



**HAL**  
open science

# Appareil a l'usage des laboratoires pour la condensation et la séparation progressive des éléments de l'air

Georges Claude

► **To cite this version:**

Georges Claude. Appareil a l'usage des laboratoires pour la condensation et la séparation progressive des éléments de l'air. J. Phys. Theor. Appl., 1909, 8 (1), pp.843-848. 10.1051/jphystap:019090080084301 . jpa-00241500

**HAL Id: jpa-00241500**

**<https://hal.science/jpa-00241500>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**APPAREIL A L'USAGE DES LABORATOIRES POUR LA CONDENSATION ET LA  
SÉPARATION PROGRESSIVE DES ÉLÉMENTS DE L'AIR <sup>(1)</sup>;**

Par M. GEORGES CLAUDE.

Ayant réussi ces temps derniers à appliquer dans de bonnes conditions la détente avec travail extérieur à des machines à air liquide de faible puissance, il m'a paru intéressant d'en profiter pour combiner un appareil susceptible de rendre aux recherches scientifiques des services très variés.

La figure 1 donne le schéma de l'appareil. La première impression est évidemment celle d'un ensemble assez complexe : Si les services possibles de l'appareil sont fort multiples, les robinets et les tuyaux ne l'apparaissent pas moins.

Heureusement, toute cette complication est plus apparente que réelle. Toute la partie de gauche relative à l'entretien du froid par détente compound : l'air comprimé à traiter se dessèche en C, se

---

(<sup>1</sup>) Communication faite à la Société française de Physique : Séance du 7 mai 1909.

refroidit dans les échangeurs D et E, se détend en I, provoque en J la liquéfaction sous pression d'une partie de l'air comprimé ; en réalité les différents rôles que l'appareil est apte à jouer sont concentrés dans l'appareil de séparation proprement dit, représenté à part (*fig. 2*).

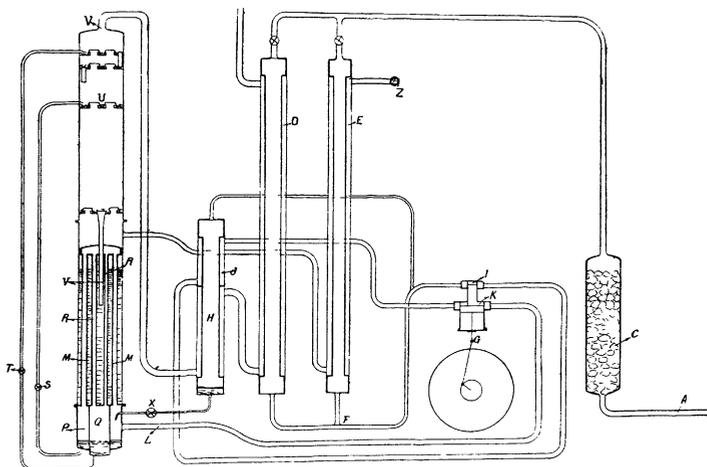


FIG. 1.

Bien entendu, j'ai appliqué dans tous ses raffinements dans cet appareil la méthode qui m'est propre et qui, grâce au retour en arrière, réalise la séparation progressive des éléments de l'air pendant le cours même de la liquéfaction. Cette séparation s'effectue, en effet, avec une telle exactitude que non seulement l'azote succède à l'oxygène dans la condensation, mais que le néon, l'hydrogène et l'hélium succèdent eux-mêmes à l'azote, malgré leur infime proportion dans l'air et sont recueillis à l'état de résidus gazeux à la fin de la condensation. Je ne sais comment s'accommodera de la chose le professeur Dewar qui, en une circonstance récente, alléguait, à ma stupéfaction, que personne ne lui avait encore prouvé l'inexactitude de sa théorie de la liquéfaction simultanée.

Amené par sa deuxième détente dans le cylindre K de la machine (*fig. 1*) à sa température de liquéfaction, l'air à traiter pénètre par L et sous une pression d'environ 4 atmosphères dans le système tubulaire de l'appareil de condensation. Là (voir *fig. 2*) il provoque la vaporisation de l'oxygène liquide de M en subissant lui-même la liquéfaction en deux parties caractéristiques de mes procédés. Le collec-

SÉPARATION PROGRESSIVE DES ÉLÉMENTS DE L'AIR 845  
 teur P reçoit le liquide formé par retour en arrière dans le faisceau  $F_1$ ,  
 liquide à 33 0/0 environ contenant tout l'oxygène de l'air traité ; le  
 collecteur Q reçoit l'azote liquide formé de haut en bas en  $F_2$ . Ces deux

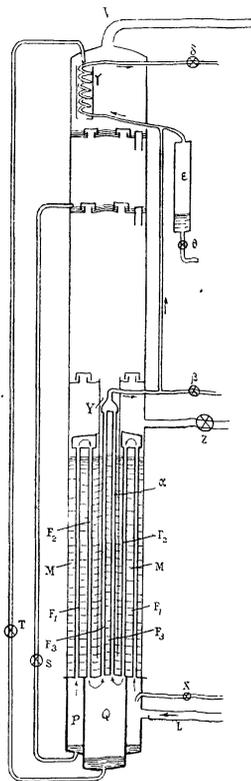


FIG. 2.

liquides, remontés à mesure de leur production par les robinets S et T et déversés, le premier vers le milieu, le second au sommet de la colonne, servent à rectifier, à ramener dans le vaporiseur l'oxygène vaporisé qui monte dans la colonne et qui est ainsi transformé au cours de son ascension en azote à 3 ou 4 0/0 ; c'est donc de l'azote presque pur qui sort en haut de l'appareil tandis qu'une partie de l'oxygène vaporisé sort à l'état de pureté en Z et constitue l'un des produits de fabrication. La quantité d'oxygène ainsi recueillie n'est pas moindre de 10 mètres cubes à l'heure, c'est-à-dire que l'appareil peut

fournir 250 mètres cubes d'oxygène pur par jour et permet par conséquent d'aborder avec une envergure tout à fait respectable l'étude des applications industrielles de l'oxygène.

Jusqu'ici, d'ailleurs, nous n'avons rien trouvé dans l'appareil qui le différencie de mes appareils industriels courants. Il est capable de fournir l'air liquide, l'oxygène liquide et l'oxygène gazeux, mais pas encore l'azote pur, liquide ou gazeux, non plus que les gaz rares. Voici les additions très simples qui l'approprient à sa mission.

Un troisième faisceau  $F_3$  est alimenté de bas en haut avec les gaz qui ont pu parvenir sans se condenser jusqu'au collecteur d'azote liquide et qui par conséquent constituent déjà un résidu de liquéfaction d'où l'oxygène est presque radicalement exclu, mais où, en revanche, doit se trouver la totalité des gaz non condensables. Ce faisceau est immergé, non pas dans l'oxygène liquide comme  $F_1$  et  $F_2$  mais dans le liquide qui s'écoule par  $Y$  de la colonne de rectification et qui par conséquent est un peu plus froid, puisque moins évaporé. La faible différence de température permet au gaz ascendant de subir une condensation complémentaire fort notable qui entraîne certainement avec une partie de l'azote la petite quantité d'oxygène qui avait pu parvenir jusque là. Si donc on ouvre légèrement la vanne  $\beta$ , on recueillera par là, à raison de 2 à 3 mètres cubes à l'heure, de l'azote presque rigoureusement exempt d'oxygène titrant effectivement 99,8 0/0 de non absorbable au pyrogallate et ne renfermant comme impureté qu'une proportion infinitésimale de néon et d'hélium, soit  $\frac{1}{20}$  0/0.

Ce gaz pourra donc être fort utile aux recherches de laboratoire à titre d'azote pur ou de gaz inerte.

Jusqu'à présent, nous n'avons soumis le résidu de liquéfaction qu'à la température de l'oxygène liquide presque pur, soit  $-183$  ou  $184^\circ$ ; or nous pouvons faire beaucoup mieux, puisque nous pouvons disposer des  $-195^\circ$  de l'azote liquide. Au lieu de recueillir le résidu par la vanne  $\beta$ , nous pourrions, en conséquence, en fermant cette vanne, le diriger, toujours sous sa pression de 5 atmosphères absolues, vers un système tubulaire  $\gamma$ , immergé sous le jet d'azote liquide du sommet de la colonne. Sous l'action de cette réfrigération énergique, le résidu subit une liquéfaction presque totale compliquée d'un dernier retour en arrière. La presque totalité de l'azote est condensée et ce qui parvient sous forme gazeuse à l'extré-

mité du serpentín est un mélange presque pur de néon, d'hydrogène et d'hélium que l'on recueillera d'une façon continue par l'ouverture convenable du robinet  $\delta$ .

Cette ouverture est d'ailleurs aisément réglée d'après la densité des gaz reçus, densité qui, avec de l'air atmosphérique pur, n'est pas supérieure, en bon régime, à  $\frac{75}{100}$  de celle de l'air.

La quantité de néon et d'hélium qu'on recueille avec cette simplicité et à l'aide de ce petit appareil n'est pas moindre de 1 litre à l'heure. Elle correspond, comme j'ai pu m'en assurer, à la totalité de ce que l'air traité contient de ces gaz. Pour donner une idée de l'intérêt que présente ce procédé d'obtention, je dirai que sir W. Ramsay, l'illustre auteur de la découverte de ces gaz dans l'atmosphère, m'écrivait récemment pour me dire que, faisant de bien intéressantes recherches sur le néon, il n'avait à sa disposition que 10 centimètres cubes de ce gaz qu'il avait pu se procurer à grand'peine par l'ancien procédé de distillation fractionnée, et qu'il serait heureux d'en recevoir de moi un peu plus.

Or, j'ai pu lui en envoyer 10 litres — et 250 litres au professeur Kamerlingh Onnes, qui, la température critique du néon étant de  $-230^\circ$ , se propose de constituer avec la quantité que je lui ai envoyée un nouveau cycle de l'appareil merveilleux qu'il a installé au laboratoire cryogène de Leyde.

D'autre part, le liquide qui se condense dans le serpentín  $\gamma$  est de l'azote liquide presque chimiquement pur. Il est reçu comme tel par des purges faites d'heure en heure au robinet  $\theta$  à raison de 1 à 2 litres à l'heure. Or, au point de vue scientifique, l'obtention de cet azote liquide pur est fort intéressante. Il fournit, en effet, une température de  $-195^\circ$ , beaucoup plus basse que celle de l'oxygène liquide et non seulement très basse, mais *constante* et non constamment variable, comme c'est le cas pour l'air liquide, ce qui est évidemment fort précieux. De plus, avec un léger vide, on peut descendre aisément au-dessous de  $-200^\circ$ .

J'ajoute, au point de vue de ces très basses températures, d'un intérêt si grand à tant de titres divers, que je ne désespère pas d'adapter la liquéfaction de l'hydrogène à mon appareil en faisant donner d'un seul coup sous forme d'azote liquide les 15 litres de liquide qu'il contient à la liquéfaction, par le procédé de Dewar, d'hydrogène comprimé.

Enfin, pour achever l'énumération des services que peut rendre l'appareil, il suffit de remarquer que les autres gaz rares de l'air, le krypton et le xénon, se concentrent progressivement dans le cul-de-sac constitué par le vaporiseur d'oxygène M et qu'à la fin de l'évaporation on les y retrouvera en totalité, à raison de 1 litre environ de krypton et 10 centimètres cubes de xénon par jour de fonctionnement de l'appareil.

Je mentionnerai cependant, à propos de cette dernière opération, qu'elle n'est pas sans exiger certaines précautions. L'oxygène liquide renferme, en effet, en dissolution, de très petites quantités des parties les plus volatiles des hydrocarbures employés pour le graissage de la machine de détente, en sorte que l'atmosphère qui résulte de l'évaporation à sec d'une certaine quantité d'oxygène liquide est assez souvent violemment explosive.

On voit les services nombreux qu'est susceptible de rendre cet appareil, l'infinité d'études, aussi bien d'ordre scientifique que d'ordre industriel, dont il est en état de fournir le thème : applications industrielles de l'oxygène gazeux, de l'oxygène liquide, de l'azote, recherches de laboratoires sur les basses températures, emploi de l'air liquide comme procédé de dessiccation ou de séparation des gaz, étude de tous les gaz rares, si remarquables par les points d'interrogations nombreux qu'ils posent à la science et qui, capables d'être produits désormais en grandes masses, seront vraisemblablement, en outre, susceptibles d'applications importantes, etc., etc.

Ce sont donc les différents laboratoires d'une université ou d'un établissement scientifique qui pourront être intéressés par la possession d'un semblable appareil et il est probable que cette considération sera de nature à faciliter dans beaucoup de cas son acquisition, comme aussi la décision prise par la Société *l'Air Liquide* — en vue d'encourager l'étude de ces questions et de hâter ainsi l'écllosion des applications — de renoncer à toute redevance sur les appareils de ce type livrés aux laboratoires d'enseignement.

---