

# HOUILLE NOIRE

## L'Utilisation rationnelle de la Vapeur d'Échappement

Par Emile Huc, *Ingénieur-Conseil.*

(SUITE ET FIN)

### Valve Triple Franco Tosi

La valve triple Franco Tosi, consiste en un corps unique, sur lequel sont réunies : la valve de sécurité, la valve d'admission de vapeur vive et un clapet. Le mouvement des deux premières valves est obtenu au moyen d'un servo-moteur à vapeur.

La construction est telle que l'on évite l'ouverture de la valve de sécurité avant la fermeture complète de la valve d'admission de vapeur supplémentaire.

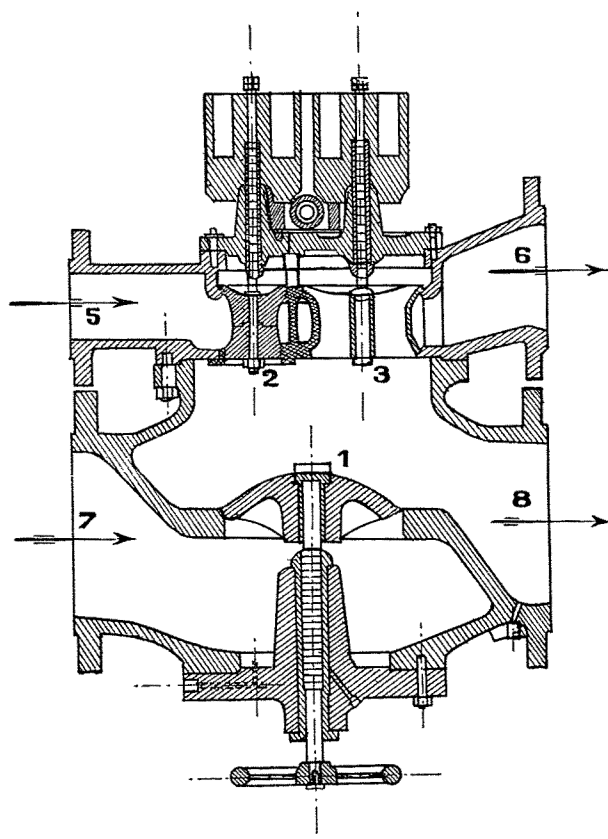


Fig. 3. — Valve triple type « Tosi ».

1. Valve de retenue et de fermeture ; 2. Valve auxiliaire ; 3. Valve de sécurité ; 5. Vapeur vive ; 6. Echappement à l'atmosphère ; 7. Arrivée de vapeur d'échappement ; 8. Vers les appareils de chauffage.

Le réglage est tel que la variation maximum de la pression de la vapeur au chauffage, du moment où la valve d'admission de vapeur d'appoint est complètement ouverte jusqu'au moment où l'ouverture de la valve de sécurité sera complète, cette variation ne sera pas, normalement, supérieure à 300 grammes, environ.

### Régulateur de pression Eckardt

Cet appareil comporte un piston double, disposé dans un logement perpendiculaire à la conduite de vapeur d'échappement.

Sous la face inférieure du piston inférieur, agit un ressort faible qui n'a d'autre but que maintenir en suspension, le piston double. Un deuxième ressort, plus fort, agit sur la face supérieure du piston supérieur. Le réglage de la pression d'échappement

se fait au moyen d'une vis qui bande plus ou moins ce ressort. Un manomètre, monté sur l'appareil, indique, d'autre part, la valeur de la pression régnant dans la conduite.

Les deux pistons ayant un même diamètre, la pression de la vapeur d'échappement n'a aucune influence sur leur position qui ne dépend que des ressorts, ou plus exactement, ne dépend que du ressort le plus fort qui est réglable.

Le piston supérieur, en montant, découvre une ouverture échappant à l'air libre.

Dans ces conditions, si la pression de la vapeur d'échappement reste constante, le double-piston restera en équilibre ; mais, si cette pression vient à augmenter, le ressort antagoniste va fléchir, et le double-piston montera, le dégagement de l'ouverture d'évacuation qui en résulte permettra le dégagement à l'extérieur de la vapeur en excès.

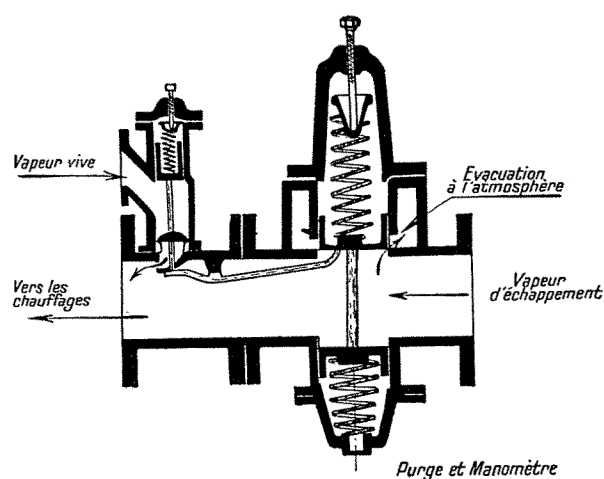


Fig. 4. — Régulateur de pression système Eckardt.

Si, au contraire, la pression de la vapeur d'échappement baisse, le ressort antagoniste pousse vers le bas le double-piston et c'est alors, que l'admission de vapeur vive peut être effectuée.

Le dispositif d'admission de vapeur vive comporte un clapet équilibré manœuvré au moyen d'un levier, placé dans la conduite de vapeur d'échappement et commandé à son autre extrémité, par la face inférieure du piston supérieur du précédent dispositif. La descente du double-piston entraîne le levier qui, articulé en un point intermédiaire, lèvera, par son autre extrémité, le clapet d'admission de vapeur vive.

### Appareils analogues

Basés sur un principe identique, certains régulateurs employés par des constructeurs de machines à vapeur, possèdent, au lieu et place des ressorts, un ou plusieurs contre-poids avec levier. La position du contre-poids réglant la pression agissant sur la soupape.

### Soupape d'Admission automatique E. Huc

Cette soupape, utilisable dans d'autres cas et, en particulier dans les installations comprenant des accumulateurs thermiques, est constituée essentiellement par un clapet équilibré, solidaire d'un piston dont les mouvements sont assujettis à l'action d'un levier à contre-poids et à l'action de la vapeur, dans la conduite, au moyen d'un tube d'équilibre.

Toute variation de la pression de vapeur agit immédiatement sur l'appareil, donc sur la valve d'admission.

Cet appareil très sensible peut encore servir, avec une légère modification, de détenteur *précis*.

La « soupape de décharge » de la vapeur en excès, en cas d'élévation de pression, est solidaire de la soupape d'admission automatique, ou peut encore être placée en un point quelconque, elle est analogue à la précédente. Des dashpots sont prévus, quand c'est nécessaire, afin d'amortir les oscillations qui, parfois, se peuvent produire.

### Installations avec prises de Vapeur intermédiaire

Les installations avec prise de vapeur intermédiaire comprennent, soit des machines à vapeur compound double ou triple expansion, et les turbines à prise de vapeur intermédiaire et condensation et les turbines à contre pression, prise de vapeur intermédiaire.

Nous avons décrit, plus haut, l'installation de deux machines jumelées marchant, l'une à condensation, l'autre à contre-pression, j'ajouterais seulement que la machine à contre-pression est elle-même munie d'un régulateur paresseux qui a pour but unique d'empêcher l'emballement du groupe.

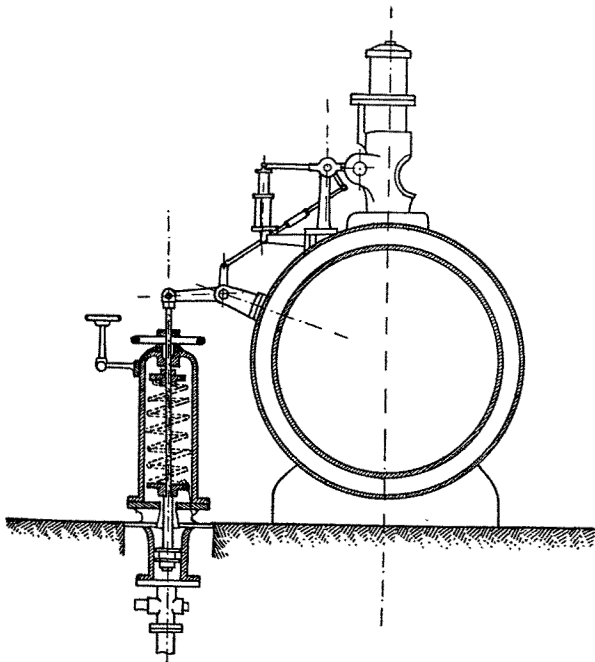


Fig. 5. — Régulateur de pression système Dujardin et Cie.

Le régulateur de pression, dans une machine à double-expansion (cas particulier du couplage de deux machines, voir fig. 4) se place sur la prise au receiver.

Les régulateurs que nous avons vus au précédent chapitre peuvent fort bien servir dans le cas présent. Voyons, à titre d'exemple, le dispositif adopté par la firme Dujardin et Cie.

Comme le montre la figure ci-dessus, le régulateur Dujardin et Cie se compose d'un cylindre vertical, dans lequel se meut un

piston muni d'une tige traversant un presse-étoupe à labyrinthe.

La face inférieure de ce piston est en relation avec le receiver et la face supérieure avec le condenseur.

Le piston est équilibré par un ressort dont la tension est réglable en marche, au moyen d'un volant disposé à la partie supérieure de l'appareil.

La tige du piston attaque un levier d'équerre articulé qui commande, par une bielle (de longueur réglable) et un levier, l'arbre horizontal qui porte les galets de déclic des pistons-valves d'admission du cylindre basse-pression.

Les mouvements du piston seront donc transmis à cet arbre, dont les déplacements sont régularisés par un frein à huile qui atténue les petits mouvements dus, d'une part, aux fluctuations de pression dans le receiver, produites à chaque échappement du petit cylindre, et, d'autre part, aux réactions des déclics sur les galets de réglage.

Si la quantité de vapeur prise pour les chauffages varie, le régulateur entrera en fonction pour envoyer au grand cylindre plus ou moins de vapeur, de manière que la pression reste constante au receiver et aux appareils de chauffage.

Si, la charge du moteur restant la même, la variation se produisait dans la consommation de vapeur de chauffage, le régulateur agirait comme précédemment, sur l'admission au grand cylindre.

Ces variations de prise de vapeur, jointes aux variations de charge, sont parées du côté fonctionnement de la machine, par l'action du régulateur à force centrifuge qui agit sur l'admission au petit cylindre, de façon à compenser à chaque instant, l'action du régulateur de pression du receiver.

La pression de vapeur au receiver se modifie aisément par la tension du ressort. Un robinet permet de passer de la marche à prélèvement à la marche en compound.

### Turbine à prise de vapeur système Brown Boveri (Compagnie Electro-mécanique)

Nous avons vu la solution du problème, dans le cas d'une turbine à contre-pression, nous allons examiner les particularités de la turbine à prise de vapeur intermédiaire.

Le schéma indique que la vapeur vive est conduite aux tuyères, par la soupape de distribution. Après avoir traversé la roue à action, la vapeur pénètre dans la chambre de prise de vapeur, d'où est dérivée la quantité nécessaire aux chauffages. L'excédent de vapeur sur les chauffages traverse une deuxième soupape de prise de vapeur et est amenée aux étages à basse pression de la turbine.

Pour maintenir la constance de pression de la vapeur de chauffage, les servo-moteurs sont mis sous la dépendance de la pression d'huile, servant au réglage de la distribution. Cette huile, refoulée sous pression par une pompe à engrenages, se divise en deux courants qui sont dirigés, l'un vers le régulateur de vitesse (dont le manchon règle la pression d'huile en obturant plus ou moins une lumière d'échappement); l'autre vers les cylindres des servo-moteurs et l'orifice d'échappement placé en aval du dernier.

Entre les deux servo-moteurs, est intercalé un obturateur d'huile commandé par le régulateur de pression.

L'obturateur d'huile ci-dessus divise le réglage en deux parties : 1° celui de la « haute pression », comprenant le régulateur de vitesse, un premier servo-moteur (celui de la soupape de distribution et les soupapes de tuyères);

2° Celui de la « basse pression » avec le régulateur de pression d'huile et le servo-moteur de la soupape de réglage de la prise de vapeur.

Pour expliquer le fonctionnement, nous considérons d'abord que la pression de la vapeur de chauffage est constante.

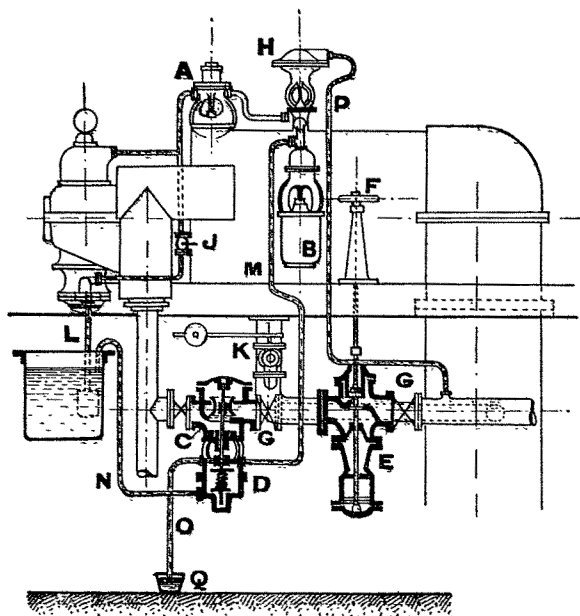


Fig. 6. — Turbine à prise de vapeur avec détendeur à huile sous pression.

A Soupape de distribution. — B Soupape de réglage de la prise de vapeur. — C Soupape de détendeur. — D Servo-moteur du détendeur. — E Clapet de retenue. — F Sa commande. — G Vannes d'isolement. — H Régulateur de pression. — J Pointeau de réglage. — K Soupape de sûreté. — L Aspiration d'huile. — M Amenée d'huile sous pression de détendeur. — N Retour d'huile du détendeur. — O Evacuation des fuites d'huile. — P Amenée de vapeur au régulateur de pression. — Q Collecteur des fuites.

La position du régulateur d'huile et le régulateur de vitesse agissant seul, augmente ou diminue la pression de l'huile, en faisant varier l'orifice d'écoulement correspondant. Cette variation de pression se transmettra au dispositif de réglage « haute

pression » et au dispositif « basse pression ». Par suite, une variation de la pression d'huile, provoquée par le régulateur de vitesse, sera transmise pour actionner la soupape de distribution et la soupape de prise de vapeur dans le même sens.

Si la charge de la turbine demeure constante et que, seule, la quantité de vapeur de chauffage varie, à toute augmentation de pression de celle-ci, l'obturateur d'huile va s'ouvrir, ce qui entraîne une diminution de pression d'huile du côté haute pression et une augmentation de pression d'huile du côté basse pression.

Il en résulte la fermeture de la soupape d'admission de vapeur vive à la turbine et l'ouverture de la soupape d'admission aux étages basse pression.

Nous remarquons, d'ores et déjà, que toute variation de charge de la turbine est compensée par l'action du régulateur de vitesse et que toute variation de pression est réglée par le régulateur de pression qui n'intervient que pour compenser de petites variations de la charge et ne devrait même pas intervenir. Cette façon de procéder a l'avantage de supprimer toute répercussion d'un réglage sur l'autre ou, du moins, de réduire au minimum cette répercussion.

Notons, en passant, que la sensibilité du réglage est telle que la variation de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge est de 4 %.

Les variations de pression entre les limites extrêmes, débit minimum et débit maximum de vapeur de chauffage, sont de 400 grammes par centimètre carré.

On peut enfin disposer, toujours pour fonctionner sous pression d'huile, un détendeur qui déversera, au besoin, de la vapeur détendue dans la conduite de chauffage. On munit aussi celle-ci d'une soupape de sûreté, pour évacuer l'excès de vapeur, en cas d'élévation exagérée de la pression au chauffage.

Comme on a pu le constater, dans le cours de ces notes, l'action d'un régulateur de vitesse, dans ce genre d'installations, n'a d'autre but que de fixer la quantité de vapeur nécessaire, afin que, le régulateur de pression agissant de son côté, la somme

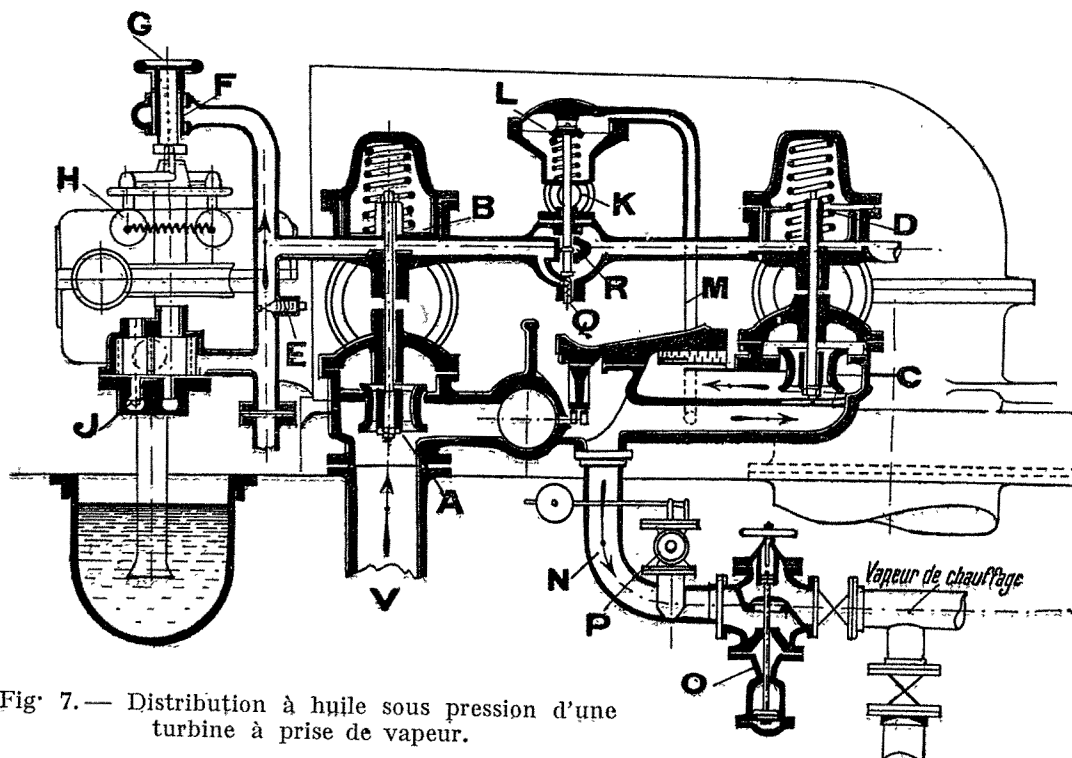


Fig. 7. — Distribution à huile sous pression d'une turbine à prise de vapeur.

A Soupape de distribution. — B Piston du servo-moteur de la soupape A. — C Soupape de réglage de la prise de vapeur. — D Piston du servo-moteur de la soupape C. — E Pointeau de réglage de la distribution. — F Lumière d'échappement de l'huile. — G Douille de relais. — H Régulateur de vitesse. — J Pompe à huile à engrenages. — K Régulateur de pression d'huile de la soupape C. — L Membrane du régulateur K. — M Amenée de vapeur de chauffage au régulateur de pression. — N Conduite de prise de vapeur. — O Clapet de retenue. — P Soupape de sûreté. — Q Pointeau de réglage du débit d'huile. — R Soupape de détendeur.

de travail correspondant à la charge de la turbine, à chaque instant, soit obtenue par la vapeur motrice (c'est-à-dire celle qui se détend jusqu'à la pression du condenseur) et la vapeur de chauffage (détendue jusqu'à la pression requise au réseau de chauffage). Cette pression demeurant constante.

### Les Machines à vitesse variable pour l'entraînement des Machines à papier

Quoique ce montage tende à disparaître dans certaines grandes installations modernes, il est des cas où il a donné d'excellents résultats.

Ce montage spécial comporte l'accouplement direct de la machine à vapeur, avec la machine à papier, l'échappement se faisant dans le sèche-rie de cette dernière.

La machine est munie d'un régulateur du type centrifuge, mais, tandis que dans les autres machines, la démultiplication est obtenue par un train d'engrenages coniques (cette démultiplication est fonction de la vitesse de la machine, ces dernières, dans le cas qui nous occupe, sont du type vertical à grande vitesse, 350 à 450 tours/minute), cette démultiplication est obtenue dans l'installation en question, par un réducteur à friction constitué par un disque calé sur l'arbre de la machine, entraînant un galet à axe vertical, dont la position, par rapport à l'axe de l'arbre de la machine, peut être changé au moyen d'une vis sans fin, irréversible et manœuvrable par volant pendant la marche.

Plus le galet sera près de l'axe de rotation, plus grande doit être la vitesse de rotation de la machine, pour maintenir aux boules du régulateur la même vitesse angulaire.

Il est à remarquer que ce dispositif, en usage courant dans les machines-outils, n'avait pas été appliqué aux machines à vapeur et, dans ce dernier cas, il a donné d'excellents résultats.

Non seulement, il est de réalisation simple, mais il permet, à l'inverse des dispositifs de réglage par cônes inverses, de régler la vitesse de la machine dans des limites très étendues, sans aucun aléa, ni risque de variation brusque de vitesse, puisqu'aucune courroie n'intervient pour assurer la liaison entre les appareils de démultiplication.

Et, comme rien ne s'oppose à utiliser cette combinaison avec les différentes applications courantes de la machine à vapeur, l'étude de certains cas particuliers peut trouver, dans ce sens, une solution digne d'intérêt.

### Aéro-Condenseurs et Aéro-Condenseurs mixtes

Les cartonneries et les fabriques de papier couché qui utilisent l'air chaud pour le service de leurs séchoirs, sèche-ries, font, le plus souvent, échapper leur machine à vapeur dans des aéro-condenseurs constitués par des plaques spéciales groupées en batterie, ou bien des tuyaux à ailettes en fonte.

Le prix, le poids et l'encombrement, ajoutés aux innombrables joints, font des aéro-condenseurs usuels, des appareils peu intéressants.

Cependant, comme il faut de l'air chaud, ces engins paraissent indiqués dans la plupart des cas, puisque cet air chaud est obtenu par condensation de la vapeur d'échappement, donc économiquement.

Les constructeurs ont donc porté leurs efforts sur la modification de ce matériel et on a adopté un aéro-condenseur de volume réduit, analogue aux radiateurs d'automobile, et constitué par des tubes à ailettes en cuivre brasés sur des collec-

teurs réunis ensemble par la soudure autogène. Le coefficient de transmission étant plus élevé, on obtient le maximum de pouvoir émissif sous le plus petit volume.

Le montage est extrêmement rapide, puisque on n'a plus que six boulons, au lieu de 180 au moins pour un autre système, et le prix est, au moins, le quart de ce qu'il serait pour un engin de même puissance, en fonte !

La vapeur d'échappement arrive dans ce faisceau et s'y condense en partie. Un serpentin étanche, placé dans une caisse d'eau froide, reçoit l'eau condensée du faisceau tubulaire, à son extrémité est placée une pompe à air qui parfait la condensation et le vide.

Normalement, l'appareil est étudié pour donner un vide très voisin de celui que fournirait un condenseur ordinaire. Il est susceptible de donner un grand débit d'air, en élevant la température de celui-ci de 20 degrés sur la température ambiante pour 60 cm. de vide.

On peut augmenter la température de l'air, mais le vide sera diminué. Comme il y a un radiateur à air et un condenseur par surface à eau, il est évident que le simple réglage de la quantité d'eau de ce dernier (débit) change la quantité de vapeur condensée dans le condenseur par surface à eau, ce qui assure le réglage de la température de l'air.

Je terminerai cette étude par quelques considérations sur le choix des machines, soit alternatives, soit turbines.

Dans les pages qui précèdent, nous avons entrevu de multiples solutions qui possèdent des avantages et des inconvénients, suivant l'usage que l'on en pourrait faire, ce sont des solutions particulières à des cas particuliers et toute la difficulté réside dans le choix judicieux que l'on fera.

Comme je le disais plus haut, la simplicité de l'utilisation de la vapeur d'échappement n'est qu'apparente et ne doit pas, sous peine d'ennuis, être traitée à la légère. D'autant plus qu'il s'agit, en somme, de mieux utiliser des calories ou de les gaspiller, par conséquent, dès qu'une possibilité de perte s'affirme, on ne saurait trop pousser une étude de ce genre. Les spécialistes eux-mêmes, suivent le précepte de Boileau, l'éternel « *Vingt fois, sur le métier, remettez votre ouvrage... ajoutez bien souvent, plus souvent retranchez...* ». Que ne devraient faire ceux qui ne sont pas spécialistes !!

### Comment choisir le type de machine convenable

La première des choses à faire est, évidemment, de se poser très nettement le problème et de savoir, par une étude très sérieuse, quelles sont les variations possibles, leur durée, leur amplitude et leur fréquence.

Cette situation de l'installation future, dans le temps et dans l'espace, donne une première ligne de conduite, sur laquelle se trouveront, chemin faisant, des bifurcations plus ou moins nombreuses, parfois on ne s'y arrêtera pas, mais souventes fois, elles peuvent être dignes d'intérêt et mériter amplement tout le temps qu'elles auront pu occuper.

L'industrie de la papeterie, comme toutes celles qui utilisent la vapeur pour des opérations de chauffage (fabriques de conserves alimentaires, blanchisseries mécaniques, tanneries, vernisseries, sucreries, etc.), ne donne pas la possibilité de réaliser une solution simple.

La papeterie, particulièrement, utilise une certaine quantité de vapeur à des pressions variables, suivant la nature des papiers fabriqués, et ces pressions oscilleront entre 400 grammes et 2 et 3 kgs.

D'autre part, si la machine à papier peut souvent être actionnée par la récupération de la détente de la vapeur de chauffage, il ne faut pas perdre de vue que toute la force motrice de l'usine ne sera pas uniquement au service de la ou des machines à papier, mais que les calandres, les piles défileuses et les meuletons, les lessiveurs, les pompes, demandent une puissance variable avec les usines, avec les tonnages de matière traitée, avec les appareils eux-mêmes qui seront de fabrication différente.

Ces considérations peuvent donc faire écarter de prime abord les machines thermiques à contre-pression (alternatives ou turbines), cependant que dans le régime d'hiver, par exemple, par suite des chauffages, éliminations de buées, etc., la totalité de la vapeur, ou presque, serait utilisable.

Il faudrait que la totalité de la vapeur ayant travaillé, soit utilisée au chauffage et cette condition est réalisée dans les usines précitées, et si elle ne l'a pas été, elle n'en reste pas moins possible, très certainement.

Il n'est pas rare de trouver des usines où l'organisation logique de l'existant serait très favorable, au point de vue financier, parce que l'on arriverait inmanquablement à une réduction de la consommation de charbon.

Si nous admettons que tout soit au point, il restera à déterminer le type de machine qui sera adopté.

Trois solutions s'offrent :

1° La machine à vapeur monocylindrique ou compound type horizontal, vitesse lente de 70 à 180 t/m. ;

2° La machine à vapeur monocylindrique ou compound, type vertical, grande vitesse de 350 à 450 t/m. ;

3° La turbine à vapeur avec ses différents types.

Se demander quelle est la meilleure machine est, avant tout une question délicate.

On ne peut pas dire que telle machine est supérieure à une autre, en tant que machine, car les constructeurs se sont ingénies à doter leurs engins de tous les perfectionnements désirables.

Rechercher le type le plus économique, est encore chose délicate, car il s'agit de savoir comment on veut comparer les différentes machines.

La surchauffe est différemment supportée par les machines à vapeur, suivant leur genre de distribution. Or, la surchauffe est un élément d'économie pour la consommation de la machine.

Une machine à distribution par pistons-valves du type Dujardin supportera la surchauffe à une température de 275 jusqu'à 300 degrés.

Une machine verticale, du type Larbodière, avec sa distribution par tiroir cylindrique, n'est nullement gênée par la vapeur surchauffée à 300 degrés.

D'autres systèmes de distribution ne supporteraient pas de hautes températures de surchauffe et 210-220 degrés sont des maxima admissibles.

Les turbines, au contraire, s'accommodent fort bien de hautes températures de surchauffe. Petites et moyennes puissances admettent 350-360 degrés ; les stations plus importantes atteignent 450 degrés.

La surchauffe de la vapeur présente, nous l'avons dit, un avantage incontestable, mais il ne faut pas croire que cet avantage augmente indéfiniment. Ainsi, les essais ont démontré que l'économie était de 1 % par 6 degrés de surchauffe, depuis la température de saturation jusqu'à 250 degrés. L'économie de 1 % n'est obtenue, entre 250 et 320 degrés, que par 6,5 ou 7 degrés.

Pratiquement, la température de surchauffe, dans les turbines est limitée par la résistance des enveloppes, quand celles-ci sont

en fonte et la limite est alors de 320 degrés environ. Par contre, avec des enveloppes en acier, on peut aller plus avant. La métallurgie par l'élaboration de nouveaux aciers permettra un essor toujours soutenu vers les hautes surchauffes. Chacun sait qu'à l'heure actuelle la tendance générale est d'envisager des timbres de chaudières élevés, puisque, ainsi que je le disais par ailleurs, on en est à 84 kgs et qu'un générateur est en construction pour une pression de 100 kgs par cm.

Ce que nous venons de dire ne sera à envisager que dans le cas d'un groupe à condensation, pour une turbine surtout, car la vapeur d'échappement de la turbine est encore surchauffée.

Nous avons vu plus haut, que l'effet thermique maximum était obtenu avec la vapeur saturée sèche, donc il faudra étudier au moyen des diagrammes, quelle sera la température initiale de surchauffe à adopter, pour que la vapeur arrive aux corps de chauffage, saturée, sèche.

Cette considération conduira, soit à modifier, soit à confirmer l'opinion que l'on avait primitivement adoptée.

La machine à vapeur alternative donne une chute de température de surchauffe plus grande que la turbine, ce qui permet d'obtenir une vapeur d'échappement identique en température et titre avec une machine à vapeur et avec une turbine, tandis que les températures de surchauffe de la vapeur à l'admission seront différentes et plus élevées avec la première qu'avec la seconde.

Cela élargit l'étude considérablement et entraîne, tout au moins, une étude avec calcul, pour les variations un peu importantes.

Une question secondaire, qui n'est pas moins délicate est celle du graissage, qui est tel dans les machines alternatives, que la vapeur d'échappement contient de l'huile, alors que la vapeur d'échappement de la turbine n'en contient pas.

Le déshuilage de la vapeur est une opération qui demande à être vue en détail. Tous les appareils utilisés pour déshuiler la vapeur d'échappement, ne sont pas identiques de construction et cette construction entraîne nécessairement une différence assez marquée, au point de vue « perte de charge » : les uns agissent par choc, les autres par changement de direction ou léchage ; l'effet « déshuilant », si je puis dire, est aussi variable avec le type envisagé.

L'huile arrêtée au passage doit être évacuée hors de l'appareil, dans la marche à contre-pression : un purgeur bien choisi assurera ce service ; dans la marche à vide, si l'évacuation de l'eau du condenseur huileuse peut gêner ultérieurement, il faut recourir à une pompe spéciale ou, mieux, à un extracteur sous vide ou dérivateur.

L'huile, ainsi enlevée de la vapeur, est récupérable pour le graissage de transmissions, par exemple, et cela au moyen de dispositifs assez simples. On peut récupérer 60 à 70 % de l'huile entraînée, et cette récupération dépend, d'une part, de la nature de l'huile de graissage employée dans le cylindre de la machine et, d'autre part, de la manière dont est disposé le déshuileur.

Dans une question de chauffage, le déshuilage doit être sérieusement envisagé, parce que l'huile qui se dépose sur les parois des corps de chauffe nuit à l'échange de calories, au travers de ces parois.

Le choix, turbine ou machine, est une question d'espèce, et sera déterminé par l'étude complète des besoins et des consommations de vapeur.

La préférence ira, soit à la machine verticale, soit à la machine horizontale, suivant la place que l'on pourra disposer pour loger la dite machine, suivant le mode d'accouplement envisagé,

suivant les prix, de l'engin et des accessoires, y compris les fondations, etc.

Au point de vue mécanique, on ne doit pas écarter résolument de l'étude une machine parce qu'elle sera à grande vitesse, par exemple.

En effet, les pistons, leurs tiges, les patins de glissières et les bielles ont des vitesses linéaires identiques et même souvent moindres dans les machines verticales que dans les machines horizontales ; quant à la vitesse angulaire, le nombre de tours de l'arbre, ce ne peut être un inconvénient, puisque tout est étudié en conséquence.

Un moteur à explosion d'automobile, une turbine à vapeur, ont des vitesses de rotation de 1.500, 1.800, 2.000 et 3.000 t urs et les ennuis n'en sont pas plus grands pour cela.

La grande vitesse a des avantages qu'on ne saurait méconnaître, puisqu'elle permet d'avoir des surfaces moindres, donc des cylindres de dimensions plus réduites ; de supprimer les enveloppes de vapeur ; d'alléger les organes en mouvement et d'obtenir une grande régularité de marche.

Le graissage est chose délicate dans une machine, il peut être fort bien compris et alors constitue un avantage sérieux.

Une machine moderne est comparable avec une machine de la concurrence ayant, elle aussi, bénéficié de perfectionnements, cette comparaison est à faire, car, *à priori*, le type horizontal ne saurait être écarté au bénéfice du type vertical ou réciproquement.

Un constructeur fournira toujours une machine de sa fabrication, mécaniquement parfaite, mais c'est à l'usager à choisir, après étude du problème chez lui, quel sera le type de machine qui permettra la réalisation de l'installation prévue, cela fait il demandera au constructeur exactement l'engin qui lui convient et il s'en trouvera bien.

Jusqu'ici, l'on prétendait que la machine alternative était supérieure à la turbine, jusqu'à une certaine puissance et, qu'au-dessus de cette puissance, la turbine et la machine étaient en balance, jusqu'à une nouvelle limite au-dessus de laquelle le champ était incontestablement pour la turbine.

Ces délimitations sont absurdes et préjudiciables au progrès et à l'économie.

Actuellement, on fabrique des turbines et des machines depuis 1/2 cheval, jusqu'à 30.000 chevaux, c'est donc qu'elles sont utilisables. Que pour les hautes puissances, la turbine entraîne la préférence, c'est logique, car le service en est excessivement simple et l'encombrement réduit.

Pour des puissances moyennes ou des puissances moindres encore, la consommation des différents engins n'est que relative dans certains cas, par exemple, si la quantité de vapeur de chauffage est supérieure à celle requise pour la force motrice, la marche en contre-pression qui élève les consommations au CH/h. peut ne pas être prohibitive pour une turbine contrairement à ce que l'on croit parfois. C'est encore une question d'étude, donc un cas d'espèce.

Telles sont les possibilités techniques de cet important problème de l'*utilisation rationnelle de la vapeur d'échappement*.

Je me suis imposé, dans cette étude, la condition d'être impartial et de ne donner des indications que comme des exemples possibles que l'on doit pouvoir envisager, le cas échéant.

On ne peut donner déceimment une solution type comme cela aurait pu être fait, il y a quelques années ou comme risquerait de le faire un technicien qui vivrait sur un acquit et non sur un fonds mobile toujours à l'affût des perfectionnements.

Certaines solutions peu familières, peu communes, paraissent donner lieu à des complications préjudiciables, pour assurer un bon service. Ces craintes seraient vaines, si elles pouvaient seulement surgir à l'esprit d'un industriel.

Les pages qui précèdent renferment une véritable technique de la question qui serait complétée par l'exposé, tout au long de la méthode, ce qui nous eût entraîné trop loin.

Néanmoins, des directives ont été tracées, je me suis efforcé de prévenir souvent des erreurs possibles, car il est bon d'avoir, à chaque instant, « la crainte salutaire de se tromper, et la ferme volonté d'en éviter l'occasion ».

La papeterie est une industrie qui soumet le matériel à une rude épreuve de 144 heures par semaine et cela sans arrêt, cette condition que doit remplir la machine qui est, au fond, l'âme de l'usine, jette dans l'esprit de l'industriel, une défiance qui serait funeste, si elle n'était pas dissipée.

Le nombre relativement réduit des installations utilisant la vapeur d'échappement des machines motrices tient un peu à cette défiance et un peu aussi, il faut le dire, à une indécision qui trouve sa raison d'être dans le matériel existant. Et, je m'explique.

Toutes les usines ne sont pas d'installation récente, et beaucoup ont progressé sur un matériel qui a dû s'adapter à cette évolution et qui date de loin, quelquefois de la création de l'usine.

Envisager une installation nouvelle entraînerait des frais que l'industriel voit considérables, et qui, certainement, n'apparaissent tels que parce qu'il est mal renseigné, mal documenté.

Le désir de mieux faire est général et l'industriel est assez soucieux de ses intérêts, — chose des plus naturelles —, qu'il suffira de lui montrer des moyens efficaces, pour l'intéresser davantage au travail que les spécialistes poursuivent pour servir son industrie et l'Industrie tout entière. Lorsqu'il connaîtra mieux les armes dont nous nous servons, dans cette lutte économique, il jugera des services qu'elles peuvent lui rendre, et il entrera dans l'ère des économies de combustibles d'un pas assuré. L'aide qu'il apportera soutiendra nos efforts, nous incitera à pousser plus avant dans cette voie de progrès et, poursuivant notre bonhomme de chemin, nous donnerons à notre Industrie nationale, avec les moyens d'utiliser complètement, rationnellement, les ressources de combustibles de notre sous-sol, la possibilité de s'affranchir de toute importation coûteuse et, par suite, notre pays de France atteindra, au point de vue industriel, une situation plus digne de lui, il atteindra et conservera sûrement la place qui lui revient : *la première*.