

La force d'Archimède

Première Bac Pro ICCER (Grpt 1) | Physique – Mécanique des fluides | Poussée d'Archimède et flottabilité

Objectifs du chapitre

- Déterminer expérimentalement la valeur de la force d'Archimède
- Identifier les paramètres qui influent sur cette force : masse volumique du fluide et volume immergé
- Calculer la force d'Archimède : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$
- Comprendre la condition d'équilibre : $F_A = P$ (le corps flotte)
- Déterminer si un corps flotte ou coule en comparant les masses volumiques

Technicien : Léa, technicienne chauffagiste en 1re année de Bac Pro

Entreprise : AquaTherm Services — installation de systèmes de production d'eau chaude sanitaire

Mission : Léa installe un ballon d'eau chaude sanitaire (cumulus) de 200 L dans un local technique. Elle doit comprendre pourquoi les éléments immergés dans l'eau (flotteurs, sondes) se comportent différemment selon leur densité.

Questions de Léa :

1. Pourquoi un flotteur en polystyrène remonte-t-il à la surface dans un ballon d'eau chaude ?
2. Quelle force s'oppose au poids d'un objet plongé dans l'eau ?
3. Comment déterminer si un composant va flotter ou couler dans un fluide ?

Ces questions trouveront une réponse complète au fil de ce chapitre.

I. Mise en évidence de la poussée d'Archimède

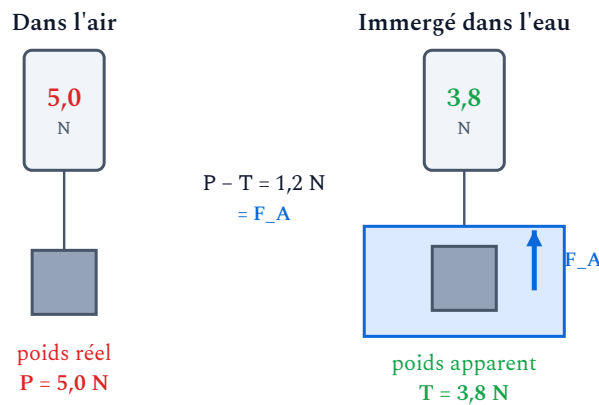
1. Expérience historique

Tout corps plongé dans un fluide (liquide ou gaz) semble **plus léger** qu'à l'air libre. C'est ce qu'a observé Archimède, savant grec du IIIe siècle av. J.-C.

EXPÉRIENCE On suspend un objet métallique à un dynamomètre :

- Dans l'air : le dynamomètre indique $P = 5,0 \text{ N}$ (le poids de l'objet)
- Immergé dans l'eau : le dynamomètre indique $T = 3,8 \text{ N}$ (le poids apparent)

La différence $P - T = 5,0 - 3,8 = 1,2 \text{ N}$ correspond à la **force d'Archimède** exercée par l'eau sur l'objet.

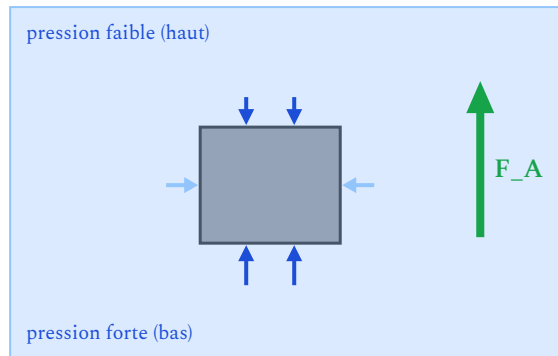


Immergé, l'objet « pèse » moins : le dynamomètre indique un **poids apparent** plus faible. La différence avec le poids réel est exactement la **force d'Archimède**.

2. Origine de la force d'Archimède

Dans un fluide, la pression augmente avec la profondeur. Les faces inférieure et supérieure d'un objet immergé ne subissent donc pas la même pression. La résultante de toutes ces forces de pression sur la surface de l'objet constitue la **force d'Archimède** (ou **poussée d'Archimède**).

PROPRIÉTÉ La force d'Archimède est la **résultante des forces de pression** exercées par le fluide sur la surface de l'objet immergé. Elle est dirigée **verticalement vers le haut**.



La pression augmente avec la profondeur : la poussée sur la face du bas l'emporte sur celle du haut → une résultante F_A vers le haut.

II. Caractéristiques de la force d'Archimède

DÉFINITION Tout corps plongé dans un fluide subit une force verticale, dirigée vers le haut, appelée **force d'Archimède** \vec{F}_A . Son intensité est égale au **pooids du fluide déplacé** :

$$F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$$

- F_A : force d'Archimède en **newton** (N)
- ρ_{fluide} : masse volumique du fluide en **kg/m³**
- g : intensité de la pesanteur ($g \approx 9,81 \text{ N/kg}$ ou $g \approx 10 \text{ N/kg}$)
- $V_{\text{immergé}}$: volume de la partie immergée de l'objet en **m³**

Caractéristiques de \vec{F}_A

- **Point d'application** : centre de gravité du volume de fluide déplacé (centre de poussée)
- **Direction** : verticale
- **Sens** : vers le haut
- **Intensité** : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$

ATTENTION

- Le volume à utiliser est le **volume immergé** (pas le volume total si l'objet n'est que partiellement immergé)
- La masse volumique est celle du **fluide**, pas celle de l'objet !
- Le volume doit être en **m³** : $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$ et $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$

APPLICATION

Un flotteur de volume 80 cm^3 est totalement immergé dans l'eau ($\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$).
Calculer la force d'Archimède qui lui est appliquée. On prendra $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

Paramètres influençant la force d'Archimède

La formule $F_A = \rho \cdot g \cdot V$ montre que la poussée d'Archimède dépend de :

- **La masse volumique du fluide ρ** : plus le fluide est dense, plus la poussée est forte. On flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce.
- **Le volume immergé V** : plus l'objet est gros (volume immergé important), plus la poussée est forte.
- La poussée ne dépend **pas de la masse ni de la forme** de l'objet (pour un même volume immergé).

EXEMPLE Calculer la force d'Archimède sur une sonde cylindrique de volume 50 cm^3 immergée dans l'eau.

- $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$
- $V = 50 \text{ cm}^3 = 50 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
- $F_A = 1\,000 \times 9,81 \times 5 \times 10^{-5} = 0,49 \text{ N}$

III. Conditions de flottabilité

1. Bilan des forces sur un objet immergé

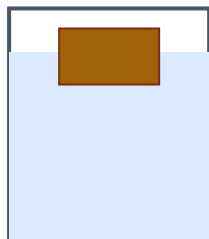
Un objet totalement immergé dans un fluide est soumis à deux forces :

- Son poids \vec{P} , dirigé vers le bas : $P = m \times g = \rho_{\text{objet}} \times V_{\text{objet}} \times g$
- La force d'Archimède \vec{F}_A , dirigée vers le haut : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{objet}} \times g$

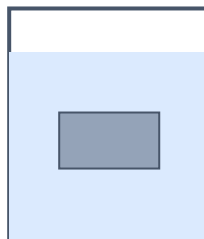
2. Trois cas possibles

PROPRIÉTÉ - CONDITIONS DE FLOTTABILITÉ

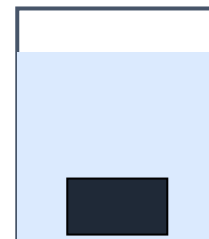
Condition	Comparaison	Comportement
$\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{fluide}}$	$P < F_A$	L'objet flotte (remonte à la surface)
$\rho_{\text{objet}} = \rho_{\text{fluide}}$	$P = F_A$	L'objet est en équilibre (reste à sa position)
$\rho_{\text{objet}} > \rho_{\text{fluide}}$	$P > F_A$	L'objet coule (descend au fond)



flotte ($\rho < \rho_{\text{fluide}}$)



équilibre ($\rho = \rho_{\text{fluide}}$)



coule ($\rho > \rho_{\text{fluide}}$)

Règle simple

Un corps **flotte** dans un fluide si sa masse volumique est **inférieure** à celle du fluide.

3. Équilibre d'un corps flottant

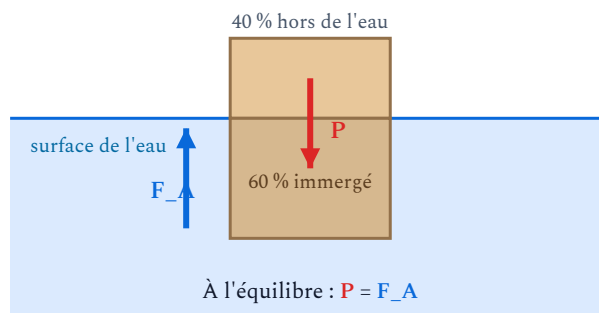
Quand un objet flotte à la surface, il n'est que **partiellement immergé**. À l'équilibre, le poids est égal à la poussée d'Archimède :

$$P = F_A \implies \rho_{\text{objet}} \times V_{\text{objet}} \times g = \rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{immergé}} \times g$$

Fraction immergée d'un corps flottant

$$\frac{V_{\text{immergé}}}{V_{\text{objet}}} = \frac{\rho_{\text{objet}}}{\rho_{\text{fluide}}}$$

Plus l'objet est dense (par rapport au fluide), plus il s'enfonce.



Un corps qui flotte n'est que **partiellement immergé** : il s'enfonce juste assez pour que la poussée d'Archimède F_A (vers le haut) équilibre son poids P (vers le bas).

EXEMPLE Un bloc de bois ($\rho = 600 \text{ kg/m}^3$) flotte sur l'eau ($\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$).

$$\text{Fraction immergée : } \frac{V_{\text{imm}}}{V_{\text{total}}} = \frac{600}{1\,000} = 0,6 = 60\%$$

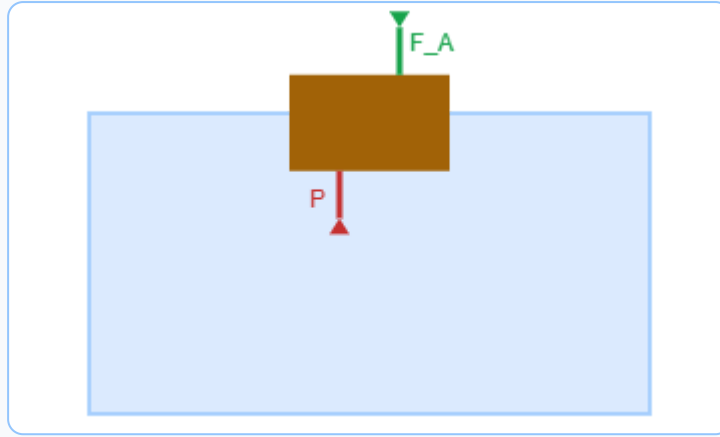
Le bloc de bois est immergé à 60 % et dépasse de 40 % hors de l'eau.

APPLICATION

Un antigel ($\rho = 1\,110 \text{ kg/m}^3$) et de l'huile ($\rho = 880 \text{ kg/m}^3$) sont mélangés dans un récipient. Prévoir lequel des deux liquides se trouve en surface. Justifier en comparant les masses volumiques à celle de l'eau.

4. Animation — flotte ou coule ?

Fais varier la masse volumique de l'objet et observe : il flotte (en s'enfonçant plus ou moins) ou il coule, selon qu'il est plus ou moins dense que l'eau ($1\,000 \text{ kg/m}^3$).



Masse volumique de l'objet :

$\rho_{\text{objet}} = 600 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ FLOTTE (immergé à 60 %)

IV. Masses volumiques de référence

Matériau / Fluide	ρ (kg/m ³)	Flotte dans l'eau ?
Air (20 °C, 1 atm)	1,2	—
Polystyrène expansé	15 – 30	Oui
Bois (pin)	400 – 600	Oui
Huile	850 – 920	Oui
Eau douce (4 °C)	1 000	—
Eau de mer	1 025	—
Glycol (antigel)	1 110	Non
Cuivre	8 900	Non
Acier	7 800	Non

V. Applications professionnelles

APPLICATION 1 - FLOTTEUR DE CHAUFFE-EAU

Dans certains ballons d'eau chaude, un flotteur en polystyrène ($\rho \approx 25 \text{ kg/m}^3$) est utilisé pour détecter le niveau d'eau. Il flotte car sa masse volumique est très inférieure à celle de l'eau ($1\,000 \text{ kg/m}^3$).

Calcul pour un flotteur de volume $V = 200 \text{ cm}^3 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$:

- Poids : $P = \rho_{\text{polystyrène}} \times V \times g = 25 \times 2 \times 10^{-4} \times 9,81 = 0,049 \text{ N}$
- Poussée d'Archimède (si totalement immergé) :
 $F_A = 1\,000 \times 2 \times 10^{-4} \times 9,81 = 1,96 \text{ N}$
- $F_A \gg P$: le flotteur remonte vigoureusement à la surface.
- Fraction immergée à l'équilibre : $\frac{25}{1\,000} = 2,5\%$ seulement !

APPLICATION 2 - TUBE DE CUIVRE DANS UN BALLON

Un tube de cuivre ($\rho = 8\,900 \text{ kg/m}^3$) plongé dans l'eau coule car sa masse volumique est bien supérieure à celle de l'eau. Le poids du tube est largement supérieur à la poussée d'Archimède.

Pour un tube de cuivre creux de volume total 100 cm^3 et de volume de métal 30 cm^3 :

- Masse du cuivre : $m = 8\,900 \times 30 \times 10^{-6} = 0,267 \text{ kg}$
- Poids : $P = 0,267 \times 9,81 = 2,62 \text{ N}$
- Poussée d'Archimède (volume extérieur) :
 $F_A = 1\,000 \times 100 \times 10^{-6} \times 9,81 = 0,981 \text{ N}$
- $P > F_A$: le tube coule.

MÉTHODE - DÉTERMINER SI UN OBJET FLOTTE OU COULE

1. Identifier la masse volumique de l'objet ρ_{objet}
2. Identifier la masse volumique du fluide ρ_{fluide}
3. Comparer :
 - Si $\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{fluide}}$: l'objet flotte
 - Si $\rho_{\text{objet}} > \rho_{\text{fluide}}$: l'objet coule
4. Pour calculer F_A , utiliser : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$

APPLICATION

Un technicien chauffagiste plonge un composant en acier ($\rho = 7\,800 \text{ kg/m}^3$, volume = 20 cm^3) dans un ballon rempli d'eau. Calculer la force d'Archimède et le poids du composant. Conclure sur le comportement (flotte ou coule).

L'essentiel à retenir

- Tout corps plongé dans un fluide subit une **force d'Archimède** verticale, vers le haut.
- Formule : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$ (*formule fournie en évaluation*)
- La poussée dépend de la **masse volumique du fluide** et du **volume immergé**.
- Un corps **flotte** si $\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{fluide}}$.
- À l'équilibre d'un corps flottant : $P = F_A$.
- Fraction immergée : $\frac{V_{\text{imm}}}{V_{\text{total}}} = \frac{\rho_{\text{objet}}}{\rho_{\text{fluide}}}$ (*complément : formule fournie en évaluation*)

VI. Erreurs fréquentes

ERREUR
1

Utiliser la masse volumique de l'objet au lieu de celle du fluide

Dans la formule $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$, c'est toujours la masse volumique du *fluide* qui intervient, pas celle de l'objet. La poussée d'Archimède est le poids du fluide déplacé, pas le poids de l'objet.

ERREUR
2

Confondre le volume total et le volume immergé

Si un objet n'est qu'en partie immergé (par exemple un bouchon flottant dont seule la moitié est dans l'eau), on utilise le volume immergé, pas le volume total. Pour un objet complètement plongé dans le fluide, les deux coïncident.

ERREUR
3

Croire que la forme de l'objet change la poussée d'Archimède

À volume immergé égal et dans le même fluide, la poussée d'Archimède est la même quelle que soit la forme. Une boule de métal et un cube de métal du même volume subissent la même poussée. Ce qui détermine si l'objet flotte, c'est la comparaison des masses volumiques.

ERREUR
4

Oublier de convertir cm^3 en m^3

Le volume doit être en m^3 pour que la formule donne F_A en newtons. La conversion : $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ et $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$. Utiliser des cm^3 directement conduit à une force un million de fois trop grande.

Simulation interactive

[Force d'Archimède](#)

Socle

Standard

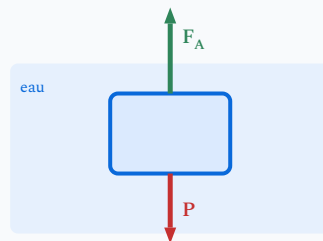
Approfondissement

Tout voir

 Objectifs du chapitre[cliquer pour développer](#)

Rappels du cours

- **Force d'Archimède** : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$
- **Poids** : $P = m \times g = \rho_{\text{objet}} \times V_{\text{objet}} \times g$
- Un corps flotte si $\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{fluide}}$
- À l'équilibre d'un corps flottant : $P = F_A$
- $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ | $g = 9,81 \text{ N/kg}$ | $1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$



Bilan des forces : poussée d'Archimède F_A vers le haut, poids P vers le bas

Exercices guidés pas à pas

EXERCICE 1 Force d'Archimède – Calcul guidé SOCLE

On plonge un objet métallique de volume $V = 500 \text{ cm}^3$ totalement dans l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 9,81 \text{ N/kg}$).

1. Convertir le volume en m^3 :

$$V = 500 \text{ cm}^3 = 500 \times 10^{-6} = \dots \text{ m}^3$$

2. Calculer la force d'Archimède :

$$F_A = \rho \times g \times V = 1\,000 \times 9,81 \times \dots = \dots \text{ N}$$

3. L'objet pèse 15 N. Comparer son poids à la force d'Archimède. L'objet flotte-t-il ou coule-t-il ?

Mes calculs :

EXERCICE 2 Flotte ou coule ? – Comparaison de masses volumiques

SOCLE

Compléter le tableau en indiquant si l'objet flotte ou coule dans l'eau (

 $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$) :

Objet	ρ (kg/m ³)	Comparaison avec ρ_{eau}	Flotte ou coule ?
Bloc de bois (pin)	500	500 ... 1 000	...
Bille d'acier	7 800	7 800 ... 1 000	...
Glaçon	917	917 ... 1 000	...
Plomb	11 300	11 300 ... 1 000	...
Polystyrène	25	25 ... 1 000	...

Mes calculs :

EXERCICE 3 Poids apparent d'un objet dans l'eau

SOCLE

Un installateur thermique suspend un raccord en laiton à un dynamomètre. Le dynamomètre indique :

- Dans l'air : $P = 2,5 \text{ N}$
- Dans l'eau : $T = 2,2 \text{ N}$

1. Calculer la force d'Archimède :

$$F_A = P - T = \dots - \dots = \dots \text{ N}$$

2. En déduire le volume du raccord :

$$V = \frac{F_A}{\rho_{\text{eau}} \times g} = \frac{\dots}{1000 \times 9,81} = \dots \text{ m}^3$$

3. Convertir ce volume en cm^3 .

Mes calculs :

Exercices d'application

EXERCICE 4 Flotteur de ballon d'eau chaude STANDARD

Un flotteur de forme cylindrique est utilisé dans un ballon d'eau chaude pour détecter le niveau d'eau. Le flotteur est en polystyrène ($\rho = 30 \text{ kg/m}^3$). Ses dimensions : diamètre 6 cm, hauteur 10 cm.

1. Calculer le volume du flotteur en m^3 .
2. Calculer son poids.
3. Calculer la force d'Archimède s'il est totalement immergé dans l'eau.
4. Le flotteur flotte-t-il ? Justifier par le bilan des forces.
5. Calculer la fraction immergée du flotteur à l'équilibre et en déduire la hauteur émergée.

Mes calculs :

EXERCICE 5 Tube de cuivre dans l'eau

STANDARD

Un technicien chauffagiste laisse tomber un raccord en cuivre dans un seau d'eau. Le raccord a un volume extérieur de 40 cm^3 et une masse de 280 g.

1. Calculer le poids du raccord.
2. Calculer la force d'Archimède sur le raccord totalement immergé.
3. Le raccord flotte-t-il ou coule-t-il ? Justifier.
4. Calculer la masse volumique du raccord. Comparer à celle de l'eau.

Mes calculs :

EXERCICE 6 Mesure expérimentale de la force d'Archimède

STANDARD

Un élève mesure la force d'Archimède en suspendant différents objets à un dynamomètre, dans l'air puis dans l'eau :

Objet	Poids dans l'air (N)	Poids apparent dans l'eau (N)	F_A (N)
Cylindre en aluminium	1,35	0,85	...
Bille en acier	3,20	2,80	...
Cube en laiton	4,50	3,95	...

1. Calculer la force d'Archimède pour chaque objet.
2. Le cylindre en aluminium a un volume de 50 cm^3 . Vérifier la valeur de F_A par le calcul.
3. Tous ces objets coulent-ils ? Justifier.

Mes calculs :

Exercices d'approfondissement

EXERCICE 7 Ballon de stockage – Effet de la température

APPROFONDISSEMENT

Un installateur thermique étudie le comportement d'un capteur de température immergé dans un ballon de stockage. Le capteur, de volume $V = 25 \text{ cm}^3$ et de masse $m = 45 \text{ g}$, est plongé dans l'eau.

Données :

- $\rho_{\text{eau}} \text{ à } 20^\circ\text{C} = 998 \text{ kg/m}^3$
- $\rho_{\text{eau}} \text{ à } 80^\circ\text{C} = 972 \text{ kg/m}^3$

1. Calculer la masse volumique du capteur.
2. Le capteur flotte-t-il dans l'eau à 20°C ? À 80°C ?
3. Calculer la force d'Archimède sur le capteur dans l'eau à 20°C puis à 80°C .
4. Calculer la force résultante (poids - Archimède) dans chaque cas. Commenter.
5. Un fluide caloporteur (glycol) a une masse volumique de $1\,050 \text{ kg/m}^3$. Le capteur flotterait-il dans ce fluide ? Justifier.

Mes calculs :

EXERCICE 8 Détermination de la masse volumique d'un alliage

APPROFONDISSEMENT

Un plombier chauffagiste souhaite vérifier la composition d'un raccord qu'il suppose être en laiton. Il dispose d'un dynamomètre et d'un récipient d'eau.

Mesures :

- Poids dans l'air : $P = 7,85 \text{ N}$
- Poids apparent dans l'eau : $T = 6,90 \text{ N}$

1. Calculer la force d'Archimède.
2. En déduire le volume du raccord.
3. Calculer la masse du raccord.
4. Calculer la masse volumique du raccord.
5. Comparer aux valeurs de référence : laiton ($8\,500 \text{ kg/m}^3$), bronze ($8\,800 \text{ kg/m}^3$), acier ($7\,800 \text{ kg/m}^3$). De quel métal s'agit-il probablement ?

Mes calculs :

EXERCICE 9 Problème ouvert – Cuve enterrée**APPROFONDISSEMENT**

Un technicien de maintenance énergétique doit installer une cuve de stockage d'eau de pluie enterrée dans un terrain argileux. La cuve en polyéthylène (vide) a un volume extérieur de 3 000 L et une masse de 120 kg. Le terrain est saturé d'eau lors des fortes pluies ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$).

1. Calculer le poids de la cuve vide.
2. Calculer la force d'Archimède sur la cuve vide totalement enterrée dans un sol saturé d'eau.
3. Que se passe-t-il si la cuve est vide et que le sol est saturé ? Expliquer le phénomène.
4. Quel volume d'eau minimum doit contenir la cuve pour ne pas remonter ? On néglige le poids du sol au-dessus de la cuve.
5. Proposer des solutions techniques pour empêcher la remontée de la cuve.

Mes calculs :

La force d'Archimède

La force d'Archimède | Première 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

Calculatrice

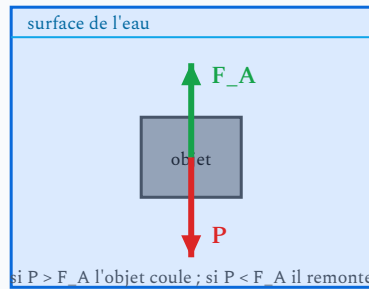
Autorisée

SOCLE

EXERCICE 1 Force d'Archimède – Calcul guidé 8 points

On plonge un objet de volume $V = 200 \text{ cm}^3$ dans l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$).

Formule : $F_A = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V_{\text{immergé}}$ avec $g = 9,81 \text{ N/kg}$



1. Convertir le volume en m^3 : $V = 200 \text{ cm}^3 = 200 \times \dots = \dots \text{ m}^3$ (1,5 pt)
2. Calculer la force d'Archimède : $F_A = 1\,000 \times 9,81 \times \dots = \dots \text{ N}$ (2 pts)
3. L'objet a une masse de 1,6 kg. Calculer son poids : $P = m \times g = \dots \times \dots = \dots \text{ N}$ (1,5 pt)
4. Comparer P et F_A . L'objet flotte-t-il ou coule-t-il ? (1,5 pt)
5. Calculer la masse volumique de l'objet et comparer à celle de l'eau. (1,5 pt)

EXERCICE 2 Flotte ou coule ? **6 points**Compléter le tableau ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$) : (1 pt par ligne)

Matériau	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	Comparaison avec ρ_{eau}	Flotte ou coule ?
Bois de chêne	750	...	...
Cuivre	8 900	...	...
Glace	917	...	...
Fonte	7 200	...	...
Liège	240	...	...
Huile	900	...	...

EXERCICE 3 QCM **6 points**

(1 pt par question)

1. La force d'Archimède est dirigée :

- a) vers le bas b) vers le haut c) horizontalement

2. La force d'Archimède dépend de :

- a) la masse de l'objet b) la masse volumique du fluide c) la couleur de l'objet

3. Un objet flotte si :

- a) $\rho_{\text{objet}} > \rho_{\text{fluide}}$ b) $\rho_{\text{objet}} < \rho_{\text{fluide}}$ c) $\rho_{\text{objet}} = 0$

4. 1 litre correspond à :

- a) 10^{-2} m^3 b) 10^{-3} m^3 c) 10^{-6} m^3

5. Un iceberg flotte car :

- a) il est froid b) $\rho_{\text{glace}} < \rho_{\text{eau de mer}}$ c) il est gros

6. À l'équilibre, un corps flottant vérifie :

- a) $P > F_A$ b) $P = F_A$ c) $P < F_A$

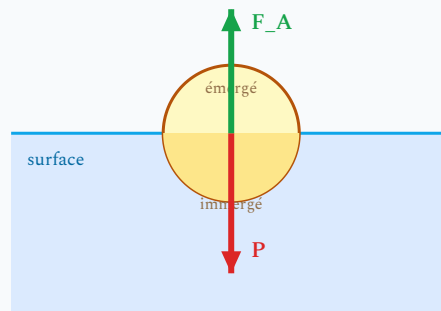
Total : 20 points

STANDARD

EXERCICE 1 Flotteur de niveau dans un ballon d'eau chaude**8 points**

Un flotteur sphérique en polypropylène ($\rho = 900 \text{ kg/m}^3$) de rayon $r = 3 \text{ cm}$ est placé dans un ballon d'eau chaude sanitaire ($\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$).

Volume d'une sphère : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

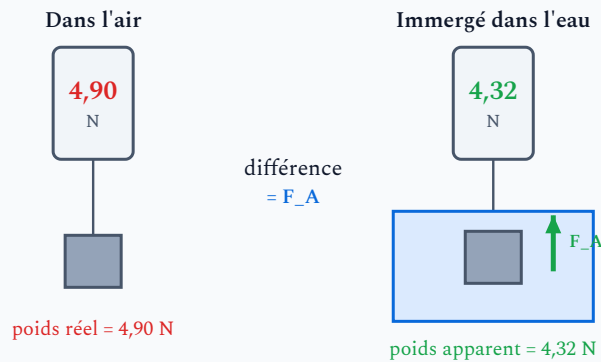


1. Calculer le volume du flotteur en m^3 . (1,5 pt)
2. Calculer le poids du flotteur. (1,5 pt)
3. Le flotteur flotte-t-il ? Justifier par comparaison des masses volumiques. (1 pt)
4. Calculer la fraction immergée du flotteur à l'équilibre. (1,5 pt)
5. En déduire le volume immergé et la force d'Archimède à l'équilibre. (2,5 pt)

EXERCICE 2 Pesée hydrostatique d'un raccord 7 points

Un technicien CVC utilise la méthode de la pesée hydrostatique pour identifier un alliage. Il suspend un raccord à un dynamomètre :

- Dans l'air : le dynamomètre indique 4,90 N
- Immersé dans l'eau : le dynamomètre indique 4,32 N



1. Calculer la force d'Archimède exercée sur le raccord. (1 pt)
2. En déduire le volume du raccord. (1,5 pt)
3. Calculer la masse du raccord. (1 pt)
4. En déduire la masse volumique du raccord. (1,5 pt)
5. Identifier le matériau parmi : acier ($7\,800\text{ kg/m}^3$), laiton ($8\,500\text{ kg/m}^3$), cuivre ($8\,900\text{ kg/m}^3$). (2 pts)

EXERCICE 3 Questions de cours **5 points**

1. Énoncer le principe d'Archimède et donner la formule de la force d'Archimède avec les unités. (2 pts)
2. Citer les deux paramètres dont dépend la force d'Archimède. (1 pt)
3. Un bloc de glace flotte sur l'eau de mer. Expliquer pourquoi en utilisant les masses volumiques. (2 pts)

Total : 20 points

APPROFONDISSEMENT

EXERCICE 1 Cuve de stockage enterrée **10 points**

Un installateur thermique doit poser une cuve de récupération d'eau de pluie enterrée pour alimenter les sanitaires d'un bâtiment. La cuve en polyéthylène a un volume extérieur de 5 000 L et une masse à vide de 200 kg. Le terrain est argileux et la nappe phréatique peut monter jusqu'au niveau de la cuve en hiver ($\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$).

1. Calculer le poids de la cuve vide. (1 pt)
2. Calculer la force d'Archimède sur la cuve vide totalement immergée dans l'eau souterraine. (1,5 pt)
3. Comparer et conclure : que risque-t-il de se passer ? (1,5 pt)
4. On leste la cuve avec un radier en béton ($\rho_{\text{béton}} = 2\,300 \text{ kg/m}^3$). Quelle masse minimale de béton faut-il pour empêcher la remontée quand la cuve est vide ? (2,5 pts)
5. Si la cuve contient 2 000 L d'eau, est-elle encore en danger de remontée sans le radier ? Justifier par un bilan des forces. (2 pts)
6. Proposer au client une règle de bonne pratique pour éviter le soulèvement. (1,5 pt)

EXERCICE 2 Identification d'un alliage par pesée hydrostatique **6 points**

Un plombier chauffagiste reçoit un lot de raccords censés être en bronze ($\rho = 8\,800 \text{ kg/m}^3$). Il vérifie en pesant un raccord au dynamomètre :
Dans l'air : 6,20 N | Dans l'eau : 5,48 N | Dans le glycol ($\rho = 1\,110 \text{ kg/m}^3$) : 5,40 N

1. Calculer la force d'Archimède dans l'eau, puis dans le glycol. (1 pt)
2. En utilisant la mesure dans l'eau, déterminer le volume et la masse volumique du raccord. (2 pts)
3. Vérifier la cohérence avec la mesure dans le glycol (calculer F_A théorique dans le glycol avec le volume trouvé). (1,5 pt)
4. Le raccord est-il en bronze ? Argumenter. (1,5 pt)

EXERCICE 3 Questions de synthèse **4 points**

1. Montrer que la fraction immergée d'un corps flottant est égale à $\frac{\rho_{\text{objet}}}{\rho_{\text{fluide}}}$. (2 pts)
2. Un iceberg ($\rho = 917 \text{ kg/m}^3$) flotte dans l'eau de mer ($\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$). Quel pourcentage de son volume dépasse de l'eau ? Commenter le danger pour la navigation. (2 pts)

Total : 20 points