

<p>Seconde</p> <p>Thème : La pratique du sport</p> 	<p><b><u>ECE : La pression sans pression !</u></b></p>
--	--

### DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Compétences exigibles du B.O.	<p>Pression d'un gaz, pression dans un liquide.</p> <p>Pression dans un liquide au repos, influence de la profondeur.</p> <p>Dissolution d'un gaz dans un liquide.</p> <p>Loi de Boyle-Mariotte, un modèle de comportement des gaz, ses limites.</p>	<p>Savoir que la quantité maximale de gaz dissous dans un volume donné de liquide augmente avec la pression.</p> <p>Savoir que la différence de pression entre deux points d'un liquide dépend de la différence de profondeur.</p>
Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet on demande au candidat de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Répondre à quelques questions pour mettre en place la problématique.</li> <li>• Réaliser un dispositif expérimental simple.</li> <li>• Exploiter les mesures obtenues pour découvrir une loi.</li> <li>• Utiliser cette loi pour faire un calcul de volume et de durée.</li> </ul>	
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<p>Cette épreuve permet d'évaluer les compétences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser (ANA) ; coefficient 1</li> <li>• Réaliser (REA) ; coefficient 3</li> <li>• Valider (VAL) ; coefficient 2</li> </ul>	
Préparation du poste de travail	<p>Précaution de sécurité : RAS</p> <p>Prévoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imprimer à l'avance une feuille de papier millimétré</li> </ul>	
Déroulement de l'épreuve  Gestion des différents appels	<p>Minutage conseillé pour une ECE d'1 heure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser (10 min conseillées)</li> <li>• Réaliser (30 min conseillées)</li> <li>• Valider (20 min conseillées)</li> </ul> <p>Il est prévu <b>4 appels</b> obligatoires de la part du candidat.</p> <p>Lors de <b>l'appel 1</b>, l'examineur vérifie que le temps imparti est correct, pour la réponse aux questions posées.</p> <p>Lors de <b>l'appel 2</b>, l'examineur vérifie que les résultats expérimentaux sont cohérents.</p> <p>Lors de <b>l'appel 3</b>, l'examineur vérifie que le choix de l'échelle est correct.</p> <p>Lors de <b>l'appel 4</b> l'examineur vérifie que la loi obtenue est bonne et donne quelques indications supplémentaires pour compléter celle-ci.</p> <p>Le professeur observe le candidat en continu. Dans la partie « réaliser » le professeur est attentif sur la façon dont le candidat évolue dans l'environnement du laboratoire, organise son poste de travail, utilise le matériel avec pertinence, respecte les procédures et les règles de sécurité.</p>	
Auteur	Eric BREGERAS – lycée François Villon – Beaugency (45)	

**1. Pour chaque poste**

Paillasse élèves :

- Une seringue + sa tubulure
- Un capteur de pression

Paillasse professeur :

- Un thermomètre

Documents mis à disposition des élèves :

- Une feuille de papier millimétré

**2. Particularités du sujet, conseils de mise en œuvre**

RAS

## ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

### Compétences travaillées (capacités et attitudes) :

- ANA : observer et décrire les phénomènes en répondant aux questions posées.
- REA : réaliser un dispositif expérimental.
- VAL : extraire des informations des données expérimentales et les exploiter.

ANA

REA

VAL

20

### CONTEXTE

Les plongeurs autonomes utilisent des bouteilles d'air comprimé pour plonger. Si la pression dans une bouteille de volume  $V$  est  $P$ , après leur remplissage dans une station de gonflage, à la pression  $P'$  sous l'eau, combien de fois les *poumons du plongeur pourront être remplis par le contenu de la bouteille devenu  $V'$  ou plus directement combien de temps le plongeur pourra t-il rester à cette profondeur ?*

### DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

#### Document 1 : Du tuba au scaphandre

Pour respirer sous l'eau, un plongeur doit disposer d'air qu'il reçoit de différents dispositifs : tuba, scaphandre, bouteilles de plongée.

En s'enfonçant sous l'eau, **la pression de l'eau augmente de 1 bar tous les 10 m**. Ainsi tous les 10 m, chaque centimètre carré de la peau d'un plongeur est soumis à une force pressante correspondant au poids d'une masse de 1 kg. La cage thoracique du plongeur est donc soumise à près de deux tonnes ... Les muscles de la respiration ne peuvent pas exercer une telle force pour respirer l'air de la surface acheminé par un long tuba, car cet air est à la pression atmosphérique.

Le plongeur a donc besoin de recevoir **de l'air à la même pression que celle de l'eau entourant ses poumons**. Les muscles de la respiration n'ont alors aucun effort supplémentaire à fournir et le plongeur peut respirer avec autant d'aisance qu'à l'air libre. Cette pression de l'air est créée soit par une pompe actionnée sur le bateau pour un plongeur en scaphandre, soit est présente dans les bouteilles d'air comprimé des plongeurs autonomes.



#### Document 2 : Champagne...

Les gaz peuvent se dissoudre dans les liquides. Par exemple, l'oxygène se dissout dans l'eau ce qui permet aux poissons de respirer. **La concentration maximale de gaz dissous, appelée solubilité, augmente avec la pression de ce gaz et diminue avec la température.**

Dans une bouteille d'eau gazeuse, le dioxyde de carbone est dissous dans l'eau sous pression élevée : la pression du gaz se trouvant entre le liquide et le bouchon peut-être égale à 7 fois la pression atmosphérique moyenne. La concentration de  $\text{CO}_2_{(aq)}$  dans l'eau de la bouteille fermée est alors plus importante que celle dans une eau laissée en contact de l'atmosphère. Lorsqu'on ouvre la bouteille, la pression au dessus du liquide devient égale à la pression atmosphérique. La valeur de la concentration de  $\text{CO}_2_{(aq)}$  devrait alors être beaucoup plus faible que la valeur précédente : le gaz  $\text{CO}_2_{(g)}$  s'échappe sous forme de bulles : c'est **le dégazage**.

### Document 3 : Les dangers de la plongée

Dans une bouteille de plongée, l'air est stocké sous haute pression. Le détendeur permet au plongeur de respirer de l'air à la même pression que celle de l'eau qui l'entoure.

Lorsque le plongeur remonte vers la surface, la pression diminue. Suivant la loi de Boyle-Mariotte, la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation du volume de l'air contenu dans ses poumons. Si le plongeur bloque sa respiration lors de la remontée, l'air continue à se dilater jusqu'à atteindre la limite d'élasticité de ses poumons, c'est la surpression pulmonaire. Il est donc dangereux de bloquer sa respiration lors de la remontée.



L'air est constitué d'environ 20 % de dioxygène et 80 % de diazote tous les deux solubles dans le sang. Lors d'une plongée, l'augmentation de pression fait augmenter la solubilité des gaz dans le sang. Cela peut avoir des conséquences néfastes :

- Le diazote, pour une pression supérieure à 5,6 bars entraîne l'ivresse des profondeurs (narcose) qui agit sur le système nerveux en provoquant des troubles du comportement.
- Au cours d'une remontée, la pression diminue et les gaz dissous doivent être évacués. Le dioxygène est consommé par les cellules. Le diazote se vaporise et passe lentement dans les poumons. En cas de remontée trop rapide, celui-ci n'a pas le temps de s'évacuer par les poumons, de grosses bulles apparaissent dans le sang risquant de boucher les vaisseaux sanguins en provoquant une embolie pulmonaire.

### TRAVAIL A EFFECTUER

#### 1. Analyse du problème (10 min conseillées)

1.1. Comment évolue la pression avec la profondeur d'immersion ?

.....

1.2. Pourquoi ne peut-on pas respirer avec un très long tuyau en contact direct avec l'air de la surface ?

.....  
.....

1.3. Quels sont les différents types de dangers que peut occasionner la plongée ?

.....  
.....

APPEL N°1

Appeler le professeur pour lui présenter les réponses

#### 2. Loi de Boyle-Mariotte (35 minutes conseillées)

##### 2.1. Principe :

Pour une température  $T$  et une quantité  $n$  de gaz constantes, la loi de Boyle-Mariotte donne la relation entre la pression  $P$  et le volume  $V$  de ce gaz.

##### 2.2. Manipulation :

Afin de retrouver cette loi nous disposons d'une seringue reliée à un capteur de pression.

Faire varier le volume  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) du gaz emprisonné dans la seringue et mesurer la pression  $P$  (hPa) correspondante.

Dresser un **tableau de mesures** (au moins 5), que vous complèterez en calculant pour chaque série de mesures  $1/V$  ( $\text{cm}^{-3}$ ).

<b>APPEL N°2</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le tableau de mesures.</b>
------------------	--

Représenter graphiquement l'évolution de  $P$  en fonction de  $1/V$ , en choisissant la bonne échelle pour la représentation graphique, sachant qu'il faut utiliser les  $\frac{3}{4}$  de la feuille de papier millimétrée.

<b>APPEL N°3</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le choix d'échelle.</b>
------------------	---

<b>APPEL N°4</b>	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le graphique et la réponse.</b>
------------------	---

Que peut-on dire du produit  $P \times V$  ? A température constante, quelle relation lie les grandeurs  $P$  et  $V$  ?

.....

### 3. Application de Loi de Boyle-Mariotte à la plongée (15 minutes conseillées)

Utiliser la Loi de Boyle-Mariotte pour répondre aux questions suivantes :

**3.1.** Sans calcul, expliquer que la diminution de pression s'accompagne d'une augmentation du volume d'air dans la bouteille du plongeur.

.....  
.....

**3.2.** On donne :  $P_{\text{Totale}} = P_{\text{atmosphérique}} + P_{\text{eau}}$  avec  $P_{\text{atmosphérique}} = 1 \text{ bar}$   
Au cours d'une descente, un plongeur utilise une bouteille de volume  $V_1 = 12 \text{ L}$  qui est sous une pression de  $P_1 = 150 \text{ bars}$ .

- Quelle est la pression  $P_{\text{eau}}$ ' à une profondeur de 20 m ? (Voir document 1)

.....

- En déduire la pression  $P_1'$ ' totale de l'air inspiré par le plongeur à cette profondeur.

.....

- Quel volume  $V_1'$ ' occuperait l'air contenu dans la bouteille s'il était soumis à la pression  $P_1'$ ' totale ?

.....

.....

- Le plongeur consomme, 20 litres d'air par minute à la pression  $P_1'$ '. Pendant quelle durée peut-il rester à cette profondeur ?

.....

.....

Le candidat est en situation d'évaluation, l'examineur ne doit pas fournir d'explicitation des erreurs ni de la démarche à conduire. Ses interventions sont précises, elles servent de relance pour faire réagir le candidat ou bien pour lui permettre d'avancer pour être évalué sur d'autres compétences.

Les erreurs détectées par le professeur en continu ou lors d'un appel sont forcément suivies d'un questionnement ouvert si ces erreurs conduisent l'élève à une impasse.

### 1. Analyse du problème

La compétence ANA est mobilisée et évaluée lors de l'appel 1.

**Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence ANALYSER sont les suivants :**

***Observer et décrire les phénomènes en répondant aux questions posées.***

Le candidat doit être capable d' :

- analyser le document 1 pour montrer l'évolution de la pression en fonction de la température ;
- analyser le document 3 pour se rendre compte des dangers occasionnés par la plongée.

L'examineur, **au bout d'un temps limité**, attend que les réponses aux questions posées soient claires et sans ambiguïté ; dans ce cas le niveau obtenu est A pour la compétence ANA.

Si certains points sont flous ou non présents, l'examineur pourra les faire préciser au candidat à l'aide de questions ouvertes. L'examineur attend que le candidat sache corriger seul un oubli ou une maladresse. Si le candidat y parvient le niveau acquis pour ANA reste le **niveau A**.

Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, les réponses sont toujours incomplètes, l'examineur fournira au candidat une solution partielle orale. Le niveau acquis est alors le **niveau B**.

Si deux solutions sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C**.

Si malgré les deux solutions, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D**. La troisième solution orale lui est fournie.

Remarque : pour cette compétence aucune aide partielle **écrite** ne sera distribuée.

### 2. Réalisation du protocole proposé, mesures et tracé du graphique

La compétence REA est mobilisée et évaluée lors des appels 2,3 et 4.

**Les critères retenus pour l'évaluation de la compétence REALISER sont les suivants :**

***Utiliser le matériel de manière adaptée ; effectuer des mesures avec précision ; tracer un graphique en choisissant une échelle correcte.***

Le candidat doit être capable :

- de faire des mesures de pression correctes sans fuites ;
- de tracer un graphique précis en choisissant une bonne échelle de représentation.

L'examineur observera les candidats pendant cette étape. Si nécessaire, il interviendra oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle pour réguler la mise en œuvre du protocole, l'utilisation du matériel, la réalisation des mesures et le tracé du graphique. Les candidats ne seront alors pas pénalisés. De la même façon, un candidat demandant une aide très ciblée et bien explicitée ne le sera pas non plus.

On s'assurera, lors de l'appel, que le candidat a réalisé de mesures précises et a tracé un graphique précis. Si ce n'est pas le cas, on posera une question ouverte au candidat. S'il corrige sa maladresse seul, le niveau acquis sera le **niveau A**.

Si malgré le questionnement ouvert de l'examineur, les tâches demandées sont réalisées de façon imparfaite, l'examineur fournit au candidat une solution partielle à l'oral, adaptée en fonction des besoins du candidat. Le niveau acquis est alors le **niveau B**.

Si deux solutions partielles sont fournies au candidat, le niveau acquis est le **niveau C**.

Si malgré les deux solutions partielles, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D**. La solution totale lui est fournie.

### Exemples de solutions partielles

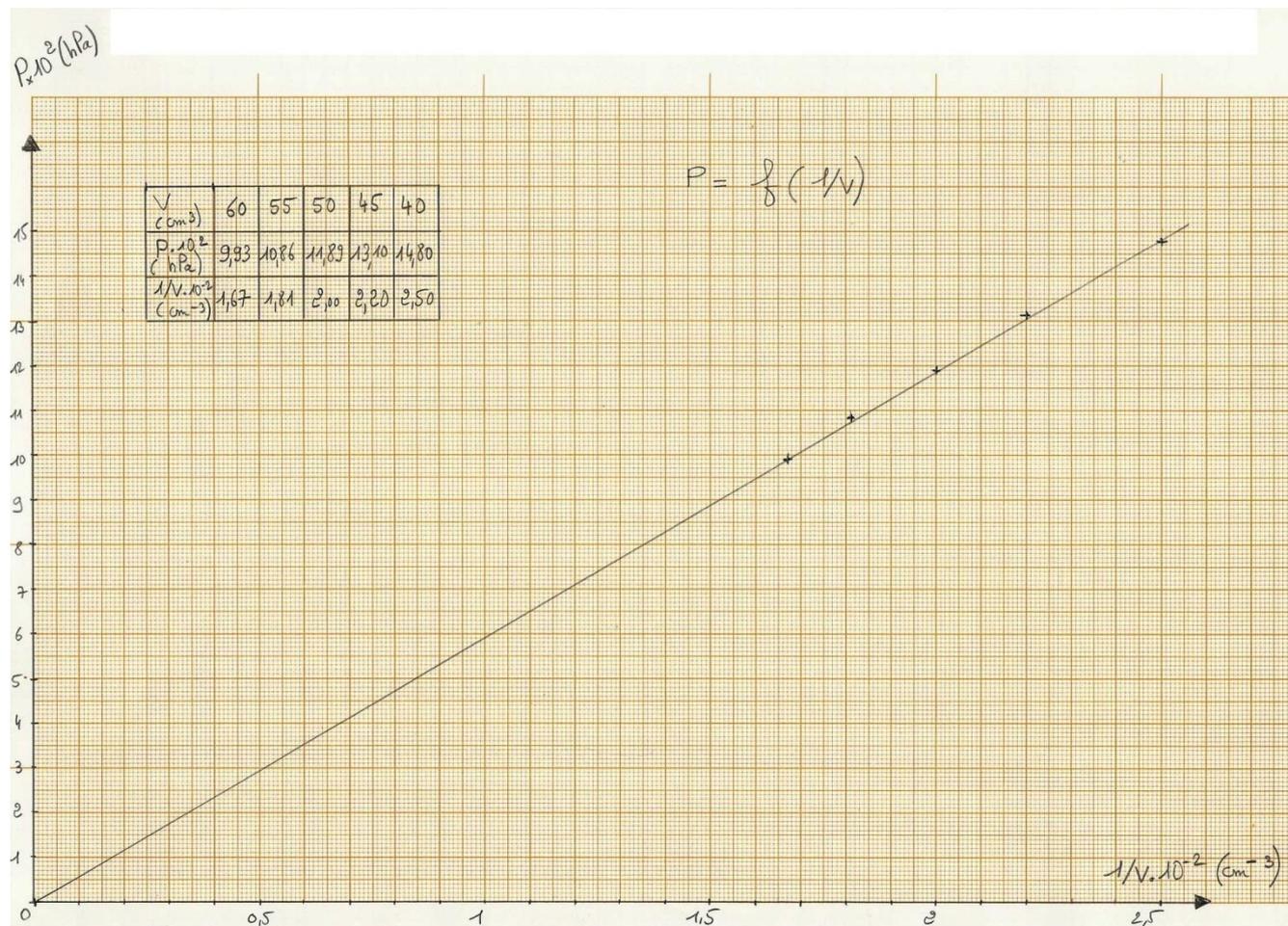
#### Solution partielle 1 : on a toujours besoin d'une échelle

On donne une partie de l'échelle au candidat ; ex : Abscisses :  $1/V \text{ (cm}^{-3}\text{)} : 0,1 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^{-3} \leftrightarrow 10 \text{ mm}$   
Ordonnées :  $P \text{ (hPa)} : 10^2 \text{ hPa} \leftrightarrow 10 \text{ mm}$

On mettra P sur l'axe des ordonnées et  $1/V$  sur l'axe des abscisses.

#### Solution partielle 2 : Graphe

On donne au candidat un graphique déjà réalisé.



### Exemple de solution totale : loi de Boyle-Mariotte

On explique que le produit  $P \times V = \text{constante}$

**Remarque :** on précisera néanmoins à tous les élèves, même ceux qui ont trouvé la loi, que :  $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$  à température constante.

### 3. Exploitation des mesures et utilisation de la loi de Boyle-Mariotte

La compétence VAL est mobilisée et évaluée lors des 6 dernières questions posées.

**Le critère retenu pour l'évaluation de la compétence VALIDER est le suivant : extraire des informations des données expérimentales et des documents et les exploiter pour répondre au problème posé.**

Le candidat doit être capable :

- de retrouver la loi de Boyle-Mariotte en analysant le graphe demandé ;
- d'extraire et d'exploiter des informations pour calculer la pression demandée ; d'utiliser la loi de Boyle-Mariotte pour calculer le volume demandé ;
- d'en déduire la durée recherchée.

L'examineur observera en continu les candidats pendant la phase d'exploitation. Si nécessaire, l'examineur interviendra oralement (sous forme de questions) et de façon très ponctuelle pour rappeler. Les candidats ne seront alors pas pénalisés. De la même façon un candidat demandant une aide très ciblée et bien explicitée ne le sera pas non plus. Dans tous ces cas le **niveau A** pour le domaine de compétences VAL est obtenu.

Si le candidat réalise l'ensemble de l'exploitation demandée de manière satisfaisante mais avec quelques interventions de l'examineur concernant une difficulté ou erreur non identifiée au départ par le candidat mais résolue ensuite par celui-ci après un questionnement **le niveau acquis est B**.

Si le candidat reste bloqué dans ses calculs, malgré les questions posées par l'examineur, des éléments de solutions lui sont apportés **oralement**, ce qui lui permet de poursuivre la tâche : **Le niveau acquis est C**.  
Si malgré l'aide apportée, le candidat est toujours en échec, le niveau acquis est le **niveau D**.

#### Exemples de solutions partielles

##### *Solution partielle 1 : L'air de la surface compte aussi..*

$P_1'$  totale de l'air inspiré par le plongeur : 2 bar + 1 bar = 3 bar

##### *Solution partielle 2 : Utilisons la loi de Boyle-Mariotte.*

$$P_1 \cdot V_1 = P_1' \cdot V_1'$$

**Remarque :** il n'y a pas de solution totale pour cette troisième partie.