Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Mouvement et interactions	M.KUNST-MEDICA MAJ 07/2024	
Chapitre 17 : Modélisation de l'écoulement d'un fluide		Cours livre p 281 à 284	

Nom : ……………………. Prénom : ………………….. Classe : ……………………..

Mon livret « plan de travail et parcours d'exercices ».

A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices

Site internet : http://www.lasallesciences.com

Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices	Avis du professeur après le DS
AE 17.1 : Poussée d'Archimède.		
Expliquer qualitativement l'origine de la poussée d'Archimède.		
Utiliser l'expression de la poussée d'Archimède.		
Mettre en œuvre un dispositif permettant de tester ou d'exploiter l'expression de la poussée d'Archimède.		
AD 17.2 : Tabac et circulation sanguine		
Exploiter la conservation du débit volumique pour déterminer la vitesse d'un fluide incompressible.		
Exploiter la relation de Bernoulli, celle-ci étant fournie, pour étudier qualitativement puis quantitativement l'écoulement d'un fluide en régime permanent.		
AE 17.3 : Le déluge d'Ariane 6		
Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour étudier l'écoulement permanent d'un fluide et pour tester la relation de Bernoulli.		

Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de…	Il est nécessaire de…
Calculer la valeur F_p de la poussée d'Archimède exercée par un fluide sur la partie immergée d'un corps, ou le volume immergé V_{im} d'un corps ou la masse volumique ρ_{fluide} d'un fluide.	**Réflexe 1** Ex. 5 p. 288 **Rappeler** l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède $F_p = \rho_{fluide} \times V_{im} \times g$. **Isoler** éventuellement la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.
Calculer la valeur v de la vitesse d'un fluide incompressible qui s'écoule en régime permanent indépendant du temps.	**Réflexe 2** Ex. 9 p. 288 **Appliquer** la conservation du débit volumique de ce fluide pour deux positions. **Isoler** l'expression de la valeur de la vitesse recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.
Exploiter la relation de Bernoulli pour calculer, en une position du fluide, la pression, la valeur de sa vitesse ou sa coordonnée verticale.	**Réflexe 3** Ex. 13 p. 289 **Appliquer** la relation de Bernoulli pour deux positions A et B du fluide situées sur la ligne de courant étudiée. **Isoler** la grandeur recherchée et effectuer le calcul en faisant attention aux unités.

Les vidéos du chapitre

https://www.youtube.com/watch?v=PymB4QjtH90
Vidéo cours la modélisation de l'écoulement d'un fluide (Stella)

Le plan de travail
(Surligner les étapes réalisées)

A faire après l'AE 17.1 : Poussée d'Archimède

Lire *la correction de l'AE 17.1*
Étudier *le « I » du cours – « La poussée d'Archimède »*

Exercices d'application :
Livre Hachette éducation : 3-4-5-6 p 288

3 Expliquer l'origine de la poussée d'Archimède

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

1. Dans quelle(s) condition(s) un corps est-il soumis à la poussée d'Archimède ?

2. À quoi est due la poussée d'Archimède ?

4 Comprendre l'origine de la poussée d'Archimède

| Exploiter des informations.

Un corps est immergé dans un fluide.

1. Que représentent les flèches ?

2. À quoi la somme de ces forces correspond-elle ?

5 Utiliser l'expression vectorielle de la poussée d'Archimède

| Faire un schéma adapté.

Un iceberg immobile de volume V_{ice} flotte à la surface de l'eau. Son volume immergé est V_{im}.

1. Représenter les deux forces exercées sur l'iceberg.

2. Écrire l'expression vectorielle de ces deux forces en utilisant les notations du texte et calculer leurs valeurs.

Utiliser le réflexe 1

Données

- Volumes : $V_{ice} = 7{,}0 \times 10^4\ m^3$; $V_{im} = 6{,}3 \times 10^4\ m^3$.
- Masses volumiques : $\rho_{ice} = 9{,}2 \times 10^2\ kg \cdot m^{-3}$; $\rho_{eau} = 1{,}02 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ N \cdot kg^{-1}$.

6 Définir la poussée d'Archimède

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

1. Quels sont la direction, le sens et la valeur de la poussée d'Archimède que subit un corps immergé dans un fluide ?

2. Exprimer vectoriellement la poussée d'Archimède en explicitant chaque grandeur et son unité.

A faire après l'AD 17.2 : Tabac et circulation sanguine et l'AE 17.3 : Le déluge d'Ariane 6

Lire ***les corrections de l'AD 17.2 et l'AE 17.3***

Étudier ***le « II » et « III » du cours – « conservation du débit volumique » et « relation de Bernoulli ».***

Visionner ***la vidéo du cours « modélisation de l'écoulement d'un fluide ».***

Exercices d'application :
Livre Hachette éducation : 7-8-9-10-11-12-13-14-15-16 p 288-289

7 Définir le débit volumique d'un fluide

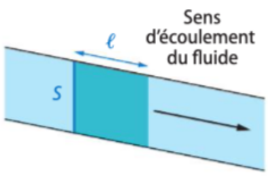
| Mobiliser et organiser ses connaissances.

1. Quand dit-on qu'un fluide s'écoule en régime permanent indépendant du temps ?

2. Définir le débit volumique d'un fluide.

8 Exprimer le débit volumique d'un fluide

| Exploiter des informations.



Un élément de fluide traverse une section de surface S et se déplace d'une distance ℓ pendant une durée Δt.

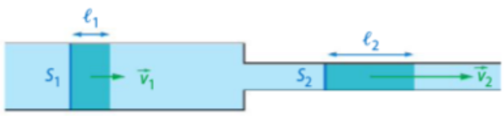
1. Que représente le volume colorié en turquoise ?

2. Exprimer le débit volumique de ce fluide à l'aide des notations du texte.

9 Traduire la conservation d'un débit volumique

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

De l'eau liquide, fluide incompressible, s'écoule en régime permanent indépendant du temps dans une canalisation.



L'eau qui traverse la section de surface S_1 parcourt la distance ℓ_1 pendant la durée Δt.
L'eau qui traverse la section de surface S_2, pendant la même durée Δt, parcourt la distance ℓ_2.

1. Comparer les débits volumiques aux deux extrémités du tube schématisées ci-dessus.

2. Exprimer la valeur v_2 de la vitesse en fonction de v_1, S_1 et S_2. La calculer.

Utiliser le réflexe 2

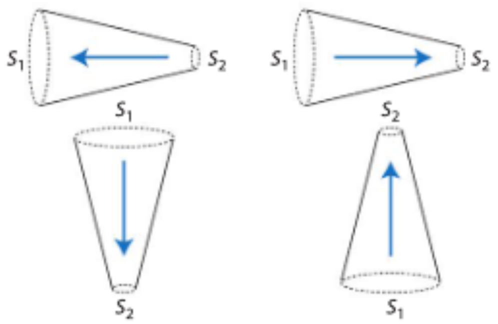
Données

- Surfaces des sections : $S_1 = 30\ cm^2$; $S_2 = 10\ cm^2$.
- Valeur de la vitesse d'écoulement du fluide : $v_1 = 2{,}2\ m \cdot s^{-1}$.

10 Comparer des valeurs de vitesse

| Utiliser un modèle pour prévoir.

On appelle v_1 et v_2 les valeurs de vitesse d'écoulement du fluide respectivement à travers les sections de surfaces S_1 et S_2. Le fluide est supposé incompressible.
Les flèches représentent le sens d'écoulement du fluide en régime permanent indépendant du temps.



• Comparer v_1 et v_2 dans les situations schématisées.

3 La relation de Bernoulli

VIDÉO DE COURS La relation de Bernoulli – QR Code p. 284

11 Décrire les grandeurs physiques de la relation de Bernoulli

CORRIGÉ

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

1. Décrire chaque grandeur qui intervient dans la relation de Bernoulli. Préciser les unités.

2. À l'aide de cette relation, écrire une égalité faisant intervenir des grandeurs physiques en deux positions A et B d'une ligne de courant horizontale d'un fluide.

Donnée

On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

12 Exploiter qualitativement la relation de Bernoulli

| Utiliser un modèle pour prévoir.

• À l'aide de la relation de Bernoulli, compléter les phrases suivantes, les positions A et B étant situées sur une même ligne de courant.

a. Si $v_A > v_B$ et si $z_A = z_B$, alors la pression P_A à la position A est ......

b. Si $v_A < v_B$ et si $P_A = P_B$, alors la coordonnée verticale z_A est ......

c. Si $v_A = v_B$ et si $z_A < z_B$, alors la pression P_A à la position A est ......

Donnée

On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

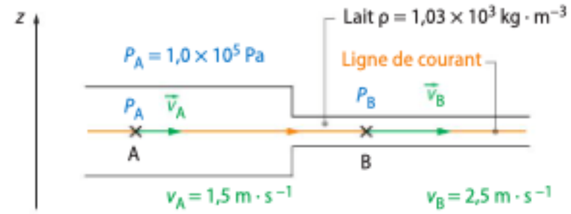
$$\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

13 Exploiter la relation de Bernoulli (1)

CORRIGÉ

| Exploiter des informations sur un schéma.

Un écoulement de lait est schématisé ci-dessous.



• Calculer la pression P_B en B. Utiliser le réflexe 3

Donnée

On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps. Elle s'écrit :

$$\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$

14 Exploiter la relation de Bernoulli (2)

| Effectuer des calculs.

• Sachant que $\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$, calculer la valeur v_B de la vitesse de l'eau s'écoulant entre A et B.

Données

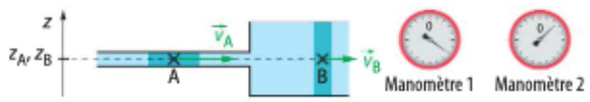
- En A, $v_A = 2{,}0$ m · s^{-1}, $z_A = 0{,}50$ m et $P_A = 1{,}20 \times 10^5$ Pa.
- En B, $z_B = 0{,}75$ m et $P_B = 1{,}10 \times 10^5$ Pa.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8$ N · kg^{-1}.
- Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1{,}0 \times 10^3$ kg · m^{-3}.

15 Appliquer la relation de Bernoulli

CORRIGÉ

| Exploiter des informations.

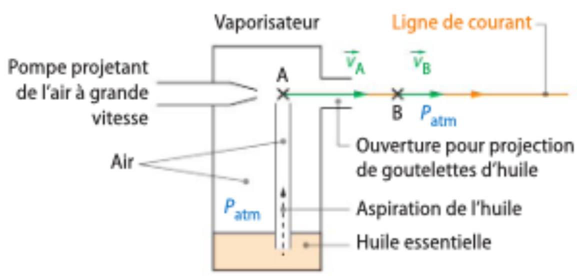
• Sachant que $\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$, associer les manomètres 1 et 2 aux positions A et B du schéma.



16 Tester la relation de Bernoulli

| Rédiger une explication.

• Justifier que l'huile essentielle du vaporisateur schématisé ci-dessous est aspirée jusqu'en A.



Donnée

On admet que la relation de Bernoulli s'applique :

$$\frac{1}{2}\rho \times v_A^2 + \rho \times g \times z_A + P_A = \frac{1}{2}\rho \times v_B^2 + \rho \times g \times z_B + P_B$$

Faire les exercices résolus sans correction, puis corriger

1 Exercice résolu

Technique de renflouement

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Un plongeur souhaite renflouer, c'est-à-dire remonter à la surface, un objet archéologique en granite de volume $V_{objet} = 120{,}0$ L à l'aide d'un parachute de levage de masse négligeable devant celle de l'objet.

1. Calculer la valeur du poids de cet objet.

2. Justifier que l'objet reposait sur le fond marin.

3. Déterminer le volume minimal d'air à injecter dans le parachute de levage pour renflouer l'objet.

Données

- Masses volumiques : $\rho_{eau\ de\ mer} = 1{,}03 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}$; $\rho_{granite} = 2{,}6 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ N \cdot kg^{-1}$.

Solution rédigée

- **On utilise le Réflexe 1.**

Rappel de l'expression de la valeur de la poussée d'Archimède

Calcul de la valeur de la poussée d'Archimède en convertissant le volume immergé V_{im} du corps en m^3

1. La valeur du poids de l'objet est : $P_{objet} = m_{objet} \times g = \rho_{granite} \times V_{objet} \times g$.

$P_{objet} = 2{,}6 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3} \times 120{,}0 \times 10^{-3}\ m^3 \times 9{,}81\ N \cdot kg^{-1}$.

La valeur du poids de l'objet est $3{,}1 \times 10^3$ N.

2. La poussée d'Archimède a pour valeur $F_{p\ objet} = \rho_{eau} \times V_{objet} \times g$ car le volume immergé V_{im} est celui de l'objet.

$F_{p\ objet} = 1{,}03 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3} \times 120{,}0 \times 10^{-3}\ m^3 \times 9{,}81\ N \cdot kg^{-1}$

soit $F_{p\ objet} = 1{,}2 \times 10^3$ N.

On constate que $P_{objet} > F_{p\ objet}$, ce qui justifie que l'objet reposait sur le fond marin.

3. Pour que le système {objet et parachute} remonte, il faut que :

$F_{p\ système} > P_{système}$ soit $F_{p\ objet} + F_{p\ parachute} > P_{objet}$ où $F_{p\ parachute}$ est la valeur de la poussée d'Archimède qui s'exerce sur le parachute de levage.

Donc $F_{p\ parachute} > P_{objet} - F_{p\ objet}$.

Il vient $\rho_{eau} \times V_{parachute} \times g > P_{objet} - F_{p\ objet}$ d'où $V_{parachute} > \dfrac{P_{objet} - F_{p\ objet}}{\rho_{eau} \times g}$.

$$\frac{P_{objet} - F_{p\ objet}}{\rho_{eau} \times g} = \frac{3{,}1 \times 10^3\ N - 1{,}2 \times 10^3\ N}{1{,}03 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3} \times 9{,}81\ N \cdot kg^{-1}}$$

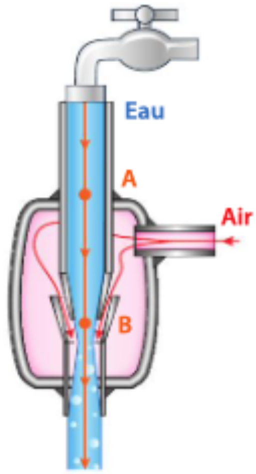
Le volume d'air injecté dans le parachute doit être supérieur à $1{,}9 \times 10^{-1}\ m^3$, c'est-à-dire $1{,}9 \times 10^2$ L, pour renflouer l'objet.

2 Exercice résolu

La trompe à eau

| Exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Une trompe à eau est un dispositif qui permet d'obtenir une dépression par effet Venturi. Elle est souvent utilisée en chimie afin de réaliser des filtrations ou des distillations sous pression réduite. La trompe se branche sur un robinet afin de faire circuler de l'eau dans une canalisation dont le diamètre diminue (voir schéma ci-contre, qui n'est pas à l'échelle).



Extrait de la notice d'une trompe à eau en laiton chromé
Consommation d'eau : 330 L/h.
Rayons intérieurs en A et B : $r_A = 1{,}0$ cm ; $r_B = 1{,}5$ mm.
Distance entre A et B : 10 cm.

1. Montrer qu'en régime permanent indépendant du temps, le débit volumique D_v de la trompe à eau est $9{,}17 \times 10^{-5}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

2. Calculer la valeur v_A de la vitesse d'écoulement de l'eau en A.

3. Calculer la valeur v_B de la vitesse d'écoulement de l'eau en B.

4. Calculer la différence de pression $\Delta P = P_B - P_A$ entre A et B.

5. Justifier le sens de circulation de l'air dans la trompe à eau.

Données

- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}81\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- On considère que la relation de Bernoulli, $\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$, peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps.

Solution rédigée

1. Le débit volumique d'eau D_v est 330 L/h, qu'il faut convertir en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, sachant que $1\ \text{h} = 3\,600\ \text{s}$ et $1\ \text{L} = 1 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$.

$$D_v = \frac{330 \times 10^{-3}\ \text{m}^3}{3\,600\ \text{s}} \text{ soit } D_v = 9{,}17 \times 10^{-5}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. Le débit volumique en A s'écrit : $D_v = S_A \times v_A$ d'où $v_A = \frac{D_v}{S_A} = \frac{D_v}{\pi \times r_A^2}$.

$$v_A = \frac{9{,}17 \times 10^{-5}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}{\pi \times (1{,}0 \times 10^{-2})^2\ \text{m}^2} \text{ soit } v_A = 0{,}29\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

La valeur v_A de la vitesse d'écoulement de l'eau en A est $0{,}29\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- **On utilise le Réflexe 2.**
  - Application de la conservation du débit volumique de l'eau
  - Isolement de v_B et calcul en convertissant le rayon en m

3. La conservation du débit volumique s'écrit : $D_v = S_A \times v_A = S_B \times v_B$.

D_v est connu, S_B se calcule comme S_A.

On a donc $v_B = \frac{D_v}{S_B}$.

$$v_B = \frac{D_v}{\pi \times r_B^2} \text{ donc } v_B = \frac{9{,}17 \times 10^{-5}\ \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}}{\pi \times (1{,}5 \times 10^{-3})^2\ \text{m}^2} \text{ soit } v_B = 13\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

La valeur v_B de la vitesse d'écoulement de l'eau en B est $13\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- **On utilise le Réflexe 3.**
  - Application de la relation de Bernoulli en deux positions de la ligne de courant le long de laquelle la relation s'applique
  - Isolement de ΔP puis calcul en utilisant ρ_{eau} en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

4. La relation de Bernoulli appliquée aux positions A et B s'écrit :

$$\frac{1}{2}\rho_{eau} \times v_A^2 + \rho_{eau} \times g \times z_A + P_A = \frac{1}{2}\rho_{eau} \times v_B^2 + \rho_{eau} \times g \times z_B + P_B$$

Les valeurs des vitesses, la différence des coordonnées verticales et la masse volumique du fluide étant connues, il vient :

$$\Delta P = P_B - P_A = \frac{1}{2}\rho_{eau} \times (v_A^2 - v_B^2) + \rho_{eau} \times g \times (z_A - z_B)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times 1\,000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times (0{,}29^2 - 13^2)\ (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})^2 + 1\,000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \times 9{,}81\ \text{N} \cdot \text{kg}^{-1} \times (10 \times 10^{-2})\ \text{m}$$

La différence de pression $\Delta P = P_B - P_A$ entre A et B est $-8{,}3 \times 10^4$ Pa.

5. La pression en B est inférieure à celle en A. Une dépression apparaît dans cette zone de la trompe à eau et permet l'aspiration de l'air.

Répondre au QCM de fin de chapitre

Donnée

On considère que la relation de Bernoulli, $\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$, s'applique le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps.

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s), puis vérifier la correction p. 462.	A	B	C

1 La poussée d'Archimède

Exercice interactif

Si erreur, revoir § 1 p. 281

1. La poussée d'Archimède exercée sur un corps immergé dans un fluide est due :	aux forces pressantes exercées par le fluide.	au poids du corps immergé.	à la forme du corps immergé.
2. La poussée d'Archimède :	est verticale.	est orientée vers le bas.	a une valeur qui s'exprime en newton.
3. La poussée d'Archimède $\vec{F}_p$ exercée sur un houlographe de volume V_{im} immergé dans l'eau a pour expression : 	$-\rho_{houlo} \times V_{im} \times \vec{g}$	$\rho_{eau} \times V_{im} \times \vec{g}$	$-\rho_{eau} \times V_{im} \times \vec{g}$
4. Dans la station ISS, spationautes et objets sont en état d'« impesanteur ». Les bulles d'une bouteille d'eau gazeuse ouverte :	montent à la surface.	restent sur place.	descendent au fond de la bouteille.

2 La conservation du débit volumique

Exercice interactif

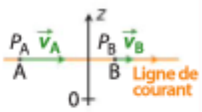
Si erreur, revoir § 2 p. 282

5. Le débit volumique D_v d'un fluide qui traverse, pendant la durée Δt, la section S d'un tube avec une vitesse de valeur v a pour expression :	$D_v = \frac{v}{\Delta t}$	$D_v = S \times v$	$D_v = \frac{v}{S}$
6. Le débit volumique se conserve systématiquement pour :	un fluide incompressible en régime permanent indépendant du temps.	un gaz en régime permanent indépendant du temps.	un liquide en régime permanent indépendant du temps.
7. Un fluide incompressible, dont le débit volumique se conserve, a une vitesse dont la valeur diminue :	lorsque la section S du tube qu'il traverse diminue.	lorsque la section S du tube qu'il traverse augmente.	indépendamment de la section S du tube qu'il traverse.

3 La relation de Bernoulli

Exercice interactif

Si erreur, revoir § 3 p. 283

8. Dans la relation de Bernoulli donnée en haut de page :	ρ s'exprime [illegible] g·L^{-1} ; v en m·s^{-1} ; z en m ; P en bar.	ρ s'exprime en kg·m^{-3} ; v en km·h^{-1} ; z en km ; P en bar.	ρ s'exprime en kg·m^{-3} ; v en m·s^{-1} ; z en m ; P en Pa.
9. Entre deux positions A et B, la relation de Bernoulli s'écrit :	$\frac{1}{2}\rho \times v_B^2 + \rho \times g \times z_A + P_A = \frac{1}{2}\rho \times v_A^2 + \rho \times g \times z_B + P_B$	$\rho \times \left(\frac{v_B^2}{2} - \frac{v_A^2}{2}\right) = \rho \times g \times (z_A - z_B) + (P_A - P_B)$	$\frac{1}{2}\rho \times g \times z_A + \rho \times v_A^2 + P_A = \frac{1}{2}\rho \times g \times z_B + \rho \times v_B^2 + P_B$
10. D'après ce schéma à l'échelle, on a : 	$P_A < P_B$	$P_A = P_B$	$P_A > P_B$

Faire les exercices suivants type bac de fin de chapitre

27 CORRIGÉ — 60 min

Une plongée technique

Mobiliser et organiser ses connaissa[…] effectuer des calculs ; rédiger une argumentation.

Les parties I et II sont indépendantes.

Partie I La stabilité est de rigueur

Au cours d'une plongée, un plongeur cherche à se stabiliser afin de rester à une profondeur constante. Pour cela, il dispose d'un gilet de stabilisation et d'un ordinateur de plongée.

A Le gilet de stabilisation

Le gilet de stabilisation est un dispositif dont on peut faire varier le volume en injectant ou en évacuant de l'air. La valeur de la poussée d'Archimède exercée par l'eau est alors modifiée, de façon à ce qu'elle compense exactement le poids du plongeur équipé.

L'air injecté provient de la bouteille d'air comprimé qui fait partie de l'équipement du plongeur ; cette injection d'air n'a donc aucune incidence sur la masse *m* du système {plongeur équipé}.

Lors de l'évacuation de l'air, on considère que la masse d'air expulsé est négligeable devant celle du système.

Le plongeur équipé, situé à une profondeur de 20 m en Méditerranée occupe un volume $V = 0{,}088\ \text{m}^3$. On suppose qu'il ne fait aucun geste.

1. Calculer la valeur de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le plongeur équipé. Utiliser le réflexe 1

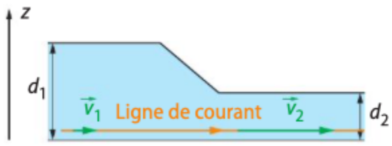
2. Qu'arrive-t-il au plongeur équipé à la profondeur de 20 m s'il n'agit pas sur le gilet stabilisateur ?

3. Pour répondre à la question **2**, il suffit de comparer les masses volumiques du plongeur équipé et de l'eau salée. Justifier cette affirmation.

4. Quel volume d'air le plongeur doit-il injecter dans son gilet ou évacuer afin d'être stabilisé ?

Partie II Les courants sous-marins et les ordinateurs de plongée

Le plongeur équipé entre dans une cavité modélisable par un cylindre de diamètre $d_1 = 6{,}0$ m, dans laquelle l'eau se déplace à une vitesse de valeur $v_1 = 0{,}30\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. La cavité est prolongée par un passage également cylindrique de diamètre $d_2 = 3{,}0$ m. La situation est schématisée ci-dessous :



On suppose que le volume du plongeur est négligeable devant celui de la cavité. L'eau est considérée comme un fluide incompressible qui s'écoule en régime permanent indépendant du temps.

1. Quelle est la valeur v_2 de la vitesse de l'eau dans le passage de diamètre d_2 ? Utiliser le réflexe 2

2. Calculer la différence de pression $\Delta P = P_2 - P_1$ entre les deux passages cylindriques de la cavité. Utiliser le réflexe 3

3. L'ordinateur de plongée indique notamment la profondeur à laquelle se trouve le plongeur. Il la calcule en fonction de la pression locale qu'il mesure, en appliquant la relation fondamentale de la statique des fluides selon laquelle la pression dans l'eau augmente de 1 bar lorsque la profondeur augmente de 10 m.

Quelle différence de profondeur, entre les deux passages cylindriques de la cavité, l'ordinateur va-t-il indiquer alors que le plongeur se déplace horizontalement ?

Coup de pouce QR Code p. 284

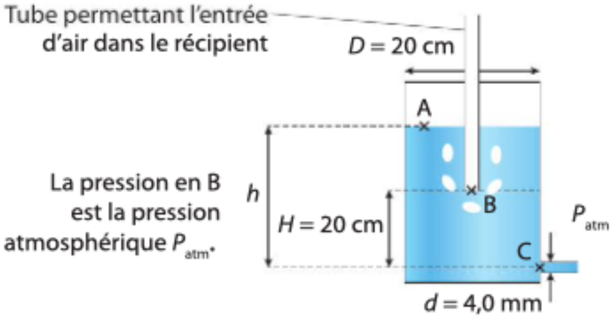
Données

- On considère que la relation de Bernoulli peut s'appliquer le long d'une ligne de courant d'un fluide incompressible en écoulement permanent indépendant du temps.
Elle s'écrit :
$$\frac{1}{2}\rho \times v^2 + \rho \times g \times z + P = \text{constante}$$
- Masse volumique de l'eau en mer Méditerranée : $\rho_{\text{eau salée}} = 1{,}03 \times 10^3\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.
- Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$.
- Pression atmosphérique : $P_{\text{atm}} = 1{,}013 \times 10^5$ Pa.
- 1 bar $= 1 \times 10^5$ Pa.
- Masse du plongeur équipé : $m = 92$ kg.

Faire l'exercice de préparation à l'ECE

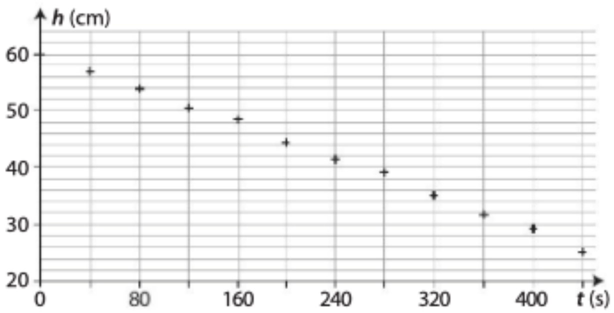
La loi de Torricelli

On dispose d'un vase de Mariotte, photographié ci-contre, rempli d'eau supposée incompressible.
Il contient, à l'instant $t = 0$ s, une hauteur h_0 d'eau.
On relève la hauteur h d'eau dans le vase cylindrique à chaque instant t jusqu'à la vidange presque complète.
La situation est schématisée ci-dessous :



Partie I Première phase de la vidange

Tant que la hauteur h mesurée entre les positions A et C est supérieure à la hauteur H mesurée entre B et C, le vase de Mariotte permet d'obtenir un débit volumique constant.
La valeur v_B de la vitesse en B est considérée comme nulle.
Pour $h > H$, on obtient le graphique ci-dessous :



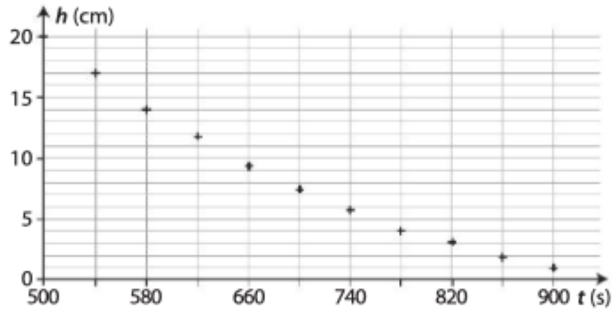
1. RÉA Calculer, à partir du graphique, la valeur v_A de la vitesse en A.

2. a. ANA-RAIS Montrer que si la valeur v_A de la vitesse en A est constante, alors le débit volumique D_v de l'eau sortant du vase de Mariotte est constant comme annoncé. Le calculer.
b. RÉA En déduire la valeur v_C de la vitesse de sortie de l'eau en C.
c. ANA-RAIS · COM Proposer un protocole permettant de mesurer le débit volumique en C.

3. a. RÉA Pour $h > H$, la loi de Torricelli prévoit la valeur de la vitesse d'écoulement de l'eau en C dans le vase de Mariotte : $v_{C\,Torr} = \sqrt{2g \times H}$.
Calculer la valeur $v_{C\,Torr}$ de la vitesse prévue par la loi de Torricelli en C.
b. VAL La valeur calculée à la question **2. b.** est-elle en accord avec celle obtenue par cette loi ?

Partie II Deuxième phase de la vidange

Pour $h < H$, on obtient le graphique ci-dessous :



• APP · ANA-RAIS Comment évolue alors le débit volumique en C ?

Donnée
Intensité de la pesanteur : $g = 9{,}8\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$.

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :