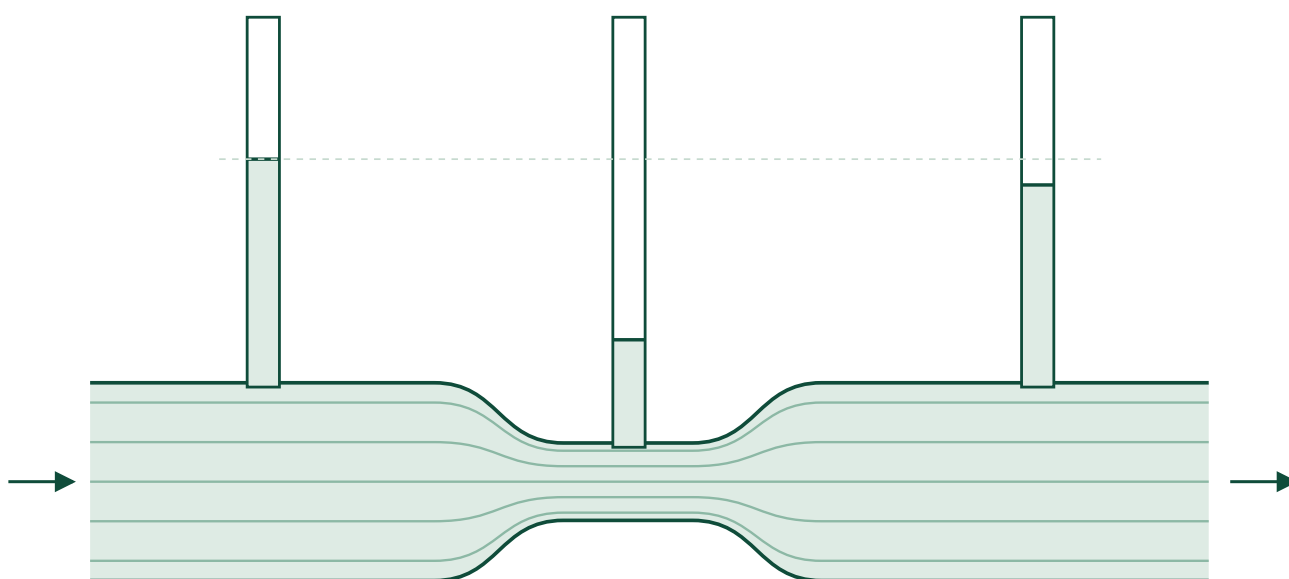




Modéliser l'écoulement d'un fluide

poussée d'Archimède, débit & Bernoulli

Dix exercices progressifs, entièrement corrigés, pour installer les trois réflexes du chapitre : reconnaître la poussée d'Archimède, conserver le débit, appliquer Bernoulli. Deux exercices expérimentaux complets. Exactement le niveau attendu le jour du baccalauréat.



10

EXERCICES
CORRIGÉS

15

CARTES
FORMULES

3

NIVEAUX
PROGRESSIFS

100 %

DU PROGRAMME
OFFICIEL

Programme d'enseignement de spécialité physique-chimie, classe terminale de la voie générale · Les six capacités exigibles du chapitre sont couvertes, y compris les deux capacités expérimentales. Depuis la session 2024, l'épreuve écrite se tenant en juin, ce chapitre est pleinement évaluable au baccalauréat.

Ce que contient ce cahier

10 exercices
15 cartes formules
1 fiche synthèse

POUR COMMENCER

Comment travailler ce cahier	3
Le programme, capacité par capacité	4
Mémo de cours · 15 cartes formules	5
Huit pièges, et le réflexe du jour J	16
Quiz de positionnement · 16 questions	17
Corrigé du quiz & par où commencer	18

NIVEAU ★ · DÉCOUVERTE

01 Pourquoi ça pousse vers le haut VRAI/FAUX	19
02 Le cube immergé GUIDÉ	20
03 Flotter, couler, entre deux eaux À TROUS	21
04 Le tuyau qui rétrécit GRAPHIQUE	23

NIVEAU ★★ · MAÎTRISE

05 La couronne d'Hiéron ENQUÊTE	25
06 Tester la poussée d'Archimède EXPÉ	26
07 Le banc de Venturi EXPÉ	28

NIVEAU ★★★ · TYPE BAC

08 La vidange du château d'eau ANALYSE	30
09 Le tube de Pitot de l'avion PROBLÈME	31
10 L'artère rétrécie LE DÉFI	33

CORRIGÉS DÉTAILLÉS

Exercices 01 à 04	35
Exercices 05 à 07	39
Exercices 08 à 10	43

POUR FINIR

Fiche synthèse — tout le chapitre en 1 page	47
---	----

TROIS NIVEAUX, UNE PROGRESSION

★ **DÉCOUVERTE** Une notion à la fois, énoncés guidés, formats variés (vrai/faux, texte à trous, lecture graphique). Objectif : installer les automatismes et le vocabulaire exact.

★★ **MAÎTRISE** Plusieurs étapes enchaînées, données expérimentales réelles, tracés à exploiter, incertitudes. Les deux capacités expérimentales du programme sont ici.

★★★ **TYPE BAC** Format et exigences de l'épreuve : hypothèses à justifier, analyse critique du modèle, résultat commenté.

CE QUE CE CHAPITRE DEMANDE VRAIMENT

Trois outils, et un seul vrai piège : **savoir lequel des trois utiliser.**

- Le fluide est **au repos** et un corps y est plongé → **poussée d'Archimède**.
- Le fluide **s'écoule** et on cherche une vitesse à partir d'une section → **conservation du débit**.
- Le fluide **s'écoule** et on relie vitesse, pression et altitude → **relation de Bernoulli**, qui te sera toujours fournie.

Tout le reste — Venturi, Torricelli, Pitot — n'est qu'une lecture particulière de ces trois outils.

LE RAPPEL DE PREMIÈRE DONT TU AURAS BESOIN

Trois choses, toutes de Première : $\rho = m/V$, la force pressante $F = pS$, et surtout **la pression augmente avec la profondeur F3**. C'est de là que vient la poussée d'Archimède, et c'est ce qui permet de lire une pression sur la hauteur d'eau d'un tube manométrique. Le § 02 du mémo les rappelle en dix lignes.

A • Complète la démonstration

Un corps homogène de volume total V_{tot} et de masse volumique ρ_s flotte à la surface d'un liquide de masse volumique ρ_f . À l'équilibre, il est immergé sur un volume V_{imm} .

Système : _____ **Référentiel :** _____, supposé galiléen.

Bilan des forces : le poids _____, de valeur $P = \rho_s V_{\square} g$ où le volume à écrire dans le carré est _____ ; et la poussée d'Archimède _____, de valeur $\Pi = \rho_{\square} V_{\square} g$ où les deux indices à écrire sont _____ et _____.

Condition d'équilibre : la somme vectorielle des forces est _____, donc en projection sur un axe vertical ascendant : _____.

Conclusion : après simplification par g , on obtient $\frac{V_{\text{imm}}}{V_{\text{tot}}} = \text{_____}$. Le corps flotte donc si et seulement si _____.

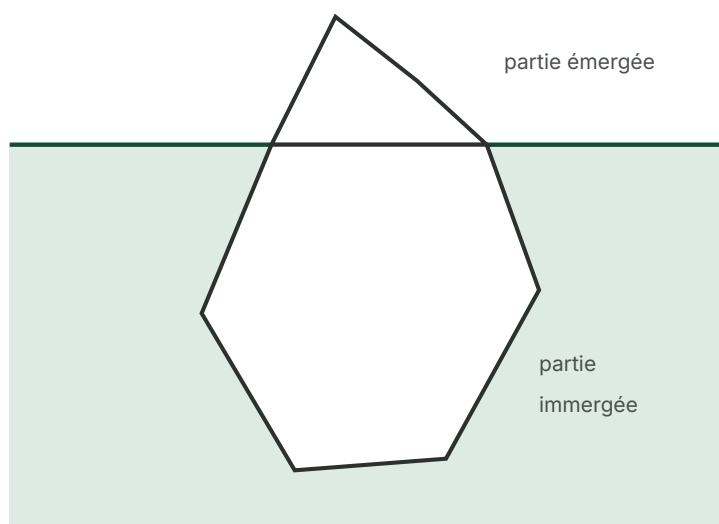
- 1 · Pourquoi la simplification par g est-elle légitime, et que nous apprend-elle sur le rôle de la gravité dans la flottaison ? Un corps flotterait-il de la même façon sur la Lune ?

B • L'iceberg

DONNÉES

$$\rho_{\text{glace}} = 917 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \rho_{\text{eau de mer}} = 1,025 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

- 2 · Calculer la fraction du volume d'un iceberg qui se trouve **sous** la surface. Exprimer le résultat en pourcentage, avec trois chiffres significatifs.
- 3 · En déduire la fraction **émergée**. Commenter l'expression « la partie visible de l'iceberg ».
- 4 · La partie émergée d'un iceberg a un volume de $1,50 \times 10^3 \text{ m}^3$. Calculer son volume total, puis sa masse.
- 5 · Les icebergs qui dérivent en Méditerranée n'existent pas, mais si l'on y transportait celui-ci, émergerait-il davantage ou moins qu'en Atlantique ? On donne $\rho_{\text{Méditerranée}} = 1,038 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Justifier par un calcul.





A • La démonstration complétée

Système : le corps flottant. **Référentiel** : terrestre, supposé galiléen.

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$, de valeur $P = \rho_s V_{\text{tot}} g$ — le volume à faire figurer est le volume **total**, car c'est tout le corps qui est pesant ; et la poussée $\vec{\Pi}$, de valeur $\Pi = \rho_f V_{\text{imm}} g$ — les deux indices sont **f** (le fluide) et **imm** (le volume immergé).

Condition d'équilibre : la somme vectorielle des forces est **nulle**, donc en projection sur un axe vertical ascendant : $-\rho_s V_{\text{tot}} g + \rho_f V_{\text{imm}} g = 0$.

Conclusion : $\frac{V_{\text{imm}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{\rho_s}{\rho_f}$. Le corps flotte si et seulement si ce rapport est inférieur à 1, c'est-à-dire si $\rho_s < \rho_f$.

1. g apparaît en facteur dans les deux forces, donc se simplifie. Cela signifie que la **flottaison ne dépend pas de l'intensité de la pesanteur** : un bateau s'enfoncerait exactement de la même hauteur sur la Lune, ou dans un ascenseur en pleine accélération. Ce qui décide, c'est uniquement le rapport des masses volumiques.

B • L'iceberg

- 2 $\frac{V_{\text{imm}}}{V_{\text{tot}}} = \frac{917}{1,025 \times 10^3} = 0,895$, soit **89,5 %** du volume sous la surface.
- 3 Fraction émergée : $1 - 0,895 = 0,105$, soit **10,5 %**. L'expression « la partie visible de l'iceberg » est donc littéralement exacte : neuf dixièmes de la masse échappent à l'observation, ce qui explique le danger pour la navigation.
- 4 $V_{\text{tot}} = \frac{V_{\text{émergé}}}{0,1054} = \frac{1,50 \times 10^3}{0,1054} = 1,42 \times 10^4 \text{ m}^3$, d'où $m = \rho_{\text{glace}} V_{\text{tot}} = 1,31 \times 10^7 \text{ kg}$, soit environ 13 000 tonnes.
- 5 $V_{\text{imm}}/V_{\text{tot}} = 917/1,038 \times 10^3 = 0,883$: la fraction émergée passe à **11,7 %**. L'eau plus dense de la Méditerranée exerce une poussée plus forte à volume immergé égal : l'iceberg émerge **davantage**. C'est le même effet qui rend la flottaison plus facile en mer Morte.

C • Le sous-marin

- 6 En plongée stationnaire, le sous-marin est totalement immergé et immobile : son poids équilibre exactement la poussée. $mg = \rho_{\text{eau}} V g$, donc $m = 1,025 \times 10^3 \times 2,20 \times 10^3 = 2,26 \times 10^6 \text{ kg}$, soit environ 2 260 tonnes.

Rédaction attendue : partir de la condition d'équilibre, pas de la formule finale. C'est le raisonnement qui est évalué.

- 7 Remplir les ballasts **augmente la masse** du sous-marin sans modifier son volume extérieur, donc sans modifier la poussée d'Archimède. On passe de $P = \Pi$ à $P > \Pi$: la résultante devient descendante, le sous-marin plonge.
- 8 Chasser l'eau à l'air comprimé **diminue la masse**, toujours à volume extérieur constant. On repasse à $P < \Pi$ et le sous-marin remonte.
- 9 Le **gilet gonflable** augmente le volume du plongeur, donc V_{imm} , donc la poussée. Les **plombs** augmentent la masse, donc le poids, à volume quasi inchangé. Les deux agissent sur des termes différents de la même comparaison P contre Π — d'où un effet de même nature : modifier le signe de $\Pi - P$, c'est-à-dire la flottabilité.