



APECS 4™ ISCAN INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES

Authors: Bruce Partridge Leon Scamahorn Jerry Whatley

Traduction française: Michel Barbet

Juillet 2015

©2014 InnerSpace Systems Corp. Tous droits réservés. Distribution limitée aux propriétaires et utilisateurs de Recycleurs à Circuit Fermé ISC. Se reporter au paragraphe "DOCUMENT: REPRODUCTION ET LICENCE" pour les points particuliers.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

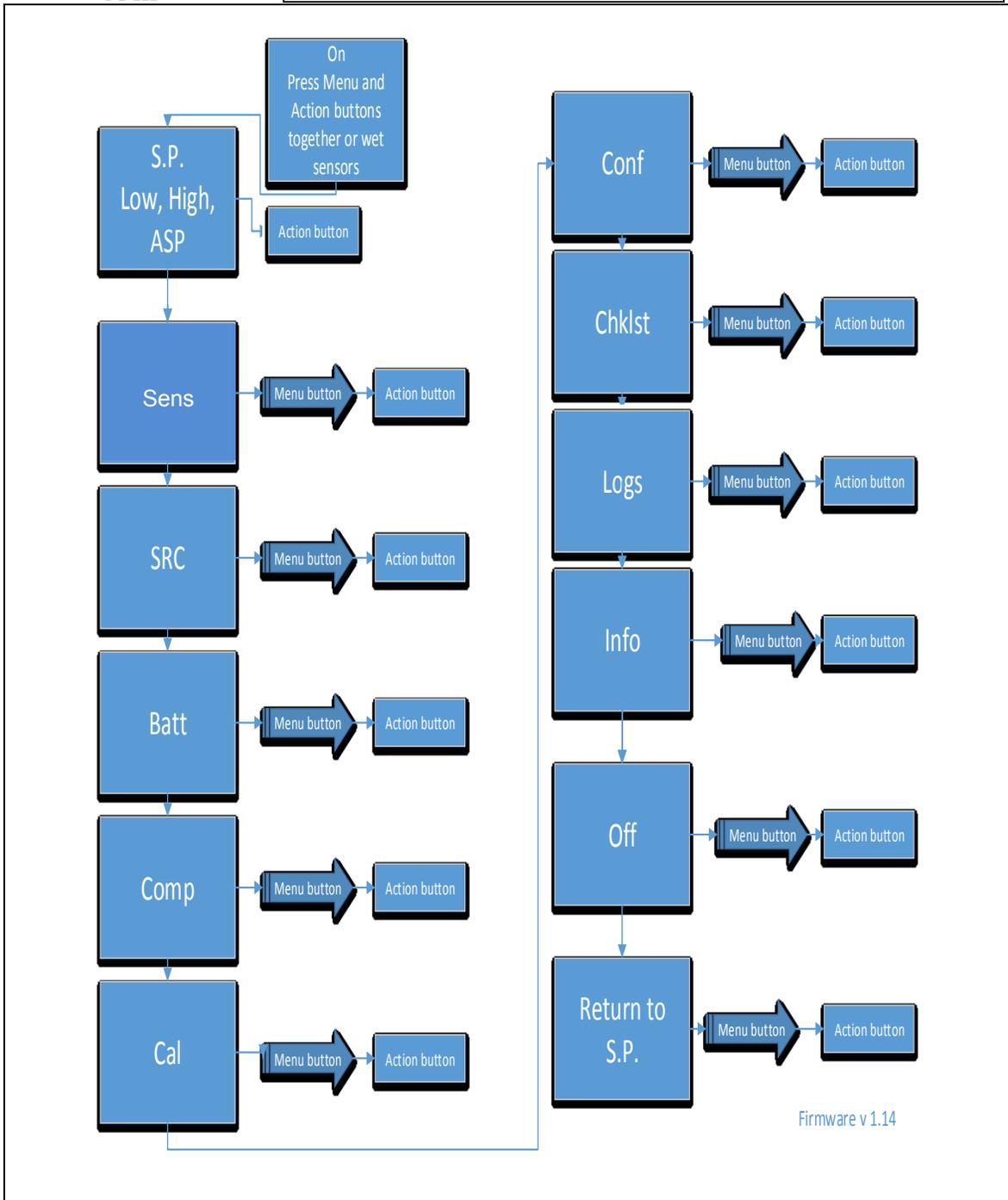
DOCUMENT: REPRODUCTION ET LICENCE D'EXPLOITATION

©2014 **InnerSpace Systems Corp. (ISC)**. Tous droits réservés. Cette distribution est destinée aux propriétaires de systèmes ou parties de systèmes électroniques **APECS™**. Les utilisateurs de la version électronique de cette documentation ne sont pas autorisés à la reproduire de manière numérique sur quelque média que ce soit, ni sous forme de copie papier, en totalité ou partiellement, sans autorisation écrite expresse de **ISC**.

Les possesseurs de Recycleurs ou partie(s) de Recycleurs équipés de ces systèmes électroniques ne sont, par la présente, autorisés à posséder qu'une seule copie numérique, une seule copie de secours numérique, et une seule copie papier, et ce à leur seul usage personnel pour l'utilisation des équipements cités en référence. La dernière révision sous forme électronique de ce document est maintenue à jour sur le site Web de **ISC** à l'adresse: <http://www.customrebreathers.com> . La diffusion électronique par Internet est limitée au référencement du site Web de **ISC**. Ceci afin d'éliminer toute possibilité de diffusion de copies obsolètes de cette documentation.



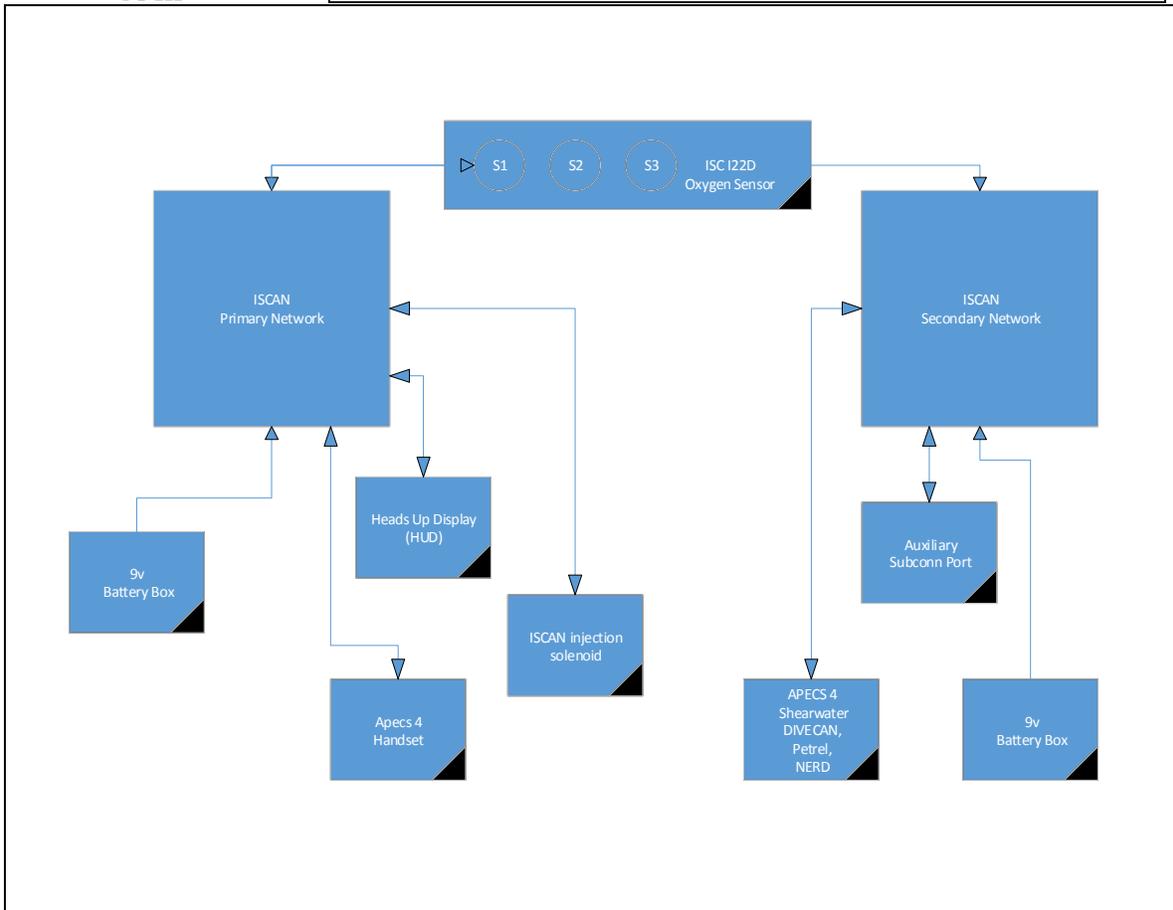
APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Hiérarchie des menus **APECS 4™**



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Architecture du système **APECS 4™**



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

CONVENTIONS

Les différents menus, commandes et autres informations écran décrits dans ce manuel, sont présentés en **CARACTÈRES GRAS** et tronqués exactement comme ils apparaissent dans le menu en cours, cela par souci de clarté.

Les conditions pouvant mettre en jeu la **sécurité** du plongeur sont rappelées en **CARACTÈRES MAJUSCULES ROUGES** afin d'alerter sur des situations potentiellement dangereuses. Les Recycleurs à Circuit Fermé modifient l'environnement respiratoire du plongeur. Cela crée un risque **potentiel** de **blessure** voire de **mort** si l'appareil n'est pas correctement monté, testé, calibré, et utilisé. Les utilisateurs qualifiés sur les versions des systèmes **APECS™** antérieures sont fortement incités à étudier ce manuel avec le plus grand soin et à prendre attache avec un instructeur approuvé par **ISC** avant d'utiliser cette version de système.

INTRODUCTION

La génération **ISC Advanced Personal Environmental Controller System 4 (APECS 4™)** est une famille de systèmes **CCR** électroniques (**eCCR**) conçus pour être employés dans diverses situations de plongée et satisfaire aux besoins opérationnels de l'utilisateur. La famille **APECS 4™** est développée pour être employée dans les domaines de plongée à saturation, militaire, commerciale et récréative, tout en assurant fiabilité et facilité d'emploi. La famille **APECS 4™** est ouverte sur le futur en permettant à **ISC** comme à l'utilisateur final des mises à jour et upgrades en fonction des besoins et améliorations à venir. **APECS 4™** repose sur un ensemble de menus simples et intuitifs ainsi que des commandes de type **ACTION / CONFIRMATION**. Les informations essentielles affichées réduisent la charge du plongeur et lui permettent un changement aisé et rapide des caractéristiques opérationnelles du milieu respiratoire. **APECS 4™** est la dernière génération matérielle et logicielle de **ISC**. Elle reprend en les intégrant les caractéristiques de la génération **APECS 2.5**, lesquelles avaient fait la force de cette génération de **eCCR**. Le cœur de **APECS 4™** offre une maintenance simplifiée tant au niveau matériel que logiciel. Enfin, **APECS 4™** est compatible avec le système **Shearwater DiveCAN**, ce qui facilite l'intégration de calculateurs de décompression ou de sous-ensembles **CAN** dans l'ensemble du système respiratoire **ISC**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

QU'EST-CE QUE "CAN" (pour Controller Area Network)?

Controller Area Network est une chaîne de modules (microcontrôleurs et appareils divers) partageant un réseau spécialisé de communications internes, dépourvu de calculateur hôte comme c'est le cas en électronique conventionnelle. **CAN** est un protocole série multi-maîtres à logique prioritaire. Il est standardisé **ISO**. Il est aussi muni d'un puissant algorithme de correction d'erreurs. Il permet à un nombre quelconque de modules de communiquer entre eux le long du bus-système.

Caractéristiques marquantes du système

Il est conçu pour fonctionner dans les environnements les plus agressifs. Très fortement immunisé contre les perturbations extérieures, sécurisé par son puissant algorithme de détection et de correction d'erreurs, il achemine à haute vitesse les messages, et ce, de manière déterministe et redondante.

Chaque module peut être remplacé en quelques instants par l'utilisateur afin de restaurer l'intégrité du système à prix contenu. Le système **CAN** a fait ses preuves universellement.

- **ISC ISCAN** (Intelligent Systems Controller Area Network) constitue une approche nouvelle sur laquelle **ISC** va désormais s'appuyer pour ses futurs développements de matériels respiratoires à circuit fermé électronique (**eCCR**).
- **ISC ISCAN** dérive donc d'un concept à la fiabilité historiquement prouvée dans les domaines aérospatiaux, militaires, commerciaux, concept supporté par un panel d'entités commerciales, qui ont défini son cahier des charges.
- **ISC ISCAN** peut supporter jusqu'à 15 modules indépendants par réseau. Le **Meg15** et le **Pathfinder** ont chacun deux réseaux indépendants y compris dans leurs alimentations électriques. Ces réseaux sont également équipés "Wi-Fi", afin de faciliter les mises à jour par l'utilisateur.

La connectique est assurée par des connecteurs étanches **SubConn / Seacon**, certifiés pour les plus hautes pressions. Branchements et débranchements par l'utilisateur sont très aisés: on peut parler de véritable "**Plug & Play**".



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

CARACTÉRISTIQUES ET FONCTIONS DE LA CONSOLE APECS 4™

- **ISC ISCAN** est un système de messages compatibles, en particulier avec le système **Shearwater DiveCAN**.
- Alimentation par une batterie rechargeable LiPo de 3000mA.h: nul besoin désormais de pile de rechange. Le système peut garder la charge durant environ un an et assurer le fonctionnement du Handset pendant 24 heures de plongée, en fonction de l'utilisation, de l'économiseur d'énergie et de la température ambiante. La recharge est rapide grâce à un adaptateur micro USB / USB, un adaptateur mural ou un PC.
- L'écran, lumineux, est du type couleurs TFT à contraste, définition et brillance élevés. Il n'a pas besoin de rétro-éclairage, l'angle de vue est très ouvert. Sa consommation est réduite, les caractères de bonne taille et les indicateurs d'alarmes sont de couleurs vives.
- La rotation d'écran est prévue (port bras gauche / bras droit).
- Processeur doté de 96kB de mémoire RAM.
- Équipée d'une carte mémoire SD de 8GB pour enregistrement des données de plongée (jusqu'à 500 plongées).
- Système intégré de type "Boîte Noire", transparent pour l'utilisateur.
- Compatible ordinateur de plongée, le système peut supporter l'intégration d'algorithmes de décompression.
- Wi-Fi compatible. Le système peut communiquer au sein d'un réseau local avec un serveur Web pour configuration, enregistrement des plongées et mises à jour système.
- Compas intégré montrant les 4 points cardinaux de la rose tout en conservant l'affichage de la **PO₂** ainsi que les affichages de la profondeur et du temps de plongée pour les options futures.
- La console (Handset) **APECS 4™** est un des éléments étanche de l'ensemble électronique Primaire / Secondaire / Alimentation.
- Systèmes d'affichages indépendants avec câblages de haute qualité étanches à l'eau et aux gaz.
- Connectique **SubConn / Seacon** du type **Plug & Play**, certifiée pour les profondeurs océaniques.
- Boutons de commande de type piézo-électriques étanches.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

- Deux boutons de commande du type **MENU** et **ACTION / CONFIRMATION**. Navigation intuitive au sein des menus. Choix entre 11 menus standards.
- Activation automatique par contacts humides ou manuelle par les boutons piézo-électriques.
- Séquence Pré-Plongée de 5 minutes.
- Check-list Pré-Plongée de 8 questions.
- Capteur de pression sec "intelligent" intégré dans la tête et remplaçable par l'utilisateur.
- Set Point préventif anti-hypoxie de .2 bar de **PO₂**.
- **Set Point PO₂ 1.6 bar Danger** en cas de recompression "In Water" (traitement de recompression de secours).
- Réglage automatique du set point (**ASP**) à la descente. Choix du set point à la volée.
- Choix des valeurs des différents set points.
- Indicateurs de piles et batterie faibles pour la tête et le Handset.
- Sélection rapide entre 3 set points.
- Affichage sur l'écran principal de la **PO₂** et de la tension moyennes des capteurs.
- Possibilité d'afficher les tensions et **PO₂** correspondantes aux 3 capteurs en "figeant" l'écran.
- Système indiquant le résultat du vote logique. Cela permet de savoir si l'un des capteurs est hors tolérance et n'est pas pris en compte dans le calcul de la **PO₂**.
- Indicateur de l'état du système. Ce système "heart beat" (battement cardiaque), véritable "électrocardiogramme", indique que le système n'est pas bloqué et se trouve donc fonctionnel.
- Choix de la dose d'Oxygène injectée. On peut l'ajuster à la volée, ce qui permet au plongeur de tenir compte de ses efforts, de la profondeur et de ses caractéristiques personnelles, tout en évitant les pics de **PO₂**. Ce résultat est atteint de 2 façons, par l'algorithme adaptatif **ISC** qui contrôle la durée d'ouverture du Solénoïde, et par le choix du temps de fermeture du Solénoïde (**Dwell time**) entre 4, 5, 6, 7 et 8 secondes de pause entre 2 ouvertures.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

- Calibration mono-point Air ou 100%O₂ pour chaque module indépendant et "intelligent" de gestion de la PO₂. Méthode de calibration ultra rapide: moins de 3 secondes.
- Tous les mélanges de gaz sont autorisés.
- Système utilisable avec tout mélange d'Oxygène.
- Calibration possible jusqu'à l'altitude 4700m / 14,700ft.
- Pas de verrouillage (lockout) du système.
- Le Handset peut, de manière autonome, alimenter le réseau Primaire en cas de défaillance de l'alimentation principale.
- Les différents modules "intelligents" du système sont indépendants entre eux, de sorte que la veille de l'ensemble du réseau ne dépende d'aucun d'eux en particulier.

Les systèmes **APECS** et **ISCAN** tirent leurs forces de l'expérience pratique de leurs concepteurs et du suivi sans compromis des principes retenus dans le cahier des charges. Face aux fonctions de l'électronique **APECS 4™** le plongeur ne doit pas hésiter à actionner les boutons du Handset pour constater leurs effets, à commencer par les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM**.

DANGER! Les Recycleurs ISC utilisent des piles / batteries. Le plongeur doit donc s'assurer de leur fraîcheur ou de leur état de charge pour mener à bien la mission prévue. En cas de doute, elles devront impérativement être remplacées ou rechargées. On s'assurera de la mise sous tension du système avant le début de la mission. La tension maximum permise est de 10.0 volts pour les piles de la tête et la tension minimum de 6.0 volts. La charge maximale du Handset APECS 4™ est 100% et la minimale 20%. Sur les 80% utilisables, 1/3 est dévolu à la descente et au séjour au fond, 1/3 à la remontée, le dernier 1/3 étant réservé aux imprévus.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES

NAVIGATION DANS LES MENUS

Le Handset **APECS 4™** possède 2 boutons. En supposant le Handset placé au bras gauche du plongeur, le bouton du haut est le bouton **ACTION / CONFIRM**. Il **déverrouille** l'accès aux set points du système si celui-ci est en mode **Power Save**. Si le système **n'est pas** en mode **Power Save** (économie d'énergie) il permet un changement rapide entre les set points **Low**, **High** ou **ASP**. **Attention:** si le réglage n'est pas en mode **Power Save** et si vous touchez par mégarde le bouton, vous risquez de changer le set point et passer involontairement d'un set point haut à un set point bas ou inversement.

Toujours surveiller la PO₂ !



ACTIVATION

Il y a 4 façons d'activer (**Turn On**) le système **APECS 4™**:

- 1- En pressant doucement ensemble les 2 boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM**
- 2- En mouillant les doigts et en touchant les **contacts humides (Wet Contacts)**. Dans ce cas, l'**APECS 4™** va directement à l'écran plongée **SP** et sur le set point bas (**Low**).
- 3- En remplaçant piles et alimentations.
- 4- En branchant certains périphériques.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Lors du démarrage apparaît le **logo ISC** sur le Handset **APECS 4™**.

C'est l'écran d'accueil (**Opening Screen**).

Puis défilent **4 écrans tests** : **Rouge, Vert, Bleu et Blanc**.

Le **HUD** effectue également son **propre test** :

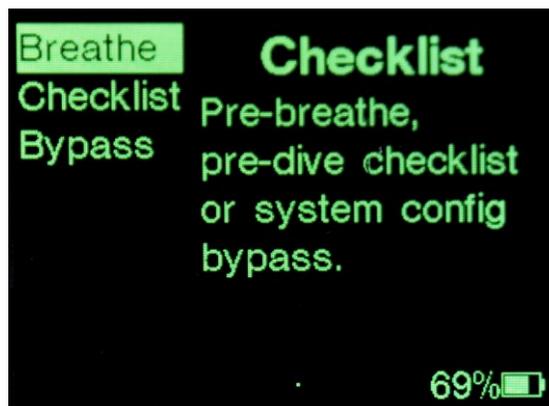
3 éclats Verts, 3 Rouges, 3 Ambres

et affiche sous forme codée la **PO₂** en cours ou l'alarme de **PO₂**.

Le **Solénoïde** s'active, on entend son cliquetis montrant **qu'il n'est pas bloqué**.

Après le test écran, le Handset affiche **3 options**:

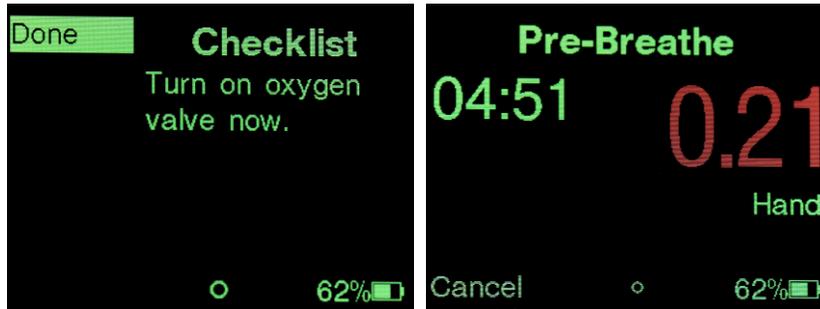
Breathe (Respirez), Checklist et Bypass (Passez outre).



- **Breathe** signifie “Pre-Breathe” (Séquence Pré-Plongée). C'est la première chose que fait le plongeur avant la plongée. Il décide de choisir cette option en poussant le bouton **ACTION / CONFIRM**. S'affiche alors “**Turn Oxygen On now**” (**Ouvrir l'Oxygène maintenant**). S'il ne l'a pas encore fait, le plongeur ouvre les robinets des 2 blocs de gaz. Puis Il pousse le bouton confirmant **Done** (Fait). Commence alors un décompte de 5 minutes démarrant la séquence Pré-Plongée (parfois abusivement dite "préchauffage de la chaux"). Ensuite le Handset se met en mode plongée **SP** et au set point bas **Low**. A tout instant le plongeur peut stopper (**Cancel**) le décompte en poussant le bouton **ACTION / CONFIRM**. L'affichage revient alors au menu Pre-Dive proposant “**Breathe**”, “**Checklist**” et “**Bypass**”.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



- **Checklist** est l'action suivante proposée au plongeur **avant** l'immersion. Il doit répondre à 8 questions, aidant au démarrage du Recycleur dans de bonnes conditions de sécurité. Toutes les réponses aux questions étant enregistrées, on doit s'assurer d'y répondre correctement. A partir du moment où vous êtes en mode question / réponse, **vous êtes obligé** de répondre pour sortir de la Check-list.

Exécuter la Check-list : Oui ou Non ?

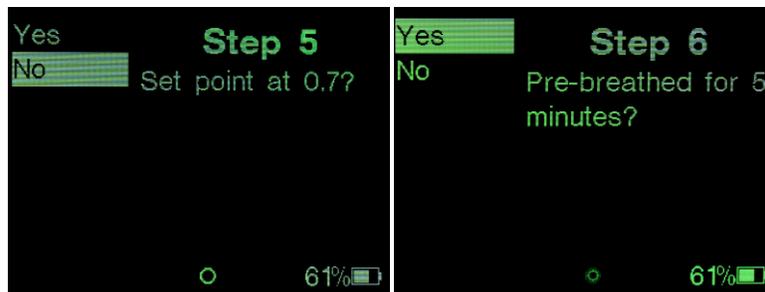
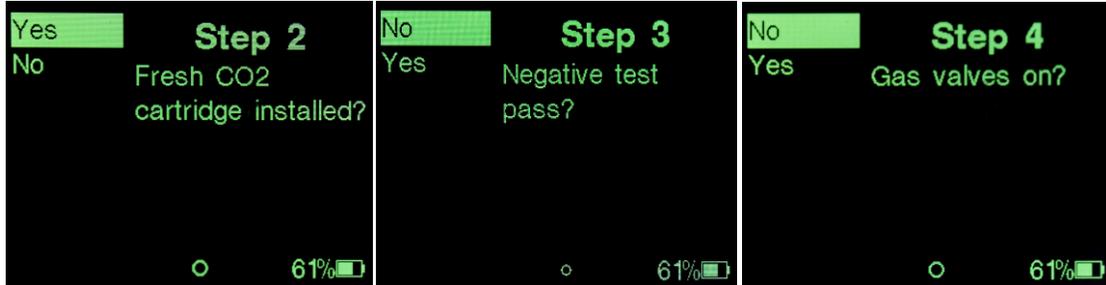
1. Oui ou Non, Calibrer aujourd'hui?
2. Oui ou Non, Une chaux fraîche est-elle utilisée?
3. Oui ou Non, Le test de dépression a-t-il été satisfait?
4. Oui ou Non, Les robinets des blocs sont-ils ouverts?
5. Oui ou Non, Le set point est-il bien 0.7 bar?
6. Oui ou Non, Séquence Pre-Breathe de 5 min?
7. Oui ou Non, Les afficheurs sont-ils d'accord pour le set point?
8. Oui ou Non, Y-a-t-il une alarme affichée?

NOTE: En cas de réponse incorrecte à toute question critique, on est ramené à l'étape 1, et la réponse est enregistrée.

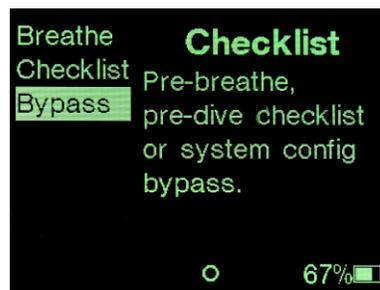




APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



- **Bypass** outrepassé tout ce qui précède, et amène le plongeur directement à l'écran plongée, avec les différentes options de menu disponibles.





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

NOTE: A n'importe quel moment précédent la plongée le plongeur peut accéder aux 3 options Pré-Plongée et naviguer dans le menu à l'option Checklist.

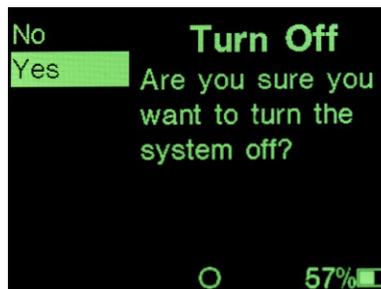
NOTE: Le système ISCAN est conçu pour être "On" et assurer le suivi du niveau d'Oxygène requis au plongeur.

4 modes d'activation possibles:

1. Mode Normal par action simultanée sur les boutons MENU et ACTION / CONFIRM.
2. Contacts humides.
3. Changement de piles ou d'alimentation.
4. Installation (Plug & Play) de certains périphériques sur les réseaux Primaire et Secondaire.

NOTE: Le système est programmé pour demeurer naturellement à l'état actif (On), et l'oubli par son utilisateur de le désactiver (état Off) va consommer les batteries tant qu'il n'aura pas été désactivé au moyen du Handset APECS 4™ ou d'un autre Handset ISCAN / DiveCAN.

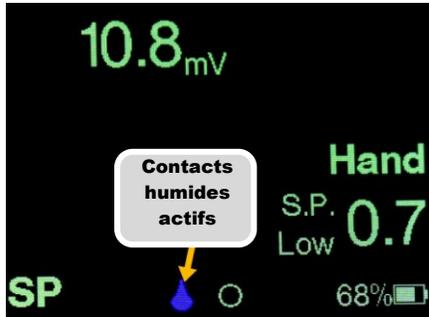
DÉSACTIVATION DU SYSTÈME ISCAN



Pour arrêter le système, outrepasser (**Bypass**) les options Pre-Dive pour arriver à l'écran plongée **SP**. Actionner le bouton **MENU**, naviguer dans les menus jusqu'à voir en bas à gauche le menu **Off**. Avec le bouton **MENU** mettre **Yes** en surbrillance et confirmer par le bouton **ACTION / CONFIRM**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Contacts humides en mode "On"

Le seul moment où le plongeur ne peut pas arrêter le système est lorsque les contacts humides sont actifs. Le plongeur ne peut alors ni arrêter le système, ni modifier les réglages de calibration, ni procéder à cette dernière.

HANDSET PRIMAIRE

L'écran principal **SP** fournit au plongeur les informations essentielles sur l'état du système, lequel repose sur les priorités définies par ses soins. La **PO₂ moyenne** est en **gras rouge** si **PO₂ < 0.5 bar**, en **gras vert** si **PO₂ > 0.5 bar**. Cette **PO₂** est calculée après **vote logique** sur les 3 capteurs.

La **PO₂ moyenne** conditionne la décompression. Elle permet de vérifier si l'on est bien au plus près du set point choisi.

A gauche de la PO₂ moyenne s'affiche la **moyenne des 3 tensions** des 3 capteurs en **millivolts (mV)**. Si le plongeur observe un changement de couleur ou un clignotement, c'est le signe que l'un des capteurs a été rejeté par le vote logique. Afin de déterminer lequel, le plongeur se rend alors à la page **Sens** qui affiche les tensions des 3 capteurs. Le capteur fautif est exclu du vote.

La **tension moyenne** et la **PO₂ moyenne** sont calculées sur les 2 capteurs restants. Les systèmes **APECS 4™** et **ISCAN** auto-correctent le défaut si celui-ci n'est que temporaire.

En revanche, si le capteur est défectueux, ou si l'une des connexions est coupée, le plongeur doit impérativement terminer la plongée et remonter dès que possible en surveillant tous les afficheurs et se préparer à une **Procédure d'Action Immédiate (IAP)**. Au moindre doute sur le mélange respiré, le plongeur doit passer en mode **bailout** sur un **autre système respiratoire**.

Indicateur d'État du Système : SSI (System Status Indicator)

Il constitue l'**électrocardiogramme** ou "**heart beat**" de l' **APECS 4™**.

Il confirme l'état fonctionnel de l'électronique. Il est formé d'un **cercle qui grossit et diminue** en permanence au bas de l'écran.

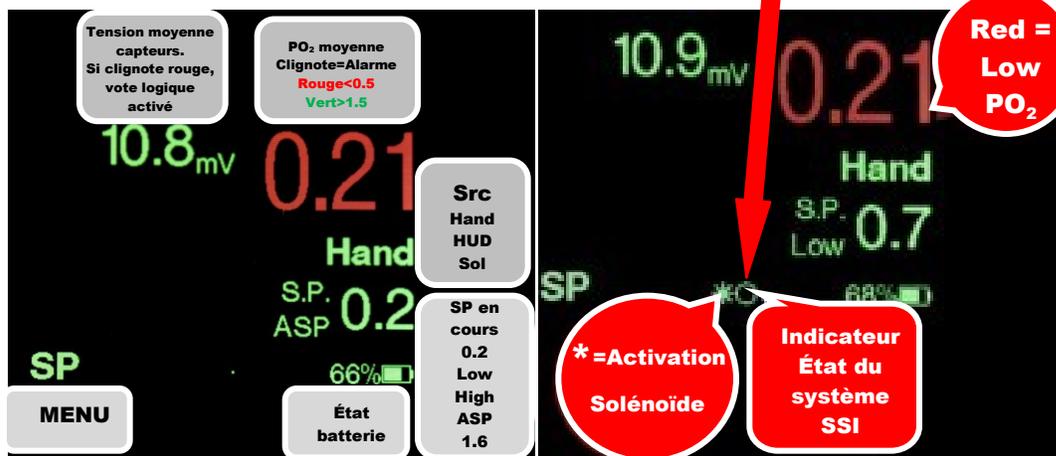


APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

La page plongée **SP** (celle qui affiche la **PO₂**) possède un autre indicateur l'**astérisque (*)** dont la présence signale que le Solénoïde tente de s'ouvrir.

MAIS le plongeur doit toujours être à l'écoute du bruit de l'ouverture du Solénoïde et de celui de l'injection d'Oxygène.

AVERTISSEMENT ! Si pour une raison quelconque le plongeur observe un caractère "figé" au lieu du "heart beat", cela indique un "crash" (plantage) de l'APECS 4™. Le Système Primaire contrôlant le Solénoïde peut s'en trouver affecté. Le plongeur doit alors utiliser les autres afficheurs aussitôt que possible C'EST UN CAS DE PROCÉDURE D'ACTION IMMÉDIATE (IAP).



Boutons MENU et ACTION / CONFIRM

En pressant le bouton **MENU** du Handset Primaire, le plongeur fait défiler les menus dans l'ordre suivant:

SP (Set Point), Sens (Sensors), Src (Source), Batt (Batterie et piles), Comp (Compass), Cal (Calibration), Conf (Configuration), Chklist (Check-list), Logs, Info (Information), Off.

Dans chaque menu, validé par **ACTION / CONFIRM**, le plongeur peut dérouler avec le bouton **MENU** les options de sous-menus ou d'informations. Il valide son choix avec **ACTION / CONFIRM**.

AVERTISSEMENT ! Le plongeur ne doit en aucun cas entrer dans l'eau avec un bloc d'Oxygène fermé !!!

La PO₂ et le set point de la boucle ne doivent pas être inférieurs à 0.5 bar.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

DANGER! Ne jamais plonger avec des capteurs de plus d'un an

À tout moment, le plongeur peut quitter l'option choisie en changeant de menu sur l'**APECS 4™**. Sinon, au bout de 5 secondes, le système revient de lui-même à l'écran principal **SP** sauf si le plongeur avait choisi **Sens** (Sensors) ou **Comp** (Compass). Ces 2 menus **Sens** et **Comp** resteront actifs ("figés") pour permettre leur emploi permanent par le plongeur. Pour les désactiver et retourner à l'écran principal, il suffit de presser le bouton **ACTION / CONFIRM**.

AVERTISSEMENT ! Assurez-vous d'avoir toujours une PO₂ respirable dans la boucle ainsi qu'un set point en adéquation avec votre plan de décompression.

Le set point 0.2 bar est un set point "artificiel" chargé de maintenir une **PO₂** de 0.2 bar dans la boucle (comme dans l'Air atmosphérique) à tout instant. **Il n'est destiné ni à la nage en surface ni à la plongée !!!** Dans la mesure où le bloc O₂ est ouvert, 0.2 est en somme un "parachute" destiné à éviter l'hypoxie. En situation de Pré- ou Post-Plongée, il empêche le **eCCR** de gaspiller l'Oxygène et ménage les sources d'énergie en évitant les injections par le Solénoïde. Ce set point 0.2 est seulement accessible à partir du menu **Conf / Solénoïde**. Pour l'activer ou le désactiver, aller au menu **Conf**, puis presser le bouton **ACTION / CONFIRM**. L'option **Solénoïde** étant en surbrillance, presser à nouveau le bouton **ACTION / CONFIRM**. L'écran principal indique alors une **PO₂** de 0.2. Si l'option n'a pas été activée, on revient à l'affichage de celui des 3 set points précédemment choisi.

NOTE : Lorsque 0.2 est affiché, le plongeur **ne peut plus employer le jeu des 3 set points (LOW, HIGH, ASP)**. Il doit invalider pour cela l'option 0.2 dans le menu **Conf / Solénoïde**.

AVERTISSEMENT ! NE JAMAIS UTILISER LE SET POINT 0.2 POUR LA NAGE DE SURFACE, EN PLONGÉE, OU LORS DE L'ÉQUIPEMENT!

AVERTISSEMENT ! TOUJOURS S'ASSURER DE L'OUVERTURE DU ROBINET D'OXYGÈNE LORS DE L'ÉQUIPEMENT ET VÉRIFIER QUE LE SET POINT DE LA BOUCLE EST AU MOINS DE 0.5 bar.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Écran principal SP: La sélection du set point est l'objectif de cet écran.

En pressant le bouton **ACTION / CONFIRM** le plongeur voit les trois set points prédéfinis, **LOW**, **HIGH**, et **ASP**.

Valeurs usuelles **LOW** : PO₂ = 0.7 **HIGH** : PO₂ = 1.3

ASP (Automatic Set Point) : PO₂ de 0.5 par défaut à 1.4 maximum



ASP (par exemple 1.2 bar) est normalement activé vers 6m après le Bubble Check. **ASP** va s'assurer que la PO₂ ne soit jamais supérieure à la valeur choisie, en tout point de la descente.

Supposons que parti au niveau de la mer sur le set point **Low** 0.7 (%O₂ = 70%), le plongeur descend très vite à 6m pour procéder au Bubble Check. Sa PO₂ devrait passer à une valeur proche de 0.7 x 1.6 = 1.12 bar

En réalité, pendant la descente à 6m, l'**ADV** aura injecté du diluant pour compenser l'écrasement des faux-poumons. Estimons alors en début du Bubble Check la PO₂ à 1.0 bar au lieu de 1.12 bar

Pendant la durée du Bubble Check, la consommation métabolique fera encore chuter la PO₂ soit 0.9 bar au lieu de 1.0 bar

Pendant la descente le rôle de l'**ASP** sera de maintenir la PO₂ à 0.9 bar

Arrivé au fond, la PO₂ varie moins et sera automatiquement basculée à la valeur indiquée dans **SET MAXSET POINT** (exemple choisi 1.2 bar).

Le plongeur doit passer alors sur le set point HIGH (habituellement 1.3 bar)

Réglages des set points:

- **0.2 Mode Manuel (non modifiable)** dans le menu Conf / Solenoid.
- **SP Low 0.3 à 1.4 (normal 0.7)** menu SP, bouton **ACTION / CONFIRM**.
- **SP High 0.3 à 1.4 (normal 1.3)** menu SP, bouton **ACTION / CONFIRM**.
- **ASP 0.5 à 1.4 (normal 1.3)** menu SP, bouton **ACTION / CONFIRM**.
- **Danger High 1.6 (non modifiable)** dans le menu Conf / Solenoid.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

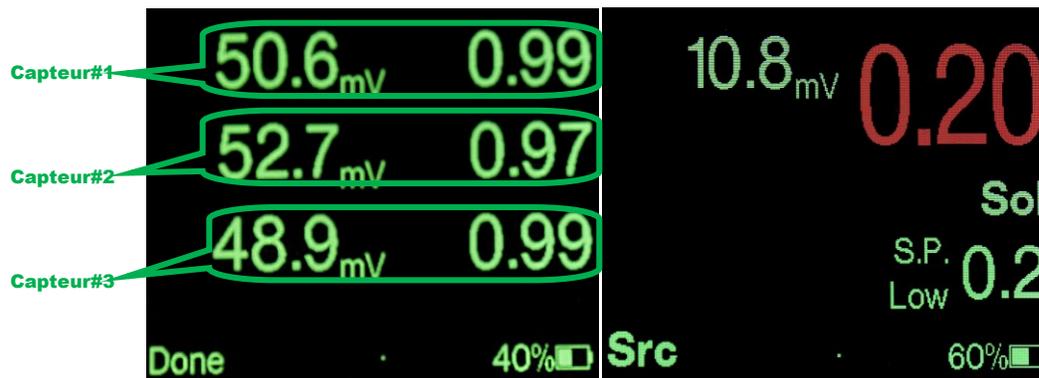
AVERTISSEMENT ! Le plongeur doit s'assurer d'avoir une PO₂ respirable à tout instant et doit maintenir une PO₂ en adéquation avec celle prévue pour son plan de décompression.

DANGER ! LE PLONGEUR DOIT VÉRIFIER LA PO₂ DE LA BOUCLE RESPIRATOIRE TOUTES LES 1 à 4 MINUTES.

Les autres facteurs intervenant dans le choix des valeurs de set points sont la **toxicité de l'Oxygène sur le système nerveux central CNS** (effet Paul Bert) et la **toxicité globale de l'Oxygène** (effet Lorrain-Smith).

La PO₂ choisie doit prévenir ces risques liés à l'Oxygène.

L'usage des set points doit être fait de manière **réfléchie**.



Sens (Sensors)

Le menu **Sens** affiche les valeurs des tensions de chacun des 3 capteurs Oxygène en millivolts (mV) ainsi que les 3 PO₂ correspondantes.

La valeur du **haut** est celle du **capteur #1**, suivie de celle du **capteur #2** et de celle du **capteur #3**.

Le plongeur peut ainsi déterminer le capteur exclu du vote logique :

- si ce capteur est hors tolérance (9.0 mV - 13.0 mV au niveau de la mer à l'Air ambiant, 43.0 mV - 62.2 mV au niveau de la mer pour 100% O₂)
- si sa vitesse de réponse aux changements de PO₂ est anormale.

Un capteur est d'autant meilleur que sa réponse est rapide.

Une fois la page **Sens** affichée, elle est "figée" et ne revient pas à la page plongée **SP**. Le plongeur doit presser le bouton **ACTION / CONFIRM**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

La tension d'un capteur ("millivoltage") est un bon indicateur de son état de santé (dégradation). Il appartient au plongeur de contrôler la performance de chaque capteur avant, pendant et après la plongée. Les informations correspondantes doivent être consignées au cours du temps dans le log book et les Check-lists de la machine.

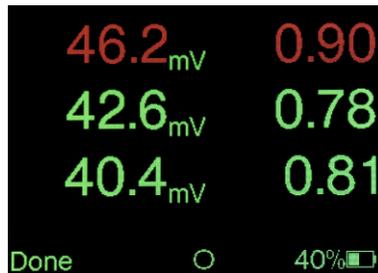
Capteur "Normal"

Sa tension est comprise entre **9.0 mV et 13.0 mV** dans l'Air au niveau de la mer (1013mbar) et à 25°C (77°F). La tension diminue lorsque l'altitude augmente et elle diminue également lorsque la température baisse.

Noter les tensions correspondantes à différents set points pour les **comparer** plongée après plongée.

D'autre part calculer les tensions correspondantes aux divers set points pour les **comparer** avec les tensions affichées sur l'écran **Sens**.

NOTE: Voir le calcul de la tension d'un capteur pour une PO₂ donnée à la fin de ce manuel.



Capteur #1 voté out



Risque d'hyperoxie

ATTENTION!
Capteur #1 voté out
mais bon!
Capteurs #2 et #3
pris en compte par le
vote logique mais en
dessous de 0.5 .

DANGER !

Si le plongeur constate qu'un CAPTEUR est constamment VOTÉ "OUT" et s'il entend le SOLÉNOÏDE INJECTER en permanence, ou s'il est obligé D'INJECTER MANUELLEMENT SANS CHANGEMENT DE PROFONDEUR, il doit SUSPECTER que c'est le BON CAPTEUR QUI A ÉTÉ REJETÉ.

RISQUE D'HYPEROXIE !!!

Il doit alors RINCER LA BOUCLE AU DILUANT,
PLACER LE SET POINT EN DESSOUS DE 1.0 bar de PO₂,
CHOISIR LA SOLUTION BAILOUT.

EN CAS DE DOUTE, BAILOUT !!!



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Src (Source): Le système **ISCAN** est constitué de modules qui communiquent au sein d'un réseau local contrôlé (**CAN**). Chaque module **HUD**, Handset **APECS 4™**, et **Solénoïde** sont des modules "intelligents" capables d'assurer le suivi de la **PO₂**. Chacun doit être calibré indépendamment à partir d'un jeu commun de capteurs. Le plongeur doit connaître ce que **chaque module** "voit" au niveau **PO₂** et **mV** à partir des capteurs.

Sur l'écran principal et sous l'affichage de la **PO₂** figure le nom de l'un des modules: celui qui contrôle effectivement la **PO₂**

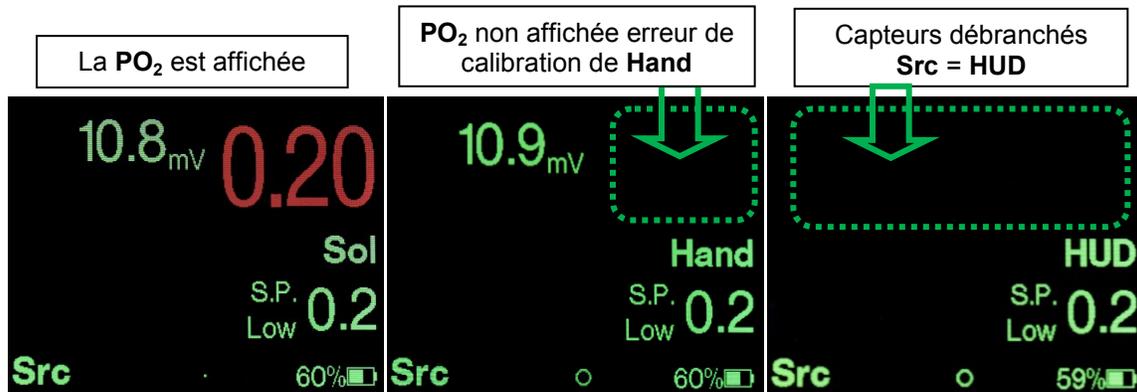
soit **Hand** pour l'**APECS 4™**, soit **HUD**, soit **Sol** (Solenoid)

Sur les versions **APECS 2.5 / 2.7**, le plongeur lisait la **PO₂** affichée par le Handset. Il choisira donc comme source (**Src**) de lecture le module **Hand**.

La **PO₂** mesurée par le **HUD** sera indiquée par la ou les LED clignotantes, selon le code implémenté (voir plus loin).

Si le plongeur utilise **Sol** comme source **Src**, le Solénoïde pilote la **PO₂** que le plongeur contrôle sur le Handset et le **HUD**

En testant chacune des sources (**Src**) de mesure de la **PO₂**, s'il y a désaccord de l'une vis-à-vis des 2 autres, il est alors possible de trouver l'origine du problème, en général une erreur de calibration.



NOTE : L'écran du milieu ne montre pas de **PO₂**, le Handset n'a pas été calibré. L'écran de droite ne montre ni **PO₂**, ni **mV** pour le **HUD** car on a débranché les capteurs avant de choisir le **HUD** comme source de mesure. Noter que sur les 3 écrans l'indicateur de batterie est toujours OK à la fois pour la tête et le Handset **APECS 4™**.

NOTE : Calibrer chaque module au même moment en utilisant l'Air ambiant ou 100% d'Oxygène. Paramétrer la bonne zone d'altitude pour éviter des lectures inexactes.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

BATTERIE / PILES

L'APECS 4™ utilise une batterie rechargeable LiPo (technologie Lithium Ion Polymère) de 3000mA.h L'APECS 4™ peut être rechargé au moyen d'un adaptateur mural, d'un port USB de PC, voire d'un chargeur solaire.

Le plongeur doit s'assurer de disposer d'une quantité suffisante d'énergie (% de charge) pour la plongée envisagée, sinon procéder à une recharge complète.

L'autonomie de la batterie LiPo dépend de l'emploi ou non de l'économiseur d'énergie (**Power Save**), de la luminosité de l'écran, de la température, et de l'arrêt du système après utilisation.

Il faut toujours veiller à conserver au moins 20% de charge résiduelle

Batterie et pile OK, écran en mode "Dim"	Batterie Handset à 78% de charge, pile de la tête usée	Alarme de pile de tête usée

Pour recharger le Handset APECS 4™, insérer l'adaptateur dans le logement de la console entre les 2 boutons, puis engager les 2 contacts délicatement en enfonçant puis poussant le bouton de verrouillage.

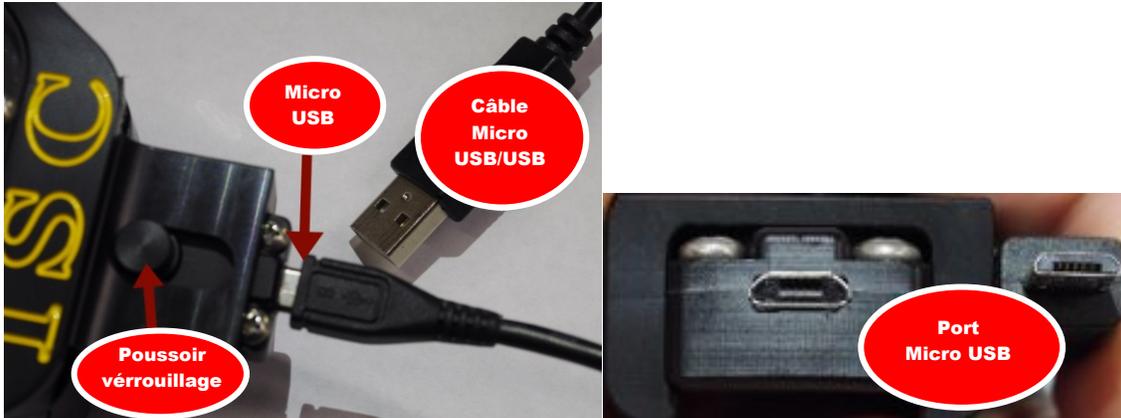
Le Handset se "réveille" et l'on peut voir au-dessus du symbole de pourcentage un symbole "éclair ⚡" indiquant que la batterie est en charge. Elle est complètement chargée lorsque l'indicateur marque 100%. On peut accélérer le processus de charge en arrêtant (menu **Off**) et en contrôlant périodiquement l'avancement de la charge.

Pour retirer l'adaptateur de chargement, enfoncer et tirer le verrou, glisser l'adaptateur hors de son logement. Déconnecter le câble. Stocker les éléments au sec, à l'abri de la poussière et de la corrosion dans une boîte appropriée.

AVERTISSEMENT ! La batterie de l'APECS 4™ doit être rechargée pour qu'il puisse fonctionner ! On recommande 1/3 de la charge pour la descente et le séjour au fond, 1/3 de la charge pour la remontée et les paliers, le 1/3 restant étant gardé pour des événements imprévus.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Les PILES 9V type 6F22 alcaline du système ISCAN

Les piles 9V situées dans la tête constituent les sources d'énergie des réseaux **CAN** Primaire (**Handset, Solénoïde et HUD**) et Secondaire (**Petrel, NERD**).

Elles sont placées dans des compartiments étanches résistants à la pression.

Chaque réseau possède ainsi sa propre alimentation.

Dans la tête du **Pathfinder**, on a 1 pile pour le Primaire et 1 autre si on utilise le Secondaire.

Dans la tête du **Meg15**, on a 2 piles pour le Primaire et 2 autres si on utilise le Secondaire, ce qui offre des possibilités étendues de plongée, sachant que le **Meg15** est opérationnel avec 1 seule pile par réseau au détriment de l'autonomie.

Le système **ISCAN** et l'**APECS 4™** sont caractérisés par une alimentation distribuée, ce qui augmente les possibilités pour le plongeur dans des circonstances extrêmes. S'il n'a pas remplacé une pile défectueuse dans la tête, le Handset du système **ISCAN**, convenablement chargé, prendra le relais. Il assurera la fourniture d'énergie au réseau **CAN** Primaire à **L'EXCEPTION DU SOLÉNOÏDE**. Il appartient alors au plongeur de piloter le set point **MANUELLEMENT**. Le **HUD** reste alimenté par le Handset **APECS 4™**.

Si le plongeur souhaite alimenter le réseau **ISCAN** Secondaire à l'aide d'1 pile (**Pathfinder**) ou 2 piles (**Meg15**) supplémentaires dans la tête, il disposera d'un second réseau indépendant lui permettant de piloter manuellement le Recycleur (options **Petrel** ou **NERD DiveCAN**).

Les systèmes **Shearwater NERD** et **Petrel** sont des modules basés **CAN**, compatibles avec le système **ISCAN**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Ils opèrent donc comme il vient d'être expliqué **MAIS ILS NE CONTRÔLENT PAS LE SOLÉNOÏDE**. Le contrôle de ce dernier est réservé au système **APECS 4™** Primaire. Consulter le manuel **Shearwater** pour les caractéristiques des piles et leur remplacement.

AVERTISSEMENT ! La limite de tension basse pour les piles 9V est comprise entre 5.5 et 6.0 volts. Il est alors impératif de remplacer la pile !

DANGER ! Terminer la plongée dès que possible sans négliger la décompression ni les autres facteurs opérationnels. Tous ces points imposent un changement de pile avant la prochaine plongée !

Dans la plupart des scénarios de plongée, le plongeur dispose d'un temps suffisant pour sortir de l'eau sans avoir à sacrifier sa sécurité.

NOTE : Chaque fois qu'un module comme le HUD ou une pile est installé, le système ISCAN de la tête s'active de lui-même. Il est de l'entière responsabilité du plongeur de contrôler le système pour s'assurer qu'il est bien désactivé (menu Off) s'il ne doit pas être utilisé dans un délai rapproché. Sans cette précaution la source d'énergie sera rapidement épuisée.

COMPAS

Pour activer le compas, aller au menu **Comp** et confirmer avec le bouton **ACTION / CONFIRM**. L'écran affichant le compas est alors verrouillé. Le compas montre la direction suivie, s'il est tenu parallèlement au plongeur. Il affiche également les 3 autres points cardinaux de la rose. Cela donne au plongeur la possibilité de naviguer autour d'un obstacle ou de revenir sur ses pas par un 180° sans avoir besoin de faire aucun calcul. La **rose du compas** est affichée en **Bleu**, la **PO₂** moyenne à gauche en **Rouge** si **< 0.5 bar** ou en **Vert** si **> 0.5 bar**. Pour sortir du menu **Comp** pousser le bouton **ACTION / CONFIRM**.

Le compas est d'une précision raisonnable. Néanmoins ne pas l'utiliser pour tracer une route sur une carte ou naviguer au-delà de l'horizon, ni dans des situations susceptibles de mettre la vie en jeu. Il possède les caractéristiques de tous les compas magnétiques. Il faut donc le traiter avec le même soin.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Le compas requiert de lui-même la calibration si nécessaire. Il suffit de décrire une figure en forme de 8 avec Handset **APECS 4™** en le tenant devant soi.

NOTE: La calibration du compas ne peut se faire qu'avant la plongée et hors de l'eau.

Il est prévu que dans un proche avenir le compas affiche la profondeur, le temps de plongée et les paramètres de décompression.

CALIBRATION DE L'ÉLECTRONIQUE

Les capteurs sont des systèmes physico-chimiques. C'est une des raisons de la dispersion de leurs caractéristiques. La tension de sortie d'un capteur pour une PO_2 donnée varie d'un capteur à l'autre.

Pour chaque capteur et **à la condition qu'il soit en bon état, la tension de sortie est proportionnelle à la PO_2 qu'il "voit"**. La calibration (ou étalonnage) consiste, pour chacun des 3 capteurs, à faire mémoriser par l'électronique la relation entre la PO_2 et la tension (mV) correspondante. Cela revient à enregistrer dans l'électronique les caractéristiques de chaque capteur.

Le principe est simple, on va comparer la tension de sortie du capteur à la valeur d'une PO_2 de référence, donc parfaitement connue. Ce sera la PO_2 de l'Air ou de l'Oxygène pur à 100% pour une pression barométrique connue.

Quand le plongeur doit-il calibrer?

- Lorsqu'un capteur vient d'être remplacé.
- S'il y a eu changement de gaz de référence.
- En cas de changement d'altitude ou de pression barométrique.
- Lorsqu'on utilise la Check-list Pre-Dive.
- Lorsque le Recycleur n'a pas été utilisé durant plusieurs jours.
- En cas de doute sur les performances d'un capteur, par exemple après plusieurs rejets en cours de plongée par l'algorithme de vote logique même si le capteur est récent (moins d'un an).
- Un bon point de repère est de calibrer à chaque changement de chaux à la condition que chacun des points ci-dessus ait été respecté.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

LE HANDSET APECS 4™ et les modules du système ISCAN

Tous sont caractérisés par une calibration mono point, avec choix entre 2 gaz, et une gamme étendue d'altitudes.

Le plongeur calibre l'électronique en employant 1 des gaz de référence :

- Air ambiant (20.9~21%O₂ **PO₂** = 0.21 bar au niveau de la mer)
- Oxygène pur 100%.

L'altitude est paramétrable par plages de :

0m / 0ft (niveau de la mer **PO₂** = 0.21 bar) à 4454m / 14,700ft (**PO₂** = 0.12 bar)

Pour réaliser la calibration selon les règles, suivre les instructions de la Checklist de montage de la machine.

Après avoir choisi le menu calibration **Cal**, l'écran affiche le choix du pourcentage du gaz de calibration ainsi que la plage d'altitudes choisie.

Soit l'Air (21% = 0.21) soit 100% d'Oxygène et par ex. 0m ou 0ft pour l'altitude. S'assurer du bon choix du gaz de référence et de la bonne plage d'altitudes.

AVERTISSEMENT ! SI LE POURCENTAGE D'OXYGÈNE ET LA PLAGE D'ALTITUDES NE SONT PAS CHOISIS CORRECTEMENT L'ÉTALONNAGE NE SERA PAS VALABLE ET IL EN RÉSULTERA DES CONDITIONS POTENTIELLEMENT MORTELLES !

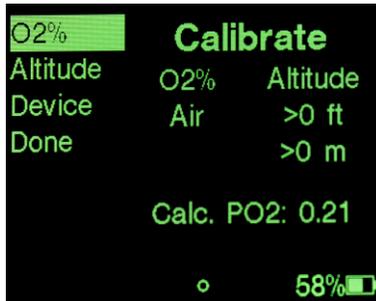
DANGER ! Une erreur de calibration (mauvais gaz et/ou mauvaise plage d'altitudes) fausse la composition du mélange respiré. Cela peut entraîner un accident de décompression, la mort par hypoxie, ou par hyperoxie. Des données erronées à la saisie sont des données erronées mémorisées !!!

**AVERTISSEMENT ! Connaissez le gaz de référence et l'altitude !
Analysez l'Oxygène du bloc O₂ si ce gaz est choisi comme référence.
En cas de doute sur sa pureté, choisissez la calibration à l'Air.
L'Air contient 21% d'Oxygène indépendamment de l'altitude et du lieu.**

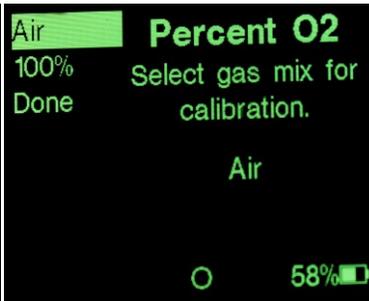


APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

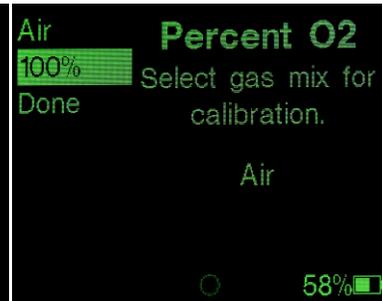
ÉTAPES DE LA CALIBRATION



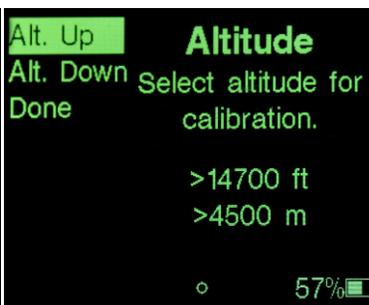
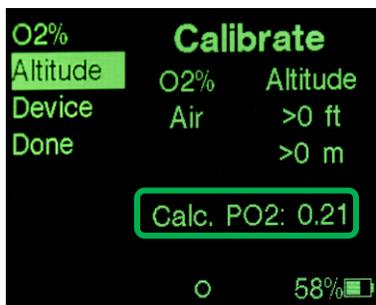
Étape 1: choix du gaz
de référence



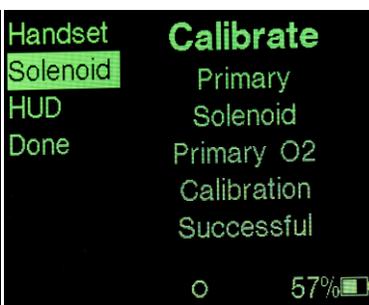
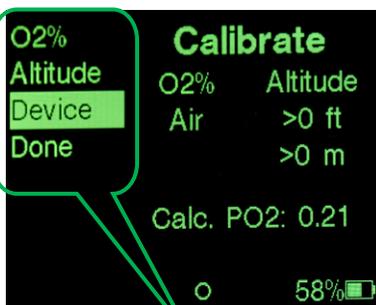
Choix de l'Air



Choix de l'oxygène 100%



Étape 2
Choix de la plage d'altitudes
La **PO₂** calculée pour la
plage considérée et le gaz
choisi est affichée
Calc. PO₂: 0.21,
(écran de gauche)



Étape 3
Choix du module à calibrer

- Handset **APECS 4™**
- **HUD**
- **Solénoïde** "intelligent"

Pour démarrer le processus de calibration

- presser le bouton **MENU** jusqu'à la page **Cal**
- confirmer par une pression sur le bouton **ACTION / CONFIRM**.

Sur la gauche de l'écran s'affichent les options **O₂%**, **Altitude**, **Device** et **Done**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

ÉTAPE 1: Écran Calibrate

Avec **MENU** mettre **O₂%** en surbrillance et basculer entre **Air** ou **100%** avec le bouton **ACTION / CONFIRM**.

Au milieu, sous **O₂%** s'affiche le gaz de référence choisi **Air** ou **100%**.

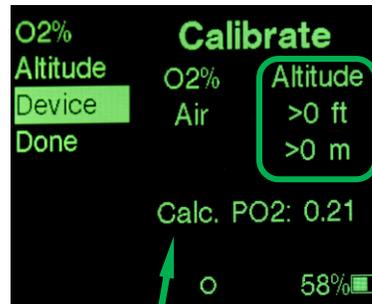
Avec **MENU** mettre **Done** en surbrillance et valider par **ACTION / CONFIRM**

ÉTAPE 2: Le choix de la plage d'altitudes

Il se fait de la même manière. On augmente ou diminue la plage d'altitudes en choisissant **Alt. up** ou **Alt. down** jusqu'à la plage voulue.

Le tableau ci-après indique les différentes plages d'altitudes possibles.

Altitude Zone in feet (mètres)	LoPO ₂ AIR	HiPO ₂ 100% Oxygène
> 0 (0)	0.21	0.99
>1,200 (327)	0.20	0.96
>2,700 (818)	0.19	0.90
>4,200 (1272)	0.18	0.86
>5,700 (1727)	0.17	0.81
>7,200 (2181)	0.16	0.76
>9,000 (2727)	0.15	0.71
>10,700 (3242)	0.14	0.67
>12,700 (3848)	0.13	0.62
>14,700 (4454)	0.12	0.57



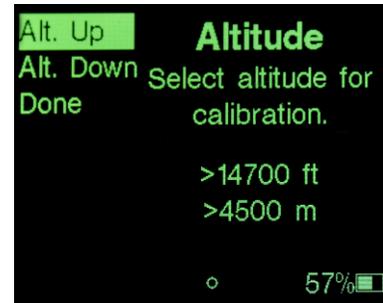
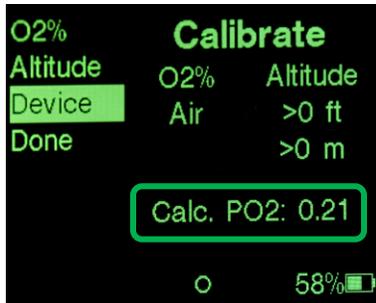
NOTE: Une fois choisie la plage d'altitudes, la PO₂ calculée s'affiche en bas de la page Calibration, ce qui confirme au plongeur la PO₂ de référence pour cette plage d'altitudes.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

EXEMPLE

1. L'écran de départ montre "**Calc. PO₂: 0.21**" C'est le réglage qui avait été adopté lors de la dernière calibration.



2. La ligne de commande initiale indique >0 ft >0 m et confirme que dans cette plage d'altitudes la **PO₂** calculée est bien 0.21 bar à l'Air. Elle serait 1.00 bar à l'Oxygène pur.
3. Le bouton **ACTION / CONFIRM** agit sur les options **Alt. Up** et **Alt. down** et permet de choisir la plage d'altitudes souhaitée.

Si on choisit 21%O₂, altitude 6,500 feet (1969 mètres) on vérifie bien (voir tableau ci-dessus) à l'Air : **LoPO₂** = 0.17 et à l'Oxygène 100% **HiPO₂** = 0.81

Le menu **Altitude** calcule la valeur maximale de la **PO₂** (**LoPO₂** ou **HiPO₂**) à partir du pourcentage d'Oxygène du gaz de calibration.
Par exemple 100% = 1 pour l'Oxygène pur, multiplié par la pression barométrique moyenne pour la plage d'altitudes choisie.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

CALIBRATION DE LA TÊTE SEULE A L'AIR Low Point (LoPO₂) (parfois appelée calibration Air sur table)

Il s'agit de calibrer les modules indépendants **ISCAN** tels que l'**APECS 4™**, le **HUD** ou le **Solénoïde**, en utilisant la **tête seule** et l'**Air** comme gaz de référence. Le plongeur se rend à l'option **Device** (= Module) du menu **Cal(ibrate)**:



Il presse le bouton **Action / Confirm** lorsque **Device** est en surbrillance, et déroule ainsi la liste des modules physiquement connectés au réseau Primaire

En supposant que l'**APECS 4™**, le **HUD** et le **Solénoïde** (ce dernier en principe heureusement toujours branché!) soient connectés au réseau Primaire, leurs noms apparaissent.

Choisir le module à calibrer avec **MENU** et confirmer par **ACTION / CONFIRM**.

Sur l'exemple c'est le **Solénoïde**.

On voit le message "**Primary Solenoid / Primary O₂ / Calibration Successful**".

Si un autre message apparaît, c'est que le module considéré n'a pas été calibré correctement. Il faut alors reprendre l'opération.

Les autres modules se calibrent de la même manière. On peut réaliser la calibration complète en quelques secondes.

NOTE: Si l'un des modules n'apparaît pas dans la liste, soit il n'est pas connecté au réseau, soit son alimentation est défectueuse (pile par ex.).

Lorsque le processus de calibration est achevé, presser simplement le bouton **ACTION / CONFIRM** sur **Done** pour revenir à l'écran principal.

AVERTISSEMENT ! Après calibration, les afficheurs ne doivent pas s'écarter de plus de 0.05 ATA / bar les uns des autres.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

CALIBRATION A L'OXYGÈNE PUR 100% (HiPO₂)

NOTE: S'assurer que le gaz de référence a été analysé et confirmé **100% pur** avant toute calibration de l'électronique **APECS 4™** et **ISCAN**.

Rinçage de la Boucle pour Calibration High Point HiPO₂ 100%O₂

1. Suivre toutes les procédures Pre-Dive jusqu'à l'étape "**Complete calibration if necessary**" ("Procéder à la calibration si nécessaire"). Pour procéder à la calibration, il est indispensable d'avoir satisfait à toutes les étapes précédentes. **S'assurer que le résultat du test de dépression est bon, et répéter ce test afin de retirer au maximum l'Air ambiant de la boucle.** Garder l'embout (**DSV**, Dive Surface Valve) fermé. Puis fermer l'**OPV** (**O**ver **P**ressure **V**alve, soupape de surpression) du poumon expiratoire, et remplir la boucle avec de l'Oxygène pur à 100% jusqu'au déclenchement de l'**OPV**. Attendre 10 secondes.
2. Pincer fortement le tuyau annelé inspiratoire afin d'isoler le faux poumon expiratoire de l'Oxygène qui pourrait provenir de ce faux poumon inspiratoire par l'embout **DSV**.
3. Actionner l'injecteur manuel d'Oxygène pendant 3 à 6 secondes. Ceci envoie 100% d'Oxygène sur les capteurs (**Reverse Flush**). Relâcher le tuyau inspiratoire et ouvrir brièvement l'embout pour relâcher la pression.
4. La boucle est maintenant purgée avec 100% d'Oxygène à pression atmosphérique. En lisant les tensions des capteurs sur l'écran **Sens** de l'**APECS 4™**, vous devez obtenir des valeurs comprises entre **43.0 et 62.2 mV**. Toute valeur inférieure à 43.0 mV doit faire rejeter le capteur correspondant.

NOTE: Plus la tension d'un capteur est basse à l'Air comme à l'Oxygène pur 100%, plus le capteur est proche de sa fin de vie utile.

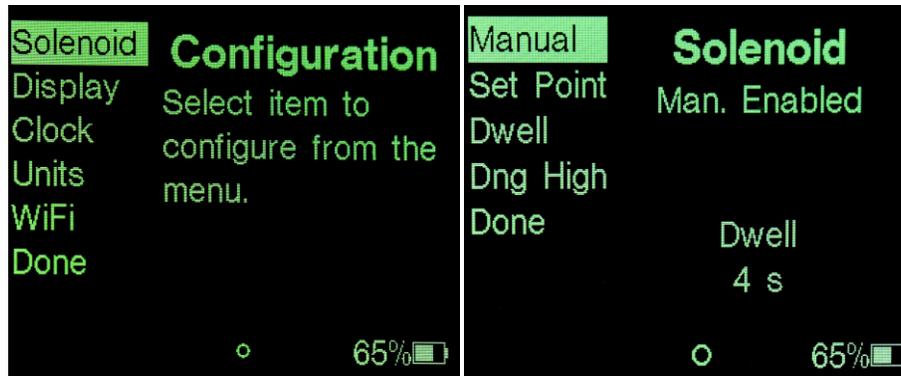
AVERTISSEMENT ! Après calibration, les valeurs de PO₂ affichées ne doivent pas s'écarter de plus de 0.05 ATA / bar entre elles.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Menu CONFIGURATION

Le menu Configuration (**Conf**) donne accès aux fonctions du Solénoïde (**Solenoid**), aux réglages de l'Afficheur (**Display**), à l'Horloge (**Clock**), aux choix des Unités (**Units**) Imperial ou Métriques, aux communications par **WiFi**.



Pour accéder au menu **Configuration**, presser le bouton **MENU** jusqu'à obtenir l'écran **Conf** et confirmer en pressant le bouton **ACTION / CONFIRM**. Apparaît alors une liste de sous-menus: **Solenoid**, **Display**, **Clock**, **Units**, **Wifi**, et **Done**. Il suffit de choisir le sous-menu désiré en le mettant en surbrillance avec le bouton **MENU** et de confirmer avec le bouton **ACTION / CONFIRM**.

Solenoid : Ce sous-menu permet d'accéder aux contrôles du Solénoïde.

Manual (Mode Manuel): Le set point 0.20 est un set point "artificiel" qui essaie de maintenir en permanence une **PO₂** de 0.20 bar (comme dans l'Air atmosphérique) dans la boucle. **Ce set point n'est nullement destiné à la nage de surface ou à la plongée !!!** En supposant que le bloc Oxygène est bien ouvert, la valeur **PO₂** = 0.20 bar sert de "parachute" pour éviter l'hypoxie. Durant la préparation de la plongée, elle évite le gaspillage d'Oxygène et la consommation des piles par des injections intempestives d'Oxygène. Ce set point 0.2 n'est accessible qu'au travers du menu **Conf / Solenoid**.

Pour activer ou désactiver (**on / off**) ce set point 0.2 aller au menu **Conf**, presser le bouton **ACTION / CONFIRM**.

Solenoid étant mis en surbrillance, presser de nouveau le bouton **ACTION / CONFIRM**.

L'écran principal **SP** apparaît en affichant une **PO₂** de 0.2. Si l'option est désactivée (**Off**) on voit l'un des 3 set points **Low**, **High**, **ASP**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

NOTE: Si c'est la valeur 0.2 qui est affichée, le plongeur ne peut plus utiliser aucun des 3 set points (**LOW, HIGH, ASP**). Il doit nécessairement désactiver cette option 0.2 dans le menu **Conf / Solénoïd**.

Set point: Le sous-menu **Set Point SP** permet de paramétrer les valeurs des set points **Low, High, ASP**. Le plongeur peut le faire à n'importe quel moment de la plongée. Il est ainsi possible de paramétrer le niveau d'Oxygène dans la boucle différemment des valeurs classiques 0.7, 1.3, et **ASP**. Ne jamais employer un set point dont la valeur de **PO₂** est plus élevée que nécessaire. Se souvenir des limites d'exposition à l'Oxygène ainsi que des problèmes liés à l'âge et à l'état des capteurs.

Réglages des set points

- **0.2 (Manuel) mode (Non modifiable)**
- **Low: de 0.3 à 1.4 (Normal 0.7)**
- **High: de 0.3 à 1.4 (Normal 1.3)**
- **ASP: de 0.5 à 1.4 (Normal 1.3)**
- **Danger High: 1.6 (Non modifiable)**

Dwell : Temps de repos, terme emprunté à la mécanique automobile



Dwell représente le temps de pause entre 2 injections du Solénoïde.

La durée **Dwell normale** est de **6 secondes**, mais on peut l'ajuster à 4, 5, 6, 7 et 8 secondes. On peut décider d'une durée **Dwell** plus brève dans le cas d'un plongeur de grand gabarit avec une **VO₂** élevée. Les injections plus rapprochées éviteront des variations en dents de scie de la **PO₂** et une difficulté à maintenir le set point.

Au contraire, une durée **Dwell** plus grande s'adressera à un plongeur de petit gabarit et de **VO₂** peu élevée. Dans ce cas, une durée **Dwell** de 6 secondes risque de produire des pics de **PO₂**, par inhomogénéité du mélange dans la boucle et une consommation d'Oxygène trop faible.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Choisir une durée **Dwell** adaptée au plongeur permet également d'économiser les sources d'énergie et d'éviter une surconsommation d'Oxygène. Ajuster le "temps de pause" entre 2 injections permet finalement une meilleure homogénéisation du mélange dans la boucle. Cela facilite également le travail de l'Algorithme d'Injection **Adaptatif (AIA)**.

L'Algorithme d'Injection **Adaptatif** surveille en temps réel la **PO₂** et ajuste la **durée d'ouverture** du Solénoïde. Le maintien du set point fixé par le **SP** ou l'**ASP** est ainsi facilité. Les durées d'ouverture du Solénoïde sont comprises entre 0.25 et 4 secondes. Elles dépendent du temps de réaction de la **PO₂** actuelle pour atteindre la **PO₂** consignée dans le set point. Pour accéder au sous-menu **Dwell**, il suffit d'utiliser les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM** en mettant le sous-menu **Dwell** en surbrillance puis en confirmant.

AVERTISSEMENT ! Il est de la responsabilité du plongeur de surveiller et de maintenir la PO₂ dans les limites de sa sécurité. Surveiller les variations de PO₂, en cas d'efforts importants, lors de la descente et de la remontée! Toute complaisance peut se révéler fatale !!!



Dng High : Danger High

Ce set point optionnel de 1.6 bar de **PO₂** est destiné à accélérer la décompression à 6m (20 ft).

Jusque là, le plongeur devait procéder à des injections manuelles permettant de dépasser le set point choisi pour atteindre 1.6 bar. Désormais, il suffit au plongeur de demander à l'électronique le set point **Dng High**.

Pour accéder à ce sous-menu, le mettre en surbrillance et valider avec les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM**. On retourne à l'écran **SP** et 1.6 remplace le précédent set point affiché.

Pour sortir de ce set point 1.6 presser le bouton **ACTION / CONFIRM**, l'écran revient au set point précédent.

Done : Exit

Pour accéder au sous-menu de sortie, mettre **Done** en surbrillance et valider avec **ACTION / CONFIRM**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Display : Affichage. Ce menu permet l'accès aux sous-menus de contrôle de la luminosité (brightness), de l'économie d'énergie (**Power Save**) et de la rotation d'écran (**Rotate**). Utiliser les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM** pour mettre l'option choisie en surbrillance et la valider.

Bright : Bright est conseillé pour les environnements très éclairés sur terre comme sous l'eau.

Med : Medium est le mode usuel.

Dim : Mode très peu brillant et économe en énergie, mais peu adapté aux ambiances très lumineuses.

Pwr Sav (Power Save) : Ce mode a 2 fonctions : économiser l'énergie et empêcher des actions intempestives sur les boutons **ACTION / CONFIRM** et **MENU**.

Après avoir activé le mode **Pwr Sav**, au bout d'environ 8 secondes, l'afficheur s'assombrit et passe en mode économie d'énergie. Pour le "réveiller", il suffit de presser le bouton **ACTION / CONFIRM** et l'écran retrouve sa brillance normale.

L'autre fonction est de "verrouiller" l'afficheur en empêchant un changement accidentel de set point suite à une action non désirée sur les boutons **ACTION / CONFIRM** et **MENU**. Pour débloquer la fonction, il suffit au plongeur de presser le bouton **ACTION / CONFIRM** une fois pour "réveiller" l'afficheur et une autre fois pour changer de set point ou utiliser le bouton **MENU**.

NOTE : Avec les options ci-dessus, le plongeur dispose d'une grande flexibilité pour gérer la lisibilité de l'écran et l'économie d'énergie.

Rotate : Ce mode permet d'utiliser le Handset également au bras droit

Clock : Permet d'actualiser l'heure et la date du système en utilisant les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM**.

Mettre l'item **Clock** en surbrillance et l'activer. Passer d'un champ à l'autre par le bouton **MENU** et incrémenter ou décrémente les digits par **+1** ou **-1**.

La date est affichée au format Mois / Jour / Année.

Cette fonction **Clock** est utile pour l'enregistrement des plongées.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Units : Permet de choisir entre les unités du système Imperial et celles du système Métrique, ainsi qu'entre l'eau salée et l'eau douce.

Il faut veiller à ce que les systèmes Primaire et Secondaire soient paramétrés de la même façon pour éviter les problèmes de calibration.

WiFi : (**W**ireless **F**idelity)

Permet d'actualiser et mettre à jour l'**APECS 4™** ou le système **ISCAN**.



Les 2 premiers items sont :

- **Join**
- **A.P.** (**A**ccess **P**oint).

Généralités

Le but est de connecter le Handset **APECS 4™** au serveur chez **ISC**, ou l'ensemble du système **ISCAN** si le Handset lui est relié.

Pour ce faire, on va d'abord relier par ondes (Wi-Fi) à très haute fréquence, le Handset ou l'ensemble **ISCAN** à un PC, un Laptop ou un SmartPhone. C'est le rôle de la fonction **A.P.**



L'ensemble **APECS / ISCAN** constitue dès lors un Point d'Accès pouvant, **par la fonction Join**, accéder aux ressources du serveur **ISC**.

Le système vérifie automatiquement si des mises à jour sont nécessaires et éventuellement on procède à leur mise en œuvre.

A.P. permet de configurer le réseau local Wi-Fi. C'est la première chose que doit faire l'utilisateur afin de saisir les informations nécessaires pour que l'**APECS 4™** et le système **ISCAN** puissent ensuite être reliés au serveur **ISC**.

A.P. fournit également des informations utilisateur, ainsi qu'un accès à l'enregistrement des plongées (carnet de plongée).

A.P. ne permet pas à lui seul la mise à jour des firmwares ou logiciels embarqués (embedded softwares) dans l'**APECS 4™** et le système **ISCAN**.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

JOIN : est employé lorsque l'utilisateur a déjà programmé, au travers de **A.P.**, un réseau utilisateur local qui aura ensuite accès au serveur **ISC**.

EMPLOI DE LA FONCTION A.P.

A.P. étant mis en surbrillance par le bouton **MENU** et validé par le bouton **ACTION / CONFIRM** il faut environ 30 secondes durant lesquelles s'affiche **Trying** (Essaie [...de se connecter]).

Sous l'acronyme **SSID** (**S**ervice **S**ets for **I**dentification), apparaît le nom du réseau local au format **HNDmddy1xP**: **HND** est mis pour Handset, **mddy** est la date de fabrication, **P** est mis pour Primary.

Sous l'acronyme **Config URL**, se trouve une **URL** au format **http://192.168.111.1/**



On peut former le Point d'Accès avec un SmartPhone, un Laptop, un Desktop ou tout appareil compatible Wi-Fi et le connecter grâce au **SSID** de l'**APECS 4™**.

Exemple 1 : Avec un iPhone, aller dans paramètres, Accès Wi-Fi, option "Choisir un réseau". Le nom du réseau local **APECS 4™** sous la forme **HNDmddyxxP** doit apparaître. Cliquer sur ce nom : le SmartPhone se connecte à l'**APECS 4™**.

Exemple 2 : Avec un Laptop ou un Desktop sous Windows, cliquer sur l'icône  en bas à droite de l'écran du PC le nom du réseau local **HNDmddy1xP** doit apparaître dans la liste. S'y connecter.

NOTE : Au cas où l'**APECS 4™** n'a pas de nom SSID, utiliser **A4.1CE**



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

NOTE : Le Handset APECS 4™ n'a pas besoin d'être connecté à un système ISCAN (tête Meg 15, Pathfinder ou autre électronique ISCAN) pour former un Point d'Accès. Mais, pour une mise à jour complète du système, il est indispensable de le relier à la tête (le module électronique, le HUD et le Solénoïde intelligent ont chacun leur propre firmware) !

L'étape suivante consiste à utiliser un navigateur Web pour relier le Point d'Accès au serveur Web **ISC**. Aller dans le navigateur : Google Chrome par ex. et saisir l'adresse **URL** <http://192.168.111.1/> puis valider.

L'un ou l'autre de ces écrans s'affiche

Écran iPhone

Écran PC/Windows

View Dive Logs
Configuration

Serial Number
Serial Number HND01131512P

Network
Wi-Fi Configuration
SSID
Security Key
Auth. Method Auto WEP WPA WPA2

IP Configuration
Enable DHCP
IP Address
Network Mask
Gateway
DNS Server

Owner Information
Description

[View Dive Logs](#)

Configuration

Serial Number
Serial Number HND0629151P

Network
Wi-Fi Configuration
SSID
Security Key
Auth. Method Auto WPA WPA2

IP Configuration
Enable DHCP
IP Address
Network Mask
Gateway
DNS Server

Owner Information
Description



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Les écrans ci-dessus sont utilisés pour saisir les informations (nom du réseau et code d'accès) qui permettront à l'**APECS 4™** de se connecter par Wi-Fi au réseau domestique, à celui d'un Motel ou autre.

Saisir le nom du réseau Wi-Fi dans le champ **SSID** et le code de sécurité dans le champ **Security Key**. Saisir aussi les options d'authentification sur la manière dont l'**APECS 4™** obtient son adresse **IP**.

Le champ **Owner information** permet de personnaliser l'**APECS 4™** (nom, adresse mail, téléphone...). Ces informations seront consignées dans le menu **Info** de l'**APECS 4™**.

View Dive Logs : Lien de consultation des carnets de plongées

Cette option fournit au plongeur la liste des carnets de plongées disponibles. Il suffit de cliquer dessus pour télécharger les données sous forme de fichier au format **.csv** importable dans **Excel** ou autre feuille de calcul.

L'utilisation du Lien de consultation trouve toute sa justification avec un ordinateur.

Après avoir renseigné les différents champs, cliquer sur le bouton **Submit** au bas de la page. Revenir au Handset **APECS 4™** et choisir **Off** (boutons **MENU** puis **ACTION / CONFIRM**), **et surtout pas Done !!! Off** coupe la connexion Wi-Fi et ramène à l'écran initial **WiFi**. Au cas où l'on aurait par mégarde fait **Done** au lieu de **Off**, on peut revenir à l'écran **WiFi** et choisir la bonne option **Off**.

Il apparaît alors 2 nouvelles options de sous-menus: **Join** et **Forget**. Si ces nouvelles options ne s'affichent pas, c'est que le champ **SSID** n'a pas été complété et que **Submit** n'a pas été validé.

Join permet à l'utilisateur d'accéder au réseau Wi-Fi programmé et apparaît avec l'option de sous-menu **A.P.** au démarrage de **WiFi**.

Forget permet à l'utilisateur d'effacer le **SSID** et le mot de passe de l'**APECS 4™** et supprime l'option **Join** de l'écran initial **WiFi**.

L'**APECS 4™** ayant été connecté avec succès au réseau Wi-Fi, l'écran affiche à nouveau un **SSID** et une **URL**. Le **SSID** est celui qui vient d'être programmé. L'**URL** affiche l'adresse **IP** du routeur local assigné au Handset.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Si le plongeur utilise un Laptop ou un SmartPhone et se connecte au même **SSID**, il doit saisir l'**URL** dans le navigateur pour atteindre le serveur Web interne **ISC APECS 4™**.

Fonction Upload

La fonction **Upload** permet de transférer des fichiers log au serveur **ISC**. Ce n'est utile à l'utilisateur que s'il constate un comportement inhabituel du système où si les fichiers log doivent être examinés par **ISC**. C'est une option plongeur qui n'est normalement pas accessible directement par **ISC**.

Fonction Update

La fonction **Update** permet à l'**APECS 4™** et à tout appareil qui lui est connecté d'entrer en relation avec le serveur **ISC** afin de voir si de nouveaux firmwares sont disponibles afin de mettre le système à jour.

Le système voit alors s'il y a quelque chose à actualiser et propose à l'utilisateur de le faire. Il précise combien il y a d'items à télécharger, par ex. 5, et informe l'utilisateur de la progression du téléchargement de ces 5 items. Pendant la mise à jour, le pourcentage de l'avancement s'affiche jusqu'à 100%.

Tous les composants du système redémarrent après mise à jour de leur nouveau firmware.

La seule exception est le Handset **APECS 4™**. Le Handset **APEC 4™** attend en effet que les mises à jour soient achevées. A ce moment là, il demande **Reboot**, l'utilisateur devant alors acquiescer par **Yes**.

Dans un avenir proche, **ISC** fournira des extensions complémentaires comme un **calculateur de décompression intégré dans le Handset**, un capteur de pression "au sec" dans la tête (**Meg15**), ainsi que d'autres composants aussi bien matériels que logiciels pour améliorer l'agrément du plongeur. **ISC** mettra en ligne ces améliorations sur son site www.megccr.com et sur les réseaux sociaux.

Pour accéder à ces futures ressources, l'utilisateur aura besoin d'un login et du numéro de série **HNDmmdyyxx1P** de son **APECS 4™**. Lors de la mise à jour de l'**APECS 4™**, les nouvelles fonctions s'afficheront et il sera proposé à l'utilisateur de les valider.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

RÉSUMÉ DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DANS L'ORDRE

1. Se mettre en mode A.P.
2. Se connecter au serveur Web de l'APECS 4™ en utilisant le nom du réseau Wi-Fi (SSID) et l'URL spécifiés.
3. Saisir les informations du réseau Wi-Fi.
4. Couper (Off) le Wi-Fi sur l'APECS 4™
5. Activer Join pour se connecter au réseau Wi-Fi préalablement programmé.
6. Une fois connecté, choisir "Update" pour obtenir les derniers firmwares. En cas de mise à jour du Handset APECS 4™, choisir Reboot lorsque demandé. Si aucune mise à jour n'est disponible, choisir Off pour couper la liaison Wi-Fi.
7. Pour télécharger les carnets de plongée, employer Join ou A.P. et se connecter à un ordinateur.

RÉSEAU SECONDAIRE

Le réseau Secondaire **ISCAN** est un réseau **CAN** utilisable au choix du plongeur avec n'importe quel Handset **APECS ISCAN** ou un ordinateur de plongée **Shearwater** à base **DiveCAN**.

La seule chose à faire est de connecter l'appareil au réseau Secondaire après avoir installé la source d'alimentation (pile **alcaline** 9V type 6F22).

Le réseau Secondaire est totalement isolé du réseau Primaire au niveau des informations, des sources d'énergie et de la calibration.

Le réseau Secondaire ne contrôle en rien le fonctionnement du Solénoïde. Il constitue seulement un moyen de surveillance du système (monitoring).

Le seul point commun entre les réseaux Primaire et Secondaire est l'ensemble des 3 capteurs. Chaque réseau affiche les informations des capteurs.

Handset Primaire (**APECS 4™**) et Secondaire (par ex. **Petrel**) sont totalement isolés et indépendants l'un de l'autre.

On a pu vérifier qu'une coupure d'un câble de l'un des Handsets avec des brins dénudés et dans l'eau salée n'avait pas d'influence sur le fonctionnement de l'autre Handset.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

OPÉRATION DU HUD

Le HUD (**H**ead **U**p **D**isplay) est disponible :

- sur le réseau du Handset Secondaire dans le cas d'un système à 2 Handsets **APECS™**

- sur le réseau du Handset Primaire dans le cas d'une configuration **Shearwater (Petrel sur le réseau Secondaire)**.

Le HUD fournit des informations sur l'état de chacun des 3 capteurs à l'aide d'éclats de couleurs : nombre et fréquence de ces éclats.

Remarque pour les versions précédentes **APECS 2.5/2.7**

A tout moment le plongeur pouvait arrêter le HUD, tout particulièrement après la plongée pour économiser l'énergie, et il pouvait le réactiver à tout moment.

Note : Si le HUD avait été préalablement désactivé et si la **PO₂** descendait en dessous de 0.5 il se réactivait automatiquement jusqu'à ce que la **PO₂** remonte au dessus de 0.5 et ensuite il se désactivait.

La luminosité du HUD pouvait également être ajustée entre Brillant (Bright) et Sombre (Dim). Le mode Dim était utile en environnement sombre, là où le mode Bright aurait pu se révéler gênant. Le mode Dim n'économisait pas l'énergie, en fait il consommait davantage.

Le HUD est un outil précieux pour le plongeur, ses équipiers ou l'instructeur. On peut en effet savoir à tout instant ce que l'utilisateur respire en observant la couleur et la fréquence des éclats.

Le tableau suivant résume le codage (cas d'un HUD à une seule LED)

Couleur	PO₂	Éclats	Condition
Rouge	<0.50	Clignotements rapides	Alerte préliminaire d'une boucle Hypoxique
Rouge	0.5	5 Brefs	
Rouge	0.6	4 Brefs	
Rouge	0.7	3 Brefs	
Rouge	0.8	2 Brefs	
Rouge	0.9	1 Bref	
Orange	1.0	1 Bref	Après calibration à l'O₂ si P_{atm} 1.0 bar
Vert	1.1	1 Bref	
Vert	1.2	2 Brefs	
Vert	1.3	3 Brefs	
Vert	1.4	4 Brefs	
Vert	>1.5	Clignotements rapides	Alerte préliminaire d'une boucle Hyperoxique



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Exemple : Le set point choisi est 1.2

Durant la plongée, le plongeur observe la séquence suivante :

Capteur #1 **vert, vert**, pause **brève** Capteur #2 **vert, vert**, pause **brève**

Capteur #3 **vert, vert**, pause **longue**. Puis le cycle recommence.

Note : Le principe est plus compliqué à expliquer qu'à comprendre !!!

NOTE : UNE ALTERNANCE RAPIDE D'ÉCLATS ROUGES / VERTS SIGNIFIE QUE LE HUD N'EST PAS CALIBRÉ.

CONFIGURATION D'UN HUD À 2 LEDs

Les 2 LEDs d'un tel **HUD** sont orientées à environ 90° l'une de l'autre pour venir en aide aux utilisateurs atteints de daltonisme à des degrés divers.

La diode **supérieure** est la diode **verte**, la diode **inférieure** la diode **rouge**.

Les séquences des éclats sont identiques à celles du tableau ci-dessus. Simplement, une **PO₂** de 1.0 fera clignoter les 2 diodes simultanément au lieu d'un clignotement **orange** pour une LED unique.

DANGER ! Le plongeur doit être attentif en permanence au bon fonctionnement des systèmes Primaire et Secondaire. Si le réseau Primaire n'affiche plus la PO₂ correctement sur l'APECS 4™ ou le HUD, le Solénoïde risque de ne plus assurer les injections.

DANGER ! Si le réseau Secondaire dysfonctionne et que l'on utilise un calculateur de décompression approuvé par ISC (Petrel DiveCAN), celui-ci ne calculera plus la décompression correctement. Le plongeur doit donc avoir prévu un système de décompression redondant.



**APECS 4™ INSTRUCTIONS
OPÉRATIONNELLES
(VF1.0)**

CONFIGURATION APECS / Shearwater Petrel

Le hardware ISCAN, combiné avec l'APECS 4™, autorise l'intégration de solutions externes de décompression. Pour l'instant un seul produit répond à un cahier des charges particulièrement contraignant :

Le calculateur Petrel DiveCAN de Shearwater Dive Computers

L'intégration est réalisée simplement en connectant le calculateur au réseau Secondaire (Plug & Play). Le Shearwater possède sa propre alimentation interne. Le réseau Secondaire ISCAN fournit les informations à l'appareil, permettant ainsi le calcul en temps réel de la décompression.

Les 3 capteurs ISC I22D sont reliés aux réseaux Primaire et Secondaire grâce à un circuit particulier d'isolation (Isolation Board).

Un défaut quel qu'il soit sur l'un des sous-ensembles (réseau Primaire, réseau Secondaire, système Shearwater, câble) n'affecte en rien les autres parties de l'ensemble du système APECS / ISCAN.

Les Instructions Opérationnelles, les différentes Procédures, les limitations, ainsi que les mises à jour logicielles et le support technique, sont disponibles directement sur le site de Shearwater Research Inc.

(www.rebreather.ca)



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

DESCRIPTION ET MAINTENANCE DE L'ENSEMBLE MEG15

La tête du **Meg15** représente une génération entièrement nouvelle par rapport à la génération **Megalodon APECS 2.5/2.7** longuement testée dans les domaines civil et militaire (U.S. Navy MK-28).

Ensemble tête Meg15 et APECS 4™





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

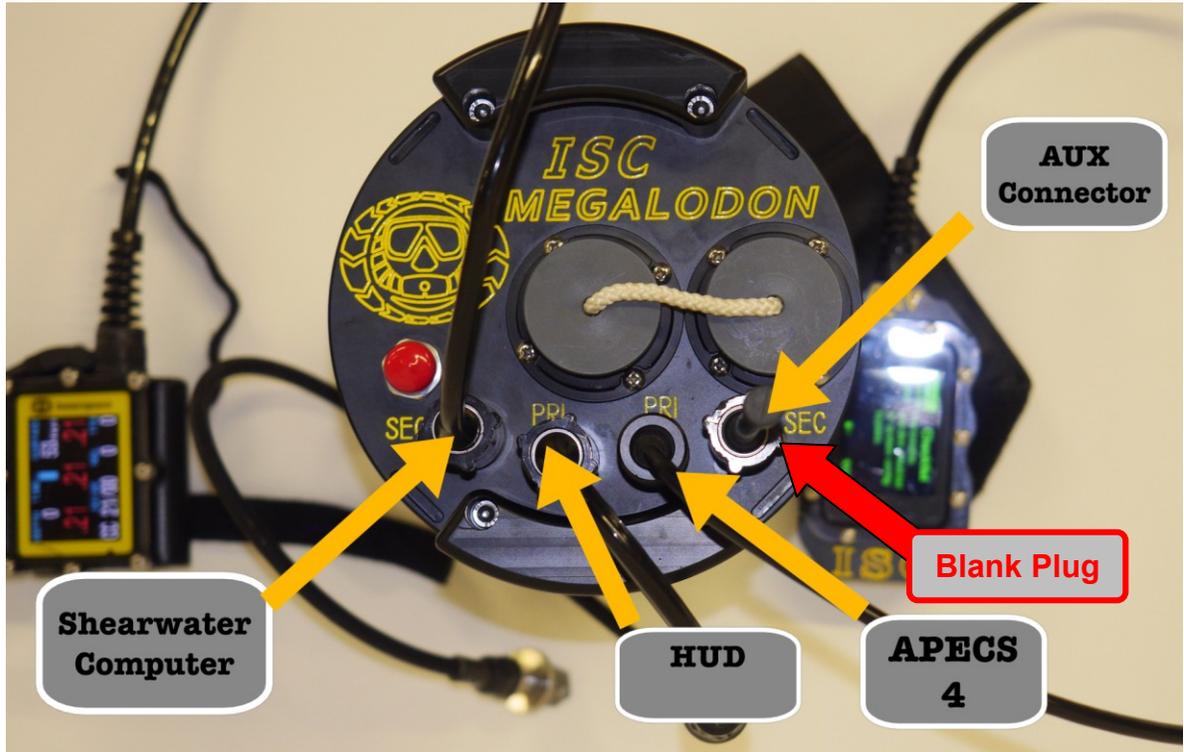


Glossaire:

- Top handle : Poignée supérieure
- Bottom handle : Poignée inférieure
- Oxygen inlet : Arrivée d'Oxygène
- Right shoulder : Côté épaule droite du plongeur
- Left shoulder : Côté épaule gauche du plongeur
- Inhale : Tuyau inspiratoire
- Exhale : Tuyau expiratoire
- Secondary Network Shearwater : Réseau Secondaire Shearwater
- Primary Network HUD : Réseau Primaire HUD
- Primary Network APECS 4™ : Réseau Primaire APECS 4™
- Secondary Network Spare Port : Réseau Secondaire Port Auxiliaire



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

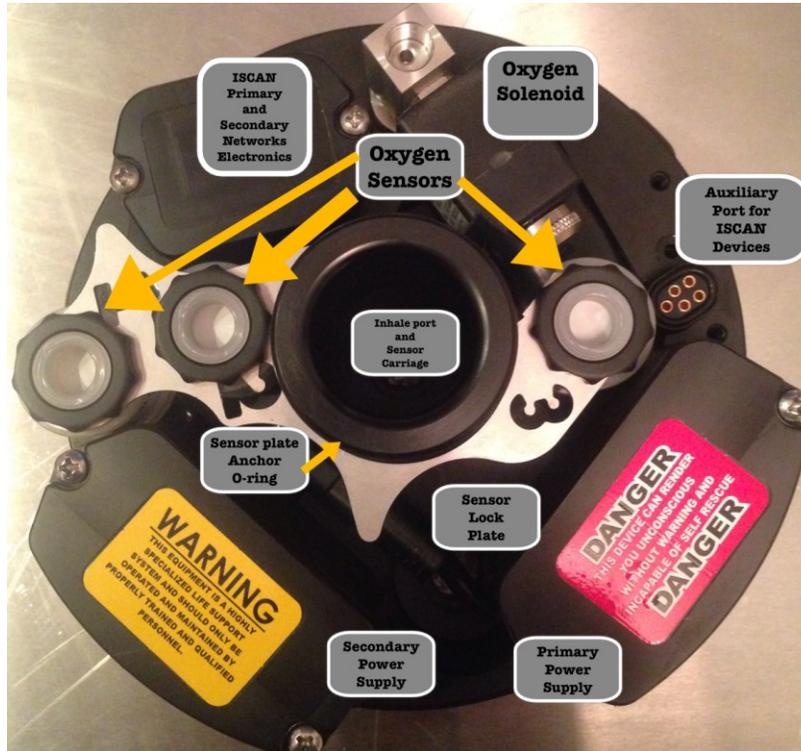


Les différents branchements

NOTE : Un connecteur factice (Blank Plug) doit toujours être placé sur le connecteur Auxiliaire (AUX Connector) si aucun appareil n'y est branché.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Tête du Meg15 (vue de dessous)

Glossaire:

- **ISCAN Primary and Secondary Networks Electronics** : Boîtier électronique des réseaux Primaire et Secondaire
- **Oxygen Solenoid** : Solénoïde Oxygène
- **Oxygen Sensors** : Capteurs Oxygène
- **Auxiliary Port for ISCAN Devices** : Port pour accessoires ISCAN (Ex. Capteur de Pression)
- **Inhale Port and Sensor Carriage** : Raccord Tuyau Inspiratoire et Porte Capteurs
- **Sensors Plate Anchor O-ring** : Joint Torique de Maintien de la Plaque Porte Capteurs
- **Sensor Lock Plate** : Plaque porte Capteurs
- **Primary Power Supply** : Alimentation Réseau Primaire
- **Secondary Power Supply** : Alimentation Réseau Secondaire



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

LES CONNECTEURS ÉTANCHES SubConn / SeaCon

ISC est foncièrement opposé à l'emploi de connecteurs dans la mesure où ils contribuent à diminuer la fiabilité en raison d'un usage abusif ou incorrect.

Néanmoins **ISC** a fait le choix d'un connecteur étanche largement employé dans les domaines sous-marins (**ROV** par ex.). Ce connecteur offre une grande fiabilité lorsqu'il est employé dans les règles de l'art.

Les connecteurs **SubConn / SeaCon** sont des connecteurs certifiés aux plus hautes pressions : celles des profondeurs océaniques. Ce type de connecteur possède 5 contacts dorés encapsulés dans un caoutchouc de type **EPDM**.

Ce connecteur est prévu pour être enfiché aussi bien à sec que sous l'eau.

Les **eCCR Meg 15** et **Pathfinder** utilisent ces connecteurs **SubConn / Seacon** afin de permettre un changement facile de périphérique endommagé ou défectueux, ou d'adapter sa configuration en modifiant aisément la position des périphériques **ISCAN**.

La tête du **Meg15** possède 4 connecteurs: 2 pour le réseau Primaire, 2 pour le réseau Secondaire.

L'**APECS 4™** est relié au réseau Primaire par le connecteur **PRI** côté épaule gauche du plongeur et donne accès à toutes les commandes du Solénoïde.

Le **HUD** est relié au connecteur **PRI** côté épaule droite du plongeur.

Si le plongeur souhaite utiliser le réseau Secondaire, il doit d'abord installer les piles correspondantes, puis relier le périphérique souhaité (autre **APECS 4™** ou **Shearwater Petrel DiveCAN** par ex.) à l'un des 2 **SubConn / Seacon** côté épaule droite.

Le connecteur libre restant DOIT impérativement être muni d'un Plug Factice (Blank Plug) pour prévenir tout dommage.

Le **Pathfinder** est conçu de même, mais il ne possède qu'un seul connecteur Secondaire.

AVERTISSEMENT ! Ne jamais plonger avec un connecteur non relié, quel qu'il soit !!! Utilisez un Blank Plug !!!

Des tensions d'alimentation sont présentes sur certaines des broches.

En cas de contact avec l'eau, il en résultera une corrosion par électrolyse.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Manipulations

- Toujours protéger les connecteurs non utilisés par des Blank Plugs lorsque l'on plonge.
- Toujours laisser les connecteurs installés sauf lors du transport ou pour raison de maintenance. Cela n'empêche pas de les entretenir !
- Inspecter soigneusement les connecteurs après un stockage prolongé, chaque mois ou au retour d'un voyage plongée.
- Graisser régulièrement les connecteurs avec une graisse approuvée.
- Déconnecter en tirant légèrement l'embout du connecteur et non le câble, tirer dans l'axe et non de travers.
- Installer les connecteurs en les poussant bien dans l'axe dans leurs réceptacles et verrouiller au moyen des manchons, sans forcer.

Nettoyage

- Le mieux pour nettoyer les connecteurs est d'employer de l'alcool isopropylique à 100%, lequel est compatible avec l'intérieur de la boucle. En cas de début de corrosion, utiliser du **ProGold**, **DeoxIT** ou autre.

Attention, ces derniers ne doivent jamais entrer dans la boucle !

- Utiliser une brosse à dents souple pour nettoyer doucement les broches des **SubConn / SeaCon**
- **Il est impératif de regraisser après nettoyage avec une graisse approuvée ! Ne jamais utiliser d'huile ou d'essence sur de l'EPDM !**

Graisses approuvées

Dow Corning Molykote 111 ou Dow Corning Medium 44



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

SubConn / Seacon pour APECS 4™ / Modules ISCAN / DiveCAN



Une bonne précaution à prendre en particulier lors du transport



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



L'alcool isopropylique 100% est approuvé pour le nettoyage des contacts y compris dans la boucle respiratoire

L'alcool isopropylique (isopropanol ou propan-2-ol) est utilisé pour nettoyer et dégraisser tous types de matériaux (contacts, O-rings, etc...) lors de la fabrication et du montage des Recycleurs.

Il est compatible avec l'intérieur de la boucle respiratoire.

C'est le solvant de choix en cas de noyade de celle-ci.

Il est vendu chez les fournisseurs spécialisés en matériel électronique.



Exemple de corrosion dû à un manque d'entretien et de graisse



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Kit d'entretien pour connecteurs

AVERTISSEMENT !

Ne jamais employer de solvant ou de nettoyant électrique à l'intérieur de la boucle. Seul l'alcool isopropylique 100% est approuvé.

Voir sur le site ISC la vidéo YouTube correspondante



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



CAPTEURS OXYGÈNE

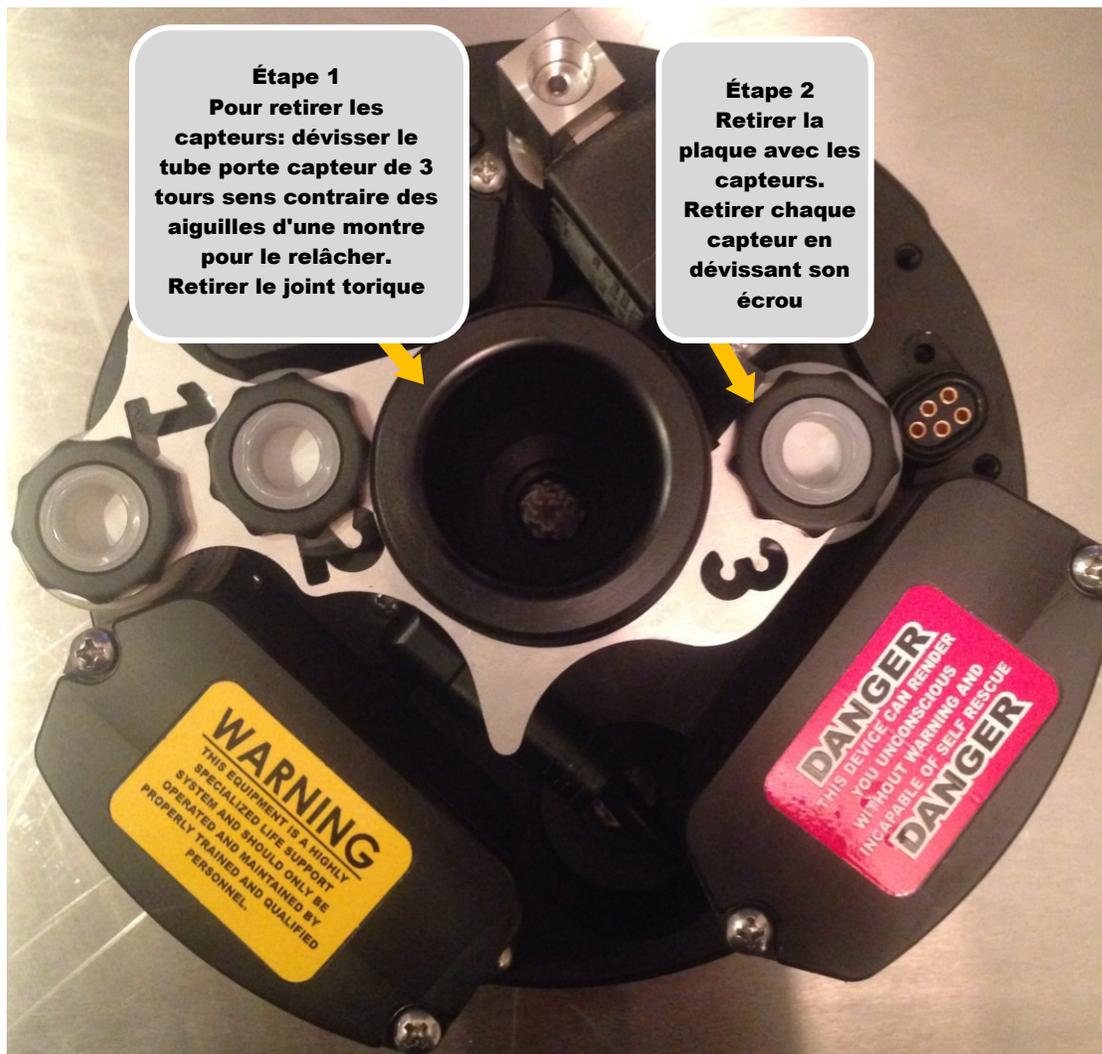
- N'employer que des capteurs **ISC I22D** approuvés. Ce sont les seuls testés avec le **Meg15**, le **Pathfinder**, et les Recycleurs **ISC**.
- Changer les capteurs une fois par an. Vérifier leur date de fabrication en vous assurant qu'elle ne remonte pas à plus de 6 mois.
Dans le cas contraire, contacter **ISC**.
- **Ne jamais utiliser des capteurs Oxygène dans un CCR s'ils ne donnent pas des résultats identiques à ceux observés lorsqu'ils étaient neufs !**
- **Voir la page "Exigences du Système" pour d'autres informations.**



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

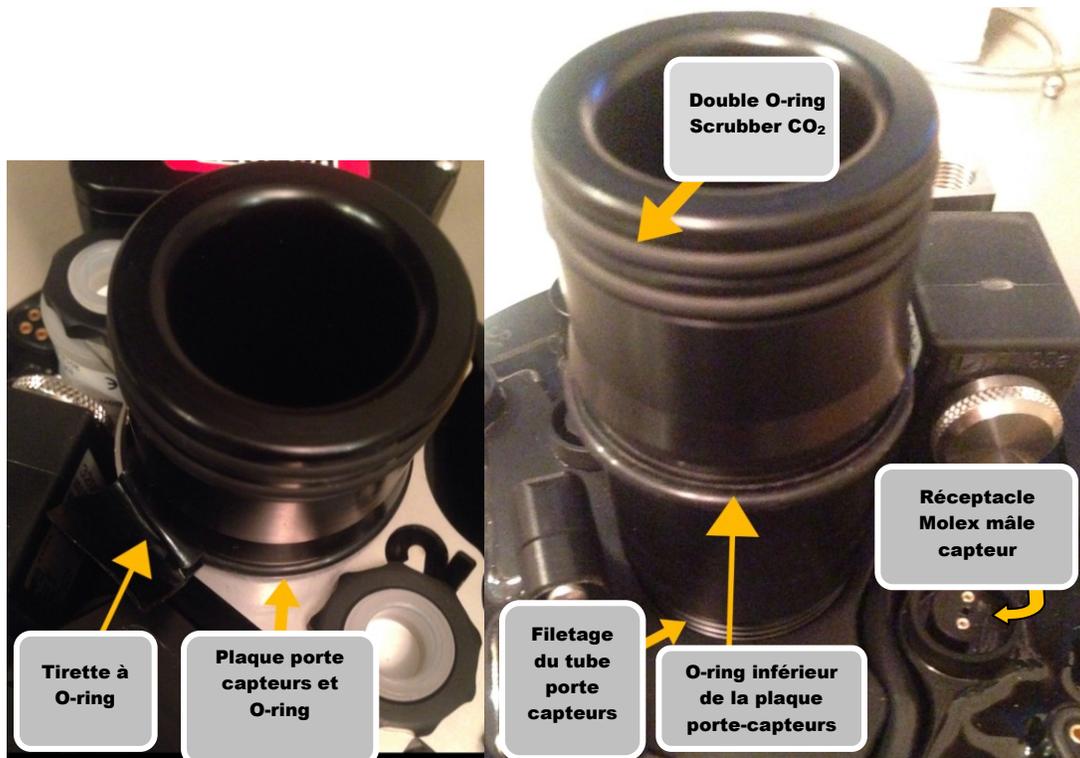
Dépose des capteurs Oxygène :

- Dévisser le tube porte capteur de 3 tours pour libérer la plaque
- Retirer le joint torique de maintien en s'aidant de la tirette
- Retirer délicatement la plaque avec les 3 capteurs
- **Ne pas faire tomber la plaque et les capteurs !!!**
- Retirer chaque capteur en dévissant son écrou noir de blocage





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

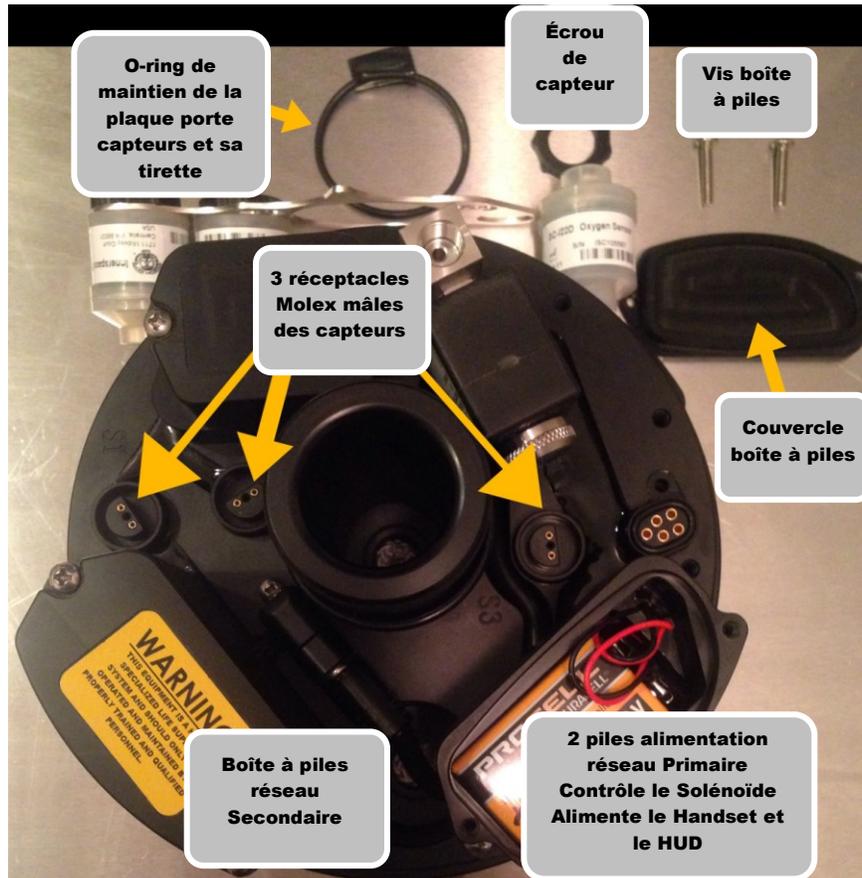


Repose des capteurs Oxygène

- Étiqueter chaque capteur (feutre fin indélébile) avec sa position et sa date de mise en service. Noter ces informations dans le logbook de la machine
- Installer chaque capteur sur son réceptacle
- Poser la plaque sur les capteurs, assurer les écrous noirs sans excès de serrage
- Reposer le joint torique avec sa tirette rabattue vers l'intérieur de la tête
- Bien ajuster sans forcer le porte capteurs
- Vérifier que la plaque est en place et ne bouge pas.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



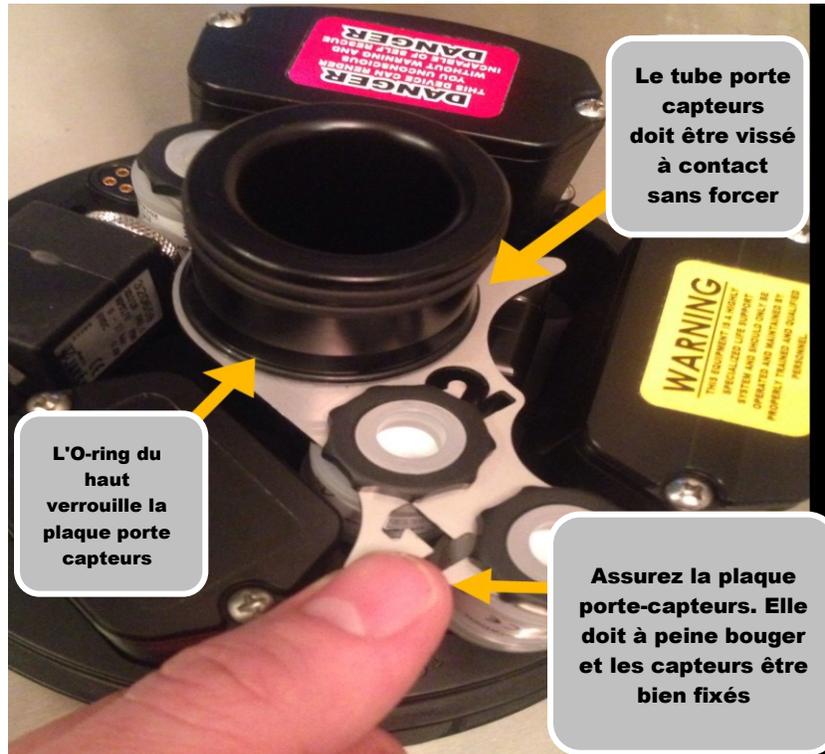


APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)



Remplacement des piles 9V de la tête du Meg15

La tête du **Meg15** possède 2 réseaux **ISCAN** indépendants. Chacun d'eux possède sa propre source d'énergie placée dans un compartiment étanche et résistant à la pression. Les piles sont du **type alcaline 9V modèle 6F22**.

La source d'énergie Primaire est dans le compartiment muni de l'étiquette **rouge "Danger"**.

La source d'énergie Secondaire est dans le compartiment muni de l'étiquette **jaune "Warning"**.

Les 2 réseaux sont indépendants l'un de l'autre.

Le réseau Primaire assure à lui seul et seulement à lui seul le fonctionnement du Solénoïde qui alimente en Oxygène la boucle respiratoire.

Le contrôle du set point doit être activé et le bloc d'Oxygène ouvert !



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Chaque réseau est alimenté à partir de 1 ou 2 piles 9V. Si une seule pile 9V (cas du **Meg15**) est installée, l'autonomie du réseau correspondant sera affectée, surtout celle du réseau Primaire qui est chargé d'alimenter le Solénoïde.

Si cette pile est défaillante, la seule façon de maintenir le set point est le pilotage manuel.

Cela ne devrait poser aucun problème à un plongeur habitué à cette procédure.

Dans le pire des cas, si l'ensemble des sources d'énergie Primaire et Secondaire de la tête sont défaillantes, la batterie de l'**APECS 4™** et celle du calculateur **Shearwater (Petrel DiveCAN)** assurent l'alimentation des réseaux, mais le pilotage ne peut évidemment être que manuel.

Remplacement des piles

- Arrêter toutes les électroniques à partir du Handset **APECS 4™** et du **Shearwater DiveCAN (Petrel)** indépendant
- Retirer les vis du couvercle de compartiment des piles, ôter le couvercle, retirer soigneusement les piles. **Ne pas brutaliser les fils.**
- Installer les nouvelles piles, clipser soigneusement chaque connecteur
- Lubrifier l'O-ring du couvercle avec la graisse **Dow Corning Molykote 111**, replacer le couvercle.
- Engager chaque vis en veillant à ce qu'elle ne soit pas de travers et la serrer modérément à contact, **sans plus !**
- Activer l'ensemble des systèmes Primaire et Secondaire, vérifier le niveau des sources d'énergie, renseigner le document Pre-Dive sur les valeurs correspondantes.

Veiller à bien arrêter les réseaux Primaire (menu Off de l'APECS 4™) et Secondaire (menu Off du Shearwater DiveCAN Petrel) sinon le système complet fonctionnera jusqu'à épuisement des sources d'énergie.

NOTE : Le fait de remplacer les piles active automatiquement les réseaux ISCAN. Il est donc de la responsabilité de l'utilisateur de s'assurer qu'ils sont bien arrêtés (menu Off).

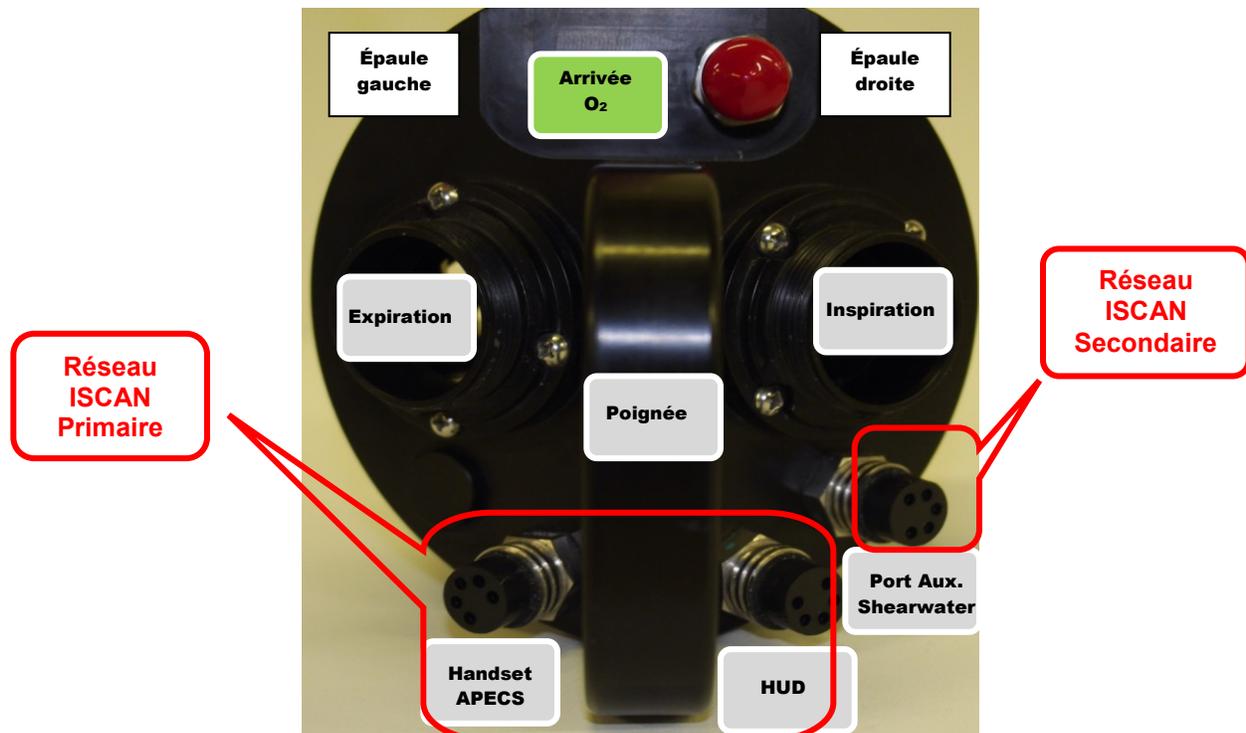
Les 4 activations possibles des systèmes ISCAN

- Pressions simultanées sur les boutons **MENU** et **ACTION / CONFIRM**
- Activation par les contacts humides
- Branchement de certains périphériques, le **HUD** en particulier
- **ET changement de piles !**



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

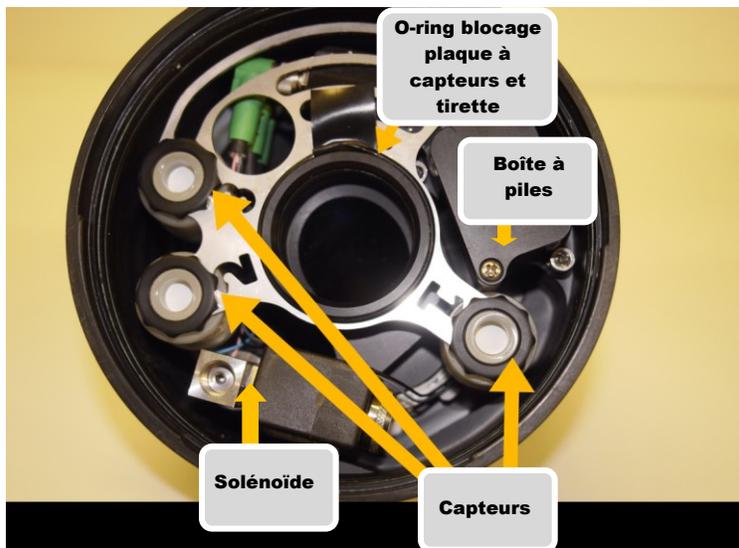
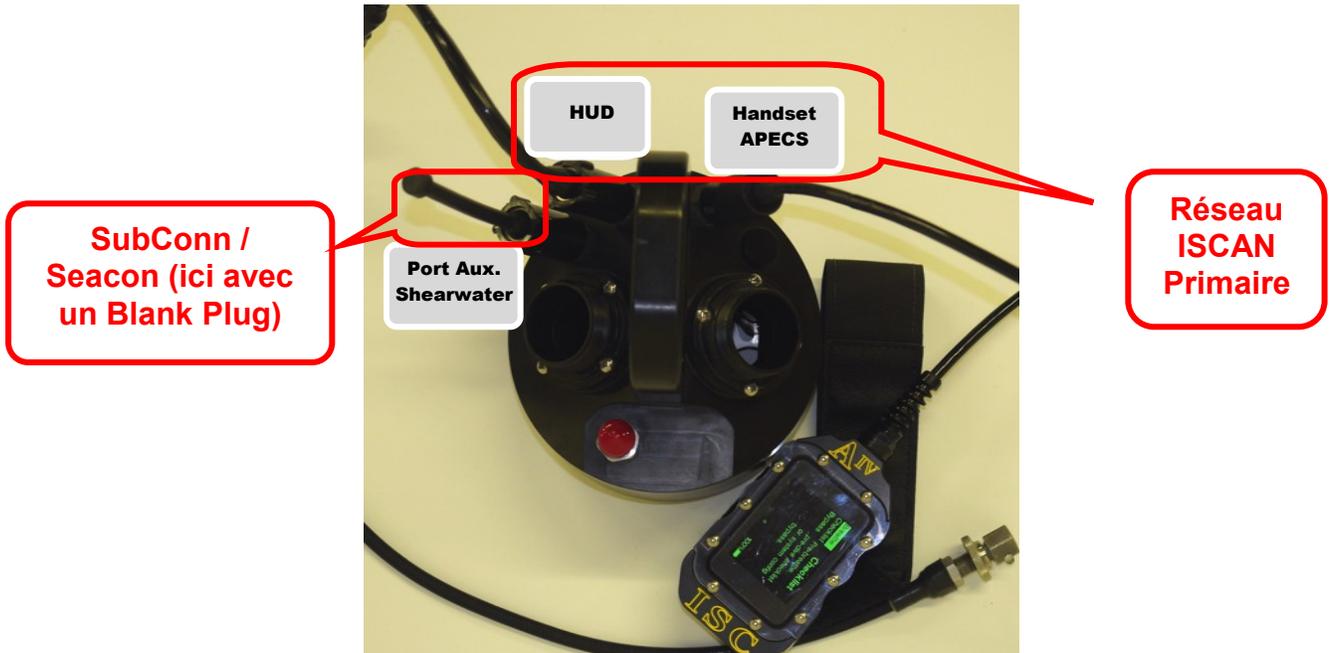
LA TÊTE ÉLECTRONIQUE DU PATHFINDER



Tête du Pathfinder (vue de dessus)

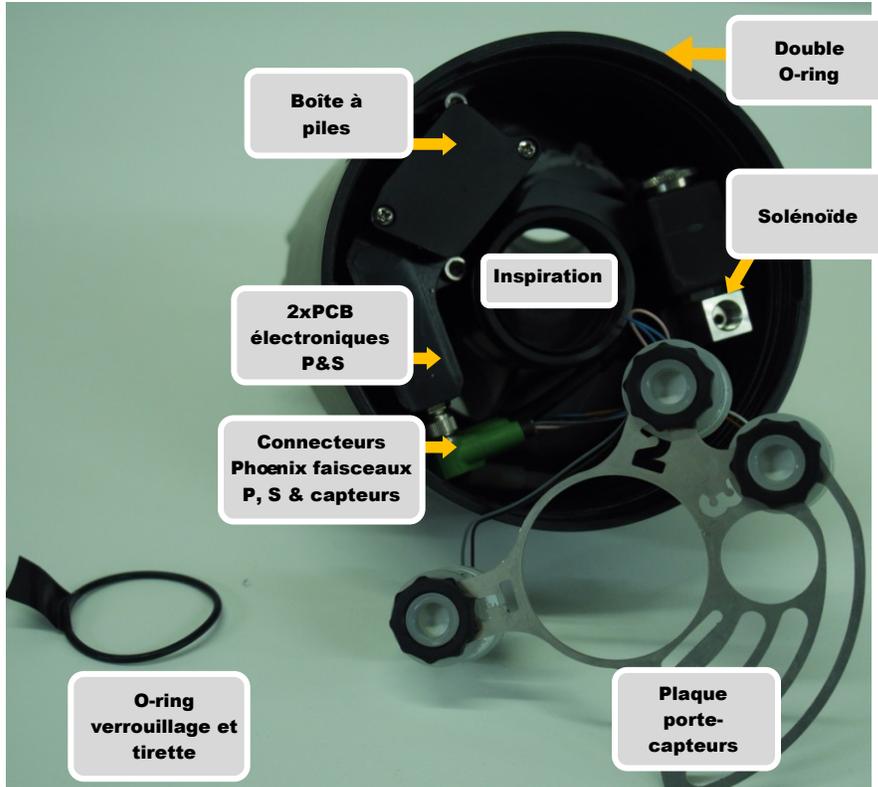


APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)





APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Changement d'un capteur O₂ sur le Pathfinder



Mode opératoire de la dépose

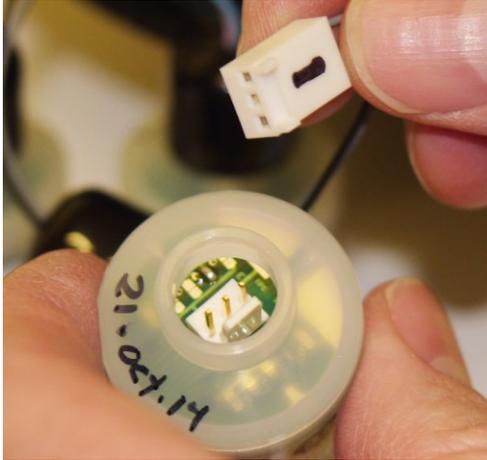
- N'utiliser que des capteurs ISC I22D
- Retirer l'O-ring maintenant la plaque porte-capteurs
- Déposer la plaque porte-capteurs
- Déposer le capteur
- Débrancher le connecteur Molex en déverrouillant la languette et en le tirant doucement.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

NOTE : NE PAS TIRER SUR LES FILS AU RISQUE D'ENDOMMAGER IRRÉMÉDIABLEMENT LE CONNECTEUR !

Repose des capteurs Oxygène



La repose se fait exactement à l'inverse de la dépose. Attention à ne pas pincer les fils du faisceau lors de la repose de la plaque porte-capteurs.

Installation et dépose des piles

L'installation, la dépose et le remplacement des piles se font de la même manière que pour le **Meg15**, en prenant les mêmes précautions.

Les réseaux Primaire et Secondaire du **Pathfinder** n'utilisent chacun qu'une seule pile **alcaline 9V modèle 6F22**.

Équipement de base pour Meg15 et Pathfinder avec APECS 4™

- 1 ou 2 piles **alcalines** 9V 6F22 pour chaque réseau Primaire et Secondaire
- Un câble Micro USB / USB Standard, un adaptateur de chargement pour recharger l'**APECS 4™**
- 3 capteurs **ISC I22D** de moins d'1 an à la date de réception
- De la graisse **Dow Corning Molykote Medium 44** et / ou **Molykote 111** pour lubrifier les connecteurs **Subconn / Seacon**, une graisse compatible O₂ type **Christolube** ou **Tribolube** pour les O-rings silicone (couleur **orange**) et ceux en contact avec l'Oxygène



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

- De l'alcool isopropylique 100% et une brosse douce pour nettoyer les contacts électriques
- Un nettoyant contact type **DeOxIT**, **ProGold** ou équivalent
- Un analyseur d'Oxygène pour vérifier le contenu 100% du bloc O₂
- Un bloc contenant 100% d'Oxygène si l'on ne calibre pas à l'Air
- Une Check-list pour **Meg15** ou **Pathfinder**
- Ce manuel et le N° de téléphone pour contacter **ISC** si besoin d'information pour une utilisation en sécurité : **+1 360 330 9018**
- **Un plongeur suffisamment responsable pour lire ce manuel et appliquer les conseils.** Avec en plus des aptitudes, une attitude et une condition physique indispensables à l'utilisation d'un **CCR**
- Tout manquement à ces conseils équivaut à un plongeur en sursis de mort ou au minimum soumis à une belle frayeur !

CONNAISSANCES AVANCÉES SUR LES CAPTEURS O₂

Savoir calculer la tension d'un capteur

Calculer la tension fournie par un capteur en fonction de la **PO₂** à laquelle il est exposé, ou à l'inverse, calculer la **PO₂** à partir de la tension de ce même capteur, est un savoir-faire précieux.

Ce type de calcul permet à tout moment de vérifier la cohérence des indications affichées sur le Handset.

Avec un tel outil, on peut s'assurer de la pureté 100% de l'Oxygène de calibration ou prévoir la **PO₂** du mélange respiré à une profondeur donnée.

En bref, il est ainsi possible de déterminer l'état de santé d'un capteur, ou si un gaz n'est pas conforme à ce que l'on attend.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Les capteurs Oxygène **ISC I22D** ont une tension de sortie comprise entre 9.0 mV et 13.0 mV au niveau de la mer et à une température de 25°C / 77°F.
Cette "fourchette" est due au principe même du capteur, qui est un système Physico-Chimique. Un capteur est une véritable micropile.

A RETENIR : Un capteur en bonne santé est caractérisé par une relation linéaire (proportionnalité) entre sa tension de sortie U et la PO₂ d'exposition.

$$U = k \times PO_2$$

où k est une constante propre à chaque capteur

En d'autres termes, si la **PO₂** double le "millivoltage" double,
si le "millivoltage" triple c'est que la **PO₂** est trois fois plus importante, etc..

La calibration consiste pour chaque capteur à mesurer U pour une PO₂ donnée, à calculer k et à mémoriser sa valeur.

Exemple Appliquons les valeurs précédentes de la tension d'un capteur comprise entre 9.0 et 13.0 mV à l'**Air atmosphérique** (20.9% d'Oxygène) au niveau de la mer et à 25°C / 77°F, donc sous une **PO₂** de **0.209** bar pour calculer la plage de tensions de ce capteur **sous O₂ pur** au niveau de la mer **PO₂ = 1** bar.

Ce même capteur délivrera une tension $1 \div 0.209 = 4.785$ fois plus élevée.
Soit une tension comprise entre $4.785 \times 9 = 43.0$ mV et 62.2 mV dans les mêmes conditions de température et de pression.

Pour simplifier, on pourra dans une première approche (calcul de tête) admettre que la **PO₂** de l'Oxygène pur à 100% est environ 5 fois plus grande que la **PO₂** de l'Air atmosphérique.

Ce résultat, rigoureux de 4.785, ou approché à 5 (mais commode pour un calcul mental), est valable en tous lieux et en toutes conditions, car la composition de l'Air atmosphérique est invariable du fait de son brassage uniforme.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Mode d'emploi

- 1- Mesurer la tension de sortie du capteur à l'Air ambiant en utilisant l'écran **Sens** de l'**APECS 4™**
- 2- Diviser cette tension par 0.209 (**convertir 20.9% en décimal**)
- 3- Multiplier le résultat par 1 (100% O₂ pur)

Le résultat donne la tension attendue pour ce capteur dans l'Oxygène pur.

Note: Le "millivoltage" de sortie sur l'**APECS 4™** peut varier légèrement d'un réseau à l'autre en raison des tolérances des composants électroniques. C'est une des raisons pour lesquelles on calibre.

Exemple 1: Calcul de la tension de sortie attendue pour le capteur #1 qui donne 9.2 mV dans l'Air lorsqu'on calibrera dans 100% d'Oxygène.

$$9.2 \div 0.209 = 44.0$$

$$44.0 \times 1 = 44.0 \text{ mV dans l'Oxygène pur (1 = 100\%)}$$

Résultat 44.0 mV (en calcul mental on aurait fait $9.2 \times 5 = 46 \text{ mV}$)

Exemple 2: Même calcul pour le capteur #2 qui donne 12.5 mV dans l'Air.

$$12.5 \div 0.209 = 59.8$$

$$59.8 \times 1 = 59.8 \text{ mV dans l'Oxygène pur (de tête } 12.5 \times 5 = 62.5\text{mV)}$$

Le plongeur **CCR** peut établir un tableau de linéarité des capteurs pour chaque **PO₂**. Le capteur #3 donnant 11.0 mV dans l'Air, on obtient:

PO₂	.209	.5	.7	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6
Capteur #1	9.2	22.0	30.8	44.0	52.8	57.2	61.6	70.4
Capteur #2	12.5	29.9	41.9	59.8	71.8	77.7	83.7	95.7
Capteur #3	11.0	26.3	36.8	52.6	63.2	68.4	73.7	84.2

Inscrit au feutre indélébile sur un ruban adhésif et collé sur une tablette, un tel tableau permet, avec la lecture de l'écran **Sens** du Handset, de savoir si les résultats sont conformes, y compris sous l'eau.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

What if? Que faire si? Quelles questions se poser si?

Étude de cas

Que se passe-t-il si un plongeur n'obtient pas la tension calculée (mV) lors du test de linéarité ou durant la calibration, alors qu'il pensait avoir employé de l'Oxygène pur 100% ?

1- dans l'Air, il a mesuré pour le Capteur #2 une tension de 10.6 mV

2- il calcule $10.6 \text{ mV} \div 0.209 = 50.71 \text{ mV}$

3- et il obtient $50.71 \text{ mV} \times 1.0 = 50.71 \text{ mV}$ valeur calculée et attendue sous Oxygène pur.

4- Mais la valeur mesurée sur la console APECS 4™ (écran Sens) est de 40.68 mV. Pourquoi?

5- Quel est le pourcentage d'Oxygène?

6- $40.68 \text{ mV} \div 50.71 \text{ mV} = 0.8022$

7- $0.8022 \times 100 (\text{O}_2\%) = 80.22\%$ d'Oxygène. Pourquoi?

Le calcul avec les autres capteurs amènent à la même conclusion.

D'où la succession de questions...

1- L'analyseur d'Oxygène est-il bon, a-t-il été lui-même bien calibré?

2- Pourquoi obtient-on 80% d'Oxygène au lieu de 100%?

3- Ce bloc d'Oxygène a-t-il été rempli avec le mauvais gaz?

4- Y-aurait-il eu erreur d'étiquetage du bloc?

5- Quel est l'âge des capteurs? Ont-ils été expédiés depuis moins d'un an de l'usine?

7- Ces capteurs sont-ils bien du modèle approuvé **ISC I22D**?



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

La règle est : S'il y a doute, il y a doute !!!

On ne plonge pas tant que l'on n'est pas convaincu à 100% de ce que l'on respire et que les conditions de sécurité ne sont pas réunies à 100%.

Le tableau précédent prend alors tout son sens par ex. pour un set point de 1.3 bar (colonne **PO₂ = 1.3**)

PO ₂	.209	.5	.7	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6
Capteur #1	9.2	22.0	30.8	44.0	52.8	57.2	61.6	70.4
Capteur #2	12.5	29.9	41.9	59.8	71.8	77.7	83.7	95.7
Capteur #3	11.0	26.3	36.8	52.6	63.2	68.4	73.7	84.2

Pour ce set point de 1.3, quelle que soit la profondeur, le plongeur sait que sur l'écran **Sens** de l'**APECS 4™** il devra lire respectivement et à très peu de chose près des tensions de **57.2**, **77.7** et **68.4** mV respectivement.

Rien n'est plus rassurant que de voir un accord parfait à 1 ou 2 mV près entre les valeurs de l'écran **Sens** et les valeurs calculées, lorsqu'on est dans une grotte sous-marine sous 100m / 330ft d'eau de mer.

Que faire maintenant s'il y a désaccord entre les valeurs lues et celles calculées?

En cas de doute, bailout ! Ne pas perdre le temps de comprendre ce qui ne va pas. On sauve d'abord sa vie et celle de son équipier !

Ensuite viendra le temps de comprendre ce qui ne va pas.

1- Quel est l'âge des capteurs? Y-a-t-il moins d'un an qu'ils ont été envoyés de l'usine?

2- Les capteurs sont-ils du modèle approuvé par **ISC (ISC I22D)**?

3- Les réseaux Primaire et Secondaire ont-ils été calibrés correctement?

- Air ambiant
- Pourcentage d'Oxygène correct
- Plage d'altitude correcte



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

- Changement imprévu de pression barométrique
- Profondeur correcte et exposition à l'Oxygène conforme à la profondeur de calibration (Plongée à saturation seulement)
- Calibration sous pression alors que ce n'était pas prévu
- Suppression de l'Oxygène durant la calibration, due à un trop fort débit d'Oxygène, suppression dans la boucle de plus de 30 mbar, fermeture de la boucle en surpression...
- Capteurs neufs qui n'ont pas eu le temps de s'équilibrer avant leur installation
- Cumul possible d'erreurs mineures
- Calibration de la boucle complète sans avoir attendu qu'elle soit bien remplie d'Oxygène
- Humidité excessive des capteurs au moment de la calibration
- Fils des capteurs et connexions endommagés ou corrodés
- Excès d'eau sur les connecteurs de capteurs induisant des court-circuits ou des coupures du signal
- Plongeur qui se trompe de bouton lors de la calibration
- Coupure d'alimentation ou fluctuation de tension agissant sur la mesure des tensions de capteurs
- Capteurs endommagés lors d'une fausse manipulation (chute par ex.)
- Capteurs stockés ou exposés à de fortes températures avant calibration
- Capteurs stockés au réfrigérateur
- Capteurs exposés à des excès de dioxyde de carbone
- ...

LIMITATION EN COURANT DES CAPTEURS : PRÉVENTION

Lorsqu'un capteur vieillit, il devient comme n'importe quelle (micro)pile incapable de délivrer le courant qu'on lui demande. Un capteur, comme toute pile, est en effet un générateur de courant. Et l'intensité de ce courant est **proportionnelle** (linéarité) à la **PO₂**.

Comme il n'est pas pratique de mesurer directement un courant, on le convertit en une tension (voltage ou plutôt millivoltage), elle-même proportionnelle à la **PO₂** et très facile à mesurer par les micro contrôleurs.

La plupart des **eCCR** utilise un algorithme appelé "vote logique" ou "voting logic". La majorité des Recycleurs électroniques sont donc équipés de 3 capteurs (mais comme on dit, 3 c'est 2, 2 c'est 1 et 1 c'est aucun).



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

En ayant 3 capteurs, l'algorithme de vote logique peut rejeter le mauvais capteur éventuel. Mais si 2 capteurs sont mauvais de la même manière, ce sont eux qui seront pris en compte alors que le bon, minoritaire, sera exclu.

Les capteurs sont les "yeux" du Recycleur. Ils envoient leurs tensions ("millivoltages") aux électroniques, lesquelles, après calibration, sont traduites en **PO₂** qui seront lues par le plongeur sur le Handset ou le **HUD**.

Supposons que l'on fasse un compromis avec un capteur:

Par exemple on décide de l'utiliser alors qu'il arrive en fin de vie, il se peut qu'il devienne incapable de fournir les niveaux de tension correspondant à des **PO₂** élevées.

L'algorithme de vote logique va donc le rejeter, et le système ne prendra en compte dans le calcul de la **PO₂** moyenne que les 2 bons capteurs.

La situation redoutée

C'est celle de 2 capteurs qui arrivent en fin de vie, donc en situation de limitation de courant, au même moment et sensiblement de la même manière.

Ils sont majoritaires : le "bon" capteur se trouve rejeté par le vote logique

Du coup, les 2 mauvais capteurs envoyant des tensions insuffisantes, les calculateurs en déduiront une **PO₂** moyenne trop faible et demanderont au Solénoïde d'injecter du gaz.

La situation est analogue si les 3 capteurs sont simultanément en limitation de courant et de la même manière. Le système va injecter de l'Oxygène pour remonter la **PO₂**... jusqu'à un set point qui ne sera jamais détecté. On atteindra alors rapidement une situation d'hyperoxie.

POUR ÉVITER CES SITUATIONS : CHANGER LES CAPTEURS UNE FOIS PAR AN. N'EMPLOYER QUE DES CAPTEURS D'ORIGINE ISC. A la date du 12 mars 2015, le taux de rejet de capteurs ISC n'a été que de 0.03%



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

SIGNES DE LIMITATION EN COURANT EN COURS DE PLONGÉE

- Un capteur est rejeté en permanence et le demeure.
- Un capteur qui réagit lentement aux changements de PO₂.
- Un Solénoïde qui n'arrête pas d'injecter, ou le besoin d'injecter constamment manuellement alors que l'on n'est pas en train de remonter.
- Vous avez que vos capteurs sont en fin de vie ou qu'ils sont mauvais!

EN CAS DE DOUTE BAILOUT! EN CAS DE DOUTE, IL Y A VRAIMENT DOUTE, DONC BAILOUT!

ISC CCR : L'ORDRE DES PRIORITÉS

Il s'agit d'un ensemble de règles pour préparer et utiliser le Recycleur avec le maximum d'efficacité et le maximum d'agrément.

Ces règles ne souffrent aucune exception !

1- Connaître à tout instant votre PO₂ !

Cela signifie:

- Contrôler la **PO₂** de la boucle toutes les 1 à 4 minutes. Ceci est valable également pour vos compagnons de plongée en **CCR**.
- Analyser tous les gaz, y compris l'Oxygène.
Étiqueter tous les blocs avec:
 - la **MOD** (**M**aximum **O**perating **D**epth), Profondeur Opérationnelle Maximum en m ou ft,
 - la **composition avec le %O₂ en premier suivi du %He, la date de l'analyse et les initiales de celui qui a procédé à l'analyse et qui utilise les blocs.**

2- Toujours maintenir un volume de boucle adapté !

Ce volume n'est pas le volume minimum, mais plutôt le volume de boucle **optimal**. Ce volume de boucle optimal est le même volume que celui ressenti lors d'une activité soutenue comme une marche rapide. Le plongeur ne doit en



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

aucun cas ressentir un écrasement des faux poumons, sauf lors des descentes et des augmentations de pressions lesquelles appellent une addition de diluant via l'**ADV**.

Le volume de boucle minimum doit être évité car il n'est pas naturel. Il augmente la **PCO₂** dans l'organisme du plongeur et le travail respiratoire (**WOB**, **W**ork **O**f **B**reathing). Il contribue dès lors à l'élévation du stress.

3- Vêtement sec

Lorsque le plongeur est équipé d'un vêtement sec, la priorité suivante est l'injection de gaz dans le vêtement, afin d'éviter sa compression.

4- BCD

Le **BCD** (**B**uoyancy **D**evice **C**ompensator) arrive en dernier dans l'ordre des priorités.

En fait, le **BCD (Wing)** ne devrait être employé qu'en surface. Si le vêtement sec est employé pour s'équilibrer, c'est que le plongeur est surlesté et / ou que le matériau de son vêtement est compressible. Dans le cas d'un vêtement en matériau compressible, le surlestage correspondant en profondeur sera compensé par le **BCD**.

Les points ci-dessus ont pour objectif de maintenir le Recycleur dans des conditions d'utilisation sûres et de garder le plongeur en bonne santé et vivant, et ensuite d'assurer une flottabilité optimale et confortable en minimisant la charge de travail.

COMMENT SURVIVRE EN CCR

Bailout

Toujours emporter une quantité de gaz suffisante pour la réchappe. Ce n'est pas pour le plaisir de l'emporter. Dans la mesure où vous avez pris toutes les précautions avec votre **CCR**, vous ne devriez ne jamais en avoir besoin. Mais c'est peut-être quelqu'un d'autre qui risque d'en avoir besoin.

En supposant que vous ayez été bien formé et entraîné

Votre formation initiale n'est pas suffisante. Vous devez utiliser régulièrement votre **CCR** pour maintenir votre maîtrise de l'équipement et vos savoir-faire.



APECS 4™ INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Choisissez le meilleur formateur possible, très bon démonstrateur.
Il **doit** vous fournir les meilleurs supports pédagogiques y compris de sa propre production car basés sur son expérience personnelle et non récupérés de-ci, de-là, sur le Web...

Ne laissez pas le laisser-aller prendre le dessus

Une mauvaise attitude dans la pratique d'une activité à risques conduit à une probabilité élevée de catastrophes et n'ajoute aucun plaisir supplémentaire à la pratique.

Maintenez toujours votre CCR en parfait état grâce à un suivi régulier, votre formateur est là pour vous y aider.

Ne souffrez pas de la maladie des préjugés néfastes

C'est ce qu'on appelle aussi la "paralyse analytique". Si vous savez que quelque chose va mal ou est douteux, **FAITES QUELQUE CHOSE !!!** Ne restez pas figé et ne retardez pas la prise de décision. Réagissez de manière appropriée et sauvez une vie.

Suivez la Check-list de montage Pré-Plongée à la lettre

Avant d'utiliser votre Recycleur, montez la machine correctement en suivant chaque étape. Assurez-vous que tout fonctionne parfaitement avant de partir.

Accordez à votre Recycleur tout le respect et le même soin que vous donneriez à votre parachute, votre arme, ou à un petit enfant.
Nettoyez-le de manière hygiénique à la fin de chaque week-end de plongée ou au pire tous les 3 jours de plongée.

Analysez, analysez, analysez !

Sachez à chaque instant ce que contiennent vos blocs. **FO₂, END / EAD, He, Argon...** et étiquetez chaque bloc avec son contenu, la date de son analyse et vos initiales. Écrivez la **MOD** sur le côté et le fond des blocs. Utilisez le meilleur analyseur d'Oxygène et d'Hélium possible.

Pour les blocs de diluants assurez-vous de leur contenu en He. Ce que vous pensez être de l'Air pourrait peut-être contenir de l'He.

Utilisez de bons capteurs, installés correctement

N'employez que des capteurs **ISC I22D** fabriqués depuis moins d'un an et changez-les tous les ans. Malheureusement, tous les autres types de capteurs ont échoué aux tests sévères auxquels **ISC** les a soumis.



APECS 4TM INSTRUCTIONS OPÉRATIONNELLES (VF1.0)

Ouvrez le bloc d'Oxygène

C'est évident, et pourtant de nombreux plongeurs sont morts ou ont failli l'être.

N'oubliez pas les 5 minutes de respiration Pré-Plongée

C'est la meilleure façon de s'assurer que les gaz sont ouverts, parviennent à la boucle, que les indications des afficheurs sont correctes, qu'il n'y a aucune alarme, que les gaz circulent dans le bon sens, qu'il n'y a pas de fuite.

Cela n'a rien à voir avec une affaire de préchauffage de la chaux !

Surveillez votre PO₂ et celles de vos coéquipiers toutes les 1 à 4 minutes

Soyez vigilant pour vous-même comme pour vos équipiers.

Apprenez à assister un autre plongeur en difficulté

Si vous-même rencontrez un problème, vous serez heureux d'avoir un équipier entraîné à vous secourir. Des plongeurs entraînés ont pu sauver des plongeurs inconscients.

Au moindre doute, ne plongez pas

S'il y a doute, il y a doute. Ne respirez pas sur la boucle.

Rester en alerte, c'est rester vivant

Refaites régulièrement des exercices de sécurité, considérez qu'ils sont aussi un moyen de se faire plaisir.

NOTES



**APECS 4™ INSTRUCTIONS
OPÉRATIONNELLES
(VF1.0)**

INDEX DES RÉVISIONS

Date	Revision	CHANGES
1 Nov 14	NEW	
1 Dec 14	Meg 15	Added Meg 15 system
9 March 15	Pathfinder	Added Pathfinder system.
15 April 15	Edit	Official draft
21 July 15	Edit	French translation