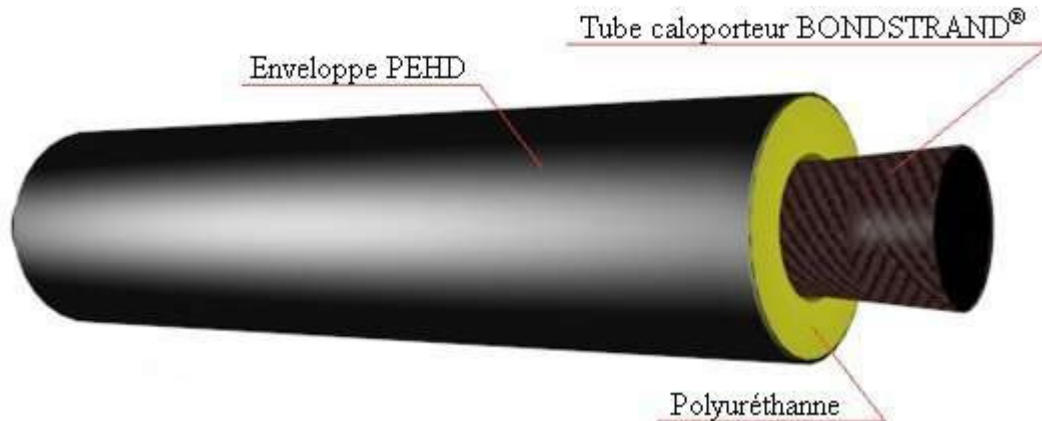


# Descriptif technique: Tubes Épocal®

## 1 - CONSTITUTION



Le tube en résine Epoxy précalorifugé ÉPOCAL® est constitué de :

- Tube BONDSTRAND® [2000](#) en résine EPOXY
- Enveloppe extérieure en PEHD
- Polyuréthane - Densité : 80 Kg/m<sup>3</sup>

## 2 - AVANTAGES

Exceptionnelle résistance à la corrosion interne autant qu'externe, sans la nécessité d'un revêtement protecteur, dans un large éventail de températures ce qui permet de supprimer toute maintenance et tout surcoût de protection cathodique.

Faible poids (1/6<sup>ème</sup> de l'acier, densité de 1,8 g/cm<sup>3</sup>) ce qui facilite sa mise en œuvre et diminue les coûts d'installation.

Le revêtement intérieur très lisse (rugosité absolue de 0,0000053 m et qui ne s'altère pas avec le temps car pas de corrosion) produit des pertes de charge extrêmement faibles, facilite l'évacuation, réduit les coûts de pompage et permet dans certains cas d'installer des diamètres inférieurs à l'acier.

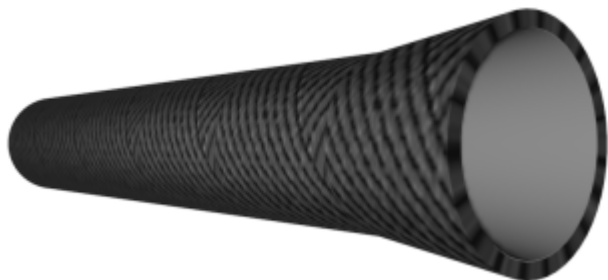
Faible conductivité thermique (1/100<sup>ème</sup> de l'acier) ce qui minimise les pertes de chaleur.

Résiste au vide total s'il est correctement calé et remblayé.

Les températures négatives n'affectent pas les propriétés mécaniques.

Les jonctions calorifugées en mousse Epoxy ont l'avantage d'être parfaitement imperméables ce qui limite la désagrégation du polyuréthane dans le cas d'un percement éventuel de l'enveloppe PEHD.

### 3 - TUBE CALOPORTEUR



Marque : [Bondstrand®](#)  
Série : [2000](#)  
Résine : Epoxy  
Durcisseur : MDA

Conditions maximales d'utilisation :

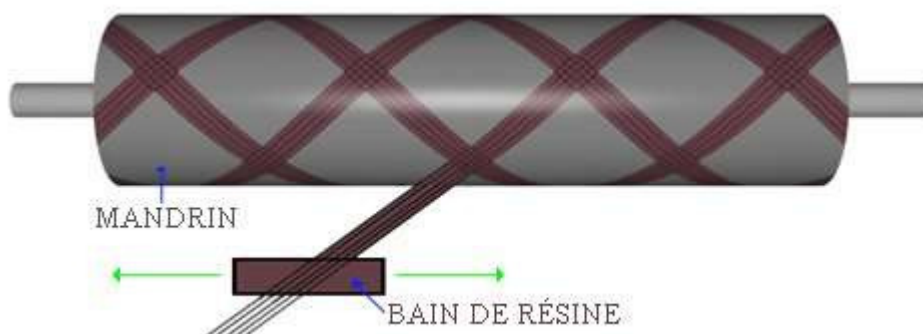
- Température : 110°C
- Pression :  
  
16 bars du DN 25 au 200  
12 bars du DN 250 au 400  
coefficient de sécurité de 3 pour 1

Classification selon NF T 57-200 : CVTd DN/A/2C/2A

Classification selon ASTM D2310 : RTRP-11FE

#### 3.1 Mode de Fabrication

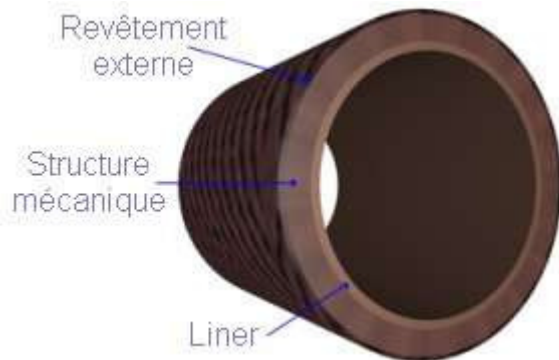
Les tubes et raccords BONDSTRAND® sont réalisés à partir de fibres de verre continues enroulées à  $54^{\circ}4$  sur un mandrin et liées entre elles par une résine EPOXY avec comme durcisseur une amine aromatique (MDA).



L'ensemble des raccords (coudes, tés, réductions...) y compris les brides sont fabriqués selon ce même procédé.

### 3.2 Constitution

Les tubes et raccords sont constitués de 3 couches distinctes :



Un revêtement intérieur anticorrosion (liner) d'une épaisseur de 0,5 mm composé par de la résine pour 85% lié par un voile de verre C à 15%.

La structure mécanique : fils de verre E pour 70% et résine pour 30%.

Un revêtement extérieur anticorrosion d'une épaisseur de 0,3 mm composé à 100% de résine.

### 3.3 Mode d'assemblage

Les tubes sont livrés usinés avec une extrémité mâle cylindrique, une extrémité femelle (tulipe) conique.

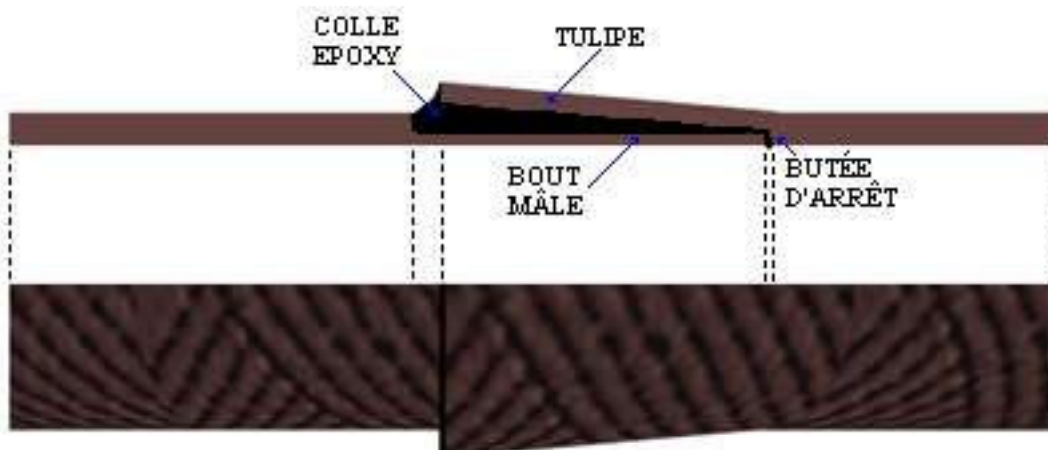
Les raccords (coudes, tés, réductions, ...) y compris les brides sont à emboîtement(s) femelle(s) conique(s).

L'assemblage est de type collé à emboîtement simple, avec utilisation d'une colle Epoxy de même nature que tubes et raccords.

La jonction ainsi obtenue est de type Cylindro-Conique (Quick-Lock®).

#### Avantages de l'emboîtement cylindro-conique :

- Centrage de l'extrémité mâle du tube, permettant une répartition uniforme de la colle sur la circonférence de l'emboîtement.
- La butée d'arrêt de la tulipe permet d'avoir des longueurs de coupe et d'usinage précises.
- Blocage du tube pour l'opération de polymérisation.
- Excédent de colle repoussé vers l'extérieur évitant la formation d'un bourrelet de colle à l'intérieur, qui diminuerait la section du tube.



### 3.4 Dimensions

Diamètre Nominal		Diam Int	Ep mini	Longueur	Poids
"	mm	mm	mm	m	kg/m
1	25	27.1	3.5	5.50	0.6
1½	40	42.1	3.5	5.50	0.9
2	50	53.2	3.6	6.15	1.2
3	80	81.8	3.6	6.15	1.8
4	100	105.2	4.6	6.15	2.9
5	125	131.9	4.6	6.15	3.6
6	150	159.2	4.6	6.15	4.3
8	200	208.8	5.1	6.10	6.4
10	250	262.9	5.1	6.10	8.1
12	300	313.7	5.1	6.10	9.6
14	350	344.4	5.3	6.05	11.0
16	400	393.7	6.0	6.05	14.1

### 3.5 Performances

Diamètre Nominal		Pression de service en continue (bar) *				Pression externe **
"	mm	à 66°C	à 93°C	à 110°C	à 121°C	bar
1	25	119.6	119.6	83.3	59.8	630.0
1½	40	80.7	80.7	56.2	40.3	167.0
2	50	67.1	67.1	46.7	33.5	94.0
3	80	44.7	44.7	31.2	22.4	25.0
4	100	46.1	46.1	32.1	23.0	27.0
5	125	37.1	37.1	25.8	18.6	12.0
6	150	31.0	31.0	21.6	15.5	7.9
8	200	26.6	26.6	18.5	13.3	4.9
10	250	21.2	21.2	14.8	10.6	2.5
12	300	17.9	17.9	12.4	8.9	1.5
14	350	17.0	17.0	11.8	8.5	1.2
16	400	17.0	17.0	11.9	8.5	1.2

\* Valeurs obtenues suivant essais à long terme du TÜV de 1989 en fonction des tests et procédures de la norme

NF T 57-206 et pour une base de conception hydrostatique (HDB) statique de 124 N/mm<sup>2</sup>.

\*\* Pression à 21 °C, à réduire linéairement à 90% à 66 °C, 80% à 93 °C, 65% à 121 °C.

### 3.6 Propriétés physiques

Conductivité thermique : 0,33 W/mK.

Dilatation thermique linéaire : 18.10<sup>-6</sup> mm/mm/°C.

Coefficient d'écoulement : 150 ( facteur Hazen-Williams ).

Rugosité absolue : 5,3.10<sup>-6</sup> m ( pour l'équation Darcy-Weisbach et diagramme de Moody ).

Densité : 1,8 g/cm<sup>3</sup>.

### 3.7 Propriétés mécaniques des tubes

Propriété	Temp = 21 °C	Temp = 93 °C	Méthode
Circonférentielle :			
- Contrainte de traction au perlage	165 N/mm <sup>2</sup>	-	ASTM D1599
- Module de traction	25 200 N/mm <sup>2</sup>	22 100 N/mm <sup>2</sup>	Ameron
- Coefficient de Poisson	0.56	0.70	Ameron
Longitudinale :			
- Résistance à la rupture par traction	58.6 N/mm <sup>2</sup>	47.6 N/mm <sup>2</sup>	ASTM D2105
- Module de traction	11 000 N/mm <sup>2</sup>	8 500 N/mm <sup>2</sup>	ASTM D2105
- Coefficient de Poisson	0.37	0.41	ASTM D2105
Poutre :			
- Module d'élasticité apparent	11 700 N/mm <sup>2</sup>	6 900 N/mm <sup>2</sup>	ASTM D2925
Base d'étude hydrostatique (cyclique)	6.10 <sup>3</sup> psi *	-	ASTM D2992
	41.4 N/mm <sup>2</sup>	-	Proc. A
Base d'étude hydrostatique (statique)	18.10 <sup>3</sup> psi *	-	ASTM D2992
	124 N/mm <sup>2</sup>	-	Proc. B

\* A 66 °C.

Diamètre Nominal		Facteur de rigidité *	Rigidité du tube *	Rigidité initiale tangentielle	Moment d'inertie de la poutre **
"	mm	N.m	N/mm <sup>2</sup>	N/m <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup>
1	25	98	182	4 811 000	0.037
1½	40	215	119	1 477 000	0.110
2	50	70	20.0	777 000	0.250
3	80	70	5.93	227 000	0.828
4	100	154	6.14	221 000	2.21
5	125	145	3.10	57 500	4.3
6	150	154	1.86	67 000	7.3
8	200	214	1.17	41 000	18.89
10	250	214	0.59	21 000	37.10
12	300	214	0.35	13 000	62.39
14	350	254	0.32	11 000	86.27
16	400	371	0.31	11 000	145.55

\* Selon ASTM D2412.

\*\* Utiliser ces valeurs pour le calcul des espacements admissibles.

## 4 - TUBE PRÉCALORIFUGÉ

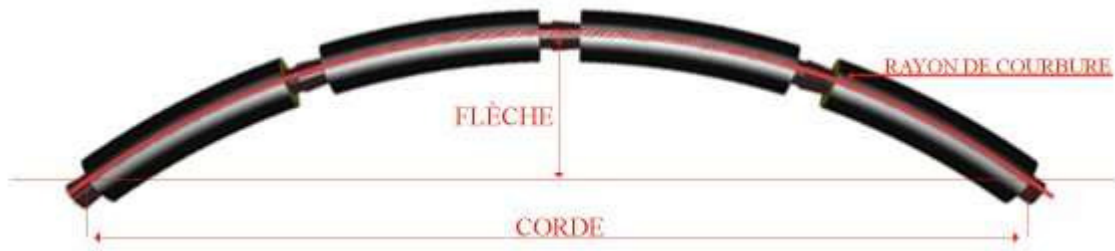
### 4.1 Calorifuge

Injection d'une mousse de polyuréthane rigide à alvéoles fermées d'une masse volumique de 80 kg/m<sup>3</sup> sous une gaine protectrice extérieure en polyéthylène haute densité (PEHD).  
Conductivité thermique : 0,027 W/mK.

### 4.2 Dimensions d'isolation

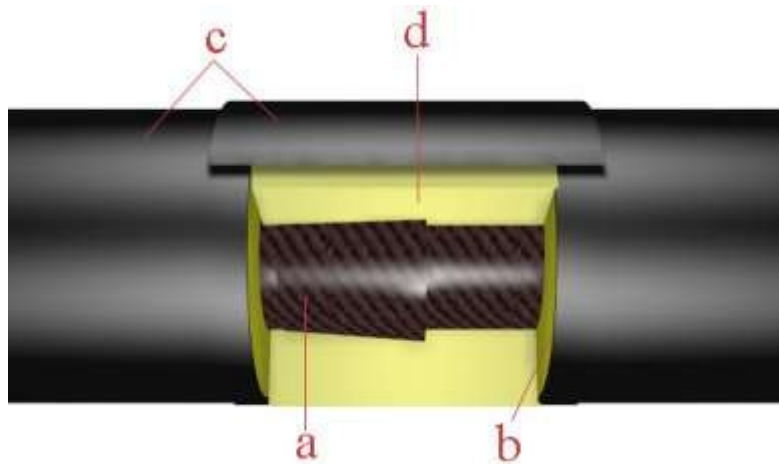
Diamètre Nominal	Diam Ext	Ep	Longueur	Poids
"	mm	mm	m	Kg/ml
1	25	90	5.30	1.5
1½	40	110	5.30	2.2
2	50	125	5.90	2.7
3	80	140	5.90	3.8
4	100	180	5.90	5.5
5	125	225	5.90	7.8
6	150	250	5.90	9.1
8	200	315	5.90	12.9
10	250	355	5.90	16.8
12	300	400	5.90	18.5
14	350	450	5.80	25.9
16	400	500	5.80	35.8

### 4.3 Rayon de courbure



Diamètre Nominal		Flèche pour corde de 30 m	Rayon de courbure
"	mm	m	m
1	25	5.5	23
1½	40	3.4	35
2	50	2.8	42
3	80	1.9	60
4	100	1.5	75
5	125	1.2	93
6	150	1.0	110
8	200	0.8	142
10	250	0.66	172
12	300	0.54	210
14	350	0.46	247
16	400	0.38	300

### 4.4 Jonctions calorifugées entre tubes



- a : tube caloporteur
- b : polyuréthane 80 Kg/m<sup>3</sup>
- c : enveloppe extérieure et manchon coulissant en PEHD
- d : mousse EPOXY

Obtenue par le versement dans un manchon d'une résine Epoxy de coulée à 3 composants : résine + durcisseur + agent moussant.

## 4.5 Protection de calorifuge

Les extrémités d'isolation des tubes pénétrant en bâtiments ou en chambres de vannes sont protégées par des capuchons en polyéthylène réticulé thermorétractable (DHEC).

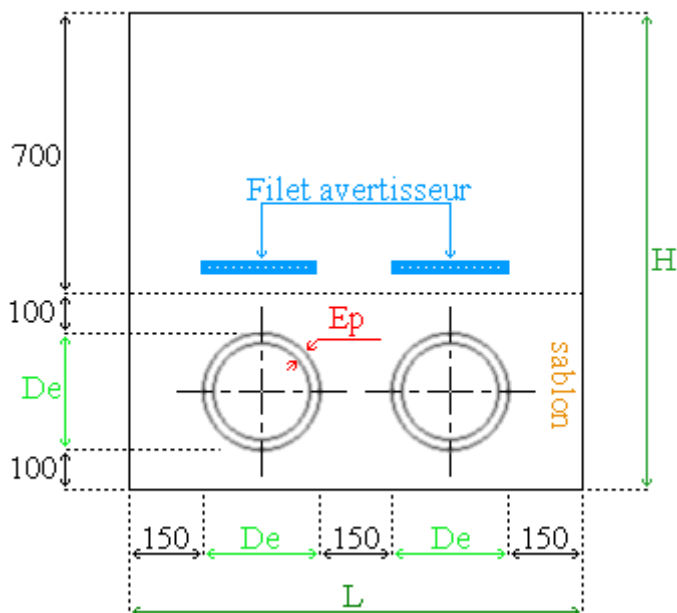


## 4.6 Propriétés physiques

Conductivité thermique : 0,036 W/mK.  
Densité : 1,88 g/cm<sup>3</sup>.

## 5 - INSTALLATION ENTERRÉE

### 5.1 Dimensions des tranchées



Diamètre Nominal	De	L	H	
"	mm	mm	mm	
1	25	90	630	990
1½	40	110	670	1 010
2	50	125	700	1 025
3	80	140	730	1 040
4	100	180	810	1 080
5	125	225	900	1 125
6	150	250	950	1 150
8	200	315	1 080	1 215
10	250	355	1 160	1 255
12	300	400	1 250	1 300
14	350	450	1 350	1 350
16	400	500	1 450	1 400

## **5.2 Fond de fouille - Remblaiement**

Le fond de fouille sera parfaitement nivelé et le lit de sablon ou sable sera damé afin d'assurer une partie uniforme et continue des canalisations.

Le fond de fouille sera creusé avant la pose des tubes au droit de chaque changement de direction (coude, té...) afin de permettre une assise ferme des massifs d'ancrage sur le sol.

Il ne sera pas mis en place de sablon dans les cavités ainsi formées.

Après la pose, les essais hydrauliques des canalisations et la mise en place des jonctions calorifugées, le remblaiement de la tranchée se fera avec :

- Apport de sablon jusqu'à 10 cm au-dessus de l'enveloppe supérieure du calorifuge. Un soin sera apporté au remplissage des cavités entre tubes et parois de la tranchée.
- Pose de filets avertisseurs à 20 cm au-dessus de la génératrice supérieure du calorifuge.
- Remblai avec les terres extraites, débarrassées des pierres ou détritiques avec compactage par couches successives de 30 cm.

## **5.3 Butées béton (pour réseau de chaleur)**

Se reporter aux standards qui ont été calculés pour une pression de service et une température maximum.

## **5.4 Pénétrations**

Dans tous les cas, l'enveloppe de calorifuge traversera les murs pour s'arrêter à 5 ou 10 cm de la paroi intérieure du bâtiment ou de la chambre de vannes.

## **5.5 Points fixes brides acier**

Les brides acier en liaison avec les brides résine BONDSTRAND® seront mises en point fixe afin d'éviter que les efforts des tubes acier ne soient repris par la bride résine.

## **5.6 Évacuation des eaux en tranchée**

Les tubes devant être posés sur un lit de sablon parfaitement compact, il est nécessaire d'évacuer toute eau due à des infiltrations ou à de fortes pluies, ceci pour assécher le fond de fouille.

En cas de pose en nappe phréatique, il sera nécessaire de lester les tuyauteries par des cavaliers en béton sur les longueurs droites afin d'éviter qu'elles ne se cintrent et remontent en surface sous la poussée de l'eau de la nappe.