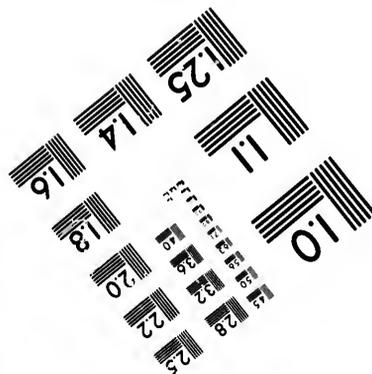
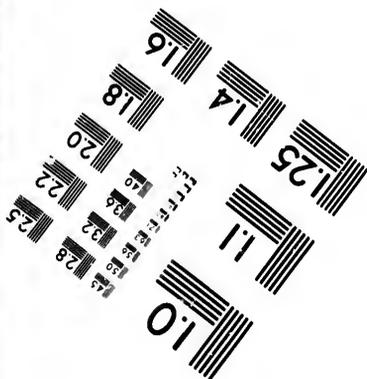
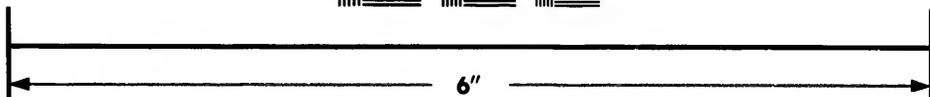
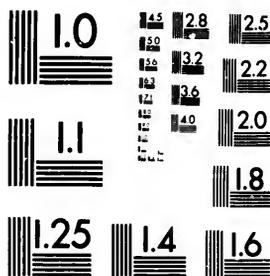


**IMAGE EVALUATION  
TEST TARGET (MT-3)**



**Photographic  
Sciences  
Corporation**

23 WEST MAIN STREET  
WEBSTER, N.Y. 14580  
(716) 872-4503

15 28 25  
32 22  
20  
8

**CIHM/ICMH  
Microfiche  
Series.**

**CIHM/ICMH  
Collection de  
microfiches.**



Canadian Institute for Historical Microreproductions / Institut canadien de microreproductions historiques

10

**© 1987**

Technical and Bibliographic Notes/Notes techniques et bibliographiques

The Institute has attempted to obtain the best original copy available for filming. Features of this copy which may be bibliographically unique, which may alter any of the images in the reproduction, or which may significantly change the usual method of filming, are checked below.

L'Institut a microfilmé le meilleur exemplaire qu'il lui a été possible de se procurer. Les détails de cet exemplaire qui sont peut-être uniques du point de vue bibliographique, qui peuvent modifier une image reproduite, ou qui peuvent exiger une modification dans la méthode normale de filmage sont indiqués ci-dessous.

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Coloured covers/<br>Couverture de couleur   | <input type="checkbox"/> Coloured pages/<br>Pages de couleur   |
| <input type="checkbox"/> Covers damaged/<br>Couverture endommagée  | <input type="checkbox"/> Pages damaged/<br>Pages endommagées   |
| <input type="checkbox"/> Covers restored and/or laminated/<br>Couverture restaurée et/ou pelliculée  | <input type="checkbox"/> Pages restored and/or laminated/<br>Pages restaurées et/ou pelliculées  |
| <input type="checkbox"/> Cover title missing/<br>Le titre de couverture manque   | <input checked="" type="checkbox"/> Pages discoloured, stained or foxed/<br>Pages décolorées, tachetées ou piquées   |
| <input type="checkbox"/> Coloured maps/<br>Cartes géographiques en couleur   | <input type="checkbox"/> Pages detached/<br>Pages détachées  |
| <input type="checkbox"/> Coloured ink (i.e. other than blue or black)/<br>Encre de couleur (i.e. autre que bleue ou noire)   | <input checked="" type="checkbox"/> Showthrough/<br>Transparence   |
| <input type="checkbox"/> Coloured plates and/or illustrations/<br>Planches et/ou illustrations en couleur  | <input type="checkbox"/> Quality of print varies/<br>Qualité inégale de l'impression   |
| <input type="checkbox"/> Bound with other material/<br>Relié avec d'autres documents   | <input type="checkbox"/> Includes supplementary material/<br>Comprend du matériel supplémentaire   |
| <input type="checkbox"/> Tight binding may cause shadows or distortion<br>along interior margin/<br>La reliure serrée peut causer de l'ombre ou de la<br>distorsion le long de la marge intérieure   | <input type="checkbox"/> Only edition available/<br>Seule édition disponible   |
| <input type="checkbox"/> Blank leaves added during restoration may<br>appear within the text. Whenever possible, these<br>have been omitted from filming/<br>Il se peut que certaines pages blanches ajoutées<br>lors d'une restauration apparaissent dans le texte,<br>mais, lorsque cela était possible, ces pages n'ont<br>pas été filmées. | <input type="checkbox"/> Pages wholly or partially obscured by errata<br>slips, tissues, etc., have been refilmed to<br>ensure the best possible image/<br>Les pages totalement ou partiellement<br>obscurcies par un feuillet d'errata, une pelure,<br>etc., ont été filmées à nouveau de façon à<br>obtenir la meilleure image possible. |
| <input checked="" type="checkbox"/> Additional comments:/<br>Commentaires supplémentaires: [Printed ephemera] 4 p.   |  |

This item is filmed at the reduction ratio checked below/  
Ce document est filmé au taux de réduction, indiqué ci-dessous.

10X	14X	18X	22X	26X	30X
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12X	16X	20X	24X	28X	32X

The copy filmed here has been reproduced thanks to the generosity of:

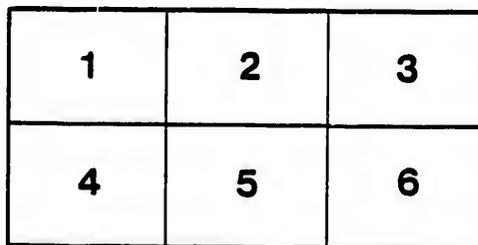
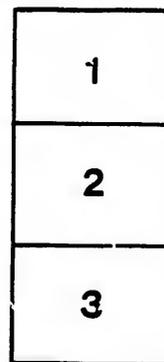
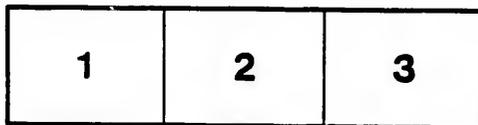
Seminary of Quebec  
Library

The images appearing here are the best quality possible considering the condition and legibility of the original copy and in keeping with the filming contract specifications.

Original copies in printed paper covers are filmed beginning with the front cover and ending on the last page with a printed or illustrated impression, or the back cover when appropriate. All other original copies are filmed beginning on the first page with a printed or illustrated impression, and ending on the last page with a printed or illustrated impression.

The last recorded frame on each microfiche shall contain the symbol  $\rightarrow$  (meaning "CONTINUED"), or the symbol  $\nabla$  (meaning "END"), whichever applies.

Maps, plates, charts, etc., may be filmed at different reduction ratios. Those too large to be entirely included in one exposure are filmed beginning in the upper left hand corner, left to right and top to bottom, as many frames as required. The following diagrams illustrate the method:



L'exemplaire filmé fut reproduit grâce à la générosité de:

Séminaire de Québec  
Bibliothèque

Les images suivantes ont été reproduites avec le plus grand soin, compte tenu de la condition et de la netteté de l'exemplaire filmé, et en conformité avec les conditions du contrat de filmage.

Les exemplaires originaux dont la couverture en papier est imprimée sont filmés en commençant par le premier plat et en terminant soit par la dernière page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration, soit par le second plat, selon le cas. Tous les autres exemplaires originaux sont filmés en commençant par la première page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration et en terminant par la dernière page qui comporte une telle empreinte.

Un des symboles suivants apparaîtra sur la dernière image de chaque microfiche, selon le cas: le symbole  $\rightarrow$  signifie "A SUIVRE", le symbole  $\nabla$  signifie "FIN".

Les cartes, planches, tableaux, etc., peuvent être filmés à des taux de réduction différents. Lorsque le document est trop grand pour être reproduit en un seul cliché, il est filmé à partir de l'angle supérieur gauche, de gauche à droite, et de haut en bas, en prenant le nombre d'images nécessaire. Les diagrammes suivants illustrent la méthode.

182

## *TENTATIVE de déduire des effets d'une explosion de chaudière à vapeur, la pression par pouce carrée sous laquelle la chaudière a cédé.*

*Etude lue par M. C. Buillairgé devant la Section III de la Société Royale du Canada,  
à sa séance annuelle du 27 mai 1891, à Montréal.*

.....

Le 12 février dernier, l'une d'un nid de trois chaudières, de la filature de linages de Québec, sur la rue Dorchester, fit explosion avec une violence peu ordinaire, causant la mort de 22 personnes, en blessant d'autres, avec démolition complète des bâtisses contenant les bouilloires, l'engin, les ateliers de teinturerie, etc., couvrant une superficie collective de quelques 2500 peds; y compris aussi une partie considérable de la filature elle-même, bâtisse de 300 pieds de longueur, 50 pieds de largeur et d'une hauteur de trois étages.

Non seulement la bouilloire centrale des trois a sauté, se déchirant en lambeaux pour ainsi dire, projetant de ses fragments à des distances variant de 100 à 500 pieds et davantage; mais son irruption contre les deux autres chaudières fut telle qu'elle en a lancé une à une distance de 46 pieds, entraînant avec elle la bâtisse à une distance de 20 pieds vers le Sud; l'autre bouilloire à une distance de 22 pieds, passant dans ce trajet à travers le mur en brique de 16 pouces d'épaisseur du bout de la filature, et à une distance de 10 pieds au Nord de celui-ci, déterminant la chute du mur et d'une étendue considérable de la toiture, y supportée, soit une superficie de 1500 pieds, ensemble avec parties des troisième et second étage de la bâtisse, diminuant de surface de haut en bas dans le rapport des diverses coupes horizontales du tronc de pyramide ou de paraboloïde renversée dont la base supérieure ou toiture de l'édifice, d'une superficie de 1500 pieds, tel que déjà dit; pendant que la base ou coupe inférieure peut être estimée à 300 pieds avec des distances de 10 pieds en hauteur entre les planchers ou plans intermédiaires; et sur ces planchers étaient supportés force lourds métiers et autres machines apportant le contingent de leurs poids, comme le faisaient la toiture, les planchers, les poutres et poteaux de support et autres ouvrages en bois, à celui du mur démoli par l'enlèvement de sa base par la bouilloire projetée contre et à travers le mur.

Aux effets dynamiques ci-dessus relatés de l'explosion, il y a à ajouter la projection à distance, de tous les murs d'ouvrage du groupe de chaudières: un parallépipède de quelques 6000 pieds cubes, et la démolition de la base de la cheminée, suivie de l'effondrement complet de cette dernière.

Puis aussi, partie de la force mise en jeu, a été dépensée à fracturer et démolir l'engin avec sa lourde roue-d'air, dont chacun des rais ou bras de pas moins de 25 pouces carrés de coupe ou section a été cassé vil comme si c'eût été autant de crystal.

On peut se faire une idée de la force de projection développée, en considérant que chacune des chaudières en fer de  $\frac{3}{4}$  de pouce d'épaisseur, double rivée sur joints se recouvrant de 4 pouces, était d'une longueur de 16 pieds et d'un diamètre de 6 pieds, avec chacune 88 tubes de 4 pouces de diamètre et 14 pieds de longueur en fer de  $\frac{1}{2}$  de pouce d'épaisseur; que chacune de ces chaudières pesait 15,000 livres, l'eau pesant encore 15,000, ensemble 30,000 livres par bouilloire.

Maintenant, prendre une masse d'un pareil poids et la jeter dans un cas à une distance de 46 pieds, entraînant avec elle la bâtisse tout entière; l'autre d'un poids égal, et simultanément à une distance de 22 pieds à travers le bas et par conséquent la partie la plus lourde du mur solide en brique de la filature et à dix pieds au-delà du dit mur; doit être une

preuve convaincante de l'immense pression de la vapeur à l'intérieur de la bouilloire centrale au moment où elle a fait explosion.

L'on soumet d'ordinaire ces chaudières à une pression hydraulique, à froid, de quelques 150 livres au pouce carré, on jusqu'à ce que l'eau commence à suinter par les joints et autour des rivets; et l'on ajuste à 90 livres ou aux  $\frac{2}{3}$  à peu près de cette pression, celle à laquelle il y a à charger la soupape de sûreté; et la soupape ainsi appelée est de fait une soupape de sûreté sous toutes les conditions ordinaires; c'est-à-dire lorsque la vapeur se forme graduellement et qu'en atteignant la pression prescrite, elle force la soupape à s'ouvrir et s'échappe par un tuyau dans l'atmosphère.

Mais une semblable soupape n'offre aucune garantie contre les explosions, lorsque par négligence l'on permet à l'eau dans la chaudière de baisser au point que les surfaces métalliques deviennent rouge-feu, et lorsque sur l'introduction en ce moment d'une eau venue trop tard, cette dernière est si instantanément réduite en vapeur, que si même la soupape de sûreté avait deux pieds de diamètre au lieu de quelques pouces, la soupape ouverte et la vapeur s'échappant par un trou de cette grandeur; la vapeur continuant à se former plus rapidement dans la chaudière, qu'elle ne peut en sortir par l'ouverture de la soupape, continue à acquérir de plus en plus de pression jusqu'à ce que la rupture de la bouilloire s'en suive.

L'on peut se faire une faible idée de cette force formidable de la vapeur, et de la vitesse avec laquelle elle peut être produite dans des bouilloires de cette dimension où la surface de l'enveloppe cylindrique exposée à l'effet direct du feu et des gaz incandescents est de 300 pieds en superficie, et celle des tubes de 1400 pieds additionnels,—ensemble 1700 pieds carrés; et le phénomène a sans doute été observé dans l'occasion par chacun, lorsque par exemple une simple goutte d'eau, tombant sur un poêle chauffé au rouge, se réduit en vapeur presque avec la même instantanéité, et révèle les mêmes effets que le ferait autant de poudre à canon soumise à la même épreuve.

Et lorsque la vapeur devient ainsi chauffée au rouge, elle peut se décomposer en ses éléments constitutifs: gaz hydrogène et oxygène, et vient ainsi ajouter à la force de l'explosion. Mais il n'y a pas ici à s'arrêter à traiter cette question; le seul but de cette étude étant de déterminer la force de la vapeur au dedans de la chaudière, et soit de la vapeur ou de ses gaz constituants, qui a amené l'explosion; et de le faire, tel que proposé par l'en-tête de ce mémoire, en concluant de l'effet à la cause: comme on peut le faire, mais plus facilement et avec plus d'exactitude dans le cas du cylindre d'un engin à vapeur, où il est possible de déterminer la pression sur le piston des résultats dynamiques obtenus.

Résumant les effets dynamiques produits par l'explosion à des livres pesant lancées à une distance d'un pied, nous obtenons.

Nom de l'objet.	Poids de l'objet.	Lancé à une distance moyenne de	Livres pesant lancées à la distance de un pied.
Chaudière du Nord. . . . .	30,000 lbs.	22 pieds	660,000
Mur Sud de la filature, planchers, toitures, etc.	220,000 "	10 "	2,266,625
Bouilloire du Sud. . . . .	30,000 "	46 "	1,380,000
Entourage en brique des trois chaudières. . . . .	300,000 "	20 "	6,000,000
Maison des chaudières, etc. à l'exclusion des murs extérieurs. . . . .	150,000 "	12 "	1,800,000
Murs extérieurs des ate- liers, etc. . . . .	312,000 "	7 "	2,187,500
	<u>1,049,125</u>		<u>14,294,125</u>

La cheminée qui pesait 337,750 lbs, s'est élevé dans les airs d'une moyenne de 2½ pieds, estimé de 2 à 3 pieds par des témoins oculaires, donnant 843,750 pieds-livres.

Maintenant si l'on admet, qu'un objet que l'on ne fait point rouler, mais que l'on soulève et que l'on projette ou qu'on lance à une distance horizontale, cette distance comme l'in ligne l'expérience est du double près de celle à laquelle une force égale peut lancer le même objet verticalement ; il y a à doubler les 843,750 pieds-livres de la cheminée, pour les assimiler au même poids lancé horizontalement, ce qui donne 1,687,500 livres à ajouter au 14,294,125 livres, ensemble 15,981,625 lbs, lancées à une distance de un pied -- ce qui équivaut approximativement à la projection par la poudre, d'un boulet de canon de 1000 lbs. pesant à une distance de 3 milles : une lieue.

Mais il y a en plus à déterminer la force développée, mise en jeu dans la destruction des chaudières, c'est-à-dire, employée à les crever.

Quelques-unes des déchirures ont eu lieu suivant les lignes de rivets parallèles aux têtes ou bouts des chaudières, c'est-à-dire les lignes de moindre résistance ; comme dans les deux bouilloires extérieures, qui furent chacune d'elles séparée dans sa longueur de 16 pieds en trois bouts ou parties -- pendant que la bouilloire du centre a été mise en pièces, tant suivant les lignes de rivets, que par des déchirures dans toutes les directions possibles.

Faisant la somme des trous de rivets des déchirures, additionnant et déduisant leur longueur collective ; il nous reste y compris les cassures dans les têtes de la chaudière crevée, les trous des tubes déduits, une longueur totale de feuillard de ¾ de pouce rompue, de 130 pieds linéaires ; ce qui est équivalent à quelques 50 pieds linéaires de fer de un pouce d'épaisseur, et par conséquent à 600 pouces carrés de fer.

Mettant à 18 tonnes, 36,000 lbs., la force de cohésion du fer laminé par pouce carré, et réduisant de 25 par cent que les expériences de Hodgkinson font voir être la diminution de résistance du fer lorsqu'assujéti à une force à angle droit de la direction des fibres produites par le laminage ; nous arrivons à une force totale employée à rompre les chaudières, de 600 x 27,000 ou de 16,200,000 livres.

Les aires de surfaces collectives des trois chaudières, c'est-à-dire de leur coquille extérieure, est de 1000 pieds carrés ou de 144,000 pouces carrés ; de sorte que si nul autre effet n'avait été produit, ou plutôt aucun effet capable d'être soumis au calcul (ce qui eut été le cas, pour des bouilloires à ciel ouvert ou non emmurées, non hangarés, non dans le voisinage de la cheminée ou d'aucune chose pouvant accuser un résultat dynamique ; c'est-à-dire où il n'y aurait eu que le bruit de l'explosion et la commotion de l'air, l'effet sur l'atmosphère ambiant, pour permettre de juger de la force de l'explosion) l'on pourrait assumer que la pression en dedans des chaudières, si on la suppose égale dans les trois, était égale au quotient de 16,200,000 lbs. par 144,000 pouces carrés ou de soit 112½ lbs. au pouce carré ; ou à 337½ lbs. au pouce, si l'on suppose toute la pression exercée, l'avoir été dans la chaudière du centre, et que les déchirures dans les chaudières latérales aient été produites par l'effet du choc de ces dernières en tombant sur et heurtant le sol ou le pavé environnant, ou en se heurtant à quelque corps résistant capable d'arrêter la fuite de la bouilloire en certains endroits de sa longueur, laissant ainsi à la force vive, ou mouvement acquis par les parties non empêchées, la tendance à se séparer des parties arrêtées, dans leur effort à continuer leur mouvement de progression.

Cette théorie, je crois, n'est pas absolument tenable, car il peut y avoir un doute motivé, à savoir si le simple fait de lancer une bouilloire à une distance de 20 à 30 pieds ferait plus que l'aplatir ou le déformer et comme les trois chaudières étaient en communication l'une avec l'autre et chauffaient simultanément, il y a lieu de supposer qu'une partie de la vapeur en active formation dans la bouilloire centrale ou l'eau était devenue basse, est passée dans les bouilloires latérales, et se précipitant vers les bouts ou têtes opposées, a exercé l'effort nécessaire, quel qu'il soit, pour séparer ces deux chaudières, tel que déjà dit, chacune en trois parties dans la direction de sa longueur.

Ce que pouvait être la pression relative dans les chaudières centrale et latérales, peut à peine être soumis au calcul si le choc, le heurt des chaudières en tombant a été de la partie en en opérant la rupture, et à moins de savoir pour combien l'effet produit a été dû à l'un ou à l'autre des deux causes.

Mais si d'un autre côté la rupture des chaudières extérieures est due à la pression de la vapeur seule, alors on peut arriver au rapport approximatif de cette pression, mise en regard de celle dans la chaudière centrale, en comparant les effets produits.

Les aires ou surfaces des coupes ou sections des plaques déchirées des bouilloires extérieures, déduction faite des trous de rivets, comme auparavant, est des deux cinquièmes pour les deux ou d'un cinquième pour l'une d'elles et de  $\frac{3}{4}$  pour celle du centre. Ceci donnerait  $67\frac{1}{2}$  livres de pression dans les chaudières extérieures et  $202\frac{1}{2}$  livres dans la chaudière du centre.

Mais  $67\frac{1}{2}$  lbs. de pression ne creverait pas une chaudière soumise à une pression, à froid, de 150 lbs. et il s'en suit que, ou la pression dans les bouilloires latérales avait à celle de la bouilloire centrale, un rapport plus rapproché de l'égalité, comme par exemple de 90 à 160 lbs., ou le heurt, le choc des bouilloires latérales en frappant le sol, a matériellement assisté à mener le résultat produit; ce qui est extrêmement probable si non certain.

Mais nous n'avons fait jusqu'à présent que nous occuper de la question de la force dépensée en rupturant les chaudières, et il reste encore à arriver à la force de pression qui a rompu la chaudière centrale, l'a déchirée en lambeaux, démolie la cheminée, lancé les deux autres chaudières à des distances et de manière à produire les effets déjà constatés et en un mot détruit la structure entière.

Y'on a vu que l'effet conjoint produit est de 16,000,000 de livres à très près lancées à la distance horizontale d'un pied, ou soit de 8 millions de pied-livres, et comme l'effet peut être considéré instantané, le temps de mouvoir la masse à travers la distance d'un pied d'espace étant inappréciable ou quelque chose comme la vitesse initiale d'un boulet de canon; ces pieds-livres peuvent être pris comme livres pesant, et ajoutés aux 16 millions de livres, force requise pour rompre les chaudières ou leur faire faire explosion; et en divisant maintenant ces  $8+16=24$  millions de livres par les 144,000 pouces carrées des trois chaudières, nous arrivons à  $166\frac{2}{3}$  lbs. de pression de vapeur dans chacune des trois chaudières, si cette pression y était égale; 500 livres de pression dans la chaudière centrale, si toute la force y était concentrée, et finalement et probablement  $67\frac{1}{2}$  livres de pression ou moins, tel que déjà calculé, pour les chaudières latérales, pendant que la pression de la vapeur dans la chaudière centrale s'est peut être élevée à 365 livres par ponce carré et en a amené l'explosion avec les résultats relatés.



Bibliothèque,  
Le Séminaire de Québec  
3, rue de l'Université,  
Québec 4, QUB.

