique peut se produire dans tous les sens de sorte que le joint fonctionne comme un accouplement sphérique dont le centre de rotation est le point où l'anneau de caoutchouc presse sur le tube : ceci permet à la conduite de prendre une allure curviligne même en hauteur et dans un plan perpendiculaire au plan de pose, cela lui permet notamment de s'adapter avec facilité et sans aucun inconvénient aux inévitables petits tassements qui se produisent toujours dans le terrain.

Les joints étant faits il est nécessaire de procéder à l'ancrage des courbes très accentuées; en effet, par suite de la pression de l'eau la composante radiale pourrait dans ces courbes amener le déboîtement des tubes ou bien produire des déviations préjudiciables.

L'ancrage peut s'effectuer au moyen de blocs de ciment qui épousent la forme de la courbe en y adhérant parfaitement (fig. 20). Pour ne pas



Fig. 20. — Coude en fonte avec ancrage sur tuyaux « Eternit ».

noyer complètement les joints dans le ciment et pour permettre la manœuvre, il est bon de laisser des vides où trouveront place les boulons ; naturellement pour que l'ancrage ne soit pas inefficace, il convient qu'il soit établi sur terrain résistant et qu'il ait un assez grand développement pour que la force radiale ne risque pas de l'arracher.

Dans certains cas particuliers, au lieu d'ancrer les courbes avec des blocs de ciment, on aura recours à des colliers de fer dont la tige pourra être fixée à des murs ou à d'autres ouvrages stables ou même encore à des pieux en béton foncés à proximité.

#### 4. Remblayage. Essais.

Les joints étant faits, on recouvre les tuyaux d'une substance fine et autant que possible non terreuse puis d'une couche d'au moins 30 cm. de terre criblée, dépourvue de grosses pierres.

La conduite devant être éprouvée sous pression, le remblayage ne s'effectue que dans la partie centrale de chaque tuyau de manière à laisser les joints à découvert pour la vérification.

Le dépôt de la terre sur les tuyaux a pour but de maintenir la conduite en place lorsque l'eau y sera introduite sous pression pour la vérification des joints ; si la conduite était laissée complètement à découvert pendant l'épreuve, la pression de l'eau jointe à l'élasticité des raccords la courberait et la soulèverait dans la tranchée.

L'essai de mise sous pression des tuyaux doit être fait avec une très grande prudence en ayant soin, pendant le remplissage de la conduite, qu'il soit laissé une voie d'échappement pour l'air qui a une tendance à s'accumuler dans les parties élevées de la canalisation ; à ce point de vue, il est d'ailleurs toujours préférable que l'alimentation de la conduite soit faite en partant du point le plus bas.

Quand la conduite est pleine, on élève graduellement la pression jusqu'à la limite imposée soit avec des pompes à main, soit par tous autres moyens dont on peut disposer ; bien que tous les tuyaux aient déjà été essayés à l'usine à une pression supérieure à celle prévue pour l'essai en tranchée.

Cette valeur étant atteinte, il y a lieu d'observer le manomètre au point de vue stabilité afin de reconnaître l'existence éventuelle de fuites d'eau ; les pertes à travers les joints seront visibles puisque ceux-ci seront restés découverts et pour y remédier il suffira de resserrer convenablement les boulons ou de mater les joints au plomb.

L'épreuve peut être plus ou moins prolongée ; dans le cas où la conduite n'est pas alimentée d'une manière continue pendant l'expérience, la plus petite fuite d'eau est immédiatement mise en évidence par un abaissement rapide de l'aiguille du manomètre.

L'épreuve terminée, la terre de remblai est ensuite tassée et damée de couche en couche.

La tranchée étant pleine, il est bon, si c'est possible, de l'arroser abondamment, l'eau de la conduite pouvant même être utilisée à cet effet ; ceci provoque un tassement lent et régulier du terrain et rend impossible la formation de cavités dans la masse ; de telles cavités, au passage de véhicules, pourraient céder brusquement et compromettre la sécurité des tuyaux. D'autre part l'eau d'infiltration entraîne avec elle la partie la plus tendre de la terre et la dépose sur le tuyau, tandis que les matières plus grossières et pierreuses restent à la partie supérieure de la tranchée.

## V. L'ÉCOULEMENT DE L'EAU DANS LES TUYAUX « ETERNIT »

### 1. Expériences de Scimemi.

Le professeur Scimemi, de l'École royale des Ingénieurs de Padoue, a effectué des expériences conduites avec beaucoup de soin et de précision pour déterminer quels sont, dans une conduite Eternit, les frottements qui se développent par suite du mouvement de l'eau. Pour obtenir des résultats aussi exacts que possible, les expériences ont été faites sur quatre sortes de tuyaux ayant respectivement comme diamètre intérieur 50 mm., 150 mm., 300 mm. et 400 mm.

Le mode d'expérimentation a été extrêmement simple : on faisait couler de l'eau avec une vitesse déterminée dans un tuyau d'une longueur déterminée et d'un diamètre donné et on mesurait la différence de pression existant entre les deux extrémités du tronçon de conduite ; cette différence devait évidemment représenter la chute de pression due au frottement développé par le mouvement de l'eau dans la conduite.

Pour mesurer la vitesse de l'eau, il suffit de pouvoir mesurer le débit : l'expérimentateur l'a fait au moyen de l'appareil de Bazin lequel fournit la valeur du débit en fonction de la hauteur d'eau sur le seuil (la lecture de la hauteur d'eau se fait au moyen d'un hydromètre).

Pour faire varier la vitesse, on modifiait le débit de la pompe d'alimentation et on manœuvrait à propos des vannes d'interception et de décharge.

La mesure de la différence de pression entre les extrémités de la conduite s'est faite au moyen de manomètres différentiels, ainsi nommés parce qu'ils ne mesurent pas les pressions absolues, mais seulement les différences de pression entre deux liquides voisins.

De ce qui vient d'être exposé, il résulte que, pour chaque diamètre intérieur  $d$  de la conduite et pour chaque valeur  $v$  de la vitesse, on a pu déterminer la valeur  $I$  de la perte de pression due au frottement ; connaissant  $l$ , la longueur de la conduite prise en examen, on a pu calculer  $i = \frac{1}{l} I$  c'est-à-dire la perte unitaire de pression par frottement.

Il s'agissait ensuite de trouver une formule associant  $v$ ,  $d$ ,  $i$  avec des coefficients convenables de façon à exprimer d'une manière permanente, en fonction de ces trois variables, le phénomène vérifié expérimentalement.

Les formules principalement employées sont celles de Bazin, Darcy et Flamant qui expriment le phénomène de la chute de pression dans les tuyaux par suite du frottement.

Formule de Bazin :

$$V = \frac{87 \sqrt{r i}}{1 + \frac{Y}{\sqrt{r}}}$$

Formule de Darcy :

$$v = \sqrt{\frac{R i}{\delta + \frac{\varepsilon}{R}}} \text{ ou } R = \frac{d}{2}$$

Formule de Flamant :

$$i = \alpha \frac{v^{7/4}}{d^{5/4}}$$

$r$  = rayon moyen de la section, par conséquent, pour une section circulaire  $r = \frac{d}{4}$

Dans ces trois formules figurent, en dehors des variables  $i, v, p$ , les coefficients  $\delta, \varepsilon, \alpha, \gamma$  lesquels sont constants ; c'est leur valeur constante qui représente ce qu'on appelle le coefficient de frottement, indépendant du diamètre et de la vitesse et ne dépendant que de la nature des parois et de leur état de rugosité.

En appliquant les trois formules précédentes au résultat des expériences faites par Scimemi (en tout 98), et en en déduisant la valeur des coefficients, on trouve que ces coefficients présentent des variations sensibles ; il y a exception pour la formule de Bazin dans laquelle le coefficient  $\gamma$  tend à se maintenir constant pour les valeurs de  $v$  supérieures à 80 cm. par seconde tandis que dans le champ des vitesses inférieures, il subit de petites variations.

C'est donc cette formule qui se prête le mieux à l'expression de la chute de pression par le frottement.

Nous négligerons les résultats relatifs aux expériences faites sur tuyaux de 50 mm. de diamètre intérieur ; Scimemi a reconnu, en effet, que ces résultats sont peu significatifs parce qu'il a fallu, pour obtenir de petites vitesses dans ces tuyaux étroits, réduire considérablement le débit au moyen de valves de décharge ; on en arrivait à éliminer la plus grande partie de l'eau fournie par la pompe d'alimentation ce qui rendait l'écoulement très peu régulier (l'irrégularité se manifestait par des oscillations du niveau du liquide sur le seuil de l'appareil de mesure) ; les lectures faites sur les hydromètres, étaient loin d'être sûres.

Nous n'examinerons donc que les expériences relatives aux tuyaux de 150, 300 et 400 mm. de diamètre intérieur ; en appliquant la formule de Bazin, nous avons pour  $\gamma$  les valeurs moyennes suivantes correspondant aux différentes vitesses.

$$\begin{array}{llll} v = 0,50 & \gamma = 0,08 & v = 0,70 & \gamma = 0,07 \\ v = 1,00 & \gamma = 0,055 & v = 1,50 & \gamma = 0,05 \\ v = 0,80 & \gamma = 0,06 & v = 2,00 & \gamma = 0,04 \end{array}$$

On voit tout de suite que quand la vitesse augmente,  $\gamma$  tend à se stabiliser et c'est pourquoi Scimemi considère que la formule de Bazin peut être appliquée pratiquement pour la détermination des pertes de charge par frottement ; on y fera  $\gamma = 0,06$  pour les vitesses égales ou supérieures à 80 cm. par seconde, tandis que pour les vitesses inférieures il faudra faire varier convenablement la valeur de  $\gamma$ .

Les expériences ont été faites sur des tuyaux neufs ne présentant ni corrosion ni incrustations. Devant dresser une table contenant les pertes de charge par frottement pour des conduites en service courant, il faudra tenir compte des conditions dans lesquelles les conduites se trouvent après un certain nombre d'années d'emploi.

Scimemi considère que sous ce rapport les tuyaux Eternit peuvent

être comparés non pas aux tuyaux métalliques, mais aux tuyaux de ciment parfaitement lisses parce qu'ils sont fabriqués de manière à avoir une surface intérieure polie. De plus, les joints employés pour les tuyaux Eternit présentent encore moins de résistance aux mouvements de l'eau que les joints à rainures des tuyaux de ciment qui présentent des discontinuités et des bavures; ils sont aussi moins nombreux (pour les tuyaux de ciment, un par mètre). Dans ces conditions Scimemi considère qu'on a largement le droit d'étendre à l'Eternit les coefficients relatifs aux tuyaux de ciment pour ce qui concerne les pertes de charge par frottement.

Aussi peut-on raisonnablement étendre aux conduites en service les résultats obtenus pour des tuyaux d'Eternit neufs en multipliant par 1,25 les valeurs du coefficient  $\gamma$  trouvées pour les tuyaux neufs. C'est ainsi qu'on a procédé pour dresser la table suivante dans laquelle les valeurs de la perte unitaire de charge par frottement ont été obtenues en appliquant la formule de Bazin. On a pris  $\gamma = 0,1$  pour les vitesses d'eau de 50 cm., 55 cm. et 60 cm. par seconde,  $\gamma = 0,085$  pour  $v = 0,65, 0,70, \gamma = 0,075$  pour les vitesses égales et supérieures à 80 cm<sup>3</sup>.

Dans la table on a considéré tous les diamètres intérieurs qu'on fabrique actuellement et toutes les vitesses comprises entre 50 cm. et 2<sup>m</sup>50 par seconde et variant de 5 en 5 centimètres. Pour un cas particulier non compris dans la table, on peut rechercher la valeur de  $i$ , en appliquant la formule de Bazin et en y introduisant pour  $\gamma$  la valeur correspondant à la vitesse de l'eau.

## 2. Application de la formule de Bazin aux tuyaux « Eternit ».

Tables des pertes de charge dues aux résistances de frottement dans les conduites en « Eternit ».

FORMULE DE BAZIN :

$$i = \frac{v^2}{r c^2}$$

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{r}}}$$

$$r = \frac{d}{4}$$

- $i$  perte unitaire de charge en mètres par km. ou en mm. par mètre.  
 $v$  vitesse de l'eau en mètres par seconde.  
 $r$  rayon moyen de la section en mètres.  
 $\gamma$  coefficients de Scimemi.

1. Nous devons faire remarquer que, dans cette même formule Bazin, la valeur de  $\gamma$  généralement admise pour les canalisations métalliques est de 0,16.

Il en ressort, à l'avantage du tuyau Eternit, un accroissement du débit qui peut aller jusqu'à 25 % pour les petits et moyens diamètres.

## A. Diamètres 50 à 250.

## TABLES DE BAZIN

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE									
		0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
50	* i	9,47	11,46	13,64	13,81	16,02	18,39	18,82	21,24	23,81	26,53
	*Q	0,98	1,08	1,18	1,27	1,37	1,47	1,57	1,67	1,77	1,86
60	i	7,25	8,77	10,44	10,65	12,35	14,71	14,59	16,47	18,47	20,58
	Q	1,41	1,55	1,70	1,84	1,98	2,12	2,26	2,40	2,54	2,69
80	i	4,80	5,81	6,91	7,14	8,28	9,50	9,86	11,13	12,47	13,90
	Q	2,51	2,76	3,01	3,27	3,52	3,77	4,02	4,27	4,52	4,77
100	i	3,50	4,23	5,04	5,24	6,07	6,97	7,30	8,24	9,23	10,29
	Q	3,92	4,32	4,71	5,10	5,50	5,89	6,28	6,67	7,07	7,46
125	i	2,70	3,27	3,89	4,05	4,70	5,40	5,70	6,43	7,21	8,03
	Q	6,13	6,75	7,36	7,98	8,59	9,20	9,82	10,43	11,04	11,66
150	i	2,02	2,45	2,92	3,03	3,58	4,10	4,35	4,91	5,51	6,14
	Q	8,83	9,72	10,60	11,48	12,37	13,25	14,14	15,02	15,90	16,79
175	i	1,65	2,00	2,38	2,53	2,94	3,37	3,52	3,97	4,45	4,96
	Q	12,02	13,23	14,43	15,63	16,84	18,04	19,24	20,44	21,65	22,85
200	i	1,37	1,66	1,98	2,11	2,45	2,81	3,00	3,39	3,81	4,24
	Q	15,70	17,28	18,85	20,42	21,99	23,56	25,13	26,70	28,27	29,84
225	i	1,17	1,42	1,69	1,82	2,11	2,42	2,60	2,94	3,30	3,67
	Q	19,88	21,87	23,85	25,84	27,83	29,82	31,81	33,80	35,78	37,77
250	i	1,02	1,24	1,48	1,60	1,86	2,14	2,28	2,58	2,89	3,22
	Q	24,54	27,00	29,45	31,90	34,36	36,81	39,27	41,72	44,18	46,63

\* i = perte unitaire de charge en mètres par km. ou en mm. par mètre.

POUR TUYAUX « ETERNIT »

A. Diamètres 50 à 250.

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE									
		1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45
50	*i	29,40	32,41	35,57	38,88	42,34	45,94	49,68	53,58	57,62	61,81
	*Q	1,96	2,06	2,16	2,26	2,36	2,45	2,55	2,65	2,75	2,85
60	i	22,80	25,14	27,59	30,15	32,83	35,62	38,53	41,55	44,69	47,94
	Q	2,83	2,97	3,11	3,25	3,39	3,53	3,68	3,82	3,96	4,10
80	i	15,40	16,98	18,63	20,37	22,18	24,06	26,00	28,07	30,18	32,38
	Q	5,03	5,28	5,53	5,78	6,03	6,28	6,53	6,78	7,04	7,29
100	i	11,40	12,57	13,79	15,08	16,42	17,81	19,27	20,78	22,34	23,97
	Q	7,85	8,25	8,64	9,03	9,42	9,82	10,21	10,60	11,00	11,39
125	i	8,90	9,81	10,77	11,77	12,82	13,91	15,04	16,22	17,44	18,71
	Q	12,27	12,88	13,50	14,11	14,73	15,34	15,95	16,57	17,18	17,79
150	i	6,80	7,50	8,23	8,99	9,79	10,62	11,49	12,39	13,33	14,30
	Q	17,67	18,55	19,44	20,32	21,20	22,09	22,97	23,86	24,74	25,62
175	i	5,50	6,06	6,65	7,27	7,92	8,59	9,29	10,02	10,78	11,56
	Q	24,05	25,25	26,46	27,66	28,86	30,07	31,27	32,47	33,67	34,88
200	i	4,70	5,18	5,69	6,21	6,77	7,34	7,94	8,56	9,21	9,88
	Q	31,41	32,99	34,56	36,13	37,70	39,27	40,84	42,41	43,98	45,55
225	i	4,07	4,49	4,92	5,38	5,86	6,36	6,88	7,42	7,98	8,56
	Q	39,76	41,75	43,74	45,72	47,71	49,70	51,69	53,68	55,66	57,65
250	i	3,57	3,93	4,32	4,72	5,14	5,58	6,03	6,51	7,00	7,51
	Q	49,09	51,54	54,00	56,45	58,90	61,36	63,81	66,27	68,72	71,18

\* Q = débit en litres par seconde.

## A. Diamètres 50 à 250 (suite).

## TABLES DE BAZIN

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE									
		1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95
50	* i	66.15	70.63	75.26	80.04	84.96	90.04	95.25	100.62	106.13	111.79
	* Q	2.95	3.04	3.14	3.24	3.34	3.44	3.54	3.63	3.73	3.83
60	i	51.30	54.78	58.37	62.07	65.89	69.82	73.87	78.03	82.31	86.70
	Q	4.24	4.38	4.52	4.66	4.81	4.95	5.00	5.23	5.37	5.51
80	i	34.65	37.00	39.42	41.93	44.51	47.16	49.90	52.71	55.59	58.56
	Q	7.54	7.79	8.04	8.29	8.54	8.80	9.05	9.30	9.55	9.80
100	i	25.65	27.39	29.18	31.04	32.95	34.91	36.93	39.02	41.15	43.35
	Q	11.78	12.17	12.57	12.96	13.35	13.74	14.14	14.53	14.92	15.31
125	i	20.20	21.38	22.78	24.23	25.72	27.26	28.84	30.46	32.13	33.84
	Q	18.41	19.02	19.63	20.25	20.86	21.47	22.09	22.70	23.32	23.93
150	i	15.30	16.34	17.41	18.51	19.65	20.82	22.03	23.27	24.55	25.86
	Q	26.50	27.39	28.27	29.16	30.04	30.92	31.81	32.69	33.57	34.46
175	i	12.37	13.21	14.08	14.97	15.89	16.84	17.82	18.82	19.85	20.91
	Q	36.08	37.28	38.48	39.69	40.89	42.09	43.29	44.50	45.70	46.90
200	i	10.57	11.29	12.03	12.79	13.58	14.39	15.23	16.08	16.97	17.87
	Q	47.12	48.69	50.26	51.84	53.41	54.98	56.55	58.12	59.69	61.26
225	i	9.16	9.78	10.42	11.08	11.76	12.46	13.19	13.93	14.69	15.48
	Q	59.64	61.63	63.62	65.60	67.59	69.58	71.57	73.56	75.54	77.53
250	i	8.03	8.58	9.14	9.72	10.32	10.93	11.57	12.22	12.89	18.57
	Q	73.63	76.08	78.54	80.99	83.45	85.90	88.36	90.81	93.27	95.72

\* i = perte unitaire de charge en mètres par km. ou en mm. par mètre.



POUR TUYAUX « ETERNIT »

A. Diamètres 50 à 250.

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE										
		2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50
50	*i	117,60	123,55	129,65	135,90	142,30	148,84	155,52	162,36	169,34	176,47	183,75
	*Q	3,93	4,03	4,13	4,22	4,32	4,42	4,52	4,62	4,72	4,81	4,91
60	i	91,20	95,82	100,55	105,39	110,35	115,42	120,61	125,91	131,33	136,86	142,50
	Q	5,65	5,80	5,91	6,08	6,22	6,36	6,50	6,64	6,78	6,93	7,07
80	i	61,60	64,72	67,91	71,18	74,54	77,96	81,47	85,05	88,70	92,44	96,25
	Q	10,05	10,30	10,55	10,81	11,06	11,31	11,56	11,81	12,06	12,31	12,57
100	i	45,60	47,91	50,27	52,70	55,18	57,71	60,30	62,95	65,66	68,43	71,25
	Q	15,71	16,10	16,49	16,89	17,28	17,67	18,06	18,46	18,85	19,24	19,63
125	i	35,60	37,40	39,25	41,14	43,08	45,06	47,08	49,15	51,26	53,42	55,62
	Q	24,54	25,16	25,77	26,38	27,00	27,61	28,22	28,84	29,45	30,07	30,63
150	i	27,20	28,58	29,99	31,43	32,91	34,42	35,97	37,55	39,17	40,82	42,50
	Q	35,34	36,23	37,11	37,99	38,88	39,76	40,64	41,53	42,51	43,29	44,18
175	i	22,00	23,11	24,25	25,42	26,62	27,84	29,09	30,37	31,68	33,01	34,37
	Q	48,10	49,31	50,51	51,71	52,92	54,12	55,32	56,52	57,73	58,93	60,13
200	i	18,80	19,75	20,73	21,72	22,75	23,79	24,86	25,95	27,07	28,21	29,37
	Q	62,83	64,40	65,97	67,54	69,11	70,68	72,26	73,83	75,40	76,97	78,54
225	i	16,28	17,10	17,95	18,81	19,70	20,60	21,53	22,48	23,44	24,43	25,44
	Q	79,52	81,51	83,50	85,48	87,47	89,46	91,45	93,44	95,42	97,41	99,40
250	i	14,28	15,00	15,74	16,50	17,28	18,07	18,88	19,71	20,56	21,43	22,31
	Q	98,17	100,63	103,08	105,54	107,99	110,45	112,90	115,35	117,81	120,26	122,72

\* Q = débit en litres par seconde.

## B. Diamètres 275 à 1000.

## TABLES DE BAZIN

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE									
		0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
275	*i	0.91	1.11	1.32	1.42	1.65	1.89	2.03	2.29	2.57	2.86
	*Q	29.69	32.67	35.64	38.61	41.58	44.55	47.52	50.49	53.46	56.42
300	i	0.82	0.99	1.18	1.28	1.48	1.70	1.82	2.06	2.31	2.57
	Q	35.34	38.88	42.41	45.94	49.48	53.01	56.55	60.08	63.62	67.15
350	i	0.67	0.81	0.97	1.06	1.22	1.40	1.52	1.71	1.92	2.14
	Q	48.10	52.92	57.73	62.54	67.35	72.16	76.97	81.78	86.59	91.40
400	i	0.57	0.69	0.82	0.90	1.04	1.20	1.29	1.46	1.64	1.82
	Q	62.83	69.11	75.40	81.68	87.96	94.25	100.53	106.81	113.10	119.38
450	i	0.49	0.60	0.71	0.78	0.90	1.03	1.12	1.26	1.42	1.58
	Q	79.52	87.47	95.42	103.38	111.33	119.28	127.23	135.19	143.14	151.09
500	i	0.43	0.53	0.63	0.68	0.79	0.91	0.99	1.12	1.25	1.40
	Q	98.17	107.99	117.81	127.63	137.44	147.26	157.08	166.90	176.71	186.53
600	i	0.35	0.42	0.50	0.55	0.64	0.74	0.80	0.90	1.01	1.13
	Q	141.37	155.51	169.64	183.78	197.92	212.06	226.19	240.33	254.47	268.60
700	i	0.29	0.35	0.42	0.46	0.53	0.61	0.67	0.76	0.85	0.95
	Q	192.42	211.66	230.91	250.15	269.39	288.63	307.88	327.12	346.36	365.60
800	i	0.25	0.30	0.35	0.39	0.46	0.52	0.58	0.65	0.73	0.81
	Q	251.32	276.46	301.59	326.72	351.86	376.99	402.12	427.26	452.39	477.52
900	i	0.21	0.26	0.31	0.34	0.40	0.46	0.50	0.57	0.64	0.71
	Q	318.08	349.89	381.70	413.51	445.32	477.13	508.94	540.75	572.55	604.36
1000	i	0.19	0.23	0.27	0.30	0.35	0.41	0.45	0.50	0.56	0.63
	Q	392.70	431.97	471.24	510.51	549.78	589.05	628.32	667.59	706.86	746.13

\* i = perte unitaire de charge en mètres par km, ou en mm, par mètre.

POUR TUYAUX « ETERNIT »

B. Diamètres 275 à 1000.

Diamètres intérieurs en mm.	VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE										
	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	
275	*i	3.17	3.49	3.83	4.19	4.56	4.95	5.36	5.78	6.21	6.66
	*Q	59.39	62.36	65.33	68.30	71.27	74.24	77.21	80.18	83.15	86.12
300	i	2.85	3.14	3.45	3.77	4.10	4.45	4.82	5.19	5.59	5.99
	Q	70.68	74.02	77.75	81.29	84.82	88.36	91.89	95.42	98.96	102.49
350	i	2.37	2.61	2.87	3.13	3.41	3.70	4.00	4.32	4.64	4.98
	Q	96.21	101.02	105.83	110.64	115.45	120.26	125.07	129.88	134.69	139.51
400	i	2.02	2.23	2.44	2.67	2.91	3.16	3.41	3.68	3.96	4.25
	Q	125.66	131.95	138.23	144.51	150.80	157.08	163.36	169.65	175.93	182.21
450	i	1.75	1.93	2.12	2.31	2.52	2.73	2.96	3.19	3.43	3.68
	Q	159.04	166.99	174.95	182.90	190.85	198.80	206.75	214.71	222.66	230.61
500	i	1.55	1.71	1.87	2.05	2.23	2.42	2.62	2.82	3.04	3.26
	Q	196.35	206.17	215.98	225.80	235.62	245.44	255.25	265.07	274.89	284.71
600	i	1.25	1.38	1.51	1.65	1.80	1.95	2.11	2.28	2.45	2.68
	Q	282.74	296.88	311.02	325.15	339.29	353.43	367.56	381.70	395.84	409.98
700	i	1.05	1.16	1.27	1.39	1.51	1.64	1.77	1.91	2.06	2.21
	Q	384.84	404.09	423.33	442.57	461.81	481.06	500.30	519.54	538.78	558.02
800	i	0.90	0.99	1.09	1.19	1.30	1.41	1.52	1.64	1.76	1.89
	Q	502.65	527.79	552.92	578.05	603.19	628.32	653.45	678.58	703.71	728.85
900	i	0.79	0.87	0.95	1.04	1.13	1.23	1.33	1.43	1.54	1.65
	Q	636.17	667.98	699.79	731.60	763.41	795.22	827.02	858.83	890.64	922.45
1000	i	0.70	0.77	0.84	0.92	1.00	1.09	1.18	1.27	1.37	1.47
	Q	785.40	824.67	863.94	903.21	942.47	981.74	1021.0	1060.3	1099.5	1138.8

\* Q = débit en litres par seconde.

## B. Diamètres 275 à 1000 (suite).

## TABLES DE BAZIN

Diamètres intérieurs en mm.		VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE									
		1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95
		275	*i	7.13	7.61	8.11	8.63	9.16	9.71	10.27	10.85
	*Q	89.09	92.06	95.00	98.00	100.97	103.94	106.91	109.88	112.85	115.82
300	i	6.41	6.85	7.30	7.76	8.24	8.73	9.23	9.75	10.29	10.84
	Q	106.03	109.56	113.10	116.63	120.16	123.70	127.23	130.77	134.30	137.84
350	i	5.88	5.69	6.07	6.45	6.85	7.26	7.68	8.11	8.55	9.01
	Q	144.32	149.13	153.94	158.75	163.56	168.37	173.18	177.99	182.80	187.61
400	i	4.54	4.85	5.17	5.50	5.84	6.19	6.54	6.91	7.29	7.68
	Q	188.50	194.78	201.06	207.34	213.63	219.91	226.19	232.48	238.76	245.04
450	i	3.94	4.20	4.48	4.76	5.06	5.36	5.67	5.99	6.32	6.65
	Q	238.56	246.52	254.47	262.42	270.37	278.32	286.28	294.23	302.18	310.13
500	i	3.49	3.72	3.97	4.22	4.48	4.75	5.02	5.30	5.59	5.89
	Q	294.52	304.34	314.16	323.98	333.79	343.61	353.43	363.25	373.06	382.88
600	i	2.81	3.00	3.20	3.40	3.61	3.83	4.05	4.28	4.51	4.75
	Q	424.11	438.25	452.39	466.52	480.66	494.80	508.94	523.07	537.21	551.35
700	i	2.36	2.52	2.69	2.86	3.03	3.21	3.40	3.59	3.79	3.99
	Q	577.27	596.51	615.75	631.99	654.24	673.48	692.72	711.96	731.20	750.45
800	i	2.02	2.16	2.30	2.45	2.60	2.76	2.92	3.08	3.25	3.42
	Q	753.98	779.11	804.25	829.38	854.51	879.65	904.78	929.91	955.04	960.18
900	i	1.77	1.89	2.01	2.14	2.27	2.41	2.55	2.69	2.84	2.99
	Q	954.26	986.07	1017.9	1049.7	1081.5	1113.3	1145.1	1176.9	1208.7	1240.5
1000	i	1.57	1.68	1.79	1.90	2.02	2.14	2.26	2.39	2.52	2.65
	Q	1178.1	1217.4	1256.6	1295.9	1335.2	1374.4	1413.7	1453.0	1492.2	1531.5

\* i = perte unitaire de charge en mètres par km, ou en mm. par mètre.

POUR TUYAUX « ETERNIT »

B. Diamètres 275 à 1000.

Diamètres intérieurs en mm.	VITESSE DE L'EAU EN MÈTRES PAR SECONDE											
	2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	2.40	2.45	2.50	
275	* i	12,88	13,32	13,98	14,65	15,34	16,05	16,77	17,51	18,26	19,03	19,81
	* Q	118,79	121,76	123,73	124,70	130,67	133,64	136,61	139,58	142,55	145,52	147,49
300	i	11,40	11,98	12,57	13,17	13,79	14,43	15,08	15,74	16,42	17,11	17,81
	Q	141,37	144,90	148,44	151,97	155,50	159,04	162,58	166,11	169,64	173,18	176,71
350	i	9,48	9,96	10,45	10,95	11,47	12,00	12,54	13,09	13,65	14,22	14,81
	Q	192,42	197,23	202,04	206,85	211,66	216,47	221,28	226,10	230,91	235,72	240,53
400	i	8,08	8,49	8,91	9,34	9,78	10,23	10,68	11,15	11,63	12,12	12,62
	Q	251,33	257,61	263,89	270,18	276,46	282,74	289,03	295,31	301,59	307,88	314,16
450	i	7,00	7,35	7,72	8,09	8,47	8,86	9,26	9,66	10,08	10,50	10,84
	Q	318,09	326,04	333,99	341,94	349,89	357,85	365,80	373,75	381,70	389,65	397,61
500	i	6,20	6,51	6,83	7,16	7,50	7,85	8,20	8,56	8,93	9,30	9,69
	Q	392,70	402,52	412,33	422,15	431,97	441,79	451,60	461,42	471,24	481,06	490,87
600	i	5,00	5,25	5,51	5,78	6,05	6,33	6,61	6,90	7,20	7,50	7,81
	Q	565,49	579,62	593,76	607,90	622,03	636,17	650,31	664,45	678,58	692,72	706,86
700	i	4,20	4,41	4,63	4,85	5,08	5,31	5,55	5,80	6,05	6,30	6,56
	Q	769,69	788,93	808,17	827,42	846,66	865,90	885,14	904,38	923,63	942,87	962,11
800	i	3,60	3,78	3,97	4,16	4,36	4,56	4,76	4,97	5,18	5,40	5,62
	Q	1005,3	1030,4	1055,6	1080,7	1105,8	1131,0	1156,1	1181,2	1206,4	1231,5	1256,6
900	i	3,15	3,31	3,47	3,64	3,81	3,98	4,16	4,35	4,53	4,72	4,92
	Q	1272,3	1304,1	1336,0	1367,8	1399,6	1431,4	1463,2	1495,0	1526,8	1558,6	1590,4
1000	i	2,79	2,93	3,08	3,23	3,38	3,53	3,69	3,85	4,02	4,19	4,36
	Q	1570,8	1610,0	1649,3	1688,6	1727,9	1767,1	1806,4	1845,7	1884,9	1924,2	1963,5

\* Q = débit en litres par seconde

### 3. Considération sur l'emploi des tables de Darcy pour tuyaux « Eternit ».

Au commencement du présent chapitre, il a été présenté trois formules (Darcy, Flamant et Bazin) exprimant, chacune suivant une conception différente, le phénomène de la perte de charge.

Nous avons vu ensuite que celle de Bazin a été particulièrement retenue pour les tuyaux Eternit en raison de la constance de son coefficient. Certaines administrations lui préférèrent celle de Darcy.

Or, elle n'a pas encore été convertie à l'usage des tuyaux Eternit en tables analogues à celles des pages 32 à 39 de la présente brochure ; ce travail est en cours.

Toutefois, au moyen des deux coefficients de réduction décrits ci-dessus, on peut, en partant des tables de Darcy applicables aux tuyaux métalliques mentionnées dans tous les formulaires techniques, opérer pour chaque cas d'espèce une conversion qui les rend applicables aux tuyaux Eternit.

$d$  — représentant la valeur en mètres du diamètre intérieur, l'on calcule les expressions suivantes :

$$b_1 \text{ Eternit} = 0,0004 + \frac{0,000012}{d}$$

$$b_1 \text{ Métal} = 0,0005,07 + \frac{0,00001294}{d}$$

Une fois obtenue la valeur de ces deux expressions, on établit leur rapport et on le multiplie par un second coefficient variable suivant le diamètre de la conduite :

0,625 pour diamètre compris entre 0<sup>m</sup>05 et 0<sup>m</sup>40

0,50 — — — — — 0<sup>m</sup>45 et 1<sup>m</sup>00

On n'a plus alors qu'à effectuer le produit du nombre trouvé dans les tables de Darcy par le résultat définitif des deux opérations précédentes et on aura la perte de charge dans les tuyaux Eternit du même diamètre que les tuyaux métalliques envisagés et pour une vitesse égale de liquide.

*Exemple :* Supposons que l'on veuille établir la perte de charge par frottement dans un tuyau Eternit de 200 mm. de diamètre dans lequel la vitesse de l'eau soit de 2 mètres.

L'on aura :

$$b_1 \text{ Eternit} = 0,0004 + \frac{0,000012}{0,2} = 0,00046$$

$$b_1 \text{ Métal} = 0,000507 + \frac{0,00001294}{0,2} = 0,0005717$$

$$\frac{b_1 \text{ Eternit}}{b_1 \text{ Métal}} = \frac{0,00046}{0,0005717} = 0,804 \text{ et en multipliant par le coefficient}$$

$$\text{de réduction} = 0,804 \times 0,625 = 0,5025.$$

La table de Darcy pour les tuyaux en métal indique que la perte de charge par mètre linéaire de conduite de diamètre 200 mm. et pour une vitesse d'eau de 2 mètres à la seconde ( $Q = 62,83$  litres à la seconde) est de  $45 \text{ m/m}$ . 74 ; pour une conduite en Éternit, elle sera de :

$$45,74 \times 0,5025 = 22 \text{ m/m } 98,$$

#### 4. Exemples d'emploi des tables.

1. — Supposons qu'au point B existe une source qui, d'après les mesures effectuées, se trouve avoir un débit continu et constant de 9 litres par seconde (fig. 21). On veut faire en sorte que l'eau parvienne au point A sous une pression de 20 mètres.



Fig. 21.

La côte de la source est de 363 mètres et celle du fond de 291 mètres ; la longueur de la conduite de A à B est de 3.500 mètres. Pour calculer le diamètre de tuyau qu'il faut employer, on doit observer tout d'abord que la différence de niveau entre A et B est de 72 mètres, ce qui représente la pression totale disponible. Comme il faut encore 20 mètres de charge à l'arrivée en A, la charge disponible pour les résistances de frottement est donc en tout de 52 mètres et en divisant par 3.500 on a comme charge disponible par mètre de tuyau,  $i = 15 \text{ mm}$ . On cherche alors dans la table quel diamètre de tuyau Éternit satisfait à la double condition d'avoir un débit de  $Q = 9$  litres par seconde et une perte de charge  $i = 15 \text{ mm}$ . Ce diamètre est de 100 mm. ( $Q = 9,03$  ;  $i = 15,08$ ) et c'est donc celui qu'il faudra adopter pour l'installation projetée.

2. — Un autre cas pouvant se présenter est le suivant, analogue à celui que nous venons d'examiner, mais dans lequel, au lieu d'avoir une source de débit limité et stable, on a un dépôt, un réservoir ou un lac correspondant à un débit d'alimentation pratiquement illimité ; en conservant les mêmes données que dans l'exemple précédent, et en supposant qu'on ait construit une conduite de 100 mm. de diamètre avec évacuation libre à son extrémité basse, c'est-à-dire sans pression

résiduelle, nous pouvons par la table voir quel sera le débit. Dans ce cas, la charge disponible pour les pertes continues de frottement est de 72 mètres, ce qui fait  $20 \frac{m}{m}$ . 6 par mètre de conduite ; dans la table sur l'horizontale de diamètre de  $100 \frac{m}{m}$ , on trouve que pour  $i = 20,78$ ,  $Q$  est égal à 10,6 litres, ce qui est le débit cherché.

Dans les calculs que nous venons de faire, nous avons négligé les pertes de charge dues aux résistances accidentelles telles que rétrécissements et élargissements des sections, coudes, courbes : en général leur valeur est négligeable par rapport à la valeur des pertes continues par frottement.

3. — Supposons que d'un point A situé à la côte 172 on veuille élever l'eau d'un puits au moyen d'une pompe jusqu'à la localité B située à la côte 250 et distante de A de 4.350 mètres sur le terrain (fig. 22). On déter-

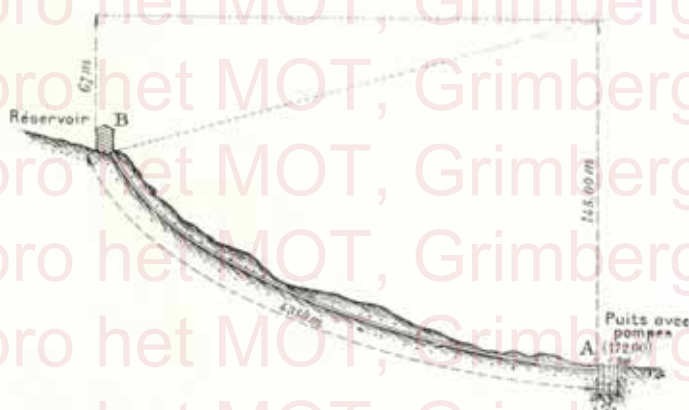


Fig. 22.

minera avant tout la quantité d'eau nécessaire et par conséquent le débit ; si par exemple en B il y a un réservoir de  $100 \text{ m}^3$  devant être rempli en six heures, le débit de la conduite et par conséquent de la

pompe devra être de  $\frac{100.000}{3.600 \times 6} = 4,6$  litres par seconde ou en arron-

dissant 5 litres par seconde ; il faut encore trouver le diamètre intérieur de la conduite, la force d'élevation de la pompe et la puissance du moteur qui actionne la pompe. Pour éviter que l'eau ait dans la conduite une vitesse excessive, ce qui pourrait occasionner des inconvénients tels que des coups de béliers ou autres élévations de pression, on peut fixer la valeur de la vitesse de l'eau à un mètre par seconde ce qui est une valeur moyenne. En parcourant dans la table la ligne verticale de la vitesse d'un mètre, on trouve que pour  $Q = 5,03$  le diamètre est de 80 mm. et la perte de charge unitaire de  $15,4 \frac{m}{m}$ . par mètre. En multipliant  $15,4$  par  $4,350$  on obtient la perte de charge totale 67 mètres laquelle additionnée à la différence de niveau qu'il faut vaincre (différence des cotes égales à 78 mètres) et à la hauteur d'aspiration dans le puits (5 mètres par exemple), nous donne 150 mètres pour la valeur de la force d'élevation que doit avoir la pompe. De cette



manière seront déterminés tous les éléments nécessaires, c'est-à-dire : débit, vitesse de l'eau, diamètre intérieur de la conduite, force d'élévation de la pompe ; il est donc possible de calculer aussi la puissance du moteur.

Si, dans ce même cas, on voulait par économie employer une conduite d'un diamètre moindre, mais ayant le même débit, on trouverait dans la table que pour un diamètre de 70 mm. (vitesse d'eau de 1<sup>m</sup>30 par seconde) il y a une perte de charge  $i = 31,26 \text{ m/m.}$  par mètre ce qui fait 136 mètres pour 4.350 mètres ; la force d'élévation totale de la pompe devrait par conséquent être de 219 mètres et l'économie qu'on pourrait réaliser sur les tubes devrait être compensée par une augmentation de puissance de l'installation d'élévation.

Si, au contraire, on disposait d'une pompe ayant une force d'élévation de 110 mètres seulement, on devrait employer une conduite de 100 mm. de diamètre ce qui correspondrait à une perte totale de 23 mètres environ (vitesse d'eau de 0<sup>m</sup>65 par seconde).

Il est possible en somme d'étudier quelle est la solution la plus économique ou la mieux en rapport avec les installations déjà existantes et de voir rapidement quelles sont les différentes solutions qu'on peut donner à un même problème.



Épreuve à l'usine d'un tuyau « ETERNIT » de 1 mètre de diamètre.

VI. QUELQUES APPLICATIONS  
DES TUYAUX « ETERNIT » EN BELGIQUE  
ET A L'ÉTRANGER



Fig. 23. — Conduites nourrices des Sprinklers, de 100 mm. de diamètre des filtres à sable non submergé de la Ville d'Ypres.



Fig. 24. — Conduite de refoulement des égouts de la Ville de Knoeke, en tuyaux « ÉTERNIT » de 400 mm. de diamètre intérieur.



Fig. 25 — Conduite de batterie de bélier pour la commune de Grez-Doiceau.



Fig. 26. — Conduites de gaz (6 km.) en tuyaux « ETERNIT » de 100 mm. aux Usines à gaz de Lessines.



Fig. 27. — Conduites de gaz (6 km.) en tuyaux « ETERNIT » de 100 mm. aux Usines à gaz de Lessines.

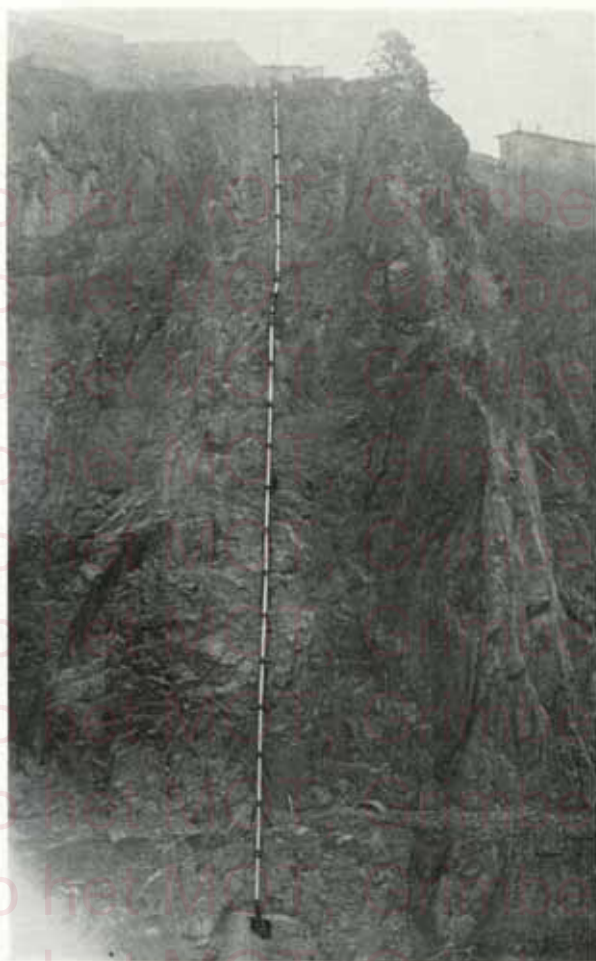


Fig. 28. — Colonne d'exhaure de 84 mètres de hauteur, en tuyaux « ETERNIT » de 250 mm. de diamètre intérieur, éprouvés à 20 atmosphères, pour la S. A. des Carrières Unies de Porphyre, siège Lenoir Frères, à Lessines.



Fig. 29. — Colonne d'exhaure de 84 mètres de hauteur, en tuyaux « ETERNIT » de 250 mm. de diamètre intérieur, éprouvés à 20 atmosphères, pour la S. A. des Carrières Unies de Porphyre, siège Lenoir Frères, à Lessines.



Fig. 30. — Conduite de 225 mm. de diamètre à l'Usine de Produits Chimiques de Tessenderloo.



Fig. 31. — Conduite de 300 mm. de diamètre pour transport de cendres aux Charbonnages d'Hensies-Pommerœul.





Fig. 32.— Manutention de tuyaux « ETERNIT » diamètre 100 mm.,  
longueur 3 mètres.



Fig. 33. — Transport de tuyaux « ETERNIT » de diamètre  
800 millimètres.



Fig. 34.  
Pose d'une canalisation  
en « ETERNIT » à Etampes.  
Diamètre 150 mm.,  
pression d'exercice  
5 atmosphères.



Fig. 35.  
Pose d'une canalisation  
en « ETERNIT » à Étampes.  
Diamètre 150 mm.,  
pression d'exercice  
5 atmosphères.



Fig. 36. — Canalisation en  
"ETERNIT" à l'école militaire  
de Fontainebleau. Diamètre  
100 mm., pression de régime  
4 atmosphères.



Fig. 37.  
Conduite en « ETERNIT »  
à la Ville de Tours.  
Diamètre 150 mm.,  
pression d'exercice  
5 atmosphères.



Fig. 38  
Conduite d'eau  
de mer pour la  
Ville de Gênes.  
Diam. 250 mm.,  
pression d'essai  
20 atmosphères.



Fig. 39. — Installation hydroélectrique à Zollezzi (Vallée du Penna).  
Diamètre 350 mm., pression d'essai 5 atmosphères.



Fig. 40. — Pose de tuyaux « ETERNIT » pour l'alimentation du  
Château de la Falaise (près Mantes). Diamètres 50 et 100 mm.,  
pression d'exercice 5 atmosphères.



Fig. 41. — Conduite d'eau pour la Commune de Montreale (Udine)  
placée sous le pont de Ravedis.  
Diamètre 175 mm., pression d'essai 10 atmosphères.



Fig. 42. — Tuyaux « ETERNIT » en Égypte. Transport de tuyaux.

## VII. QUELQUES RÉFÉRENCES SUR LES TUYAUX « ÉTERNIT »

### A. — Références italiennes.

Nom et adresse	Diamètre en mm	Longueur en m.
<b>ANNÉE 1916.</b>		
Aqueduc de Pugliese . . . . .	300	2.000,00
Idem. . . . .	200	2.000,00
<b>ANNÉE 1919.</b>		
Chemin de fer de l'État. . . . .	175	2.100,00
<b>ANNÉE 1920.</b>		
Société pour la distribution d'eau potable de Turin . . . . .	300	1.000,00
Chemins de fer italiens . . . . .	50/450	45.542,00
<b>ANNÉE 1921.</b>		
A. Candida, Ing., Alexandrie . . . . .	400/100	1.600,00
Commune de Casale Monferrato . . . . .	100	1.600,00
<b>ANNÉE 1922.</b>		
Société pour distribution d'eau potable, Turin	350/375	12.700,00
Gênes, conduite d'eau de mer . . . . .	250	2.000,00
Idem. . . . .	250	2.000,00
Conduites, Ville de Rome . . . . .	125/175	9.600,00
Station thermale de Montecatini . . . . .	50/150	3.400,00
<b>ANNÉE 1923.</b>		
Aqueduc de Sestri-Levanti . . . . .	200/50	6.200,00
Gênes, conduite d'eau de mer . . . . .	70/200	5.250,00
<b>ANNÉE 1924.</b>		
Gênes, conduite d'eau de mer . . . . .	50/125	5.734,00
Station thermale de Montecatini . . . . .	50/90	1.200,00
<b>ANNÉE 1925.</b>		
Société pour distribution eau potable, Turin.	600/800	2.900,00
Idem. . . . .	650/800	3.200,00
Station thermale de Montecatini . . . . .	90	500,00
Idem. . . . .	50/150	3.860,00
Casale Monferrato, Soie Artificielle . . . . .	60	150,00

## A. — Références italiennes (suite).

Nom et adresse	Diamètre en mm.	Longueur en m.
<b>ANNÉE 1926.</b>		
Société de la Soie Viscose, Turin . . . . .	350/500	2,538,00
Casale Monferrato, Soie Artificielle . . . . .	60/150	193,00
Idem . . . . .	200/400	600,00
Société du Téléphone de Venise . . . . .	100	10,000,00
Idem de Florence . . . . .	100/850	18.681,00
Idem de Milan . . . . .	100	44.750,00
Idem . . . . .	450	4,000,00
<b>ANNÉE 1927.</b>		
Société pour distribution eau potable, Turin . . . . .	350/800	1,160,00
Idem . . . . .	60/250	17,602,00
Idem . . . . .	900	2,560,00
Ministère des Travaux publics, Rome . . . . .	50/75	13,000,00
Idem . . . . .	50/100	5,053,00
Station thermale de Montecatini . . . . .	50	810,00
<b>ANNÉE 1928.</b>		
Ministère des Communications pour l'Aqueduc de Civitavecchia . . . . .	100/300	3,400,00
Société pour distribution eau potable, Turin . . . . .	600	1,000,00
Idem . . . . .	100/150	1,000,00
Idem . . . . .	100	1,000,00
Idem . . . . .	60/150	4,000,00
Ministère des Travaux publics, Rome . . . . .	50/75	25,053,00
<b>ANNÉE 1929.</b>		
Soc. Ital. Acquedotti & Fognatura, Milano (pour l'aqueduc de Rieti) . . . . .	80/200	22,354,00
Société pour distribution eau potable, Turin . . . . .	600	10,400,00
Compagnie Italit de Cuba, La Havane . . . . .	250/400	3,080,00
Soc. Snia Viscosa, Turin . . . . .	400/600	748,00
<b>ANNÉE 1930.</b>		
Ing. Calcavecchia, La Havane (pour le Gouvernement Cubain) . . . . .	1000	1,900,00
Société pour distribution eau potable, Turin . . . . .	100/150	6,000,00
Aqueduc de Chieri, Chieri . . . . .	60/175	15,551,00
Soc. Ital. Industrie Idrauliche, à Rome (Siège de Turin), pour l'aqueduc de Moncalieri . . . . .	70/300	22,560,00



QUELQUES RÉFÉRENCES SUR LES TUYAUX  
« ETERNIT »

B. — Références françaises.

Nom et adresse	Diamètre en mm.	Longueur en m.
ANNÉE 1923.		
M <sup>lle</sup> Cushing, au château de Heriey . . . . .	80	430,00
Société du Gaz de Paris . . . . .	125/400	775,00
M. Roussel-Samourau (S.-&-M.) . . . . .	50	100,00
ANNÉE 1924.		
Golf de Cabourg (Calvados) . . . . .	60	1.230,00
M. Dubar, à Thomery (S.-&-M.) . . . . .	50	590,00
Propriété à l'Isle-Adam . . . . .	50	570,00
Comp. des Salines du Midi, Aigues-Mortes . . . . .	80	600,00
Établissements Chabal, à Paris . . . . .	325	95,00
Marquise de Grammont, à Puisieux (Oise) . . . . .	50	250,00
Ateliers de la Marine à Basse-Indre (L.-I.) . . . . .	325	100,00
Société Éclairage, Chauffage, Force motrice, Paris . . . . .	60/80	1.500,00
Compagnie des Mines de Bruay . . . . .	175	1.100,00
Comp. des Salines du Midi, Aigues-Mortes . . . . .	100	80,00
École militaire de Fontainebleau . . . . .	100	80,00
Le Golf d'Ormesson (Seine-et-Oise) . . . . .	50	1.420,00
Idem . . . . .	60	660,00
Idem . . . . .	80	220,00
Le Golf de Cabourg (Calvados) . . . . .	50	2.100,00
ANNÉE 1925.		
Compagnie des Salines du Midi . . . . .	80	4.000,00
M. Baudet, à Paris . . . . .	100/175	210,00
Compagnie Générale des Eaux de Nice . . . . .	100/150	410,00
Ville de Fontainebleau . . . . .	60	585,00
Comp. des Salines du Midi, à Montpellier . . . . .	50	875,00
Idem . . . . .	80	1.000,00
Idem . . . . .	80	400,00
Le Golf d'Ormesson (Seine-et-Oise) . . . . .	50	1.375,00
Le Golf d'Aix-les-Bains . . . . .	50	1.950,00
Établissements Chabal, à Paris . . . . .	250	100,00
Idem . . . . .	150	60,00
Idem . . . . .	125/150	75,00
Château Ville-au-Bois, Reims . . . . .	80	500,00
ANNÉE 1926.		
Sables d'Or, Les Pins (Côtes-du-Nord) . . . . .	50/100	1.702,00
Dépôt de la Courneuve . . . . .	50/80	1.350,00
Idem . . . . .	50	801,00

B. — Références françaises (suite).

Nom et adresse	Diamètre en mm.	Longueur en m.
Ville de Laval . . . . .	100	500,00
Dépôt de la Courneuve . . . . .	50/80	1,783,00
Le Golf d'Aix-les-Bains . . . . .	50	1,950,00
Idem . . . . .	60/80	891,00
Le Golf de la Baule . . . . .	50/80	1,224,00
Les Sables d'Or, Les Pins (Côtes-du-Nord) . . . . .	50/80	1,783,00
ANNÉE 1927.		
La Baule-les Pins . . . . .	80	750,00
Compagnie Générale des Eaux de Nice . . . . .	100	320,00
Idem . . . . .	100/200	1180,00
Ville de Tours . . . . .	100	100,00
La Baule-Les Pins (Loire-Inférieure) . . . . .	80	450,00
Ville d'Étampes . . . . .	150	680,00
Société du Gaz de Paris . . . . .	200	200,00
Idem . . . . .	175	400,00
Dépôt de la Courneuve . . . . .	50/80	1,002,00
Compagnie Générale des Eaux de Nice . . . . .	150/175	563,00
Comptoir des Mines, r. de Carthage, 9, Tunis . . . . .	80/200	2,253,00
Idem . . . . .	60/125	350,00
. . . . .	50	1,002,00
. . . . .	20	20,00

QUELQUES RÉFÉRENCES SUR LES TUYAUX  
« ETERNIT »

C. — Références belges.

Nom et adresse	Diamètre en mm.	Longueur en m.
ANNÉE 1929.		
Université de Bruxelles, à Bruxelles-Solbosch.	250	120,00
M. Gérard Desclée, propriétaire, à Maredsous	60	162,00
M. J. Lagrange, av. Rogier, 156, à Bruxelles	50	60,00
Idem.	60	210,00
.....	80	81,00
.....	125	680,00
Soc. An. Carrières Unies de Porphyre, rue de Belle-Vue, 64, à Bruxelles	100	275,00
M. Reynaerts, à Grypen-Tirlemont	225	251,30
Service des Eaux de la Ville de Liège, rue Saint-Étienne, 3, à Liège	150	180,00
Soc. An. des Forges de Clabecq, division des fours à coke de Vilvorde, à Vilvorde.	200	190,50
ANNÉE 1930.		
Commune de Saint-Gilles-lez-Termonde	100	232,00
Soc. An. Carrières Unies de Porphyre, rue de Belle-Vue, 64, à Bruxelles	100	320,00
Idem.	250	160,00
Soc. An. Charbonnages d'Hensies-Pomme- rocul, à Hensies	150	300,00
Idem.	300	100,00
Chocolaterie Antoine, rue du Prince Royal, 37, à Ixelles-Bruxelles	100	150,00
M <sup>me</sup> V <sup>e</sup> Van Nieuwenhuysse & Fils, apprêts, Quai de l'Abbaye, à Courtrai	150	368,00
Comp. d'Électricité de la Dendre, à Lessines.	100	5.600,00
Idem.	125	200,00
Ville de Bruxelles, Service de l'Électricité, rue Sainte-Catherine, à Bruxelles	50	426,00
Idem.	70	7,50
.....	75	300,00
Soc. An. des Produits Chimiques de Tessen- derloo, à Tessenlooo	225	4.900,00
Ville de Knocke-sur-Mer, conduite de refou- lement des eaux d'égouts vers la station d'épuration	400	124,00
Commune de Saint-Gilles-lez-Termonde	50	30,00
Idem.	80	114,00
.....	100	320,00
.....	125	184,00
.....	80	180,00

C. — Références belges (suite).

Nom et adresse	Diamètre en mm.	Longueur en m.
Soc. des Produits Chimiques de Tessenderloo, à Tessenderloo . . . . .	150	140,00
Idem. . . . .	225	192,00
Administration des Télégraphes et des Téléphones, Direction des Téléphones, place de la Monnaie, à Bruxelles. Faisceaux.	375	125,00
Tuyaux.	100	880,00
Centrales Électriques des Flandres et du Brabant, société anonyme à Langerbrugge . . . . .	80	102,00
Idem. . . . .	100	192,00
. . . . .	150	80,00
. . . . .	250	108,00
ANNÉE 1931		
Ville d'Ypres. Station de filtration de l'étang de Zillebeke. . . . .	50	168,00
Idem. . . . .	100	163,00
. . . . .	300	104,00
. . . . .	350	16,00
Soc. An. des Ciments de l'Europe Orientale, d'Anvers, pour travaux à Cernavoda (Roumanie). . . . .	125	352,00
Établissements Sohie Frères Hoeylaert . . . . .	50	298,00
Chemin de fer. Gare d'Ostende-Quai . . . . .	300	1.288,00
M. Flagey, avocat à Virelles . . . . .	80	432,00

## VIII. CONCLUSIONS

### AVANTAGES DES TUYAUX « ETERNIT »

1° Alors que les tuyaux métalliques s'oxydent et s'altèrent aussi bien sous l'influence des intempéries que dans le sol, *les tuyaux en ciment et amiante, grâce à leurs composants, résistent dans de meilleures conditions à l'action prolongée des agents atmosphériques et à celle des agents chimiques des terrains.*

2° *Ils sont inattaquables par les courants électriques errants et par conséquent écartent tous dangers résultant des phénomènes électrolytiques.*

3° *L'eau de mer étant sans action sur les tuyaux « Eternit », ils se présentent avec des avantages particuliers pour être employés dans l'assainissement des villes côtières.*

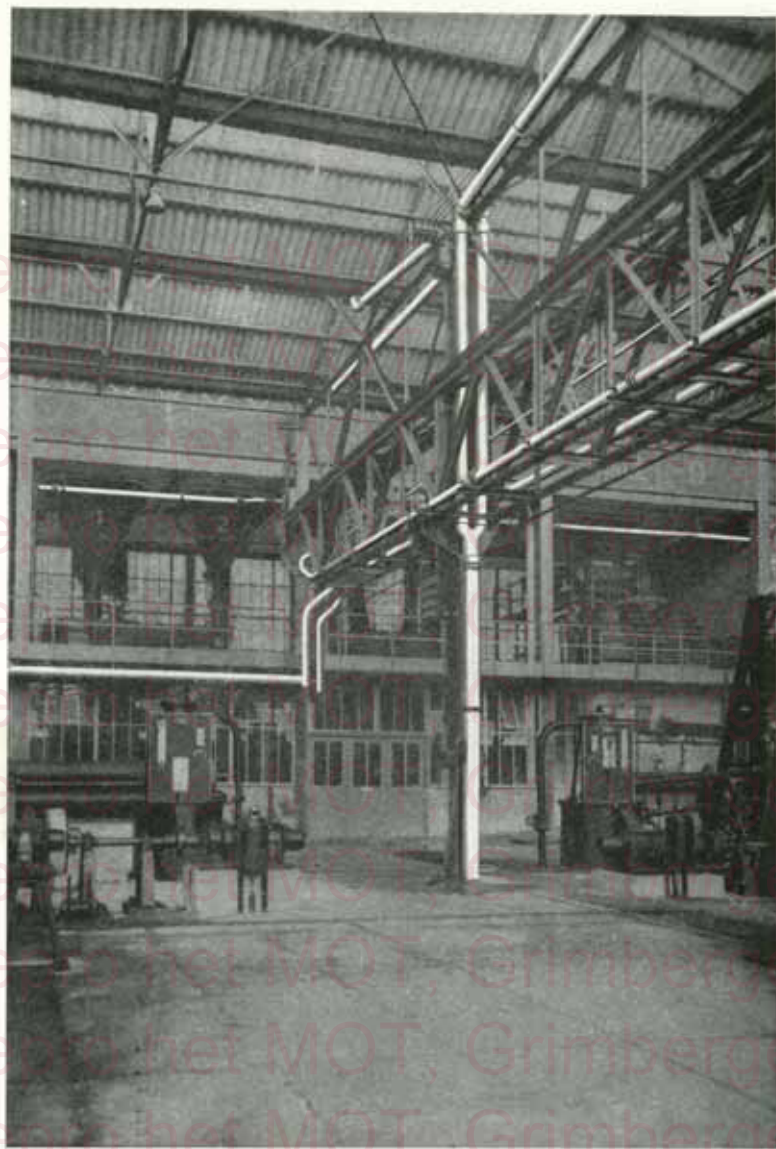
4° *Ils ne sont nullement sujets à la formation de tubercules ferrugineux qui se remarquent souvent sur les conduites métalliques.*

5° *L'intérieur des tuyaux étant très lisse, les dépôts s'y forment difficilement et la réduction afférente de la perte de charge permet dans bon nombre de cas de réduire les sections.*

6° *Grâce à leur procédé de fabrication qui leur donne une structure parfaitement uniforme, ils ne peuvent jamais présenter de défauts, comme pailles, soufflures, etc.*

7° *Leur poids réduit, leur système de joints simples et rapides à monter, permettent de réaliser une économie importante sur les transports, les manutentions et la pose.*

8° *Ils se prêtent beaucoup mieux que les tuyaux métalliques à l'établissement de petites prises et à tout autre travail accessoire en raison de la facilité avec laquelle l'ÉTERNIT peut être scié, percé, tourné et fileté.*



Une application des tuyaux « ETERNIT » dans nos propres Usines.

## IX. AUTRES APPLICATIONS

Les tuyaux « ETERNIT » sont également employés à d'autres usages tels que égouts, descentes d'eaux pluviales ou usées, conduits de fumée, ventilation, etc.

Nous adressons à tout intéressé notre brochure *Tuyaux, type « Bâtiment »*, qui se réfère à cette catégorie d'applications.



1.

2.



3.

1. Conduite d'évacuation des gaz aux laboratoires de l'Université de Bruxelles. — 2. Tuyaux de descente des eaux pluviales. — 3. Cheminées de serres aux Établissements Sohie Frères à Hoeylaert.

## **BROCHURES D'INSTRUCTIONS ÉDITÉES A CE JOUR PAR LA SOCIÉTÉ ANONYME «ETERNIT»**

### **Plaques planes pour revêtements intérieurs et extérieurs, plafonds.**

Cette brochure, éditée en français, flamand, anglais et espagnol, traite des caractéristiques, des différents emplois et du travail de la plaque plane en asbeste-ciment « ETERNIT ».

### **Les différentes couvertures en ardoises « Eternit ».**

Éditée en français, flamand, anglais et espagnol, cette brochure contient toutes instructions utiles pour le placement des ardoises « ETERNIT » dans les différents genres de couvertures pour toitures : couvertures losanges, couvertures horizontales, couvertures rectangulaires. Elle contient ensuite un chapitre sur les revêtements de pignons en ardoises « ETERNIT ».

### **Plaques ondulées pour toitures et revêtements.**

Publiée en français, flamand, anglais et espagnol, traite des avantages et de la pose des plaques ondulées et faitières « ETERNIT ».

### **Tuyaux type « Bâtiment ».**

Éditée en français et flamand, décrit les caractéristiques des tuyaux « ETERNIT » en ciment et amiante comprimés sans soudure, type « Bâtiment ». Ces tuyaux comprennent les tuyaux de descente des eaux pluviales, les conduites d'aérage, les conduites d'évacuation et les tuyaux salubres. Cette brochure comprend, en outre, une étude sur les raccords des tuyaux type « Bâtiment » et les instructions nécessaires pour la pose des différentes pièces.

### **Les tuyaux de canalisations.**

Éditée en français et flamand. Cette brochure contient une ample moisson de renseignements sur les tuyaux en ciment et amiante comprimés « ETERNIT » pour canalisations d'eau, de gaz, d'air comprimé et autres applications comportant des transports de liquides ou de fluides sous pression. Elle est divisée en différentes parties, traitant successivement de la fabrication, des joints et des accessoires, de la pose, des différentes applications et contient en outre une longue liste de références françaises et italiennes ainsi que quelques références belges provenant des premières installations. Cette brochure est abondamment illustrée.

*Les brochures sont envoyées gratuitement sur demande.  
Les demandes doivent être adressées à la*

**SOCIÉTÉ ANONYME «ETERNIT»,  
à Cappelle-au-Bois.**





Société Anonyme • ETERNIT • : Division Plaques, Cappelle-au-Bois Vue générale aérienne.

Repro het MOT, Grimbergen

