
Notice sur l'appareil de M. L. Cailletet pour la liquéfaction des gaz construit par E. Ducretet et Cie à Paris.

Type d'objet représenté : Livre, monographie

Lieu de création de l'objet original : Paris (France)

Identifiant(s) : 432867B (cote ULiège); 700102426 (code-barres ULiège)

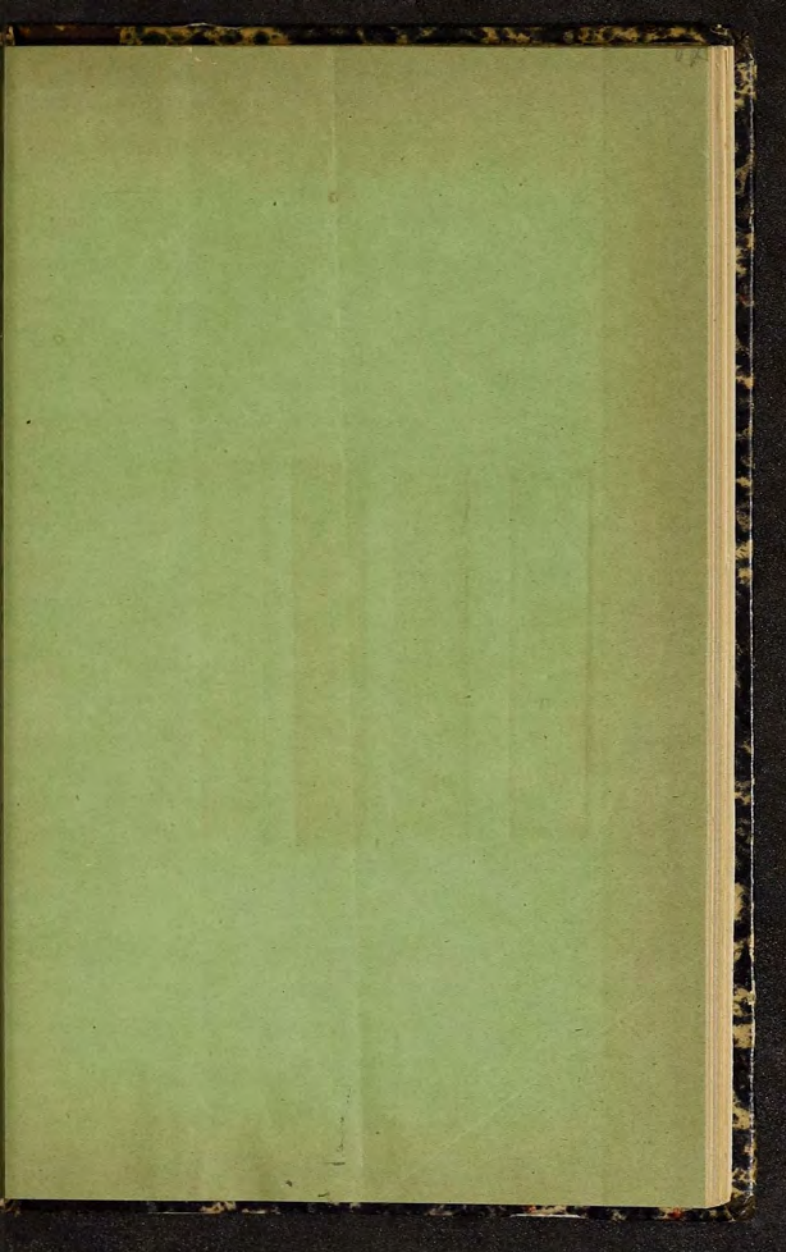
Accès ouvert - Domaine public

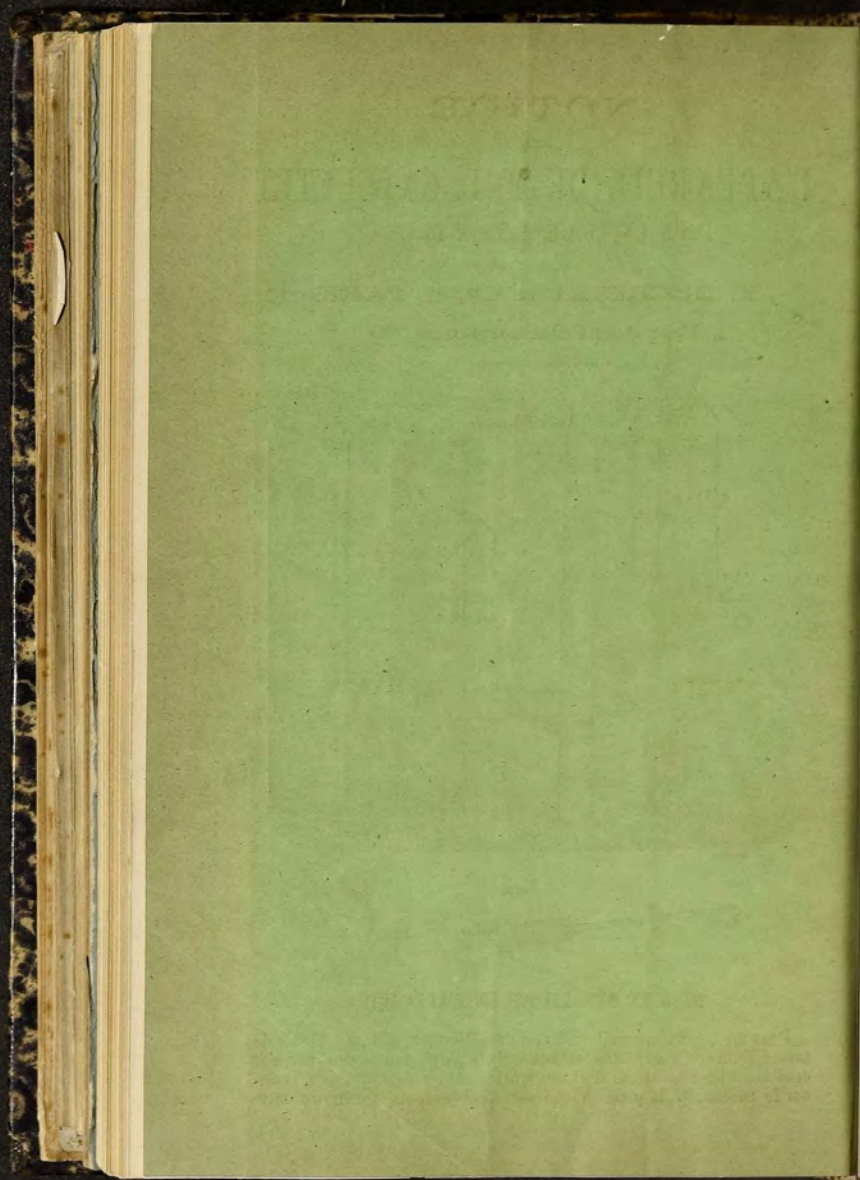
URL permanente : <https://hdl.handle.net/2268.1/12556>

Les reproductions numériques disponibles sur DONum sont en faible résolution, facilitant le téléchargement. Des fichiers de haute qualité peuvent être obtenus sur conditions, via notre formulaire de contact (feedback).

Certaines de ces reproductions peuvent être payantes. Un devis vous sera envoyé par courriel.

Les documents disponibles sur DONum peuvent être protégés par le droit d'auteur. Ils sont soumis aux règles habituelles de bon usage.





NOTICE

SUR

L'APPAREIL DE M. L. CAILLETET

POUR LA LIQUÉFACTION DES GAZ

CONSTRUIT PAR

E. DUCRETET & C^{ie}, A PARIS

Rue des Feuillantines, 89

Au $\frac{1}{4}$ d'exécution

Fig 1

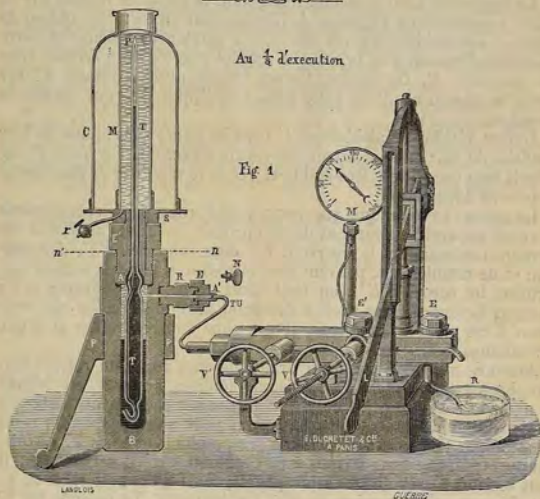


Fig. 2



MISE EN EXPÉRIENCE DE L'APPAREIL

Pour mettre cet appareil en état de fonctionner, il faut enlever le tube à liquéfier *T'* et toutes les pièces de la partie supérieure. Enlever également l'écran latéral *E* et son ajustage *A'* ; puis, après avoir vissé sur le raccord *R*, la pièce *N* qui sert d'obturateur, verser du *mer-*

cure sec et bien pur dans le réservoir en fer forgé *B*, jusqu'au niveau des bords *n n'*. Les parois de ce réservoir de fer sont très-résistantes et peuvent supporter de fortes pressions.

Le tube *T*, ayant été rempli du gaz à liquéfier, ainsi qu'il sera dit plus loin, on l'enfonce lentement dans le mercure du réservoir *B*; la pièce *N* étant enlevée, on recueille le mercure qui s'écoule. Lorsque l'ajutage *A* repose sur le cuir du fond de la portée du réservoir, on revisse l'écrou *E'* qu'on serre fortement. (Toutes les clefs nécessaires sont livrées avec l'appareil.) On penche un peu l'appareil pour faire sortir l'excès de mercure afin que son niveau reste au-dessous du trou latéral qui amène la pression; on évite ainsi que le mercure soit entraîné plus tard dans les conduits de la pompe hydraulique.

Le support *S* avec manchon réfrigérant *M* est alors revissé sur la partie supérieure de l'ajutage *A*, il repose sur un cuir. La cloche de sûreté *C* est mobile; elle est destinée à arrêter les éclats de verre si le tube *T* venait à se briser. Le robinet *r* sert à faire écouler l'eau du manchon *M*. On revisse l'écrou latéral avec l'ajutage *A'*, sur lequel se trouve soudé le petit tube métallique *TU* qui amène la pression.

Il faut vérifier préalablement si tous les joints sont munis de leur rondelle de cuir gras, et serrer fortement les écrous. Le pied *P* est à trois branches, il est très-stable et reçoit le réservoir *B* dans lequel s'opère la liquéfaction.

La pompe hydraulique que nous avons construite spécialement pour cet appareil, a pour but de comprimer de l'eau au-dessus du mercure contenu dans le réservoir. Les deux soupapes *EE'*, d'aspiration et de refoulement, peuvent être introduites par les orifices qui ferment les écrous *EE'*; on peut ainsi vérifier les soupapes et les changer facilement sans avoir à démonter aucune pièce. Le réservoir d'eau *R* est placé à l'extérieur, il est donc d'un entretien et d'une surveillance facile.

Avant de mettre la pompe hydraulique en marche, on retire aussi complètement que possible le piston plongeur à vis *V* en faisant mouvoir le volant. Le jeu du levier *L* permet facilement d'obtenir une pression de 200 atmosphères; on peut alors augmenter cette pression par l'introduction lente du piston plongeur à vis *V*. Le tube à liquéfier *T*, que nous livrons avec l'appareil, est en verre épais, il peut résister à près de 400 atmosphères, mais il est préférable de ne pas dépasser une pression de 300 atmosphères. La seconde vis *V* est destinée à produire la détente.

EXPÉRIENCES

Pour la démonstration générale du phénomène de la liquéfaction des gaz, le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique permettent de répéter sans difficulté une série d'expériences très-intéressantes. Le tube *T*, ayant été rempli d'un de ces gaz bien desséché et bien pur, est mis en place ainsi qu'il vient d'être dit. Le mouvement imprimé à la pompe hydraulique amène lentement l'eau au-dessus du mercure lequel arrive bientôt dans la partie supérieure du tube *T* sans que l'état du gaz semble modifié; mais si on augmente encore la pression, le

liquide ruisselle contre les parois intérieures du tube, forme une couche de liquide qui recouvre le ménisque du mercure et finit par remplir la partie supérieure du tube *T*. A ce moment si, au moyen de la vis à détente *V*, on supprime brusquement la pression, un brouillard, une sorte de neige, apparaît dans toute la longueur du tube *T*. Si, au contraire, on diminue lentement la pression (toujours par le jeu de la vis à détente *V*), de telle sorte que le mercure descende lentement, on voit le liquide bouillir au-dessus du mercure, puis disparaître, en reprenant l'état gazeux.

Avec ces deux gaz si facilement liquéfiables, on peut avec la détente, montrer d'une façon très-nette les phénomènes que présentent les gaz réputés incoercibles. Pour réaliser cette expérience, on donne la pression jusqu'au moment où le mercure apparaît dans le tube *T* et on l'arrête avant que les premières traces de liquéfaction du gaz n'apparaissent. La détente rapide produira encore, comme dans le cas du liquide, le brouillard dont il vient d'être question. La détente du gaz comprimé suffit à elle seule, par le froid intense qu'elle produit, à liquéfier et même à solidifier le gaz.

Le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique peuvent servir à démontrer le phénomène que M. Andrews a nommé le *point critique*(1). On verse dans le manchon *M* de l'eau à + 35° environ et la liquéfaction devient impossible, même à 300 atmosphères. Dans une série d'expériences répétées avec le protoxyde d'azote, l'eau du manchon *M*

marquant	0° centigrades,	la liquéfaction était obtenue à environ	32 atmosphères
—	10°	—	50 —
—	15°	—	60 —
—	20°	—	68 —
—	25°	—	79 —
—	29° 5	—	88 — (2)

et à partir de 30 à 31°, le ruissellement se voyait encore, mais le liquide n'apparaissait plus au-dessus du mercure, même à 300 atmosphères. La détente, rapide ou lente, faisait apparaître le liquide qui reprenait bientôt l'état gazeux.

On peut encore répéter avec l'appareil de M. L. Cailletet plusieurs expériences intéressantes. Ainsi l'eau du manchon étant à environ 10° et la pression suffisante pour liquéfier tout le gaz, on enlève cette eau et on la remplace par de l'eau à la température d'environ 35°. La pompe étant immobile, on voit le *manomètre monter* et le liquide du tube *T* bouillir rapidement, puis disparaître pour reprendre l'état gazeux que la pression ne modifie plus. Le manomètre marquant environ 150 atmosphères, si on remplace lentement l'eau tiède par de l'eau froide, la température descend au-dessous du *point critique*, mais le passage à l'état liquide a lieu sans qu'on puisse saisir le moment de ce changement. Il y a continuité entre ces deux états, ainsi que l'a observé M. Andrews. Ces expériences

(1) Report of British. Assoc. 1861. — *Annales de chimie et de physique*. IV^e série. 1870, page 208.

(2) Ces chiffres doivent être considérés comme approchés. Les manomètres métalliques ne peuvent, pour les pressions élevées, donner une exactitude absolue.

montrent le rôle important que joue la température dans les phénomènes de liquéfaction des gaz.

Lorsque le manchon *M* reçoit de l'eau glacée ou d'autres liquides réfrigérants, sa surface extérieure se recouvre de givre qui empêche d'observer le tube *T*. On évite ce dépôt de givre en plaçant sur le support *S* à l'intérieur de la cloche de sûreté *C* des petites capsules contenant des matières desséchantes, (chlorure de calcium, — chaux, — acide sulfurique concentré, etc.)

Nota. — Le raccord du tube *T* avec son ajutage *A* est fait au moyen de glu marine ou de gutta-percha fondue, (l'une et l'autre gardent parfaitement les fortes pressions); mais il faut éviter de placer l'appareil dans un endroit trop chaud ou au soleil. Il convient aussi de n'employer pour la pompe que de l'eau froide à cause des soupapes. L'expérience ci-dessus avec l'eau à + 35° doit être menée rapidement pour ces raisons; elle peut néanmoins se faire en toute sécurité.

RÉSUMÉ

En résumé, l'appareil de M. L. Cailletet est d'une grande simplicité, il permet la compression d'un volume de gaz relativement considérable sans aucun danger. La partie élargie du tube de verre *T*, qui plonge dans le mercure du réservoir *B*, recevant à l'intérieur et à l'extérieur des pressions égales et contraires, ne peut se briser; la partie de ce tube qui s'élève au-dessus du réservoir ayant un faible diamètre intérieur et des parois épaisses, peut supporter des pressions élevées. Cet appareil permet de suivre à l'œil nu et même de projeter à la lumière Drummond ou électrique, toutes les phases de la liquéfaction d'un gaz. C'est un appareil d'étude et de démonstration qui rendra de grands services dans les cours.

La détente, que M. Cailletet a le premier employée, comme source de froid extrême, suffit pour montrer nettement le changement d'état des gaz réputés permanents.

Le premier appareil que nous avons construit est celui qui a fonctionné à l'École normale supérieure devant les Savants qui ont été les témoins des dernières expériences dont M. Cailletet a rendu compte à l'Académie des sciences.

Pour compléter cette série d'expériences, nous avons disposé un de nos modèles d'électro-aimants, ou appareil de Faraday pour l'étude du diamagnétisme, de telle sorte que le tube *T* puisse se placer dans un champ magnétique, afin d'étudier son action sur les gaz comprimés et liquéfiés dans la lumière polarisée (voir notre Catalogue général).

REPLISSAGE (Fig. 2) ET MASTICAGE DU TUBE

Le remplissage du tube *T* se fait avec facilité. On introduit à l'intérieur du réservoir *T* une petite quantité de mercure *G*, puis on ajuste un tube de caoutchouc *H* qui amène le gaz sec et pur qu'on veut étudier; la pointe effilée *P* est préalablement ouverte. Lorsque le gaz a complètement chassé l'air contenu dans le tube, on arrête l'arrivée

du gaz et on ferme cette pointe en la fondant avec la flamme d'un chalumeau. En redressant le tube, le mercure *G* vient remplir la partie recourbée et empêcher la déperdition ou le mélange du gaz avec l'air extérieur. Le tube est alors fixé sur le réservoir *B*, ainsi qu'il a été dit. Si le mercure est mouillé, on le dessèche avec soin, avant l'introduction du tube, avec de petits tampons d'éponge ou de papier de soie fixés à une bague de bois. On peut préparer et conserver une série de tubes contenant différents gaz; il suffit d'un support en bois fixant les tubes verticalement, leur partie inférieure plongeant dans une petite coupe contenant du mercure.

Lorsqu'on désire transporter au loin les tubes *T* remplis de gaz, il faut fermer au moyen de cire à cacheter ou de glu marine l'orifice inférieur recourbé.

Le masticage du tube *T* sur sa douille *A* se fait également avec facilité, l'un et l'autre étant chauffés; on les enduit de glu marine ou de gutta fondue au bain-marie (la glu marine est soluble dans l'alcool et la gutta-percha dans l'essence de térébenthine), et on les met en contact de telle sorte que ce lut fasse sur la boule d'arrêt du tube *T*, un bourrelet bien homogène qu'on régularise avec une lame chauffée. Pendant cette opération, la douille *A* et le tube *T*, sa pointe en bas, reposent librement jusqu'à refroidissement, sur le col d'un tube ou éprouvette en laiton, que nous pouvons livrer avec l'appareil (Voir le tarif). Chaque appareil est livré avec un tube *T*, mastiqué sur son ajutage *A*.

Nota. — *Nous avons cru devoir ajouter à cette notice celle du nouvel appareil de M. C. Vincent. Ces deux appareils permettent une série d'expériences de laboratoire.*

FRIGORIFÈRE DE M. CAMILLE VINCENT

~~~~~

### EMPLOI DU CHLORURE DE MÉTHYLE

COMME AGENT FRIGORIFIQUE DANS LES LABORATOIRES

~~~~~

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Le frigorigère se compose essentiellement d'un vase cylindrique en cuivre *A*, à double paroi, entre les deux enveloppes duquel on peut introduire du chlorure de méthyle liquide à l'aide d'un robinet *B*, formé d'une tige d'acier fileté *C*, terminée par un cône s'appliquant sur un siège en bronze, que l'on peut facilement manœuvrer à l'aide d'une poignée *D*; une vis *S*, s'appliquant sur une rondelle en plomb, étant légèrement desserrée, peut laisser échapper l'air et permettre au chlorure de se précipiter dans le vase *A*.

Tout l'appareil est entouré de matières isolantes, maintenues par une enveloppe métallique *E*, afin d'éviter l'échauffement par l'air ambiant. Cette enveloppe porte trois pieds qui supportent tout l'appareil. Un tube vertical *K* traversant toutes les enveloppes permet au besoin, pour certaines expériences, de faire sortir un tube, ou bien de vider le bain liquide mis dans le vase *M*.

CHLORURE DE MÉTHYLE : SON TRANSPORT

Le chlorure de méthyle est comme on sait, un liquide neutre, incolore, très-mobile, d'une odeur un peu éthérée, bouillant vers -23° sous la pression de 0 m. 76 :

à	0°	la tension totale	de sa vapeur est de	2 m. 48
à	+ 15°	—	—	4 — 11
à	+ 20°	—	—	4 — 81
à	+ 25°	—	—	5 — 62
à	+ 30°	—	—	6 — 05
à	+ 35°	—	—	7 — 15

Le chlorure de méthyle se transporte facilement dans des vases métalliques *P* munis

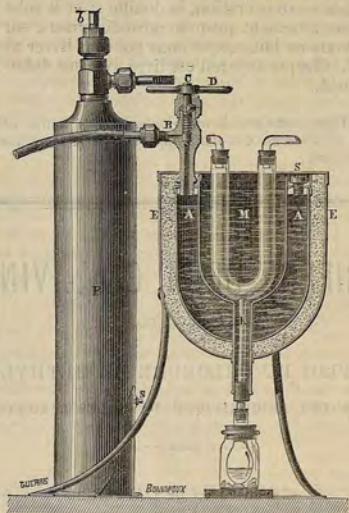


Fig. 3.

d'un robinet à vis *b* semblable à celui de l'appareil précédent. Les vases, peuvent contenir 2 k. 500 de chlorure de méthyle.

REMPLEISSAGE DU CYLINDRE

Pour remplir un cylindre on réunit l'ajutage du robinet *b* avec le réservoir à chlorure liquide, au moyen d'un tube en caoutchouc renforcé par des toiles, afin qu'il puisse supporter la pression. On couche presque horizontalement ce cylindre sur une bascule, de façon à maintenir en haut la vis d'air *S*; puis on desserre cette vis; on ouvre le robinet *b* et on envoie le chlorure qui chasse l'air de l'appareil en prenant sa place. Lorsque la bascule accuse le poids de matière représentant la charge convenable du cylindre, on ferme aussitôt la vis *S*, le robinet *b* et le robinet du réservoir, enfin, on sépare le tube de caoutchouc. Le cylindre contenant un poids déterminé de chlorure est prêt à être expédié

CHARGEMENT DU FRIGORIFÈRE

Pour charger le frigorigère avec le chlorure contenu dans le cylindre *P*, on réunit à l'aide d'un caoutchouc l'ajutage du robinet *b* avec l'ajutage du robinet *B* du frigorigère. On maintient sur ces ajutages le caoutchouc avec une petite ligature en fil de laiton; puis on desserre la vis d'air *S* du frigorigère, on ouvre le robinet *B*, ensuite on soulève le cylindre *P* au-dessus du niveau du frigorigère, en maintenant le robinet *b* en bas; on ouvre alors le robinet *b* et aussitôt le chlorure contenu dans le cylindre se précipite dans la capacité *AA*, l'air s'échappant par la vis *S*. Il suffit d'une minute à peine pour vider ainsi le cylindre dans le frigorigère, pour peu qu'on ait desserré les robinets de 5 à 6 tours. On referme alors la vis *S*, le robinet *B*, puis enfin on enlève le caoutchouc et le cylindre vide. Le frigorigère est dès lors prêt à fonctionner.

EXPÉRIENCES

On commence par adapter un bouchon de liège au bas du tube *K*, et on verse de l'alcool dans le vase *M* pour former un bain incongelable. En desserrant légèrement la vis *C* du robinet, le chlorure de méthyle contenu dans le vase *A* entre en ébullition, d'autant plus vive que la température de l'appareil est plus élevée, et que l'on ouvre plus le robinet *B*. A mesure que le jet gazeux se ralentit, on ouvre de plus en plus ce robinet *B*, et au bout de quelques minutes on peut desserrer de sept à huit tours, le gaz ne sortant plus que faiblement.

La température du bain d'alcool s'abaisse ainsi rapidement jusqu'à -23° environ, et en laissant le robinet *B* ouvert, cette température se maintient tant qu'il y a du chlorure de méthyle dans le vase *A*. On peut ainsi pendant plusieurs heures refroidir à -23° les corps immergés dans l'alcool. Quand on veut mettre fin à l'expérience on ferme simplement le robinet *B*; si l'appareil renferme encore du chlorure, il est tout prêt pour une expérience ultérieure.

Si au lieu d'opérer à -23° on désire opérer à -45° ou -50° par exemple, il suffit d'activer l'évaporation du chlorure en reliant l'ajutage du robinet *B* avec une machine pneumatique et de faire le vide. En opérant ainsi, il est facile de solidifier du mercure contenu dans un matras qu'on maintient immergé quelques instants dans l'alcool du vase *M*. La température étant dans ce vase de -45° on peut facilement réaliser la belle expérience de la cristallisation du mercure. On opère alors de la façon suivante: un matras plein de mercure est plongé dans le bain, puis on le retire de temps en temps pour l'examiner; on saisit le moment où la plus grande partie du mercure est solidifiée, et on fait vivement écouler la portion encore liquide. On replonge aussitôt le matras dans le bain pour le refroidir jusqu'à -50° à -55° et pouvoir ensuite l'examiner pendant quelques moments.

Si on se propose de refroidir un courant gazeux pour le condenser totalement ou partiellement, on peut disposer dans le frigorigère un serpentin en verre ou un tube en U, comme le montre la figure, dont la partie inférieure porte un ajutage pour écouler le

liquide condensé, et qui peut sortir par le tube K. En reliant, au moyen d'un bouchon, l'extrémité inférieure du tube en verre avec un matras plongé lui-même dans un bocal plein d'air sec, on peut emmagasiner le produit condensé qui se maintient ainsi à sa température d'ébullition dans le matras et qu'on peut refroidir ensuite énergiquement à la fin de l'opération en le plongeant dans le bain.

En résumé, l'emploi du chlorure de méthyle comme agent frigorigène dans les laboratoires permet de réaliser rapidement et très-économiquement à l'aide de l'appareil de **M. C. Vincent** un grand nombre d'expériences qui jusqu'ici sont faites avec le protoxyde d'azote ou l'acide carbonique. Ce frigorigène constitue un excellent condenseur pour un grand nombre de produits organiques très-volatils, qu'on n'arrive à condenser que très-difficilement dans les mélanges réfrigérants usuels.

Le chlorure de méthyle n'ayant qu'une faible odeur étherée, on n'est jamais incommodé par le dégagement gazeux.

E. DUCRETET & C^{IE}.

~~~~~  
(Notre Prix-Courant spécial donnera le prix de ces appareils)  
~~~~~

SECRET

