

Chapitre 1 – Masse volumique et dilatation thermique

Première Bac Pro (Grpt 5) | Physique-Chimie | Chimie – Propriétés des matériaux

Dernière mise à jour : 30 juin 2026

Objectifs du chapitre

- Définir la masse volumique et connaître son unité
- Mesurer expérimentalement la masse volumique d'un liquide ou d'un solide
- Connaître les masses volumiques de matériaux courants
- Expliquer que la masse volumique dépend de la température
- Décrire la dilatation thermique des liquides et des solides
- Identifier des applications concrètes de la dilatation thermique

Situation professionnelle

Karim, apprenti géomètre-topographe, accompagne son tuteur sur un chantier de construction d'un pont routier. Le bureau d'études a fourni les plans avec les dimensions exactes du tablier métallique en acier. Le tuteur lui explique :

« Le tablier fait 120 mètres de long. En été, la température peut monter à 40 °C, et en hiver descendre à -10 °C. Il faut prévoir des **joints de dilatation** pour que le pont ne se déforme pas. Pour dimensionner ces joints, on a besoin de connaître la **masse volumique** de l'acier et son comportement face aux variations de température. »

Ce chapitre vous donnera les outils pour comprendre ces notions essentielles.

1. La masse volumique

1.1 Définition

DÉFINITION La **masse volumique** d'un matériau, notée ρ (lettre grecque « rhô »), est la **masse par unité de volume** de ce matériau. Elle caractérise à quel point un matériau est « lourd » pour un volume donné.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

avec : ρ en kg/m^3 (ou g/cm^3), m en kg (ou g), V en m^3 (ou cm^3)

En d'autres termes : si on prend exactement 1 m^3 d'un matériau, sa masse en kilogrammes est égale à sa masse volumique.

ATTENTION Ne pas confondre **masse volumique** et **masse**. Un gros bloc de polystyrène peut être plus volumineux qu'un petit lingot de plomb, mais le plomb a une masse volumique bien plus grande : il est beaucoup plus « dense » que le polystyrène.

1.2 Unités

L'unité officielle (SI) de la masse volumique est le **kilogramme par mètre cube** (kg/m^3). En chimie et au laboratoire, on utilise souvent le **gramme par centimètre cube** (g/cm^3).

MÉTHODE

Conversion entre g/cm^3 et kg/m^3

Pour convertir de g/cm^3 en kg/m^3 , on **multiplie par 1 000**.

Pour convertir de kg/m^3 en g/cm^3 , on **divise par 1 000**.

Exemple : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g/cm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

1.3 Masses volumiques de matériaux courants

Voici un tableau de valeurs à connaître (à 20°C environ) :

Matériau	ρ (kg/m ³)	ρ (g/cm ³)
Air (à pression atmosphérique)	1,2	0,0012
Bois (chêne)	700	0,70
Eau	1 000	1,00
Béton	2 300	2,30
Aluminium	2 700	2,70
Acier	7 800	7,80
Cuivre	8 900	8,90
Plomb	11 300	11,30
Or	19 300	19,30

À retenir : L'eau a une masse volumique de $\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3 = 1,00\text{ g/cm}^3$. C'est la **référence** : un matériau qui coule dans l'eau a une masse volumique supérieure à celle de l'eau.

NE PAS CONFONDRE : MASSE VOLUMIQUE ET DENSITÉ La **masse volumique** ρ a une unité (kg/m³ ou g/cm³). La **densité** d est le **rapport** de la masse volumique d'un corps à celle de l'eau : $d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{eau}}}$. Elle n'a **pas d'unité**. Exemple : l'acier ($\rho = 7\,800\text{ kg/m}^3$) a une densité $d = 7\,800/1\,000 = 7,8$. Un corps de densité > 1 coule dans l'eau.

MINI-EXERCICE 1

Un bloc d'aluminium a une masse de 540 g et un volume de 200 cm³. Calculer sa masse volumique en g/cm³ puis en kg/m³. S'agit-il bien d'aluminium ?

2. Mesurer la masse volumique

2.1 Pour un solide régulier

MÉTHODE

Mesure de la masse volumique d'un solide de forme simple

1. Mesurer les dimensions du solide (longueur, largeur, hauteur) avec une règle ou un pied à coulisse.
2. Calculer le volume : par exemple $V = L \times l \times h$ pour un parallélépipède.
3. Peser le solide sur une balance pour obtenir sa masse m .
4. Calculer : $\rho = \frac{m}{V}$.

Exemple 1 : Un bloc de pierre calcaire mesure $10 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ et pèse $1\,080 \text{ g}$.
Calculer sa masse volumique.

$$V = 10 \times 8 \times 5 = 400 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1\,080}{400} = 2,70 \text{ g/cm}^3 = 2\,700 \text{ kg/m}^3$$

Cette valeur est proche de celle du calcaire (environ $2\,500$ à $2\,800 \text{ kg/m}^3$).

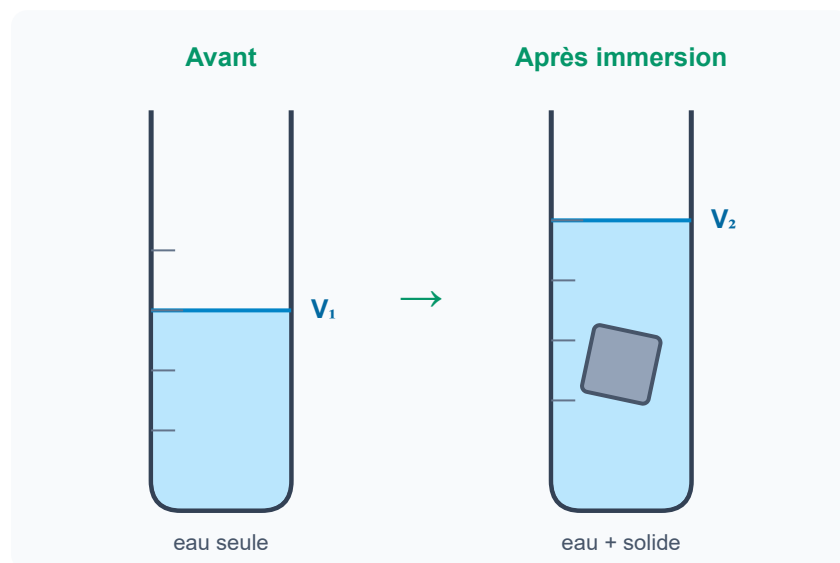
2.2 Pour un solide de forme quelconque

Si le solide n'a pas une forme géométrique simple, on mesure son volume par **déplacement d'eau** dans une éprouvette graduée :

MÉTHODE

Méthode par déplacement d'eau

1. Remplir une éprouvette graduée avec un volume initial d'eau V_1 .
2. Immerger complètement le solide dans l'eau.
3. Lire le nouveau volume V_2 .
4. Le volume du solide est : $V = V_2 - V_1$.
5. Peser le solide et calculer $\rho = \frac{m}{V}$.



Le solide immergé fait monter le niveau d'eau : son volume est $V = V_2 - V_1$, lu directement sur les graduations.

2.3 Pour un liquide

MÉTHODE

Mesure de la masse volumique d'un liquide

1. Peser une éprouvette graduée vide : masse m_1 .
2. Verser un volume V de liquide dans l'éprouvette.
3. Peser l'ensemble : masse m_2 .
4. La masse du liquide est : $m = m_2 - m_1$.
5. Calculer : $\rho = \frac{m}{V}$.

Exemple 2 : Un géomètre doit identifier un liquide trouvé dans un fût sur un chantier. Il prélève $50,0 \text{ cm}^3$ de ce liquide et mesure une masse de $39,5 \text{ g}$.

$$\rho = \frac{39,5}{50,0} = 0,79 \text{ g/cm}^3 = 790 \text{ kg/m}^3$$

En comparant au tableau, cette valeur correspond à de l'éthanol (alcool). Il ne s'agit pas d'eau.

MINI-EXERCICE 2

Un bijoutier pèse une bague : $m = 96,5 \text{ g}$. Par déplacement d'eau, il mesure un volume $V = 5,0 \text{ cm}^3$. Calculer la masse volumique et dire si la bague est en or pur ($\rho_{\text{or}} = 19\,300 \text{ kg/m}^3$).

3. Influence de la température sur la masse volumique

PROPRIÉTÉ En général, lorsque la **température augmente**, le volume d'un corps augmente (il se dilate) mais sa masse reste la même. Comme $\rho = \frac{m}{V}$, la **masse volumique diminue** quand la température augmente.

C'est un phénomène universel qui concerne les solides, les liquides et les gaz. Les gaz y sont les plus sensibles, puis les liquides, et enfin les solides.

Exemple : La masse volumique de l'eau varie avec la température :

Température (°C)	ρ (kg/m ³)
4	1 000,0
20	998,2
50	988,1
80	971,8
100	958,4

L'eau est la plus dense à 4 °C. C'est une **anomalie** de l'eau : la plupart des matériaux sont les plus denses à leur température la plus basse.

ATTENTION Quand un corps se dilate sous l'effet de la chaleur, sa **masse ne change pas**. C'est le **volume qui augmente**, ce qui fait diminuer la masse volumique.

4. Dilatation thermique des liquides

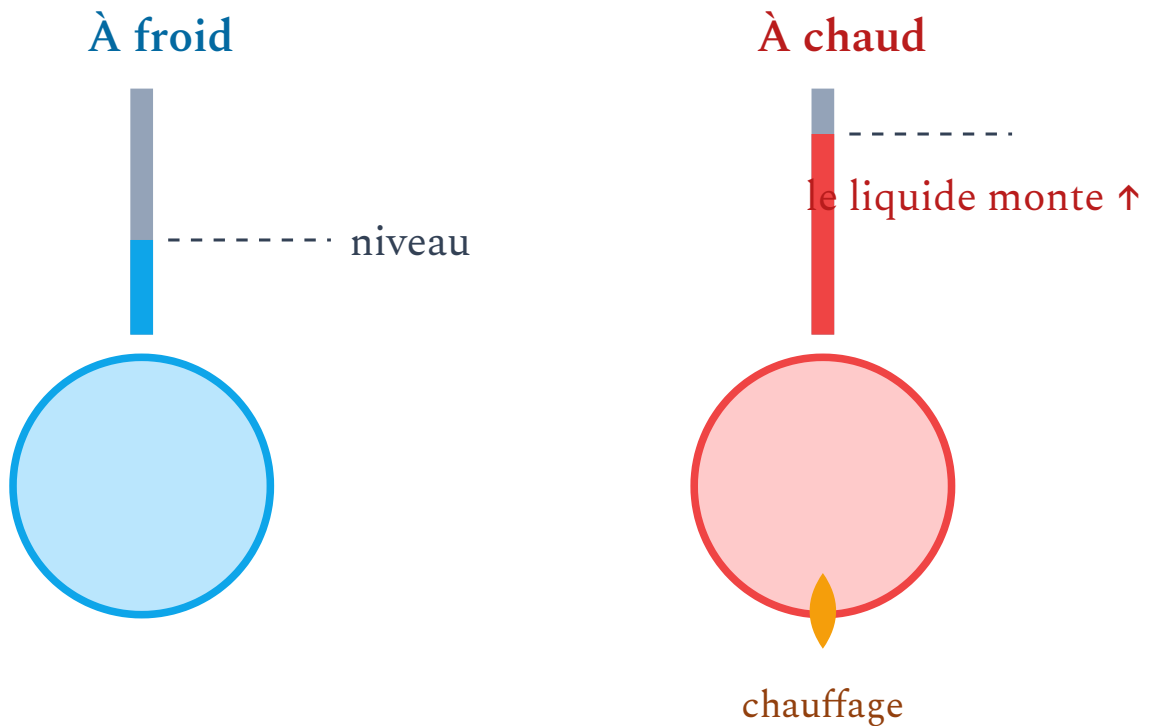
4.1 Mise en évidence expérimentale

MÉTHODE

Expérience du ballon surmonté d'un tube

1. Remplir un ballon en verre d'un liquide coloré jusqu'en haut du col.
2. Adapter un tube fin vertical sur le col du ballon.
3. Repérer le niveau du liquide dans le tube.
4. Chauffer le ballon avec les mains ou dans un bain-marie.
5. **Observation :** le liquide monte dans le tube. En refroidissant, il redescend.

Interprétation : en chauffant, le liquide se dilate (son volume augmente). Sa masse ne change pas, mais il occupe plus de place.



4.2 Le thermomètre à liquide

Le **thermomètre à alcool** (ou à mercure, aujourd'hui interdit) exploite directement la dilatation thermique : le liquide se dilate proportionnellement à la température, ce qui fait monter le niveau dans un tube fin gradué.

4.3 Applications

- **Vase d'expansion** dans un circuit de chauffage : il absorbe la dilatation de l'eau chaude pour éviter une surpression.
- **Réservoir de carburant** : on ne remplit jamais un réservoir à ras bord en été, car l'essence se dilate avec la chaleur.
- **Topographie** : les géomètres tiennent compte de la température ambiante lors de mesures de précision avec des rubans métalliques, car ceux-ci changent de longueur selon la chaleur.

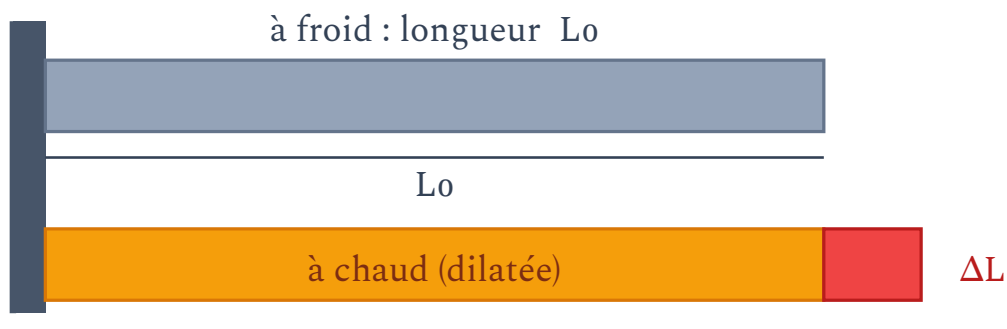
5. Dilatation thermique des solides

5.1 Principe

PROPRIÉTÉ Un solide se dilate (s'allonge) lorsqu'on le chauffe et se contracte lorsqu'on le refroidit. La variation de longueur est proportionnelle à la longueur initiale et à la variation de température.

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$$

avec : ΔL = variation de longueur (en m), α = coefficient de dilatation linéaire (en $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ou K^{-1}), L_0 = longueur initiale (en m), ΔT = variation de température (en $^{\circ}\text{C}$ ou K)



La barre, fixée à gauche, s'allonge de ΔL vers la droite quand la température augmente.

5.2 Coefficients de dilatation de quelques matériaux

Matériau	α (en $10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Acier	12
Aluminium	23
Cuivre	17
Béton	12
Verre	9
Bois (longitudinal)	3 à 5

L'aluminium se dilate presque deux fois plus que l'acier pour la même variation de température.

MINI-EXERCICE 3

Une poutre en aluminium de $L_0 = 6,0 \text{ m}$ est installée à $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. En été, sa température atteint $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$. De combien s'allonge-t-elle ? ($\alpha_{\text{alu}} = 23 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

5.3 Exemples concrets

Exemple 3 : Un rail de chemin de fer en acier mesure 36 m à $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Quelle sera sa variation de longueur si la température atteint $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en plein été ?

$$\Delta T = 45 - 15 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T = 12 \times 10^{-6} \times 36 \times 30 = 0,013 \text{ m} \approx 1,3 \text{ cm}$$

Le rail s'allonge d'environ **1,3 cm**. C'est pourquoi on laisse des espaces (joints de dilatation) entre les rails.

Exemple 4 : Un ruban métallique en acier de 30 m est utilisé par un géomètre-topographe pour mesurer une distance. La mesure est faite à 35 °C, alors que le ruban a été étalonné à 20 °C. Quelle erreur commet-on si on ne corrige pas ?

$$\Delta T = 35 - 20 = 15 \text{ °C}$$

$$\Delta L = 12 \times 10^{-6} \times 30 \times 15 = 0,0054 \text{ m} = 5,4 \text{ mm}$$

L'erreur est de 5,4 mm sur 30 m. Pour des mesures de précision, cette correction est indispensable.

5.4 Joints de dilatation

Les **joints de dilatation** sont des espaces prévus dans les structures pour absorber les variations de longueur dues aux changements de température :

- **Ponts** : des joints métalliques en peigne permettent au tablier de s'allonger librement sans fissurer la chaussée.
- **Voies ferrées** : les rails modernes sont soudés en longs rails continus (LRS) avec des appareils de dilatation aux extrémités.
- **Bâtiments** : les murs et dalles en béton comportent des joints tous les 25 à 30 mètres pour éviter les fissures.
- **Canalisations** : des lyres ou compensateurs de dilatation absorbent les mouvements des tuyaux de chauffage ou d'eau chaude.

À retenir : La dilatation thermique des solides, même si elle semble faible (quelques millimètres), peut générer des **contraintes mécaniques considérables** si elle n'est pas prévue. Les joints de dilatation sont indispensables dans toute construction.

6. Applications professionnelles

En topographie : les géomètres utilisent la masse volumique pour identifier des matériaux sur les chantiers. Ils doivent aussi corriger les mesures de distances faites avec des rubans métalliques en tenant compte de la dilatation thermique. Un écart de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ par rapport à la température d'étalonnage introduit une erreur de l'ordre de $0,12\text{ mm}$ par mètre avec un ruban en acier.

En artisanat : un artisan bijoutier utilise la masse volumique pour vérifier la pureté d'un métal précieux. Par exemple, en pesant un bijou en or et en mesurant son volume par déplacement d'eau, il peut vérifier que la masse volumique obtenue correspond bien à celle de l'or ($19\,300\text{ kg/m}^3$). Une valeur plus basse indiquerait un alliage ou un métal différent.

Dans le bâtiment : le choix des matériaux de construction dépend de leur masse volumique. Un architecte qui conçoit une toiture doit s'assurer que la charpente peut supporter le poids de la couverture : les tuiles en terre cuite ($\rho \approx 2\,000\text{ kg/m}^3$) sont bien plus lourdes que les bardeaux en bois ($\rho \approx 500\text{ kg/m}^3$).

7. Erreurs fréquentes

ERREUR
1

Croire que la masse change quand un corps se dilate

Non : lors d'une dilatation, c'est le **volume** qui augmente, jamais la masse. C'est pour cela que la masse volumique $\rho = m/V$ *diminue* quand la température monte. ✓ Conseil : la matière ne disparaît pas, elle occupe seulement plus de place.

ERREUR
2

Oublier de convertir les unités de ρ

$1 \text{ g/cm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ (et non l'inverse). Pour passer de g/cm^3 à kg/m^3 on **multiplie par 1 000**. ✓ Conseil : l'eau vaut $1,00 \text{ g/cm}^3$ *ou* $1\,000 \text{ kg/m}^3$ — sers-t'en de repère.

ERREUR
3

Se tromper d'unité de α dans $\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$

Les coefficients sont donnés en $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$: pour l'acier, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ et non 12. Garder L_0 et ΔL dans la même unité. ✓ Conseil : vérifie que ΔL tombe en millimètres, pas en mètres.

ERREUR
4

Confondre masse volumique et densité

La densité d n'a pas d'unité (c'est un rapport à l'eau) ; la masse volumique ρ s'exprime en kg/m^3 . ✓ Conseil : si tu écris une unité après le nombre, c'est une masse volumique.

8. L'essentiel du chapitre

Ce qu'il faut retenir :

- La masse volumique est $\rho = \frac{m}{V}$, exprimée en kg/m^3 ou g/cm^3 .
- Elle permet d'identifier un matériau et de comparer la « densité » de différents corps.
- La masse volumique **diminue quand la température augmente** (le volume augmente mais la masse reste constante).
- La **dilatation thermique** des liquides est exploitée dans les thermomètres et doit être prise en compte dans les circuits hydrauliques.
- La **dilatation thermique des solides** suit la loi $\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$.
- Des **joints de dilatation** sont nécessaires dans les ponts, rails, bâtiments et canalisations pour éviter les dégâts.



Rechercher un chapitre, ur

Chapitre 1 – Masse volumique et dilatation thermique — Exercices

Première Bac Pro | Physique-Chimie | Groupement 5 (Chimie et procédés)

Dernière mise à jour : 30 juin 2026

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

Exercices Socle

SOCLE Exercice 1 – Calculer la masse volumique

On donne la formule : $\rho = \frac{m}{V}$

Compléter le tableau :

Matériau	Masse m	Volume V	Masse volumique ρ
Eau	500 g	500 cm ³	...
Aluminium	270 g	100 cm ³	...
Bois de chêne	720 g	1 000 cm ³	...

Mes calculs :

SOCLE Exercice 2 – Un objet flotte-t-il ?

Un objet flotte dans l'eau si sa masse volumique est inférieure à celle de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g/cm}^3$). Indiquer si chaque objet flotte ou coule :

Matériau	$\rho \text{ (g/cm}^3\text{)}$	Flotte ou coule ?
Liège	0,25	...
Acier	7,80	...
Bois de pin	0,55	...
Béton	2,40	...

Mes calculs :

SOCLE Exercice 3 – Dilatation thermique (vocabulaire)

Répondre aux questions suivantes :

1. Que se passe-t-il au niveau des atomes d'un métal quand on le chauffe ?
2. Un métal se dilate : son volume augmente ou diminue ?
3. Si une barre métallique de 10 m s'allonge de 5 mm quand la température augmente de 50°C , cela s'appelle comment ?

Mes calculs :

SOCLE Exercice 4 – Calcul de dilatation linéaire

On donne la formule : $\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$

Un rail de chemin de fer en acier a pour longueur initiale $L_0 = 25 \text{ m}$. Le coefficient de dilatation de l'acier est $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. La température passe de $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ à $40 \text{ } ^\circ\text{C}$.

1. Calculer ΔT .
2. Calculer l'allongement ΔL .
3. Exprimer ΔL en mm.

Mes calculs :

SOCLE Exercice 5 – Conversion d'unités de masse volumique

Convertir les masses volumiques suivantes. Rappel : $1 \text{ g/cm}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3$.

En g/cm^3	En kg/m^3
2,70 g/cm^3 (aluminium)	...
7,80 g/cm^3 (acier)	...
0,55 g/cm^3 (bois)	...
... g/cm^3	1 025 kg/m^3 (eau de mer)

Mes calculs :

Exercices Standard

STANDARD Exercice 6 – Joint de dilatation sur un pont

Un technicien en topographie supervise la construction d'un pont métallique de $L_0 = 80 \text{ m}$ en acier ($\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$). La température varie entre $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en hiver et $+45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en été.

1. Calculer la variation de température ΔT entre l'hiver et l'été.
2. Calculer l'allongement maximal ΔL du pont.
3. Quelle doit être la largeur minimale des joints de dilatation pour absorber cet allongement ? (1 joint de chaque côté = 2 joints en tout.)
4. Sans joints de dilatation, quels problèmes structuraux pourrait-on observer ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 7 – Masse volumique d'un alliage

Un métreur calcule la masse d'une poutre en acier pour estimer le devis d'un chantier. La poutre a un volume de $0,015 \text{ m}^3$. La masse volumique de l'acier est $7\,800 \text{ kg/m}^3$.

1. Calculer la masse de la poutre.
2. Exprimer cette masse en tonnes.
3. Pour comparer, une poutre de même volume en aluminium ($\rho = 2\,700 \text{ kg/m}^3$) : calculer sa masse.
4. Quel matériau est plus léger ? Dans quel contexte de construction préférerait-on l'aluminium ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 8 – Dilatation d'une canalisation

Un technicien en géomètre-topographe évalue la dilatation d'une canalisation en cuivre ($\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) de longueur $L_0 = 50 \text{ m}$. La température passe de $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ à $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

1. Calculer l'allongement de la canalisation.
2. Un technicien doit laisser un jeu de dilatation entre la canalisation et ses supports. Ce jeu doit être au moins égal à ΔL . Quelle valeur minimale proposer (en mm) ?
3. Pourquoi utilise-t-on des lires (compensateurs de dilatation en forme de U) dans les installations de chauffage ?
4. La fonte a $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Pour la même canalisation, calculer ΔL en fonte. Comparer avec le cuivre.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 9 – Mesure expérimentale de la masse volumique

Un technicien en matériaux mesure la masse volumique d'un échantillon de béton à l'aide d'une balance et d'un cylindre gradué.

Résultats : masse de l'échantillon $m = 120 \text{ g}$; volume de l'échantillon mesuré par déplacement d'eau $= 50 \text{ cm}^3$.

1. Calculer la masse volumique de cet échantillon de béton.
2. Comparer avec la valeur théorique du béton ($\rho = 2,4 \text{ g/cm}^3$). L'écart relatif est-il acceptable (moins de 5 %) ?
3. La méthode de déplacement d'eau n'est pas adaptée si le béton absorbe l'eau. Quel problème cela pose-t-il pour la mesure ?
4. Proposer une méthode alternative pour mesurer le volume d'un solide irrégulier sans le plonger dans l'eau.

Mes calculs :

STANDARD Exercice 10 – Dilatation surfacique

La dilatation surfacique (expansion d'une surface) est approximativement :

$$\Delta S = 2\alpha \times S_0 \times \Delta T$$

Un géomètre surveille la dilatation d'une dalle de béton armée (acier, $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) de surface $S_0 = 200 \text{ m}^2$. $\Delta T = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$.

1. Calculer l'augmentation de surface ΔS .
2. Cela représente combien en cm^2 ? Cette valeur est-elle significative pour le dimensionnement des joints ?
3. Pourquoi utilise-t-on du béton armé (acier dans le béton) ? Quel avantage cela apporte-t-il face à la dilatation ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 11 – Comparaison de matériaux en construction

Un architecte d'intérieur doit choisir entre trois matériaux pour un revêtement de sol extérieur dans une région à fort écart thermique ($\Delta T = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$) :

Matériau	$\rho\text{ (g/cm}^3\text{)}$	$\alpha\text{ (}\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}\text{)}$
Pierre calcaire	2,30	8
Carrelage grès cérame	2,30	6
Bois exotique	0,80	5 (tangente)

Pour un revêtement de 10 m de long :

1. Calculer ΔL pour chaque matériau.
2. Quel matériau se dilate le moins ? Quel avantage cela présente-t-il en pose extérieure ?
3. En tenant compte de la masse volumique, quel matériau est le plus léger ? Dans quel contexte cela serait-il un avantage ?

Mes calculs :

STANDARD Exercice 12 – Mesure par pycnométrie (méthode avancée)

Un technicien en matériaux utilise un pycnomètre (fiolle jaugée de volume connu $V_{\text{pyc}} = 25,00 \text{ cm}^3$) pour mesurer la masse volumique d'une poudre de sable. Résultats :

- Masse du pycnomètre vide : $m_1 = 18,50 \text{ g}$
- Masse du pycnomètre + eau (plein) : $m_2 = 43,50 \text{ g} \rightarrow$ masse d'eau = $25,00 \text{ g}$
- Masse du pycnomètre + sable (15 g de sable) : $m_3 = 33,50 \text{ g}$
- Masse pycnomètre + sable + eau (complété au volume total) : $m_4 = 52,80 \text{ g}$

1. Calculer la masse d'eau ajoutée avec le sable : $m_{\text{eau}} = m_4 - m_3$.
2. En déduire le volume d'eau ajoutée ($\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g/cm}^3$).
3. Calculer le volume du sable : $V_{\text{sable}} = V_{\text{pyc}} - V_{\text{eau}}$.
4. Calculer la masse volumique du sable.

Mes calculs :

Exercices Approfondissement

APPROFONDISSEMENT Exercice 13 – Dilatation volumique d'un réservoir

La dilatation volumique est approximativement : $\Delta V = 3\alpha \times V_0 \times \Delta T$

Un réservoir d'eau chaude en acier inoxydable ($\alpha = 16 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $V_0 = 200 \text{ L}$) est chauffé de $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ à $80 \text{ } ^\circ\text{C}$. Le liquide contenu (eau) a un coefficient de dilatation cubique $\gamma_{\text{eau}} = 2,1 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

1. Calculer l'augmentation de volume du réservoir (acier).
2. Calculer l'augmentation de volume de l'eau dans le réservoir.
3. La pression dans le réservoir augmente-t-elle si le réservoir est fermé ? Justifier en comparant les deux dilatations.
4. Quel dispositif de sécurité est obligatoire sur un chauffe-eau pour éviter une surpression dangereuse ?
5. Calculer numériquement la différence $\Delta V_{\text{eau}} - \Delta V_{\text{acier}}$ pour $V_0 = 200 \text{ L}$. Quel volume d'eau « en excès » faut-il pouvoir évacuer ?

Mes calculs :

APPROFONDISSEMENT**Exercice 14 – Tolérance de fabrication et dilatation**

En fabrication mécanique, un palier en acier doit avoir un diamètre de 50,000 mm à 20 °C. L'acier a $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Lors du fonctionnement de la machine, la pièce monte à 120 °C.

1. Calculer l'augmentation de diamètre ΔD du palier lors du fonctionnement.
2. Quel est le diamètre à 120 °C ?
3. Si le jeu fonctionnel entre l'arbre et le palier est de 0,050 mm à 20 °C, quel est le jeu résiduel à 120 °C sachant que l'arbre (même acier) se dilate de la même façon ? (Raisonnement sur le rapport diamètre intérieur/extérieur.)
4. Un arbre en aluminium ($\alpha = 23 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) de même diamètre initial est utilisé à la place. Recalculer le jeu à 120 °C et conclure sur les risques.

Mes calculs :

APPROFONDISSEMENT Exercice 15 – Calcul de masse et estimation de coût

Un conducteur de travaux doit estimer la masse totale de l'armature métallique d'une dalle de béton armé. La dalle mesure $10\text{ m} \times 6\text{ m} \times 0,20\text{ m}$. Le béton représente 95 % du volume, les barres d'acier 5 %. On donne : $\rho_{\text{béton}} = 2\,400\text{ kg/m}^3$, $\rho_{\text{acier}} = 7\,800\text{ kg/m}^3$. Le prix de l'acier est 1,20 €/kg.

1. Calculer le volume total de la dalle.
2. Calculer le volume de béton et le volume d'acier.
3. Calculer la masse de béton et la masse d'acier.
4. Calculer le coût de l'armature acier.
5. La masse de la dalle est-elle dominée par le béton ou l'acier ? Justifier.

Mes calculs :



Rechercher un chapitre, ur

Devoir Surveillé – Chapitre 1

Masse volumique et dilatation thermique | Première Bac Pro (Grpt 5) | Physique-Chimie

Dernière mise à jour : 11 juin 2026, 17:15

Socle

Standard

Approfondissement

Tout voir

 **Durée :** 1 heure  **Calculatrice :** autorisée  **Barème :** 20 points

 **Documents :** non autorisés

APP – S'Approprier

ANA – Analyser

REA – Réaliser

VAL – Valider

COM – Communiquer

Compétences évaluées :

- **S'approprier** — connaître la définition et l'unité de la masse volumique $\rho = \frac{m}{V}$
- **Analyser** — interpréter l'influence de la température sur le volume et la masse volumique
- **Réaliser** — calculer une masse volumique, exploiter la relation de dilatation fournie
- **Valider** — identifier un matériau en comparant à des valeurs de référence
- **Communiquer** — rédiger une explication ou un conseil argumenté

SOCLE

DS Socle – Masse volumique et dilatation thermique

Lis bien chaque question avant de répondre. Les rappels de méthode sont fournis.

Partie A – Connaître la masse volumique

6 points

1. **APP** Écrire de mémoire la formule de la masse volumique en précisant le nom de chaque grandeur. (1 pt)

2. **APP** Cocher l'unité officielle (SI) de la masse volumique. (1 pt)

☐ kg ☐ m³ ☐ kg/m³ ☐ °C

3. **APP** Compléter : la masse volumique de l'eau vaut kg/m³, c'est-à-dire g/cm³. (2 pts)

4. **ANA** Vrai ou faux ? Entourer la bonne réponse. (2 pts)

a) Un objet qui coule dans l'eau a une masse volumique plus grande que celle de l'eau. ☐ Vrai ☐ Faux

b) Quand on chauffe un objet, sa masse augmente. ☐ Vrai ☐ Faux

Partie B – Mesures au laboratoire de cosmétique

8 points

Un technicien de laboratoire d'une entreprise de cosmétiques contrôle deux produits : un pain de savon et un liquide inconnu trouvé dans un flacon sans étiquette.

Mesure	Valeur
Dimensions du pain de savon	8 cm × 5 cm × 2,5 cm
Masse du pain de savon	105 g
Masse de l'éprouvette vide	$m_1 = 120,0$ g
Masse de l'éprouvette + 50,0 cm ³ de liquide	$m_2 = 159,5$ g

Liquide	ρ (g/cm ³)
Éthanol	0,79
Huile d'amande douce	0,92
Eau	1,00

Rappel :

volume d'un pavé : $V = L \times l \times h$; masse volumique : $\rho = \frac{m}{V}$.

1. **REA** Calculer le volume du pain de savon : $V = 8 \times \dots \times \dots = \dots \text{ cm}^3$. (2 pts)

2. **REA** Calculer la masse volumique du savon : $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ g/cm}^3$. (2 pts)

3. **REA** Calculer la masse du liquide contenu dans l'éprouvette :

$$m = m_2 - m_1 = \dots - \dots = \dots \text{ g. (2 pts)}$$

4. **VAL** Calculer la masse volumique du liquide, puis identifier ce liquide à l'aide du tableau. (2 pts)

Partie C – La dilatation d'un tuyau d'eau chaude

6 points

Dans une usine de fabrication de crèmes cosmétiques, un tuyau en cuivre transporte de l'eau chaude. Au démarrage de la production, sa température passe de 20 °C à 60 °C.

Donnée	Valeur
Longueur initiale du tuyau L_0	10 m
Température initiale	20 °C
Température finale	60 °C
Coefficient de dilatation du cuivre α	$17 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$

Rappel :

relation de dilatation linéaire : $\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$.

1. **APP** Calculer la variation de température : $\Delta T = \dots - \dots = \dots \text{ °C}$. (1 pt)

2. **REA** Calculer l'allongement du tuyau : $\Delta L = 17 \times 10^{-6} \times \dots \times \dots = \dots \text{ m}$. Convertir en millimètres. (2 pts)

3. **ANA** Compléter chaque phrase par « augmente », « diminue » ou « ne change pas » :
Quand on chauffe le tuyau, son volume , sa masse et sa masse volumique (2 pts)

4. **COM** Expliquer en une phrase pourquoi l'installateur laisse un espace libre au bout du tuyau. (1 pt)

DS Standard – Masse volumique et dilatation thermique

Durée : 1 heure | Calculatrice autorisée | Documents non autorisés

Partie A – Contrôle qualité d'une huile cosmétique

7 points

Une technicienne de laboratoire contrôle un lot d'huile d'amande douce destiné à la fabrication d'un soin pour le corps. Le cahier des charges impose une masse volumique comprise entre 910 et 915 kg/m³ à 20 °C.

Mesure (à 20 °C)	Valeur
Volume d'huile prélevé	$V = 250 \text{ cm}^3$
Masse de l'huile prélevée	$m = 228 \text{ g}$
Spécification du cahier des charges	910 à 915 kg/m ³

1. **APP** Écrire de mémoire la relation entre la masse volumique ρ , la masse m et le volume V , en précisant les unités. (1 pt)

2. **REA** Calculer la masse volumique de l'huile en g/cm³. (2 pts)

3. **REA** Convertir cette masse volumique en kg/m³. (2 pts)

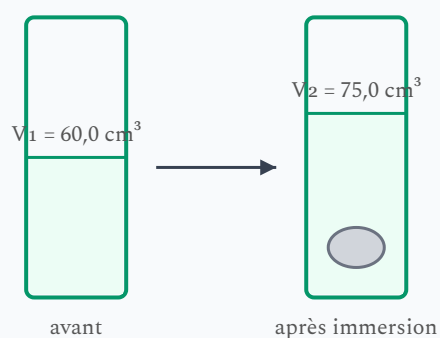
4. **VAL** Le lot est-il conforme au cahier des charges ? Rédiger la conclusion. (2 pts)

Partie B – Identifier un insert métallique en plasturgie

7 points

Un opérateur en industrie de plasturgie doit vérifier la nature d'un insert métallique destiné à être surmoulé dans une pièce en plastique. L'insert a une forme complexe : il mesure son volume par déplacement d'eau dans une éprouvette graduée.

Mesure	Valeur
Masse de l'insert	$m = 40,5 \text{ g}$
Volume d'eau initial	$V_1 = 60,0 \text{ cm}^3$
Volume après immersion de l'insert	$V_2 = 75,0 \text{ cm}^3$



Mesure du volume de l'insert par déplacement d'eau

Métal	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$
Aluminium	2 700
Acier	7 800
Cuivre	8 900
Plomb	11 300

1. **APP** Expliquer pourquoi l'opérateur utilise la méthode du déplacement d'eau plutôt qu'un calcul géométrique du volume. (1 pt)

2. **REA** Calculer le volume de l'insert. (2 pts)

3. **REA** Calculer la masse volumique de l'insert en g/cm^3 , puis la convertir en kg/m^3 . (2 pts)

4. **VAL** **COM** Identifier le métal de l'insert et rédiger une phrase de conclusion justifiée. (2 pts)

Partie C – Dilatation d'une canalisation d'eau

6 points

Un technicien qualité de l'eau surveille une canalisation extérieure en acier reliant deux bassins d'une station de traitement. La température de la canalisation varie de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en hiver à $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ en été.

Donnée	Valeur
Longueur de la canalisation L_0	25 m
Température en hiver	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Température en été	$35\text{ }^{\circ}\text{C}$
Coefficient de dilatation de l'acier α	$12 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

On rappelle la relation de dilatation linéaire : $\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$.

1. **APP** Calculer la variation de température ΔT entre l'hiver et l'été. (1 pt)

2. **REA** Calculer l'allongement ΔL de la canalisation entre l'hiver et l'été. Exprimer le résultat en millimètres. (2 pts)

3. **ANA** L'eau du bassin se réchauffe aussi en été. Expliquer pourquoi sa masse volumique diminue alors que sa masse ne change pas. (2 pts)

4. **COM** Rédiger une phrase pour expliquer au chef d'équipe pourquoi un compensateur de dilatation est installé sur cette canalisation. (1 pt)

DS Approfondissement – Masse volumique et dilatation thermique

Durée : 1 heure | Calculatrice autorisée | Documents non autorisés

Partie A – Bain de paraffine d'un institut de beauté

7 points

Une esthéticienne utilise un bain de paraffine pour des soins des mains. L'appareil chauffe la paraffine de 20 °C (solide) à 70 °C (liquide). Le fabricant fournit les caractéristiques suivantes :

Donnée	Valeur
Masse de paraffine dans la cuve	$m = 4,5 \text{ kg}$
Masse volumique de la paraffine à 20 °C	900 kg/m^3
Masse volumique de la paraffine à 70 °C	870 kg/m^3
Capacité de la cuve	5,5 L

1. **REA** Calculer le volume occupé par la paraffine à 20 °C, en m^3 puis en litres. ($1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ L}$) (2 pts)

2. **REA** Calculer le volume occupé par la paraffine à 70 °C, en litres (arrondir au centième de litre). (2 pts)

3. **ANA** Calculer l'augmentation de volume entre 20 °C et 70 °C, puis expliquer son origine au niveau de la matière. (2 pts)

4. **VAL** La cuve de 5,5 L peut-elle contenir la paraffine chaude sans déborder ? Justifier. (1 pt)

Partie B – Contrôle de granulés plastiques

7 points

Un opérateur en industrie de plasturgie réceptionne un lot de granulés annoncés comme du PVC. Avant de lancer la production, il doit vérifier la nature du plastique. Il dispose d'une balance, d'une éprouvette graduée et d'eau.

Mesure	Valeur
Masse de l'échantillon de granulés	$m = 34,5 \text{ g}$
Volume d'eau initial	$V_1 = 40,0 \text{ cm}^3$
Volume après immersion des granulés	$V_2 = 65,0 \text{ cm}^3$

Plastique	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$
Polypropylène (PP)	905
ABS	1 050
Polyamide (PA)	1 130
PVC	1 380

1. **ANA** Décrire le protocole permettant de mesurer la masse volumique des granulés avec le matériel disponible. (2 pts)

2. **REA** Calculer la masse volumique des granulés en g/cm^3 , puis en kg/m^3 . (2 pts)

3. **VAL** Le lot est-il bien constitué de PVC ? Conclure. (1 pt)

4. **ANA** **COM** Un collègue propose un test rapide pour distinguer le polypropylène du PVC : « on jette quelques granulés dans un seau d'eau ». Expliquer pourquoi ce test fonctionne. (2 pts)

Partie C – Réseau d'eau : acier contre polyéthylène

6 points

Un technicien qualité de l'eau participe au choix des conduites d'un nouveau réseau extérieur de 50 m. Deux matériaux sont à l'étude : l'acier et le polyéthylène haute densité (PEHD). La température des conduites varie de 30 °C entre l'hiver et l'été.

Donnée	Valeur
Longueur de la conduite L_0	50 m
Variation de température ΔT	30 °C
Coefficient de dilatation de l'acier	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Coefficient de dilatation du PEHD	$200 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

On rappelle la relation de dilatation linéaire : $\Delta L = \alpha \times L_0 \times \Delta T$.

1. **REA** Calculer l'allongement d'une conduite en acier. Exprimer le résultat en centimètres. (2 pts)

2. **REA** Calculer l'allongement d'une conduite en PEHD. Exprimer le résultat en centimètres. (2 pts)

3. **VAL** Combien de fois le PEHD se dilate-t-il plus que l'acier ? Vérifier la cohérence de ce rapport avec les coefficients de dilatation. (1 pt)

4. **COM** Rédiger un conseil argumenté pour la pose de la conduite en PEHD (deux ou trois lignes). (1 pt)



Rechercher un chapitre, ur