Pierre Martin-Razi

Recycleur à circuit fermé : la plongée autrement

Dans la série nos reporters *se mouillent, Pierre Martin-Razi a suivi un stage de formation sur recycleurs* Inspiration *et* Evolution *d'Ambient Pressure Diving. Une bonne occasion de mesurer les mutations de la plongée sous-marine, ses nouvelles tendances, les immenses avantages des recycleurs à circuit fermé et… leurs quelques inconvénients. Reportage.*

En 2007, la plongée avec recycleur à circuit fermé et gestion électronique (aussi appelé CCR pour *Closed Circuit Rebreather*) est entrée à la FFESSM. En janvier de cette année-là, lors du Salon de la plongée de Paris, une convention a en effet été signée avec Martin Parker, le PDG de la firme britannique Ambient Pressure Diving (APD) qui produit les recycleurs *Inspiration* et *Evolution*, deux modèles de plus en plus fréquemment rencontrés sur le pont des navires. Faisant suite à cette convention, en novembre de la même année, une "Qualification recycleur à circuit fermé et gestion électronique de la PpO_2" a été incorporée au *Manuel du moniteur* par la commission technique nationale. Depuis, naturellement, les choses ont (modestement) pris de l'ampleur…

Soyons francs. Malgré tous les efforts fédéraux, et jusqu'à ces derniers mois, la nature m'ayant généreusement doté d'un métabolisme peu gourmand (en O_2 précisé-je…), je n'avais pas vu l'intérêt de ces CCR qui m'apparaissaient alors comme des… usines à gaz. De même, l'investissement à la fois financier et technique qu'ils représentent me laissait plutôt dubitatif. Fort de cette conviction bien arrêtée et comme bon nombre de vieux briscards formés à tout ce qui fait des bulles, j'ai donc repoussé l'objet à l'extrême limite, si j'ose dire, de mon champ d'aspiration. "*Mouais*… pensais-je… *Des trucs qui vous font remonter le ventre en l'air, bon pour les obsédés de la technique, les accros du* run-time, *les timbrés du* bail-out*!*" Comme quoi, on le sait depuis Musset, il ne faut jurer de rien…

À deux occasions rapprochées, le hasard m'a fait plonger en binôme avec un équipier muni d'une telle machine… La première fois sur le *Donator*, la seconde au large de Galéria, en Corse avec, pour chacune des plongées, des balades un peu prolongées autour de 45 m dans

© Photos Pierre Martin-Razi

une eau claire mais pas très chaude… Si l'autonomie n'a jamais été un problème, force est malgré tout de constater que mon ordinateur affichait une bonne vingtaine de minutes de paliers quand ceux de mes collègues se contentaient d'un petit cinq minutes. De plus, le froid commençait à me tenailler alors que mes compagnons s'épongeaient le front d'une sueur exquise (c'est une image : en clair et entre nous, je me pelais, eux rigolaient…). Ce genre de constat, quand il est à votre désavantage, engage à une salutaire réflexion. Enfin, et c'est peut-être ce qui a achevé de me convaincre : les utilisateurs de ces machines du troisième millénaire affichent un tel enthousiasme qu'il est bien difficile de résister à leurs arguments et, pour tout dire, leur prosélytisme. Soit. Essayons… C'est ainsi que l'on se retrouve à suivre une formation d'un nouveau genre, pendant une semaine de décembre alors qu'il gèle à pierre fendre, dans une rade de Marseille balayée par le mistral… Brrr !

Les utilisateurs des CCR affichent un irrésistible enthousiasme…

Une formation incontournable

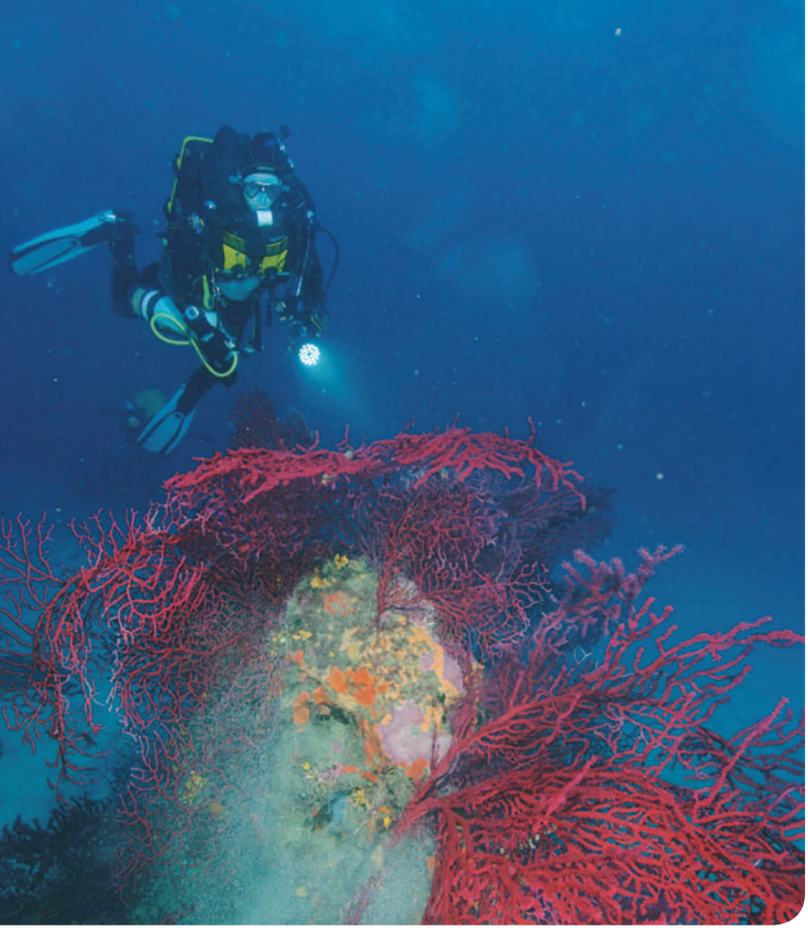
Comme il est dit dans les bons ouvrages, l'objet du présent article n'est pas de se substituer à un formateur. D'ailleurs nous ne ferons que survoler une machine qui exige une attention soutenue et, à notre sens, des dizaines de plongées régulières pour être maîtrisée. Non. Nous voulons simplement laisser voir ce que nous avons découvert, laisser entendre ce que nous avons aimé et avouer ce que nous avons un peu moins aimé. Moteur.

Contre toute attente, le schéma d'un recycleur, fut-il fermé et à gestion de PpO_2 électronique, n'est pas très compliqué. Conception et réalisation ne souffrent en revanche pas la moindre approximation, le choix des composants aucune médiocrité.

La machine, comme c'est le cas des modèles fabriqué par ADP, *Inspiration* ou *Evolution* (essentiellement différenciés par leurs volumes en gaz et en chaux, la gestion électronique baptisée *Vision* étant désormais la même), est généralement constituée de cinq éléments principaux qui forment une boucle sur laquelle vient se greffer le plongeur :

- Un premier faux poumon souple en amont du plongeur contient le mélange respiratoire *ad hoc*. C'est le sac inspiratoire, positionné sur la partie gauche de la poitrine.
- Un tuyau annelé conduit le mélange au plongeur qui respire normalement.

Le sérieux de la mise en œuvre n'interdit pas la bonne humeur !



Avec un recycleur, il vaut mieux contourner l'obstacle.

• Le gaz expiré, appauvri en O_2 et chargé de CO_2, passe grâce à un autre tuyau annelé dans un deuxième poumon en aval du plongeur. C'est le sac expiratoire, positionné sur la partie droite de la poitrine et équipé d'une purge/soupape de surpression.

• Une cartouche (également appelée *canister*) est intercalée entre les deux sacs respiratoires. Elle contient de la chaux sodée qui possède la propriété de fixer le gaz carbonique.

• À la sortie de la cartouche de chaux sodée, en amont du faux-poumon inspiratoire, trois analyseurs d'O_2 redondants (seules les deux mesures les plus proches sont prises en compte, ce qui autorise une panne de l'un des trois capteurs pendant la plongée…) envoient les infos à un ordinateur principal (un second ordinateur, identique, sert de contrôle et de substitut en cas de dysfonctionnement du premier). Fort de ces infos, l'ordinateur pilote une électrovanne montée en aval du détendeur 1er étage d'un bloc d'O_2 afin d'ajuster le mélange respiré à la PpO_2 désirée. De plus, le faux poumon expiratoire dispose d'un système manuel d'injection d'O_2.

Il n'y a pas de deuxième étage de détendeur, les sacs en faisant fonction. La circulation est simplement assurée par la respiration du plongeur car toute la boucle est en équipression avec le milieu. Peut-on imaginer plus simple ?

Des éléments indispensables

À ces composants basiques viennent s'ajouter quelques éléments indispensables :

• Un bloc de diluant. Celui-ci est rempli d'air dans le cadre du stage d'initiation dans la zone 0-40 m. Cet air peut être remplacé par du trimix pour une utilisation entre 50 et 100 m… Cette seconde utilisation fait évidemment l'objet d'une formation spécifique. Notons que le bloc de diluant permet le gonflage du gilet intégré au recycleur ainsi que celui d'un éventuel vêtement sec. En cas d'utilisation de trimix, un bloc dédié à l'équilibrage est alors prévu. Précisons également qu'il est fortement déconseillé d'utiliser un diluant non respirable (hélium pur par exemple) pour une évidente raison de sécurité car ce bloc est aussi celui du *bail out*, le scaphandre ouvert de secours. Enfin et pour les plongées très techniques, il est possible d'utiliser deux diluants différents avec possibilité de *by-pass*…

• Un système automatique d'ajout de diluant (déconnectable) ainsi qu'un injecteur manuel de diluant sont connectés au faux-poumon inspiratoire.

• La stab intégrée déjà évoquée dispose d'un inflateur faisant également office de détendeur de secours.

• Des alarmes visuelles, à fibres optiques, sont positionnées sur l'embout buccal et tombent directement sous le regard. Un "*buzzer*" double ces alarmes.

• L'embout buccal est équipé de soupapes "aquastop" et d'un mécanisme de fermeture étanche manuel en cas de lâcher d'embout. L'eau ne doit en effet pas pénétrer en trop grande quantité dans le circuit sous peine de réagir avec la chaux sodée et de produire des choses plutôt caustiques et pas terribles pour les poumons… Des pièges sont prévus pour parer cette éventualité. Grâce à eux, les recycleurs tolèrent plusieurs décilitres d'eau dans le circuit avant que n'apparaissent les premiers problèmes. De quoi rassurer les inquiets et piéger les inévitables émanations de vapeur d'eau liées à la respiration.

• Des manomètres permettent de connaître l'état de remplissage des bouteilles.

Avant la plongée

Munis d'un impressionnant manuel, les stagiaires découvrent par le menu l'appareil avec lequel ils vont évoluer dans la mer jolie. Démontage, remplissage du *canister*, remontage, vérification des pressions et du gaz, tests d'étanchéité. Les procédures sont rationalisées et doivent être effectuées avec méthode et rigueur.

Des poches à plombs (notamment celle du dessus de la machine) permettent de répartir le lestage. Compter 2 à 3 kg supplémentaires par rapport à un lest correspondant à un 15 l acier. Peut-être un peu plus au début…

La gestion de l'appareil est donc électronique. Elle se compose de deux contrôleurs C1 et C2 totalement indépendants, y compris en termes énergétiques. La console-bracelet se porte au poignet gauche. Il nous est impossible de développer ici toutes les possibilités de l'appareil qui sont immenses. Disons pour résumer qu'avec un recycleur à circuit fermé, la question n'est pas de savoir si l'on a de quoi respirer mais plutôt ce que l'on respire !

Les plongeurs qui ont un peu de bouteille ont évidemment compris que tout l'intérêt de l'engin consiste à respirer un mélange suroxygéné (mais pas trop) pour limiter la saturation et optimiser la désaturation. Seulement, et notamment près de la surface, augmenter le taux d'oxygène implique une ouverture fréquente de l'électrovanne, un gonflage du faux poumon et donc des problèmes d'équilibrage… Ce qui fait éviter les plongées avec paliers en début de formation. Pour limiter ces inconvénients, l'appareil dispose de deux "*set points*" programmables, un pour la descente et la remontée, un autre pour le fond. Ces *set points* sont d'ordinaire prévus à 0,7 et 1,3 bar. Sur le *Vision*, le passage est automatique mais peut être effectué manuellement.

Lors de la mise en marche de l'appareil, volontaire avant la plongée, un contrôle automatique des données est effectué. Les différentes opérations à réaliser avant la mise à l'eau défilent au gré des écrans successifs. L'appareil exige également un étalonnage. Signalons en passant qu'un bargraphe permet de connaître l'état de saturation en CO_2 de la chaux sodée.

En plongée

Bon… Force est de constater (et d'admettre…) que les débuts sont un peu déroutants !

La descente impose le canard. La sensation d'un faux-poumon vide demande de la maîtrise (il faut insuffler du diluant manuellement mais attention à l'équilibre !) et l'absence de poumon-ballast interdit les déplacements verticaux. On choisira donc de contourner un obstacle plutôt que de passer par-dessus, sous peine de devoir purger le faux poumon et perdre du diluant, voire modifier la PpO_2 qui devra être réajustée…

On le devine, les premières plongées sont occupées à gérer, premièrement, un déroulement normal de la plongée (contrôle des volumes, des paramètres…) et bien sûr, deuxièmement, les ennuis possibles : montée du taux d'O_2, diminution du taux d'O_2, chaux noyée, aide à un équipier… Un *aficionado* de l'appareil m'a affirmé qu'il existait toujours trois parades face à un problème possible : le mode semi-fermé, la gestion manuelle et le *bail-out*, sans oublier le copain. Bien. Cela demande tout de même de la réflexion et un certain entraînement. La remontée d'un équipier en difficulté, équipé, comme vous, d'un recycleur et d'un vêtement étanche constitue, croyez-moi, le paradoxe d'un grand moment de solitude… Bref, au début, la première impulsion est celle du rejet puis, avec la succession des plongées vient l'accoutumance sinon l'habitude. Et, peut-être le plaisir…

Les avantages

• L'absence de bulles permet une approche presque idéale de la faune. La grande majorité des prises de vues du film Océans, coréalisé par Jacques Perrin et Jacques Cluzaud, a ainsi été effectuée en recycleur fermé *Inspiration*.

• L'absence de bulles préserve la faune fixée sur les surplombs et minimise la dégradation des épaves visitées.

• L'autonomie est sidérante. Deux à trois plongées sont possibles avec une bouteille d'O_2 de 4 litres gonflée à 200 bars. La profondeur n'intervient pas dans l'autonomie car la consommation n'est pas fonction de la pression absolue mais du métabolisme (environ 1,5 l/min d'O_2). De plus, le diluant, à moins d'être gaspillé en soufflant par le nez ou gonflant stab et vêtement sec de manière inconsidérée, intervient peu dans le calcul de l'autonomie.

• Les modèles à PpO_2 constante optimisent idéalement le gaz respiré. La saturation s'en trouve réduite ce qui diminue le temps de décompression.

• Le gaz respiré est détendu dans un sac respiratoire et non, comme avec un scaphandre classique, dans le boîtier du deuxième étage en relation directe avec l'appareil respiratoire du plongeur. Celui-ci ne subit pas directement la détente du gaz, génératrice de froid. De plus, le mélange est réchauffé par la réaction chimique avec la chaux sodée. Ces deux raisons font que la déperdition calorique se trouve largement diminuée. On estime entre 20 et 30 minutes le retard d'apparition des premières sensations de froid relativement à une plongée avec un scaphandre à circuit ouvert.

La préparation du matériel exige attention et rigueur.

Les exercices de sécurité doivent être répétés jusqu'à la parfaite maîtrise.

Les inconvénients

• L'expertise, notamment celle des pratiques de secours, doit être régulièrement entretenue. Un plongeur en recycleur ne peut pas être un plongeur occasionnel.

• La mise en œuvre, les vérifications avant la plongée demandent de la méthode et s'accordent mal avec une pratique "club", en compagnie de plongeurs classiques.

• Le nettoyage et la désinfection de la totalité du circuit sont indispensables après chaque plongée.

• Les gaz et notamment l'O_2 pur (à manipuler avec précaution) sont plus difficiles à trouver que l'air comprimé ou le nitrox mais la situation s'améliore un peu partout dans le monde.

• Les consommables autres que les gaz représentent une dépense notable : chaux, piles, capteurs d'O_2, etc.

• Les utilisateurs de recycleur aiment plonger avec leur propre matériel. Or, ce sont des appareils encombrants, lourds, difficiles à transporter lors des voyages en avion…

• Ce sont des équipements assez onéreux.

Le recycleur ? Une autre façon d'appréhender la plongée !

Recycleurs ou pas ?

Un stage de formation sur recycleur à circuit fermé vous renvoie sur les bancs de l'école : il faut réapprendre à plonger, oublier ses automatismes pour en acquérir de nouveaux, complètement différents. L'extraordinaire potentiel de ces machines ne doit pas faire oublier qu'une partie de la boucle respiratoire est constituée du plongeur lui-même avec toutes ses capacités mais aussi toutes ses faiblesses. Les CCR doivent être envisagés avec recul et utilisés avec méthode et prudence. La solution récente du modèle Poséidon entièrement automatique et qui interdit toute plongée dès lors que le contrôle automatique rencontre un paramètre inadéquat correspond peut-être davantage à un usage "loisir". Quoi qu'il en soit, les CCR ne constituent nullement un passage obligé et l'on peut très bien plonger heureux pendant des années avec un bon vieux scaphandre ouvert sans éprouver le désir de succomber à l'appel des sirènes. Pourtant, si vous êtes taraudé(e) par l'envie de faire en une fois ce qui nécessiterait trois plongées différentes avec un scaphandre ordinaire et le tout sans avoir froid, pensez-y ! C'est là que réside, à nos yeux, leur raison d'être idéale bien plus que l'accès aux profondeurs dépassant de beaucoup le cadre de la plongée loisir. Et pour cela, une seule solution : prenez rendez-vous avec un formateur reconnu ! ■

Remerciements

L'auteur remercie Vincent Desfossez de la SCA Aquadomia, moniteur sur ces recycleurs et organisateur de ce stage. Sa patience et sa disponibilité n'ont d'égal que son enthousiasme. Merci également à Martin Parker et la firme Ambient Pressure Diving pour la mise à disposition des équipements ainsi qu'au Vieux Plongeur et Beuchat pour leur accueil dans leurs locaux respectifs du la rue du Rouet et du port de la Pointe Rouge à Marseille. Enfin, merci à Pascal Chauvière qui nous a accompagnés en fin connaisseur au fil de ces glaciales quoique chaleureuses journées !

aquadomia.com/beuchat.fr/apdiving.com/vieuxplongeur.com

Le matériel volumineux…

…impose pas mal de portage !

Découvrez toute l'actualité du monde subaquatique !

Abonnez-vous

à la revue de la Fédération française d'études et de sports sous-marins...

- Une revue pratique pleine d'astuces pour apprendre et rêver.
- Une information en profondeur.
- Les meilleurs photographes, les plus belles images.
- Des reportages libres de toute pression commerciale.
- Une tribune d'échanges et de connaissances.

... et commandez les hors-séries !

3e édition

18€ Hors-série n°1

À la découverte de la vie sous-marine

Format livre : 17 x 24 cm
148 pages - Couleur

15€ Hors-série n°2

Plongez en Relief

Format livre : 17 x 24 cm
864 pages - Couleur
Lunettes fournies

27€ Hors-série n°3

À la découverte de l'archéologie sous-marine

Format livre : 17 x 24 cm
244 pages - Couleur

49€ Hors-série n°4

Une histoire de la plongée et des sports subaquatiques

Format livre : 17 x 24 cm
864 pages - Couleur

29€ Hors-série n°5

À la découverte de la plongée souterraine

Format livre : 17 x 24 cm
224 pages - Couleur

Pour commander : www.ffessm.fr ou retournez ce bulletin dès aujourd'hui à

Subaqua - Ffessm - 24, quai de Rive-Neuve 13284 Marseille cedex 07 - Tél. 04 91 33 99 70 - Fax 04 91 54 77 43

Licenciés Ffessm
- ❑ 26€ pour 6 numéros (12 mois) N° de votre club de l'année en cours : ..... N° de votre licence : .....
- ❑ 49€ pour 12 numéros (24 mois) au lieu de 78€ en kiosque - France et Dom-Com

Non Licenciés Ffessm
- ❑ 34€ pour 6 numéros (12 mois) au lieu de 39€ en kiosque - France et Dom-Com
- ❑ 52€ pour 12 numéros (24 mois) France, étranger et Dom-Com

Hors-série n°1	❑ oui je commande	exemplaire(s) à 18€+6,75€ (frais de port/unité)	soit au total :	(minimum 24,75€)
Hors-série n°2	❑ oui je commande	exemplaire(s) à 15€+6,10€ (frais de port/unité)	soit au total :	(minimum 21,10€)
Hors-série n°3	❑ oui je commande	exemplaire(s) à 27€+6,75€ (frais de port/unité)	soit au total :	(minimum 33,75€)
Hors-série n°4	❑ oui je commande	exemplaire(s) à 49€+7,90€ (frais de port/unité)	soit au total :	(minimum 56,90€)
Hors-série n°5	❑ oui je commande	exemplaire(s) à 29€+6,75€ (frais de port/unité)	soit au total :	(minimum 35,75€)

Je choisis mon mode de paiement :

❑ **Chèque** ci-joint à l'ordre de Ffessm

❑ **Carte bancaire** ❑ CB ❑ MasterCard ❑ VISA

N° ❑❑❑❑ ❑❑❑❑ ❑❑❑❑ ❑❑❑❑ Date d'expiration ❑❑❑❑

3 derniers chiffres du cryptogramme visuel ❑❑❑
(au dos de la carte)

Il n'est fait aucun envoi contre remboursement.
Prix valables jusqu'au 31 décembre 2010.
Conformément à la loi informatique du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant auprès de nos services.

Total de la commande ..... €

Date : .....

Nom : .....

Prénom : ..... Date de naissance (obligatoire).....

Adresse : .....

.....Code postal : .....

Signature obligatoire : Ville : .....

Pays : .....