

Caractériser la pression dans un fluide immobile

Terminale Bac Pro ICCER (Grpt 1) | Physique – Mécanique des fluides | Pression, Pascal, hydraulique

Objectifs du chapitre

- Définir la pression et calculer $P = F/S$ en Pa
- Connaître et exploiter la relation de Pascal : $\Delta P = \rho g \Delta h$
- Déterminer expérimentalement les variations de pression à l'aide d'un capteur
- Comprendre la presse hydraulique et le rapport de forces $F_1/S_1 = F_2/S_2$
- Illustrer expérimentalement le fonctionnement d'un vérin hydraulique

Situation professionnelle — Mise en service d'un circuit de chauffage collectif

Un plombier chauffagiste met en service le circuit de chauffage d'un immeuble de 5 étages. Il doit calculer la pression de l'eau à chaque niveau, vérifier que la pression maximale des radiateurs n'est pas dépassée et dimensionner le vase d'expansion.

Introduction – La pression en installation thermique

SITUATION PROFESSIONNELLE

Métier

En tant que technicien CVC, vous manipulez des fluides sous pression quotidiennement : eau chaude sanitaire (3–6 bar), circuits hydrauliques de lavage (100–400 bar), réseaux de climatisation (fluide frigorigène sous pression), alimentation en eau de CTA. Comprendre la pression dans un fluide vous permet de **dimensionner des circuits**, lire des manomètres, régler des limiteurs de pression et diagnostiquer des pannes hydrauliques.

1. Notion de pression

DÉFINITION

La **pression** est la force exercée perpendiculairement par un fluide sur une surface, rapportée à l'aire de cette surface :

$$P = \frac{F}{S}$$

P : pression (Pa) | F : force normale exercée sur la surface (N) | S : aire de la surface (m²)

APPLICATION

Un technicien CVC vérifie un manomètre sur un radiateur. La pression indiquée est P = 3 bar. Calculer cette pression en pascals, puis la force exercée sur une surface carrée de côté 10 cm.

Unités de pression

Unité	Symbole	Équivalence	Domaine d'usage
Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²	Unité SI – référence légale
Bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa	Hydraulique industrielle, météo
Hectopascal	hPa	1 hPa = 100 Pa	Météorologie
Atmosphère	atm	1 atm = 101 325 Pa	Référence atmosphérique

ORDRES DE GRANDEUR À RETENIR

- Pression atmosphérique : $P_{\text{atm}} = 101\,325 \text{ Pa} \approx 1,013 \text{ bar}$
- Pneu de voiture : 2 à 3 bar relatifs
- Eau chaude sanitaire : 3 à 6 bar **ICCER**
- Circuit hydraulique industriel : 100 à 400 bar **ICCER**
- Plongée à 10 m : environ 2 bar (atmosphère + colonne d'eau)

ATTENTION

La pression est une grandeur **scalaire** (un nombre positif, sans direction). Elle s'exerce dans toutes les directions en un point d'un fluide au repos. La **force de pression** sur une surface est perpendiculaire à cette surface.

EXEMPLE - CALCUL DE FORCE SUR UN PISTON

Un piston circulaire de diamètre $d = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ est soumis à $P = 8 \times 10^5 \text{ Pa}$.

$$S = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \times (0,025)^2 \approx 1,96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = P \times S = 8 \times 10^5 \times 1,96 \times 10^{-3} \approx \mathbf{1\,570 \text{ N}}$$

2. Relation de Pascal – fluide incompressible à l'équilibre

FLUIDE INCOMPRESSIBLE

Un fluide **incompressible** est un fluide dont la masse volumique ρ reste constante quelle que soit la pression. Les liquides (eau, huile hydraulique...) sont considérés incompressibles en pratique.

RELATION DE PASCAL

Dans un fluide incompressible à l'équilibre, la variation de pression entre deux points est proportionnelle à la différence d'altitude :

$$\Delta P = P_B - P_A = \rho g \Delta h$$

ρ : masse volumique (kg/m^3) | $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ | $\Delta h = h_A - h_B$: profondeur de B par rapport à A
(m)

La pression augmente quand on descend dans le fluide.

APPLICATION

Dans un immeuble, la chaudière est au rez-de-chaussée et fournit une pression de 1,5 bar. Un radiateur se trouve au 3^e étage à $\Delta h = 9 \text{ m}$ au-dessus. Quelle est la pression de l'eau arrivant au radiateur ? ($\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

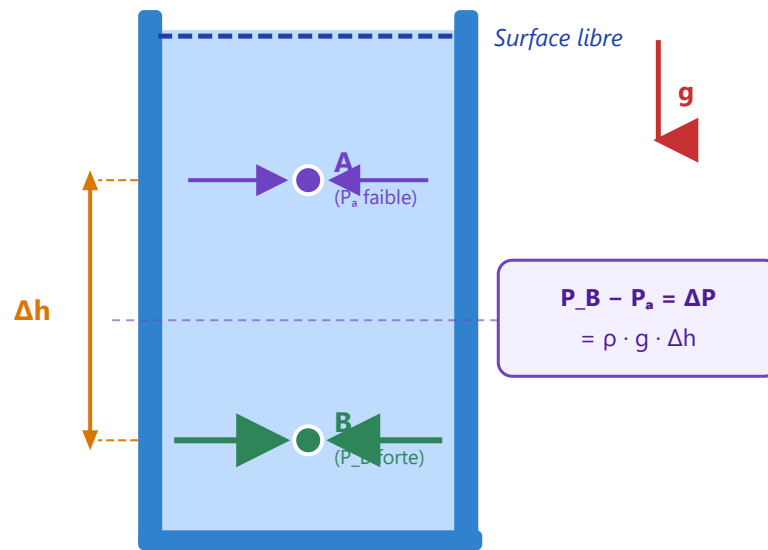
Signification de chaque terme

Symbole	Grandeur	Unité SI	Valeurs courantes
ΔP	Variation de pression	Pa	Variable
ρ	Masse volumique du fluide	kg/m^3	Eau : 1 000 ; Mer : 1 025 ; Huile : 870-900
g	Intensité de la pesanteur	m/s^2	9,81 (≈ 10 en approximation)
Δh	Profondeur	m	Positive vers le bas

LOI DES VASES COMMUNICANTS

Dans des vases communicants contenant le même fluide homogène au repos, les surfaces libres sont à la **même altitude**, quelle que soit la forme des récipients.

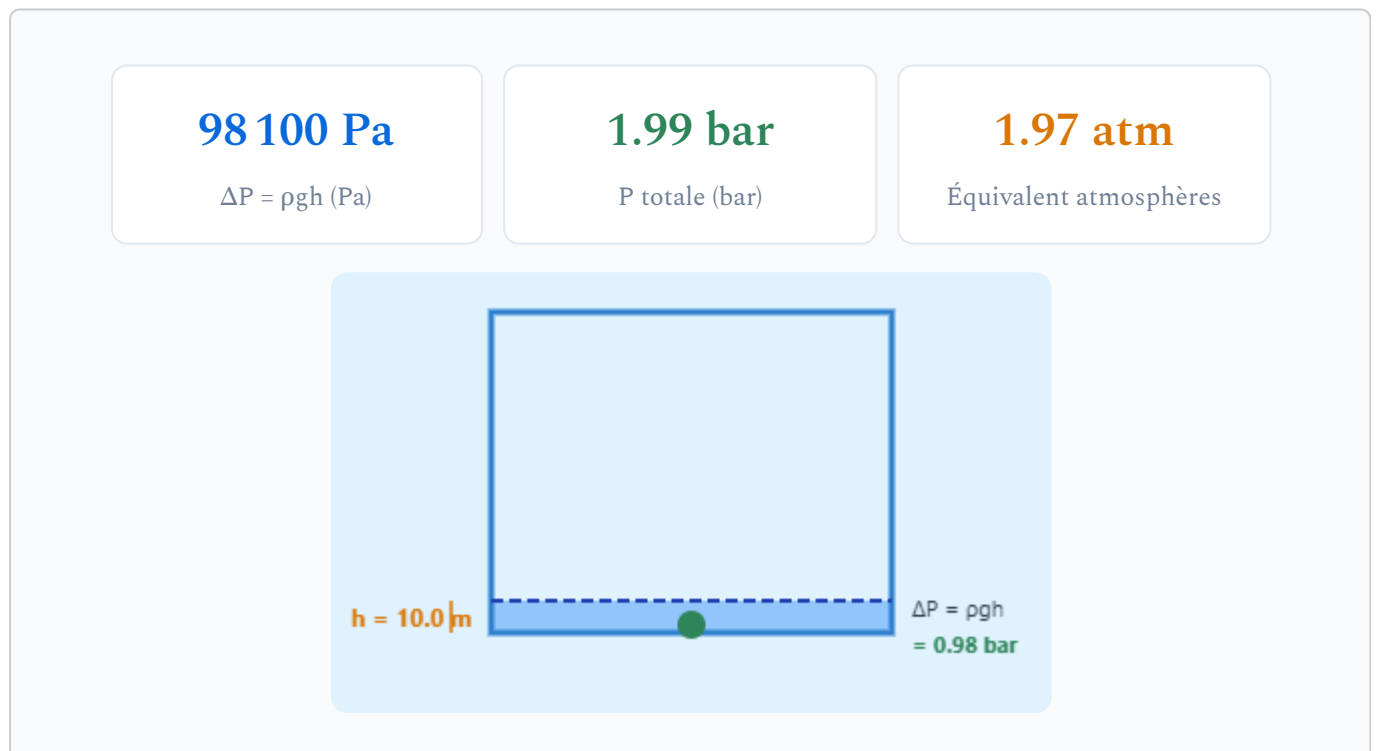
3. Schéma – Pression dans une colonne de fluide



Le point B est plus profond que A : $P_B > P_a$. La différence Δh est mesurée dans la direction verticale.

4. Simulateur interactif – Pression dans un fluide

Faites varier la profondeur et le fluide pour calculer la pression automatiquement.



5. Applications de la relation de Pascal

Plongée sous-marine

APPLICATION - PLONGÉE

Un plongeur descend à $h = 30 \text{ m}$ dans l'eau de mer ($\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$).

$$\Delta P = 1\,025 \times 9,81 \times 30 \approx 301\,658 \text{ Pa} \approx 3,02 \text{ bar}$$

Pression totale : $P = 1 \text{ bar} + 3,02 \text{ bar} = 4,02 \text{ bar}$

Règle pratique : +1 bar tous les 10 m de profondeur dans l'eau.

Variation de pression avec l'altitude (atmosphère)

APPLICATION - ALTITUDE

Pour l'air ($\rho \approx 1,29 \text{ kg/m}^3$) et une variation d'altitude de 100 m :

$$\Delta P = 1,29 \times 9,81 \times 100 \approx 1\,265 \text{ Pa} \approx 12,7 \text{ hPa}$$

La pression atmosphérique diminue d'environ **12 hPa par 100 m** de montée.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL - MESURE AVEC CAPTEUR

1. Remplir un récipient transparent gradué avec de l'eau.
2. Immerger une sonde (capteur piézorésistif) à différentes profondeurs mesurées.
3. Relever la pression (Pa) et la profondeur h pour chaque position.
4. Tracer $P = f(h)$: on obtient une droite de pente $\rho \times g$.
5. En déduire ρ du fluide et comparer à la valeur tabulée.

6. La presse hydraulique

PRINCIPE DE PASCAL - TRANSMISSION DE PRESSION

Dans un fluide incompressible, toute variation de pression exercée en un point se transmet **intégralement et simultanément** en tout point du fluide.

PRINCIPE DE LA PRESSE HYDRAULIQUE

$$P_1 = P_2 \implies \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \implies F_2 = F_1 \times \frac{S_2}{S_1}$$

F_1 : force appliquée (N) | S_1 : section petit piston (m^2) | F_2 : force produite (N) | S_2 : section grand piston (m^2)

Si $S_2 \gg S_1$, alors $F_2 \gg F_1$: **la force est amplifiée** dans le rapport S_2/S_1 .

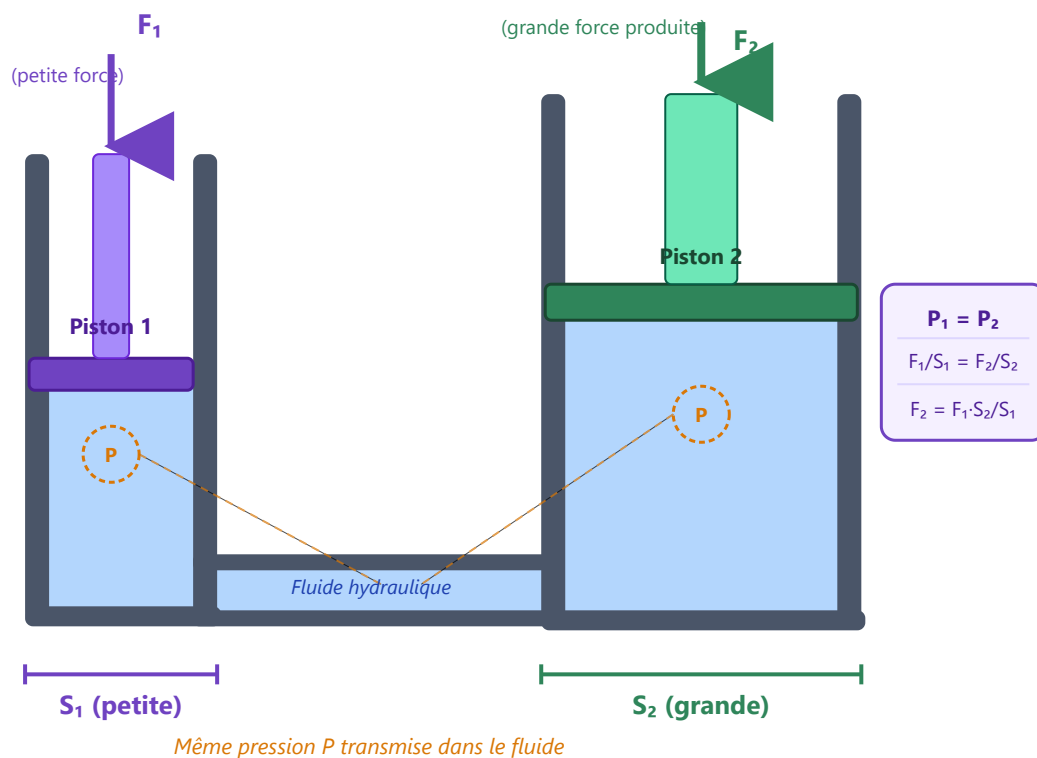
APPLICATION

Un vérin hydraulique a un petit piston de $S_1 = 2 \text{ cm}^2$ et un grand piston de $S_2 = 40 \text{ cm}^2$.
On applique une force $F_1 = 500 \text{ N}$ sur le petit piston. Calculer la force F_2 disponible sur le grand piston.

CONSERVATION DE L'ÉNERGIE

La presse hydraulique ne crée pas d'énergie. Si la force est multipliée par $k = S_2/S_1$, le déplacement est divisé par ce même facteur : $d_1 \times S_1 = d_2 \times S_2$ (conservation du volume de fluide déplacé).

7. Schéma – Presse hydraulique



Une petite force F_1 sur le petit piston génère une grande force F_2 sur le grand piston. La pression P est identique dans tout le circuit.

8. Simulateur interactif – Presse hydraulique

Faites varier les diamètres des pistons et la force appliquée pour calculer la force produite et la pression dans le circuit.

100.0

Rapport S_2/S_1

10.0 kN

Force produite F_2

3.18 bar

Pression P (bar)

La pression est la même des deux côtés du circuit. F_2 est amplifiée par le rapport des surfaces.

9. Le vérin hydraulique

DÉFINITION

Un **vérin hydraulique** est un actionneur linéaire qui convertit l'énergie d'un fluide sous pression en un mouvement de translation. Il est constitué d'un cylindre fermé dans lequel coulisse un piston solidaire d'une tige.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

ICCER

- Une pompe hydraulique met le fluide sous pression et l'envoie dans la chambre du vérin.
- La pression s'exerce sur la face du piston $\rightarrow$ force : $F = P \times S_{\text{piston}}$
- La tige sort (aller) ou rentre (retour) selon la chambre alimentée (vérin double effet).
- Un distributeur (électrovalve) oriente le flux selon la direction souhaitée.

AVANTAGES DU VÉRIN HYDRAULIQUE

- **Amplification de force** : 100–400 bar $\rightarrow$ forces de plusieurs centaines de kN dans un encombrement réduit
- **Compacité** : rapport force/volume très favorable
- **Contrôle précis** : régulation de la force et de la vitesse
- **Réversibilité** : effort dans les deux sens (double effet)
- **Sécurité** : limiteurs de pression contre les surcharges

EXEMPLES INDUSTRIELS

Vérins de levage (pelleteuse, nacelle élévatrice), presses d'emboutissage, freins hydrauliques de camions, ponts élévateurs de garage, ascenseurs hydrauliques, presses à injection plastique.

10. Exemples numériques détaillés

EXEMPLE 1 - PASCAL DANS UN RÉSERVOIR D'HUILE

Données : huile $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$, $P_0 = 3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ en surface, $h = 4 \text{ m}$.

$$\Delta P = 870 \times 9,81 \times 4 \approx 34\,147 \text{ Pa}$$

$$P = 3,0 \times 10^5 + 34\,147 \approx \mathbf{3,34 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 3,34 \text{ bar}}$$

EXEMPLE 2 - AMPLIFICATION DE FORCE (PRESSE)

Données : $d_1 = 2,0 \text{ cm}$, $d_2 = 20,0 \text{ cm}$, $F_1 = 100 \text{ N}$.

$$S_1 = \pi(0,010)^2 \approx 3,14 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad S_2 = \pi(0,100)^2 \approx 3,14 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 100 \quad F_2 = 100 \times 100 = \mathbf{10\,000 \text{ N} = 10 \text{ kN}}$$

EXEMPLE 3 - FORCE D'UN VÉRIN

Données : $d = 8,0 \text{ cm}$, $P = 200 \text{ bar} = 2,0 \times 10^7 \text{ Pa}$.

$$S = \pi(0,040)^2 \approx 5,03 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F = 2,0 \times 10^7 \times 5,03 \times 10^{-3} \approx \mathbf{100\,600 \text{ N} \approx 100 \text{ kN}}$$

Équivalent au poids d'une masse d'environ 10 tonnes.

MÉTHODE GÉNÉRALE DE RÉOLUTION

1. **Identifier** les grandeurs données et la grandeur cherchée
2. **Choisir** la relation adaptée : $P = F/S$, $\Delta P = \rho gh$ ou $F_1/S_1 = F_2/S_2$
3. **Convertir** toutes les grandeurs en unités SI (m, kg, s $\rightarrow$ Pa, N)
4. **Appliquer** la formule, isoler l'inconnue et calculer
5. **Vérifier** l'ordre de grandeur et les unités

11. Mini-exercices

Exercice 1 – Pression et force sur une surface

Un piston circulaire de diamètre $d = 8 \text{ cm}$ est soumis à une pression $P = 12 \text{ bar}$.

1. Convertir 12 bar en Pa.
2. Calculer la surface S du piston en m^2 .
3. Calculer la force F exercée sur ce piston.
4. À quelle masse (en kg) cette force correspond-elle ? ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

► [Voir la correction](#)

Exercice 2 – Relation de Pascal dans un circuit ECS ICCER

Un ballon d'eau chaude sanitaire est placé en haut d'un bâtiment. La pression de l'eau au ballon (en haut) est $P_0 = 1,5 \text{ bar}$. La hauteur entre le ballon et le point de puisage le plus bas est $h = 12 \text{ m}$. L'eau a une masse volumique $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$.

1. Calculer la surpression ΔP due à la colonne d'eau de 12 m.
2. Calculer la pression totale au point de puisage.
3. Cette pression est-elle dans la plage normale pour un réseau ECS (3 à 6 bar) ?
4. Si $h = 30 \text{ m}$, quelle est la pression au point le plus bas ? Faut-il poser un réducteur de pression ?

► [Voir la correction](#)

Exercice 3 – Presse hydraulique

Une presse hydraulique de garage a un petit piston de $d_1 = 3 \text{ cm}$ et un grand piston de $d_2 = 24 \text{ cm}$.

1. Calculer S_1 et S_2 (en m^2).
2. Calculer le rapport d'amplification S_2/S_1 .
3. Un technicien appuie avec une force $F_1 = 150 \text{ N}$. Calculer F_2 .
4. Calculer la pression P dans le circuit hydraulique (en bar).
5. Si le grand piston monte de $d_2 = 5 \text{ mm}$, de combien descend le petit piston ?

► [Voir la correction](#)

Exercice 4 – Vérin hydraulique de levage ICCER

Un pont élévateur de garage est équipé de 2 vérins hydrauliques. Chaque vérin a un piston de diamètre $d = 10 \text{ cm}$ et est alimenté à $P = 150 \text{ bar}$.

1. Calculer la force développée par un seul vérin (en N et en kN).
2. Calculer la force totale développée par les 2 vérins.
3. Quelle est la masse maximale que peut soulever ce pont ? ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
4. Si on veut soulever un camion de $5\,000 \text{ kg}$ avec 4 vérins de $d = 8 \text{ cm}$, quelle pression faut-il fournir ?

► [Voir la correction](#)

12. Tableau récapitulatif des formules

Formule	Nom / Usage	Grandeurs	Unités SI
$P = \frac{F}{S}$	Définition de la pression	P pression, F force, S surface	Pa = N/m ²
$\Delta P = \rho g \Delta h$	Relation de Pascal	ρ masse volumique, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, Δh profondeur	Pa, kg/m ³ , m
$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$	Presse hydraulique	F1, F2 forces ; S1, S2 sections	N, m ²
$F_2 = F_1 \times \frac{S_2}{S_1}$	Amplification de force	Rapport des sections = rapport des forces	N, m ²
$F = P \times S$	Force d'un vérin / piston	P pression, S section piston	N, Pa, m ²

Conversions et constantes à mémoriser	
1 bar	= 10 ⁵ Pa = 100 000 Pa
1 hPa	= 100 Pa
Pression atmosphérique	P _{atm} = 101 325 Pa ≈ 1,013 bar
Masse volumique eau	$\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$
Masse volumique eau de mer	$\rho_{\text{mer}} \approx 1\,025 \text{ kg/m}^3$
Masse volumique air	$\rho_{\text{air}} \approx 1,29 \text{ kg/m}^3$
Pesanteur	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

BILAN — CE QU'IL FAUT RETENIR

Formules essentielles

- Pression : $P = F/S$ ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$)
- Pascal : $\Delta P = \rho g \Delta h$
- Presse : $F_1/S_1 = F_2/S_2$
- Vérin : $F = P \times S$
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
- $+1 \text{ bar}$ tous les 10 m dans l'eau

En pratique — Installation thermique

- ECS : 3–6 bar normalement
- Hydraulique industrielle : 100–400 bar
- **Presse hydraulique** → amplification par S_2/S_1
- **Vérin** → actionneur linéaire sous pression
- Pascal : pression transmise **intégralement** dans le fluide
- Fluide incompressible : $\rho = \text{constante}$

Référence BO : Terminale Bac Pro — Groupement 1 — Physique-Chimie : « Caractériser la pression dans un fluide immobile ». Connaissances exigibles : définition de la pression ($P = F/S$) ; relation de Pascal ($\Delta P = \rho g \Delta h$) ; mesure expérimentale ; presse hydraulique ($F_1/S_1 = F_2/S_2$) ; vérin hydraulique.

13. Instruments de mesure de pression en installation thermique

Instrument	Principe	Plage typique	Application professionnelle
Manomètre à cadran	Tube de Bourdon (déformation élastique)	0 – 600 bar	Circuits frigorigènes, ECS, hydraulique industriel
Pressostat	Membrane + contact électrique	0,5 – 40 bar	Sécurité haute/basse pression PAC, compresseur
Capteur piézorésistif	Variation de résistance sous pression	0 – 1 000 bar	Supervision GTB, mesure continue, BMS
Vacuomètre	Manomètre inversé	–1 à 0 bar	Tirage au vide des circuits frigorigènes
Manifold de charge	2 manomètres (HP + BP) + vannes	0 – 45 bar	Mesure HP/BP sur unité de climatisation / PAC
Colonne de liquide (U)	Loi de Pascal : $\Delta P = \rho gh$	0 – 5 000 Pa	Mesure de faibles pressions, réseau aéraulique

PRESSION RELATIVE VS PRESSION ABSOLUE

- **Pression absolue** : mesurée par rapport au vide absolu (0 Pa). $P_{abs} = P_{rel} + P_{atm}$
- **Pression relative (manométrique)** : mesurée par rapport à l'atmosphère. Un manomètre à zéro indique P_{atm} .
- **Dépression** : pression relative négative (ex. : aspiration d'une pompe, tirage au vide).

En frigorigènes, on parle souvent de **pression relative** (lue sur le manifold), mais les tables de saturation utilisent la **pression absolue**.

14. Exercice 5 : Lecture de manomètre et calcul de pression

Exercice 5 – Réseau de chauffage : lecture et calcul de pression ICCER

Un réseau de chauffage hydraulique d'un immeuble de bureaux comporte :

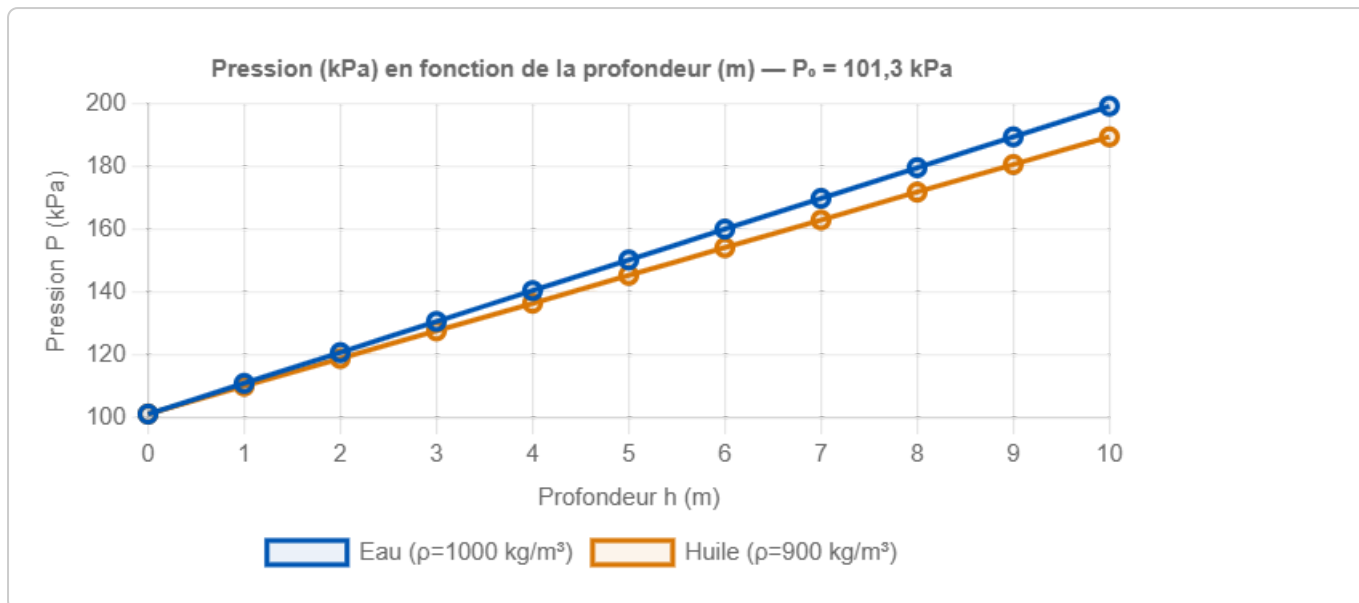
- Pression en surface (niveau 0, local technique) : $P_0 = 2,5$ bar (pression relative)
- Hauteur du dernier niveau : $h = 18$ m
- Fluide : eau chaude $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ (eau à 60°C)
- Pression atmosphérique : $1,013$ bar

1. Convertir $P_0 = 2,5$ bar relatif en pression absolue (Pa).
2. Calculer $\Delta P = \rho gh$ dû à la colonne d'eau de 18 m.
3. Calculer la pression absolue P au dernier niveau.
4. Exprimer cette pression en bar relatif. Est-elle dans la plage acceptable pour un réseau ECS (3 – 6 bar abs) ?
5. Un pressostat de sécurité est réglé à 4 bar relatif. À quelle pression absolue se déclenche-t-il ?

► [Voir la correction](#)

Graphique — Évolution de la pression avec la profondeur

La pression dans un fluide immobile augmente linéairement avec la profondeur selon $P = P_0 + \rho gh$. Ce graphique illustre cette évolution pour l'eau ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) et pour l'huile ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$).



La pression augmente linéairement avec la profondeur. L'eau exerce une pression plus forte que l'huile à même profondeur car elle est plus dense.

Erreurs fréquentes

✗ Confondre pression relative et pression absolue

Un manomètre affiche la pression *relative* (par rapport à l'atmosphère). La pression absolue = pression relative + pression atmosphérique ($\approx 1 \text{ bar}$). Dans Pascal $\Delta P = \rho g \Delta h$, on travaille avec des pressions relatives ou absolues, mais sans mélanger.

Conseil : préciser toujours si la pression est relative ou absolue dans les énoncés.

✗ Oublier de convertir les unités

$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 100\,000 \text{ Pa}$. La formule $\Delta P = \rho g \Delta h$ donne un résultat en pascals. Ne pas comparer directement Pa et bar sans conversion.

Conseil : convertir toutes les pressions en Pa avant les calculs, puis reconvertir en bar à la fin si nécessaire.

✗ Inverser F_1/S_1 dans la presse hydraulique

La presse hydraulique amplifie la force si $S_2 > S_1$. Inverser S_1 et S_2 dans la formule donne une force 400 fois trop petite ou trop grande.

Conseil : vérifier que $F_2/F_1 = S_2/S_1$ et que la force augmente bien côté grand piston.



Négliger la pression atmosphérique dans les calculs d'installation

En pratique, la pression atmosphérique (≈ 1 bar) s'additionne à la colonne d'eau. Dans un circuit fermé (radiateur), seule la pression relative du fluide s'ajoute.

Conseil : tracer un schéma du circuit avec les altitudes avant tout calcul de pression.

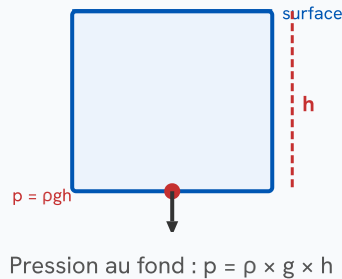
Simulation interactive

[Pression dans un fluide](#)

[Pertes de charge dans un immeuble](#)

Caractériser la pression dans un fluide immobile

Exercices | Terminale Bac Pro ICCER (Grpt 1) – Fluides statiques



Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)

Rappels du cours

La pression est la force exercée par unité de surface. Dans un fluide immobile, elle varie avec la profondeur selon la statique des fluides.

- Pression exercée par une force : $P = \frac{F}{S}$ (Pa)
- Statique des fluides : $P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$ avec ρ en kg/m^3 , $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, h en m
- Pression absolue / relative : $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{rel}}$ — une pression relative négative est une dépression
- Loi de Boyle-Mariotte ($T = \text{cste}$) : $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$
- Unités : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 1\,000 \text{ mbar}$; $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$; $P_{\text{atm}} \approx 1,013 \text{ bar}$

Exercices de base

EXERCICE 1 Compléter les formules de pression

SOCLE

Compléter les phrases suivantes avec les mots : *force, surface, profondeur, masse volumique, atmosphérique*.

1. La pression est le quotient d'une par une . Son unité est le .
2. Dans un fluide au repos, la pression augmente avec la .
3. La formule de la statique des fluides est : $P = P_0 + \square \times g \times \square$.
4. La pression absolue est la somme de la pression et de la pression relative.
5. Compléter les conversions :
1 bar = Pa = mbar

Mes calculs :

EXERCICE 2 Calcul guidé — pression exercée par une force

SOCLE

Une soupape de sécurité est soumise à une force $F = 200 \text{ N}$ sur une surface $S = 0,02 \text{ m}^2$.

1. Recopier et compléter : « La formule reliant pression, force et surface est : $P = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$ »

2. Remplacer par les valeurs numériques :

$$P = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ Pa}$$

3. Pour convertir en bar, on divise par 10^5 :

$$P = \frac{10\,000}{10^5} = \boxed{} \text{ bar}$$

4. Pour convertir en mbar, on multiplie les bar par 1 000 :

$$P = 0,1 \times 1\,000 = \boxed{} \text{ mbar}$$

Mes calculs :

EXERCICE 3 QCM — Conversions de pression

SOCLE

Pour chaque question, entourer la bonne réponse.

1. 2,5 bar en Pa :

- a) 2 500 Pa b) 25 000 Pa c) 250 000 Pa

2. 150 000 Pa en bar :

- a) 0,15 bar b) 1,5 bar c) 15 bar

3. 3 bar en mbar :

- a) 30 mbar b) 300 mbar c) 3 000 mbar

4. 500 mbar en bar :

- a) 0,5 bar b) 5 bar c) 50 bar

Mes calculs :

EXERCICE 4 Calcul guidé — pression au fond d'un réservoir

SOCLE

Un réservoir d'eau est soumis à la pression atmosphérique $P_0 = 10^5$ Pa. La profondeur vaut $h = 5$ m. On prend $\rho = 1\,000$ kg/m³ et $g = 9,81$ m/s².

Étape 1 : Écrire la formule de la statique des fluides :

$$P = \square + \square \times \square \times \square$$

Étape 2 : Remplacer par les valeurs numériques :

$$P = \square + \square \times \square \times \square$$

Étape 3 : Calculer le terme $\rho \cdot g \cdot h$:

$$\rho \cdot g \cdot h = 1\,000 \times 9,81 \times 5 = \square \text{ Pa}$$

Étape 4 : Additionner :

$$P = 100\,000 + 49\,050 = \square \text{ Pa}$$

Étape 5 : Convertir en bar :

$$P = \frac{149\,050}{10^5} \approx \square \text{ bar}$$

Mes calculs :

EXERCICE 5 Pression dans un circuit de chauffage — calcul guidé

SOCLE

Un plombier chauffagiste contrôle la pression d'un circuit de chauffage. Le manomètre en bas indique $P_{\text{bas}} = 2,5$ bar. Le circuit monte sur $h = 8$ m.

Données : $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Calculer la différence de pression :

$$\Delta P = \rho \times g \times h = \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \text{ Pa}$$

2. Convertir en bar :

$$\Delta P = \frac{78\,480}{10^5} \approx \boxed{} \text{ bar}$$

3. Calculer la pression en haut :

$$P_{\text{haut}} = P_{\text{bas}} - \Delta P = 2,5 - 0,785 = \boxed{} \text{ bar}$$

4. La pression minimale est 0,5 bar. Comparer et conclure :

$$P_{\text{haut}} = \boxed{} \text{ bar est } \boxed{} \text{ à } 0,5 \text{ bar donc le circuit est } \boxed{}.$$

Mes calculs :

EXERCICE 6 Pression absolue et pression relative — compléter

SOCLE

Un technicien chauffagiste relève les indications d'un manomètre sur un circuit de chauffage. Le manomètre mesure la pression **relative**. On donne $P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$.

1. Compléter : « La pression absolue est la somme de la pression et de la pression . »

2. Le manomètre indique $P_{\text{rel}} = 1,5 \text{ bar}$. Calculer la pression absolue :

$$P_{\text{abs}} = \text{} + \text{} = \text{} \text{ bar}$$

3. Un autre manomètre indique $P_{\text{rel}} = -0,2 \text{ bar}$. Cela signifie une .

$$P_{\text{abs}} = 1,013 + (-0,2) = \text{} \text{ bar}$$

4. La pression absolue peut-elle être négative ? . Sa valeur minimale est bar (le vide).

Mes calculs :

EXERCICE 7 Calcul guidé — Boyle-Mariotte

SOCLE

Un ballon de stockage contient un gaz à $P_1 = 3$ bar dans un volume $V_1 = 6$ L. On comprime le gaz à température constante jusqu'à $V_2 = 2$ L.

Étape 1 : Écrire la loi de Boyle-Mariotte :

$$\square \times \square = \square \times \square$$

Étape 2 : Isoler P_2 :

$$P_2 = \frac{\square \times \square}{\square}$$

Étape 3 : Remplacer par les valeurs :

$$P_2 = \frac{\square \times \square}{\square} = \square \text{ bar}$$

Étape 4 : La pression a-t-elle augmenté ou diminué ? Pourquoi ?

La pression a car le volume a .

Mes calculs :

EXERCICE 8 Lecture de manomètre — vrai ou faux

SOCLE

Pour chaque affirmation, indiquer si elle est vraie ou fausse et corriger si nécessaire.

1. Un manomètre classique mesure la pression absolue.
2. Si un manomètre indique 0 bar, cela signifie qu'il n'y a aucune pression.
3. $2 \text{ bar} = 200\,000 \text{ Pa}$.
4. Dans un circuit de chauffage, la pression est identique en haut et en bas.
5. La pression atmosphérique au niveau de la mer vaut environ 1,013 bar.

Mes calculs :

EXERCICE 9 Calcul guidé — pression sur une soupape

SOCLE

La soupape de sécurité d'une chaudière a un diamètre $d = 20$ mm. Elle se déclenche à une pression de $P = 3$ bar.

Étape 1 : Convertir le diamètre en mètres :

$$d = 20 \text{ mm} = \boxed{} \text{ m}$$

Étape 2 : Calculer le rayon :

$$r = \frac{d}{2} = \boxed{} \text{ m}$$

Étape 3 : Calculer la surface (disque) :

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times (0,010)^2 \approx \boxed{} \text{ m}^2$$

Étape 4 : Convertir la pression en Pa :

$$P = 3 \text{ bar} = \boxed{} \text{ Pa}$$

Étape 5 : Calculer la force sur la soupape ($F = P \times S$) :

$$F = 3 \times 10^5 \times 3,14 \times 10^{-4} = \boxed{} \text{ N}$$

Mes calculs :

EXERCICE 10 Comparer des pressions — tableau guidé

SOCLE

Compléter le tableau suivant en convertissant les pressions dans les différentes unités.

Situation	Pa	bar	mbar
Pression atmosphérique		1,013	
Pneu de vélo			4 000
Circuit de chauffage	150 000		
Dépression (aspiration)			800

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 11 Pression exercée par une force sur une surface

STANDARD

Une soupape de sécurité est soumise à une force $F = 200 \text{ N}$ sur une surface $S = 0,02 \text{ m}^2$.

1. Écrire la formule reliant pression, force et surface.
2. Calculer la pression P exercée en Pa.
3. Convertir ce résultat en bar, puis en mbar.

Mes calculs :

EXERCICE 12 Pression au fond d'un réservoir d'eau**STANDARD**

Un réservoir d'eau est soumis en surface à la pression atmosphérique

$P_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$. La profondeur vaut $h = 5 \text{ m}$. On prend $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ et $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Écrire la formule de la statique des fluides.
2. Calculer la pression P au fond du réservoir en Pa.
3. Exprimer ce résultat en bar.

Mes calculs :

EXERCICE 13 Conversions d'unités de pression

STANDARD

Effectuer les conversions suivantes :

1. Convertir 2,5 bar en Pa.
2. Convertir 150 000 Pa en bar.
3. Convertir 3 bar en mbar.
4. Un manomètre indique 850 mbar. Exprimer cette pression en bar et en Pa.

Mes calculs :

EXERCICE 14 Loi de Boyle-Mariotte — compression et détente d'un gaz

STANDARD

Un ballon contient un gaz à $P_1 = 2$ bar et $V_1 = 10$ L. La température reste constante.

1. On comprime le gaz jusqu'à $V_2 = 4$ L. Calculer la nouvelle pression P_2 .
2. On détend le gaz (depuis l'état initial) jusqu'à $V_2 = 20$ L. Calculer P_2 .
3. Dans quel cas la pression est-elle la plus élevée ? Justifier physiquement.

Mes calculs :

EXERCICE 15 Contrôle de pression d'un circuit de chauffage central**STANDARD**

Un plombier chauffagiste contrôle la pression d'un circuit de chauffage central. Le manomètre installé en bas indique $P_{\text{bas}} = 2,5$ bar. Le circuit monte verticalement sur $h = 8$ m. On prend $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Calculer la différence de pression hydrostatique $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h$ en Pa, puis en bar.
2. Calculer la pression en haut du circuit.
3. La pression minimale de fonctionnement est $P_{\text{min}} = 0,5$ bar. Le système est-il conforme ? Justifier.
4. Quelle pression minimale doit-on imposer en bas pour que $P_{\text{haut}} \geq 0,5$ bar ?

Mes calculs :

EXERCICE 16 Pression absolue et pression relative (manométrique)

STANDARD

Un manomètre mesure la pression relative par rapport à la pression atmosphérique.

$$P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar.}$$

1. Un manomètre indique $P_{\text{rel}} = +1,5 \text{ bar}$. Calculer la pression absolue.
2. Un autre manomètre indique $P_{\text{rel}} = -0,3 \text{ bar}$ (dépression). Calculer la pression absolue.
3. Une pression absolue peut-elle être négative ? Quelle est la pression absolue minimale possible ?

Mes calculs :

EXERCICE 17 Vases communicants — eau et huile**STANDARD**

Deux réservoirs sont reliés par le bas. Le premier contient de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$) avec $h_{\text{eau}} = 0,50 \text{ m}$. Le second contient de l'huile ($\rho_{\text{huile}} = 900 \text{ kg/m}^3$). À l'équilibre, les pressions au niveau de la jonction sont égales.

1. Écrire la condition d'équilibre des pressions au niveau de la jonction.
2. En déduire l'expression de h_{huile} , puis calculer sa valeur.
3. Expliquer pourquoi la hauteur d'huile est supérieure à la hauteur d'eau.

Mes calculs :

EXERCICE 18 Pression dans un ballon d'eau chaude sanitaire

STANDARD

Un installateur thermique vérifie un ballon d'eau chaude sanitaire. Le ballon est alimenté par le réseau d'eau à $P_{\text{réseau}} = 3 \text{ bar}$. Le groupe de sécurité est taré à $P_{\text{sécu}} = 7 \text{ bar}$. Le ballon est rempli d'eau froide à 15 °C ($V_1 = 200 \text{ L}$). En fonctionnement, l'eau atteint 65 °C et son volume augmente de $\Delta V = 3,5 \text{ L}$.

1. Calculer le pourcentage d'augmentation de volume de l'eau lors du chauffage.
2. Si le groupe de sécurité est bloqué et que l'air au-dessus de l'eau (volume initial $V_{\text{air}} = 5 \text{ L}$) est comprimé, calculer la nouvelle pression de l'air en appliquant Boyle-Mariotte. On suppose $P_{\text{air,initial}} = 3 \text{ bar}$.
3. Le groupe de sécurité se déclenche-t-il ? Justifier.

Mes calculs :

EXERCICE 19 Hauteur manométrique d'une colonne d'eau

STANDARD

On souhaite exprimer des pressions en « mètres de colonne d'eau » (mCE), unité courante en chauffage. On donne $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Calculer la pression exercée par une colonne d'eau de $h = 1 \text{ m}$ en Pa.
2. Combien de mCE correspondent à 1 bar ?
3. Un circulateur de chauffage fournit une hauteur manométrique de 6 mCE. Exprimer cette pression en Pa et en bar.
4. La perte de charge du circuit est de 45 000 Pa. Exprimer cette perte en mCE. Le circulateur est-il suffisant ?

Mes calculs :

EXERCICE 20 Pression dans un circuit de climatisation

STANDARD

Un technicien CVC vérifie les pressions d'un circuit de climatisation. Le manomètre basse pression (BP) indique $P_{\text{rel,BP}} = 4,5$ bar et le manomètre haute pression (HP) indique $P_{\text{rel,HP}} = 18$ bar. On donne $P_{\text{atm}} = 1,013$ bar.

1. Calculer les pressions absolues côté BP et côté HP.
2. Calculer le rapport des pressions absolues $\frac{P_{\text{HP}}}{P_{\text{BP}}}$ (appelé taux de compression).
3. Si le gaz occupe un volume $V_{\text{BP}} = 2,0$ L côté BP, quel volume occupe-t-il côté HP ? (Compression isotherme approchée.)
4. Le taux de compression ne doit pas dépasser 4,5 pour protéger le compresseur. La condition est-elle respectée ?

Mes calculs :

EXERCICE 21 Pression au fond d'un ballon de stockage solaire

STANDARD

Un installateur de panneaux solaires thermiques raccorde un ballon de stockage vertical de hauteur $H = 1,80$ m. Le ballon est rempli d'un mélange eau-glycol de masse volumique $\rho = 1\,040$ kg/m³. La pression en haut du ballon est $P_0 = 2,0$ bar. On prend $g = 9,81$ m/s².

1. Calculer la pression due à la colonne de fluide $\Delta P = \rho g H$ en Pa puis en bar.
2. Calculer la pression absolue au fond du ballon.
3. La soupape de sécurité du circuit solaire est tarée à 6 bar. Le ballon peut-il fonctionner sans déclencher la soupape ? Justifier.

Mes calculs :

EXERCICE 22 Détente d'un gaz dans une bouteille de fluide frigorigène

STANDARD

Un technicien de maintenance utilise une bouteille de fluide frigorigène R32. La bouteille contient du gaz à $P_1 = 15$ bar dans un volume $V_1 = 0,80$ L (phase gazeuse). Il transfère le gaz dans le circuit (volume $V_2 = 3,5$ L) à température constante.

1. Appliquer la loi de Boyle-Mariotte pour calculer la pression finale P_2 dans le circuit.
2. Convertir P_2 en Pa.
3. S'agit-il d'une compression ou d'une détente ? Justifier en comparant volumes et pressions.

Mes calculs :

EXERCICE 23 Compression du fluide frigorigène R410A

APPROFONDISSEMENT

Un technicien CVC installe un système de climatisation utilisant le fluide R410A. Le compresseur comprime le gaz depuis $P_1 = 7$ bar, $V_1 = 1,0$ L jusqu'à $P_2 = 12$ bar (compression isotherme approximative).

1. Appliquer la loi de Boyle-Mariotte pour calculer le volume V_2 après compression.
2. Calculer le volume moyen $V_{\text{moy}} = \frac{V_1 + V_2}{2}$.
3. Estimer le travail de compression par cycle : $W \approx (P_2 - P_1) \times V_{\text{moy}}$. Exprimer les grandeurs en unités SI avant de calculer.
4. Le compresseur effectue 50 cycles par seconde. Estimer la puissance mécanique absorbée.

Mes calculs :

EXERCICE 24 Dimensionnement d'un vase d'expansion**APPROFONDISSEMENT**

Un installateur thermique dimensionne un vase d'expansion pour un circuit de chauffage. Le circuit contient $V_{\text{eau}} = 150 \text{ L}$ d'eau. La température passe de $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (remplissage) à $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (fonctionnement). Le coefficient de dilatation volumique moyen de l'eau sur cet intervalle est $\beta = 4,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$.

La pression de gonflage du vase est $P_1 = 1,5 \text{ bar}$ et la pression de tarage de la soupape est $P_2 = 3 \text{ bar}$.

1. Calculer l'augmentation de volume de l'eau : $\Delta V = V_{\text{eau}} \times \beta \times \Delta T$.

2. Le volume utile du vase doit absorber ce ΔV . En appliquant la loi de Boyle-Mariotte au gaz du vase, montrer que le volume total du vase est :

$$V_{\text{vase}} = \Delta V \times \frac{P_2}{P_2 - P_1}$$

3. Calculer V_{vase} en litres.

4. En pratique, on majore de 20 % pour la sécurité. Quel volume commercial choisir parmi : 8 L, 12 L, 18 L, 25 L ?

Mes calculs :

EXERCICE 25 Pression de plongée et loi de Boyle-Mariotte**APPROFONDISSEMENT**

Un plongeur professionnel intervient sur une canalisation sous-marine à une profondeur de 30 m dans l'eau de mer ($\rho_{\text{mer}} = 1\,025 \text{ kg/m}^3$). Il respire de l'air contenu dans une bouteille de $V_b = 12 \text{ L}$ gonflée à $P_b = 200 \text{ bar}$. $P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Calculer la pression absolue à 30 m de profondeur, en Pa puis en bar.
2. À cette profondeur, le plongeur consomme environ 20 L d'air par minute (mesuré à la pression ambiante). En utilisant Boyle-Mariotte, calculer le volume total d'air disponible ramené à la pression ambiante à 30 m.
3. En déduire l'autonomie du plongeur en minutes.
4. On impose une réserve de sécurité de 50 bar dans la bouteille. Recalculer l'autonomie réelle.

Mes calculs :

EXERCICE 26 Circuit hydraulique d'un plancher chauffant — problème ouvert

APPROFONDISSEMENT

Un installateur de pompe à chaleur met en service un plancher chauffant sur deux niveaux. Le circuit hydraulique comporte :

- Un collecteur au sous-sol (altitude de référence : $z = 0$)
- Un plancher chauffant au rez-de-chaussée ($z_1 = 3$ m)
- Un plancher chauffant à l'étage ($z_2 = 6$ m)
- Un purgeur automatique au point le plus haut ($z_3 = 7$ m)

Données : $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, pression de gonflage du vase d'expansion : $P_0 = 1,5 \text{ bar}$.

1. Calculer la pression au collecteur pour que la pression au purgeur soit au minimum 0,3 bar (condition d'évacuation d'air).
2. Calculer les pressions au niveau de chaque plancher chauffant.
3. Le manomètre du collecteur indique 2,0 bar. Vérifier que la condition de purgeur est respectée et déterminer la marge de sécurité disponible.
4. La soupape de sécurité est tarée à 3 bar. Quelle hauteur maximale pourrait-on ajouter au circuit sans dépasser la pression de soupape au collecteur ?

Mes calculs :

EXERCICE 27 Pression dans un réseau de distribution d'eau sanitaire

APPROFONDISSEMENT

Un plombier chauffagiste raccorde un immeuble de 5 étages au réseau d'eau potable. La pression de distribution au pied de l'immeuble est $P_0 = 4$ bar. Chaque étage a une hauteur de 3 m. L'appartement le plus haut se situe à $z = 15$ m au-dessus du point de raccordement. On donne $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Calculer la pression disponible à chaque étage (du 1er au 5e). Présenter les résultats dans un tableau.
2. La pression minimale pour un bon fonctionnement des robinets est $P_{\text{min}} = 1$ bar. À partir de quel étage la pression est-elle insuffisante ?
3. On installe un surpresseur qui porte la pression au pied à 6 bar. Recalculer la pression au 5e étage. La condition est-elle satisfaite ?
4. La pression au rez-de-chaussée ne doit pas dépasser 5 bar (norme NF). Proposer une solution technique pour respecter simultanément les deux contraintes.

Mes calculs :

EXERCICE 28 Choix d'un vase d'expansion pour circuit solaire**APPROFONDISSEMENT**

Un installateur en énergies renouvelables dimensionne un vase d'expansion pour un circuit solaire thermique. Le circuit contient $V_{\text{fluide}} = 25 \text{ L}$ d'un mélange eau-glycol ($\beta = 5,2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$). En stagnation solaire, le fluide peut atteindre $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (température de remplissage : $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$). La pression de gonflage du vase est $P_1 = 2,5 \text{ bar}$ et la soupape est tarée à $P_2 = 6 \text{ bar}$.

1. Calculer ΔT et le volume d'expansion $\Delta V = V_{\text{fluide}} \times \beta \times \Delta T$.
2. En utilisant la formule $V_{\text{vase}} = \Delta V \times \frac{P_2}{P_2 - P_1}$, calculer le volume minimal du vase.
3. En stagnation, le fluide peut se vaporiser et le volume de vapeur est environ 3 fois le volume liquide évaporé. Si 10 % du fluide se vaporise, quel volume supplémentaire faut-il prévoir ?
4. Proposer un volume commercial (8 L, 12 L, 18 L, 25 L, 35 L) en majorant de 30 % le volume total nécessaire.

Mes calculs :

EXERCICE 29 Manomètre différentiel et perte de charge**APPROFONDISSEMENT**

Un technicien de maintenance énergétique mesure la perte de charge d'un échangeur thermique à l'aide d'un manomètre différentiel en U rempli de mercure ($\rho_{\text{Hg}} = 13\,600 \text{ kg/m}^3$). Le fluide du circuit est de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$). La dénivellation du mercure dans le tube en U est $\Delta h = 12 \text{ cm}$. On prend $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. En écrivant l'équilibre des pressions au niveau du mercure dans les deux branches du tube, montrer que la différence de pression est :

$$\Delta P = (\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{eau}}) \times g \times \Delta h$$

2. Calculer ΔP en Pa puis en mbar.

3. La perte de charge maximale admissible est 200 mbar. L'échangeur est-il dans les normes ?

4. Si l'échangeur est encrassé, la perte de charge augmente. Quelle dénivellation Δh correspondrait à la limite de 200 mbar ?

Mes calculs :

EXERCICE 30 Pompe à chaleur géothermique — pression dans le forage

APPROFONDISSEMENT

Un ingénieur thermicien dimensionne un circuit de captage vertical pour une pompe à chaleur géothermique. Le forage descend à $h = 100$ m de profondeur. Le circuit est rempli d'un mélange eau-glycol ($\rho = 1\,050$ kg/m³). La pression de remplissage en surface est $P_0 = 2,5$ bar. On prend $g = 9,81$ m/s².

1. Calculer la pression absolue au fond du forage en Pa et en bar.
2. Le tube en PEHD (polyéthylène haute densité) supporte une pression de service de 16 bar. Vérifier que le tube résiste à la pression au fond.
3. On envisage un forage plus profond à $h = 200$ m. Calculer la pression au fond. Le même tube convient-il encore ?
4. Le vase d'expansion en surface est gonflé à $P_1 = 2,5$ bar avec un volume de gaz $V_1 = 18$ L. En fonctionnement, la température du fluide passe de 5 °C à 35 °C et le volume du fluide augmente de $\Delta V = 4,2$ L. Calculer la nouvelle pression dans le vase et vérifier qu'elle reste sous la pression de tarage de la soupape ($P_{\text{sécu}} = 6$ bar).

Mes calculs :

À retenir – Pression dans un fluide immobile

- La pression est une force par unité de surface : $P = F/S$ (Pa). Rappel : 1 bar = 10^5 Pa = 1 000 mbar.
 - Dans un fluide au repos, la pression augmente avec la profondeur : $P = P_0 + \rho gh$.
 - Pression absolue = pression atmosphérique + pression relative : $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{rel}}$.
La pression absolue ne peut pas être négative.
 - Loi de Boyle-Mariotte à température constante : $P_1 V_1 = P_2 V_2$.
 - Pour un circuit de chauffage : $P_{\text{haut}} = P_{\text{bas}} - \rho gh$. Toujours vérifier $P_{\text{haut}} \geq P_{\text{min}}$.
-

05

Caractériser la pression dans un fluide immobile

Caractériser la pression dans un fluide immobile | Terminale Bac Pro ICCER
(Grpt 1)

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir



Objectifs du chapitre

[cliquer pour développer](#)**Durée**

55 minutes

Barème

20 points

Documents

Non autorisés (sauf fiche de
formules fournie)

Calculatrice

Autorisée

EXERCICE 1 Vérification de la pression d'un circuit de chauffage

8 points

SOCLE

Un plombier chauffagiste vérifie la pression d'un circuit de chauffage dans un immeuble. Il lit le manomètre en bas de l'installation.

Données :

- Force exercée par l'eau sur le capteur de pression : $F = 500 \text{ N}$
- Surface du capteur : $S = 0,01 \text{ m}^2$
- Hauteur du circuit : $h = 6 \text{ m}$
- $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

1. Compléter : « La formule de la pression est $P = \frac{\boxed{}}{\boxed{}}$ » (1 pt)

2. Remplacer par les valeurs et calculer :

$$P = \frac{\boxed{}}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ Pa (2 pts)}$$

3. Convertir en bar : $P = \frac{50\,000}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ bar (1 pt)}$

4. Calculer la différence de pression entre le bas et le haut :

$$\Delta P = \rho \times g \times h = \boxed{} \times \boxed{} \times \boxed{} = \boxed{} \text{ Pa (2 pts)}$$

5. Convertir ΔP en bar : $\Delta P \approx \boxed{} \text{ bar (1 pt)}$

6. La pression en bas est $P_{\text{bas}} = 1,8 \text{ bar}$. Calculer la pression en haut :

$$P_{\text{haut}} = P_{\text{bas}} - \Delta P = 1,8 - \boxed{} = \boxed{} \text{ bar}$$

La pression minimale est 0,5 bar. Le circuit est-il conforme ? $\boxed{}$ (1 pt)

EXERCICE 2 Pression dans une piscine**7 points****SOCLE**

Un nageur plonge dans une piscine d'une profondeur de 4 m.

Données : $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $P_{\text{atm}} = 101\,325 \text{ Pa}$.

1. Compléter la formule de la statique des fluides :

$$P = \boxed{} + \boxed{} \times g \times \boxed{} \text{ (1,5 pt)}$$

2. Calculer la pression au fond, étape par étape :

a) $\rho \times g \times h = 1\,000 \times 9,81 \times 4 = \boxed{} \text{ Pa}$

b) $P = 101\,325 + \boxed{} = \boxed{} \text{ Pa}$ (2,5 pts)

3. Convertir en bar : $P \approx \boxed{} \text{ bar}$ (1 pt)

4. La pression relative est $P_{\text{rel}} = P - P_{\text{atm}} = \boxed{} \text{ Pa} \approx \boxed{} \text{ bar}$ (2 pts)

EXERCICE 3 QCM — Pression et unités**5 points****SOCLE**

Pour chaque question, entourer la bonne réponse. (1 pt par question)

1. 1 bar est égal à :

a) 1 000 Pa b) 10 000 Pa c) 100 000 Pa

2. Dans un fluide au repos, la pression :

a) diminue avec la profondeur b) augmente avec la profondeur c) reste constante

3. La pression atmosphérique vaut environ :

a) 0,1 bar b) 1 bar c) 10 bar

4. Un manomètre mesure :

a) la pression absolue b) la pression relative c) la température

5. Si on double le volume d'un gaz à température constante, sa pression :

a) double b) est divisée par 2 c) reste la même

TOTAL : 20 points

EXERCICE 1 Les freins hydrauliques d'un véhicule industriel**8 points****STANDARD**

Un technicien de maintenance intervient sur les freins hydrauliques d'un camion-benne.
Données :

- Surface du piston maître (pédale) : $S_1 = 6,28 \text{ cm}^2$
- Surface de chaque piston récepteur (mâchoire) : $S_2 = 78,5 \text{ cm}^2$
- Force exercée par le conducteur sur la pédale : $F_1 = 350 \text{ N}$
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

1. Rappeler le principe de Pascal. (1 pt)
2. Convertir S_1 et S_2 en m^2 . (1 pt)
3. Calculer la pression dans le circuit hydraulique. (2 pts)
4. Calculer la force F_2 exercée par un piston récepteur. (2 pts)
5. Le frein comprend 4 pistons récepteurs. Calculer la force totale de freinage. (1 pt)
6. Quel est le rapport de multiplication de la force ? Commenter. (1 pt)

EXERCICE 2 Tour de réfrigération industrielle**7 points****STANDARD**

Une tour de réfrigération contient de l'eau ($\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$). La surface libre est à $h_A = 8 \text{ m}$ par rapport au sol. Le capteur de pression est au sol ($h_B = 0 \text{ m}$).
 $P_{\text{atm}} = 101\,325 \text{ Pa}$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

1. Rappeler la loi fondamentale de la statique des fluides. Préciser les symboles et unités. (2 pts)
2. Calculer la différence de hauteur entre la surface et le capteur. (0,5 pt)
3. Calculer la pression absolue au niveau du capteur. (2 pts)
4. En déduire la pression relative au niveau du capteur, en Pa et en bar. (1,5 pt)
5. Si le capteur déclenche une alarme au-delà de 1,2 bar relatif, l'alarme se déclenchera-t-elle ? (1 pt)

EXERCICE 3 Intervention en milieu subaquatique**5 points****STANDARD**

Un plongeur professionnel intervient sur une canalisation sous-marine à 15 m de profondeur dans l'eau de mer ($\rho = 1\,025\text{ kg/m}^3$). Il emporte un outil en acier ($\rho_{\text{acier}} = 7\,800\text{ kg/m}^3$, $V = 10^{-3}\text{ m}^3$). $g = 9,81\text{ m/s}^2$, $P_{\text{atm}} = 101\,325\text{ Pa}$.

1. Calculer la pression absolue à 15 m de profondeur. (2 pts)
2. Calculer la poussée d'Archimède sur l'outil. (1,5 pt)
3. Calculer le poids apparent de l'outil dans l'eau. (1,5 pt)

TOTAL : 20 points

EXERCICE 1 Vérification hydraulique d'un circuit de chauffage sur trois niveaux

8 points

APPROFONDISSEMENT

Un technicien chauffagiste met en service un circuit de chauffage dans un bâtiment de trois étages. Le manomètre est situé au sous-sol (altitude de référence $z = 0$).

Données :

- Radiateur RDC : $z_1 = 3 \text{ m}$
- Radiateur 1er étage : $z_2 = 6 \text{ m}$
- Purgeur au point haut : $z_3 = 9 \text{ m}$
- $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- Pression minimale au purgeur : $P_{\text{min}} = 0,3 \text{ bar}$
- Pression de tarage de la soupape de sécurité : $P_{\text{soupape}} = 3 \text{ bar}$

1. Calculer la pression minimale au sous-sol pour que la pression au purgeur soit supérieure à P_{min} . (2,5 pts)
2. Le manomètre indique $P_0 = 2,2 \text{ bar}$. Calculer la pression à chaque niveau (z_1, z_2, z_3). (2,5 pts)
3. Vérifier que la condition $P_{\text{purgeur}} \geq P_{\text{min}}$ est respectée. Calculer la marge disponible. (1 pt)
4. Quelle est la plage de pression admissible au sous-sol ? Exprimer sous forme d'encadrement. (2 pts)

EXERCICE 2 Dimensionnement du vase d'expansion d'une pompe à chaleur**7 points****APPROFONDISSEMENT**

Un installateur de pompe à chaleur dimensionne le vase d'expansion du circuit hydraulique.

Données :

- Volume d'eau du circuit : $V_{\text{eau}} = 120 \text{ L}$
- Température de remplissage : $T_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
- Température de fonctionnement : $T_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$
- Coefficient de dilatation moyen : $\beta = 4,0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
- Pression de gonflage du vase : $P_1 = 1,0 \text{ bar}$
- Pression de tarage de la soupape : $P_2 = 3 \text{ bar}$

1. Calculer ΔT et l'augmentation de volume $\Delta V = V_{\text{eau}} \times \beta \times \Delta T$. (1,5 pt)

2. En appliquant Boyle-Mariotte au gaz du vase, montrer que $V_{\text{vase}} = \Delta V \times \frac{P_2}{P_2 - P_1}$. (2,5 pts)

3. Calculer V_{vase} . (1,5 pt)

4. En majorant de 20 %, quel volume commercial choisir parmi : 5 L, 8 L, 12 L, 18 L ? (1,5 pt)

EXERCICE 3 Autonomie d'un plongeur — loi de Boyle-Mariotte

5 points

APPROFONDISSEMENT

Un plongeur professionnel inspecte une canalisation sous-marine à 25 m de profondeur. Sa bouteille de 15 L est gonflée à 200 bar. Il consomme 22 L/min à la pression ambiante. Données : $\rho_{\text{mer}} = 1\,025 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, $P_{\text{atm}} = 1,013 \text{ bar}$. Réserve de sécurité : 50 bar.

1. Calculer la pression absolue à 25 m en bar. (1,5 pt)
2. Calculer le volume d'air utilisable (pression utilisable = $200 - 50 = 150 \text{ bar}$) ramené à la pression ambiante à 25 m. (2 pts)
3. En déduire l'autonomie en minutes. Commenter vis-à-vis des règles de sécurité en plongée professionnelle. (1,5 pt)

TOTAL : 20 points