**Zeitschrift:** Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

**Herausgeber:** Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

**Band:** 9 (1953)

**Heft:** 3-4: Zehn Jahre Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften : Herrn Prof. Dr. A. Gigon zum 70. Geburtstag

**Artikel:** Le générateur à oxygène utilisé par la 1re expédition suisse à l'Everste en 1952

**Autor:** Wyss-Dunant, E.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-307140

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 16.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

C. D. 612.2:551.5

# Le générateur à oxygène utilisé par la 1re expédition suisse à l'Everest en 1952

Par **Ed. Wyss-Dunant,** chef de l'expédition

L'appareil à oxygène utilisé par les expéditions anglaises à l'Everest (route Nord) était du type à circuit ouvert, c'est-à-dire, muni de bouteilles d'oxygène dont le contenu était calculé pour le nombre des heures d'emploi. Le grand inconvénient de ces appareils était leur poids de 16 kg, charge trop importante quand il s'agit de dépasser 8500 m.

Les Anglais avaient démontré durant leurs sept expéditions à l'Everest qu'un homme peut atteindre cette altitude même sans oxygène supplémentaire, mais que pour aller jusqu'à 8880 m, point culminant de l'Everest, un appareil à oxygène est indispensable. La progression de l'homme à ces altitudes est, sans oxygène, de 45–50 m par heure, de sorte que pour gravir les 380 mètres restants, que dans les Alpes on franchirait en une heure et demie, il faut compter à l'Everest avec près de sept heures de marche et autant pour la descente. Ce n'est réalisable qu'à condition de disposer d'oxygène qui, en augmentant le pouvoir ascensionnel de l'alpiniste, diminuerait les heures de marche; car il faut admettre qu'au-delà de 8500 m un camp supplémentaire est exclu.

Nous avons eu l'occasion de discuter ce problème de l'oxygène avec le Professeur *Oscar Wyss*, de l'Université de Genève. Notre idée était de pouvoir utiliser le générateur d'oxygène étudié par *Millikan* et *Pappenheimer*, en 1947[1], dans le cadre de l'aviation militaire, et qui est basé sur le principe de la libération d'oxygène, à partir du tetra-oxyde de potassium, par le $CO_2$ expiré. La vapeur d'eau est absorbée en même temps et l'oxygène libéré poussé par l'expiration dans une chambre de mélange des gaz d'où il est appelé par l'inspiration. Il s'agissait de construire un inhalateur aussi léger que possible, fonctionnant d'après le principe du circuit fermé et dont on remplacerait le générateur au fur et à mesure de son épuisement. D'après des calculs approximatifs, le poids total des générateurs au départ est le même que celui des appareils à bouteille. Cependant, le grand avantage est de pouvoir déposer au sol,

[1] *Millikan, G. A.*, and *Pappenheimer, J. R.:* Development of Chemical Oxygen Generators for use in aircraft. J. Aviation Med. **19,** 118 (1948).

d'étape en étape, les éléments nécessaires au retour et de pouvoir se débarrasser successivement du «poids mort» des générateurs épuisés.

Ainsi, le porteur serait déchargé à la fois de l'élément générateur épuisé et de celui qu'il laisse sur le sol. Grâce à cette technique, le dernier trajet vers le sommet peut être exécuté avec le poids minimum d'un seul générateur. Au retour, l'alpiniste, complètement déchargé, retrouve sa réserve d'oxygène, s'épargnant ainsi de porter sur tout le parcours – alors qu'il est épuisé par l'effort – un appareil pesant 14 kg au départ et 8 kg après larguage de la bouteille vide.

Un autre problème me préoccupait beaucoup: c'était de corriger, au moyen d'un appareil facile à manier et léger, la déficience intellectuelle causée par l'anoxie, même à des altitudes moins extrêmes, et qui gêne considérablement les observations, en handicapant tout sens critique, toute intégration de pensée. Cet appareil n'existait pas et il fallait le créer.

Le professeur *Oscar Wyss* avait précisément eu l'occasion d'être informé au sujet de générateurs à oxygène, fabriqués aux Etats-Unis par la Mine Safety Appliances Co., à Pittsburgh, Pennsylvania, et nommés «Chemox oxygen generating canisters». Ces appareils, destinés aux sauveteurs de mines, lourds et encombrants, ne se prêtaient guère aux besoins des alpinistes. Il fallait donc construire un nouveau modèle, plus léger, en se servant du «Chemox canister», c'est-à-dire, du générateur d'oxygène tel qu'il est livré par la maison américaine. Ce générateur pèse 1 kg 800 et fournit l'oxygène au fur et à mesure de la libération d'anhydride carbonique, et ceci pendant au moins 45 minutes de respiration continue. La quantité totale est à peu près de 100 l d'oxygène, ce qui peut assurer un début de 2 l/min.

Le professeur *Oscar Wyss* fit construire par le mécanicien de l'Institut de Physiologie de l'Université de Genève, M. *Marcel Ruphi*, un inhalateur à double valve, d'expiration et d'inspiration, s'adaptant à ces générateurs du type «Chemox canister», facile à fixer et à enlever. Une chambre de mélange de gaz sert de réceptacle à l'oxygène libéré. Le tout ne pèse pas plus de 2 kg 200. (L'inhalateur est construit en plexiglas, d'une légèreté et d'un isolement thermique remarquables; son poids est de 400 g ce qui, ajouté au générateur, donne le poids total de 2 kg 200.)

### *Lois de l'oxygénation*

L'oxygène doit être, au niveau des alvéoles pulmonaires, à une pression partielle de 107 mm Hg environ pour maintenir des conditions physiologiques semblables à celles du bord de la mer, où la pression barométrique est de 760 mm Hg. La pression partielle de l'$O_2$ est de 20,93 %;

celle de l'azote de 78,08 %, celle du $CO_2$ de 0,03 % et celle des gaz rares tels que l'argon et le krypton, de 0,06 % de cette valeur.

Ceci signifie que la tension partielle de l'oxygène dans l'air inhalé devrait être de 159 mm Hg. Mais il faut déduire la tension de 47 mm Hg de vapeur d'eau de la pression barométrique totale avant de pouvoir déterminer la pression partielle des divers gaz dans l'air alvéolaire. La composition de l'air alvéolaire est de 15 % environ pour l'oxygène, et de 5 % pour le $CO_2$ libéré par le sang veineux. On peut donc déterminer la pression partielle de l'oxygène alvéolaire de la façon suivante:

| | | |
|---|---|---|
| Au niveau de la mer: | Pression totale | 760 mm Hg |
| | Pression partielle de vapeur d'eau | 47 mm Hg |
| | Disponible pour les gaz | 713 mm Hg |
| | Pour l'oxygène: $15 \times 713$ | 107 mm Hg |
| A 8000 m d'altitude: | Pression totale | 270 mm Hg |
| | Pression partielle de vapeur d'eau | 47 mm Hg |
| | Disponible pour les gaz | 223 mm Hg |
| | Pour l'oxygène: $15 \times 223$ | 33,5 mm Hg |

Ainsi à 8000 m, la pression alvéolaire de l'oxygène n'est que de 33 mm au lieu de 107 mm, et il faudrait augmenter la pression partielle de l'oxygène de l'air inhalé à 50 ou 60 % de la pression totale pour obtenir des conditions alvéolaires semblables à celles du bord de la mer.

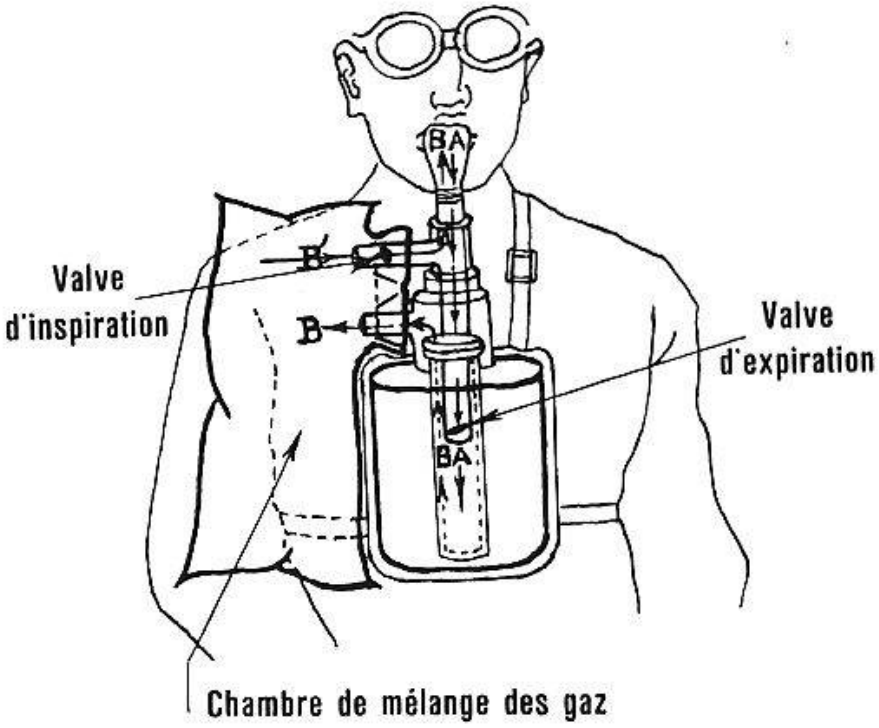
L'avantage du générateur Chemox qui fournit l'oxygène demandé selon la libération de $CO_2$, est précisément que l'efficacité de la réaction est la même à toutes altitudes, à la condition toutefois qu'à 8000 m, l'appareil ait été mis en route plus longuement qu'à une altitude inférieure. En respiration continue, il ne doit pas causer de gêne. En discontinue, par contre, l'$O_2$ étant libéré progressivement, il faut quelques minutes pour que le pourcentage d'oxygène nécessaire soit atteint dans la chambre de mélange des gaz.

Il est évident que les réactions chimiques du générateur sont d'autant plus actives que la température est plus élevée. Or, elles dégagent de la chaleur qui peut être maintenue grâce à une gaine protectrice. C'est ainsi que nous fîmes des essais en chambre froide, jusqu'à —40° C et en chambre à sous-pression jusqu'au-delà de 8000 m d'altitude. L'appareil fonctionna parfaitement et, grâce à l'étui, put être abandonné 2 heures à lui-même en chambre froide, sans qu'il en résultât un arrêt de fonctionnement ou même une diminution physiologiquement appréciable. Ainsi ces essais écartèrent nos craintes que le froid ou l'altitude freinassent la libération de l'oxygène.

## Description de l'appareil

L'appareil se compose de trois parties:

1. Le générateur d'oxygène.
2. Le tube d'inhalation avec ses deux valves.
3. La chambre de mélange des gaz.



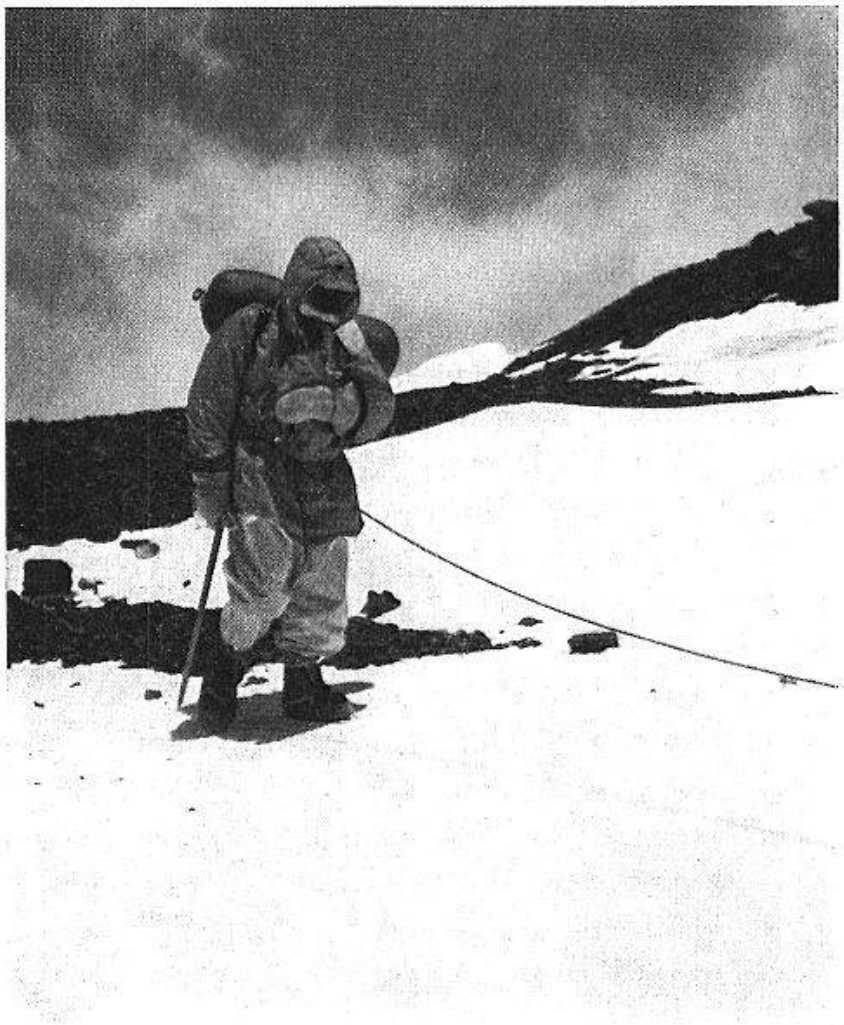

1. Le générateur est livré prêt à l'emploi. Il suffit d'enlever une bande de déchirure fixée au collet de l'ouverture évasée, puis de couper au couteau une rondelle métallique qui obture le canal collecteur des gaz sur lequel sera adapté

2. le tube d'inhalation. Celui-ci est en plexiglas et présente une partie buccale en bec de saxophone. Ce tube, de diamètre un peu inférieur au canal collecteur, s'adapte hermétiquement par un manchon en plexiglas, sur l'ouverture du générateur et est fixé par un système de levier à griffes, très facile à manier. La brièveté du tube exclut tout espace nuisible.

Deux tubes latéraux donnent entrée et issue à la chambre de mélange des gaz. Une valve s'ouvrant à l'expiration est fixée le plus bas possible dans le tube d'expiration, afin qu'elle bénéficie de la température élevée du générateur et soit ainsi à l'abri du gel. La valve d'inspiration est placée au tube de sortie de la chambre de mélange des gaz. Les deux valves sont siliconées comme protection contre le gel.

3. La chambre de mélange des gaz est flottante. Elle est en tissu imperméable ou mieux en caoutchouc mince afin de faciliter son extensibilité. Une gaine protectrice contre le froid enveloppe le générateur comme

A 8400 m



A 8000 m

un sac auquel s'attachent, aux deux angles supérieurs, une courroie de suspension qui doit passer autour du cou du porteur, et aux deux angles inférieurs, une autre courroie thoracique. Après quelques expirations, la chambre de mélange des gaz se gonfle et accorde à l'inspiration le volume d'air nécessaire.

### *Expérimentations de l'appareil sur le terrain. Conclusions*

J'eus l'occasion de faire des essais d'inhalations continues entre 6000 et 6400 m (soit sur un parcours séparant le camp III 5850 m du camp IV 6400 m).

Je fis sans oxygène le premier trajet en compagnie de mon camarade *Hofstetter*, qui est un bon marcheur, et je dus, en cours de route, lui demander de ralentir le pas pour pouvoir respirer à mon aise. Le lendemain, je refis avec lui le même trajet, mais cette fois-ci, muni de l'appareil à oxygène. J'adaptai l'inhalateur hors de la zone des crevasses, là où le glacier est plus régulier, et cette même distance fut parcourue en 57 min. au lieu de 85 min. la veille. Mon pouvoir ascensionnel avait été augmenté de 30 %.

On peut en augurer qu'à plus haute altitude, au-delà de 8000 mètres, cette amélioration de la marche peut être augmentée de 40 %, voire de 45 %.

Cependant, je dus noter certaines insuffisances de l'appareil, principalement dans le système de suspension par une courroie autour du cou, insuffisance qui devait se marquer beaucoup plus au-delà de 8000 m, où chaque mouvement supplémentaire devient insupportable.

Ainsi, l'appui à donner par la main à l'appareil pour qu'il reste à proximité de la bouche, doit être éliminé par un autre système de suspension. Ceci implique la nécessité d'ajouter un masque, ce que nous voulions éviter, pour diminuer le poids total de l'appareil, et pour laisser à l'individu son autonomie, c'est-à-dire, la liberté d'utiliser les inhalations quand bon lui semblerait, sans en être entièrement dépendant.

Un autre inconvénient est la vessie, chambre de mélange des gaz, qu'il faut, quand le vent est déchaîné (100–120 km/h) retenir sous la pression du bras, de peur que le vent ne l'arrache.

Enfin, il semble bien qu'à 8400 m, le temps nécessaire pour obtenir une accumulation suffisante de l'oxygène était plus long qu'à 6440 m, ce qui donnait l'impression à celui qui s'en servait à cette altitude, de suffoquer jusqu'à ce que l'appareil soit entré en plein fonctionnement.

Ce sont là des défectuosités qu'il est possible de corriger. Elles l'ont été, probablement, par l'expédition anglaise qui, cette année, a gagné

le sommet de l'Everest par la même route munie de générateurs à oxygène d'un type semblable, en même temps que d'appareils à bouteilles.

Immédiatement après le retour de la première expédition suisse à l'Everest, le type d'inhalateur décrit ci-dessus fut modifié par M. *Marcel Ruphi*, à l'Institut de Physiologie de l'Université de Genève. Un nouveau modèle avec masque et tuyaux fut construit dans le délai de quelques semaines, perfectionné selon les expériences faites pendant la première expédition. Mais la deuxième expédition suisse à l'Everest partit munie d'appareils à bouteilles.

On peut dès lors affirmer que ce nouvel inhalateur à oxygène à circuit fermé, s'il demande des perfectionnements à de très hautes altitudes, remplit néanmoins pleinement son but jusqu'à 7500 m, c'est-à-dire, qu'il convient à tous les essais d'observations médicales et même de traitements jusqu'à cette altitude.

Il est d'abord peu encombrant. La respiration Cheyne-Stokes et les insomnies ont été corrigées en 10 à 15 minutes. Le générateur posé debout à côté de l'oreiller peut entrer en action sans exiger de mouvements gênants.

D'autre part, j'ai eu l'occasion de corriger aussi la dyspnée d'effort qui

oblige, lorsqu'on écrit des rapports, à s'interrompre tous les 4 ou 5 mots pour reprendre haleine. Enfin, la pensée, inhibée par l'altitude, en subit d'heureux effets.

Ce petit appareil peut parfaitement convenir aussi au médecin obligé de donner des soins en position généralement essoufflante; l'absence de masque lui donne toute liberté de parole et, tout en travaillant, il peut «biberonner» l'oxygène, selon l'expression employée pendant l'expédition.

Il est donc évident que cet appareil générateur d'oxygène, si léger et si facilement maniable, restera dorénavant indispensable aux expéditions, en tant que matériel léger en opposition au matériel lourd des très hautes altitudes.

Je suis particulièrement heureux de pouvoir exprimer ici à l'Académie Suisse des Sciences Médicales notre reconnaissance pour l'appui financier substantiel qu'elle nous a apporté, et qui nous a aidés dans la construction de cet appareil ainsi qu'à l'achat d'une partie des générateurs nécessaires.

De même, nous tenons à remercier tout particulièrement Monsieur le professeur *Oscar Wyss* pour ses conseils judicieux et le temps qu'il a consacré à la fabrication de cet appareil.

### *Résumé*

L'appareil à oxygène utilisé par la première expédition suisse à l'Everest en 1952 est un appareil à circuit fermé, dont le générateur à oxygène est originaire des U.S.A. L'inhalateur en plexiglas, mobile et à double valve d'expiration et d'inspiration, avait été conçu et fabriqué par l'Institut de Physiologie de Genève, sous la direction du prof. *Oscar Wyss*.

Cet appareil pèse 2 kg ¼ et n'est pas pourvu de masque, ni de tuyauterie, ceci pour réduire au minimum l'espace nuisible et le poids total.

Le générateur, en respiration continue, est d'une durée de 45 minutes.

Cet appareil est prévu dans l'avenir comme équipement léger, en opposition à l'équipement lourd des circuits ouverts (bouteilles), qui se prêtent mieux aux altitudes dépassant 8000 m.

### *Zusammenfassung*

Der von der ersten schweizerischen Everest-Expedition 1952 verwendete Sauerstoffapparat ist ein Gerät mit geschlossenem Kreislauf, dessen Sauerstoffgenerator aus den U.S.A. stammt. Der Inhalator aus Plexiglas, der beweglich und mit einer doppelten Klappe zur Aus- und Einatmung versehen ist, wurde unter der Leitung von Prof. *O. Wyss* im Physiologischen Institut in Genf entworfen und hergestellt.

Dieser Apparat wiegt 2 ¼ kg und besitzt – um die Gesamtgröße und das Gesamtgewicht auf ein Minimum zu reduzieren – weder eine Maske noch Schläuche.

Bei ununterbrochener Atmung gibt der Generator während ungefähr 45 Minuten Sauerstoff ab.

Für die Zukunft wird dieser Apparat als leichte Ausrüstung vorgesehen, im Gegensatz zu der schweren Ausrüstung des offenen Kreislaufes (in Flaschen), der sich in Höhen über 8000 Metern besser bewährt.


*Riassunto*

L'apparecchio a ossigeno utilizzato dalla prima spedizione svizzera all'Everst nel 1952 è un apparecchio a circuito chiuso, il cui generatore a ossigeno proviene dagli Stati Uniti. L'inalatore di plexiglas, mobile e a doppia valvola d'espirazione e d'inspirazione, è stato concepito e fabbricato dall'Istituto di Fisiologica di Ginevra sotto la direzione del Prof. *Oscar Wyss*.

Questo apparecchio pesa kg 2 ¼ e non è provvisto nè di maschera nè di tubi, ciò per ridurre al minimo lo spazio morto e il peso totale.

Il generatore, a respirazione continua, dura 45 minuti circa.

Questo apparecchio è previsto per l'avvenire quale equipaggiamento leggero, a differenza dell'equipaggiamento pesante dei circuiti aperti (bottiglie), che meglio si prestano per le altitudini superiori agli 8000 m.



*Summary*

The oxygen apparatus used by the first Swiss expedition to Mount Everest in 1952 was a closed circuit apparatus of which the oxygen generator was of American origin. The inhalator of plexiglass was mobile and had a double valve for expiration and inspiration. It was designed and made in the Physiological Institute of Geneva under the direction of Professor *Oscar Wyss*.

This apparatus weighs 2 ¼ kg and does not need either a mask or a system of tubes, thus reducing the dead space and total weight to a minimum.

The generator for continuous respiration has a duration of about 45 minutes.

This apparatus is intended for future use as a light equipment in contrast to the heavy equipment of the open circuit with bottles and is best suited to altitudes above 8,000 metres.