

EDS-D1 MANUEL D'INFORMATION ET D'UTILISATION

Texte médical et traduction: Heini Schaffner, Jean-Pierre Perruchoud

L'EDS (Electronic Delivery System) est un système électronique individuel d'alimentation en oxygène par « impulsions à la demande » permettant une économie considérable des réserves d'oxygène portables en vol.

CARACTERISTIQUES

- Contrôle aisé en vol par deux boutons poussoirs.
- Taille et poids réduits par rapport aux autres dispositifs comparables.
- Choix de différents protocoles d'alimentation en oxygène.
- Ajustage automatique de la durée des impulsions en fonction de l'altitude.
- Sélection manuelle de trois différents seuils d'altitude de déclenchement afin d'économiser les réserves d'oxygène, ainsi que de trois échelons de flux d'oxygène majoré, afin de compenser l'espace mort du masque ou les besoins énergétiques accrus du pilote.
- Sélection d'un flux de durée maximale (0,5 sec) en cas d'incertitude ou d'urgence quelconque.
- Témoin vert ou rouge indiquant si l'appareil est capable ou non à délivrer de l'oxygène.
- Alarme en cas de déclenchements trop espacés ou absents, permettant d'avertir le pilote en cas de tuyauterie comprimée, coudée ou déconnectée et de canules nasales déplacées.
- Réduction de la consommation d'oxygène d'un facteur 6 à 8 par rapport aux recommandations applicables aux systèmes d'alimentation à flux constant.

La technologie de l'EDS, - les impulsions à la demande - a été reconnue par la FAA (Administration Fédérale de l'Aéronautique Américaine) comme présentant un degré de sécurité équivalent à celui requis par la norme FAR. 23.1447 aussi bien avec les canules nasales qu'avec le masque.

PRECIS DE LA RESPIRATION EN ALTITUDE

L'architecture des poumons est à l'encontre d'une bonne efficacité de l'échange gazeux, car seulement la première partie de l'air inhalé arrive jusqu'aux alvéoles, seul endroit de l'échange gazeux. La plus grande partie d'air pendule inutilement dans les voies aériennes supérieures, soit dans la bouche, la gorge, la trachée et dans les grandes bronches qui constituent l'espace mort des poumons. En plus, l'apport d'air frais ne peut se faire que pendant le tiers inspiratoire du cycle respiratoire; les autres deux tiers sont réservés à l'expiration et à une pause précédant l'inspiration suivante. Bien que l'hyperventilation augmente l'efficacité de l'échange gazeux, elle ne peut se pratiquer que dans un cadre physiologique. Quel que soit le pourcentage d'oxygène d'un mélange oxygène/air (21 % O₂ fixe), seulement 5 % O₂ sont absorbés par les poumons; le reste est expiré et se perd définitivement par un circuit ouvert ne participant pas au recyclage.

L'air léger en altitude, les besoins accrus du pilote luttant contre le froid, le tabagisme, l'obésité et l'âge avancé sont les facteurs connus propre à déstabiliser une oxygénation normalement juste suffisante, malgré l'augmentation réflexe de la ventilation qu'elle incite. Les réserves en oxygène dans le volume résiduel du poumon s'épuisent au bout de 3-5 min. Par conséquent, en montée, à partir de 1'500 m déjà, les effets indésirables de l'hypoxie aiguë peuvent apparaître progressivement (restriction du champ visuel,

décoloration de la vision et faiblesse d'accommodation, fatigue anormale, assoupissement, fourmillements, crampes musculaires, désorientation, inaptitude au pilotage, coma, décès). Nul pilote, pas même le jeune dont l'aptitude au vol a été médicalement attestée, n'est exempt de symptômes ou de dangers en dessous de l'altitude où le règlement exige l'administration impérative d'un supplément d'oxygène (>3500 à 4000 m). Logiquement, afin d'assurer le plaisir et la sécurité en vol (non seulement la survie sans joie du pilote) son pouvoir de décision analytique, sa vision (collisions en vol!) et son délai de réaction ne supportent aucune tolérance hypoxique. Pas tous les pilotes réalisent que ces recommandations réglementaires émanent de la recherche des années 60, et qu'aucune autorité d'aviation ne prendra jamais la moindre responsabilité en la matière; en son temps, le pulsoxymètre n'existait pas encore et les vols de plusieurs heures au-dessous de l'altitude critique n'ont pas été étudiés en chambres hypobares militaires! Il faudrait admettre que, lors d'un vol qui dure plusieurs heures entre 1500 et 4'000 m d'altitude, les symptômes identiques au début (sous-clinique) du bien connu "mal des montagnes" des alpinistes - maux de tête frontaux parfois tenaces, inattention, indécision, fatigue anormale avec bâillements fréquents, perte de motivation et de plaisir - sont d'ordre purement hypoxique et non provoqué par le "travail fatigant au manche" dont se vante le pilote qui le lessive autant. Bien sûr, le seuil est individuel, mais certes progressif avec l'altitude choisie et la durée du vol. Il s'agit là d'une hypoxie légère qui mène à la formation d'œdème au niveau cellulaire, une situation que seule l'administration d'oxygène ne saurait inhiber dans un délai utile. Le pilote bien oxygéné ne bâille jamais en vol; en revanche, le comptage des bâillements par minute serait le monitoring idéal de l'oxygénation cérébrale en vol.

Par l'intermédiaire de son transducteur de pression différentielle, l'EDS capte les petites variations respiratoires de la pression atmosphérique dans la tuyauterie des canules nasales ou du masque, et déclenche un jet (une giclée) d'oxygène au début de chaque inspiration. Durant la conversation du pilote, - qui ne peut se faire que pendant l'expiration -, l'EDS s'abstient de délivrer de l'oxygène. Une étude a montré que 90% de l'oxygène fourni par l'EDS serait ainsi à disposition de l'échange gazeux. C'est la façon la plus efficace d'administrer de l'oxygène.

En effet, des tests en situation réelle de vol d'altitude en planeur ont démontré que la consommation d'oxygène pourrait être réduite jusqu'à un dixième de celle qu'exige le protocole conventionnel (pour un système à flux continu) de 1 l/min par 10'000 pieds d'altitude (et ceci tient déjà compte du fait que 1 l de gaz au niveau mer se détend à 2 l à 5'500 m ou à 3 l à 8'300 m). Le simple utilisateur bénéficiera d'une économie d'un facteur de 6 à 8. L'EDS constitue ainsi le plus petit et le plus léger système d'alimentation en oxygène pour l'aéronautique, tout en étant le moins gourmand. Les anciens systèmes à débit constant ou à la demande en circuit ouvert gaspillent tout simplement les réserves limitées d'oxygène en planeur. Pour cette raison de nombreux pilotes adoptent la pratique douteuse consistant à ressentir d'abord les premiers effets de l'hypoxie (p. ex. l'assoupissement!) avant de saisir le masque en "stand by", scotomisant la portée d'une telle pratique qui veut faire détecter les symptômes de l'hypoxie par un cerveau hypoxique! Comment voudrait-il reconnaître ses ongles bleus par une vision déjà décolorée? Les expériences en chambre hypobare démontrent clairement que le pilote hypoxique est un piètre juge de ses propres capacités. De même, le pilote qui pratique l'inhalation "intermittente" ignore le gros inconvénient que toute amélioration résultant de la remise du masque ne s'établira pas avant 3 min et qu'elle disparaîtra dans un même

délai.

L'EDS D1 peut être connecté aux bouteilles et régulateurs du même producteur Mountain High ou fonctionner avec tout autre régulateur ayant des caractéristiques similaires. La pression réduite par le régulateur (env. 1 bar statique ou 25 l/min en situation dynamique) est importante; elle assure le flux nominal des impulsions d'oxygène qui détermine le calcul de la durée des giclées de l'EDS en fonction de l'altitude barométrique. Pour rappel, la pression d'oxygène diminue de façon linéaire lors du passage dans les tuyaux, soit entre le régulateur et l'EDS (dont le diamètre interne n'est que 2 mm), soit dans celui en plastic raccordant l'EDS avec les canules nasales. Les conduites devraient donc être coupées au minimum nécessaire, afin d'éviter toute réduction inutile du flux que l'EDS ne saurait compenser.

Il est fortement conseillé au pilote de se familiariser d'une manière approfondie avec l'EDS -D1 avant de l'utiliser en vol. Les canules nasales sont autorisées par la FAA (prescription FAR 23.1447) jusqu'à 18'000 pieds (5490m). Elles pourraient satisfaire jusqu'à une altitude de 32'000 pieds (9760 m), en prenant les précautions suivantes :

A chaque inhalation le pilote doit consciencieusement inspirer exclusivement par le nez. De plus, l'inspiration doit être longue et profonde, suivie d'une retenue volontaire du souffle, avant de libérer l'expiration passive. Le pilote doit carrément "aspirer" les giclées d'oxygène dans ses poumons. Il a été observé que seul le pilote attentif à sa respiration (ça s'apprend) est capable de s'oxygéner suffisamment à ces altitudes. Dès qu'un autre problème en vol l'absorbe, il retombe inconsciemment à la respiration autonome, superficielle et plus fréquente, ce qui mêle inefficacement les giclées d'oxygène à la portion pendulaire du volume inhalé.

Le masque nasal, conseillé à partir de 18'000 pieds = 5490 m, aurait l'avantage de la réutilisation partielle de l'air expiré, humidifié à 100 % et chauffé à 37 °C lors de l'inhalation précédente. De plus la ré-inhalation pourrait se faire, soit par le nez, soit par la bouche. Mais dans le circuit respiratoire, le masque est l'élément le plus mou et le moins étanche (surtout chez le barbu). Ainsi, le volume variable du masque risque d'égaliser les petites ondulations de pression respiratoires dont a besoin l'EDS pour le déclenchement précis des jets d'oxygène. Le fait que l'EDS est livré avec un paire de canules nasales et avec un masque simple en plastic (que FAR 23.1447 oblige de porter à partir de 18'000 pieds) n'annule pas ce danger potentiel. C'est aussi la raison qui empêche l'EDS de fonctionner avec des canules nasales à réservoir (du type "Oxymizer", dont le principe de construction est le stockage du débit continu durant la phase expiratoire) ou avec les types de masque ayant un sac collecteur pour l'haleine expirée.

Au-dessus de l'altitude de 24'500 pieds (7500 m) nul pilote non-acclimaté (= habitant en plaine mais volant occasionnellement en montagne) ne restera conscient ou ne survivra plus d'une dizaine de minutes sans oxygène. En cas de panne quelconque, seuls les acquis approfondis en physiologie d'altitude et ceux du fonctionnement de l'EDS, résultant en une succession d'actions utiles, pourraient en ce cas assurer la survie. Vouloir p. ex. changer la batterie de l'EDS en vol (en arrachant un fil électrique) ou reconnecter un tuyau débranché avec les mains froides, pourrait entraîner des conséquences imprévisibles. C'est pourquoi il est impératif d'avoir à disposition n'importe quel autre système en réserve, mais prêt à l'emploi.

Le réchauffage et l'humidification de l'air sec en altitude demande un grand apport

hydrique et calorique. En planeur on retrouverait les "pertes sensibles" sous forme d'une verrière givrée si l'humidité de l'air expiré n'était pas "filtrée" par une autre structure, p. ex. une écharpe. Afin de maintenir sa température corporelle, le pilote ne devrait pas se fier seulement aux semelles chauffantes qui drainent des ampères précieux de la batterie de bord à capacité déjà réduite par le froid. Un paire de "moon boots" et des boissons chaudes sont plus efficace car le travail musculaire du pilote immobilisé dans son habitacle est limité et ne peut être isométrique. Le pilote ne finira peut-être pas en hypothermie, par contre l'EDS pourrait être réglé (mode F) afin de compenser ses besoins accrus en oxygène. On pourrait ajouter ici que la bouche sèche, fréquemment notée en vol, est due à l'inhibition des glandes salivaires qui sont gouvernées par le système nerveux autonome (dont le grand sympathique est engagé en permanence durant un vol alpin). Un pilote bien hydraté en vol ne dessèche pas ses narines ou voies aériennes seulement par les giclées d'oxygène sec, mais il aura besoin d'un apport supplémentaire de liquides.

MODES DE FONCTIONNEMENT

L'EDS D1 est contrôlé à l'aide d'un sélecteur de mode opératoire à deux boutons poussoir, l'un (+) permet d'avancer dans la suite des modes et l'autre (-) de reculer.

Les différents modes affichables sont les suivants:

R/M	F25	F20	F15	F10	D12	D10	D5	N	OFF
pos. d'urgence	...sélections de flux majoré....				seuil de déclenchement				pos. arrêt

MODE N

Après OFF, le premier mode est le mode N pour "Night" ou "Now" c'est à dire maintenant en anglais. Dans ce mode l'EDS répond à toutes les altitudes selon le protocole standard d'alimentation en oxygène, fournissant des giclées à raison de 1 l/min par 10'000 pieds d'altitude et ce jusqu'à 34'000 pieds (10370m) environ. Le fait que le premier symptôme de l'hypoxie est une restriction du champ visuel (altitude >1500 m, équivalent à la diminution de la vision nocturne) a probablement conduit au mot "night" dans le mode N.

Mode N :

L'EDS délivre de l'oxygène à toutes les altitudes pression, proportionnellement à celle-ci.

NOTE IMPORTANTE

Quelque soit le réglage, l'EDS dispense à tout moment et à tous les échelons une quantité d'oxygène suffisante pour satisfaire le protocole FAR 23.1447 de la FAA.

MODE D

Les trois sélections suivantes du mode D (pour "Delayed") sont D5, D10 et D12.

En mode D5, l'EDS répondra à l'inhalation seulement s'il détecte une pression dans la cabine correspondant à une altitude barométrique égale ou supérieure à 5000 pieds (1525m).

En mode D10, l'EDS ne réagira qu'au-dessus de 10'000 pieds (3050m).

En mode D12, l'EDS réagira à partir d'une altitude barométrique dans la cabine de 11'000 +/- 250 pieds (3355 +76m). Cette fourchette a été choisie afin que l'EDS respecte la réglementation FAR 23.1447 dans une large gamme de pressions

barométriques. L'EDS n'a pas besoin de calibrage barométrique comme un altimètre car dans l'organisme du pilote c'est la pression partielle de l'oxygène qui compte. Si la pression barométrique captée est basse il déclenche à plus basse altitude effective, mais il fonctionnera toujours de manière à respecter la FAR 23.1447.

Mode D :

L'EDS retarde la diffusion d'oxygène jusqu'à ce que l'altitude pression choisie soit atteinte. Il diffuse ensuite une quantité d'oxygène identique à celle délivrée en mode N.

MODE F

Les 4 sélections suivantes sont du mode F (pour "Face mask") : F10, F15, F20 et F25. Ces modes permettent d'ajouter "un débit plancher" à celui nécessaire à l'altitude barométrique.

Par exemple :

Vous êtes à 10'000 pieds (3050m), le débit nominal (système à flux continu) serait de 1 l/min. Si vous réglez l'EDS sur F10, vous obtiendrez l'équivalent d'un débit additionnel de 1 l/min, soit au total 2 l/min. Le débit supplémentaire équivaut à 1 l/min en mode F10, à 1,5 l/min en mode F15, à 2 l/min en mode F20, et à 2,5 l/min en mode F25.

Le mode F permet à l'alpiniste de faire des provisions pour le travail musculaire ou au pilote de compenser le froid lors d'un long vol à haute altitude ou de compenser l'efficacité réduite du masque.

MODE F

L'EDS délivre la quantité d'oxygène standard selon l'altitude barométrique en vol (cf mode N) plus une quantité additionnelle.

MODE R/M

En position R/M (Réserve/Manuel), l'EDS réagit à l'inspiration en fournissant une impulsion d'une durée fixe de 0,5 sec, quelque soit l'altitude. Ceci correspond au réglage 100% sur un système conventionnel "à la demande" et à système ouvert. Le débit équivalent d'un système à flux continu serait de 10 l/min. Cette sélection pourrait aussi être employée si le pilote voulait renouveler le plus rapidement la composition du volume d'oxygène/air résiduel dans ses poumons; c'est aussi la sélection de secours en cas de détresse respiratoire, panique ou de doute quelconque.

Mode R/M :

L'oxygène délivré par l'EDS en mode R/M est maximal, indépendant de l'altitude. Ce mode est équivalent au réglage 100% des systèmes conventionnels à la demande.

AFFICHAGE DE L'INFORMATION

L'EDS-DI comporte deux LED (diodes électroluminescentes). La LED verte indique le flux d'oxygène présent lors de chaque inspiration. La LED rouge sert d'alarme en cas d'absence de flux d'oxygène, de défaut de déclenchement des giclées ou de tension insuffisante de la pile. Chaque clignotement de la LED rouge est accompagné d'un alarme sonore.

L'absence de flux d'oxygène peut être due à une bonbonne vide, une fuite, une déconnexion, un coude ou une compression de la conduite d'alimentation.

La tension de la pile peut être suffisante pour le circuit électronique, mais insuffisante pour actionner la valve magnétique de l'EDS, surtout si celle-ci est bouchée ou sous trop forte pression (p. ex. > 1 bar, provenant d'un régulateur inadéquat). En cas de tension basse de la pile, c'est à dire en dessous de 6.5 V, la LED rouge flashe environ toutes les 2 sec. Dans ce cas l'EDS continue de fonctionner encore pendant 4 heures, sous condition d'une température > 25 °C. La LED rouge flashera toutes les secondes en cas de tension < 5.5 V. Le remplacement de la pile s'impose alors d'urgence, mais il est fortement déconseillé de vouloir l'effectuer au dernier moment ou à une altitude dangereuse. Par ailleurs, si on disposait d'une alimentation externe soit par une alimentation de bord à courant continu stabilisé (100 mA, ondulations <150 mV) soit par une ou plusieurs piles de 9 V gardée(s) à la chaleur corporelle (munie de câble et connecteur coaxial approprié), elle transformerait la pile neuve à l'intérieur de l'EDS en pile de réserve qui serait utilisée seulement en l'absence de l'alimentation externe. Avec une pile alcaline neuve, l'EDS-DI fonctionne normalement durant 60-80 heures. Lorsque l'appareil est éteint il subsiste un léger courant de fuite qui limite la durée de vie de la pile à 4-6 mois. En cas de non-utilisation durant la pause hivernale il est donc conseillé de débrancher la pile. Attention, la polarité du connecteur est inversée par rapport à celui de l'EDS modèle A ou d'autres appareils électroniques. L'EDS-DI exige que le "pin" central soit négatif (-) et l'anneau extérieur soit positif (+), mais L'EDS est équipé d'une diode de protection contre une inversion accidentelle de la polarité de courte durée.

L'alarme d'apnée se déclenche après 45 sec, bien que ce ne soit jamais le pilote conscient qui cesse de respirer. C'est plutôt l'alarme indiquant une déconnexion, une inétanchéité, ou un déplacement des canules nasales ou du masque; elle signifie que l'EDS est incapable de capter les variations respiratoires de la pression .

A noter que l'alarme sonore peut être désactivée en passant momentanément (pendant une demie seconde) sur la position OFF à partir de la position "M" et en revenant au mode que l'on veut utiliser. L'alarme sonore sera réactivée dès que l'EDS sera coupé pendant plus que deux (2) secondes puis remis en marche.

SPECIFICATIONS

Ceci est une liste de spécifications de l'EDS-D1. Ces spécifications incluent les conditions standard d'utilisation et les limites opérationnelles pour lesquelles l'instrument a été conçu et testé. Elles peuvent être modifiées sans préavis.

Cadence maximale de respiration autorisée:

Fixée à 30 c/min (cycles par min) en mode R/M

20 c/min de 0-10'000 pieds

25 c/min de 21 à 25'000 pieds

22 c/min de 12 à 20'000 pieds

30 c/min au delà de 26'000 pieds

Délai de déclenchement de l'avertisseur d'apnée: fixe 45 secondes

L'alarme ne se déclenche pas dans les modes D en dessous de l'altitude seuil.

Alimentation électrique:

Tension et courant à 25% d'humidité relative (mesures en mode N et avec une fréquence respiratoire de 15/min

Insuffisant: 5.0V continu → LED rouge allumée en permanence

Minimum; 5.5V continu → LED rouge clignotant 2 fois/sec
Faible: 6.5V continu → LED rouge clignotant 1 fois/sec
Nominal: 7.8 V continu
Maximal: 10.0 V continu

Protection contre l'inversion de la polarité: Diode shunt : 1A peak maximum, pas de fusible interne ou de protection contre les surtensions). Alimentation externe par prise coaxiale Jack (polarités inversée, voir schéma général).

Autonomie de la pile:

En opération: 60 heures à 25 °C 25 % RH (Mesuré avec une pile alcaline neuve en fonctionnement normal).

En pratique il faudrait déduire les heures d'utilisation de l'EDS d'une durée réaliste de 40 heures pour une pile neuve!

En stockage: Environ 6 à 8 mois (courant de fuite de 1 µA si l'interrupteur est sur OFF)

Type de pile: Pile standard 9 V alcaline DURACELL type MN 1604 ou équivalente

Température et humidité requises : Min: 0% d'humidité de -55°C à 80°C

Nom: 25% à 25°C

Max: 100% à 50°C (proche de la condensation)

L'EDS supportera un choc de 2.5 g dans tous les axes.

Poids et Dimensions EDS :

Largeur: 6.60 cm

Hauteur A: 10.41 cm

Hauteur B: 15.87 cm

Profondeur: 3.81 cm

Poids: 0.227 kg avec pile

Poids et Dimensions Régulateur XCR:

Largeur A: 3.17 cm

Largeur B: 5.33 cm

Hauteur: 5.71 cm

Poids: 0.113 kg

Les essais ont été réalisés sous conditions normales. EDS à 25°C et une cadence de respiration de 16 inspirations/min sans détection de défaut de débit ou d'apnée.

Représentant pour la Suisse:

On Top AG

Käthi Beker, Erwin Hürlimann , Urs Zimmermann

Dorfstrasse 138630 Ruti

Telefon +41 (0)55 240-1553

info@ontopag.ch

www.ontopag.ch