



Photo P-40.  
Maillon étauçonné.  
Lignes isochromatiques et points d'inflexion.

## L'Intervapeur Verviétoise ou La distribution urbaine de vapeur à Verviers

par  
Paul HAIDANT,  
Ingénieur Principal pour la Protection du Travail  
et  
Hector PAQUAY,  
Ingénieur pour la Protection du Travail.

### I. — SITUATION EXISTANT EN 1935

De nombreuses usines textiles rassemblées à Dison et à Verviers disposaient chacune d'une installation productrice de vapeur.

On sait que les usines textiles sont de grosses consommatrices de vapeur qu'elles utilisent pour le chauffage par barbotage ou par surface des bains de teinture ou d'apprêts, des lavoirs de laine, des séchoirs, etc., et pour le conditionnement de l'atmosphère des ateliers (chauffage, humidification dans les ateliers de tissage et de filature).

Les installations productrices de vapeur fonctionnaient à une pression d'environ 7 Kg/cm<sup>2</sup>, la vapeur pouvant être détendue pour ses utilisations à basse pression.

Les chaudières utilisées étaient de modèles anciens, elles étaient chargées à la main, plusieurs d'entre elles devaient être renouvelées à bref délai.

La force motrice utilisée était fournie par l'électricité sauf dans quelques usines produisant elles-mêmes la puissance



qu'elles absorbaient. Les machines à vapeur employées ne marchaient pas en contre-pression ni avec soutirage.

De cette situation découlaient les éléments suivants :

1°) la production totale de la vapeur utilisée s'effectuait dans une centaine de chaudières d'anciens modèles, dépourvues d'organes de récupération et ayant un rendement moyen très faible (environ 50 %);

2°) pour une sécurité de marche donnée, chaque usine avait ou aurait dû avoir sa propre réserve de chaudières;

3°) chaque usine devait avoir un ou des chauffeurs livrés à leur propre initiative, les ingénieurs de l'industrie textile ne pouvant consacrer leur temps à la surveillance de la chauffe;

4°) une place importante et des capitaux élevés devaient être consacrés dans chaque usine à l'installation productrice de vapeur;

5°) le combustible utilisé devait avoir certaines qualités minima que ne requièrent pas les grosses chaudières à chauffe mécanique : (fusibilité des cendres, calibre du charbon, et teneur de celui-ci en matières volatiles). Par suite, ce combustible était relativement coûteux.

En outre, chaque usine prise en particulier, n'achetant que par quantités relativement faibles, il était impossible d'arriver au prix d'achat le plus économique pour le combustible rendu à l'usine;

6°) le nombre des foyers disséminés dans l'agglomération verviétoise était important et il y avait une quantité de fumée déversée dans l'atmosphère d'autant plus forte que le rendement était plus faible.

Les installations particulières étaient en outre, d'une capacité insuffisante pour pouvoir s'accommoder d'une installation de dépoussiérage;

7°) en période de crise, la seule chaudière de l'usine devait être tenue en marche permanente, si même on ne lui demandait qu'une production de vapeur très restreinte par rapport à sa production nominale.

Elle se trouvait donc dans les conditions de rendement

les plus mauvaises et elle exigeait néanmoins la présence du chauffeur.

Ce n'est donc pas sans raison qu'en connexion avec les spécialistes de la Société Intercommunale d'Electricité, les industriels verviétois envisagèrent la centralisation dans une seule usine de la production de toute la vapeur absorbée par les usines du bassin.

## II. — CRITIQUE DE LA DISTRIBUTION URBAINE DE CHALEUR

La distribution de la chaleur par une grosse centrale offre les avantages suivants :

1°) La puissance totale de chauffe requise de cette centrale est nettement inférieure à la somme des puissances des installations indépendantes. En effet, une installation prise en particulier doit avoir une puissance mesurée par la plus forte pointe de consommation.

Si l'on alimente deux usines par une centrale, il est extrêmement probable que les pointes de ces deux usines ne se présenteront pas au même instant.

Il en résulte que la puissance de la centrale est inférieure à la somme des pointes des deux usines séparées et, par suite, inférieure à la somme des puissances de chauffe de ces deux usines.

Plus le nombre des usines groupées est élevé, plus la pointe résultante s'écarte de la somme des pointes des diverses usines prises séparément.

On se rend immédiatement compte de ce fait par la sommation des diagrammes de charge des usines.

Les minima de charge ne se présentant pas non plus d'une façon simultanée, il en découle que le minimum de charge des usines groupées est supérieur à la somme des minima des charges des usines prises séparément.

En conséquence, la charge de la centrale oscillera entre deux limites relativement rapprochées et l'installation pourra fonctionner en permanence avec un bon rendement. On sait, en effet, que le rendement d'une chaudière diminue d'autant



plus que son pourcentage de charge est plus faible et qu'à vide, il devient nul.

En résumé, la puissance de la centrale sera nettement inférieure à la somme des puissances des centrales isolées, ses variations de charge seront relativement beaucoup plus faibles et on se trouvera en permanence au voisinage de la marche au rendement maximum. On trouve ici une première raison de l'économie de combustible;

2°) La puissance globale à installer dans la centrale étant très élevée, on pourra y grouper un nombre relativement restreint d'unités de chauffe de forte puissance pourvues des meilleurs dispositifs de récupération : économiseurs, éventuellement réchauffeurs d'air.

Le prix global de ces installations sera certes moins élevé que celui des multiples petites unités réparties dans les usines et leur rendement pourra être très élevé grâce aux fortes puissances unitaires et aux récupérateurs de chaleur;

3°) La réserve nécessaire sera très réduite pour donner une sécurité absolue de production.

Si la puissance maximum de l'année peut être assurée par  $n$  unités identiques, en principe, il suffit d'avoir une seule unité supplémentaire qui permettrait de remplacer celle des  $n$  qui devrait être arrêtés ou même mise en réparation.

Dans une usine isolée n'ayant besoin que d'une seule chaudière de faibles dimensions, pour arriver à la même sécurité de marche, il en faudrait une seconde de même puissance.

Cela reviendrait donc à doubler le prix de l'installation, tandis que, dans le cas d'une centrale, la réserve n'augmente les immobilisations que du  $n^{\text{me}}$  du capital investi dans les chaudières.

Il en est de même pour les services auxiliaires.

Ceci réduit donc encore les immobilisations pour une sécurité de marche imposée.

Remarquons ici qu'il faudra réaliser un compromis entre le désir d'utiliser des unités de très forte puissance et de rendement très élevé et la nécessité d'avoir une réserve peu coûteuse.

Ce dernier point de vue envisagé seul imposerait que le

nombre  $n$  des unités soit très élevé afin que le prix de la seule unité de réserve, à peu près proportionnel à sa puissance, soit très faible.

On aurait alors un grand nombre d'unités de petite puissance dont le contrôle serait malaisé; elles occuperaient beaucoup de place et exigeraient un personnel important. Enfin, elles auraient inévitablement un rendement assez mauvais.

En général, on choisit  $n = 3$  à  $6$ , c'est-à-dire que la puissance requise est développée par  $3$  à  $6$  chaudières et la chaudière de réserve a donc une puissance comprise entre le  $1/3$  et le  $1/6$  de la puissance requise;

4°) Les installations de la centrale seront conduites par un groupe d'ingénieurs et d'ouvriers spécialistes qui maintiendront constamment le rendement à une valeur optimale, tandis que, dans une usine isolée, pour une charge donnée de la chaudière, la consommation de charbon peut varier du simple au double ou même au triple suivant la qualité du chauffeur.

Un tel inconvénient ne peut se présenter dans une centrale bien conduite et pourvue de tous les appareils utiles de contrôle.

On trouve ici une deuxième raison de l'économie de combustible;

5°) L'achat du combustible par la centrale se fera par quantités très massives, son transport pourra se faire par trains ou par bateaux entiers, sa manutention se fera à l'aide d'appareils perfectionnés.

Tous ces éléments permettront d'obtenir un prix de revient aussi bas que possible à la centrale.

Le peu d'importance des installations individuelles ne permet pas de profiter des mêmes avantages.

C'est une troisième raison de l'économie sur le combustible;

6°) Les unités utilisées étant de forte puissance s'accommoderont parfaitement bien d'un combustible très quelconque.

Or, bien que l'emploi des combustibles de faible valeur se répande de plus en plus, on trouve encore un bénéfice important en y recourant lorsque la centrale ne se trouve pas à trop grande distance des charbonnages.



C'est le cas à Verviers où l'on pourra par conséquent utiliser du charbon très fin et très cendreux dont le prix de revient à la calorie utile est plus économique que celui des combustibles meilleurs et plus coûteux obligatoirement utilisés dans les petites installations.

C'est là une quatrième raison de l'économie sur le combustible;

7°) Au point de vue général, la quantité totale des fumées produites par une centrale sera moindre que celle des multiples installations individuelles puisque le rendement y est meilleur.

En outre, on y veille soigneusement à éviter toute production d'oxyde de carbone. Il en résultera que l'atmosphère gazeuse sera moins polluée par les gaz toxiques (oxyde de carbone, anhydride sulfureux).

Quant au déversement des poussières dans l'atmosphère, on pourra fortement le réduire par l'emploi de dépoussiéreurs très perfectionnés dont les petites installations n'auraient pu s'accommoder économiquement.

Ces dépoussiéreurs, s'ils fonctionnent à sec, permettront la réintroduction des suies dans le foyer de la chaudière, ce qui rend leur amortissement possible par la récupération des calories que cette réintroduction entraîne.

Cela permet également de fondre les cendres impalpables recueillies au dépoussiéreur et de les précipiter au cendrier sous forme granulaire, lors de l'emploi du charbon pulvérisé.

Au contraire, les nombreuses petites chaudières des installations individuelles multiplient leurs jets de fumées noires chaque fois qu'on les allume ou qu'on y introduit du charbon.

Malgré l'emploi du charbon pulvérisé, il semble donc qu'une centrale de chauffage urbain, qui ne donne que des fumées très claires, permet d'atténuer la pollution générale de l'atmosphère.

L'emploi d'une haute cheminée rendra les inconvénients de cette pollution tout à fait supportables, même au milieu d'une agglomération.

A cet égard, la manutention en plein air de fortes quantités de charbon poussiéreux exposera également la centrale à des

difficultés avec le voisinage si le combustible n'est pas assez humide.

Ces difficultés sont facilement surmontées;

8°) La centrale libère les industriels de tous les soucis relatifs à la production de vapeur. Il suffit qu'une vanne soit ouverte pour qu'ils soient assurés d'en recevoir à discrétion;

9°) L'installation d'une grosse centrale ne demande qu'un espace très réduit si on le compare à la somme des surfaces occupées par l'ensemble des installations individuelles. Ces surfaces peuvent être récupérées par les industriels;

10°) Le personnel total occupé dans une centrale est très réduit vis-à-vis de celui qui est occupé dans l'ensemble des installations individuelles de chauffe. Les dépenses de main-d'œuvre sont donc fortement comprimées;

11°) Techniquement, il serait toujours possible aux industriels de maintenir leurs machines à vapeur en fonctionnement, bien qu'ils soient dépourvus de leurs chaudières, puisqu'ils reçoivent de la vapeur ayant les mêmes caractéristiques que celle qu'ils produisaient eux-mêmes.

Pour la même raison, aucune modification ne devra être apportée au réseau de distribution de vapeur déjà existant dans les usines.

Cette condition, en plus de considérations relatives à la sécurité et aux frais de premier établissement, imposait d'ailleurs, à Verviers, de desservir les diverses usines en vapeur plutôt qu'en eau chaude sous pression;

12°) La souplesse requise des chaudières de la centrale sera nettement moindre que celle qui était nécessaire dans les installations individuelles puisque (voir le 1° du même chapitre) les variations de charge y sont beaucoup plus réduites.

Le volume d'eau contenue dans les chaudières pourra donc être relativement plus faible, ce qui amène une réduction de leur prix.

Chauffées au charbon pulvérisé, ces chaudières ne contenant qu'un poids d'eau très limité pourront être mises rapidement en pression et en marche, en cas de besoin. La chauffe



au charbon pulvérisé confère, en effet, une souplesse remarquable aux chaudières.

A cet égard, remarquons que le volant de vapeur contenu dans le réseau de distribution s'oppose encore à des à-coups trop brusques de la pression.

En outre, en maintenant systématiquement une pression légèrement supérieure à celle de l'utilisation dans tous les points du réseau, une légère chute de pression à la centrale ne pourrait occasionner aucune difficulté aux consommateurs chez lesquels la pression est maintenue automatiquement constante par des régulateurs;

13°) Par simple raccordement au réseau de distribution de chaleur, la centrale peut desservir les habitations particulières en chaleur pour le chauffage domestique. Elle dispose ainsi d'une nouvelle tranche de clientèle à laquelle elle pourra ne s'adresser que si sa réserve de puissance est très élevée.

Cette clientèle, appréciant beaucoup le confort qui lui serait assuré, pourrait payer la calorie fournie à un tarif nettement plus élevé que les industriels, mais elle ne consommerait de la chaleur en quantité appréciable que pendant la saison froide.

\* \* \*

En résumé, si l'on n'envisage que la production de la chaleur tous les avantages sont en faveur de la centrale de chauffe vis-à-vis des installations individuelles : consommation de charbon nettement moins élevée, moindres dépenses de main-d'œuvre, amortissements plus faibles, frais d'entretien et de réparation réduits.

\* \* \*

En regard de ces avantages, il faudra considérer les inconvénients résultant de l'obligation d'avoir un réseau de distribution de chaleur raccordant la centrale aux usines utilisatrices.

L'amortissement des sommes consacrées à ce réseau grèvera le prix de revient de la calorie vendue aux industriels d'une

façon d'autant plus importante que ces sommes seront plus élevées. Dans l'étude du réseau, il faudra donc s'attacher à en rendre le prix minimum tout en lui assurant une bonne longévité et une sécurité de service parfaite.

On conçoit, en effet, que la moindre défaillance du réseau aura des répercussions extrêmement graves dans les usines desservies.

L'emploi de la vapeur comme fluide véhiculant de la chaleur étant forcé à Verviers afin de ne pas imposer aux industriels d'apporter d'importantes modifications aux réseaux intérieurs de distribution dans leurs usines, nous n'envisagerons que le cas d'un réseau de distribution de vapeur.

Le prix du réseau dépendra en ordre principal de sa longueur et du diamètre des tuyauteries qui le composent.

En ordre accessoire, mais non négligeable, interviendront l'épaisseur des tuyauteries, les difficultés rencontrées lors des travaux de terrassement, les organes accessoires que la tuyauterie comporte : calorifuges, dispositifs compensateurs de dilatation, purgeurs, fosses de visite, vannes de sectionnement etc.

Ci-dessous, nous considérons succinctement chacun de ces facteurs :

1°) La longueur du réseau dépendra de la position relative de la centrale par rapport aux endroits d'utilisation de la vapeur.

A Verviers, ceux-ci sont situés le long de la Vesdre. On peut joindre ces endroits par une ligne se rapprochant assez fortement d'une ligne droite.

Pour raccourcir le réseau, la centrale doit se trouver à l'intérieur du tronçon de cette ligne droite qui joint les deux usines les plus éloignées.

Heureusement, à Verviers, on a pu disposer d'un emplacement favorable à cet égard. Afin de permettre l'alimentation en vapeur de toutes les usines desservies en cas de défaillance d'une tuyauterie, il est nécessaire de boucler le réseau, c'est-à-dire de raccorder chaque usine à la centrale par deux chemins différents.



C'est ce qui est déjà réalisé actuellement pour ce qui concerne la région Est et ce qui le sera prochainement pour la région Ouest.

Il va de soi que, dans un centre populeux comme Verviers, les tuyauteries ont dû être posées dans la voirie, qui n'offre pas toujours le plus court chemin d'un point à un autre et qui présente, comme nous le verrons dans la suite, certains inconvénients sérieux pour de tels travaux. En revanche, cela permettrait un raccordement aisé des habitations privées au réseau de distribution;

2°) La longueur du réseau et, par suite, les travaux de terrassement étant réduits au minimum, il importe que la section des conduites du fluide chaud soit aussi faible que possible afin de diminuer la consommation des produits calorifuges, de réduire la section des tranchées à creuser et des caniveaux qui recevront la tuyauterie.

Si l'on admet en première approximation que cette section est proportionnelle à la quantité de fluide à véhiculer, on conçoit qu'elle sera rendue aussi faible que possible si la centrale se trouve au « centre de gravité » des usines à alimenter, c'est-à-dire d'autant plus proche de ces usines que leur consommation est plus importante.

On trouverait ce centre de gravité sur la ligne droite joignant l'ensemble des usines à desservir en multipliant la consommation de chaque usine par sa distance à une extrémité du réseau, en faisant la somme de tous les produits ainsi obtenus et en divisant cette somme par la consommation totale de vapeur. On aurait ainsi la distance qui devrait exister entre la centrale et la même extrémité du réseau.

De nouveau, à Verviers, on a pu trouver un emplacement voisin de ce centre de gravité pour y installer la centrale et cet emplacement était commode pour un raccordement au chemin de fer (amenée du charbon).

En outre, il permettait une facile adduction de la quantité d'eau très importante demandée par la centrale.

L'emplacement de la centrale étant choisi, on peut calculer les quantités de vapeur qui passeront dans chaque tronçon de la tuyauterie.

Celle-ci étant ou devant être bouclée, les poids de vapeur varieront selon que l'on suppose l'alimentation du réseau faite par l'une ou par l'autre extrémité de la boucle ou par les deux extrémités simultanément. En cas de sectionnement dans la boucle, le débit normal d'un tronçon variera fortement.

On en déduit qu'il est nécessaire de déterminer la section d'un tronçon quelconque pour son débit maximum.

En réalité, à Verviers, on a fait choix d'une section constante pour les diverses conduites, ce qui offrait l'avantage de simplifier leur installation et de normaliser toutes les pièces qui en font partie.

Il restait alors à faire choix de la pression de vapeur à la centrale. La pression à l'entrée des usines desservies devant être de 7 Kg/cm<sup>2</sup> effectifs, on rencontrait ainsi une limite inférieure de la pression à réaliser à la centrale.

Plus la pression sera élevée à la centrale et plus les pertes de charge admissibles en conduite seront élevées et, par suite, plus la section des conduites pourra être faible puisque la vitesse tolérable est plus élevée.

Au point de vue de la chaleur transportée par un Kg. de vapeur, il faut observer que le choix de la pression a relativement peu d'influence si on admet qu'elle est saturée sèche : La formule de Zeuner indique que la chaleur totale d'une telle vapeur est de :  $606,5 + 0,305 t$  si  $t$  est la température de saturation. Or, si  $p$  est la pression de saturation, on a :

$$t = 100 \sqrt[4]{p}, p \text{ étant comptée en Kg/cm}^2 \text{ absolus.}$$

La chaleur totale de la vapeur saturée sèche est donc :

$$606,5 + 30,5 \sqrt[4]{p}.$$

et on voit que la chaleur totale varie très faiblement avec la pression.

Si la vapeur est saturée sèche au départ, elle se surchaufferait légèrement sous l'effet des pertes de charge, mais si l'on tient compte de faibles pertes de chaleur en conduite, on peut admettre approximativement que la vapeur partant sèche de la centrale arrivera sèche à l'usine qui l'utilise, si elle est surchauffée au départ, elle le restera à l'arrivée.



Ceci montre donc le peu d'importance du choix de la pression au départ sur la quantité de chaleur transmise par le réseau.

Or, le choix de cette pression aura une répercussion sur le prix des chaudières dont la production est indépendante de la pression et sur le prix des conduites : une pression élevée augmente le prix des chaudières, mais elle diminue la section des conduites de distribution en permettant une vitesse de circulation plus élevée.

Le compromis le plus économique a été recherché en tenant compte de l'augmentation de l'épaisseur des conduites avec la pression et celle-ci a été choisie à 20 Kg/cm<sup>2</sup> à la centrale, les chaudières étant timbrées à 25 Kg.

Pour la boucle de l'Est qui a un développement de 4,5 Km. on a choisi des tubes de 250 mm. de diamètre, pour celle de l'Ouest qui aura un développement de 6 Km., les tubes choisis ont un diamètre de 300 mm.

Remarquons que la diminution de pression à la centrale n'eût pas eu de répercussion importante sur l'épaisseur des conduites, car celle-ci donnée par :

$$e = \frac{p d}{2 R} \text{ cm, avec } p = \text{pression en Kg/cm}^2$$

$d$  = diamètre en cm.

$R$  = taux de travail du métal en KG/cm<sup>2</sup>

$$\text{donne } e = \frac{20 \times 30}{2 \times R} \text{ et } e = \frac{20 \times 25}{2 \times R}$$

Si l'on choisit un taux de travail très modéré de 6 Kg/cm<sup>2</sup>, e'est-à-dire :  $R = 600 \text{ Kg/cm}^2$ , on trouve :

$$e = 0,5 \text{ cm. et } e = 0,4 \text{ cm.,}$$

e'est-à-dire des épaisseurs que l'on n'aurait pu réduire sans s'exposer à ce que les corrosions donnent rapidement lieu à des difficultés.

Le choix de la pression de 20 Kg/cm<sup>2</sup> à la centrale paraît donc avoir été heureux.

En conclusion, de ce paragraphe, signalons que, parmi les pressions possibles, on a fait choix de celle de 20 Kg/cm<sup>2</sup> à la centrale, ce qui a permis, sans porter le prix des chaudières à une valeur excessive, d'utiliser des tuyauteries de distribution de faible diamètre et de faible épaisseur;

3°) Le prix des travaux de terrassement à effectuer dépend évidemment de la longueur et de la section des tranchées à creuser.

La longueur des tranchées qui est la même que celle des tuyauteries a été réduite au minimum (voir le 1°).

La section des tranchées est conditionnée :

a) par la section de la tuyauterie;

b) par l'épaisseur du revêtement calorifuge;

c) par la nécessité de placer les tuyauteries dans des caniveaux.

La détermination de la section de la tuyauterie a été envisagée au 2°. Les deux autres points seront envisagés au 4°.

Nous nous bornerons ici à l'examen de quelques caractéristiques des travaux de terrassement.

Ceux-ci étant réalisés dans la voirie, la rencontre d'égouts, de câbles électriques et téléphoniques, de conduites d'eau était inévitable. Il a fallu commencer par les détourner, leur passage dans les caniveaux ne pouvant être envisagée car, malgré les précautions prises, les tuyauteries sont le siège de pertes de chaleur qui provoqueraient un échauffement inadmissible des câbles électriques et de l'eau alimentaire.

En outre, pour des raisons d'ordre administratif et technique, ces diverses conduites doivent rester indépendantes les unes des autres;

4°) La vapeur est produite dans des conditions très économiques à la centrale. Pour conserver le bénéfice de cette économie après le transport, il faut que celui-ci ne donne lieu qu'à des pertes très faibles de chaleur.

Cette condition impose l'emploi de calorifuges de très bonne qualité en épaisseurs très fortes. A Verviers, les calorifuges utilisés ont été la laine de laitier et la soie de verre en épaisseurs de 140 mm.



On sait que les isolants thermiques ne tiennent leurs propriétés que de l'air qu'ils maintiennent au repos dans des cellules de très faibles dimensions.

L'air ne peut alors transmettre la chaleur que par conduction et sa très faible conductibilité thermique confère toutes leurs qualités aux isolants.

Dans ces conditions, on conçoit que les calorifuges fibreux ne doivent être ni trop, ni trop peu tassés lors de leur mise en œuvre et qu'ils doivent être maintenus secs. Sinon, l'eau se substituerait à l'air emprisonné dans les cellules de l'isolant et, étant beaucoup meilleure conductrice que l'air, elle augmenterait les pertes de chaleur dans de fortes proportions.

C'est ce qui explique l'obligation d'installer les tuyauteries calorifugées dans des caniveaux qui maintiennent les calorifuges à l'abri du tassement par les terres et de l'humidité qu'elles pourraient apporter.

La conductibilité des calorifuges utilisés à Verviers varie entre 0,03 et 0,04 cal/m<sup>2</sup>/m/heure/° C à la température ambiante. Elle diminue lentement lorsque la température augmente.

Tenant compte des dimensions atteintes par les tuyauteries recouvertes de calorifuge, par les organes de support et d'ancrage des tuyauteries, on a donné aux caniveaux une section hexagonale dont le cercle inscrit a un diamètre d'environ 800 mm.

Le caniveau est formé de béton armé d'une épaisseur d'environ 120 mm. Il est formé de deux parties, dont seule la supérieure peut être enlevée. Les deux parties sont reliées par un joint étanche en matières plastiques. Les tronçons successifs du caniveau sont également reliés par des joints verticaux étanches, ces joints s'opposant à l'entrée de l'eau dans le caniveau.

L'espace restant libre dans celui-ci ne permet pas la visite sans démontage;

5°) L'emploi des calorifuges réduit les pertes de chaleur des tuyauteries à très peu de chose. On en déduit que le métal des tuyauteries se trouve à une température très voisine

de celle de la vapeur, c'est-à-dire environ 210° à proximité de la centrale si la vapeur y était saturée, en réalité environ 250° à cause de la surchauffe communiquée à la vapeur.

Les conduites étant installées à froid subiront donc une dilatation lorsqu'elles seront mises en température.

La dilatation linéaire de l'acier étant comprise entre 0,01 et 0,02 mm. par mètre et par degré centigrade, on en conclut que la dilatation en marche peut atteindre 3 mm. par mètre.

Si aucune disposition n'était prise pour absorber cette dilatation, si le flambage des conduites était impossible, le module d'élasticité étant de 20.000, on aurait, sous l'effet de

$$\text{cette dilatation une compression proportionnelle de } \frac{3}{1000},$$

$$\text{ou encore une contrainte de compression de } \frac{20.000 \times 3}{1.000} =$$

60 Kg/mm<sup>2</sup>.

La limite élastique de compression serait donc largement dépassée et les conduites subiraient des déformations susceptibles de les déjeter et même de les déchirer.

Il existe, par conséquent, une obligation de recourir à des dispositifs susceptibles de compenser ces dilatations sans faire naître des tensions anormales dans les conduites.

Les compensateurs de dilatation seront des organes capables de subir de fortes déformations élastiques sans grands efforts.

A cette fin, on utilise les dispositifs en lyre, en accordéon, en soufflet ou à contacts glissants.

Le premier est trop encombrant; le dernier tend à créer des fuites de vapeur, par défaut d'étanchéité des bourrages. Les deux autres donnent une étanchéité complète, mais celui à soufflet ne peut absorber par élément qu'une très faible dilatation.

C'est ce qui explique qu'à Verviers, on ait recouru au compensateur en accordéon capable d'absorber jusqu'à 100 mm. de dilatation en ne présentant qu'un faible encombrement.



Ces propriétés ont permis de n'en installer que tous les 30 mètres;

6°) Bien que les conduites soient calorifugées et alimentées en vapeur surchauffée qui ne pourra se condenser qu'après avoir perdu sa surchauffe, il se produit néanmoins une certaine condensation de vapeur dans les conduites. Cette condensation est relativement d'autant plus importante que la quantité de vapeur parcourant les conduites est plus faible, car alors, chaque kilogramme de vapeur y séjourne plus longtemps.

L'eau de condensation a tendance à se rassembler aux points bas des conduites et à créer des perturbations et des coups de bélier. En outre, elle occasionnerait des désagréments dans les usines desservies et fausserait les indications des compteurs qui y sont installés.

Il est donc indispensable d'installer des purgeurs d'eau aux points bas des conduites. L'eau de purge ne pouvant être admise dans les caniveaux devra être rejetée directement à la Vesdre;

7°) Pour répartir d'une façon égale les dilatations entre les divers compensateurs, il est indispensable d'ancrer les conduites de distance en distance et de permettre leur libre dilatation entre ces ancrages en les portant sur des rouleaux;

8°) Malgré toutes les précautions prises, il est possible qu'une conduite se déchire.

Afin d'éviter une fuite de vapeur extrêmement importante dans ce cas, ou même une chute de pression excessive, il faut que le tronçon défectueux puisse être isolé, autant que possible sans troubler l'alimentation des usines desservies.

Il est nécessaire, par suite, de pourvoir bon nombre de raccords de deux vannes de sectionnement, l'une en amont, l'autre en aval de chaque raccordement. La conduite étant bouclée, le sectionnement d'un tronçon défectueux à ses deux extrémités n'amènera de trouble chez un petit nombre de clients desservis.

Ces vannes devront toujours être installées dans des fosses de visite;

9°) Les caniveaux n'étant pas visitables, ainsi qu'on l'a vu

au 4°, des joints existant dans les conduites pourraient donner lieu à des fuites de vapeur que l'on ne pourrait facilement déceler.

La vapeur s'échappant ainsi se condenserait dans les caniveaux et mouillerait les calorifuges, altérant fortement leurs qualités.

Pour échapper à ce danger, on a supprimé tous les joints dans les conduites en assemblant les tuyaux par soudure.

A l'endroit des soudures et au moment de leur exécution, des anneaux de garde étaient placés à l'intérieur des tuyaux afin d'empêcher le métal en fusion de couler à l'intérieur et d'y former des bourrelets préjudiciables au bon écoulement de la vapeur.

#### REPERCUSSION DU MODE DE DISTRIBUTION DE LA VAPEUR SUR LES INSTALLATIONS DE LA CENTRALE

Ayant examiné les principales caractéristiques du réseau de distribution, nous pouvons nous demander s'il convient de reprendre les eaux provenant de la condensation de la vapeur et de les renvoyer à la centrale.

Ceci présenterait l'avantage de l'alimentation des chaudières en eau encore tiède et distillée et cela éviterait l'achat et le traitement de fortes quantités d'eau avant leur introduction dans les chaudières. Par contre, il faudrait installer des conduites de retour aussi longues que les conduites de vapeur.

Or, il faut observer :

1°) que la quantité de vapeur condensée dans les conduites est très faible;

2°) qu'une grosse partie de la vapeur est condensée par barbotage chez les clients et que son condensat est irrécupérable;

3°) que la reprise des eaux chez les clients exigerait une modification de leurs installations intérieures à laquelle certains s'opposeraient;



4°) que pour conserver la chaleur de l'eau condensée, il faudrait calorifuger les conduites de retour.

En conclusion, le bénéfice du retour des eaux à la centrale serait très limité et il justifie d'autant moins l'installation des conduites de retour d'eau qu'à Verviers, on dispose de l'eau de la Gileppe très pure et à des conditions très avantageuses.

Cette eau ne contient que 25 à 30 mgr. de sels par litre.

Par suite, son traitement chimique n'est pas indispensable, un dégazage parfait étant toutefois nécessaire afin d'éviter la production de corrosions dans les chaudières.

Pour ces raisons, on a renoncé au retour des eaux à la centrale. Toutefois, l'alimentation se faisant en eau froide, on a pu recourir à des économiseurs comme récupérateurs de la chaleur contenue dans les fumées qui abandonnent les chaudières.

En outre, les fumées produisent un léger réchauffement de l'air de combustion. On échappe ainsi aux difficultés que crée l'emploi de l'air trop chaud comme comburant : fusion des cendres, détérioration des réfractaires, obligation d'utiliser des foyers à parois refroidies réduisant la possibilité des faibles allures.

Dans ces conditions, on a pu utiliser des foyers de très fortes dimensions permettant d'assurer une combustion très complète.

### III. — COMPTAGE DE LA CHALEUR REÇUE CHEZ LES CLIENTS

A l'arrivée chez les industriels, la vapeur est maintenue automatiquement à la pression de 7 Kg/cm<sup>2</sup> par un régulateur et elle est filtrée afin d'en éliminer les impuretés dont elle aurait pu se charger dans les conduites, surtout à la première mise en route.

Enfin, elle passe dans un compteur.

Celui-ci consiste soit en un débitmètre à diaphragme, soit encore en un débitmètre à flotteur.

Dans le premier type de compteur, l'orifice du diaphragme est constant et la perte de charge variable. On mesure cette dernière, qui est fonction du débit instantané, à l'aide d'un manomètre différentiel au mercure.

En montant dans une des branches du manomètre, la colonne de mercure court-circuite des résistances électriques établies de façon que le courant parcourant un circuit dans lequel est comprise la colonne de mercure soit proportionnel au débit instantané.

En mesurant la quantité d'électricité qui parcourt ce circuit dans un temps donné à l'aide d'un ampèreheuremètre, on aura mesuré simultanément la quantité de vapeur qui a traversé le compteur pendant le même temps. Cette quantité de vapeur pourra être lue directement grâce à une graduation appropriée de l'ampèreheuremètre.

Dans l'autre type de compteur, la vapeur passe verticalement en allant vers le haut dans un venturi où elle tient un flotteur en suspension aérodynamique.

Celui-ci obstrue d'autant plus la section du venturi que le débit instantané est plus faible, la section étant toujours dégagée de façon telle que la perte de charge reste constante.

La position occupée par le flotteur dans le venturi est donc fonction du débit de vapeur et celui-ci est mesuré, intégré et enregistré par un appareil électrique influencé par la position de la tige portant et guidant le flotteur.

La graduation de ces compteurs est établie pour un état donné de la vapeur à leur entrée. A Verviers, grâce aux régulateurs automatiques de pression, cet état de la vapeur ne varie pratiquement pas.

En conséquence, les indications des compteurs fourniront avec une précision très satisfaisante les quantités de vapeur et, par suite, de chaleur fournies aux usines desservies.



#### IV. — DESCRIPTION SOMMAIRE DES INSTALLATIONS DE LA CENTRALE

La chaufferie comporte quatre chaudières à trois corps capables de produire de 40 à 50 tonnes de vapeur par heure. Leur surface de chauffe est de 1.000 m<sup>2</sup> et leur timbre de 25 Kg/cm<sup>2</sup> effectifs.

Elles sont pourvues de surchauffeurs et de désurchauffeurs maintenant la température de la vapeur à 250° et elles comportent chacune un économiseur de 570 m<sup>2</sup>.

La centrale reçoit son charbon par chemin de fer. Les wagons arrivent sur une double voie entre les trémies de la chaufferie et le pare à charbon. Leur déchargement dans le pare et l'alimentation des trémies se fait par deux portiques à grapin.

Des trémies, le charbon descend dans les broyeurs à charbon qui, au nombre de deux par chaudière, leur fournissent le pulvérin directement refoulé dans le foyer.

Celui-ci a un volume de 300 m<sup>3</sup>, ce qui correspond à une allure maximum de la combustion de 125.000 à 150.000 calories par heure et par m<sup>3</sup> de foyer. Cette allure très modérée permet de réaliser une excellente combustion du charbon sans développer une température nuisible aux réfactaires qui sont d'ailleurs refroidis par une circulation d'air.

Les cendres tombent sur une sole tournante dont elles sont extraites à l'état pulvérulent par un soc fixe.

Après dépoussiérage électrique, les fumées sont évacuées à l'atmosphère par une cheminée de 100 m. de hauteur.

Le tirage naturel assuré par cette cheminée est insuffisant et l'on a dû recourir à des ventilateurs de tirage permettant un réglage continu de vitesse par accouplements hydrauliques.

Les services auxiliaires sont assurés, d'une façon très sûre, par quatre transformateurs de 1.000 K.V.A.

De multiples appareils de contrôle et d'enregistrement permettent aux chauffeurs d'effectuer au moment opportun toutes les manœuvres utiles et, pour les commandes essentielles, à l'aide de simples boutons-poussoirs.

Le dégazage de l'eau, poussé très loin afin d'éviter les corrosions des chaudières, réduit la teneur en oxygène à moins de 0,01 cm<sup>3</sup> par litre d'eau à 40/50°.

#### V. — CONCLUSIONS

Tout en respectant la prudence qui s'imposait, les dirigeants de l'Intervapeur Verviétoise ont réalisé des installations très modernes, pourvues des perfectionnements imposés par une technique très sûre.

Rien n'a été négligé pour réaliser une sécurité de marche très grande et les meilleures précautions ont été prises pour éviter les accidents.

Ajoutons que la plus grande partie des installations a été fournie par l'industrie belge à laquelle il convient de rendre hommage.

On a donc réalisé à Verviers, un réseau de distribution de chaleur de très grosse puissance et, dans ce domaine, les ingénieurs belges se sont de nouveau montrés au moins les égaux des étrangers.

Avant de clôturer cette étude, je tiens à remercier vivement mon Collègue, M. l'Ingénieur Principal Haidant, pour l'aide efficace qu'il m'a fournie dans la recherche de la documentation nécessaire.

Je n'ai pas abordé ici l'étude du dépoussiérage qu'il s'est réservé de traiter personnellement.

L'Ingénieur pour la Protection du Travail,

(Sé). PAQUAY.

J'ai laissé le soin à mon Collègue, M. l'Ingénieur Paquay, de traiter la question de la distribution de vapeur d'une manière générale.

Je me suis réservé deux questions spéciales : la production du charbon pulvérisé et le dépoussiérage électrostatique.



## MODE DE CHAUFFAGE

La Société Electrobél qui a présidé à l'étude technique de l'installation de l'Intervapeur Verviétoise a arrêté son choix sur le chauffage au charbon pulvérisé.

Ce mode de chauffage permet l'emploi avec rendement élevé de combustibles inférieurs de catégories très différentes pouvant aller jusqu'aux schlamms des charbons maigres.

Il est d'ailleurs toujours possible, suivant les prix du marché du charbon, de choisir le combustible assurant un prix de revient minimum de la tonne-vapeur.

Le chauffage au charbon pulvérisé présente les avantages suivants : grande souplesse de marche permettant de suivre immédiatement les plus grandes fluctuations de charge, grande rapidité de mise en service des unités.

## SYSTEME D'ALIMENTATION. — BROYEURS

On a envisagé d'abord le système à alimentation indirecte avec centrale de pulvérisation, on s'est arrêté ensuite au système direct avec broyeur individuel.

Ce système moins coûteux, moins encombrant, présente comme avantage le fait que le broyeur effectue à la fois le séchage, le broyage et l'injection du combustible.

On a choisi le pulvérisateur sécheur de charbon, le « Résolutor » construit par la S. A. Belge Stein et Roubaix.

C'est un broyeur à choc à une seule roue de pulvérisation pourvu d'un sélecteur à air. Le principe essentiel de cet appareil est de ne laisser séjourner la matière dans le broyeur que le temps strictement nécessaire à sa pulvérisation et d'extraire, dès sa formation, toute particule ayant atteint le degré de finesse requis.

La puissance absorbée sert uniquement à la pulvérisation des produits n'ayant pas atteint la finesse voulue.

\* \* \*

L'appareil comporte :

1°) *Un distributeur*

La matière est introduite dans le distributeur par quatre

vis d'Archimède enfermées dans une gaine étanche et mues par moteur électrique indépendant à vitesse variable.

Les matières et l'air primaire sont introduites dans le corps du broyeur par deux goulottes symétriques par rapport à l'axe du distributeur.

2°) *Un organe broyeur*

La pulvérisation est réalisée par choc sur la matière, de palettes ou marteaux tournant à grande vitesse à l'intérieur d'une chambre de boyage.

3°) *Un extracteur-séparateur*

La rotation des palettes produit une ventilation continue de la matière et refoule celle-ci par une base tangentielle dans le séparateur.

Sur l'arbre du rotor est disposé un ventilateur qui aspire, en haut du séparateur un mélange d'air et de poussières de matière, dont la finesse est exactement déterminée par le réglage combiné du séparateur d'air et du ventilateur d'aspiration.

Les particules trop grossières retournent dans le corps du broyeur par deux conduites symétriques, pour être broyées à nouveau. La base de refoulement du ventilateur est raccordée à la tuyauterie allant au lieu d'utilisation du produit.

L'appareil Resolutor ne présente aucun danger pour le personnel. Tout son circuit, en dehors des conduites de refoulement se trouve sous dépression, ce qui élimine toute possibilité de dégagement de poussières. Il ne produit que très peu de bruit.

*Foyers.* — Les foyers à charbon pulvérisé ont également été fournis par la S. A. Belge Stein et Roubaix. Ces foyers sont à murs creux sur les quatre faces, sans tubes ni écran horizontal. L'air secondaire y est insufflé dans les couloirs horizontaux par le mur arrière. Le débit de chaque couloir est contrôlé par une vanne.

L'air secondaire passe dans l'épaisseur du mur arrière et des murs latéraux avant de pénétrer dans le foyer par de nombreuses lumières aménagées dans le mur frontal.



Le cendrier, de forme tronconique, est muni d'un écran d'air destiné à refroidir les mâchefers se déposant sur ses parois inclinées.

Les brûleurs sont du type Lopulco au nombre de quatre et disposés dans une voûte plate suspendue, recouvrant la partie avant du foyer.

#### DECRASSAGE AUTOMATIQUE

Les quatre chaudières sont munies d'un système de décrassage automatique à sole tournante.

Ce dispositif a été imaginé et appliqué pour la première fois en Belgique par la Société Stein et Roubaix en 1932. Comme les chaudières sont munies de dépoussiériers électriques permettant de réaliser la réinjection totale des suies, presque toute la quantité de cendres (96 % environ) contenue dans le charbon est évacuée par le dispositif sous forme de mâchefers friables ou granulés, ne donnant lieu au moindre dégagement de poussière même à l'état parfaitement sec.

Les mâchefers sous cette forme peuvent être employés pour la réfection des routes et en mélange avec le ciment, servir dans la construction.

Les soles tournantes des décrasseurs, munies d'un soc fixe déversent les mâchefers sur une courroie transporteuse qui les conduit dans des wagons de chemin de fer ou dans des camions.

#### REINJECTION DES SUIES

La Société Stein et Roubaix a également appliqué à la Centrale d'Intervapeur une de ses dernières réalisations dans le domaine du charbon pulvérisé — la réinjection totale des suies.

Il est universellement connu que la suie constitue un des plus grands inconvénients du système de chauffage au charbon pulvérisé.

Cette suie en très grande quantité (80 % environ des cendres du combustible + le carbone ou les imbrûlés) se dépose en partie dans le circuit du parcours des gaz, le reste étant évacué par la cheminée.

La situation de cette centrale en plein centre de la ville, imposait la suppression de la poussière à la cheminée, aussi des capteurs électriques très efficaces ont été installés retenant pratiquement toute la poussière.

La quantité de poussière captée et déposée par les quatre chaudières en pleine charge est de l'ordre de 4 Tonnes/heure. Son évacuation à sec est pratiquement impossible.

La captation et l'évacuation par voie humide exige de grandes quantités d'eau, des bassins de décantation et sa réalisation à Verviers aurait présenté des difficultés techniques presque insurmontables.

La réinjection totale des suies captées dans les foyers au moyen de ventilateurs appropriés et de venturifs constitue une solution pratique et élégante du problème.

La suie, en passant par le feu, en plus de la recombustion du carbone (d'où augmentation du rendement), abandonne la cendre pure à l'état granulé ou aggloméré friable laquelle se dépose dans le cendrier.

Une partie de la cendre, restée à l'état menu, refait le trajet des gaz jusqu'aux dépoussiériers électriques où elle est de nouveau captée et insufflée dans le foyer à l'endroit le plus chaud de la flamme.

Ainsi la majeure quantité des cendres contenues dans le charbon finit par se déposer dans le cendrier sous forme granulée ou agglomérée.

#### LE DEPOUSSIERAGE ELECTROSTATIQUE

Le dépoussiérage des fumées industrielles provenant des foyers des chaudières à vapeur est un problème auquel de nombreux chercheurs ont tenté de donner une solution. Il semble qu'il soit aujourd'hui possible d'obtenir des résultats intéressants.

On peut grouper les principaux systèmes de la manière suivante :

1°) *Les dépoussiériers par voie sèche*, dont l'action est basée sur la force centrifuge et parmi lesquels nous citerons les appareils *Pirmath* (de la firme Pirson et Cie de Chênée),



les *turbo-capturs* de la Société des Etablissements E. Prat-Daniel de Paris;

2°) *Les dépoussiéreurs par voie humide* (système Louis Prat de la Société des cheminées Louis Prat de Paris, le système *Modave* de la Société des ateliers J. Hanrez à Monceau-sur-Sambre, etc.);

3°) *Les appareils mixtes* : par exemple le système Duplex, de la Société anonyme Belge Stein et Roubaix;

4°) *Les appareils électrostatiques* (Siemens, S. I. P. G., etc.).

L'installation de dépoussiérage qui a été réalisée à la Centrale de l'Intervapeur Verviétoise par la *Société de Purification industrielle des gaz* (S. I. P. G.), 173, boulevard Haussmann, à Paris (représentée à Bruxelles par la S. A. Metropolitan-Vickers, 54, chaussée de Charleroi) comporte quatre dépoussiéreurs électrostatiques.

Ces appareils sont destinés à épurer les gaz des fumées de quatre chaudières Smulders, type Stirling, chauffées au charbon pulvérisé et d'une production horaire unitaire de vapeur de 40 à 50 tonnes.

Chacun des quatre dépoussiéreurs électrostatiques S. P. I. G. doit remplir théoriquement les conditions de fonctionnement suivantes :

Débit horaire des gaz . . . . jusqu'à 113.000 m<sup>3</sup>  
Température des gaz . . . . de 125 à 185° 6.

Teneurs en poussières par m<sup>3</sup> de gaz ramené à 0° C et 760 mm. de mercure :

à l'entrée du dépoussiéreur	à la sortie du dépoussiéreur	Rendement
85 grammes	1 gramme	98,82 %
60 »	0 8 »	98,66 %
40 »	0,65 »	98,34 %
20 »	0,50 »	97,50 %

La perte de charge des gaz entre l'entrée et la sortie d'un dépoussiéreur est de 5 mm. d'eau environ pour un débit de 314 m<sup>3</sup>/seconde (113.640 m<sup>3</sup> heure) à la température des gaz.

Le refroidissement des gaz entre l'entrée et la sortie d'un appareil est d'environ 10 % de la température des gaz à l'entrée, en admettant une température extérieure de 0° C.

Les suies précipitées dans les trémies des dépoussiéreurs sont réinjectées dans les foyers des chaudières afin de récupérer les imbrûlés qu'elles contiennent.

La consommation horaire d'énergie électrique d'un dépoussiéreur (redresseur, moteur, etc.) mesurée en basse tension est de 10 kilowatts/heure environ.

Nous donnerons, d'après une étude de M. Hayert, Administrateur-Directeur de la S. P. I. G., quelques indications sur le procédé électrostatique.

Déjà dans l'antiquité, on avait remarqué que les poussières étaient attirées par un bâton d'ambre frotté. Les physiciens Hohlfeld, Guitard, Oliver Lodge firent diverses expériences concluantes, mais ce fut le docteur Frédérik Cottrell, professeur de physique et de chimie à l'Université de Californie, qui fit entrer le procédé électrostatique dans le domaine des réalisations industrielles.

Il a d'ailleurs donné son nom au procédé. Celui-ci a été perfectionné en Allemagne par le Dr. Erwin Möller; en France, par MM. Saget, de la Compagnie Générale de Radiologie, sous le patronage des professeurs d'Arsonval et Bordas, par M. le professeur Pauthenier, de la Faculté des Sciences de Paris.

Le système de précipitation électrostatique a fait l'objet de nombreux brevets dans le monde entier.

## THEORIE ET FONCTIONNEMENT

Sous l'influence d'un champ électrique, on obtient le déplacement des poussières en suspension dans un gaz.

En pratique, les poussières reçoivent leur charge principalement du gaz, celui-ci étant ionisé sur place par l'effet corona d'un fil fin porté à une haute tension continue à l'intérieur d'un tube. La tension du fil est de signe invariable et négative, le tube est relié à la terre et à la polarité positive. Le courant gazeux entre par une des extrémités de la canalisa-



tion que constitue le cylindre, les poussières chargées par ionisation du fil d'une quantité d'électricité de même signe sont soumises à l'action du champ radial qui existe entre le fil et le cylindre et sont précipités sur ce dernier. Le courant gazeux sort du cylindre presque entièrement débarrassé des poussières.

L'efficacité d'un dépoussiéreur dépend du temps d'action du champ et de la vitesse transversale correspondante.

Une installation de dépoussiérage comporte :

- 1°) Le dépoussiéreur proprement dit;
- 2°) Le poste d'alimentation.

Le *dépoussiéreur* est constitué par des chambres en tôle ou en maçonnerie renfermant les éléments de précipitation.

Les électrodes positives sont constituées par des tubes disposés verticalement, d'un diamètre de 20 à 30 cm. et d'une hauteur de 3 à 4 mètres. Les grandes installations, peuvent comporter plusieurs centaines de tubes.

Les électrodes négatives sont constituées par des fils fins ou des tiges d'acier de forme spéciale pouvant supporter des températures de 600° C. Ces fils sont fixés sur un cadre rigide et tendus par des contrepoids.

Pour faire tomber les poussières adhérant aux parois, on dispose, à Verviers, d'un système automatique de frappe des tubes et des fils.

Le *poste d'alimentation* doit permettre d'alimenter les chambres de précipitation par du courant continu à haute tension ayant une différence de potentiel comprise entre 50.000 et 100.000 volts, pour un débit de 100 à 500 milliampères.

Le courant continu peut être produit soit par des soupapes à gaz ou à émission thermo-ionique, soit par des redresseurs statiques.

En pratique, on se sert de préférence du commutateur tournant synchrone. Un poste comprend normalement :

- a) Un transformateur monophasé à 60.000 volts;
- b) Un autotransformateur à plots permettant d'obtenir la variation de tension;

c) Un redresseur tournant entraîné par un moteur synchrone tétrapolaire à stator décalable;

d) L'appareillage de protection et de commande;

e) Des dispositifs d'élimination des parasites radiophoniques.

La puissance des transformateurs varie de 15 à 30 K. V. A. La puissance absorbée est d'environ 1/2 Kw-heure pour 3.600 m<sup>3</sup> de gaz traités,

Le rendement, selon les constructeurs, atteindrait dans bien des cas 90 à 95 %.

Ce procédé s'applique non seulement au dépoussiérage de fumées des chaudières à vapeur, mais aussi dans les cimenteries; aux gaz de grillage provenant des fours à pyrite ou à blende; dans les usines métallurgiques traitant le plomb, l'étain, le cuivre, le zinc, l'argent; les fabriques d'engrais pour la récupération du carbonate de chaux; la fabrication de l'acide chlorhydrique, de l'acide nitrique, de l'acide phosphorique, etc.

\* \* \*

Nous avons estimé devoir documenté nos collègues et le public au sujet de cette extraordinaire réalisation technique qu'est l'Intervapeur Verviétoise.

L'ingénieur peut étudier là-bas d'importantes applications de la thermodynamique, de la physique, de la chimie. Il y verra comment par l'examen rationnel des faits, on arrive aujourd'hui à limiter la peine des hommes non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace.

Que l'on compare les chauffeurs des locomotives ou d'anciennes chaudières, fiévreux, haletants, le corps tendu, la figure noire de suie avec les chauffeurs des chaudières modernes à chargement automatique ou à charbon pulvérisé.

Ces derniers sont de véritables techniciens avec une mission plus intellectuelle que manuelle : ils examinent l'allure des flammes, ils contrôlent des pyromètres, des débitmètres, des manomètres, des diagrammes de consommation.

Ils n'ont plus à charger d'énormes quantités de charbon



dans le foyer avec l'effort unique et épuisant de leurs seuls bras...

D'autre part, en distribuant la vapeur dans les usines, on réalise une concentration d'énergie favorable au rendement.

On peut aussi entrevoir le moment où le pauvre comme le riche pourra, grâce à la distribution de vapeur à domicile, jouir des bienfaits du chauffage central.

Nous estimons, d'autre part, qu'il est plus aisé de réaliser un dépoussiérage scientifique en grand dans un ou plusieurs établissements importants que de l'imposer à d'innombrables petits fabricants qui ne disposent que d'une chaudière modeste et dont les moyens financiers sont limités.

Telle qu'elle fonctionne actuellement, la centrale *L'Intervapeur Verviétoise* est une œuvre scientifique de premier ordre.

Qu'il nous soit permis de remercier M. Snoeck, Ingénieur-Directeur de l'Intervapeur; M. Halzer, Ingénieur, Chef de Service à la Société d'Electricité de l'Est de la Belgique, pour la complaisance avec laquelle ils nous ont renseignés et pour les nombreux documents que, grâce à eux, nous avons pu consulter.

L'Ingénieur Principal  
pour la Protection du Travail,  
(Sé). HAIDANT.

## DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

MINISTÈRE DU TRAVAIL  
ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

### Etablissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes. — Modification de rubriques.

Le Secrétaire Général du Ministère du Travail et de la Prévoyance Sociale,

Vu l'arrêté royal du 10 août 1933, concernant la police des établissements classés comme dangereux, insalubres ou incommodes;

Vu l'arrêté royal du 15 octobre 1933, modifié notamment par celui du 26 octobre 1939 et portant classification des établissements dangereux, insalubres ou incommodes et spécialement les rubriques suivantes :

Automobiles, motocyclettes et autres véhicules du même genre munis de moteurs à explosion ou à combustion interne (garages d') où la quantité totale des liquides inflammables ou combustibles contenus dans les réservoirs des divers véhicules remisés, est :	Danger d'incendie, odeur désagréable, bruit.	
a) de 50 à 300 litres . . . . .		2
b) de plus de 300 litres . . . . .		1
Gaz comprimés, liquéfiés ou maintenus dissous à une pression supérieure à 1 kg./cm <sup>2</sup> à l'exception des gaz butane et propane :	Danger d'explosion.	
a) dépôts de 10 à 20 réceptifs . . . . .		2
b) dépôts de plus de 20 réceptifs . . . . .		1