

Pour se souvenir du nom correspondant à la loi de physique, récitez simplement l'alphabet, ABCD(H). Imaginez que vous jetez à la mer un container fermé et flexible. Le premier calcul que vous auriez besoin de faire serait de déterminer si ce container coule, flotte ou est en flottabilité nulle. Ce calcul s'effectue grâce à Archimède (A). Si Archimède montre que l'objet coule, la pression augmentera avec la profondeur. L'augmentation de pression changera le volume du container. Ce changement de volume est calculé avec Boyle (B). Si le container continue de sombrer, il passera une thermocline où la température va changer. Ce changement de température va aussi avoir une incidence sur le volume, qui se calcule grâce à Charles (C). Arrivé au fond, le container ne bougera plus, nous permettant d'observer les détails. En physique, les détails font référence au pourcentage et à la pression partielle de chaque gaz, ce qui se calcule avec la loi de Dalton (D). Avec le temps, le container va se détériorer et l'eau va pouvoir pénétrer au travers des parois. Les gaz vont se dissoudre dans l'eau selon la loi de Henry (H).

Vous devez également toujours prendre l'habitude d'estimer le résultat d'une formule avant de calculer. Si vous calculez la relation pression/volume en sachant que la pression réduit, alors la réponse devrait montrer que le volume augmente. Après avoir fini le calcul, vous pouvez vérifier si le nouveau volume a effectivement augmenté. Si c'est le cas, votre calcul est sûrement correct mais si la réponse à votre calcul démontre le contraire, vous avez certainement mélangé les valeurs dans votre formule.

Avant d'entrer les données dans votre formule, vous devrez tout d'abord la "modifier" de façon à ne laisser que les valeurs à déterminer à droite de l'équation. Pour ce faire, vous pouvez appliquer 3 règles de base qui fonctionnent pour les formules utilisées en plongée.

Règle 1. Vous pouvez multiplier ou diviser chaque côté de l'équation par la même valeur et elle sera toujours vraie. $4x3=2x6$ est vrai ($12=12$), si vous multipliez les deux côtés par 2, l'équation reste vraie $4x3x2=2x6x2$ ($24=24$), de la même manière que si vous divisez les deux côtés par 2:

$$\frac{4x3}{2} = \frac{2x6}{2}$$

C'est la technique que vous devriez utiliser si vous voulez retirer quelque chose du côté droit de l'équation jusqu'à ce qu'il ne reste plus que l'"inconnue". Imaginez que l'équation est $4x3=2xY$. Vous voulez donc savoir ce que représente Y. Vous allez donc appliquer la seconde règle.

Règle 2. Si quelque chose est multiplié puis divisé par la même valeur, vous pouvez l'ôter de l'équation. Multiplier d'abord par 2 puis diviser par 2 n'a aucun sens.

$$\frac{4x3}{2} = \frac{2x6}{2} \quad \frac{4x3}{2} = \frac{2xY}{2} \quad \frac{4x3}{2} = \frac{\cancel{2}xY}{\cancel{2}} \quad \frac{4x3}{2} = Y \quad Y = 6$$

Règle 3. La troisième règle est que vous pouvez de temps en temps inverser une formule (c'est plutôt rare en plongée) – ce qui est en bas va en haut et ce qui est en haut va en bas.

$\frac{4x3}{2} = \frac{\cancel{2}xY}{\cancel{2}}$	$\frac{4x3}{2} = \frac{Y}{1}$	$\frac{2}{4x3} = \frac{\cancel{2}}{\cancel{2}xY}$	$\frac{2}{4x3} = \frac{1}{Y}$		$\frac{4x3}{2} = \frac{Y}{1}$	$\frac{4x3}{2} = Y$
---	-------------------------------	---	-------------------------------	--	-------------------------------	---------------------

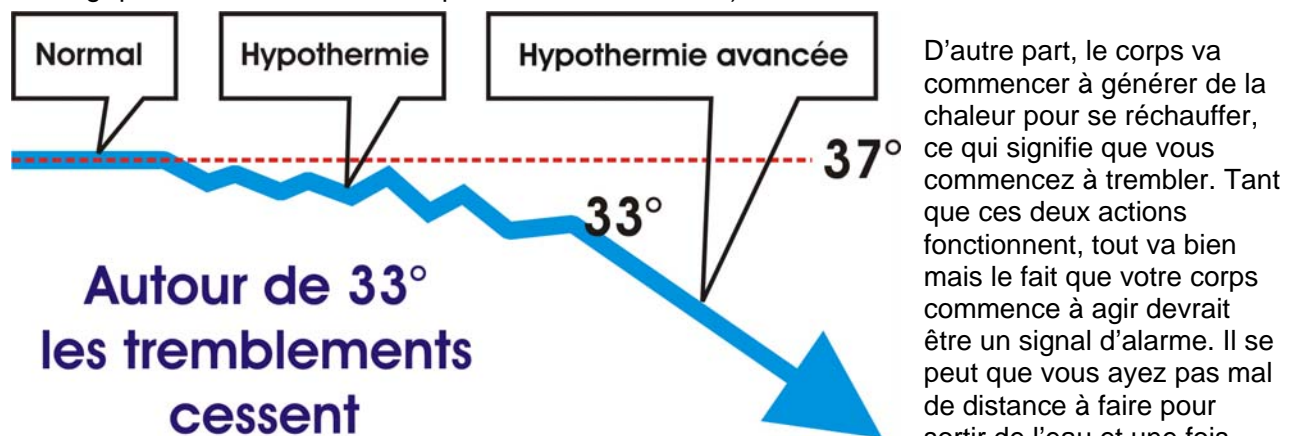
C'est là aussi plutôt rare. L'estomac est un organe flexible et un blocage inversé ne causerait probablement que de l'inconfort, par contre pour les dents, c'est une autre histoire. Si un espace aérien est laissé sous un plombage, l'air peut se frayer un passage et circuler dans cet espace pendant la plongée. Un problème peut survenir si la vitesse de remontée est trop rapide pour permettre à l'air de sortir par la petite ouverture. Dans certains cas, une dent qui a été désensibilisée peut simplement se casser sans aucune douleur. Si le nerf est toujours vivant et est irrité à cause de l'augmentation de pression, alors, le blocage inversé peut provoquer une douleur intense.

Il est aussi important de faire attention aux espaces aériens artificiels. Un plongeur doit souffler par le nez de temps en temps pour équilibrer le masque. Lors de l'utilisation d'un vêtement étanche, il faut ajouter de l'air à l'intérieur à la descente, sinon des bleus et des marques peuvent apparaître aux endroits où la combinaison a fait pression sur la peau.

Problèmes thermiques

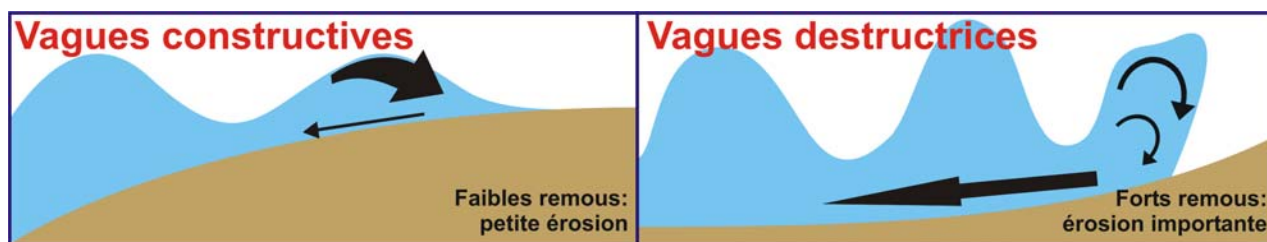
Le corps a besoin d'une température constante pour fonctionner correctement. Les sources extérieures de chaleur ou de froid peuvent interférer avec les tentatives du corps à maintenir sa température constante et l'obliger à réagir. Différents mécanismes permettent au corps de compenser l'influence de ces sources extérieures. Tant qu'ils fonctionnent, la température sera plus ou moins stable mais si l'influence extérieure est trop forte, le corps finira par abandonner. Les problèmes thermiques sont fréquents en plongée. Parfois, en se préparant pour la plongée lors d'une chaude journée, il nous arrive de porter une protection épaisse à terre et d'autres fois, nous allons plonger dans une eau où la température est presque glaciale.

Pendant une plongée en eau froide, votre combinaison va ralentir le refroidissement de votre température corporelle. Si votre choix de protection thermique est approprié pour la température de l'eau dans laquelle vous plongez, votre corps n'aura pas besoin de réagir au froid. Par contre, si l'isolation de votre combinaison n'est pas appropriée, votre corps commencera à agir pour maintenir votre température constante. D'une part, le corps va essayer d'éviter l'accumulation de chaleur en "tirant" la circulation plus vers l'intérieur. Les capillaires proches de la peau permettent au sang d'emprunter un chemin proche de l'épiderme ou un passage plus en profondeur où la circulation sanguine est protégée par une fine couche de graisse (c'est aussi ce qui explique les accidents cutanés – au début de la plongée, l'azote est transporté vers l'épiderme alors qu'à la fin de la plongée, le sang qui doit évacuer l'azote emprunte un autre chemin).

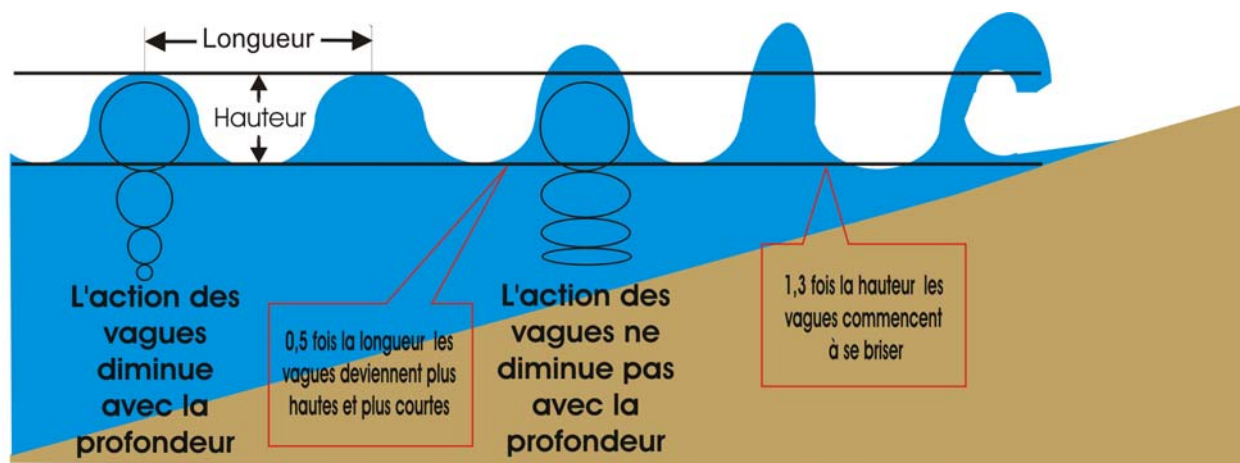


hors de l'eau, peut-être n'aurez-vous pas la possibilité de vous réchauffer immédiatement. Il est assez courant que les plongeurs mettent un terme à la plongée dès qu'ils commencent à frissonner. On appelle hypothermie la situation dans laquelle la circulation sanguine est "tirée" vers l'intérieur et que le corps se met à frissonner. L'étape suivante est l'hypothermie avancée.

Dans ce cas, le corps abandonne ses tentatives d'accroître la température et permet alors à la température de chuter sans essayer de se battre. Les tremblements cessent et vous commencez à être désorienté.



Les vagues destructrices se développent sur une courte distance. Elles sont très verticales et sont plus fréquentes (10 à 14 vagues par minute). En eau peu profonde, elles s'élèvent encore plus verticalement pour se briser en arrivant sur le rivage et créent un fort courant lorsque l'eau se retire. À l'inverse des vagues constructives, les vagues destructrices amènent peu de matière sur la plage mais en reprennent par contre beaucoup. Elles ont beaucoup de force et les entrées et les sorties sont plus difficiles et plus dangereuses. Par conséquent, la visibilité en est très affectée. Ces vagues peuvent créer un mouvement d'eau circulaire entre les vagues qui se brisent et le rivage, emprisonnant l'équipement perdu et le déplaçant le long de la plage sur une grande distance. Le ressac peut être assez fort pour vous "balayer les pieds". La dynamique de ces vagues a tendance à créer une "petite marche" juste derrière le point de cassure des vagues compliquant la sortie, même après que la vague soit passée.



En entrant dans une zone peu profonde, les vagues ralentissent, grossissent et changent de forme. À une profondeur égale à la moitié de la longueur de la vague, sa forme normale change – les crêtes deviennent plus étroites tandis que les creux s'agrandissent. Même si la fréquence reste identique, les vagues ralentissent et leur longueur globale se raccourcit. La pente devient de plus en plus raide et, finalement, la vague se brise lorsque la profondeur équivaut à moins de 1,3 fois la hauteur. La déformation des vagues dépend du rapport entre leur longueur et la profondeur et elles se brisent suivant le rapport entre leur hauteur et la profondeur.

Un courant d'arrachement est un fort courant provenant du rivage et retournant dans la mer. Il se crée généralement là où les vagues poussent la masse d'eau au delà d'un banc de sable ou d'un récif, n'offrant à l'eau qu'un passage étroit pour se retirer entre les deux bancs de sable ou par la petite ouverture dans le récif. Le courant peut y être extrêmement fort et éloigner considérablement le plongeur ou le baigneur du rivage. Si vous êtes pris dans un courant d'arrachement, n'essayez pas de lutter – nagez parallèlement au rivage (pendant que vous dérivez loin de celui-ci) afin de sortir du courant sans vous épuiser car c'est ce qui pourrait vous arriver si vous nagez contre le courant.

Les courants ascendants se produisent lorsque le vent repousse l'eau de surface en direction du large. Les couches d'eau profondes remontent pour prendre la place. Certaines régions en ont plus que d'autres et sont réputées pour l'abondante richesse de poissons. Dans d'autres régions, cela ne se produit que de temps en temps, et c'est un moment marquant pour l'extraordinaire visibilité et la fraîcheur inhabituelle de l'eau à cette période de l'année. Les courants ascendants apportent des nutriments provenant des eaux profondes, ce qui explique l'abondance de vie.

Si vous ne planifiez pas de nager plus de 6 ou 7 minutes, vous pouvez prendre 2 cases par minute, etc. Vous pouvez vous servir de la même approche avec les cycles de palmage. Si vous pensez faire un maximum de 30 cycles par cap, vous prenez une case pour 2 cycles. C'est que nous avons fait dans l'exemple qui suit.

Vous descendez à votre point de départ et décidez quelle direction suivre. Prenez alors le cap au compas et commencez à nager. Dans la *figure 1*, votre cap est de 45° et au bout de 20 cycles de palmage, vous arrivez au lieu qui vous intéresse. Vous alignez 45° avec le marqueur et dessinez une ligne en comptant 10 cases (1 pour 2 cycles) en partant du centre du sextant et en restant parallèle aux lignes verticales de la grille.

Fig. 1

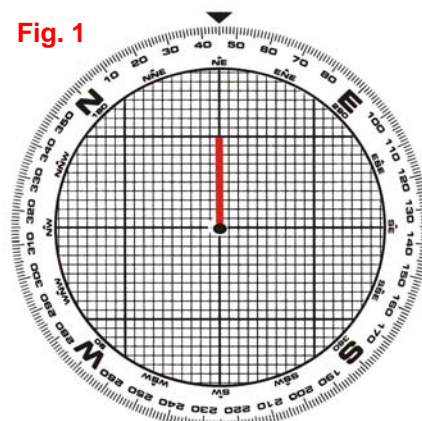


Fig. 2

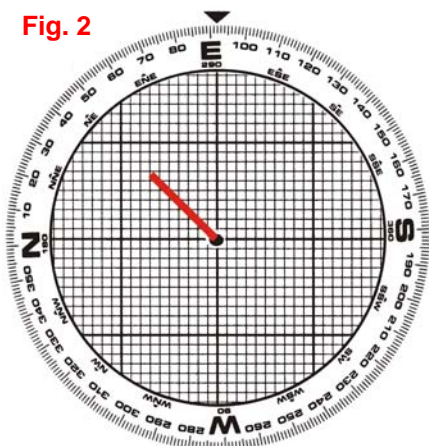
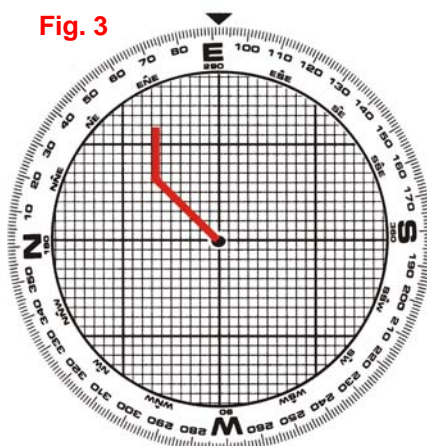


Fig. 3

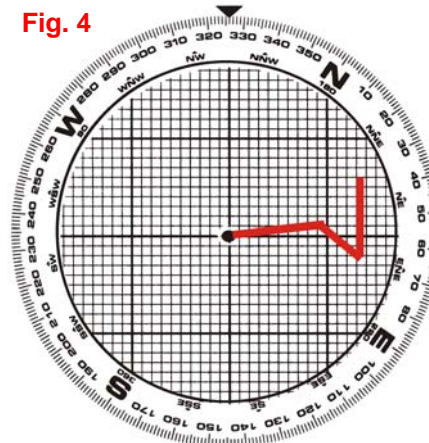


Après avoir fait un tour, vous décidez de changer d'endroit. Le cap pour rejoindre votre nouvelle destination dans notre exemple est de 92°. Vous alignez maintenant 92° avec le marqueur comme indiqué dans la *figure 2*.

Une fois arrivé dans le nouvel endroit, vous savez que vous avez fait 11 cycles de palmage pour y parvenir. Comme vous le

voyez dans la *figure 3*, vous dessinez maintenant une ligne partant de l'endroit précédent et parallèlement aux lignes verticales de la grille. La ligne tracée représente 5 cases ½ (11 divisé par 2). L'extrémité de la ligne est votre nouvelle endroit.

Fig. 4

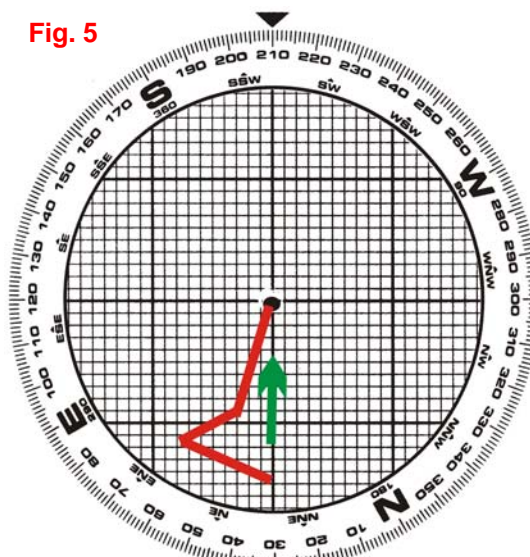


Dans la *figure 4*, vous répétez la même procédure. Votre prochaine destination est à 325° de votre position actuelle. Après 16 cycles de palmage, vous arrivez et dessinez une ligne de 8 cases, toujours vers le haut, toujours parallèlement aux lignes de la grille et bien sûr après avoir aligné 325° avec le marqueur.

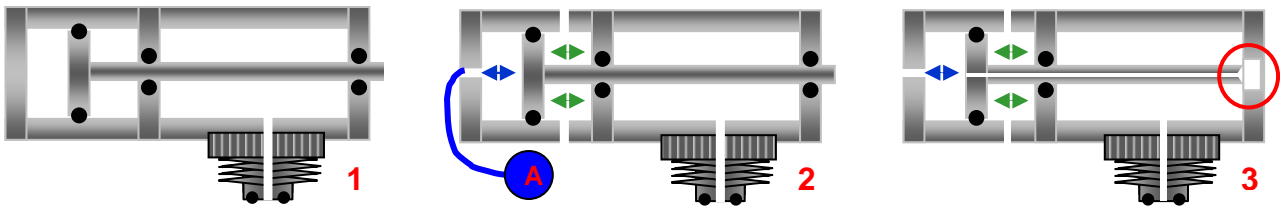
Vous décidez alors de revenir au point de départ. Vous tournez le sextant jusqu'à ce que votre

position actuelle soit alignée avec la ligne verticale au milieu de l'instrument (comme dans la *figure 5*, elle doit se trouver au dessous du centre). Vous pouvez maintenant voir dans quelle direction vous devez nager pour rejoindre le point de départ. Dans votre cas, 210°.

Fig. 5



Pour savoir combien de temps il vous faut pour retourner à l'ancre, vous n'avez plus qu'à compter les cases jusqu'au centre du sextant. Il y a 15 cases, ce qui représente 30 cycles de palmage dans la direction de la flèche.



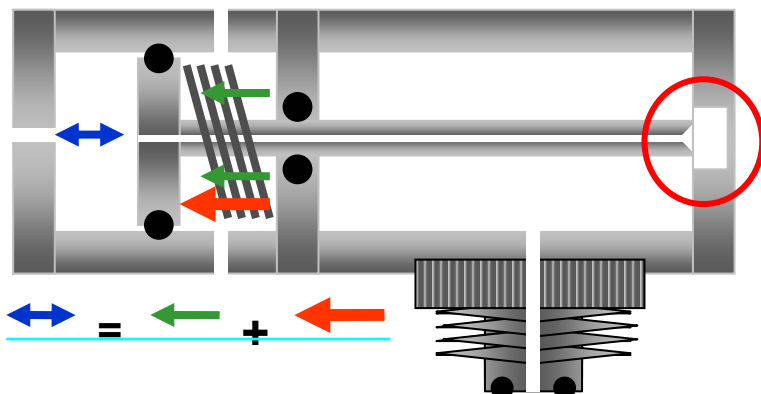
Sur la figure 1 nous ajoutons une seconde chambre au premier étage et donnons à la barre de métal la forme d'un "vrai piston" de premier étage. Le piston est scellé par un joint torique dans cette nouvelle chambre. Les deux côtés du piston présentent une surface sur laquelle la pression peut influencer le mouvement axial du piston. Cela ne sera pas la haute pression (pression du bloc) car un joint torique assure l'étanchéité entre la chambre haute pression et la "nouvelle" chambre. Sur l'illustration 1 la pression dans la nouvelle chambre ne peut être définie, mais il est certain que la pression des deux côtés du piston sera presque la même – les deux côtés du piston ont une surface axiale de presque la même taille sur laquelle la pression peut s'exercer, donc le piston bougera jusqu'à ce qu'il trouve la position dans laquelle la pression des deux côtés trouvera son équilibre.

Sur la figure 2 nous avons ajouté trois trous dans la "nouvelle" chambre. Nous connectons un deuxième étage (A) au trou de gauche. Les deux autres trous sont pour la pression ambiante. La pression dans les deux parties de la nouvelle chambre peut maintenant être définie. La pression dans les chambres avec les flèches vertes est égale à la pression autour du détendeur – à la surface 1 bar. En conséquence, la pression du côté gauche sera également de 1 bar. Si ce n'était pas le cas le piston bougerait jusqu'à ce que la pression des deux côtés soit égale à la pression ambiante. Si vous inspirez dans le deuxième étage le piston se déplacerait vers la gauche. Nous pouvons maintenant donner un nom aux deux parties de la «nouvelle» chambre. La partie avec les trous permet à la pression ambiante de pénétrer dans le premier étage et est appelée la chambre de pression ambiante (ou chambre humide) et la partie gauche de la chambre est à la même pression que le flexible du deuxième étage – soit la pression entre le premier et le deuxième étage et est appelé chambre de pression intermédiaire.

Sur la figure 3 le piston a changé. À la place d'une barre en métal nous trouvons un tuyau. Le trou dans le piston permet au gaz respirable de passer de la chambre de haute pression à la chambre de pression intermédiaire. L'extrémité droite du piston est devenu un siège (en dur) qui se ferme sur un clapet (fait d'une matière plus molle comme le téflon). Comme le siège est coupé en biseau à l'intérieur, le diamètre externe du côté du siège est égal au diamètre externe de l'autre côté de la chambre haute pression. La pression du bloc n'a par conséquent aucun effet sur le mouvement du piston.

Si le plongeur prend une respiration le piston bouge vers la gauche. Cela sépare le siège du clapet permettant à l'air contenu dans la chambre haute pression de passer dans la chambre de pression intermédiaire et donc par le flexible de pression intermédiaire dans le deuxième étage.

Quand le plongeur arrête d'inspirer, le piston reviendra en position fermée dès que la pression dans la chambre intermédiaire sera égale à la pression dans la chambre humide. Ce premier étage fonctionne mais la pression intermédiaire n'est que de 1 bar (à la surface). Comme nous le savons depuis notre premier cours de plongée la pression intermédiaire est supérieure à 1 bar. Nous devons donc ajouter quelque chose au premier étage pour créer une pression intermédiaire plus importante.



La pièce à ajouter est un ressort dans la chambre de pression ambiante. Ce ressort aidera la pression ambiante à essayer d'ouvrir le piston. Cela signifie que la pression nécessaire à fermer le piston dans la chambre de pression intermédiaire sera plus importante. La pression dans la chambre de pression intermédiaire devra être égale à la pression ambiante plus la force que le ressort exerce sur le piston.

$$MP \text{ (pression intermédiaire)} = P_{\text{ressort}} + P_{\text{ambiante}}$$

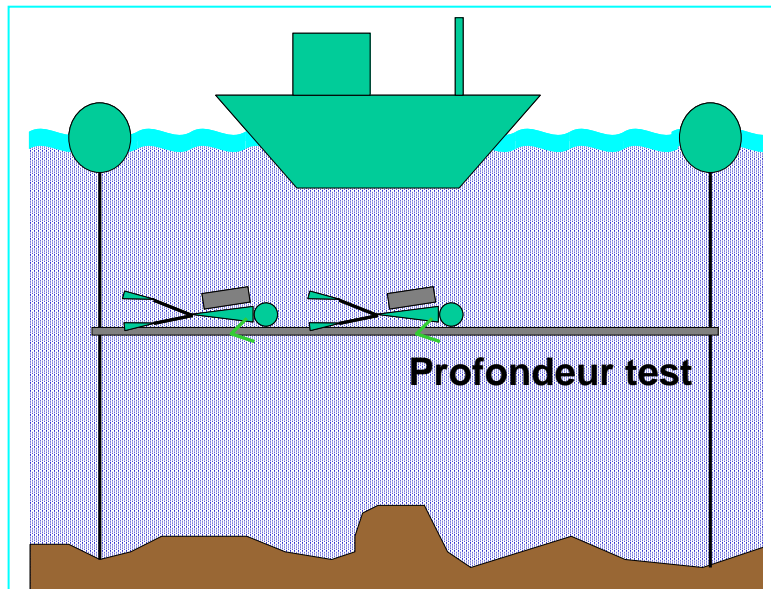
saturation – un compartiment 5 minutes se sature complètement après 30 minutes et la désaturation s'effectue aussi en 30 minutes. La théorie implique que le compartiment directeur pendant la plongée contrôle aussi l'intervalle de surface.

3:44	5:13	8:22	2:03	2:51	
5:12	8:21	12:00	2:06	2:54	
4:03	5:41	8:41	2:53	5:54	
5:40	8:40	12:00	2:09	5:57	
4:20	5:49	8:59	2:13	3:00	
5:48	8:58	12:00	2:56	6:00	
4:36	6:03	9:13			
6:02	9:12	12:00			
4:50	6:19				
6:18	9:21	12:00			
5:04	6:33	9:44			
6:32	9:43	12:00			

Avec les tables de plongée, il n'est pas très difficile de trouver quel compartiment a été utilisé pour l'intervalle de surface. Il suffit de regarder la dernière case sur la table des crédits d'intervalles de surface. S'il est inscrit 12 heures, le compartiment directeur est 120 minutes (12 heures divisé par 6 étapes = 2 heures ou 120 minutes). Si cette même case indique 6 heures, le compartiment 60 minutes est le compartiment directeur pour l'intervalle de surface (6 heures divisé par 6 étapes = 1 heure ou 60 minutes).

Les modèles US Navy et Buhlmann ont été tous les deux critiqués durant des années et de nouveaux protocoles ont été présentés. Le problème majeur pour la présentation de ces nouveaux modèles est qu'il n'y a pratiquement pas de données tests disponibles pour les effets des plongées multiples sur plusieurs jours. L'objection principale contre le protocole de l'US Navy était que le compartiment 120 minutes était trop pénalisant pour les profils de plongée loisir et était donc trop restrictif pour les plongées successives. L'objection contre le modèle Buhlmann était qu'il autorisait des plongées successives qui se sont révélées conduire à des maladies de décompression lors de plongées tests – ceci particulièrement lors de plongées successives courtes et profondes.

Des années plus tard, DSAT (Spencer) présenta le compartiment 60 minutes comme compartiment directeur pour l'intervalle de surface. Il semblait plus adapté aux besoins du plongeur loisir. Dans ce cas, le compartiment 60 minutes ne fonctionne que si nous nous abstenons de faire des plongées extrêmement longues (c'est la raison pour laquelle aucun temps de plongée pour les profondeurs inférieures à 10 mètres n'est indiqué) et des plongées avec décompression. Etant donné que ces deux cas de figures ne sont pas des pratiques normales pour les plongeurs loisir, ce ne fut pas un problème de laisser ces options de côté. Pour résumer, les tables doivent éviter les longues plongées dans le but d'utiliser un compartiment plus rapide pour contrôler l'intervalle de surface. Pour la plupart des plongées, même le compartiment 40 minutes pourrait être utilisé pour contrôler l'intervalle de surface, mais cela nécessiterait d'être encore plus conservateur concernant les temps de plongée autorisés et particulièrement pour les faibles profondeurs.



Tester des tables de plongée n'est pas toujours plaisant. Il ne s'agit pas de faire "une plongée sympa" et d'être ensuite testé soit cliniquement ou à l'aide d'un détecteur Doppler. Tout d'abord, nous savons que le froid et l'activité ont des effets négatifs sur le développement de la maladie de décompression. Ce qui veut dire que la plongée ne doit pas être trop "relaxante" et que la température de l'eau dans laquelle les tests sont effectués doit être basse. Dans la plupart des cas, la plongée en elle-même doit suivre un profil prédéterminé. Le fond, avec toute sa faune et sa flore n'est normalement pas idéal à cause des variations de profondeurs et parce que nous aurions besoin de faire des plongées tests à des profondeurs différentes au même endroit. C'est pour cette raison que beaucoup de plongées tests se font le long d'une barre rigide suspendue entre deux bouées. Les plongeurs font le tour de la barre jusqu'à ce que le temps soit écoulé puis remontent à la surface le long des lignes. Imaginez que vous testiez la limite de non décompression pour une plongée à 10 mètres – vous tourneriez autour de la barre de métal pendant des heures en eau froide.