THÈME : LA PRATIQUE DU SPORT

L'Homme le plus profond du monde

Le 6 juin 2012 devait être une date marquante pour le plongeur en apnée (sans assistance respiratoire) Herbert Nitsch surnommé « l'Homme le plus profond du monde », qui tentait de battre son propre record en descendant à - 250 m en apnée au large de l'île grecque de Santorin.

Document 1. Un incident qui n'était jamais arrivé
Je suis descendu à - 253 m. Au cours de la remontée à partir de - 80 m, je me suis retrouvé dans un état vaseux, entre le sommeil et une sorte de black-out(1). Je suis donc remonté quasi inconscient, et la capsule(2) s'est arrêtée automatiquement à - 10 m, comme prévu. C'est un incident qui n'était jamais arrivé, qu'un plongeur s'évanouisse à cause des effets de la narcose à l'azote(3). Une fois à la surface, j'ai immédiatement demandé à respirer de l'oxygène avant de replonger avec des bouteilles, pour essayer de combler les paliers de décompression que je n'avais pas faits.

(1) Perte momentanée de mémoire.

(2) Il s'agit du dispositif qui équipe Herbert Nitsch lors de sa plongée lui permettant de contrôler sa vitesse de descente ou de remontée lors de sa plongée.

(3) Voir document 4.

D'après une interview de Herbert Nitsch le 23 mai 2014 par le journaliste de Paris-Match Romain Clergeat

(http://www.parismatch.com/Actu/Sport/Le-plongeur-revenu-des-abysses-Herbert-Nitsch-565824)

Document 2. Une plongée record
Extrait d'un dossier « les hommes poissons » de Sciences et Vie Junior (août 2015)

L'objectif de cet exercice est d'analyser, à l'aide de lois et de vos connaissances de physique et de chimie, les causes de l'accident d'Herbert Nitsch lors de sa plongée en apnée.

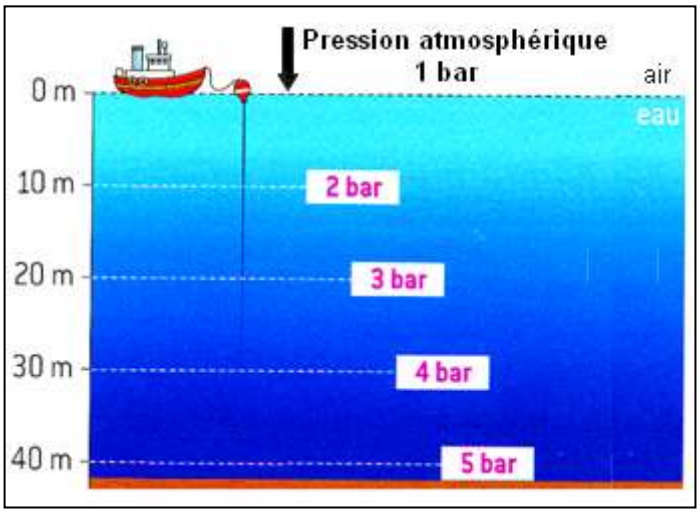
Pression et profondeur

Document 3. Détermination de la pression dans l'eau en fonction de la profondeur

À une profondeur *h* (en m), dans l'eau, on peut calculer la pression *P* (en bar) à l'aide de la relation suivante :

$$P = 1{,}0 + 0{,}10 \times h$$

Cette relation est illustrée par le schéma ci-contre.



Données :

- 1 bar = 10^5 Pa

Pour chaque affirmation ci-dessous, indiquer en justifiant la ou les bonnes réponses sur votre copie.

	Affirmation a	**Affirmation b**	**Affirmation c**
Q1- (0,5 point) Au cours de la plongée de Herbert Nitsch, la pression de l'eau l'entourant augmente de 1,0 bar lorsque :	Herbert Nitsch descend de 10 m	Herbert Nitsch remonte de 10 m	Herbert Nitsch se déplace de 10 m en restant à la même profondeur
Q2- (2 points) La pression de l'eau à - 253 m de profondeur est proche de :	253 bar	26 bar	$2{,}6 \times 10^6$ Pa
Q3- (1,5 point) Herbert Nitsch s'est retrouvé dans un état vaseux quand la pression de l'eau l'entourant était de :	8,0 bar	9,0 bar	80 bar

Une remontée trop rapide

Une des causes de l'accident d'Herbert Nitsch, est sa remontée trop rapide.

Q4. (2 points) À partir des informations données dans le document 2, calculer la vitesse moyenne d'Herbert Nitsch lors de sa descente.
Comparer cette vitesse à celle d'Herbert Nitsch au début de sa remontée.

L'élève est invité à présenter la démarche suivie en précisant les étapes de résolution. Cette démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.

Tout au long de la remontée, le système composé d'Herbert Nitsch et de son équipement (sa capsule et son contenu) est soumis à des forces.

Haut de la capsule d'Herbert Nitsch

Photo extraite du site officiel de Herbert Nitsch : http://www.herbertnitsch.com/

Q5. (2,5 points) Comme indiqué dans le document 2, arrivé à - 253 m de profondeur, Herbert Nitsch remplace une partie de l'eau présente dans le haut de sa capsule par de l'air provenant de bouteilles d'air comprimé situées en bas de sa capsule.
Quelle force s'exerçant sur Herbert Nitsch et son équipement (la capsule et son contenu) est modifiée lors de cette opération ? Donner les caractéristiques de cette force (sans calcul de la valeur de cette force) et préciser la ou les caractéristique(s) qui varie(nt).

Q6. (1 point) Pour pouvoir augmenter sa vitesse de remontée, le haut de la capsule utilisée par Herbert Nitsch a une forme spécifique dite hydrodynamique et modifie ainsi la valeur d'une force s'exerçant sur Herbert Nitsch et son équipement se déplaçant dans l'eau.
Indiquer le nom de cette force. Sur votre copie, sans souci d'échelle, représenter cette force à partir d'un point.

Pression gazeuse et solubilité d'un gaz dans un liquide

Document 4. La narcose à l'azote
La narcose à l'azote connue sous l'appellation «ivresse des profondeurs», entraîne une défaillance de la perception du milieu environnant, voire une perte de conscience, en raison de la concentration élevée de diazote dans le cerveau.
La dissolution des gaz dans les liquides sous l'effet de la pression est un phénomène qui intéresse directement le plongeur, dès que celui-ci s'immerge.
En effet le corps humain étant composé à 70 % d'eau, il s'effectue des échanges entre les mélanges gazeux contenus dans les poumons et les tissus humains.
Lorsque la pression extérieure augmente, la pression du diazote dans l'air respiré augmente et une partie du gaz diazote se dissout dans le sang et les tissus.

Lors de remontées trop rapides, le diazote dissous qui reprend sa forme gazeuse ne peut pas être évacué par les poumons à une vitesse suffisante. Il le sera alors sous forme de microbulles de diazote entravant la circulation sanguine, au niveau du cerveau et de la moelle épinière.

Q7. (0,5 point) Vrai ou Faux

À partir de l'analyse des documents, répondre par vrai ou faux, sans le justifier, à chacune des affirmations suivantes :

a. La quantité maximale de gaz dissous dans un volume donné de liquide augmente avec la pression.
b. L'apparition de bulles de gaz obstruant la circulation sanguine du plongeur peut avoir lieu aussi bien pendant sa descente que pendant sa remontée.
c. Au cours de sa remontée rapide, Herbert Nitsch a de plus en plus de diazote qui se dissout dans son sang.

<table>
<tr><th>Question</th><th>Tâche</th><th>Niveau de difficulté</th><th>Compétence évaluée</th><th colspan="2">Réponse attendue</th><th colspan="4">Évaluation- Notation</th></tr>
<tr><td>Q1</td><td>Simple</td><td>1</td><td>RÉALISER</td><td colspan="2">Au cours de la plongée de Herbert Nitsch, la pression de l'eau l'entourant augmente de 1,0 bar lorsqu'il descend de 10 m.</td><td colspan="4">0,5</td></tr>
<tr><td>Q2</td><td>Simple</td><td>2</td><td>RÉALISER</td><td colspan="2">On attend que l'élève effectue le calcul de la pression à la profondeur de 253 m :
P = 1,0 bar + 0,10 bar/m × 253 m = 26,3 bar valeur proche de 26 bar.
On attend que l'élève convertisse ensuite cette valeur en pascals en multipliant le résultat obtenu par : 10^5 et écrit le résultat en notation scientifique.
P = 26,3 × 10^5 = 2,63 × 10^6 Pa , valeur proche de 2,6 × 10^6 Pa.</td><td colspan="4">2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Q3</td><td rowspan="2">Simple</td><td rowspan="2">2</td><td>S'APPROPRIER</td><td colspan="2">On attend que l'élève extraie du document 1 la profondeur à laquelle Herbert Nitsch s'est trouvé dans un état vaseux en remontant soit - 80 m.</td><td colspan="4">0,5</td></tr>
<tr><td>RÉALISER</td><td colspan="2">On attend que l'élève effectue le calcul de la pression à la profondeur de 80 m :
P = 1,0 bar + 0,10 bar/m × 80 m = 9,0 bar.</td><td colspan="4">1</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Q4</td><td rowspan="6">Complexe</td><td rowspan="6">3</td><td></td><td>ÉVALUATION DES COMPÉTENCES</td><td>A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité.
B : Les critères choisis apparaissent partiellement
C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante.
D : Les critères choisis ne sont pas présents.</td><td colspan="4">Niveau de maîtrise</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr>
<tr><td>S'APPROPRIER</td><td>L'élève extrait du document 2 la durée de la descente en apnée de Herbert Nitsch soit 1 min et 43 s ainsi que la distance parcourue par le plongeur lors de sa descente : 253,20 m.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>CONNAITRE</td><td>L'élève connait l'expression de la vitesse moyenne : $v_{moy} = \frac{D}{\Delta t}$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>RÉALISER</td><td>L'élève réalise le calcul avec les valeurs et exprime le résultat en m.s^{-1} avec 2 chiffres significatifs $v_{moy} = \frac{253{,}20\ m}{(60\ s+43\ s)}$= 2,5 m.s^{-1}</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ANALYSER</td><td>L'élève compare cette vitesse moyenne à celle du début de sa remontée soit 4 m.s^{-1} : la vitesse moyenne de descente du plongeur est plus faible que sa vitesse de début de remontée.</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">NOTATION :
Le regard porté sur la grille de compétences de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à la note évaluant la production de l'élève.</td><td colspan="2">CRITÈRES INDICATIFS
Majorité de A → 2
Majorité de B → 1,5
Majorité de C → 1
Majorité de D → 0 ou 0,5</td><td colspan="4">2</td></tr>
</table>

Q5	Simple	2	S'APPROPRIER	L'élève extrait l'information du document 2 : « *Ses bouteilles de plongée envoient de l'air comprimé dans la capsule ce qui en chasse l'eau. Ainsi allégé, Nitsch est propulsé vers la surface..* ».	0,5
			ANALYSER	L'élève propose que c'est le poids de Herbert Nitsch et de son équipement qui est modifié lors de cette manœuvre.	0,5
			CONNAITRE	Les caractéristiques du poids d'un objet : - Point d'application : G - Direction : verticale - Sens : vers le bas - Valeur : P = m.g où m est la masse de l'objet	0,5
			VALIDER	L'élève interprète le remplacement de l'eau dans la capsule par de l'air comme induisant une baisse de la masse de l'équipement de Herbert Nitsch donc une diminution du poids de Herbert Nitsch et de son équipement, sans que les autres caractéristiques du poids ne soient modifiées.	1
Q6	Simple	2	ANALYSER	L'élève identifie la force de frottement de l'eau sur le système Herbert Nitsch et son équipement qui est modifiée par le "profilage" de la capsule.	0,5
			RÉALISER	Schéma de la force de frottement $\vec{f}$ pendant la remontée :	0,5
Q7	Simple	1	S'APPROPRIER	- Affirmation **a :** vraie - Affirmation **b :** fausse - Affirmation **c** : fausse	0,5

lien vers le document de l'IGEN : « recommandations pour l'épreuve écrite… » http://www.cndp.fr/portails-disciplinaires/fileadmin/user_upload/Physique-chimie/PDF/Recommandations_pour_l_epreuve_ecrite_du_bac_S_15-12-2013.pdf