

NOTES SUR LA DÉSINCRUSTATION  
DES CHAUDIÈRES ALIMENTÉES A L'EAU DOUCE  
ET A L'EAU DE MER.  
par J. HUWART.

23846

L'emploi de désincrustants n'est pas, en règle générale, à conseiller, si l'on vise leur introduction dans les chaudières mêmes. L'épuration *préalable* seule permet d'éloigner certains sels susceptibles de les incruster.

Cependant l'usage de matières désincrustantes pourrait se justifier jusqu'à un certain point pour les bâteaux de pêche à vapeur, car ils ont des réservoirs d'eau de dimensions forcément réduites, et ils peuvent être obligés par des circonstances défavorables à prolonger leur séjour sur les lieux de pêche.

Les chalutiers à vapeur consomment régulièrement des mélanges d'eau douce et d'eau de mer, aussi leurs chaudières s'incrustent vite et fortement. On n'a guère songé jusque maintenant à y installer des déjecteurs-débourbeurs pour effectuer l'épuration préalable, la place étant trop restreinte. On se contente de verser dans les réservoirs d'eau le désincrustant, qui y provoque un dépôt peu volumineux. C'est dans les chaudières même qu'il peut surtout agir, en donnant naissance à des précipités abondants et floconneux.

Les chaudières marines sont aussi alimentées avec les eaux de condensation de la machine à vapeur, lesquelles renferment de l'huile de graissage entraînée mécaniquement. Celle-ci forme sur les tôles une couche dure et isolante ; si elle contient des parties d'origine animale ou végétale, elle se laisse décomposer par la vapeur et donne des acides gras libres, qui pourraient corroder les tôles. On peut débarrasser l'eau de l'huile par filtration sur éponge, ou par décantation.

Abstraction faite de ces impuretés, une bonne eau d'alimentation de chaudière doit renfermer le moins possible de sels minéraux. Mais on doit envisager autant la nature de ces sels que leur quantité. Ceux qui sont principalement aptes à donner un sédiment sont les *sulfates* et les *carbonates de chaux et de magnésie*. Les sulfates donnent des incrustations dures, les carbonates des dépôts boueux. Ces sédiments sont très désavantageux, parce qu'ils rendent le chauffage irrationnel, ils entraînent une surchauffe des parois de la chaudière et nécessitent des curages qui ruinent rapidement le générateur.

Les analyses ci-dessous d'eau de distribution urbaine, d'eau de mer et de diverses incrustations retirées des chaudières donnent une idée des quantités de sels nuisibles.

Composition de l'eau de distribution de la ville d'Ostende:

Résidu sec. . . . .	gr. par litre	0,25 à 1,39
Ammoniaque albuminoïde . . »		0,0001 à 0,0004
Acide nitreux. . . . . »		0,00015
Acide nitrique. . . . . »		0,001 à 0,006
Chlore . . . . . »		0,202 à 0,557
Acide sulfurique. . . . . »		0,097 à 0,114
Acide phosphorique. . . . . »		traces
Alumine et oxyde de fer . . . »		0,08
Chaux. . . . . »		0,058 à 0,110
Magnésie . . . . . »		0,052
Dureté. . . . . »		13° à 31°

Composition d'échantillons d'eau de la Mer du Nord, prélevés entre la Belgique et l'Angleterre : (1)

(1) D'après Bischof ; dans Würtz : Dictionnaire de Chimie.

Sodium . . . . .	gr. par litre	10,206
Chlore . . . . .	»	18,168
Magnésium . . . . .	»	1,1582
Calcium . . . . .	»	0,3244
Potassium. . . . .	»	0,3536
SO <sup>4</sup> . . . . .	»	2,59
Résidu fixe . . . . .	»	32,800

Quant aux incrustations, elles varient de composition selon les eaux, la fréquence et la rareté du nettoyage, le régime de pression, etc. On peut les diviser au point de vue de leur principal constituant en quatre classes :

1. Les dépôts de sulfate de calcium.
2. » » carbonate de calcium.
3. » » silicates.
4. » » magnésie.

Composition de ces quatre types de dépôts : (2)

Éléments dosés	I.	II.	III.	IV.
Eau à 100° . . .	0,23		4,55	
Sulfate de calcium . . .	94,89	26,10	1,56	7,50
Carbonate de calcium . . .		51,73	7,47	4,25
Silice. . . . .	0,25	0,42		3,10
Hydrate de magnésie . . .	1,98	11,32	2,74	82,95
Matière organique et non dosé . . . . .	2,65	10,04	9,33	1,18
Oxyde de calcium . . .			21,94	
Silice . . . ) silicate de calcium			51,07	
Oxyde ferrique) calcium			1,34	) 1,18
Alumine. . . . .				

(2) D'après Ridenour.

Les dépôts de sulfate de chaux sont très durs. Ceux de carbonate de calcium sont généralement assez mous, mais la présence de petites quantités d'hydrate de magnésie, de sulfate de chaux ou de silice les rend plus ou moins durs. Plus ou moins purs, ils ont l'aspect cristallin.

Les dépôts de silicates prennent vraisemblablement naissance sous l'effet de la vive ébullition sous pression, qui fait réagir la silice libre sur le carbonate de chaux.

..

La désincrustation peut se faire de diverses façons :

1. Par l'emploi des *acides*. Ceux-ci dissolvent le sédiment formé. Cette opération exige un temps d'arrêt; de plus les acides corrodent toujours fortement la tôle et les joints des tubes des génératateurs, et ainsi ils occasionnent des fuites.

2. Par l'emploi des *sels*. On précipite les carbonates et les sulfates de chaux et de magnésie, qui forment les incrustations les plus fréquentes, par l'un ou l'autre des désincrustants suivants :

1. La *Chaux*. Elle insolabilise les bicarbonates de chaux et de magnésie.

2. *L'hydroxyde de magnésie* : il produit un résultat analogue.

3. Les *hydroxydes alcalins*. Ils précipitent aussi les bicarbonates de chaux et de magnésie, et font déposer le sulfate de magnésie à l'état d'hydroxyde.

4. Les *carbonates alcalins*. Ces corps réagissent sur le chlorure et le sulfate de chaux en donnant du carbonate calcique, insoluble et boueux. Ils attaquent en outre le bicarbonate de chaux et donnent naissance à du carbonate calcique et à du sesquicarbonate de soude. Ce dernier est décomposé par le carbonate sodique et fournit du carbonate neutre et du bicarbonate de sodium. Enfin le bicarbonate est attaqué par le carbonate sodi-

que, ce qui régénère le carbonate de soude. Il suffit donc d'une faible quantité de ce désincrustant pour précipiter successivement le calcaire.

Si l'eau renferme du chlorure de magnésium, comme c'est le cas pour l'eau de mer, le carbonate présente un autre avantage. Le chlorure de magnésie pourrait être décomposé par l'eau aux températures ordinaires des chaudières, soient 150° à 180° : il en résulterait de l'hydroxyde de magnésie et de l'acide chlorhydrique libre, qui attaquerait les parois du générateur. Or la présence préalable du carbonate de soude empêche cette décomposition, car celui-ci transforme le chlorure magnésien en carbonate de magnésie et en chlorure sodique.

On emploi communément un mélange de soude caustique et de carbonate de soude : la soude caustique produit par réaction du carbonate sodique, dont l'action s'ajoute à celle du carbonate introduit directement. Mais, comme le sel de soude jouit d'une certaine propriété corrosive, on remplace partiellement dans ce mélange la soude par de la chaux.

5. *L'aluminate de baryum.* Il est caractéristique par le fait que l'eau épurée ne contient aucun produit de substitution des sels de chaux précipités, par conséquent aucune substance soluble. Taveau affirme qu'il donne d'excellents résultats comme désincrustant : les dépôts nouveaux sont tout-à-fait pulvérulents et le tartre ancien est complètement désagrégé. On le prépare en solution à 5° Beaumé ; le prix de revient serait de 5 à 6 centimes le litre.

6. *Le silicate de sodium* : il précipite les sels de chaux sous la forme de silicate de calcium.

7. Enfin *l'oxalate de calcium*, sel qui donne lieu à des oxalates calciques, insolubles ; mais ce désincrustant est trop coûteux.

Les désincrustants salins ou formés de matières organiques ont tous pour but d'empêcher la formation de sédiments durs, et de donner des dépôts boueux, faciles à enlever. La plupart des désincrustants salins consistent en carbonate de soude seul ou en mélanges de chaux, soude et carbonate de soude.

8. On empêche aussi les incrustations par l'emploi de *produits organiques divers*.

Le but de ces substances est d'introduire dans les dépôts anciens ou en formation un élément organique capable d'être décomposé par la température de la chaudière ou la chaleur du foyer, de façon à déterminer la séparation de l'incrustation d'avec la tôle. Elles ne peuvent pourtant pas former une émulsion capable de provoquer des entraînements d'eau ou de mousses dans les organes moteurs.

Nous citerons parmi les composés organiques utilisés habituellement : le tannate de sodium, ou des extraits de bois de québracho, de campêche, de chêne ordinaire, de quercitron, de chataignier avec le carbonate de soude ; plusieurs autres matières tinctoriales ; les matières amyloacées (fécule), des débris de coques de cacao, de la chicorée, des résines etc.

Les matières tinctoriales agissent également en facilitant la précipitation des sels calcaires, en formant avec eux des laques insolubles et décomposables par la chaleur du foyer.

Les tannins et les tannates alcalins donnent lieu à des réactions complexes, encore mal définies : acide gallique, gallate, bigallate et pyrogallate de calcium, etc. Il faut éviter les fortes doses dans leur emploi, par crainte de voir se produire des entraînements d'eau pendant la marche. On a constaté que les huiles d'asphalte, les corps gras, les résines, les goudrons, les matières hydrocarbonées divisent bien les précipités et en empêchent l'adhérence, mais ils font assez aisément mousser l'eau.

..

La préparation des désincrustants est souvent entourée d'un véritable mystère par certains industriels, qui s'efforcent d'en exagérer le prix de vente.

Nous avons eu l'occasion d'examiner plusieurs désincrustants à base de matières salines ou organiques. Nous mentionnons ci-dessous les résultats de l'analyse d'une de ces spécialités, dont on nous a vanté les bons effets.

### I. Résultats de l'analyse qualitative.

Etat et aspect : liquide jaune brun, à odeur repoussante, présentant un faible dépôt solide ; clair à la partie supérieure, trouble dans la couche inférieure.

Réaction alcaline.

Par agitation le liquide mousse comme une solution diluée de savon.

Présence de : gaz carbonique combiné, soufre, acide sulphydrique, phosphore, calcium, sodium, alumine et fer ; de matières organiques en abondance, parmi lesquelles nous avons reconnu de la cholestérine et des acides biliaires.

Absence de tannin.

L'examen microscopique y révèle surtout des microorganismes.

### II. Résultats de l'analyse quantitative.

Examen de trois échantillons prélevés en 1903 et 1904 :

Déterminations :		I.	II.	III.
Résidu total	pour 100 cm <sub>3</sub> .	4,89	5,86	7,00
Résidu soluble. . . . .	» » »	4,87	5,11	6,48
Azote total . . . . .	» » »	0,005	à	0,031
Cendres . . . . .	» » »	3,94	4,36	5,87
Cendres pour 100 de résidu soluble		81,00	85,40	90,50
Soluble dans l'alcool chaud	» »			10,86
Soluble dans l'éther . .	» » »			0,40
Chaux . . . . .	» » »			0,13
Acide carbonique combiné	» » »		6,32	
Carbonate de soude . .	» » »		15,25	17,30
Alcali libre et alcali combiné sous autres formes que	» » »			
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> exprimé en NaOH	» » »	30,00	35,25	

Il en résulte que la composition problable de ce désincrustant doit consister en matières organiques d'origine animale, associées à du carbonate de soude et à de la soude caustique. Parmi les éléments organiques figurent de la bile et probablement d'autres déchets d'abattoir désagrégés ou non, préalablement, par de la soude. Par suite de la grande dilution de la matière, il est admissible que le fabricant y introduise en outre un antiseptique pour ralentir la putréfaction.

Le désincrustant analysé paraît bon en principe, puisqu'il renferme les éléments minéraux nécessaires à la précipitation des sels contenus dans l'eau, et des matières organiques, dont l'effet serait d'empêcher le durcissement et l'adhérence des dépôts. Son unique particularité réside dans le choix des matières organiques, dont la majeure partie au moins est d'origine animale. Nous nous bornerons à constater que le choix de la bile, entre autres, paraît assez juste, car les acides biliaires existent surtout à l'état de sels de soude ; comme ils se décomposent assez vite sous l'action de la chaleur, dans la chaudière, ils peuvent désagréger les dépôts et fournir de la soude, dont l'action utile pourra s'exercer sur les sels incrustants.

Le produit analysé coûte 0,30 fr. le litre. Il s'emploie à la dose de 3 pour 1000 litres environ d'eau d'alimentation. Il permet de supprimer un nettoyage complet des chaudières sur trois à faire si l'on marche sans désincrustant.

D'après ces données, si l'on se reporte à la composition des eaux indiquée au début de cette étude, on constate que la proportion des éléments minéraux contenus dans le désincrustant ne suffit pas à précipiter tous les sels incrustants de l'eau ; le tartre continuera donc à se former, à moins que la matière organique en se décomposant ne pulvérise au fur et à mesure les dépôts nouveaux.

Signalons un désavantage résultant de l'efficacité même des désincrustants : le coulage des joints, qui se manifeste quand on introduit le produit dans une chaudière déjà incrustée.

*L'Épuration préalable* de l'eau d'alimentation, nous paraît un moyen plus rationnel d'éviter les incrustations. Il est à remarquer qu'elle ne remplace que l'action des éléments salins contenus dans les désincrustants organo-minéraux.

Les procédés suivants permettent de purifier l'eau d'une manière très simple.

I. *Emploi de la chaux.* On chauffe l'eau à 45° - 50° dans une cuve quelconque, puis on y ajoute la chaux, en proportion déterminée d'avance, éteinte ou en lait épais. Après agitation, on sépare le liquide clair par décantation après repos, ou par filtration immédiate.

Une eau de puits ainsi traitée a accusé à l'analyse les chiffres suivants : (1)

<i>Eléments dosés</i>	<i>Avant purification p. 1000</i>	<i>Après purification p. 1000</i>
Chlore	152 $\text{m/m}$ gr.	153 $/\text{m}$ gr.
Acide sulfurique	216	208
Acide nitrique	71	70
Substances organiques	51	28
<i>Chaux</i>	322	172
<i>Magnésie</i>	47	7
<i>Chaux précipitable par l'ébullition</i>	176	traces

II. *Emploi du mélange chaux, soude et carbonate de soude.* On remplit à peu près à moitié un bac de 2 à 8  $\text{m}^3$  avec l'eau, préalablement chauffée, si possible ; on y introduit ensuite les réactifs pesés pour toute la contenance du bac. Un injecteur Körting permet alors de brasser et faire dissoudre les substances, par l'introduction d'air dans un tuyau perforé parcourant le fond du bac. On ajoute le reste de l'eau et brasse pendant 5

---

(1) D'après Fischer, Wagner et Gautier.

minutes. Si la masse reste en repos, la clarification s'achève dans l'intervalle de 15 à 30 minutes. En mer, les oscillations du navire empêchent le dépôt de se former. On est donc obligé de faire passer l'eau sur des filtres en éponges, ou en copeaux fibreux de sapin, et sur des toiles. L'eau purifiée doit bleuir légèrement le papier rouge de tournesol et donner tout au plus un léger trouble avec l'acide oxalique.

Pour gagner de la place, on peut appliquer ces modes d'épuration chimique en se servant d'appareils à fonctionnement continu non automatique, comme le *décanteur Gaillet et Huet*, d'appareils à fonctionnement continu et automatique de petit modèle, ou avoir recours à l'épuration mixte au moyen du *détartrleur Wollaston*.

Enfin l'application de *l'émulsion* aux chaudières a pour effet de réduire les frais d'entretien et de nettoyage, grâce à l'intensité de la circulation ou du brassage des couches d'eau créé par *l'émulseur*. Ce dispositif intérieur des chaudières porte le nom *d'émulseur Dubiau*.

En résumé, les constructeurs des bâteaux de pêche à vapeur, pourraient davantage tenir compte de l'utilité de l'épuration préalable et régulière des eaux des générateurs, et chercher à munir ceux-ci d'une installation bien étudiée, occupant peu de place et d'un fonctionnement facile. Ce procédé serait plus avantageux que l'emploi de désincrustants coûteux et d'une efficacité incomplète ou douteuse.

~ ~ ~ ~ ~

BIBLIOGRAPHIE.

A. TAVEAU : *Epuration des eaux d'alimentation des chaudières et désincrustants.* Paris, 1903.

P. GUICHARD : *L'eau dans l'industrie.* Paris, 1894.

WAGNER, FISCHER et GAUTIER : *Traité de chimie industrielle.* Paris, 1901.

R. VANDERVAEREN : *A propos de l'eau d'alimentation des générateurs.* Revue Générale Agronomique, 1903.

CH. SCHIERHOLZ : *Sur la purification de l'eau et sur l'élimination de la chaux et de la magnésie.* Moniteur scientifique du Dr Quesneville, 1901.

RIDENOUR : *La chimie des dépôts se formant dans les chaudières à vapeur.* Moniteur scientifique du Dr Quesneville, 1903.

REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES : *les nouvelles applications de l'émulsion dans les chaudières.* Paris, 1899.

J.-B. ANDRÉ : *Enquête sur les eaux alimentaires.* Bruxelles, 1902.

J. THOULET : *Océanographie.* Paris, 1890.

DICTIONNAIRE DE CHIMIE, PAR WÜRTZ. Paris. Article *Eaux.*

