



Gestion du gaz



Photo. : Hervé Chauvez

par Cyril Marchal et Frank Vasseur
Version 3 (06/2006)

Schémas : Hervé Chauvez, Denis Grammont
et Cyril Marchal.

D'après une idée originale de Jean-Pierre THIRY :
Jean-Pierre THIRY : 1985 « Techniques de plongée souterraine »
Société spéléologique de Wallonie – Liège, 66 p.

L'**autonomie** : maître mot des logiques de sécurité en plongée souterraine européenne.

Cela consiste à ne dépendre de quiconque ni de quoi que ce soit, si ce n'est de sa propre configuration (organisation et disposition matérielle sur et autour du plongeur).

Cette notion peut être assimilée à l'art de se tirer seul de toute situation critique, sans intervention ni assistance d'un équipier.

Ce qui implique, en circuit ouvert, de disposer de suffisamment de gaz pour solutionner son/ses soucis, avant de rejoindre une surface salvatrice.

Aussi, les règles de consommation en plongée souterraine, comme les principes généraux inhérents à cette

discipline, tendront vers cette notion d'autonomie.

La gestion du gaz en milieu souterrain noyé obéit à des logiques rigoureuses.

Les pionniers, après quelques aventures en mono-bouteille, ont très rapidement envisagé une redondance pour la réserve de gaz embarquée.

1 repères historiques

Les premières adaptations passaient par l'ajout d'une petite bouteille indépendante du mono dorsal (G.R.P.S - 69), puis des bi-mono dorsaux sur lesquels on vidait d'abord une bouteille à l'aller, pour conserver la seconde pour le retour.

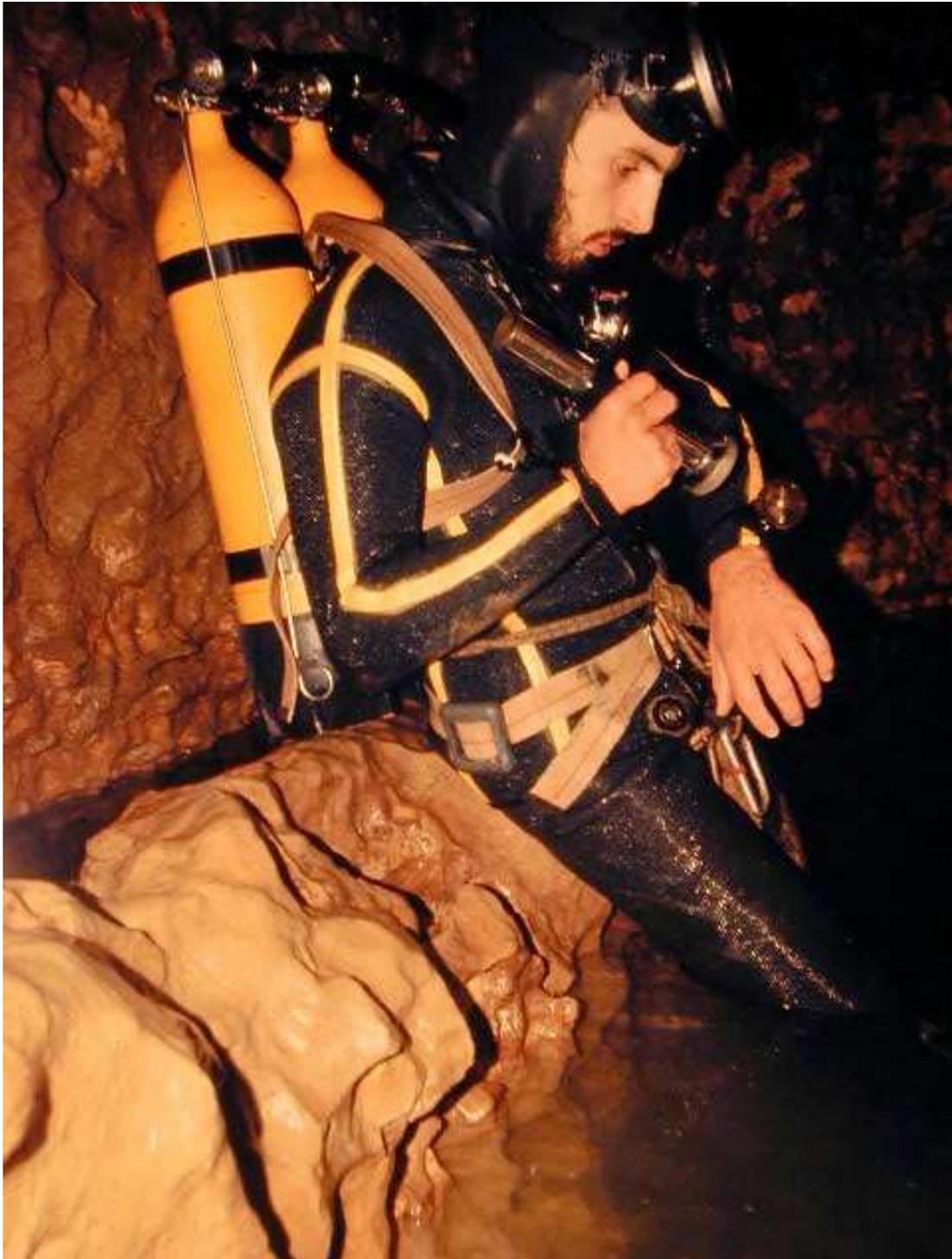


Photo. : Henri Bougnol

Groupes Rhodanien de Plongée Souterraine (1970)

L'évidence s'impose alors : il ne suffit pas de disposer d'une redondance sur le scaphandre pour assurer le retour.

La consommation doit être étudiée et planifiée avant la plongée, le gaz doit être géré pendant l'immersion.



Archives Jacques de Schryver

*Jacques de Schryver au Rupt du Puits – années 1970
Bi-mono relié avec robinetterie à réserve.*

Le Groupe d'Etudes et de Plongée Souterraine (Marseille) développe, durant les années 70, un principe de gestion du gaz embarqué, destiné à assurer une marge de sécurité au plongeur.

Le scaphandre est composé de deux mono-bouteilles de capacité identique (2 x 9 ou 2 x 12l) avec des robinetteries à réserve.

Un biberon (bouteille de 3 litres) est gréé sur le scaphandre entre les deux blocs.

Chaque bouteille est équipée de détendeur, les deux bouteilles principales ont la réserve en position « haute ».

Le plongeur respire sur une bouteille à l'aller. Lorsque la résistance respiratoire se fait sentir, il passe sur la réserve, puis bascule sur l'autre bouteille principale du scaphandre pour le retour.

Le biberon de 3 litres n'est pas utilisé, il ne servirait qu'en cas d'extrême urgence.



Georges Trévôt (G.E.P.S.) en 1979.

Témoignage :

« Sur la photo c'est une des dernières fois que j'ai utilisé cette méthode.

Après, j'ai eu des manomètres et j'ai procédé comme on le fait toujours.

La méthode consistait à plonger en "bi-mono" avec une bouteille réserve haute et une bouteille réserve basse.

Départ sur la bouteille dont la réserve est haute. Arrivé à la réserve, on la passait, on changeait de détendeur et on faisait demi-tour.

Le biberon était là pour offrir une sécurité supplémentaire en cas de problème.

On a plongé des années comme ça

sans problème majeur, mais je pense

maintenant que, même en me payant cher, personne ne pourrait me forcer à le refaire. Les détendeurs que nous utilisions étaient le plus souvent des "Aquilon", quelquefois des "Spiro 8". Personnellement je mettais des étiquette numérotées sur mes détendeurs: N°1 sur celui qui était monté sur la bouteille dont la réserve était haute, N°2 sur celui qui était monté sur la bouteille dont la réserve était basse et N°3 sur celui qui était monté sur le biberon ("mini-alu" de 3,3litres). »

Georges Prévôt, printemps 2006.

Photo. : Georges Marry



La littérature atteste d'une évolution vers l'équilibrage de la consommation entre les deux bouteilles dorsales. Avec l'arrivée des manomètres immergeables, la respiration alternée imposait le demi-tour après avoir consommé une petite moitié de chaque bouteille.

Par la suite, l'élaboration de la règle des tiers consistait à conserver une quantité de gaz supérieure à celle utilisée à l'aller / retour, comme marge de sécurité.

Afin de permettre au plongeur de regagner tout de même la sortie, en dépit de soucis induisant un allongement du temps d'immersion et une majoration de la consommation.



Photo. : Jean-Louis Fantoli.

1976 : Bertrand Leger à la source du Lison.

L'apparition des manomètres annonce une nouvelle approche de la gestion du gaz.

Les années 70 voient l'explosion de l'activité et des explorations d'envergure.

Cette montée en puissance de la pratique révèle les limites de la règle des tiers.

Aussi, en 1978, la tendance s'oriente vers les cinquièmes (élaborée et préconisée par Jean-Claude Frachon), fréquemment reprise par la suite.

2 Références actuelles

2.1 Harmonisation du scaphandre et des pressions de gonflage

Les calculs d'autonomie s'appliquent à un scaphandre homogène, avec deux blocs de même capacité à pression identique.

Dans le cas où les pressions seraient différentes, il convient de prendre en considération la plus faible.

Certains emportent une lyre de transfert et équilibrent leur scaphandre avant de plonger.

2.2 Calcul après stabilisation de la température des blocs

Le calcul se fait au moment de l'immersion. Les variations de température, d'éventuelles fuites pendant le portage et

Avec le temps, certains cadres préconisent la règle des cinquièmes durant la période d'apprentissage puis un passage progressif à la règle des quarts avec l'acquisition progressive de l'autonomie.

En 2004, la F.F.E.S.S.M. abandonne l'enseignement de la règle des cinquièmes au profit de celle des quarts.

d'autres incidents peuvent modifier la pression d'un bloc.

Une astuce consiste à immerger ses bouteilles équipées (repérage de fuites) pendant l'équipement, afin d'équilibrer les températures. Le calcul se fera ainsi avec des bouteilles à la température du siphon, dont la pression ne variera pas lors de l'immersion. En plein été, lorsqu'on immerge des bouteilles, stockées dans un coffre de voiture avec 30°C à l'ombre, dans une eau à 10 °, la pression dans les blocs peut chuter de plus de 20 bars.

On est certes dans le sens de la sécurité, mais il est rarement judicieux de tendre vers des extrêmes.

2.3 Respiration alternée

Pour s'assurer régulièrement du bon fonctionnement des deux détendeurs, et pour conserver sensiblement le même volume d'air dans chacune des bouteilles, le plongeur souterrain respire

alternativement sur chaque flacon.

Le changement de détendeur se pratique en général tous les 5 ou 10 bars, selon le scaphandre utilisé et la profondeur à laquelle on évolue.



Changement de détendeur.

Photo. : Richard Huttler

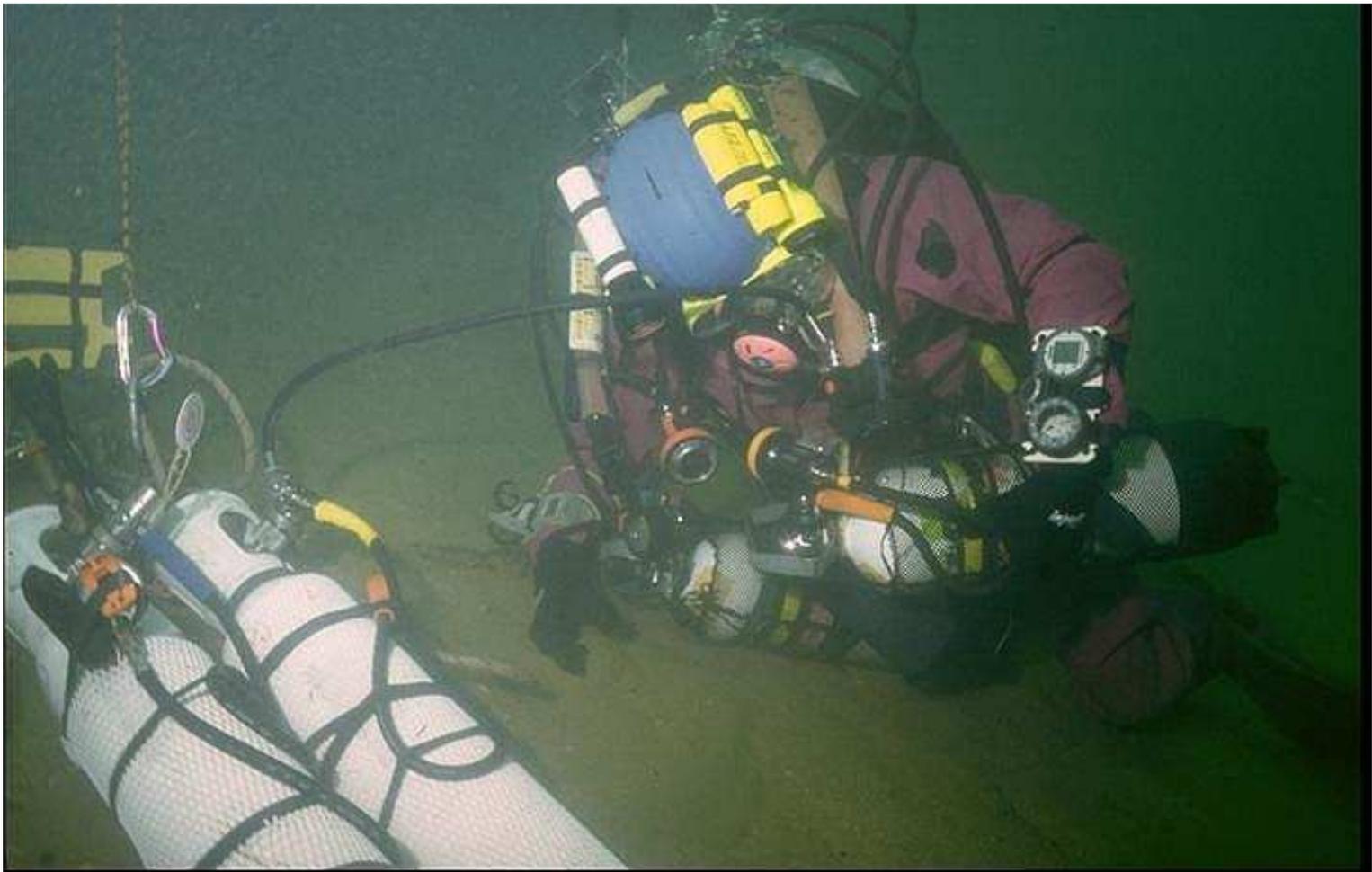
2.4 La décompression

La gestion des paliers n'entre pas en compte dans l'application de cette règle.

Si la plongée peut générer des paliers de décompression, il est salutaire de prévoir une ou plusieurs bouteilles supplémentaires, déposées dans la zone de paliers et dédiées à cet usage. La marge de sécurité

du scaphandre dorsal ne peut être considérée comme une réserve valide pour la décompression.

Des bouteilles dédiées à la décompression pourront, de plus, contenir des gaz et des mélanges appropriés en vue de sécuriser et d'optimiser l'élimination des gaz dissous dans l'organisme.



Décompression au mélanges suroxygénés (bouteilles latérales sur le plongeur) et à l'oxygène pur (bouteilles sur la corde).

Photo. : Roger Cossemyns

3 Les « règles »

3.1 Règle des tiers

La règle des tiers, longtemps considérée comme LA règle fondamentale de sécurité en plongée souterraine, répond au postulat « **doit être égal au minimum au double du volume d'air consommé à l'aller.** »

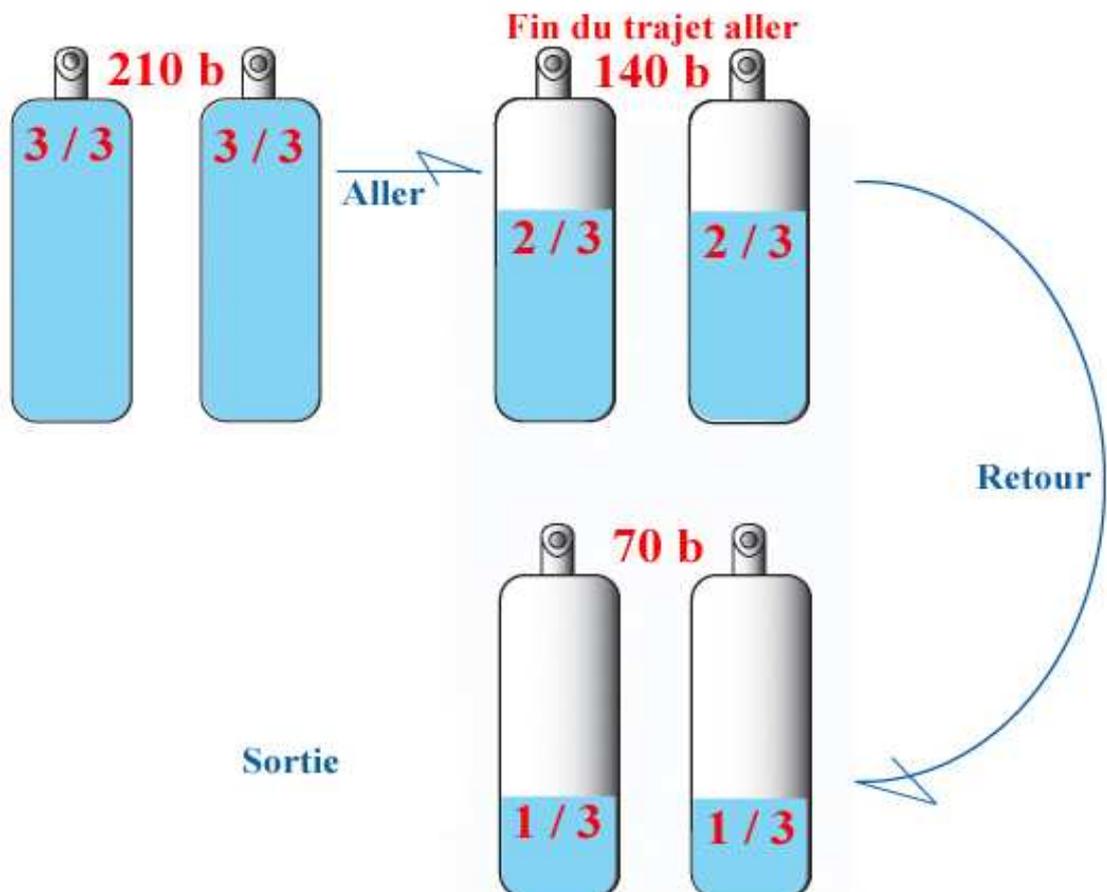
Elle reste valable en théorie, mais s'est souvent révélée erronée voire dangereuse dans la réalité.

En effet, la fatigue, le froid, le stress en cas d'incident au point de retour ou dans un point bas, augmenteront la consommation

du plongeur pendant la gestion du problème, puis durant toute la durée du parcours jusqu'à la sortie.

La règle des tiers n'intègre pas ces paramètres, variables d'un individu à l'autre.

Elle serait à réserver à certaines conditions d'explorations, pour des plongeurs ayant mûrement réfléchi l'engagement de leur plongée.

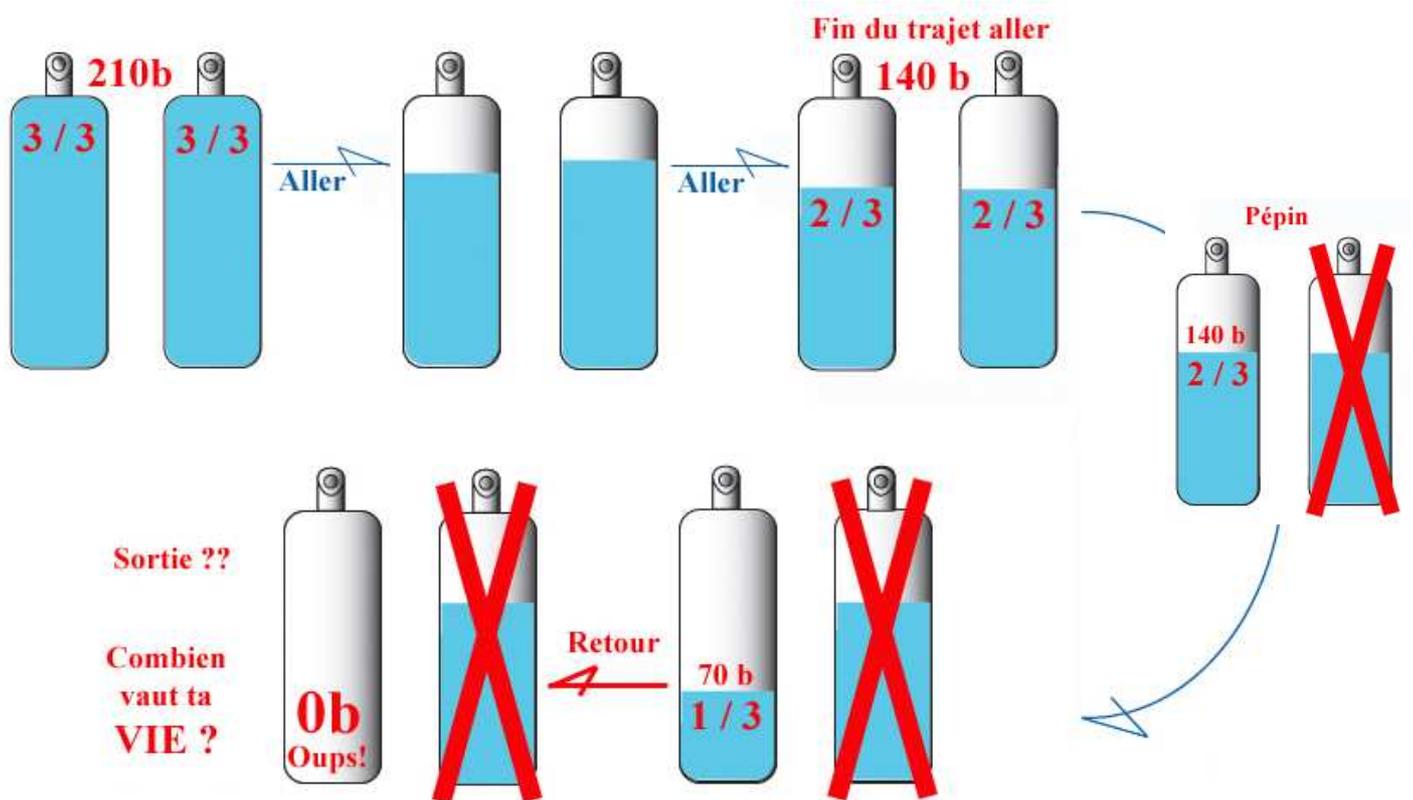


Son application consiste à faire demi-tour une fois qu'environ 30% de la réserve de gaz aura été consommée.

Lorsque tout va bien, le plongeur sort avec les bouteilles pleines au 1/3.

Lors d'un problème survenant au point le plus éloigné de l'entrée (c'est à dire lors du demi-tour) : Le plongeur finit la plongée sur une seule bouteille et sort avec le bloc vide.

Dans cette situation il ne peut faire face à une augmentation de sa consommation.

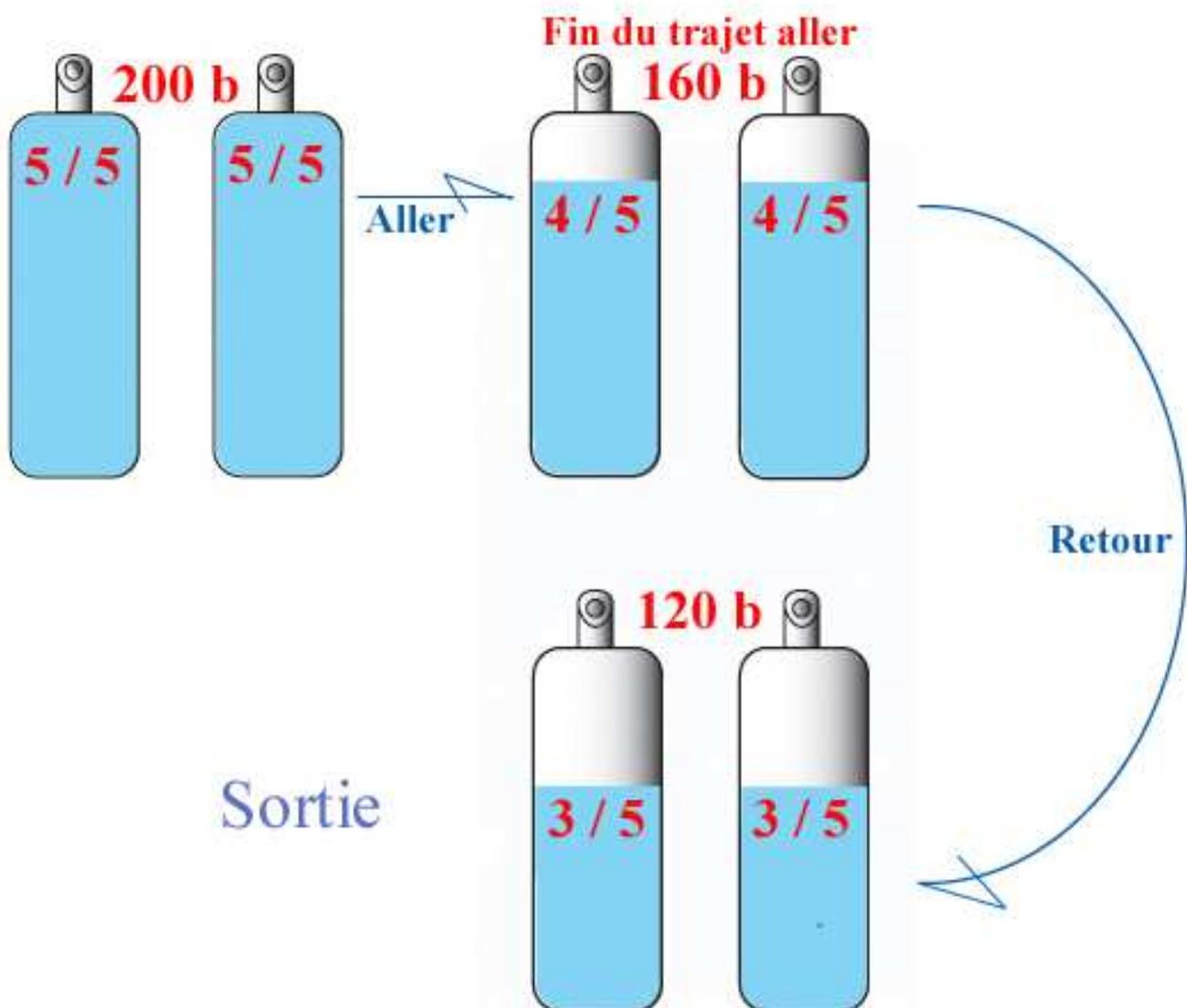


3.2 La règle des cinquièmes

En 1978, pendant les stages de plongée souterraine organisés par la F.F.Spéléologie., Jean-Claude Frachon élabore la règle « des cinquièmes », qui accorde une marge de manœuvre confortable en cas de problème.

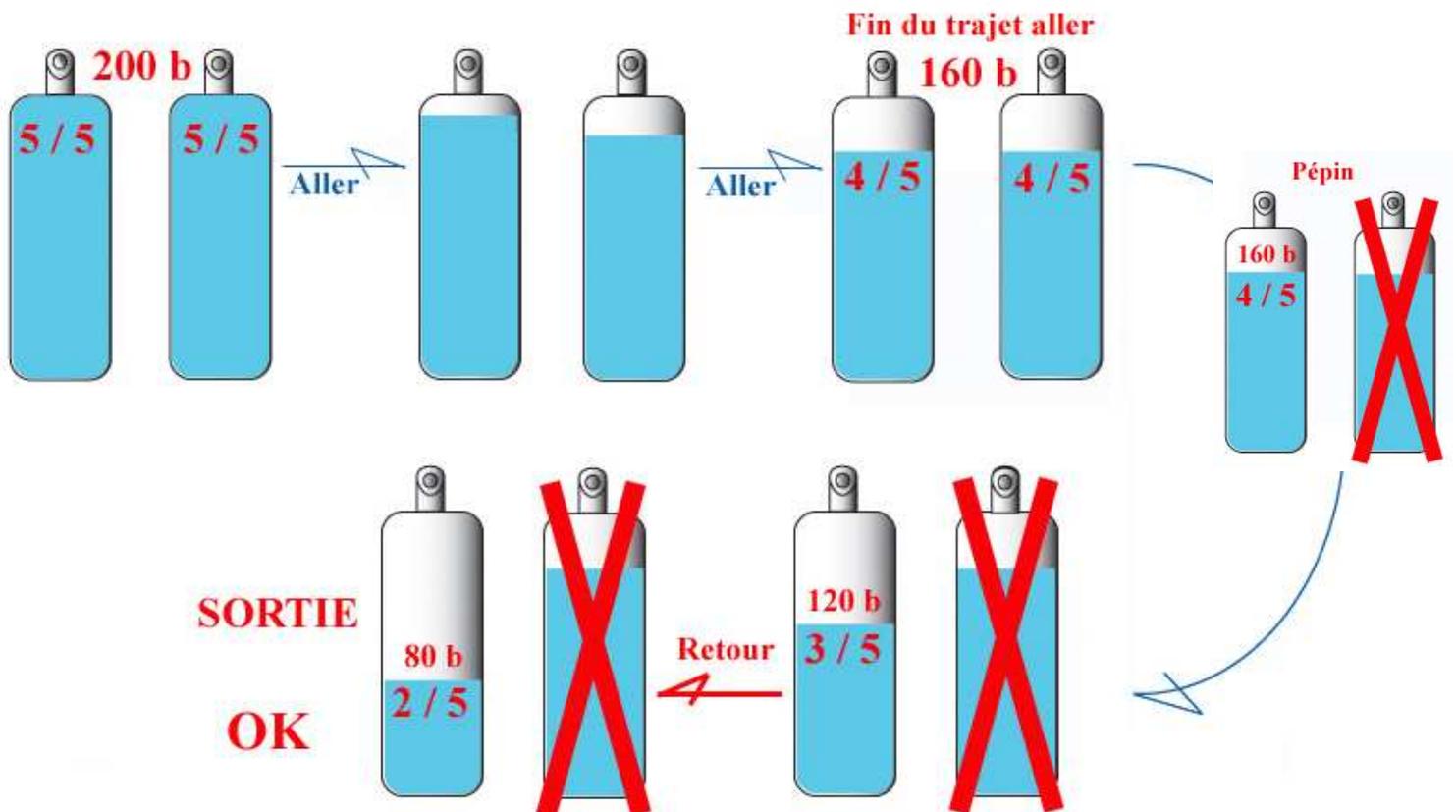
Son application consiste à faire demi-tour une fois que 20% de la réserve de gaz initiale aura été consommée.

Lorsque tout va bien, le plongeur sort avec les bouteilles pleines au 3/5.



Lors d'un problème survenant au point le plus éloigné de l'entrée (c'est à dire lors du demi-tour), le plongeur finit la plongée sur une bouteille et dispose de 2/5 de gaz pour rentrer.

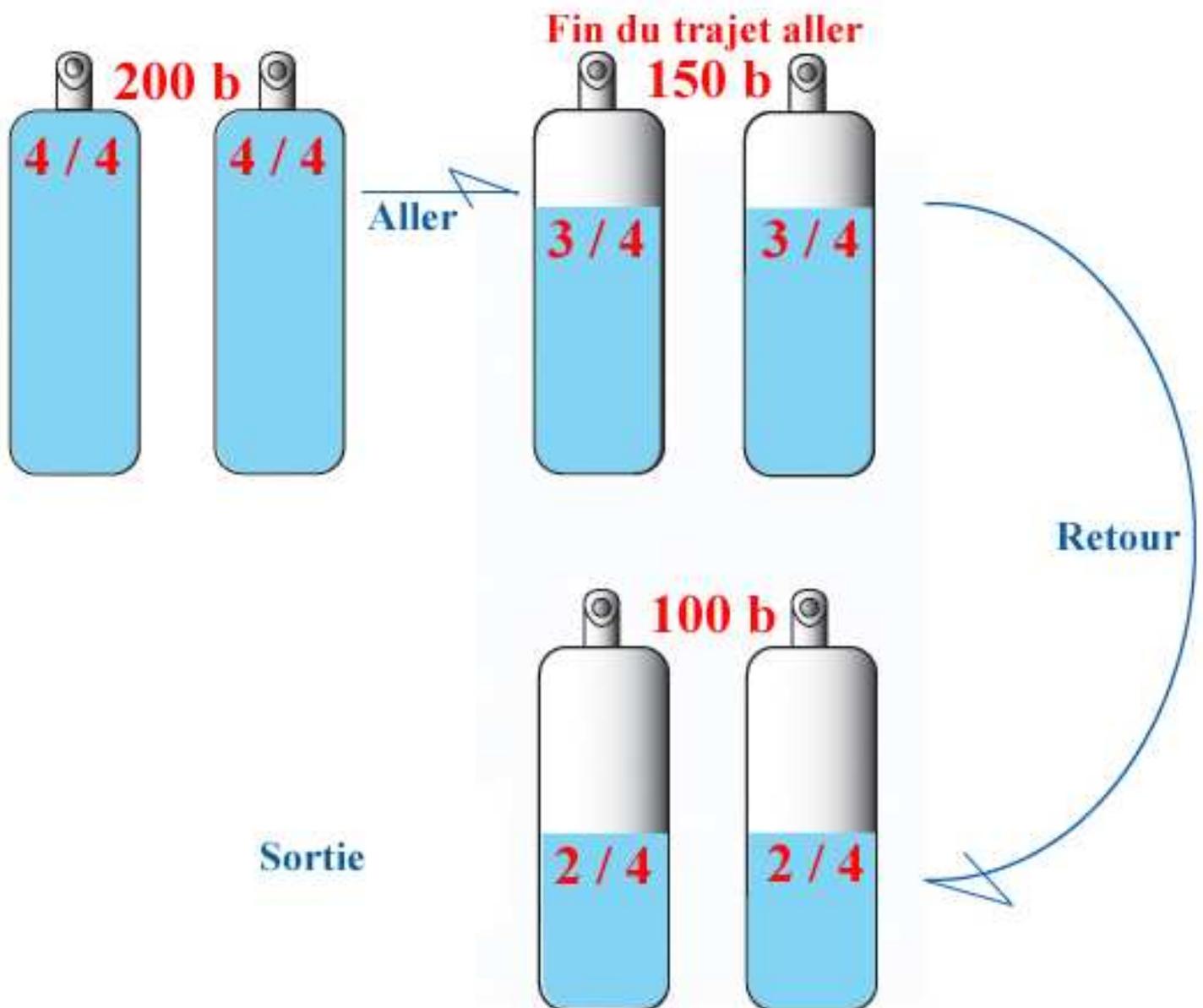
Ce volume lui permet de faire face à une augmentation de sa consommation due au stress, à la gestion de l'incident, au ralentissement du rythme de progression dans l'eau troublée ... etc.



3.3 La règle des « quarts »

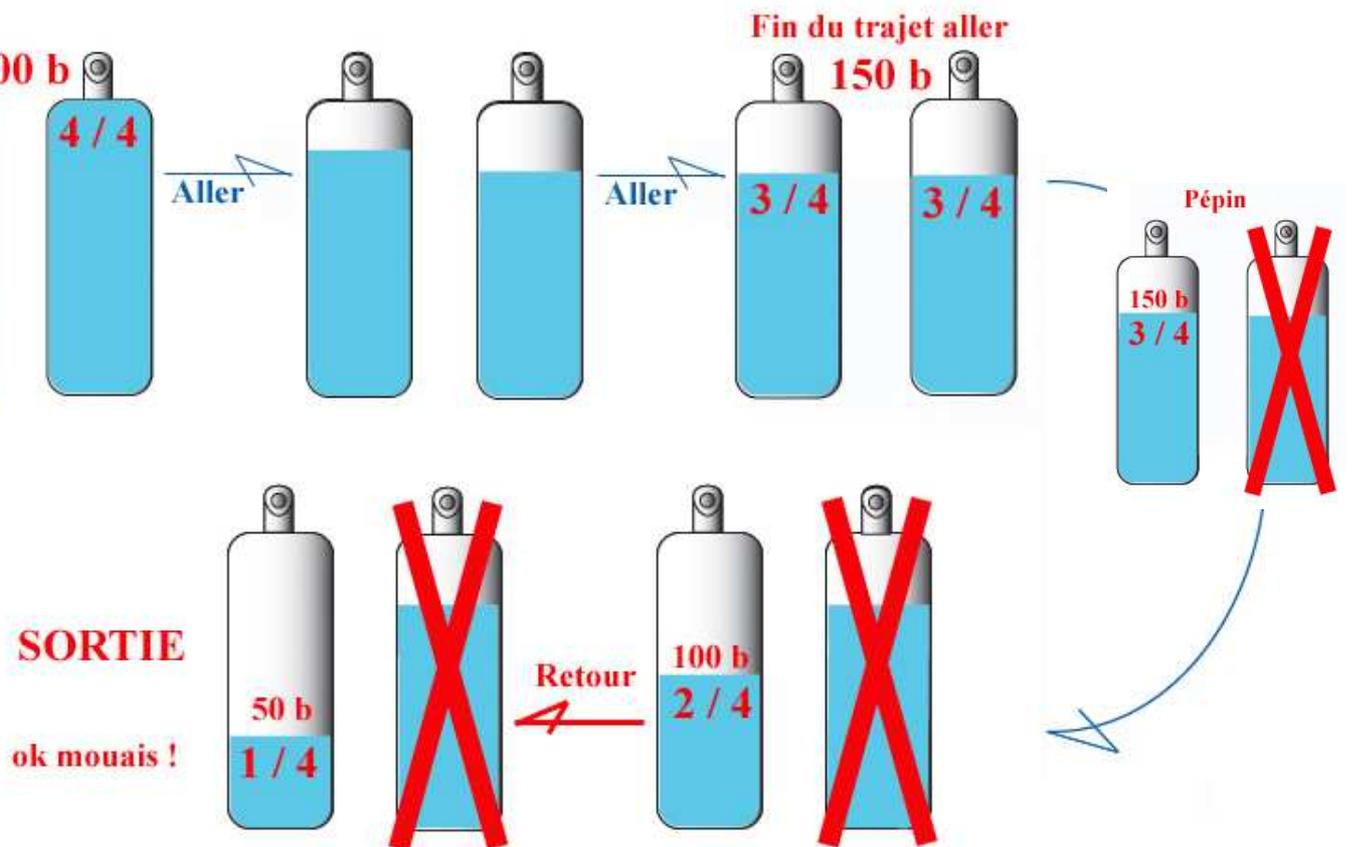
Elle consiste à faire demi-tour une fois que 25% de la réserve de gaz aura été consommée.

Lorsque tout va bien, le plongeur sort avec les bouteilles à moitié pleines.



Lors d'un problème survenant au point le plus éloigné de l'entrée (c'est à dire lors du demi-tour), le plongeur finit la plongée sur

une bouteille et dispose de 1/4 de sa réserve de gaz pour regagner la sortie.



4 Survol de configurations plus complexes

Lorsque le plongeur progresse dans la pratique, il a rapidement besoin d'augmenter son autonomie en gaz (distance de progression et durée d'immersion).

Plusieurs options peuvent être mises en œuvre, et adaptées aux particularités de chaque cavité.

4.1 Augmenter la capacité du scaphandre dorsal.

La gamme de bouteilles disponibles dans le commerce se décline du biberon de 2 litres à la « bonbonne » de 20 litres, voire 24 litres.

Le bi-20 litres, désormais très répandu, a conquis les amateurs de résurgences.

Son volume le rend peu hydrodynamique.



Photo. : richard Huttler

Scaphandre 2 x 20 l.

4.2 Utiliser des bouteilles à pression de service élevée.

Plusieurs marques produisent des bouteilles à 300 bars. Les bouteilles en carbone sont également conçues pour cette pression.

Le choix de fonctionner avec ces pressions implique une adaptation, du matériel en usage, à ces contraintes (détendeurs, manomètres).



Photo. : F.V.

Départ pour une plongée d'exploration en profondeur derrière des étroitures serrées, réduisant le volume des bouteilles utilisables.

Tous les blocs sont en Carbone et gonflés à 300 bars.

4.3 Majorer le nombre de bouteilles sur le scaphandre dorsal

Avec l'exploration des puissantes résurgences, les années 80 virent le développement des tri, quadri voire quinti-bouteilles.

L'encombrement de ces scaphandres restreint leur mise en œuvre aux siphons amples.

Le cumul de ces flacons solidarisés pose le problème de la masse globale de tels scaphandres et du dimensionnement, voire de la

redondance du système d'équilibrage.

La quantité de blocs dans le scaphandre induit une révision du calcul d'autonomie.

Le calcul suivant : $n - 1 / 2n - 1$ (n = nombre de bouteilles du scaphandre de capacité identique) définit un calcul d'autonomie.

A noter que pour un bi-bouteille, ce calcul équivaut à la règle des tiers.



Photo. : Gérald Fabvre

Mise à l'eau avec
un quinti-20
litres.

4.4 Majorer le nombre de bouteilles emportées.

Les bouteilles - relais, embarquées par le plongeur le temps de leur utilisation, sont ensuite déposées à l'aller puis récupérées au retour.

Leur usage augmente l'autonomie mais aussi la sécurité.

A cubage de gaz emporté égal (ex. 2 x 18l et 3 x 12l), en cas de panne sur une bouteille, le plongeur équipé d'un bi-dorsal de grosse capacité se trouve privé de la moitié de sa réserve de gaz et ne compte plus que sur un seul détendeur.

Dans le cas d'un scaphandre assorti d'une bouteille-relais, en cas de défection d'une bouteille, le plongeur peut encore compter sur plus de la moitié de la réserve de gaz, et compte avec deux détendeurs (sur trois) en service.

Additionner une bouteille-relais à une

configuration de base (bi-bouteilles) induit une autre gestion du gaz.

Le principe consiste à pouvoir pallier à une défaillance de la bouteille-relais au moment le plus pénalisant (récupération sur le retour). La réserve de sécurité du scaphandre dorsal doit permettre au plongeur de regagner la sortie sans le relais.



« Therpatonaute » avec deux bouteilles-relais.

Photo. : F.V.

5 En guise de conclusion.

Il peut arriver que le plongeur, bien qu'ayant convenablement géré son autonomie en gaz, se trouve en difficulté pour regagner la sortie (perte de fil, égarement, touille, étroiture difficile à repasser...etc).

Dans ce cas, on peut être amené à se replier vers une

autre surface salvatrice, s'il en existe, que la sortie.

Plusieurs plongeurs ont dû leur salut à l'attente volontaire dans une cloche ou post-siphon, plutôt que de s'acharner à regagner l'entrée.



Photo. : F.V.

La surface

Remerciements

Henri Bougnol, Hervé Chauvez, Roger Cossemyns, Gérald Fabvre, Richard Huttler, Georges Marry, Georges Prévôt, Jacques de Schryver pour la mise à disposition de leurs images.