

Séance de 1 heure | Situation et cours

Pertes de charge dans une canalisation

Seconde TNE | Fonction carré et circuit de chauffage

Prénom et nom : Classe :

Énoncé — Choisir le tube d'une boucle de chauffage

Un installateur thermique prépare une petite boucle de chauffage de 25 m. Pour alimenter les émetteurs, le débit visé est de **15 L/min**. Le réseau comporte **4 coudes à 90°**, **1 té** utilisé sur le passage dérivé et **2 vannes ouvertes**.

Le circulateur prévu sera réglé sur sa vitesse la plus faible, le **réglage I**. À 15 L/min, il peut alors compenser jusqu'à **1,39 mCE** de pertes de charge. L'installateur hésite entre trois diamètres intérieurs : **16 mm**, **20 mm** et **26 mm**.

Problématique : comment le débit et le diamètre influencent-ils les pertes de charge, et quel est le plus petit diamètre compatible avec la limite de 1,39 mCE dans ce modèle ?

Définition — Vocabulaire

Une **perte de charge** est une diminution de pression provoquée par les frottements de l'eau dans le tube et par les changements de direction ou de section.

- **Pertes linéaires** : dues au frottement tout au long du tube ;
- **Pertes singulières** : dues aux accessoires : coudes, tés, vannes... ;
- **mCE** : mètre de colonne d'eau, unité couramment utilisée pour exprimer une hauteur de pression.

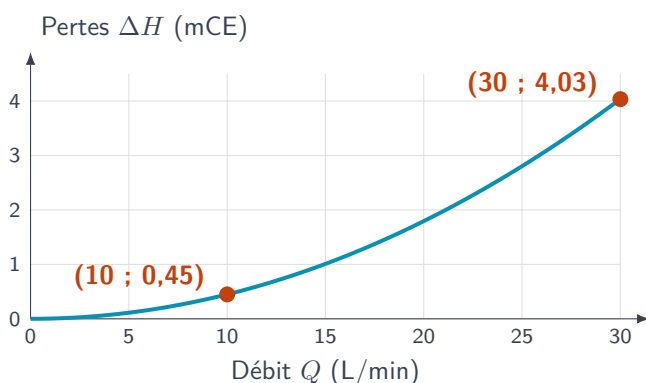
Propriété — Fonction carré

Une grandeur y est une **fonction carré** de x quand $y = k \times x^2$, avec k un nombre fixe.

- On calcule k avec une seule mesure : $k = \frac{y}{x^2}$.
- Si x est multiplié par un nombre n , y est multiplié par $n \times n$: ce n'est pas une situation de proportionnalité.
- La courbe n'est pas une droite : c'est une **parabole**.

Erreur fréquente — La hauteur du bâtiment ne compte pas

Dans une boucle de chauffage fermée, la pompe compense principalement les pertes de charge du circuit : on n'ajoute pas la hauteur du bâtiment comme pour une colonne d'eau ouverte.



Pertes de charge du réglage « Tube droit » de la simulation (tube de 20 mm, 25 m, sans accessoire) en fonction du débit. Les points marqués : 0,45 mCE à 10 L/min et 4,03 mCE à 30 L/min.

Exercices | Socle

Débit, diamètre et pertes de charge

Écris tes calculs et l'unité de chaque résultat.

Tous les exercices se font avec la simulation « Pertes de charge dans une canalisation ». Suis les exercices de ce document, et non les « missions » affichées en bas de la simulation.

Exercice 1 – Doubler le débit

Exemple — Sur d'autres valeurs

Bouton « Tube droit » : à 10 L/min, les pertes valent 0,45 mCE ; à 30 L/min, elles valent 4,03 mCE. Le débit est multiplié par $30 \div 10 = 3$. Les pertes sont multipliées par $4,03 \div 0,45 \approx 9,0$.

À toi de jouer.

Dans la simulation, cliquer sur « **Circuit de chauffage** », puis conserver : $L = 25$ m, $D = 20$ mm, 4 coudes, 1 té et 2 vannes.

1. Régler successivement le débit Q sur 5, 10, 15 puis 20 L/min. Relever les pertes de charge totales ΔH et compléter le tableau.

Débit Q (L/min)	5	10	15	20
Q^2				
Pertes totales ΔH (mCE)				

2. Quand le débit passe de 5 à 10 L/min, par combien est-il multiplié ? Par combien les pertes sont-elles multipliées ?

3. Refaire la comparaison entre 10 et 20 L/min.

4. La courbe affichée dans la partie 5 de la simulation ressemble-t-elle à une droite ou à une parabole ?

Exercice 2 – Le coefficient k

Exemple — Sur d'autres valeurs

Bouton « Tube droit » : à 10 L/min, $\Delta H = 0,45$ mCE, donc $k = 0,45 \div 10^2 = 0,45 \div 100 = 0,0045$. Prévion à 30 L/min : $0,0045 \times 30^2 = 0,0045 \times 900 = 4,05$ mCE. La simulation affiche 4,03 mCE : les valeurs sont très proches.

À toi de jouer.

On revient au « **Circuit de chauffage** ». Pour ce réseau, on modélise les pertes par $\Delta H = kQ^2$, avec Q en L/min et ΔH en mCE.

1. À partir de $Q = 10$ L/min et $\Delta H = 0,53$ mCE, calculer $k = \frac{\Delta H}{Q^2}$.

2. Utiliser ce coefficient pour prévoir les pertes à $Q = 20$ L/min.

3. Comparer la valeur calculée à celle lue dans la simulation.

Exercice 3 – Trois diamètres

Exemple — Sur d'autres valeurs

« Circuit de chauffage », 15 L/min, tube de 12 mm : la simulation affiche une vitesse de 2,21 m/s et des pertes totales de 14,42 mCE. Comme $14,42 > 1,39$, ce tube ne respecte pas la limite.

À toi de jouer.

Cliquer sur « **Circuit de chauffage** » : le débit est de 15 L/min et le réseau de 25 m garde ses accessoires. Tester successivement les trois diamètres proposés dans la liste « Diamètre intérieur ».

Diamètre intérieur D (mm)	16	20	26
Vitesse v (m/s)			
Pertes totales ΔH (mCE)			
$\Delta H \leq 1,39$ mCE ?			

1. Quel effet l'augmentation du diamètre a-t-elle sur la vitesse de l'eau ?
2. Quel effet a-t-elle sur les pertes de charge ?
3. Quel est le **plus petit diamètre** qui respecte la limite de 1,39 mCE dans le modèle ? Justifier.

Exercices | Standard

Exercice 4 – Les accessoires

Exemple — Sur d'autres valeurs

« Circuit de chauffage » avec une longueur de 50 m : pertes dues aux accessoires 0,19 mCE, pertes totales 2,20 mCE. Part des accessoires : $0,19 \div 2,20 \times 100 \approx 8,6$ %.

À toi de jouer.

Conserver $Q = 15$ L/min, $L = 25$ m et $D = 20$ mm.

1. Cliquer sur « **Tube droit** » et relever les pertes totales. Revenir au « **Circuit de chauffage** » et relever les pertes dues aux accessoires et les pertes totales.
2. Calculer la part des accessoires dans les pertes totales du circuit, en pourcentage.
3. Expliquer pourquoi deux réseaux de même longueur et de même diamètre peuvent avoir des pertes différentes.

Exercice 5 – Choisir le tube**Exemple — Sur d'autres valeurs**

Le tube multicouche 16×2 a un diamètre extérieur de 16 mm et une épaisseur de 2 mm. Son diamètre intérieur vaut $16 - 2 \times 2 = 12$ mm : l'épaisseur compte deux fois.

À toi de jouer.

Au débit de 15 L/min, la limite est de 1,39 mCE. Utiliser les résultats de l'exercice 3 et cet extrait de la fiche de données des tubes (désignation : diamètre extérieur $\times$ épaisseur, en mm) : cuivre 18×1 , cuivre 22×1 , cuivre 28×1 ; multicouche 20×2 , multicouche 26×3 , multicouche 32×3 .

1. Pourquoi le tube de 16 mm est-il refusé ? Justifier avec une valeur.

2. Le tube de 26 mm respecte aussi la limite. Pourquoi ne pas le choisir ?

3. Dans l'extrait, trouver le tube en cuivre et le tube multicouche qui ont le diamètre intérieur retenu. Justifier par un calcul.

Mon bilan avec l'enseignant : ☐ Relever et organiser des valeurs ☐ Reconnaître une fonction carré
☐ Justifier le choix d'un tube.