



MAISON
BREGUET



LA CONDENSATION
PAR MÉLANGE
ET PAR SURFACE
ET L'ÉJECTAIR
BREGUET BREVETS DELAPORTE



MAISON BRÉGUET

19 RUE DIDOT, PARIS

LA CONDENSATION MODERNE



I. - La Pompe à Air

Le développement considérable de la turbine à vapeur a entraîné d'importants progrès dans les procédés de condensation.

On connaît l'importance d'un vide élevé à l'échappement des turbines : pour ces machines, une réduction de la pression absolue au condenseur d'un centième d'atmosphère entraîne souvent une réduction de la consommation de 3 % en charge, et qui atteint des pourcentages encore plus élevés sous charge réduite et dans les cas d'installations à basse pression.

Aussi l'obtention des vides élevés a-t-elle fait l'objet de nombreuses recherches poursuivies dans des voies différentes. Les résultats atteints sont essentiellement liés au degré de perfection de l'organe créateur de vide, c'est-à-dire de la pompe à air, et l'examen des conditions que cette pompe doit remplir est d'un grand intérêt. Pour la facilité de l'exposé, on supposera que la pompe doit travailler sur un condenseur par mélange à courants parallèles.

La pression absolue qui peut être réalisée dans le condenseur a une limite qui ne saurait être franchie, limite donnée par la tension de la vapeur d'eau correspondant à la température de l'eau échauffée extraite du condenseur (tension donnée par les tables de Regnault). Une première condition à laquelle la pompe à air doit satisfaire est donc que cette pompe, travaillant en présence d'eau à la température usuelle des condenseurs, soit

capable d'abaisser la pression à une valeur pratiquement égale à la tension de vapeur de cette eau ou, en d'autres termes, qu'elle soit capable de créer le *vide théorique*.

L'ancienne pompe à air à piston et clapets, qui assurait à la fois le maintien du vide et l'extraction de l'eau, était loin de satisfaire à cette condition. L'emploi des pompes à air sec et celui des pompes sans clapets d'aspiration ont marqué un progrès considérable, mais ce sont les appareils à éjection, trompes à eau, éjecteurs à vapeur, combinés entre eux ou avec d'autres, qui ont permis d'atteindre le vide théorique; on les englobe sous la désignation générale d'appareils à *vide élevé*.

Il ne suffit pas à une pompe à air industrielle de se montrer capable, dans des expériences de laboratoire, de créer le vide théorique en présence d'eau à température fixée. Les condenseurs des machines à vapeur ne renferment pas seulement de l'eau et de la vapeur, mais aussi de l'air amené par l'eau d'injection (air en dissolution qui se dégage sous l'influence du vide), ou provenant de rentrées par imperfection des presse-étoupes des machines, des joints du tuyautage, etc.

Une tension d'air s'ajoute ainsi dans le condenseur à la tension de vapeur de l'eau échauffée, augmentant la pression absolue. Il faut réduire cette tension d'air à une valeur négligeable, et, pour ce faire, il faut que la pompe à air extraie du condenseur un grand volume gazeux. Une limite apparaît toutefois au dimensionnement de la pompe à air: il ne faut pas que le bénéfice trouvé sur la machine principale du fait de l'élévation du vide soit annulé par la dépense supplémentaire qu'entraîne l'accroissement de puissance de la pompe à air.

Les appareils à vide élevé existants se différencient beaucoup par la dépense de puissance qu'ils exigent et les limites pratiques de leur efficacité, c'est-à-dire les volumes gazeux maxima qu'ils peuvent extraire sont de ce fait très différents. Ce sont les recherches faites dans cette voie qui ont abouti à la création de l'**Ejectair Bréguet**.

L'Éjectair Bréguet (Breveté S. G. D. G.)

Le pouvoir d'extraction des éjecteurs à vapeur travaillant sur fluides gazeux était partiellement révélé par les travaux anciens de MM. Atkinson et Parsons. L'éjecteur à vapeur ne peut toutefois fournir seul, dans des conditions satisfaisantes, le grand rapport de compression que nécessite le rejet à l'atmosphère des gaz extraits d'un condenseur usuel. En outre, l'éjecteur apparaissait fantasque, sujet à désamorçage, dans certaines conditions de travail mal définies, malheureusement voisines de celles qui se trouvaient être les plus favorables à son utilisation.

La mise en série d'éjecteurs à vapeur a été essayée dès 1908 par une importante maison allemande, avec condenseur auxiliaire destiné à condenser la vapeur issue du

premier éjecteur, de manière à limiter le travail du second éjecteur à l'indispensable extraction gaz incondensables. L'insuccès fut complet.

M. Delaporte, Directeur des Ateliers de Paris de la Maison Bréguet, ayant entrepris de son côté l'étude des éjecteurs à vapeur, précisa les raisons et les conditions de leur fonctionnement instable : Un éjecteur qui, par exemple, possède un col, ou partie rétrécie de 1 centimètre carré de section, et échappe à l'atmosphère, se trouve avoir le meilleur rendement lorsque le poids total de vapeur qu'il débite (vapeur motrice et vapeur entraînée, ou gaz entraînés sous certaines conditions d'équivalence) atteint $56^k,5$ par heure. Son fonctionnement cesse d'être stable si le poids de fluide débité tombe, si peu que ce soit, au-dessous de ce chiffre.

Il s'en suit que, pour obtenir un fonctionnement stable *en toutes circonstances* de l'éjecteur ordinaire, il faut que le seul poids de sa vapeur motrice dépasse $56^k,5$. Il faut même qu'il atteigne une valeur moyenne de 65 à 70 kgs pour ne pas être exposé à descendre accidentellement au-dessous de $56^k,5$ sous l'influence des variations de pression de la chaudière.

L'éjecteur ainsi suralimenté perd son pouvoir d'extraction. La vapeur motrice, en excès, ne peut franchir le col de l'éjecteur, où sa vitesse est imposée et pratiquement constante (420 m. par seconde environ) qu'au prix d'une suppression nuisible. Cette suppression ne fait que croître si l'on donne des gaz à aspirer à un tel éjecteur (Voir "Bulletin de l'Association Technique Maritime", session de 1914. Conférence de M. Delaporte).

M. Delaporte donna, dès 1913, la solution du problème de la réalisation économique des vides élevés, au moyen d'une combinaison de deux éjecteurs en série, en montrant que, par une simple addition d'air automatique dans le second éjecteur, on réalisait ces trois conditions jusque-là inconciliables :

Stabilité de fonctionnement parfaite.

Consommation de vapeur minimum.

Pouvoir d'extraction maximum.

L'éjecteur d'amont, ou premier éjecteur, n'exigeait aucune précaution spéciale parce que, fournissant aisément le vide théorique correspondant à la température de l'eau du condenseur, il trouvait toujours à son aspiration le complément de vapeur utile.

La rentrée d'air stabilisatrice effectuée sur le trajet du mélange gazeux extrait du condenseur, après que ce mélange a subi une première compression dans l'éjecteur d'amont, n'a aucune influence sur le degré du vide réalisé dans le condenseur.

L'Ejectair Bréguet était créé et prit un développement rapide.

On observera avec M. Aimé Witz (1) que, si l'opération consistant à effectuer volontairement une rentrée d'air dans un appareil ayant pour mission d'extraire de l'air,

(1) "Les Ejecto condenseurs à vapeur", Aimé Witz, doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille. - *La Technique Moderne*. 1^{er} Juillet 1914.

semble à première vue paradoxale, le paradoxe n'est qu'apparent, et que l'opération constitue bien une élégante solution du problème.

Un éjecteur stabilisé par addition d'air et échappant à l'atmosphère ne reçoit que les $\frac{3}{4}$ environ du poids de vapeur motrice minimum ($56^k,5$ par cm^2 de la section du col) nécessaire à un éjecteur ordinaire, soit les $\frac{5}{8}$ de ce que ce dernier exige en pratique pour être stable.

Dans le fonctionnement à vide de l'éjecteur stabilisé, le poids de fluide indispensable pour assurer le remplissage du col est complété automatiquement par l'air additionné, c'est-à-dire par un fluide qui ne coûte rien.

Dans le fonctionnement en charge, c'est-à-dire lorsque l'éjecteur trouve à son aspiration une quantité de gaz provenant de la capacité à vider suffisante pour l'alimentation de son col, l'addition d'air cesse complètement.

Les conditions de travail de l'éjecteur ne sont pas modifiées; son col reste rempli sans surpression et le rendement est maximum.

Alors que, dans l'éjecteur ordinaire, la seule vapeur motrice doit suffire à remplir le col et doit le faire avec excès, la veine fournie par la vapeur motrice ne remplit qu'une partie du col dans l'éjecteur stabilisé, le quart, d'ordinaire, de la section du col constitue un passage réservé pour les gaz à extraire.

Description sommaire des différents Types d'Éjectair Bréguet

Les considérations théoriques qui précèdent, un peu arides, étaient cependant nécessaires pour permettre de comprendre les avantages considérables de l'Éjectair

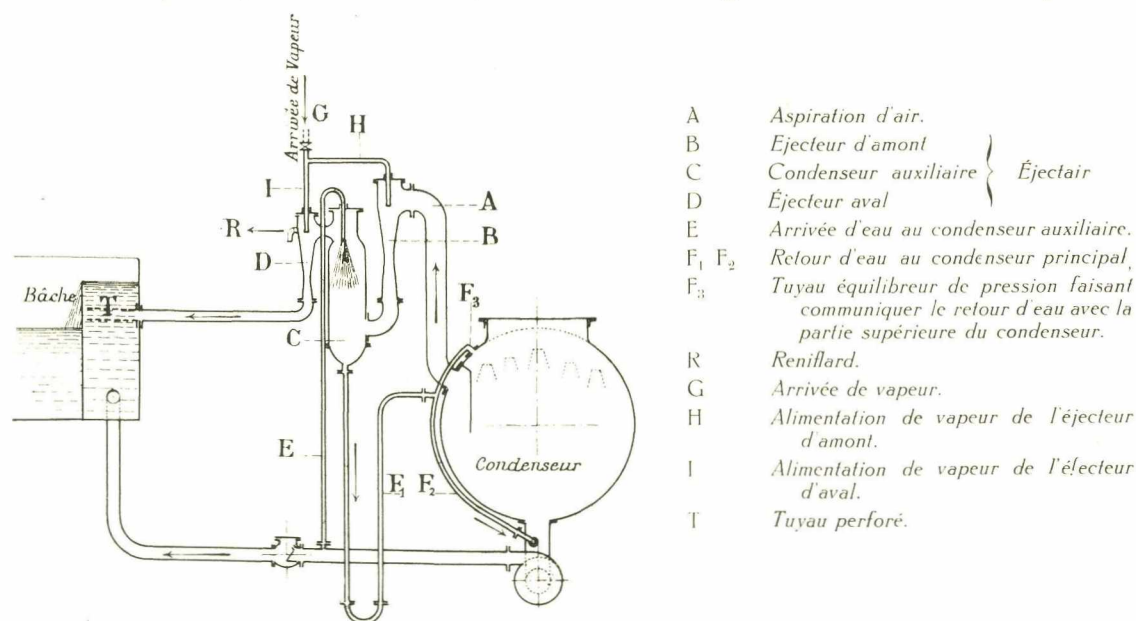


Fig. 1. — Schéma d'un condenseur par surface avec éjectair type Alpha.

Bréguet sur les appareils employés ordinairement pour produire des vides élevés. Nous allons décrire brièvement les trois types d'*Éjectair Bréguet* créés par M. Delaporte.

Éjectair type Alpha. — L'*Éjectair* constitué comme il a été dit par un premier éjecteur, ou éjecteur d'amont, B (fig. 1) qui puise le mélange gazeux à extraire du condenseur par la tuyauterie A, un condenseur auxiliaire C (le plus souvent de type à

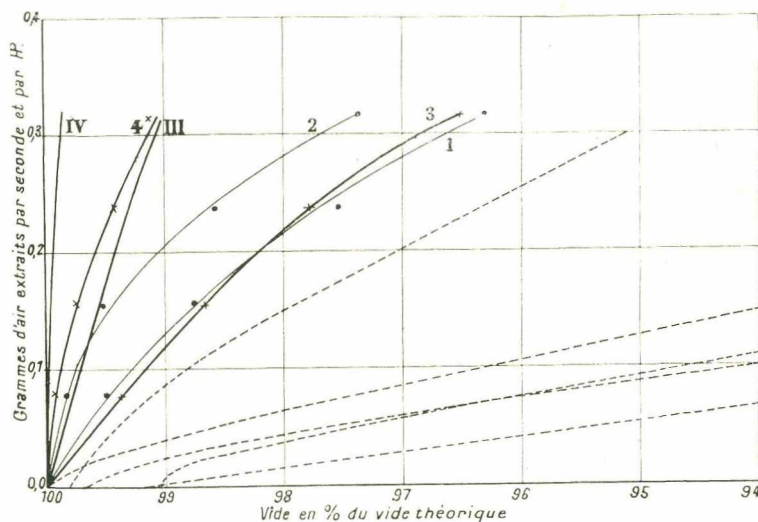


Fig. 2. — Diagramme des poids d'air extraits par le cheval et par seconde en fonction du vide de 100 à 94 0/0.
 Courbe 1. — A charge réduite sans refroidissement. Courbes III et IV. — Sont déduites des courbes 3 et 4 en supposant récupérées les calories de la vapeur motrice du 2^e éjecteur. Les courbes pointillées ont été fournies par des pompes à vide élevé usuelles.
 Courbe 2. — Même charge avec refroidissement.
 Courbe 3. — A pleine charge sans refroidissement.
 Courbe 4. — Même charge avec refroidissement.

mélange) et un second éjecteur, ou éjecteur d'aval D, stabilisé par une addition d'air fournie par un reniflard R, est l'appareil d'usage le plus courant pour les condensations par mélange ou par surface, il est désigné sous le nom d'*Éjectair "Alpha"*. Il est combiné

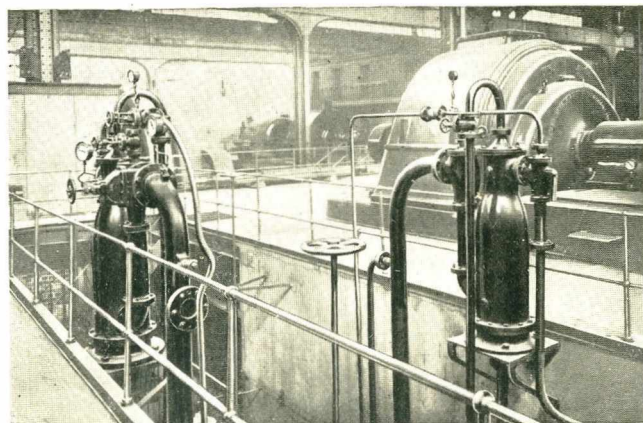


Fig. 3. — *Éjecteurs Alpha* installés sur des groupes de 6000 kw. de l'Usine du Triphasé à Asnières (Seine).

d'ordinaire avec un refroidisseur de gaz inclus dans le condenseur. L'eau d'alimentation du condenseur auxiliaire fait retour à la pompe d'extraction.

C'est un Éjectair de ce genre, de petit modèle, de dépense totale égale à 47^k,7 de vapeur à l'heure et considérée comme équivalente à celle d'une pompe qui absorberait 5,3 ch. que M. Aimé Witz a soumis à des essais méthodiques, rapprochant les résultats obtenus de ceux publiés concernant les pompes à vide élevé usuelles (fig. 2).

La figure 3 représente des Éjectairs type "Alpha" installés sur des groupes de 6.000 kw de l'Usine du Triphasé à Asnières.

Ejectair type Beta (fig. 4). — Dans ce type d'Éjectair, le condenseur auxiliaire est toujours du système par surface et l'eau condensée en est extraite par l'éjecteur d'aval

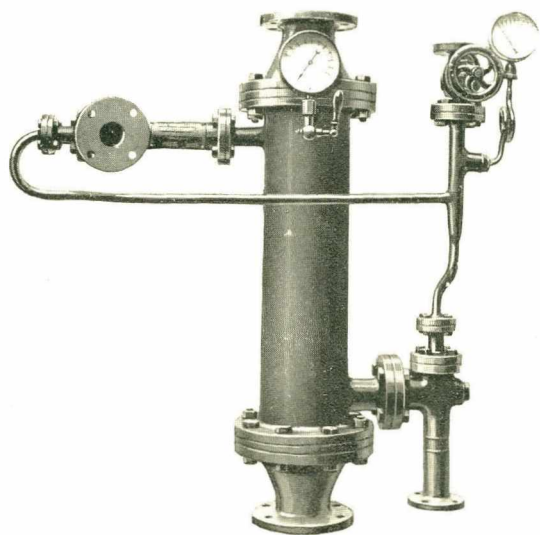


Fig. 4. — *Ejectair type Beta.*

en même temps que les gaz incondensables. La faible extraction d'eau imposée à cet Éjecteur a sur celui-ci un effet stabilisateur qui peut permettre de supprimer l'addition d'air indispensable à l'Éjecteur "Alpha".

L'Éjectair "Beta" est un peu moins économique que l'Éjectair "Alpha"; il est intéressant dans certains cas d'installations de condensation par mélange auxquelles il se prête très favorablement. La totalité de l'eau d'injection du condenseur principal traverse le condenseur auxiliaire; son échauffement est pratiquement nul dans ce dernier dont les tubes, de ce fait, ne se salissent pas.

Ejectair type Gamma. — L'Éjectair "Gamma" ne comporte pas de condenseur auxiliaire. Il est, par suite, beaucoup moins économique que les Éjectairs "Alpha" et "Beta", mais trouve néanmoins son emploi dans un grand nombre de cas particuliers dans lesquels la simplicité offre plus d'intérêt que l'économie. On l'utilise, par exemple, pour accélérer la formation du vide dans de grandes capacités, pour l'évaporation sous vide de liquides ou solutions que sa vapeur d'échappement aide à chauffer, etc.

Qu'ils soient de type "Alpha", "Beta" ou "Gamma", les Éjectairs sont dépourvus de tout organe mobile, ne sont pas sujets à usure et n'exigent ni surveillance, ni entretien, ni pièces de rechange.

.....

II. - Le Condenseur par Mélange

S'il est indispensable, pour réaliser des vides élevés, de disposer d'une pompe à air capable de les fournir et en même temps puissante, cela n'est pas suffisant, car le condenseur auquel elle est appliquée peut renfermer en lui-même des causes de perte de vide contre lesquelles la pompe reste impuissante.

Une fois en possession de l'Éjectair, M. Delaporte s'est attaché à cette seconde partie du problème de la condensation et il a créé un type de condenseur par mélange comportant des dispositions toutes nouvelles qui portent au maximum l'efficacité de ces appareils. La combinaison de ceux-ci avec l'Éjectair donne des ensembles remarquables.

Nous rappellerons que le kilogramme de vapeur rejeté au condenseur par une machine à vapeur doit céder à ce dernier, en moyenne, 580 calories. En appelant t_e la température d'entrée de l'eau de refroidissement, t_s la température de cette eau à la sortie du condenseur et désignant par n le nombre de kilogrammes d'eau dont on dispose par kilogramme de vapeur à condenser, on possède la relation :

$$t_s = t_e + \frac{580}{n}$$

A cette température t_s correspond une tension de vapeur T donnée par les tables de Regnault et si l'on exprime T en millimètres de hauteur d'une colonne mercurielle équivalente, $760 - T$ est le *vide théorique* ou vide limite dont on cherche à s'approcher, mais que l'on ne saurait dépasser.

On exprime souvent le vide par la quantité $v = \frac{760 - T}{760}$ qui donne sa valeur rapportée à la pression atmosphérique supposée égale à 760 mm. de mercure. Le tableau suivant donne la valeur du vide théorique pour les températures t_s usuelles

t_s en degrés centigrades. ..	25	30	35	40	45
T en mm. de Hg.	23,6	31,5	41,8	54,9	71,4
$v = \frac{760 - T}{760}$, en %	96,9	95,85	94,5	92,75	90,6

Le Condenseur par mélange Bréguet

Les condenseurs par mélange Bréguet destinés au service des machines à vapeur sont du type à courants parallèles (voir fig. 5).

Le condenseur à courants parallèles se prête beaucoup mieux que le condenseur à contre-courant à de telles applications, parce qu'il admet l'arrivée de vapeur à sa partie supérieure. D'autre part, l'intérêt que présentait, récemment encore, le condenseur

à contre-courant en raison du vide un peu plus élevé que, dans toutes choses égales, il permettrait d'obtenir, disparaît en présence des résultats fournis par le condenseur Bréguet à courants parallèles.

Le vide obtenu dans un condenseur par mélange est inférieur au vide théorique pour deux raisons :

1° La tension de vapeur dans le condenseur est plus grande que la tension de vapeur T correspondant à la température moyenne de l'eau extraite ; elle a pour valeur $T + a$. Le terme a est dû aux imperfections de la condensation : inégal échauffement de l'eau, insuffisance de la surface de contact entre la vapeur et l'eau, etc.

2° Les différents apports d'air, principalement celui dû à l'eau d'injection qui atteint $0^k,015$ à $0^k,02$ par mètre cube d'eau, produisent une tension d'air supplémentaire b dans le condenseur à courants parallèles, tension dont la valeur est liée à la puissance de la pompe à air.

La pression dans le condenseur a pour valeur $T + a + b$.

Dans le condenseur Bréguet, le terme a est rendu négligeable par d'heureuses dispositions ; l'emploi de l'Éjectair comme extracteur d'air réduit le terme b à une valeur extrêmement faible et le vide théorique peut ainsi être pratiquement atteint (se référer aux essais de M. Aimé Witz, fig 2).

Dispositions essentielles du Condenseur Bréguet

a) Les busettes d'injection d'eau (brevetées S. G. D. G.) produisent des gerbes ouvertes parfaitement homogènes et donnent la fine pulvérisation indispensable pour assurer à la fois l'égalité de température entre la vapeur et la couche superficielle des gouttelettes d'eau et l'équilibre thermique de la petite masse d'eau que chaque gouttelette constitue.

L'excellence de la pulvérisation est obtenue avec la busette Bréguet malgré la simplicité de cette busette (fig. 5) qui imprime à l'eau le mouvement de rotation nécessaire à la pulvérisation sans le concours d'organes intérieurs sujets à obstruction et à usure. Cette busette admet l'emploi des eaux les plus impures.

b) Les axes des busettes sont distribués suivant les génératrices de cônes différents, choisis de telle sorte que les gerbes ouvertes remplissent toute la chambre de condensation et se recoupent de nombreuses fois sans donner lieu à aucune accumulation d'eau.

Si l'on s'en réfère à la fig. 2, on remarque que les courbes 1 et 3 se confondent (les faibles écarts, de sens différents, fournis par l'expérience restent inférieurs à l'erreur probable des lectures). Il s'en suit que *la chute de vide consécutive à une même rentrée d'air est indépendante du poids de vapeur admis au condenseur.*

On reconnaîtra, en y réfléchissant, que cette propriété du condenseur Bréguet,

conséquence des précédentes dispositions, implique la nullité du terme a envisagé plus haut.

c) Les busettes sont disposées en couronne à la périphérie de la chambre de condensation. Rien ne fait obstacle à l'arrivée de la vapeur et nulle perte de charge ne se produit à l'entrée du condenseur.

Cette disposition est de plus très favorable à la visite rapide des busettes.

d) Un refroidisseur inclus dans le condenseur assure une première contraction du mélange gazeux aspiré par l'Éjectair. Il est alimenté par une petite quantité d'eau prélevée dans la chambre d'arrivée d'eau du condenseur ou, plus favorablement encore, par de l'eau plus fraîche (on en dispose généralement dans les installations comportant un réfrigérant dont il faut réparer les pertes par évaporation).

C'est par l'ensemble de ces dispositions qu'aux températures usuelles des condenseurs et dans les installations soignées, le vide théorique a été pratiquement réalisé avec le condenseur par mélange (99,8 % sont couramment atteints à la station de force motrice de la *Maison Bréguet*). L'écart des températures de la vapeur sortant

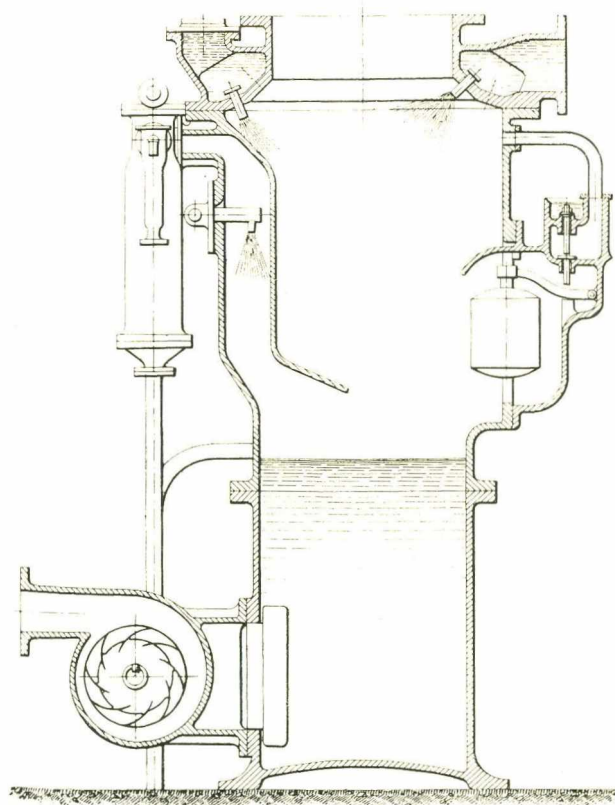


Fig. 5. — Coupe d'un condenseur par mélange Bréguet.

de la turbine et de l'eau sortant du condenseur se chiffre en dixièmes de degré.

La dépense totale de vapeur de l'Éjectair est le plus souvent inférieure à 2 % de la dépense de la machine desservie et, de cette dépense totale, les 5/8 qui représentent la dépense de l'éjecteur d'aval sont récupérables par réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières dans lesquelles leurs calories rentrent intégralement.

La fig. 5 représente l'installation d'un condenseur par mélange Bréguet avec Éjectair du type "Alpha". Les gaz sont aspirés par l'Éjectair à travers le refroidisseur.

La pompe d'extraction est du type centrifuge. Sa roue, à aubes en bronze, est équilibrée aux poussées axiales; ses paliers sont en général à roulements à billes; sa construction est telle qu'aucune accumulation d'air n'y est possible et que son désamorçage ne peut se produire.

aux différents filets de vapeur de parvenir au faisceau refroidisseur — par de multiples chemins — ne présentant d'autre obstacle à leur écoulement que quelques lames de faible épaisseur constituées chacune par quelques rangs de tubes.

3° L'absence de tout cloisonnement autre que celui indispensable pour délimiter le faisceau refroidisseur chargé d'opérer la contraction des gaz aspirés par l'Ejectair.

Quelques considérations feront ressortir la valeur de ces dispositions :

Il est depuis longtemps reconnu que les tubes d'un faisceau ne peuvent être disposés en masse compacte, parce que la résistance que cette masse compacte offre à

l'écoulement de la vapeur serait excessive. Il ne suffit pas que l'on réalise un bon vide à la tubulure d'aspiration de la pompe à air : c'est le vide à la tubulure d'entrée du condenseur qui intéresse la machine desservie. Aussi a-t-on depuis longtemps pris l'habitude de diviser le faisceau tubulaire en faisceaux partiels sur toute la périphérie desquels la vapeur accède librement ; les canaux séparant ces faisceaux partiels amènent la vapeur au cœur du condenseur.

Ce moyen est efficace. Il permet de réduire à une faible valeur la perte de charge due à l'ensemble du faisceau tubulaire, mais il n'est pas sans inconvénient : l'air que la



Fig. 7. — Coupe d'un condenseur par surface Bréguet.

vapeur apporte avec elle en faible quantité au condenseur s'accumule par le jeu de la condensation dans la région centrale des faisceaux partiels et les tubes de cette région perdent leur efficacité ; la surface réfrigérante du condenseur est mal utilisée.

L'air qui s'accumule, par la condensation de la vapeur autour de la goutte d'eau dans le condenseur par mélange, est entraîné par cette goutte elle-même dans la région d'aspiration des gaz. Rien de tel dans le condenseur par surface : le tube qui s'entoure d'une gaine d'air ne se déplace pas et, pour lui conserver son efficacité, il faut chasser cet air par un balayage énergique auquel nulle région du condenseur ne doit échapper.

Le simple examen de la fig. 7 montre que cette condition est remplie par le faisceau

tubulaire Bréguet, quoique sa constitution permette de rendre aussi faible qu'on le désire la résistance qu'il oppose à l'écoulement de la vapeur.

Quelles que soient les dispositions adoptées pour le faisceau tubulaire, le courant de balayage est très affaibli dans sa partie opposée à l'arrivée de vapeur, la condensation opérée ayant réduit le flux gazeux à une faible importance dans cette région. Dans cette partie du condenseur, c'est la pompe à air qui crée le courant de balayage et l'on se rend compte ainsi de l'erreur commise lorsque, sous prétexte que le condenseur par surface reçoit peu d'air, on estime suffisant de le munir d'un faible extracteur d'air. Cela équivaut à la suppression d'une notable fraction de sa surface réfrigérante et cela explique comment de très importants gains de vide ont parfois été réalisés dans des installations par la simple substitution d'Éjecteurs aux pompes à *vide élevé* qu'elles comportaient.

Les considérations de balayage des tubes, comme celles relatives à l'utilisation optimum de la surface réfrigérante qui leur sont intimement liées, font reconnaître la nécessité d'une bonne répartition de la vapeur dans le faisceau tubulaire. De là l'origine des cloisonnements très répandus dont le grave défaut est d'accroître la perte de charge due au faisceau tubulaire en s'opposant à ce que la vapeur suive les chemins de moindre résistance.

Toute autre est la conception qui a été la base de l'étude du faisceau tubulaire Bréguet : la bonne répartition de la vapeur dans le condenseur est assurée par l'équivalence des résistances des divers chemins qui s'offrent à la vapeur pour la conduire vers le faisceau refroidisseur, les évidements lenticulaires étant rendus plus importants et plus nombreux sur les chemins les plus longs.

Le condenseur à surface Bréguet comporte un nombre de parcours d'eau de circulation variable, fixé, après étude, dans chaque cas particulier. Il est toujours du type à contre-courant dont la supériorité est depuis longtemps établie.

La dépense de vapeur de l'Éjecteur est voisine de 1 % de la dépense de la machine desservie, pour des installations d'une puissance de l'ordre de 6.000 kw et moindre dans les installations plus importantes. L'Éjecteur est toujours du type "Alpha" et la récupération de la vapeur motrice de ces deux éjecteurs *est totale*, sauf cas exceptionnel. *Toutes* les calories contenues dans cette vapeur se retrouvent à la bêche d'alimentation des chaudières, l'eau prélevée au refoulement de la pompe d'extraction, qui alimente le condenseur auxiliaire, faisant retour à cette pompe et non pas au condenseur. La réalité de cette récupération totale est aisée à vérifier par simples mesures thermométriques.

La fig. 1 donnée plus haut représente l'installation d'un condenseur par surface Bréguet muni de l'Éjecteur type "Alpha". Les gaz aspirés par l'éjecteur d'amont B, après avoir subi une première contraction dans le faisceau refroidisseur du condenseur, sont rejetés dans le condenseur auxiliaire C, puis de là à l'atmosphère, au travers de

l'eau d'alimentation de la chaudière par l'éjecteur d'aval D. Le condenseur auxiliaire est alimenté par de l'eau prélevée au refoulement de la pompe d'extraction et cette eau, échauffée davantage dans le condenseur auxiliaire, fait retour à la pompe par les tuyaux F₁ et F₂ ; le tuyau F₃ est un simple équilibreur de pression.

La Condensation à Bord des Navires

Les condenseurs marins Bréguet sont établis sur les mêmes principes que les condenseurs par surface pour service à terre et tout ce qui vient d'être dit pour ces derniers s'applique à leur sujet. Cela s'applique même avec plus de force encore, car les considérations de poids et d'encombrement conduisent souvent à réduire la surface réfrigérante et à admettre un taux élevé pour la quantité de vapeur condensée par mètre carré de surface et par heure. On conçoit l'importance particulière qu'il y a à utiliser dans les meilleures conditions la totalité de cette surface.

Outre sa puissance, précieuse pour la bonne utilisation de la surface réfrigérante du condenseur, l'Éjectair possède au plus haut degré toutes les qualités que l'on peut désirer pour un appareil marin.

Il est insensible à l'action du roulis et du tangage. Il ne comporte aucun dispositif spécial d'amorçage, sa mise en œuvre suivant immédiatement le simple envoi de vapeur

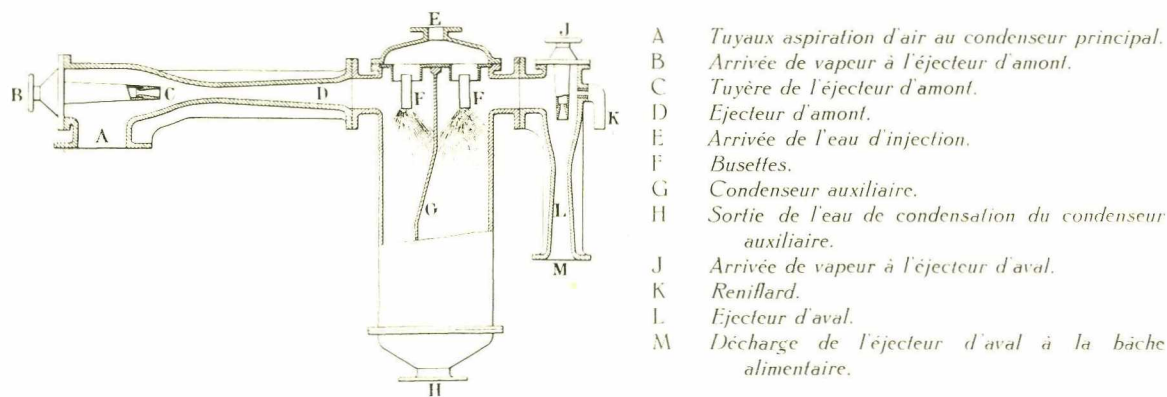


Fig. 8. - Ejectair type Marine.

à ses éjecteurs ; par son seul éjecteur d'aval, il est susceptible de créer un vide réduit avant la mise en marche de tous les autres auxiliaires et permet ainsi de supprimer la période d'échappement à air libre qui précède d'ordinaire l'appareillage et les pertes

d'eau douce que cette manœuvre entraîne. La récupération des calories contenues dans la vapeur qui actionne l'Éjectair est totale. Pas de perte d'eau douce à la mer, avec laquelle l'appareil n'a aucune communication.

L'Éjectair n'est pas susceptible de se désamorcer, ni par chute de pression de la vapeur motrice, ni par entraînements d'eau passagers, ni par rentrée d'air accidentelle.

Aucune surveillance n'est utile pendant son fonctionnement. L'absence d'organes mobiles rend nuls l'usure et l'entretien. L'Éjectair du type Marine (fig. 8) est d'une très

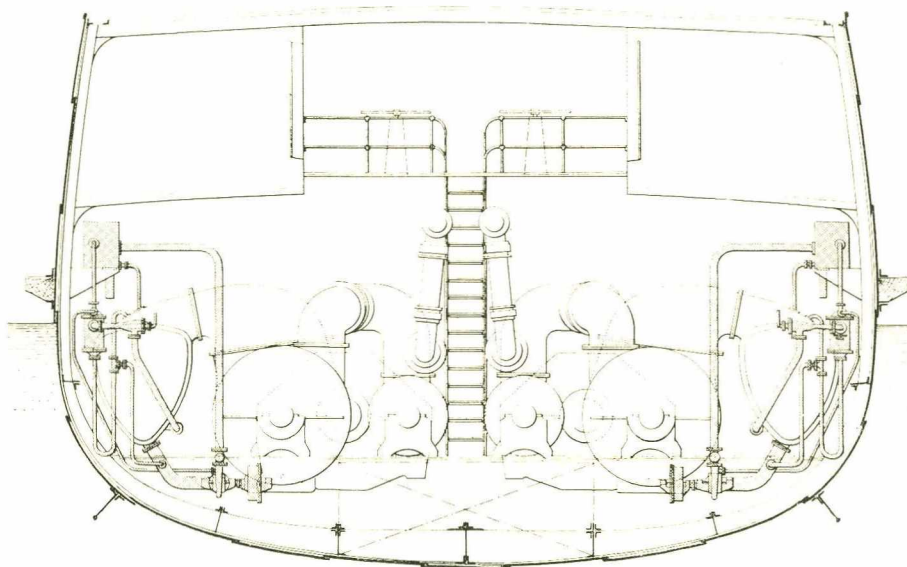


Fig. 9. — Installation d'un éjectair à bord d'un bâtiment mu par des turbines à engrenages.

grande légèreté; son encombrement est très réduit et il se loge ainsi souvent en des emplacements qui seraient inutilisables à toute autre fin.

La fig. 9 représente l'installation de condenseurs par surface munis d'Éjectairs type Marine à bord d'un bâtiment mu par turbines à engrenages. Cette installation est identique à celle d'un condenseur en service à terre, mais elle est complétée par un dispositif permettant d'effectuer un retour d'eau de la bache de décharge au condenseur, en vue d'éviter un échauffement exagéré de l'eau dans cette bache lors des périodes de fonctionnement parfois longues qui précèdent l'appareillage.

Les premiers essais de l'Éjectair à la mer ont été effectués à la fin de 1913, à bord du contre-torpilleur *Renaudin*. Ils ont vivement intéressé le monde maritime et ont été suivis de commandes émanant du Ministère de la Marine, de l'Établissement national d'Indret, des Chantiers Normand, des Forges et Chantiers de la Méditerranée.

des Chantiers de Bretagne, etc., pour des installations à bord de cuirassés, de contre-torpilleurs, petits bâtiments de la Marine de guerre et cargos (1).

Dans les installations de bord, les pompes de servitude (pompes de circulation et pompes d'extraction d'eau condensée) sont en général commandées par turbines à vapeur auxiliaires (échappant d'ordinaire dans la turbine principale). Les deux pompes, et parfois une pompe à huile également, sont commandées par la même turbine sur les

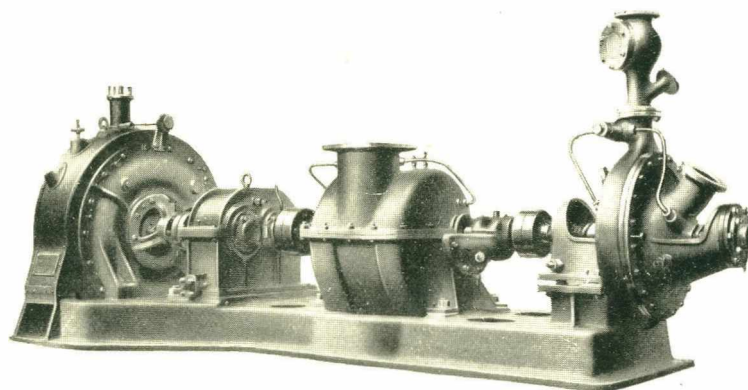


Fig. 10. — Groupe de servitude pour canonniers.

bâtiments de commerce et sur les petites unités de la Marine de guerre. Pour les unités puissantes, on a jugé souvent préférable de commander la pompe de circulation par une turbine distincte, ce qui permet de réduire la vitesse de cette pompe pour se placer dans les conditions économiques les meilleures correspondant à la marche en croisière ou à pleine activité.

Des turbines à action directe ou comportant un réducteur de vitesse ont été créées en vue de satisfaire spécialement aux conditions de puissance et de vitesse qui sont désirables pour les pompes de bord, et ces ensembles ont été accueillis avec faveur. La fig. 10 représente un groupe de servitude construit par la Maison Bréguet pour des canonniers de la Marine Nationale Française.

(1) Une expérience a été faite ultérieurement aux Ateliers de Douai de la Maison Bréguet qui semble devoir être relatée parce qu'elle a beaucoup intéressé les Ingénieurs de la Marine qui y ont assisté :

Un groupe électrogène de bord comportant un condenseur Bréguet à Ejectair fonctionnait à condensation sous la charge maxima qu'il devait pouvoir développer à échappement libre. On ouvrit en grand le clapet d'échappement à air libre et le vide tomba complètement, l'Ejectair restant en fonctionnement. Le groupe a continué à fonctionner sans perte de vapeur à l'atmosphère, la condensation continuant à s'effectuer complète dans le condenseur et lorsqu'on libéra le clapet automatique d'échappement à air libre, le vide se rétablit avec grande rapidité sans qu'aucune manœuvre ait dû être effectuée.

Voici les chiffres relevés par les Ingénieurs concernant la reprise du vide :

Vide de 20 cm. de mercure au bout de 15 secondes		
— 50	—	45 —
— 70	—	80 —
— 74	—	vide de régime peu après.



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

