

1 La plongée sous-marine

Les variations de pression au cours d'une plongée sous-marine entraînent certains effets physiologiques pouvant s'avérer néfastes pour les plongeurs.

Doc. 1 – La plongée en apnée

Lors d'une plongée libre ou plongée en apnée sans assistance, le plongeur gonfle ses poumons d'air à pression atmosphérique à la surface, puis conserve cet air sous l'eau.

À 10 mètres de profondeur, la pression de l'eau sur le plongeur est deux fois plus importante que la pression de l'air à la surface. L'augmentation de pression s'accompagne d'une diminution du volume de l'air contenu dans les poumons.

- a. Expliquer pourquoi les poumons du plongeur sont écrasés lors des plongées en apnée. Quelle loi est ainsi mise en évidence ?

Doc. 2 – Le détendeur

Dans une bouteille de plongée, l'air est stocké sous grande pression. Le détendeur permet au plongeur de respirer de l'air à la même pression que celle de l'eau qui l'entoure. Ainsi, ses poumons ne sont pas comprimés.



Détendeur de plongée.

En effet, si la pression de l'air respirée était différente de la pression de l'eau entourant le plongeur, le plongeur serait contraint à des efforts musculaires énormes pour gonfler ou vider ses poumons.

- b. À 10 mètres de profondeur, on estime à 3 L le volume d'une quantité d'air donnée, présente dans les poumons du plongeur. Pourquoi est-il dangereux de bloquer sa respiration lors de la remontée ? Quelle loi est ainsi mise en évidence ?

Doc. 3 – L'augmentation de la pression

En s'enfonçant sous l'eau, la pression de l'eau augmente de 1 bar tous les 10 m. Ainsi, à 10 m de profondeur,

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 !

- c. Comment évolue la pression de l'air inspiré par un plongeur au fur et à mesure qu'il descend sous l'eau ?

Doc. 4 – L'accident de décompression

L'accident de plongée le plus dangereux est l'accident de décompression. Il peut être la cause de graves séquelles, voire s'avérer mortel. Cet accident survient lorsque des bulles de gaz se forment dans les vaisseaux sanguins et gênent la circulation sanguine.



Lors de l'ouverture d'une bouteille d'eau gazeuse, la pression chute brutalement.

- d. L'air est constitué environ de 20 % de dioxygène et 80 % de diazote. Alors que le dioxygène est consommé par l'organisme, ce n'est pas le cas du diazote. Du diazote gazeux est évacué par la respiration, mais une partie reste dissoute dans le sang.

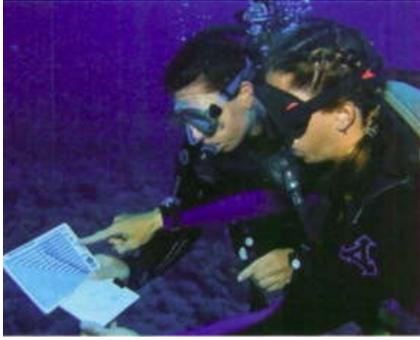
Comment évolue la quantité de diazote dissous dans le sang en fonction de la profondeur ?

- e. Qu'advient-il de la quantité de diazote dissous dans le sang lors de la remontée du plongeur ? Cette opération de dégazage est-elle instantanée ?

Doc. 5 – Exemples de règles de plongée

- Ne pas remonter à une vitesse supérieure à $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$;
- Respecter les paliers de décompression, c'est-à-dire effectuer des arrêts prolongés lors de la remontée. La durée de ces paliers dépend de la profondeur maximale atteinte et de la durée de la plongée ;
- Ne pas prendre immédiatement l'avion, ni effectuer un séjour en montagne après la plongée.

Doc. 6 – Tables de palier de décompression



Plongeurs consultant leurs tables de palier de décompression avant la remontée.

Profondeur	Durée de la plongée (min)	Durée du palier à 3 m (min)	Durée du palier à 6 m (min)
20 m	10		
	40		
	50	4	
	60	13	
	70	20	
30 m	80	27	
	10		
	20	2	
	30	9	
	40	24	
	50	36	3
	60	43	10

Extrait des tables de palier de décompression.

f. Pourquoi ne faut-il pas dépasser une certaine vitesse de remontée ? Expliquez la nécessité de respecter des paliers de décompression.

g. Supposons que la profondeur maximale atteinte par un plongeur est de 30 m. Indiquer le nombre de paliers nécessaires si la plongée dure 10 min et si la plongée dure 50 min. Expliquez cette différence.

h. Mêmes questions pour une plongée de 40 min, lorsque la profondeur maximale atteinte est de 20 m, et lorsqu'elle est de 30 m.



Profondimètre analogique.

i. Les profondimètres utilisés par les plongeurs sont en réalité des capteurs de pression. Indiquez comment ces appareils peuvent indiquer au plongeur à quelle profondeur il se trouve sous l'eau.

j. En considérant que la pression de l'air dans un avion est sensiblement la même que celle régnant à l'altitude de 2 400 m, expliquez pourquoi il ne faut pas prendre l'avion juste après une plongée.

2 Vocabulaire

Pression La pression est une grandeur caractéristique d'un gaz ou d'un liquide.

La pression de l'air vaut 1 bar au niveau de la mer. Elle diminue avec l'altitude.

La pression de l'eau augmente d'1 bar tous les dix mètres.

bar Le bar est, comme le pascal (Pa) ou l'atmosphère (atm), une unité de mesure de pression.

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

Force La force pressante F exercée par un gaz ou un liquide sur un objet immergé d'aire S est reliée à

la pression P du gaz ou du liquide :

$$F = P \times S$$

Avec F en newton (N), P est en pascal (Pa) et S en mètre carré (m²).

Dioxygène Les cellules de notre corps utilisent du dioxygène pour vivre. Ce gaz entre avec l'air dans l'organisme par les poumons, se dissout dans le sang puis se fixe sur l'hémoglobine, qui assure son transport jusqu'aux cellules des organes.

Solubilité Plus la pression de l'air est élevée, plus la solubilité des gaz dans le sang est grande.