

25 janvier 1908.



NOTES TECHNIQUES N° 145

ÉPURATION DES EAUX D'ALIMENTATION

Rapports sur des formules secrètes empêchant l'incrustation des chaudières, précédés d'une étude des eaux d'alimentation et de leur épuration, par M. G. ECKERMANN, ingénieur en chef de la Société de Surveillance des chaudières à vapeur de l'Allemagne du Nord, à Altona, avec la haute collaboration du D^r L. BUNTE, conseiller privé, et du D^r P. EITNER, privat-docent de l'École Technique supérieure de Carlsruhe.

(Ouvrage rédigé conformément à un vœu du Congrès tenu en 1903 à Stockholm, par la Fédération Internationale des Associations de surveillance des chaudières à vapeur. Boysen et Maasch, éditeurs, Hambourg, 1905, 168 pages.)

ANALYSE ET RÉSUMÉ

PREMIÈRE PARTIE

Les eaux d'alimentation. — Leur épuration.

Un bon emploi des chaudières suppose deux conditions :

- 1° Une eau convenable ;
- 2° Une conduite rationnelle des appareils.

1° Constitution de l'eau :

Elle résulte de la nature et de la quantité des corps contenus.

CORPS DISSOUS DANS LES EAUX NATURELLES. — Les nuages, formés d'eau de mer évaporée à la chaleur solaire, se condensent en pluie, neige, grêle ou givre par suite du refroidissement résultant d'une augmentation d'altitude ou de la rencontre d'un courant d'air froid.

L'eau ainsi distillée est presque dépourvue de substances minérales, mais est riche en air dissous, c'est-à-dire en azote, inerte, et en oxygène, actif. L'eau des précipitations météoriques s'infiltré dans l'humus superficiel, où la décomposition des végétaux produit, direc-

tement ou par l'intermédiaire de corps organiques se combinant à l'oxygène dissous, du gaz carbonique que l'eau absorbe. Cette eau, dépouillée de son oxygène, mais chargée de gaz carbonique, descend dans les terrains jusqu'à la rencontre d'une couche imperméable, le long de laquelle elle gagne les régions déprimées, alimentant puits et cours d'eau.

L'eau dissout les minéraux qu'elle atteint ; sa composition (nature et quantité des corps dissous) résulte donc de la formation géologique du pays.

a) Le *carbonate de calcium*, très abondant dans la nature et le *carbonate de magnésium*, qui s'y mêle plus ou moins, sont peu solubles, mais se dissolvent après transformation en bicarbonates, par l'anhydride carbonique en solution, dont, malgré cette réaction, un excès plus ou moins grand subsiste toujours dans l'eau.

Moins abondant, quoique très fréquent dans les formations géologiques récentes, est le *sulfate de calcium*, dont le coefficient de solubilité (1/400^e), indépendamment de la présence de gaz carbonique, est supérieur à celui du carbonate du même métal.

La *silice*, l'*alumine* et leurs combinaisons (grès, granite, gneiss) sont difficilement dissoutes, et seulement à l'état de traces.

Les *sels de fer* sont particulièrement peu solubles ; comme exceptions, on peut citer : le carbonate d'oxydure qui, en présence de gaz carbonique libre, se dissout à l'état de bicarbonate ; la combinaison d'acide humique et du même oxydure.

b) Bien plus solubles sont :

Le *chlorure de sodium*, uniformément répandu dans les assises superficielles, en gisements parfois puissants. L'eau en contient toujours.

Les autres sels de l'eau de mer sont associés à lui et se rencontrent à l'état, le plus souvent, de simples traces : *chlorure de magnésium*, *chlorure de calcium*, *sulfate de magnésium*.

c) Il faut encore mentionner les *impuretés* recueillies à la surface du sol : déjections animales, matières azotées, donnant par fermentation de l'ammoniac ; ammoniac et matières organiques, autant qu'ils ne sont pas retenus par la végétation, sont entraînés dans les nappes souterraines.

La présence d'ammoniac caractérise donc les eaux ayant rencontré sur le sol des matières organiques en décomposition (fumiers, etc.). L'ammoniac donne rapidement, par oxydation, de l'acide nitreux, qui témoigne de l'impureté de l'eau. La suroxydation produit de l'acide nitrique ; les azotates existent par suite toujours dans les eaux ayant traversé des sols habités ou cultivés, mais prouvent que ces eaux ont effectué un long trajet souterrain, durant lequel les impuretés organiques ont subi une oxydation complète (nitrification).

Le tableau suivant énumère les corps en solution dans l'eau :

Gaz dissous.	Corps difficilement solubles, entartrant les chaudières.	Sels facilement solubles.	Impuretés accidentelles.
Anhydride carbonique.	Carbonate de calcium.	Chlorure de sodium.	Ammoniac.
Oxygène	Carbonate de magnésium.	Chlorure de calcium.	Acide azoteux.
Azote.	Sulfate de calcium.	Chlorure de magnésium.	Acide azotique (à l'état d'azotates)
	Silice.	Sulfate de magnésium.	Matières organiques.
	Alumine.		
	Carbonate de fer.		

De cette influence des conditions géologiques et locales sur la nature des eaux, résulte que l'eau sort :

Des terrains primitifs, des grès, formés de corps peu solubles, — généralement peu minéralisée, très pure; elle n'entartre alors guère les chaudières;

Des formations calcaires, — plus ou moins calcareuse et magnésienne, donc incrustante, et plus ou moins chargée en autres sels solubles.

Les eaux des plaines basses présentent des caractères multiples, résultant de la nature du sol : à des sels calcaires et magnésiens, à divers sels en teneurs variables, s'ajoutent des proportions relativement considérables de sels de fer,

Néanmoins, seule l'analyse chimique précise la nature et la quantité des corps en solution dans une eau donnée.

2° Dureté (Incrustants):

Il ne s'agit que d'un essai sommaire de l'eau, fondé sur la réaction des sels de calcium et de magnésium sur le savon (1).

Dans une eau peu calcaire et peu magnésienne, le savon produit de la mousse; cette eau est onctueuse (*weich*).

Les sels de calcium et de magnésium, en forte teneur, saturent le savon, donnant des savons calcaires et magnésiens qui, presque insolubles, se séparent en un précipité blanc ou gris, sans qu'aucune mousse apparaisse : l'eau est *dure* (*hart*). Une addition de savon, proportionnelle à la quantité des sels de calcium et de magnésium dissous, donne la mousse et mesure, par suite, la *dureté* de l'eau, c'est-à-dire son pouvoir incrustant dans les chaudières.

On évalue la dureté d'une eau en degrés, de définitions différentes en Allemagne, en France et en Angleterre. Le degré hydrotimétrique allemand (D. H. Gr, Deutscher Härtegrad) correspond à une teneur d'une partie de chaux₂(CaO) dans 100.000 d'eau (10 milligr. par litre) (2).

3° Effets dans les chaudières des corps dissous dans l'eau d'alimentation :

A l'ébullition, les gaz se dégagent d'abord (azote, oxygène, anhydride carbonique libre).

A température plus haute, les bicarbonates perdent du gaz carbonique et donnent des carbonates, qui peu solubles, précipitent à l'état de boues ou d'incrustations.

Le sulfate de calcium reste en solution, mais se concentre par évaporation jusqu'à saturation, puis dépose en croûtes formées de gros cristaux.

Les autres corps peu solubles (silice, alumine, etc.) se comportent de même, mais en

(1) La liqueur d'épreuve est une solution de savon blanc de Marseille, dans l'alcool éthylique. (*N. d. l. R.*)

(2) Le degré hydrotimétrique français correspond à une quantité de sels de calcium ou de magnésium équivalente à 0^{sr},01 de carbonate de calcium (Co³ Ca) par litre. Les eaux, dont le degré hydrotimétrique ainsi défini est inférieur ou égal à 30, sont excellentes pour les chaudières; titrant plus de 60 degrés, l'eau est impropre aux usages industriels. (*N. d. l. R.*)

donnant les uns des boues, les autres des incrustations. Leurs teneurs étant relativement faibles, l'effet est minime.

Les incrustations sont, le plus généralement et pour la majeure partie, dues au carbonate de calcium, au carbonate de magnésium et au sulfate de calcium. — On les divise en deux groupes suivant leurs effets.

Le premier est constitué par les carbonates.

Le second a pour représentant le sulfate de calcium.

Restent les sels facilement solubles, auxquels peuvent se rattacher les impuretés accidentelles. A la longue, les apports successifs de l'eau d'alimentation en forment une liqueur concentrée pouvant corroder les chaudières.

Les incrustations et les concentrations sont d'autant plus accentuées que l'eau contient plus de matières en solution.

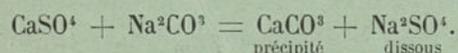
Ces inconvénients peuvent être pratiquement évités ou atténués par l'épuration chimique des eaux d'alimentation, ou par une conduite rationnelle des chaudières.

4° Épuration de l'eau :

a) *Par la chaux et le carbonate de sodium.* — Les corps à éliminer sont : les carbonates de calcium et de magnésium d'une part, le sulfate de calcium de l'autre.

Pour les deux carbonates, en solution à l'état de bicarbonates, il suffit d'absorber la moitié de leur anhydride carbonique. On le réalise par une addition dosée de chaux vive, qui fixe d'abord l'anhydride libre, puis provoque la précipitation du carbonate de calcium. Le carbonate de magnésium donne un double précipité de magnésie et de carbonate de calcium.

Le sulfate de calcium est traité par le carbonate de sodium, suivant la réaction :



Les réactifs doivent être dosés suivant les teneurs de l'eau en gaz carbonique (libre ou combiné) et en sulfate de calcium, l'excès étant aussi préjudiciable que l'insuffisance.

44 parties de CO_2 se combinent à 56 de CaO .
136 — de CaSO_4 — à 106 de Na_2CO_3 .

Pour une eau donnée, les impuretés restent, sauf cas exceptionnels, sensiblement constantes.

Le dosage des réactifs ne peut se déduire par le calcul des résultats de l'analyse chimique, comme cela se tente fréquemment : il doit être fixé directement, par des essais en petit.

Le principe de ces essais est :

1° Pour la chaux, de chauffer un demi-litre d'eau, additionné de 100 centimètres cubes d'un lait de chaux pur, de teneur connue. On sépare le précipité par filtration, puis dose de nouveau la chaux. L'excès de la teneur initiale sur la teneur résiduelle de la liqueur, représente le poids de chaux nécessaire par demi-litre d'eau ;

2° Pour le carbonate de sodium, d'évaporer à siccité un demi-litre d'eau, avec 20 centi-

mètres cubes de solution décimale du réactif (1). Le résidu est repris à l'eau distillée et le carbonate de sodium restant y est titré : la perte de poids du carbonate donne la quantité nécessaire à l'épuration d'un demi-litre d'eau.

Le contrôle de l'épuration se fait par le double essai de :

1° La dureté de l'eau, qui doit être de 2 ou 3 degrés hydrotimétriques allemands ;

2° Son alcalinité : la neutralisation (avec le méthylorange comme indicateur) ne doit pas demander plus de 1^{cm³},3 d'acide décimale.

L'appareil d'épuration peut se réduire à deux réservoirs superposés, d'une capacité correspondant à la consommation journalière, celui du haut servant d'épurateur, le second recevant l'eau traitée.

Le réservoir supérieur est rempli d'eau brute, jusqu'à un repère. Le lait de chaux et le carbonate de sodium sont ajoutés. Après malaxage, à chaud si possible, le dépôt des précipités se fait en quelques heures.

Les épurateurs à grand débit sont des appareils continus, dosant automatiquement les réactifs ; l'eau traverse finalement un filtre. Le principe étant toujours le même, tous les systèmes sont efficaces, avec des *réactifs* de bonne qualité.

La chaux doit être aussi pure que possible, assez grasse, bien calcinée et avoir été conservée en récipients clos (pour éviter l'absorption de l'humidité et du gaz carbonique de l'air).

Le carbonate de sodium doit être pur, calciné (carbonate commercial à 98 0/0).

Les *frais* de traitement varient avec les impuretés à éliminer, surtout avec la teneur du sulfate de calcium, qui détermine la quantité de carbonate de sodium à employer. Normalement, le coût des réactifs, par mètre cube d'eau brute, varie de 1 pfennig à 3, ou exceptionnellement 5.

Le procédé à la chaux et au carbonate de sodium n'est à recommander que pour les eaux mi-dures (8 à 16 degrés allemands) ou dures (plus de 16 degrés).

b) *Par la soude caustique.* — Comme la chaux vive du procédé précédent, la soude caustique absorbe l'anhydride carbonique libre ou bicarbonatant le monocarbonate, et précipite à l'état de monocarbonates les bicarbonates de calcium et de magnésium. Le carbonate de sodium produit précipite à son tour le sulfate de calcium de l'eau. On arrive ainsi, par un dosage approprié, à une élimination complète des matières incrustantes.

En général, le carbonate de sodium est surabondant pour la précipitation du gypse : il en reste en solution dans l'eau. La vaporisation de celle-ci dans la chaudière concentre progressivement l'alcali : des inconvénients peuvent en résulter (non-étanchéité du générateur, corrosion des armatures, des niveaux d'eau en particulier, et parfois formation d'écume).

Aussi l'addition de soude ne doit-elle excéder que de fort peu celle nécessaire à la saturation du sulfate de calcium. Les bicarbonates qui alors ne sont pas précipités doivent l'être, en majeure partie tout au moins, par un sérieux chauffage de l'eau. Ce qui en reste forme, à

(1) C'est-à-dire contenant par litre de solution un dixième du poids de l'équivalent en grammes du réactif, ou un dixième de son poids moléculaire divisé par le chiffre exprimant la valence du corps — ici 5^{er},3 de Na²CO³ desséché au rouge. (N. d. l. R.)

la partie inférieure de la chaudière, une boue que l'on évacue de temps à autre par le robinet de vidange. Le générateur doit, de plus, être fréquemment purgé pour éviter la concentration du carbonate de sodium contenu dans l'eau épurée.

L'épuration par la soude caustique convient aux eaux séléniteuses, mais pas aux eaux riches en carbonate de calcium ou de magnésium.

c) *Par le carbonate de sodium.* — Dans certains cas, le carbonate de sodium supprime toute incrustation. Les réactions chimiques intervenant n'ont plus la netteté des précédentes.

Une addition de réactif, suffisante pour décomposer le sulfate de calcium contenu, ne provoque le plus généralement pas une précipitation immédiate, la réaction du carbonate de sodium sur le sulfate de calcium donnant assez de gaz carbonique libre pour la formation de bicarbonate de calcium.

Une seconde dose de carbonate de sodium agit alors sur ce bicarbonate, comme la soude caustique, mais plus faiblement. Le carbonate de sodium et le bicarbonate de calcium donnent du bicarbonate de sodium et du carbonate de calcium qui, à la chaleur, dépose seul. L'ébullition ramène le bicarbonate de sodium à l'état de carbonate.

Telle quelle, cette formule d'épuration est inapplicable, à cause de la concentration du carbonate de sodium qui se produirait dans la chaudière. On évite cet inconvénient en utilisant de l'eau de la chaudière, c'est-à-dire le réactif régénéré, pour traiter l'eau à épurer : la consommation de carbonate se réduit alors à la quantité absorbée par la précipitation du sulfate de calcium.

La charge initiale, introduite dans la chaudière, est de 3 à 5 kilogrammes de carbonate de sodium par tonne d'eau.

L'épuration se fait dans un réservoir spécial, contenant la quantité de réactif correspondant à la teneur de l'eau brute en sulfate de calcium. Une addition suffisante d'eau chaude du générateur, carbonatée sodique, provoque la précipitation. Après dépôt, l'eau est envoyée au réservoir d'alimentation.

Si l'eau brute contient, avec le gypse, beaucoup de sels solubles, ceux-ci, ainsi que le sulfate de sodium formé, peuvent, en s'y concentrant, endommager la chaudière.

Les eaux à épurer par le carbonate de sodium sont celles chargées de carbonate de calcium, mais pauvres en magnésie, en sulfate de calcium et en sels facilement solubles.

d) *Addition de carbonate de sodium dans la chaudière.* — L'épuration peut, à la rigueur, se réduire à une introduction de carbonate de sodium dans le générateur, en quantité suffisante pour conserver à l'eau une légère alcalinité. Le précipité y forme une boue, s'éliminant par purge.

La pratique est de proportionner la quantité du réactif à celle des incrustants (de 1/2 à 1 kilogramme par mètre cube de capacité de chaudière). On n'ajoute plus alors à l'eau d'alimentation que le carbonate de sodium nécessaire à l'élimination de son sulfate de calcium. On remplace de temps à autre le réactif évacué par le robinet de purge.

L'emploi fréquent de ce procédé résulte de sa simplicité.

L'analyse chimique de l'eau est donc le point de départ de toute épuration rationnelle. Le calcul est toutefois, on l'a vu, insuffisant à déterminer les dosages de réactifs en fonction des teneurs de l'eau en chaux, magnésie et acide sulfurique. L'essai direct est nécessaire.

5° Corrosion des chaudières :

La piqure ou la rouille des tôles, des conduites, des têtes de rivet, est fréquente dans les générateurs. On en cherche généralement la cause dans les défauts d'établissement des appareils ou dans la mauvaise qualité de l'eau d'alimentation ; on omet la conduite défectueuse du générateur.

Les défauts d'établissement ne provoquent que rarement la corrosion ; leurs effets, plus graves (fissures, etc.), sont d'ordre mécanique.

La mauvaise qualité de l'eau, accentuée par une conduite défectueuse de la chaudière, est souvent la vraie raison. L'eau, en présence de certains acides, peut produire une attaque immédiate du fer. L'anhydride carbonique est normalement sans effet. Les acides organiques (acides gras, de l'huile par exemple) sont peu actifs. Les acides minéraux libres sont très corrosifs : ils sont heureusement rares dans l'eau, sauf dans les eaux d'épuisement des mines : la neutralisation complète, par le carbonate de sodium ou la soude caustique, y remédie.

Certains sels neutres attaquent aussi le fer : le fait n'arrive guère que par la concentration progressive que produit la vaporisation de l'eau. — L'action des sels résulte de leur composition chimique : les chlorures sont les plus nuisibles, le chlorure de magnésium surtout qui, à la haute température atteinte, corrode, sous la couche de tartre, les tôles les plus fortement chauffées ; il peut, en présence de l'eau, se décomposer partiellement et dégager de l'acide chlorhydrique qui, au contact du métal, donne de l'hydrogène et du chlorure de fer soluble. — La présence dans l'eau de corps oxydants, de nitrates par exemple, favorise cette action qui se constate aux températures usuelles des chaudières.

La coexistence dans l'eau de nitrates et de chlorates facilite donc beaucoup la corrosion.

Si la teneur de ces sels a naturellement une importance capitale, l'état en est indifférent : tout composé magnésien suffit, en présence de chlorures et de nitrates, à donner les réactions indiquées.

Il importe alors par dessus tout de purger fréquemment les chaudières aussi complètement que possible, par le robinet de vidange. Cette précaution doit être prise même si l'on alimente avec des eaux peu minéralisées, pour éviter des concentrations nuisibles, en cas de trop grand espacement des mises hors feu.

Le moyen de conserver les chaudières est donc simplement de purger régulièrement et d'éteindre fréquemment les feux pour nettoyer. On peut ajouter : *y maintenir constamment l'eau légèrement alcaline*, le fait étant établi, scientifiquement et pratiquement, que le fer résiste mieux à une telle eau qu'à une eau neutre ; l'importance de la purge régulière s'accroît alors en conséquence.

La *corrosion par l'air* est encore à signaler, à cause de sa corrélation, indirecte, avec la nature de l'eau d'alimentation : le fer s'oxyde sous l'action combinée de l'air et de l'eau, surtout en présence d'anhydride carbonique. L'eau se charge en effet toujours, dans les rivières principalement, d'azote et d'oxygène, par dissolution au contact de l'air.

L'introduction de cet air dans la chaudière *en service* est sans inconvénient, la prise de vapeur évacuant les gaz (oxygène, azote, gaz carbonique) au fur et à mesure de leur dégagement à la chaleur.

Maïs, *lors de la mise à feu*, avant toute prise de vapeur, les gaz s'accumulent : toutes les conditions d'oxydation du fer sont remplies. Dans l'eau, les bulles se fixent aux anfractuosités de la tôle, aux rivets, aux saillies, etc., et y produisent de petites taches de rouille, qui s'agrandissent par la répétition du phénomène. Il en est de même au contact du plan d'eau et de la paroi. — Dans l'espace réservé à la vapeur, la corrosion se manifeste aussi si les gaz dégagés peuvent se rassembler.

Il faut donc éviter d'alimenter après l'allumage.

L'oxydation se manifeste surtout dans les bouilleurs, les gaz s'y accumulant dans les angles morts : la cause première est alors un vice de construction de l'appareil.

Le remède est de réduire au minimum la quantité d'air en solution dans l'eau, par exemple par un chauffage préalable aussi énergique que possible. Un second avantage est alors le dégagement du gaz carbonique produit par l'épuration à la chaux et au carbonate de sodium.

Quand la haute teneur des incrustants rend inefficaces les procédés d'épuration courants, on enduit l'intérieur de la chaudière, et surtout des bouilleurs, d'un vernis généralement asphaltique. Toutefois, l'application ne doit être faite que par un spécialiste.

DEUXIÈME PARTIE

Les Désincrustants. — Généralités.

Des solutions de deux ordres ont été essayées pour le problème : par addition à l'eau d'alimentation et par introduction directe dans la chaudière.

La composition des produits est, par raison commerciale, tenue secrète. L'usage en est par conséquent discutable, l'ignorance des effets produits étant un danger.

C'est afin de parer à cet aléa que M. Eckermann a groupé, pour en permettre la comparaison, des appréciations, favorables et défavorables, sur deux cent quatorze recettes se répartissant en deux groupes :

- 1° Les enduits ;
- 2° Les désincrustants proprement dits.

1° Enduits :

Les enduits doivent, appliqués à l'intérieur des chaudières, faciliter l'enlèvement des incrustations, lors du nettoyage. Ce ne sont donc pas, à proprement parler, bien qu'on les vende souvent comme tels, des désincrustants.

La pratique n'est pas constante à en recommander l'emploi, car il est un danger qu'ils n'évitent jamais. La croûte de tartre, devenue consistante, peut se détacher de la tôle, tandis que la chaudière est en service, tomber sur les plaques du foyer, y former avec les boues un épais revêtement et provoquer un coup de feu.

Ces enduits internes ne sont guère à employer qu'avec des eaux corrosives, mais peu incrustantes.

On peut aussi appliquer par frottement, sur les parois de la chaudière, du graphite mélangé de vaseline.

Mais ces vernis sont fort dangereux à manier, la dessiccation rapide en étant assurée par des huiles volatiles, des sous-produits de la distillation du goudron, des benzols, etc., qui tous sont asphyxiants et, très inflammables, provoquent, mélangés à l'air, des explosions au contact d'une flamme. Le danger est souvent accentué encore par la recommandation faite d'appliquer l'enduit sur le générateur encore chaud. — Aucune flamme ne doit être introduite dans la chaudière : l'éclairage électrique à incandescence est seul possible, malgré le risque d'inflammation par court-circuit.

2° Désincrustants :

Les désincrustants se subdivisent en :

- a) Sels et corps minéraux, où dominent les matières inorganiques ;
- b) Matières organiques ;
- c) Matières partiellement organiques et inorganiques.

Matières minérales. — Cette classe comprend les réactifs à base :

- a) De carbonate de sodium — que le commerce livre en poudre, grains, liqueur, sous des noms divers, en le rendant méconnaissable, au moyen de produits colorés par exemple, ce qui permet la vente à des prix bien supérieurs à la valeur réelle. — L'effet du réactif est celui du carbonate contenu ;
- b) De soude ;
- c) D'oxalate ou de phosphate ;
- d) De chromate.

Une addition dosée de ces matières précipite les sels incrustants ; mais le prix élevé en proscriit presque l'emploi. — Les notices réduisent les frais à prévoir en indiquant des dosages tout à fait insuffisants : l'épuration est alors incomplète.

Matières organiques. — Dans l'eau chargée d'impuretés organiques, ne peuvent, suivant un mécanisme bien connu, se former que de petits cristaux, le précipité entraînant les impuretés ; les dépôts constituent des boues, mais pas d'incrustations. Le danger est alors que ces boues, partiellement organiques, collent au feu et entravent la transmission de la chaleur, d'où des coups de feu.

Ce procédé, irrationnel, est absolument à rejeter.

On vend encore, comme désincrustants, les « extraits » tanniques de plantes, le cachou, etc., la fécule de pomme de terre, la mélasse, etc., les lessives de déchets de fabriques de couleurs, les résidus d'autres industries.

Matières mixtes (partiellement organiques et inorganiques). — Les observations générales faites au sujet des deux classes précédentes s'appliquent. Le carbonate de sodium et la soude caustique sont les sels les plus employés.

A cette classe se rattachent encore de nombreuses compositions absurdes.

En résumé, il est toujours dangereux d'introduire dans une chaudière des substances dont la nature et l'effet sont et doivent rester inconnus, sur la seule recommandation d'un vendeur incompetent et intéressé. Les attestations présentées émanent souvent de gens sans compétence et résultent d'un choix qui a naturellement éliminé les plaintes. Les formules secrètes sont toujours désavantageuses pour l'acheteur, au double point de vue du coût et de l'efficacité; elles ne doivent jamais être préférées à un procédé rationnel.

Les techniciens ne recourent pas à ces produits, puisqu'ils possèdent une méthode simple, économique, scientifique et sans danger.

TROISIÈME PARTIE

Rapports sur des formules secrètes de désincrustation et de préservation des chaudières.

L'auteur donne, pour deux cent quatorze produits, dont il indique la provenance, une analyse et une appréciation technique et économique. Il condamne individuellement un certain nombre d'entre eux, sous l'un ou l'autre rapport, rapprochant le prix de vente de la valeur réelle (le rapport du premier au second est fréquemment supérieur à 10).

Un répertoire alphabétique facilite l'usage de cette partie de l'ouvrage.

M. DURNERIN.

