

Viscosité. Le viscosimètre le plus employé se compose d'un tube en U dans lequel circule le liquide ; dans la branche ascendante se trouve une tige bien calibrée qui force le liquide à passer dans un espace annulaire et contrarie ainsi sa marche. La vitesse d'écoulement du liquide donne alors avec l'étalonnage la viscosité. Un thermomètre indique la température dans l'intérieur du tube.

III. — UTILISATION DES COMBUSTIBLES LIQUIDES DANS LES FOYERS

1° FOYERS. — 1. *Foyers à volatilisation* basés sur la facile distillation des hydrocarbures, comprennent l'entraînement et l'inflammation du carburant à l'état de vapeur.

II. *Foyers à pulvérisation* dans lesquels le combustible est employé dans un état intermédiaire entre l'état liquide et celui de vapeur. Les différents modes de pulvérisation sont les suivants : pulvérisation à vapeur, pulvérisation à l'air, pulvérisation à gaz de récupération. L'avantage de ces foyers est de maintenir constant le rapport entre le combustible et le comburant. La combustion est régulière, sans explosions.

Le 1^{er} procédé par volatilisation exige des combustibles assez volatils tels que les goudrons à haute température, riches en carbone ; il ne faut pas employer de pétroles riches en asphalte qui formeraient des dépôts de carbone. Dans le 2^e procédé au contraire tous les combustibles conviennent également.

2° PROCÉDÉ PAR VOLATILISATION. — Précautions :

- 1° Bien régler le débit de l'hydrocarbure par rapport à l'air.
- 2° Maintenir à haute température la chambre de combustion.
- 3° Emploi comme comburant d'air chauffé par récupération.

3° PROCÉDÉ PAR PULVÉRISATION : 1° Dosage parfait du comburant et du combustible.

2° Le dard constitue une véritable chambre de combustion à 1.700° : le chauffage préalable n'est donc par nécessaire.

3° On fait varier l'orifice d'écoulement suivant la fluidité. Toutefois la limite est de 1 m³/m². On règle la vitesse pour une meilleure pulvérisation possible. Lorsque la vitesse est mal réglée on risque de voir des parcelles non comburées ou de voir la flamme diminuer et s'éteindre. Le rendement calorifique diminue alors.

4° Réglage du pulvérisateur : lorsqu'il y a des fumées noires, c'est signe d'un excès de combustible ; dans le cas contraire c'est l'air qui est en excès. Pour avoir une bonne marche, les fumées doivent avoir une teinte à peine visible. Température de la flamme 1700°. Emploi de la vapeur comme agent de pulvérisation : il faut 80 à 100 kgs de vapeur par tonne.

5° Qualités d'un bon pulvérisateur : doit être d'un nettoyage facile, d'un réglage parfait et enfin élastique, c'est-à-dire pouvant marcher suivant des régimes très variés.

Des vues des principaux types d'appareils furent projetées.

4° TRANSFORMATION D'UN FOYER ORDINAIRE EN FOYER A COMBUSTIBLES LIQUIDES. — Diviser le foyer par une sole en briques. Disposer une couche de briques réfractaires pour protéger les tôles. Garnir le devant par un mur en briques avec des regards et des trous pour l'injecteur.

En ce qui concerne les combustibles liquides, il convient de citer encore les recherches faites en Angleterre principalement sur les locomotives en vue d'un chauffage mixte au charbon et au mazout (chaudières téléscopiques), et aussi les tentatives faites pour donner à ces combustibles la consistance solide (1) (briquettes). Le combustible ainsi employé présente les inconvénients des combustibles solides, mais en revanche, il n'exige pas la transformation des foyers.

SOCIÉTÉS SAVANTES

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION

Les voies navigables d'Alsace et de Lorraine : leur rôle et leur avenir. — Note (1), de M. ED. IMBEAUX

J'ai l'honneur — et la joie patriotique — de présenter à l'Académie une Note, malheureusement trop résumée, sur la situation actuelle du réseau des voies navigables de l'Alsace et de la Lorraine, le rôle qu'il joue et devrait jouer, ainsi que sur les transformations importantes qu'il aura à subir dans l'avenir pour bien desservir les besoins industriels des deux provinces.

DENRÉES A TRANSPORTER. — L'importance économique du sujet résulte de la richesse même de leur industrie, laquelle comprend :

1° *Combustibles* : Bassin houiller de la Sarre, produisant annuellement 17 millions de tonnes de charbon, et son prolongement éventuel vers Pont-à-Mousson ;

Bassin pétrolifère de Pechelbronn (30.000^t de pétrole par an).

2° *Minerai de fer* : Bassin métallurgique lorrain (y compris une faible partie belge et luxembourgeoise), ayant produit en 1913, le chiffre énorme de 48.171.000^t de minerai, dont environ 18 millions de tonnes ont été exportées (principalement en Westphalie) ; le reste, traité sur place, a exigé l'apport d'environ 15 millions de tonnes de coke ou fines à coke (provenant presque entièrement de la Westphalie) et a donné 10.111.000^t de fonte brute (5.978.000^t d'acier).

3° *Potasse et sels de potasse* : Bassin potassique des environs de Mulhouse, contenant 323 millions de tonnes de potasse pure. En 1913, on a extrait 40.170^t de potasse pure, mais on prévoit un accroissement très rapide.

4° *Soude et sels de soude* : Nombreuses soudières et salines de Lorraine, produisant annuellement environ 360.000^t de sel brut et raffiné, et 525.000^t de sel transformé en soude et carbonate de soude.

5° *Chaux et ciments, grés, calcaires, etc.* : Nombreuses usines de chaux et ciments ; nombreuses carrières de pierres ; tuileries, briqueteries, faïenceries, etc.

6° *Autres industries* : Tissages et filatures d'Alsace et des Vosges (exigeant l'apport des cotons d'Amérique) ; blés venant par le Rhin ; vins du Midi ; bois des Vosges et de la Forêt Noire, etc

SITUATION DU RÉSEAU DES VOIES NAVIGABLES. — Le réseau des voies navigables d'Alsace et de Lorraine qui vient d'être, pour la partie autrefois annexée, rattachée au réseau français, comporte :

- 1° Des fleuves et rivières, canalisés ou à l'état naturel, savoir : Le Rhin, la Moselle, la Sarre, la Bruche et l'Ill ;

Malheureusement, ces cours d'eau ne sont pas partout en état de navigabilité. Ainsi, le Rhin n'est navigable qu'à l'aval de Strasbourg, et même, de Strasbourg à Spire, le tirant d'eau descend encore souvent, en basses eaux, c'est-à-dire en hiver, à 1 m. 40 : ce n'est qu'à l'aval de Spire qu'on est assuré d'avoir toujours 2^m, et à l'aval de Cologne 3^m. A l'amont de Strasbourg, on n'a, une partie de l'année, que 0^m,70 de hauteur d'eau, et les efforts pour faire de Bâle un port important ont échoué jusqu'ici. Le régime du Rhin alsacien est essentiellement glaciaire, c'est-à-dire que les basses eaux ont lieu de novembre à avril, et les hautes eaux, de mai à août, correspondant à la fonte des neiges ; ce n'est qu'à l'aval de Bingen que, grâce aux apports des grands

(1) En particulier : « Société des combustibles industriels ».

(1) Séance du 28 avril 1910.

affluents (non glaciaires), le caractère change, pour disparaître totalement à l'aval de Cologne (1).

La Moselle et la Sarre ne sont canalisées, et seulement pour péniches, que dans la partie amont de leurs cours : la Moselle jusqu'à Metz seulement, et la Sarre jusqu'à Ensdorf, près Sarrelouis. La Moselle, de Metz à Perl (limite de Lorraine) n'a que 0^m,45 de tirant d'eau en basses eaux ; puis elle a 0^m,70 de Perl à Trèves et 0^m,90 de Trèves à Coblenze. La Sarre, elle, n'a que 0^m,50 entre Ensdorf et le confluent à Konz. Ces deux rivières, n'ayant pas de glaciers dans leurs bassins, ont un régime tout différent du Rhin alsacien : les crues ne se produisent guère que d'octobre à avril.

2° Des canaux ou voies artificielles, savoir :

Le canal de la Marne au Rhin, qui a partout un tirant d'eau de 2^m et des écluses de 38^m,50 ; le canal des Houillères de la Sarre (auquel fait suite la Sarre canalisée), qui est dans les mêmes conditions de navigabilité, et le canal du Rhône au Rhin (avec ses embranchements de Huningue, de Brisach et de Colmar), qui n'est praticable pour les péniches qu'entre Strasbourg et Mulhouse.

De grands ports fort bien outillés existent à Lauterbourg, à Strasbourg, Mulhouse, Colmar, Sarrebrück, Sarralbe, etc.

Mais sauf le Rhin, qui admet, et jusqu'à Strasbourg seulement, des bateaux de 75^m, 11^m, 2^m, les voies navigables en question constituent un réseau de *navigaton ordinaire*, c'est-à-dire accessible pour la péniche flamande (280^t à 300^t), réseau qu'on est décidé à compléter en mettant très prochainement le canal du Rhône au Rhin à l'amont de Mulhouse au gabarit voulu.

INSUFFISANCE DU RÉSEAU. — Dans ces conditions, le réseau ci-dessus décrit présente pour le rôle qu'il a à remplir les grandes déficiences suivantes :

1° Il est mal outillé : ainsi, même en s'en tenant à la péniche flamande, il n'y a de traction mécanique dans toute la région de l'Est que sur les 7 kil. du tunnel de Mauvages (toueur à vapeur) et sur les 5 kil. du tunnel de Foug et abords [système de halage électrique funiculaire, qui a été appliqué en 1916 et fonctionne bien (2)].

2° Son développement est très insuffisant : ainsi les voies navigables ne desservent pas les bassins métallurgiques de Thionville, Briey, Aumetz, Longwy, Villerupt, Luxembourg, ni le bassin salicole de Dieuze et Château-Salins.

3° Il emploie des bateaux trop petits : le prix du fret diminue, en effet, quand, au lieu de la péniche, on emploie des bateaux plus grands, ceux de 600^t (65^m × 8^m × 1^m,75) ou mieux ceux de 1200^t du type Rhin (75^m × 11^m × 2^m). Ceci soulève la question de création d'un *réseau de grande navigation*, qui sortirait d'ailleurs de nos deux provinces et s'étendrait à tout l'est et à tout le nord de la France, aux Pays-Bas et aux Pays Rhénans, et même se relierait à la Suisse, au Rhône (par le Rhône au Rhin transformé) et même à la Seine [par le canal de Bourgogne transformé (3)].

FORCES MOTRICES HYDRAULIQUES. — Pour le Rhin notamment, la question d'utilisation des forces hydrauliques est liée à celle de la navigation. De Bâle à Strasbourg seulement, soit sur 127 kil., la chute totale étant de 109^m,43 (dont 51^m,41 entre Bâle et Brisach pour 58 kil.), on peut mettre en œuvre :

1° En basses eaux, soit de l'année, avec un débit de 400^m3 par seconde (dont 50^m3 à laisser dans le lit du Rhin) une puissance de 383.000 poncelets ;

2° En eaux moyennes, soit les 2/3 de l'année, avec débit de 800^m3, une puissance de 820.725 poncelets.

Il importe que le Traité de paix assure à la France la libre dis-

position de ces forces (le pays de Bade sur la rive droite ayant déjà à sa disposition les importantes forces hydrauliques de la Forêt Noire et par moitié celles du Rhin dans la section de Constance à Bâle).

AMÉLIORATION ET EXTENSION DU RÉSEAU. — En conséquence, il convient, outre la mise au gabarit de la péniche flamande déjà décidée pour le canal du Rhône au Rhin et l'embranchement de Huningue :

1° De réaliser au plus tôt un meilleur outillage des voies existantes, c'est-à-dire selon nous l'électrification de tout le canal de la Marne au Rhin et du canal latéral à la Marne, ainsi que du canal des houillères de la Sarre ;

2° D'envisager la création de voies de grande navigation, c'est-à-dire admettant soit les bateaux de 1200^t (type Rhin), soit tout au moins ceux de 600^t, savoir :

a. Mise en état de navigabilité plus complète du Rhin entre Strasbourg et Spire pour y assurer en tout temps un tirant d'eau de 2^m.

b. Création d'un *grand canal* de navigation et de force motrice dit *grand canal d'Alsace* entre Bâle et Strasbourg sur la rive gauche, canal qui mettra en valeur les forces hydrauliques du fleuve en basses eaux et en eaux moyennes et assurera ces forces à la France ;

c. Canalisation de la Moselle et de la Basse-Meurthe (jusqu'à Dombasle) pour bateaux d'au moins 600^t, afin de desservir les bassins métallurgiques et salicoles lorrains, ainsi que création des canaux annexes (canaux du Luxembourg et de la Chiers, canal de l'Orne et canal de la Fentsch) ;

d. Canalisation de la Sarre, également pour les bateaux d'au moins 600^t, à l'aval de Sarrebrück jusqu'à la Moselle ;

e. Enfin création d'une voie de grande navigation pour relier le grand canal d'Alsace (Rhin) au sud de Mulhouse à la Saône et au Rhône, et par suite la mer du Nord à la Méditerranée, et éventuellement transformation du canal de Bourgogne pour relier le Rhin et le Rhône à l'Yonne et à la Seine.

J'ajouterais que si la France veut avoir, et il le faut, influence et prépondérance dans la navigation du Rhin, il est nécessaire :

1° Que dans la future Commission du Rhin (1) la majorité soit assurée aux Alliés ;

2° Que la France ou les Sociétés de navigation françaises possèdent une bonne partie de la flotte qui dessert cette navigation, flotte qui jusqu'ici était exclusivement allemande et hollandaise (2).

HYDRODYNAMIQUE

Conditions à remplir lorsqu'on veut dans une installation hydraulique augmenter le débit, et par suite le travail sans modifier la conduite. — Note (3), de M. DE SPARRE.

Je suppose une conduite desservant une roue Pelton (4), la vitesse de l'eau dans la conduite, lorsqu'elle travaille à pleine charge, étant v , et celle de l'eau à la sortie du distributeur étant

$$v_0 = \sqrt{2g(H - J)},$$

où H est la hauteur de chute et J la perte de charge lorsque la

(1) On sait que de par le Traité de Vienne (1815), la navigation sur le Rhin est *internationale*. Elle est administrée par une Commission centrale qui siègeait par intermittences à Mannheim et appliquait le « Revidierte Rheinschiffahrtsakte » de 1868.

(2) Sans parler des petits propriétaires de bateaux, la flotte allemande sur le Rhin comptait dernièrement 2 firmes avec 50 vapeurs pour voyageurs, et 28 firmes pour transport de marchandises avec 305 remorqueurs et 86 autoporteurs (ensemble 170.000 chevaux), et plus de 1.500 cha-lands d'une capacité supérieure à 1.600.000.

(3) Séance du 24 mars 1919.

(4) Ce qui suit s'applique d'ailleurs presque sans changements au cas d'une turbine *sans réaction* quelconque.

(1) Ainsi les crues sur le Rhin supérieur se voient surtout de mai à novembre, tandis que l'eau ne dépasse que très rarement 6 m. à Cologne pendant cette période. L'annonce et la prévision des crues sur le cours moyen et inférieur du fleuve constituent un problème fort complexe et même mal résolu (par suite de ces influences contraires et variables). Le problème est plus facile pour le Rhin alsacien, où l'influence glaciaire prédomine.

(2) Voir ma Communication à l'Académie (*Comp tes rendus*, 158, 1914, p. 461).

(3) Voir sur ce sujet mon rapport au Congrès du Génie civil, Paris, 1918.