

SOSLM 20/12

2210

(1912)

Exposés de MM. PONCET et ARMAND sur :

- l'influence du tartre sur le rendement des locomotives et l'entretien des chaudières
- un procédé de traitement des eaux d'alimentation des chaudières mis au point par la S.N.C.F.

Exposés de MM. PONCET et ARMAND sur :

- l'influence du tartre sur le rendement des locomotives et l'entretien des chaudières
- un procédé de traitement des eaux d'alimentation des chaudières mis au point par la S.N.C.F.

C.A. 4. 3.42 7 II ter

Dépêche du M. des T.P. à la S.N.C.F. 20. 4.42

V. D. 2512 : Etablissement, dans divers
dépôts de centres de fabrication et de
distribution du "complexe" (procédé AR-
MAND)

Secrétariat d'Etat aux Communications

 Direction générale des Transports

 Service technique - 4° Bureau

PARIS, le 20 AVRIL 1942

Traitement des eaux d'alimentation des
 locomotives
 -:-

Le Secrétaire d'Etat
 à M.le Président du Conseil d'Adminis-
 tration de la S.N.C.F.

294

Vous m'avez envoyé copie du P.V. de la séance du 4 mars 1942 du Conseil d'Administration de la S.N.C.F. et de deux exposés faits au cours de cette séance, l'un par M. PONCET sur le tartre, son influence sur le rendement des locomotives et l'entretien des chaudières, l'autre par M. ARMAND sur l'étude et la mise en application d'un procédé de traitement des eaux d'alimentation des locomotives.

Je suis heureux de constater que, sous la direction de MM. PONCET et ARMAND, les Services intéressés de la S.N.C.F. ont pu mener à bien, dans des circonstances particulièrement difficiles, l'étude à laquelle ils se sont consacrés et donner au problème du traitement des eaux d'alimentation des locomotives une solution pratique entièrement satisfaisante.

Au point de vue des économies de charbon qui présentent actuellement la plus grande importance et qui doivent, pour le moment, l'emporter sur les considérations financières, l'intérêt de ce procédé de traitement des eaux est tel que tout doit être mis en oeuvre pour généraliser dans le plus bref délai l'application des nouvelles méthodes d'épuration.

A cet effet, je vous prie de vouloir bien demander sans retard que les matières nécessaires, qui pourraient être fournies à la SNCF en super-priorité, lui soient attribuées en contingent spécial.

Je vous signale d'autre part, à toutes fins utiles, que M. FAVIERE, Inspecteur général des Transports, Chef du Service technique, a constaté en Tunisie que les fabricants d'émulsions de bitume, qui ont besoin d'eaux absolument douces pour préparer leurs émulsions, ont mis au point des procédés qui permettent de ramener de 30 à 0 le degré hydrotimétrique des eaux.

(s) CLAUDON

4 mars 1942

2210

Extrait du P.V. de la Séance du Conseil d'Administration
du 4 mars 1942

QUESTION II^{ter} - Exposés de :

P.V. (p.3)

M. PONCET, Directeur du Service Central du Matériel

L'influence du tartre sur le rendement
des locomotives et l'entretien des chau-
dières.

M. ARMAND, Ingénieur en Chef à la Région Sud-Est

Un procédé de traitement des eaux d'ali-
mentation des chaudières mis au point par
la S.N.C.F.

M. LE PRESIDENT souhaite la bienvenue à M.M. PONCET et
ARMAND à qui il a demandé de venir exposer au Conseil le résultat
des études qu'ils ont poursuivies sur l'importante question du
traitement des eaux d'alimentation des chaudières de locomotives.

M.M. PONCET et ARMAND présentent leurs exposés.

M. LE PRESIDENT remercie M.M. PONCET et ARMAND.

Le Conseil procède, ensuite, à un échange de vues auquel
prennent part M. GRIMPRET, M. BOUTET, M. DEVINAT et M. LE BESNERAIS

Steno (p.7)

M. LE PRESIDENT - Messieurs, M. ARMAND, Ingénieur en Chef
de la Région Sud-Est, a mis au point un procédé de traitement
des eaux d'alimentation des chaudières et l'intérêt de cette
mise au point est tel que je l'ai prié de venir l'exposer à
vous.

Je demanderai au préalable à M. PONCET, Directeur du
Service Central du Matériel, de montrer quelle est l'impor-
tance de la pureté des eaux pour l'alimentation des chaudières

se pose, par conséquent, le problème qu'il s'agissait de résoudre, afin que vous puissiez apprécier l'intérêt de la solution que nous apporte M. ARMAND.

(Les exposés de M.M. PONCET et ARMAND sont donnés en annexe).

M. ARMAND - Je désire compléter mon exposé par quelques ^{résultats} chiffres.

La dépense de combustibles est, pour les machines traitées, de 19 kg 71 par km et pour les machines de comparaison, de 21 kg 32.

Les immobilisations des locomotives pour lavage aux 10.000 km atteignent, pour les machines non traitées, 144 heures et, pour les machines traitées, 24 heures seulement.

Les travaux de chaudronnerie pour l'entretien courant par 10.000 km atteignent, pour les machines non traitées, 65 heures et, pour les machines traitées, 4 h.43.

Les économies résultant de l'application de ce procédé sont donc, en fait, très supérieures aux chiffres que vous a donnés M. PONCET et qui ont servi de base, parce que nos expériences portent sur des machines plus entartrées que la moyenne des machines S.N.C.F. et que, par ailleurs, il est normal de prendre une certaine marge de sécurité.

M. LE GÉNÉRALIS - Je tiens à remercier M. PONCET et M. ARMAND de l'exposé qu'ils viennent de faire.

Leurs recherches, outre les économies importantes et les facilités d'exploitation qu'elles nous procurent, témoignent de ce que, malgré les difficultés actuelles, la S.N.C.F. continue à songer à l'avenir.

M. LE PRÉSIDENT - Quelqu'un a-t-il des précisions complémentaires à demander ?

M. GRIMPERT - Y aurait-il des inconvénients à ce que soit indiquée la composition du complexe ?

M. ARMAND - Il existe plusieurs mélanges susceptibles de réunir l'ensemble des conditions nécessitées simultanément. Le mélange que nous utilisons actuellement renferme des produits dont chacun est connu pour ses propriétés anti-tartre, tanin, carbonate de soude et soude. Mais nous pouvons utiliser également d'autres produits, par exemple des produits organiques autres que le tanin. C'est un de nos soucis actuels, car nous manquons de tanin et nous avons dû, les études à peine terminées, en recommander d'autres en vue du remplacement du tanin. Maintenant, nous savons pourquoi et comment le tanin agit.

M. BOUTET - En dehors de la qualité des eaux, la question de température n'intervient-elle pas ? N'est-on pas amené à modifier les mélanges en fonction de la température ?

M. ARMAND - C'est exact. En particulier, lorsque la pression monte, les conditions de l'équilibre du mélange changent très rapidement. Vous savez que nous ne dépassons pas 20 kg actuellement dans les chaudières. Or, jusqu'à 20 kg les phénomènes restent à peu près les mêmes. Mais si nous poussions à 25 kg, il faudrait prendre d'autres précautions, et, en particulier, le taux d'extraction, c'est-à-dire la quantité d'eau qu'il faut évacuer par les purges, serait plus important.

M. LE GÉNÉRAL - Il faudrait alors pouvoir traiter les eaux à part. Mais il est difficile de concevoir un tel traitement avec nos locomotives qui n'ont pas de condenseurs.

M. BOUTET - La quantité d'eau qu'il faut consommer deviendrait prohibitive.

M. ARMAND - Il n'y a pas beaucoup d'industries qui consomment autant d'eau que le chemin de fer.

M. LE BESNERAIS - Ce procédé peut offrir de l'intérêt même pour les industries autres que le chemin de fer.

M. BOUTET - C'est certain.

M. LE BESNERAIS - De nombreux industriels supportent des dépenses considérables du fait de l'entartrément.

M. GRIMPREY - Vos travaux ont-ils porté surtout sur la nature des désincrustants ou sur la façon de les employer ?

M. ARMAND - Surtout sur l'analyse du phénomène qui n'avait jamais été faite. Nous avons étudié la relation entre le phénomène d'entartrément, qui n'était pas connu et qui est relativement simple, et le phénomène de corrosion qui, lui, est très complexe, car il y a peut-être trois ou quatre natures de corrosions, très différentes les unes des autres. Il fallait définir les milieux qui évitent à la fois l'entartrément et les corrosions de toutes sortes. A ce sujet, un problème délicat se pose, celui de l'absorption de l'oxygène dissout dans l'eau. Certaines eaux granitiques corrodent les chaudières ; c'est un phénomène bien connu ; ainsi, au dépôt d'Auray, on est obligé de changer régulièrement les tubes au bout de 65 à 70.000 km, non parce qu'ils sont entartrés mais parce qu'ils sont percés. C'est une corrosion due à l'oxygène.

M. HOUTET..- Tous ces phénomènes mettent en vue les nouvelles théories physico-chimiques : tension superficielle, phénomène d'absorption.

M. ARMAND..- On ne connaît bien ce phénomène que depuis peu d'années. Cependant, on aurait pu depuis réaliser des études sérieuses d'application, mais peu de personnes s'y sont intéressées.

M. DEVINAT..- M. ARMAND nous a signalé un taux d'économie de consommation de charbon plus important que celui que M. PONCET avait indiqué.

M. LE BESNERAIS..- Les essais ont été faits dans les dépôts où l'eau était la plus entartrée et, de ce fait, les résultats obtenus ont fait apparaître un taux d'économie supérieur à ce que sera, en définitive, le taux moyen pour l'ensemble de la B.N.C.F. Etant donné la faible quantité de produits dont nous disposons à l'heure actuelle, nous tenons à commencer par les dépôts où le besoin du détartrage se fait le plus sentir, et nous étendrons progressivement ce mode de traitement.

Le plus important, quand la technique du traitement sera bien au point, sera d'obtenir des facilités pour la fourniture du tanin ou de ses succédanés, du carbonate de soude et de la soude. En raison des économies de charbon à réaliser, nous devrions pouvoir obtenir facilement les quantités assez faibles de ces produits dont nous avons besoin.

M. ARMAND..- Nous consommons actuellement 7 T. de tanin par mois, alors que la consommation française est de l'ordre de 1.000 T.

M. PONCET.- Néanmoins, nous avons toutes les peines du monde à les obtenir.

M. LE BESNERAIS.- Notre procédé ne peut donner de résultats que si la pratique des opérations est surveillée avec le plus grand soin. Les mécaniciens doivent, en effet, effectuer des "extractions" périodiques : étant donné que cette opération fait perdre des calories, ils ne le feront que s'ils savent qu'un contrôle sérieux sera exercé.

M. BOUTET.- Il faudra, en outre, surveiller de très près la mise en oeuvre du procédé pour l'adapter éventuellement sans retard aux variations de la composition de l'eau.

M. ARMAND.- Justement, nous expérimentons le procédé dans une région où la teneur de l'eau est à peu près constante.

M. LE BESNERAIS.- Lorsque nous en serons réduits à utiliser des produits de remplacement du tanin, qui n'offriront pas la même marge de sécurité que ce dernier, nous devrons suivre les variations de plus près.

M. BOUTET.- Nous économiserons 150 à 200.000 T. par an.

M. LE BESNERAIS.- C'est énorme.

M. PONCET.- Ce qu'il y a de très nouveau, c'est le contrôle chimique ~~technique~~ de l'eau des chaudières dans les dépôts. C'est évidemment une révolution dans un dépôt que d'y faire un peu de chimie. On doit suivre la teneur de l'eau de chaque machine dans un laboratoire. C'est indispensable.

M. ARMAND. - Les échecs des réseaux américains sont dus à ce que ceux-ci n'ont pas voulu exercer le contrôle eux-mêmes. Ils ont fait faire le contrôle par les fabricants qui le font payer à peu près dix fois ce qu'il nous revient.

M. LE PRESIDENT. - Il y a aussi la question des foyers en acier et en cuivre qui est secondaire, mais très importante. Il est curieux de voir la Reichsbahn, alors que, à l'heure actuelle, l'Allemagne manque de cuivre, continuer à utiliser des chaudières en cuivre. Nous avons été surpris de ce fait; la cause profonde en est que les eaux en Allemagne sont très mauvaises et que l'on ne peut pas les détartrer.

M. ARMAND. - Or, le foyer en acier est le seul foyer qui puisse supporter des pressions de l'ordre de 30 kg. Quand on n'en a pas, on ne peut pas augmenter le timbre des machines.

M. LE PRESIDENT. - Ainsi la question du détartrage présente beaucoup d'intérêt à plusieurs points de vue.

M. LE PRESIDENT. - Je remercie M. PONCHET et M. ARMAND de leurs exposés et je suis sûr d'être votre interprète en les félicitant des initiatives qu'ils ont prises et des résultats qu'ils ont obtenus.

EXPOSE de Monsieur PONCET,
au CONSEIL D'ADMINISTRATION de la S.N.C.F. du 4 MARS-1942
sur le tartre,
son influence sur le rendement des locomotives et l'entretien
des chaudières.

Parmi les articles du budget des dépenses des Chemins de fer, deux des plus importants sont relatifs, d'une part, aux combustibles, d'autre part, à l'entretien des locomotives à vapeur. En 1941, la S.N.C.F. a, en effet, dépensé plus de 1.800 M pour l'achat des combustibles et plus de 1.400 M. pour l'entretien des locomotives et tenders utilisés par elle.

Aussi, les Services du Matériel et de la Traction se sont-ils efforcés depuis longtemps de rechercher les mesures propres à agir sur ces deux causes de dépenses. Souvent les résultats obtenus sur chacune d'elles sont opposés. C'est ainsi que les perfectionnements apportés à la locomotive à vapeur pour diminuer la consommation de combustible (compoundage, surchauffe, rechauffage de l'eau d'alimentation, etc...) ont, en général, comme contrepartie une augmentation des frais d'entretien. De même, une réduction des dépenses de réparation, l'espacement des visites, des levages.... se paient souvent par une consommation accrue de charbon.

Par contre, il est un vieil ennemi de la locomotive à vapeur, dont la présence occasionne à la fois une augmentation des dépenses de combustible et d'entretien et contre lequel, par conséquent, la lutte est intéressante dans ces deux domaines. C'est le tartre des chaudières.

Je veux rapidement préciser son influence sur le rendement et la tenue des chaudières.

Influence du tartre sur la consommation de charbon.-

Vous savez que la chaleur produite par la combustion du charbon dans le foyer des locomotives se transmet à l'eau de la chaudière, soit par les parois du foyer, soit par les tubes à fumée. Or, le tartre se dépose sur les parois du foyer ou sur les tubes. Comme il est mauvais conducteur de la chaleur, l'échange des calories entre les gaz chauds et l'eau se fait d'autant plus difficilement que la couche de tartre est plus épaisse. On constate, en fait, que les fumées sortent plus chaudes d'une chaudière entartrée que d'une chaudière propre. Une partie plus importante des calories est entraînée en pure perte dans l'atmosphère. Il y a diminution de rendement.

Depuis longtemps, des expériences ont été faites tant en France qu'à l'Etranger pour essayer de la mesurer. Quelques-unes ont été effectuées au banc d'essais, la plupart des machines en service. Les résultats publiés sont très variables, même si

on ~~ait~~ abstraction des chiffres excessifs donnés dans les notices publicitaires des fabricants de désincrustants. Cela tient d'abord à la nature même du phénomène, car l'influence du tartre sur la consommation de combustible dépend du type de chaudière, du taux de combustion, de la nature du tartre. Cela tient aussi aux difficultés d'expérimentation sur les machines en service et à tous les facteurs qui agissent alors sur la consommation de charbon d'une locomotive.

Aussi, ne mentionnerai-je que les résultats suivants qui paraissent présenter le plus de garantie.

a) A la station d'essais de l'Université de l'Illinois, des mesures de rendement de locomotives avec tartre (1 m/m² sur le foyer et 0,8 sur les tubes) et sans tartre ont fait apparaître un gain de 9,5 % en faveur des machines non entartrées - chiffre jugé en général élevé.

b) Des essais à poste fixe en Allemagne, sur des locomotives relativement peu entartrées, ont donné 4 %.

c) A Avignon, le P.J.M. a pendant un an environ comparé des machines très entartrées avec des machines moins entartrées effectuant les mêmes services. La différence de consommation était de 4 %.

Il semble donc bien raisonnable d'admettre que la disparition du tartre permet de réaliser sur une locomotive une économie de charbon au moins égale à 4 %.

Dans la pratique, lorsqu'on est arrivé à supprimer le tartre par un traitement complet des eaux comme en Amérique, on a constaté des économies plus importantes encore, la différence tenant au meilleur rendement des machines, conséquence d'un état plus satisfaisant des chaudières et d'une diminution des immobilisations dont je parlerai dans un instant.

Mais de telles économies ne peuvent résulter que du traitement de locomotives très entartrées. Or, les eaux d'alimentation sont plus ou moins incrustantes et des mesures ont déjà été prises pour lutter contre le tartre.

Compte tenu de cette situation, on peut estimer raisonnablement qu'un traitement radical des chaudières de locomotives aurait permis d'économiser, en 1941, 180 à 200.000 T. de charbon, soit environ 45 à 50 M. de francs.

Influence du tartre sur la tenue des foyers.-

Du fait de la faible conductivité du tartre, les échanges de chaleur sont moins actifs entre l'eau et les tôles de foyer lorsqu'elles sont incrustées de tartre. Aussi, ces tôles

.....

sont portées à des températures plus élevées que les tôles propres.

Ainsi, un tartre de 3 m/m d'épaisseur élève la température de la tôle d'un foyer de plus de 200 ° et la température des tubes de plus de 50 °.

Cette élévation de température a les conséquences suivantes :

1°- Les métaux (cuivre ou acier) dont la résistance mécanique décroît au fur et à mesure que leur température augmente, se trouvent dans de moins bonnes conditions pour résister aux efforts auxquels ils sont soumis.

2°- Il y a une augmentation sensible des différences de température entre les parties de la chaudière en contact avec les gaz chauds (enveloppe de foyer, tubes) et les autres parties (enveloppe de boîte à feu, corps cylindrique) qui sont à peu près à la température de l'eau. D'où des dilatations inégales et des efforts supplémentaires qui font travailler tous les assemblages et tendent à disloquer la chaudière.

On constate, en fait, sur les chaudières entartrées, des fuites aux plaques tubulaires, des ruptures d'entretoises, des déformations des tôles de foyer. Il en résulte, d'une part, des frais d'entretien courant plus élevés, d'autre part, des remplacements plus fréquents des tubulures et des réparations générales plus rapprochées.

Pour illustrer cette comparaison, donnons des chiffres résultant de relevés effectués sur des machines (240 A) faisant des services analogues, d'une part, à Langeac où les eaux ne sont pas incrustantes, d'autre part, à Nîmes où les eaux sont très dures. On a trouvé :

- que, pour 10.000 km parcourus par une machine, on dépense 10 heures de travaux d'entretien courant de la chaudière à Langeac contre 90 à Nîmes;

- que les tubulures des chaudières sont remplacées au bout de 300.000 km à Langeac et au bout de 100.000 km à Nîmes;

- que les locomotives font en moyenne 450.000 km entre deux grandes réparations à Langeac contre 280.000 km à Nîmes.

Avantages à retirer du traitement intégral des eaux d'alimentation des chaudières.-

Comme nous venons de le voir, la disparition du tartre des chaudières aurait comme conséquences directes des

.....

économies de combustible et d'entretien des chaudières. Il est évidemment difficile de chiffrer ces économies, mais on peut en donner un ordre de grandeur approximatif.

Nous supposons dans cette évaluation que le traitement des eaux est suffisamment efficace pour que le tartre soit éliminé complètement dans les chaudières traitées. Nous supposons également que le traitement est étendu à toutes les locomotives, ce qui ne pourrait évidemment être que progressif.

Nous avons, aux prix actuels, estimé que, grâce à la généralisation du traitement, 150.000 à 200.000 T. de combustible pourront être économisées chaque année et augmenteront d'autant le tonnage laissé à la disposition de l'économie française. Aux prix actuels, cela représente 45 à 50 M. de francs.

En ce qui concerne l'économie d'entretien, les évaluations sont encore plus délicates. Des études détaillées ont permis de la fixer à un chiffre voisin de 0,50 par kilomètre pour des machines moyennement entartrées. Compte tenu des résultats déjà obtenus dans cette voie, il est très modéré de fixer à 0,30 l'économie à escompter par kilomètre pour l'ensemble de la S.N.C.F., soit, sur la base des parcours de 1941, au total, 85 M. de francs environ.

Ceci représente 6 à 7 % des dépenses d'entretien des locomotives à vapeur et tenders et à peu près 30 % des dépenses appliquées spécialement à l'entretien des chaudières.

A cette économie directe de 125 ou 130 M. de francs, s'ajouteront celles qui résultent de la réduction des immobilisations. Cette réduction proviendra, d'une part, de la diminution de l'importance des réparations de chaudronnerie, d'autre part, de l'espacement des lavages. Elle se traduit par une diminution des machines à mettre en service, donc du capital représenté par le parc des locomotives. Il n'est pas excessif d'espérer que la suppression du tartre nous permettra de réduire de 2 à 300 le nombre de locomotives immobilisées pour les opérations d'entretien de la chaudière.

Je cite encore en passant la réduction des incidents de route résultant d'avaries de foyer (fuites, ruptures d'entretreises...) et l'amélioration de l'exploitation qui en résultera.

Enfin, et ce n'est pas l'aspect le moins intéressant de la question, l'emploi des foyers en acier ne peut être généralisé que moyennant un traitement complet des eaux d'alimentation. Le tartre est beaucoup plus nocif sur les foyers en acier que sur les foyers en cuivre et, jusqu'ici, les foyers en acier n'ont pu se comporter vraiment d'une façon satisfaisante

.....

que lorsque les eaux d'alimentation étaient peu incrustantes (Réseau P.O.) ou convenablement traitées.

Sous cette réserve, le foyer en acier, moins cher que le foyer en cuivre présente des avantages sérieux sur ce dernier au point de vue entretien et tenue en service.

C'est donc un avantage supplémentaire du traitement des eaux que de permettre l'emploi des foyers en acier. La S.N.C.F. a décidé, dès avant la guerre, la généralisation progressive des foyers en acier. Les circonstances actuelles obligent à accélérer cette généralisation. C'est une raison de plus de lutter contre l'entartrement.

Tous les inconvénients du tartre et les avantages à retirer de sa disparition sont connus depuis l'invention de la chaudière à vapeur. Les procédés appliqués jusqu'ici pour lutter contre l'entartrement se chiffrent par milliers. Ils ont fait l'objet d'une littérature abondante et d'une vaste publicité.

Les Réseaux français, désireux d'éviter les méfaits de l'entartrement ont, depuis longtemps, en même temps qu'ils organisaient des lavages périodiques des chaudières, multiplié les essais de désincrustants.

Les résultats ont été variables, mais jamais très satisfaisants. C'est pourquoi, en 1938, quelques mois après la constitution de la S.N.C.F., le Service du Matériel a décidé de reprendre complètement la question et a confié cette étude très importante à une Commission présidée par M. ARMAND alors adjoint à l'Ingénieur en Chef de la Traction de la Région Sud-Est.

M. ARMAND a, dès ce moment, entrepris une étude méthodique et scientifique du phénomène de l'entartrement des chaudières et des meilleurs moyens de le combattre. Malgré la guerre et les difficultés sans nombre qu'il a rencontrées, il a poursuivi ses études et ses essais et il va aujourd'hui vous en présenter les conclusions. Il vous dira les résultats qu'il a obtenus et la dépense supplémentaire que représente l'application des méthodes qu'il a mises au point.

Ce travail de M. ARMAND marquera certainement une date importante dans l'industrie de la machine à vapeur et des Chemins de fer. Je suis heureux d'exprimer devant vous et devant lui ma conviction sur ce point. Le sentiment d'avoir ainsi largement contribué à l'amélioration du service sera sa plus belle récompense.

EXPOSE de Monsieur ARMAND
au CONSEIL D'ADMINISTRATION de la S.N.C.F. du 4 MARS 1942
sur l'étude et la mise en application
d'un PROCÉDE de TRAITEMENT des EAUX d'ALIMENTATION des LOCOMOTIVES

La lutte contre l'entartrement des chaudières est aussi ancienne que la machine à vapeur, mais, dans ce domaine, on a peu progressé. Cela tient à deux causes, la première c'est que les phénomènes en jeu font appel à des notions de physique et de chimie dont la connaissance exacte est relativement récente; la seconde, d'un tout autre ordre, est cependant liée à la première: c'est que le caractère peu sérieux du commerce des produits désincrustants a éloigné de nombreux chercheurs. En effet, l'impuissance de la science dans ce domaine permit à de nombreux industriels de lancer des produits désincrustants dont la qualité était vantée et démontrée par des procédés relevant plus du charlatan que de la science. Aussi ce milieu n'a-t-il pas été favorable à l'amélioration de nos connaissances. Par réaction, en effet, on vit des hommes de science refuser toute valeur aux désincrustants, telle l'école allemande du chimiste BUNTE, vers 1900; ceci explique en partie l'échec des réseaux allemands en matière de traitement des eaux, parce que les techniciens n'y croyaient pas.

Les premières études sérieuses furent faites aux Etats-Unis à partir de 1920 par les laboratoires de plusieurs Universités tandis que des essais à grande échelle étaient entrepris par la plupart des réseaux de chemin de fer, convaincus qu'ils pouvaient tirer de gros bénéfices d'un traitement efficace des eaux. Les essais ne furent pas tous heureux. En cherchant à supprimer l'entartrement on fit apparaître parfois des corrosions et parfois des primages, c'est-à-dire des entraînements d'eau par la vapeur qui réduisent la puissance et occasionnent des avaries aux machines.

Il a fallu une dizaine d'années de tâtonnements pour aboutir, vers 1930, à la mise au point de deux procédés de traitement intégral. L'un exploité par une grande société internationale la "PERMUTIT COMPANY" consiste à traiter l'eau dans des postes fixes avant de la distribuer aux machines, l'autre, propriété de la société américaine "DEARBORN", est un traitement interne, c'est-à-dire qu'il consiste à introduire dans la chaudière des produits qui réagissent sur l'eau pour empêcher la formation de tartre.

Pour juger du bénéfice résultant du traitement des eaux, les Américains chargèrent une commission de dresser des statistiques très complètes en la matière. Cette commission conclut qu'avec des eaux de dureté moyenne chaque machine traitée permettait d'économiser environ 2.000 dollars par an.

Il est intéressant de noter que ces renseignements américains recoupent bien ceux que nous avons obtenus par d'autres voies en France et qui ont servi de base aux évaluations de M. PONCET.

.....

L'intérêt du traitement des eaux ayant été ainsi démontré, les réseaux s'équipèrent rapidement, si bien que la presque totalité des eaux dures sont actuellement traitées aux Etats-Unis. En Europe, au contraire, rien n'a été fait jusqu'ici; il est plus exact de dire que rien n'a été réussi, car les réseaux anglais se sont équipés vers 1930, mais les procédés adoptés n'ont pas donné satisfaction; c'est pour cela qu'en Angleterre - comme d'ailleurs en Allemagne - on est resté fidèle au foyer en cuivre, moins sensible que le foyer en acier aux incrustations.

Tel était l'état de la question du traitement des eaux lorsque la S.N.C.F. ayant décidé de généraliser le foyer en acier reconnut la nécessité d'attaquer sérieusement le problème.

Une commission d'études fut créée - comme vous l'a dit M. PONCET - en décembre 1938. Cette commission fit l'inventaire des procédés connus en France et en Europe et mit sur pied un programme d'essais comparatifs : de plus, un voyage d'études en Amérique était prévu pour octobre 1939. La guerre empêcha l'exécution de ces projets.

Il résultait d'un premier examen de la question que le traitement intégral, c'est-à-dire celui qui permet la suppression totale du tartre, est très supérieur, au point de vue tenue des chaudières, aux traitements incomplets seuls connus en France. Or, sur le traitement interne intégral des Américains le secret était bien gardé; aucune des nombreuses publications parues sur le sujet ne donnaient d'indications positives sur les bases du procédé. C'est justement l'obscurité voulue de ces documents qui nous a mis sur la voie des recherches et, après quelques expériences de laboratoire, nous pouvions, ayant repris nos travaux pendant la guerre, soumettre à M. le Directeur Général, en février 1940, un programme d'études et d'essais d'un traitement interne intégral. Les premiers essais démontrèrent l'exactitude de nos idées initiales, mais ils furent arrêtés par les événements de mai 1940.

Nos expériences furent reprises au dépôt de machines d'Avignon, en octobre 1940, et trois mois après les résultats étant très encourageants, l'extension de l'essai à plusieurs dépôts était décidée.

Simultanément, nous faisons réaliser, avec l'aide de constructeurs spécialisés, deux installations de traitement externe du type "PERMUTIT", mais plus perfectionnées que celles existant en Amérique.

L'expérience nous a montré la supériorité de notre traitement interne sur les procédés à la permutite; aussi M. le Directeur du Service Central du Matériel a-t-il pu décider, pour 1942, l'extension à 1000 machines du traitement interne.

Il est possible, malgré les difficultés d'approvisionnement actuelles, d'envisager cette extension, car elle nécessite peu de matériaux, comme nous le verrons en décrivant rapidement la mise en œuvre du traitement.

Le principe du procédé est de mélanger à l'eau d'alimentation des produits qui agissent sur cette eau à l'intérieur de la chaudière. Nous avons reconnu que pour réussir un traitement

intégral les substances en dissolution dans l'eau de la chaudière devaient satisfaire, simultanément, à plusieurs conditions; ces conditions qui n'avaient jamais été énoncées, sont la clé du problème; elles correspondent aux effets suivants :

- 1° - transformation des sels de chaux et de magnésie qui existent dans l'eau d'alimentation en solides non entartrants éliminables sous forme de boues;
- 2° - création et maintien dans la chaudière d'un milieu aqueux s'opposant aux corrosions des différentes parties de la chaudière, question complexe étant donné les multiples types de corrosion à combattre;
- 3° - limitation de la teneur de l'eau en sels dissous pour éviter les primages.

Le traitement interne peut être réalisé sous plusieurs formes, suivant la façon dont on ajoute à l'eau le complexe, c'est-à-dire le mélange des produits actifs; le procédé que nous avons choisi nécessite un équipement spécial des machines à traiter, mais ne demande que des installations extrêmement réduites dans les dépôts; chaque machine est dotée d'un réservoir à complexe, d'un doseur qui introduit dans l'eau une proportion donnée de complexe et d'une vanne d'extraction, ou robinet de purge, permettant d'évacuer les boues et une partie de l'eau de la chaudière, ceci pour limiter la concentration des sels dissous.

Les machines étant équipées, le traitement s'opère comme suit : le complexe, dont la composition varie avec la nature des eaux est préparé dans chaque dépôt. Il est distribué aux machines à la façon dont sont distribués l'huile et le sable. Aux mécaniciens le traitement n'impose qu'une sujétion, les extractions ou purges périodiques de la chaudière : cette opération est d'ailleurs enregistrée, soit par un compteur spécial, soit sur la bande Flaman. Le contrôle du traitement est indispensable; il est assuré par un agent spécialisé qui effectue certaines déterminations sur des échantillons d'eau prélevés aux chaudières. Les moyens de contrôle dont nous disposons maintenant se sont révélés simples et efficaces et nous n'avons rencontré aucune difficulté dans leur application pratique.

L'expérience que nous avons du traitement interne - qui porte sur une année et plus d'un million et demi de kilomètres - est convaincante. Partout, les chaudières sont exemptes de tartre et de corrosions. De ce fait, les améliorations prévues se sont réalisées : économie de charbon, réduction des frais d'entretien, meilleure utilisation des machines, si bien que nous pouvons compter tirer du traitement les bénéfices escomptés.

Quant aux dépenses afférentes au traitement : achat des produits, amortissement des équipements, main-d'oeuvre pour le contrôle et pour la fabrication et la distribution du complexe, elles sont de l'ordre de 0 fr 10 au kilomètre.

Notons en passant que ces dépenses sont inférieures à celles qu'entraîne l'utilisation de certains produits désinfectants actuellement en usage en France, ainsi bien entendu qu'au prix de revient des traitements américains, puisque ceux-ci font vivre de puissantes Sociétés.

Pour donner un bilan de l'opération, nous dirons que les dépenses à envisager pour économiser les 130 M. dont a parlé M. FONCET, sont de l'ordre de 25 millions : il resterait donc à l'actif du traitement un bénéfice de l'ordre de 100 M. par an, sans compter les avantages résultant de la réduction des immobilisations de machines.

Nous disposons maintenant, je le crois, d'un procédé qui vaut ceux qui ont été largement développés aux Etats-Unis ; ce procédé a été mis au point par les seuls Services de la S.N.C.F. : pour arriver à ces résultats, il nous a fallu faire des études des plus variées, allant de la science pure à la réalisation d'appareils nouveaux, tels que les doseurs, introduire un peu de chimie dans les dépôts, changer certaines habitudes du personnel, par exemple faire accepter les extractions, tellement contraires, a priori, à l'esprit d'économie des mécaniciens.

Tout cela n'était possible qu'avec le concours dévoué d'agents de tous ordres auxquels il fallait la foi, celle-ci étant particulièrement nécessaire dans un domaine où tant d'essais infructueux avaient épuisé l'esprit de recherche. Aussi ne permettrai-je, pour terminer, de dire que si j'ai pu mener à bien la tâche qui m'était confiée, c'est grâce à la compréhension des dirigeants et à la bonne volonté des exécutants.

SOCIETE NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANCAIS

Conseil d'Administration

Séance du 4 mars 1942

II ter - Exposés de :

- M. PONCET, Directeur du Service Central du Matériel
L'influence du tartre sur le rendement des locomotives et l'entretien des chaudières.
- M. ARMAND, Ingénieur en Chef à la Région Sud-Est
Un procédé de traitement des eaux d'alimentation des chaudières mis au point par la S.N.C.F.