

Fiche de données

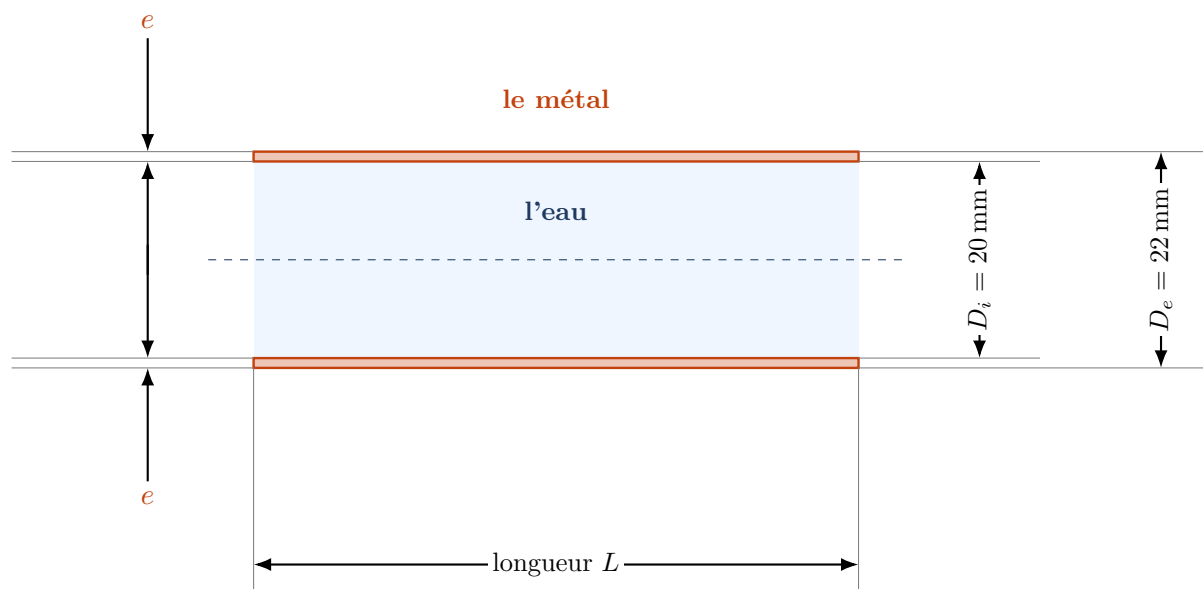
Les tubes et leur masse

Cuivre, acier, PVC, PER et multicouche | Génie climatique

Méthode — La chaîne de calcul

1. **Diamètre intérieur** : $D_i = D_e - 2e$. L'épaisseur compte deux fois.
2. **Section de matière** : $S = \frac{\pi (D_e^2 - D_i^2)}{4}$. C'est la couronne entre les deux diamètres, pas le disque intérieur.
3. **Section en mètres carrés** : $S \div 1\,000\,000$, car $1\text{ m}^2 = 1\,000\,000\text{ mm}^2$.
4. **Volume de matière** d'un tronçon de longueur L : $V = S \times L$.
5. **Masse du tube** : $m = \rho \times V$. Sur 1 m, on obtient la **masse linéique**, en kg/m.
6. **Masse de la canalisation pleine** : masse du tube + masse de l'eau, avec 1 L d'eau = 1 kg.

Les diamètres sont en mm, les formules réclament des mètres. L'étape 3 est celle où l'on se trompe le plus.



Un tube cuivre 22 × 1 coupé en long, agrandi. L'épaisseur e apparaît **deux fois**, en haut et en bas : c'est pour cela que $D_i = D_e - 2e$. En orange le métal, en bleu le trou.

Exemple — Comment je lis une ligne

Je cherche la désignation dans la colonne de gauche, puis je prends **une seule** des deux dernières colonnes.
Masse pour le tube, **Eau** pour ce qu'il contient. Exemple sur le cuivre 22 × 1 et 10 m : tube $0,591 \times 10 = 5,91\text{ kg}$, eau $0,314 \times 10 = 3,14\text{ L}$ donc 3,14 kg, plein 9,05 kg.
 Les colonnes D_e , e , D_i et S ne servent que si l'on veut **retrouver** la masse par le calcul.

Fiche de données

Les tubes métalliques

Cuivre et acier filetable | Génie climatique

D_e diamètre extérieur, e épaisseur, $D_i = D_e - 2e$ diamètre intérieur, S section de matière. Les diamètres sont en millimètres, les sections en millimètres carrés.

Cuivre — $\rho = 8\,960 \text{ kg/m}^3$

Désignation	D_e	e	D_i	S	Masse	Eau
Cuivre 12 × 1	12	1	10	34,6 mm ²	0,310 kg/m	0,079 L/m
Cuivre 14 × 1	14	1	12	40,8 mm ²	0,366 kg/m	0,113 L/m
Cuivre 16 × 1	16	1	14	47,1 mm ²	0,422 kg/m	0,154 L/m
Cuivre 18 × 1	18	1	16	53,4 mm ²	0,479 kg/m	0,201 L/m
Cuivre 22 × 1	22	1	20	66,0 mm ²	0,591 kg/m	0,314 L/m
Cuivre 28 × 1	28	1	26	84,8 mm ²	0,760 kg/m	0,531 L/m
Cuivre 28 × 1,5	28	1,5	25	124,9 mm ²	1,119 kg/m	0,491 L/m

Acier filetable — $\rho = 7\,850 \text{ kg/m}^3$ — EN 10255, sans soudure

Désignation	D_e	e	D_i	S	Masse	Eau
DN 15 — 1/2"	21,3	2,65	16,0	155 mm ²	1,219 kg/m	0,201 L/m
DN 20 — 3/4"	26,9	2,65	21,6	202 mm ²	1,585 kg/m	0,366 L/m
DN 25 — 1"	33,7	3,25	27,2	311 mm ²	2,441 kg/m	0,581 L/m
DN 32 — 1 1/4"	42,4	3,25	35,9	400 mm ²	3,138 kg/m	1,012 L/m
DN 40 — 1 1/2"	48,3	3,25	41,8	460 mm ²	3,611 kg/m	1,372 L/m

Remarque — Le calcul est vérifié

Les masses ci-dessus sont calculées avec la formule de la couronne, puis comparées aux catalogues. Écart sur l'acier : moins de 0,3 %. Écart sur le cuivre : moins de 0,8 %. La méthode donne donc bien la valeur du fabricant.

Fiche de données

Les tubes de synthèse

PVC, PER et multicouche

Rappel des notations : D_e diamètre extérieur, e épaisseur, $D_i = D_e - 2e$ diamètre intérieur, S section de matière. Les diamètres sont en millimètres, les sections en millimètres carrés.

PVC-U pression PN 16 — $\rho = 1\,400\text{ kg/m}^3$

Désignation	D_e	e	D_i	S	Masse	Eau
PVC 25 × 1,9	25	1,9	21,2	138 mm ²	0,193 kg/m	0,353 L/m
PVC 32 × 2,4	32	2,4	27,2	223 mm ²	0,312 kg/m	0,581 L/m
PVC 40 × 3	40	3	34,0	349 mm ²	0,488 kg/m	0,908 L/m
PVC 50 × 3,7	50	3,7	42,6	538 mm ²	0,753 kg/m	1,425 L/m
PVC 63 × 4,7	63	4,7	53,6	861 mm ²	1,205 kg/m	2,256 L/m

PER (PE-X) — $\rho = 938\text{ kg/m}^3$

Désignation	D_e	e	D_i	S	Masse	Eau
PER 12 × 1,1	12	1,1	9,8	37,7 mm ²	0,035 kg/m	0,075 L/m
PER 16 × 1,5	16	1,5	13,0	68,3 mm ²	0,064 kg/m	0,133 L/m
PER 20 × 1,9	20	1,9	16,2	108 mm ²	0,101 kg/m	0,206 L/m
PER 25 × 2,3	25	2,3	20,4	164 mm ²	0,154 kg/m	0,327 L/m

Multicouche Pexal — masses du fournisseur, contenances d'eau recalculées

Désignation	D_e	e	D_i	Masse	Eau
Multicouche 16 × 2	16	2	12	0,113 kg/m	0,113 L/m
Multicouche 20 × 2	20	2	16	0,156 kg/m	0,201 L/m
Multicouche 26 × 3	26	3	20	0,286 kg/m	0,314 L/m
Multicouche 32 × 3	32	3	26	0,390 kg/m	0,531 L/m
Multicouche 40 × 3,5	40	3,5	33	0,545 kg/m	0,855 L/m

Le multicouche associe aluminium et polyéthylène : la formule de la couronne avec une seule masse volumique ne s'y applique pas. La colonne S est donc absente de ce tableau, et les masses sont reprises du fabricant. Les contenances d'eau, elles, sont recalculées à partir de D_i : elles retombent sur celles du fabricant au millilitre près sur les cinq diamètres.

Erreur fréquente — Oublier l'eau

Un tube plein pèse le tube **plus** l'eau qu'il contient. Sur 10 m de cuivre 22 × 1 : 5,91 kg de tube et 3,14 kg d'eau, soit 9,05 kg. Sur 10 m d'acier DN 25 : 24,41 kg de tube et 5,81 kg d'eau, soit 30,22 kg. **Le même tracé en acier pèse plus de trois fois le tracé en cuivre.** C'est le supportage qui encaisse la différence.

À retenir

La colonne **Masse** donne la **masse linéique** : les kilogrammes d'un mètre de tube **vide**. La colonne **Eau** donne les litres contenus dans un mètre, et 1 L d'eau pèse 1 kg.
Pour une longueur L : $m_{\text{tube}} = \text{masse linéique} \times L$ et $m_{\text{eau}} = \text{eau au mètre} \times L$.

Sources. Cuivre : tableau des diamètres du lycée et catalogue SANCO, NF EN 1057. Acier : catalogue Solyro, EN 10255, sans soudure tarif 3. PVC : documentation SOTICI, PN 16. PER : fiche technique Comap, tube PER B. Multicouche : fiche Pexal du dossier de co-intervention. Masses linéiques recalculées par la formule de la couronne, sauf le multicouche, repris tel quel.