

RTP 1093p

**SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT**

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Fondée en 1801

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR ORDONNANCE DU 21 AVRIL 1824

Rue de Rennes, 44, à Paris

---

**EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE  
DE LOCOMOTIVE**

AUX ABORDS DE LA GARE SAINT-LAZARE, A PARIS

PAR

**M. CH. FRÉMONT**

124, RUE DE CLIGNANCOURT, PARIS

---

EXTRAIT DU *BULLETIN* DE MARS 1905

---

PARIS

TYPOGRAPHIE PHILIPPE RENOARD

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

—  
1905

Bibliothèque Maison de l'Orient



129943

**SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT**

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Fondée en 1801

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR ORDONNANCE DU 21 AVRIL 1824

Rue de Rennes, 44, à Paris

---

**EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE  
DE LOCOMOTIVE**

AUX ABORDS DE LA GARE SAINT-LAZARE, A PARIS

PAR

**M. CH. FRÉMONT**

124, RUE DE CLIGNANCOURT, PARIS

---

EXTRAIT DU *BULLETIN* DE MARS 1903

---

PARIS

TYPOGRAPHIE PHILIPPE RENOARD

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

—  
1905

# EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE

AUX ABORDS DE LA GARE SAINT-LAZARE, A PARIS

Le 4 juillet 1904, une chaudière de locomotive a fait explosion, aux abords de la gare Saint-Lazare, près du pont de l'Europe et du hall des messageries.

Il est du plus haut intérêt, au point de vue technique, de rechercher la cause de cette explosion.

*Emplacement de l'avarie initiale.* — Pour découvrir la cause d'une explosion de chaudière il faut, en général, déterminer la partie qui a cédé la première. Or pour cette locomotive explosée plusieurs hypothèses ont été émises :

Des ingénieurs très compétents ont supposé que c'était d'abord le *ciel du foyer* qui s'était affaissé.

L'expert du tribunal, M. Périssé, a admis que la rupture initiale s'était effectuée *à la partie inférieure du corps cylindrique, sur la virole arrière* dans le voisinage du foyer.

Mon opinion est que la rupture initiale s'est effectuée *au milieu de la hanche et du flanc gauche de la boîte à feu.*

Pour bien préciser cet emplacement de l'avarie initiale, j'ai photographié (fig. 1) une autre chaudière de locomotive absolument semblable à celle qui a été explosée et cela après avoir tracé à la craie le pourtour du morceau que j'indique comme s'étant détaché le premier. Sur cette photographie, la partie inférieure du *panneau* (j'appelle ainsi ce morceau qui s'est détaché le premier pour le distinguer par la suite, parmi tous les autres débris) est cachée par le longeronnet.

Les fig. 2 et 3 sont les photographies de ce panneau d'abord vu de l'intérieur de la chaudière et ensuite vu de l'extérieur.

La plus grande longueur de ce panneau est de 1 mètre environ et sa largeur de 0<sup>m</sup>,60 environ ; son poids est de 64 kilogrammes.

Il a été projeté *à gauche* de la locomotive et a pénétré par le toit, dans la maison sise rue de Rome, n° 50.

Or les parties voisines de ce panneau, c'est-à-dire le flanc gauche et la plaque

avant de la boîte à feu, ont été projetées à *droite* de la locomotive, c'est-à-dire du côté opposé.

La figure 4 montre le schéma des différentes directions suivies par les principaux morceaux de la boîte à feu.

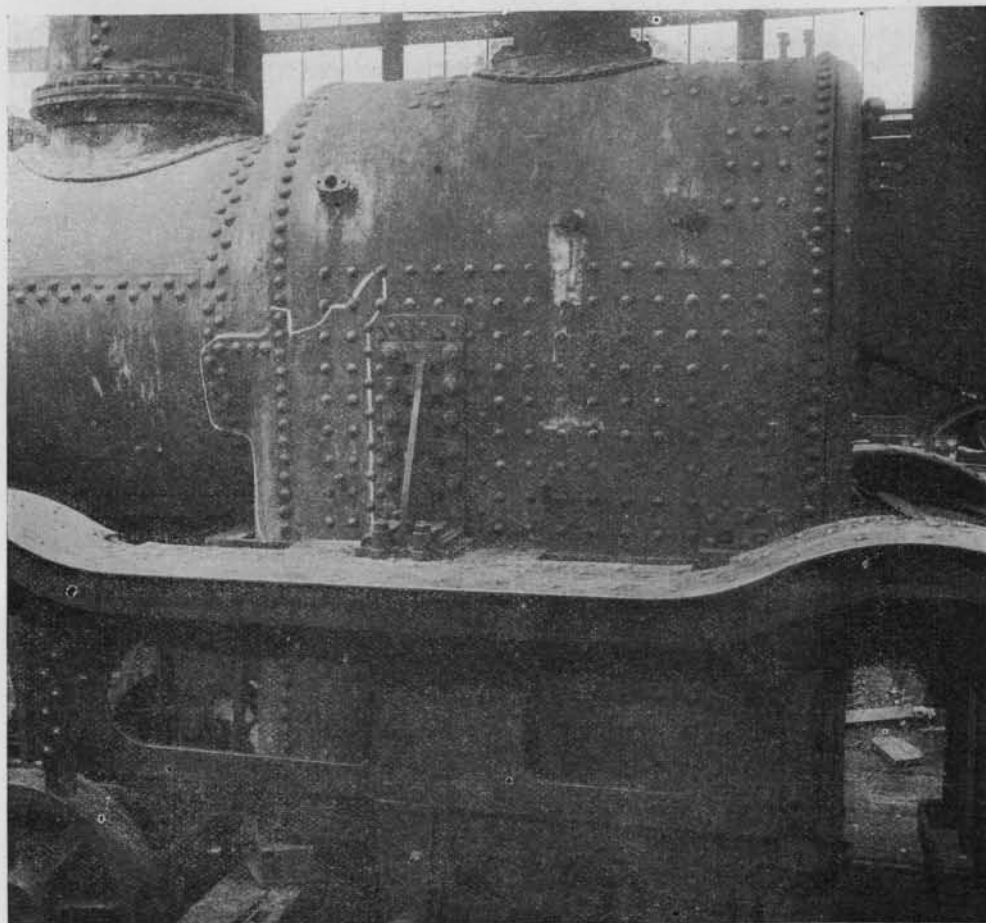


Fig. 1. — Photographie montrant sur une chaudière de locomotive semblable à celle qui a fait explosion, l'emplacement de l'avarie initiale, au milieu de la hanche et du flanc gauche de la boîte à feu.

Tout l'ensemble de la boîte à feu ayant été projeté à *droite*, quand, *seul*, le panneau a été projeté à *gauche*, on est en droit de conclure que ce panneau s'est détaché avant la rupture des parties voisines, sinon il aurait accompagné la boîte à feu dans sa projection à *droite*, aucune force nouvelle ne pouvant se produire dans le trajet pour modifier notablement la trajectoire résultant de l'explosion.

Il est en outre certain que ce panneau s'est détaché alors que la chaudière était en pleine pression; en effet il s'est formé une grande poche de 1 mètre de



Fig. 2. — Photographie du panneau vu de l'intérieur de la chaudière.

longueur et d'environ 25 centimètres de profondeur, sur la partie correspondante du foyer en cuivre, parce que, aussitôt l'arrachement des entretoises pro-

duit par l'écartement du panneau, le foyer s'est fortement affaissé sous la pression de la vapeur.

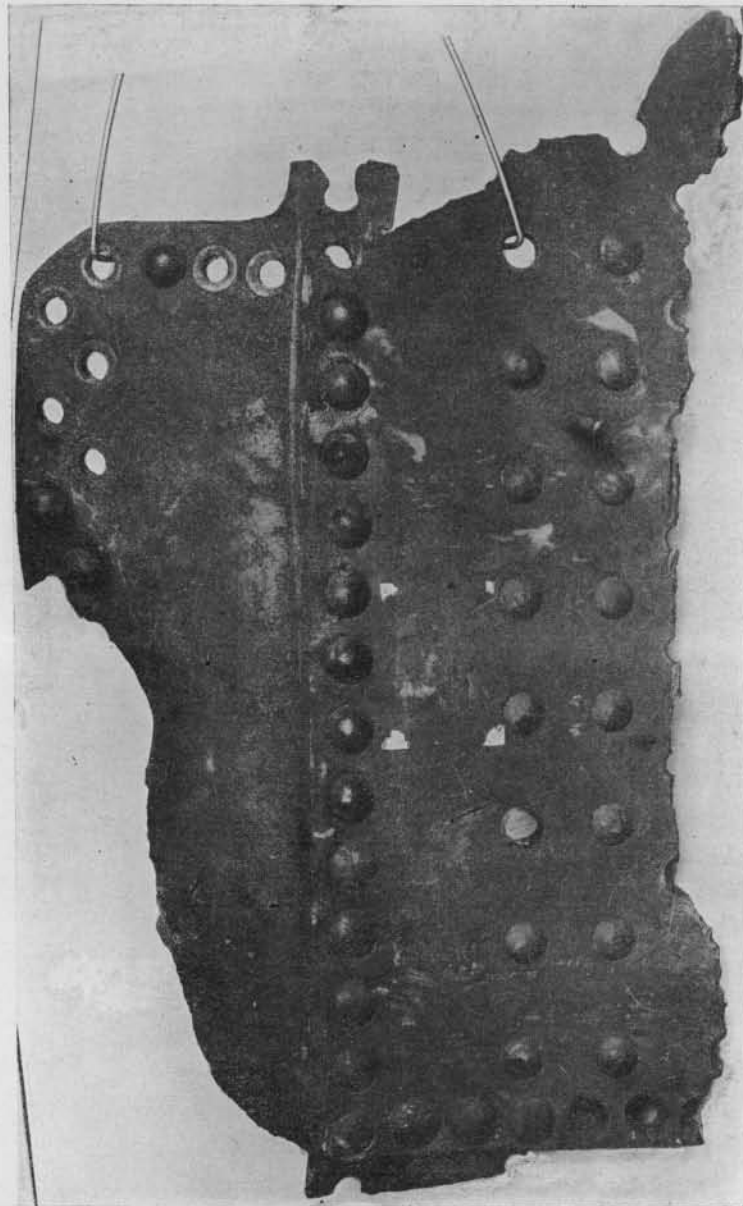


Fig. 3. — Photographie du panneau vu de l'extérieur de la chaudière.

La figure 5 est la photographie d'une vue latérale du flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été momentanément remis à sa place pri-

mitive, on constate en T l'affaissement en forme de poche de toute la partie du foyer en cuivre en regard du panneau détaché.

Or si la rupture initiale s'était faite ailleurs qu'au panneau, celui-ci ne se serait rompu que par le fait de la dislocation générale des tôles, comme il est arrivé pour les autres parties de la chaudière, ainsi que nous le verrons plus

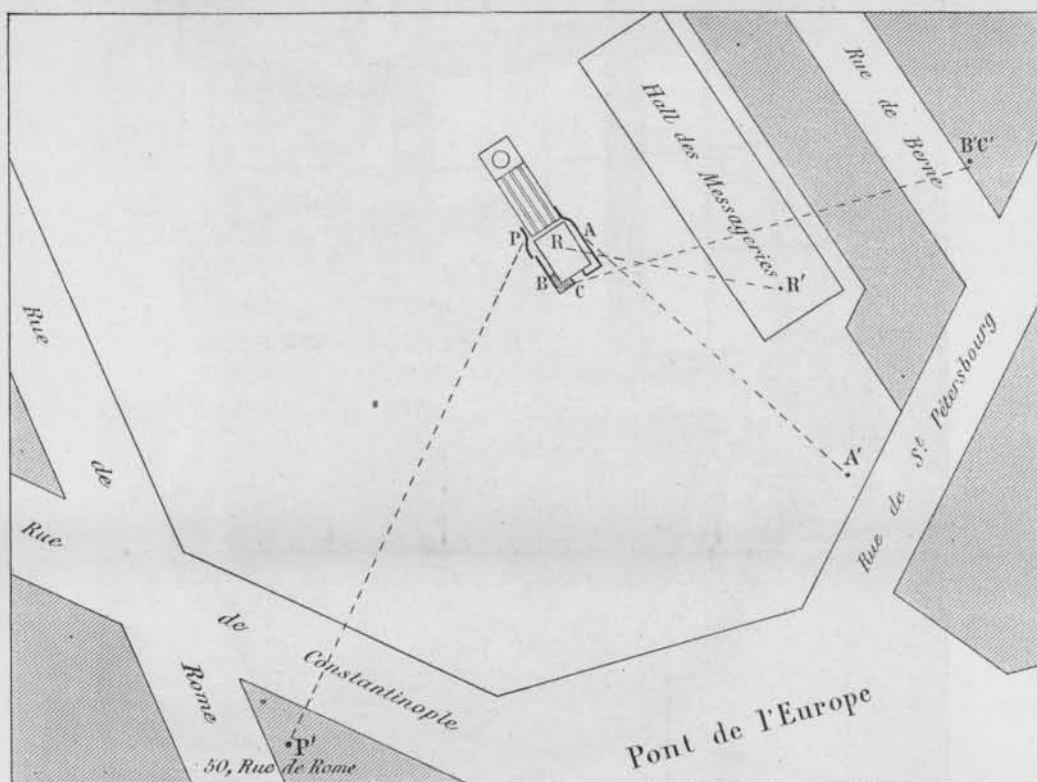


Fig. 4. — Schéma montrant les différentes directions suivies par les principaux morceaux de la boîte à feu.

loin; mais alors la poche d'affaissement ne se serait pas produite parce qu'il n'y aurait plus eu une pression suffisante et cette rupture par dislocation aurait déformé le panneau, or il a été retrouvé dans le grenier du 50 de la rue de Rome, sans avoir subi la moindre déformation.

Cette détermination de l'emplacement de l'ouverture initiale sur le côté gauche de la locomotive, explique que les dégâts, dus au brusque déplacement de l'air provoqué par l'explosion, se sont localisés sur le côté gauche de la locomotive, c'est-à-dire du côté de la rue de Rome.

*Processus de l'explosion.* — La maison de la rue de Rome n° 50 se trouvant

en arrière de la locomotive et le panneau ayant pénétré par le toit, on en doit conclure que la déchirure initiale s'est effectuée à gauche et en bas du panneau, c'est-à-dire dans la partie emboutie de la hanche.

La figure 6 représente une vue schématique et en perspective de la chau-

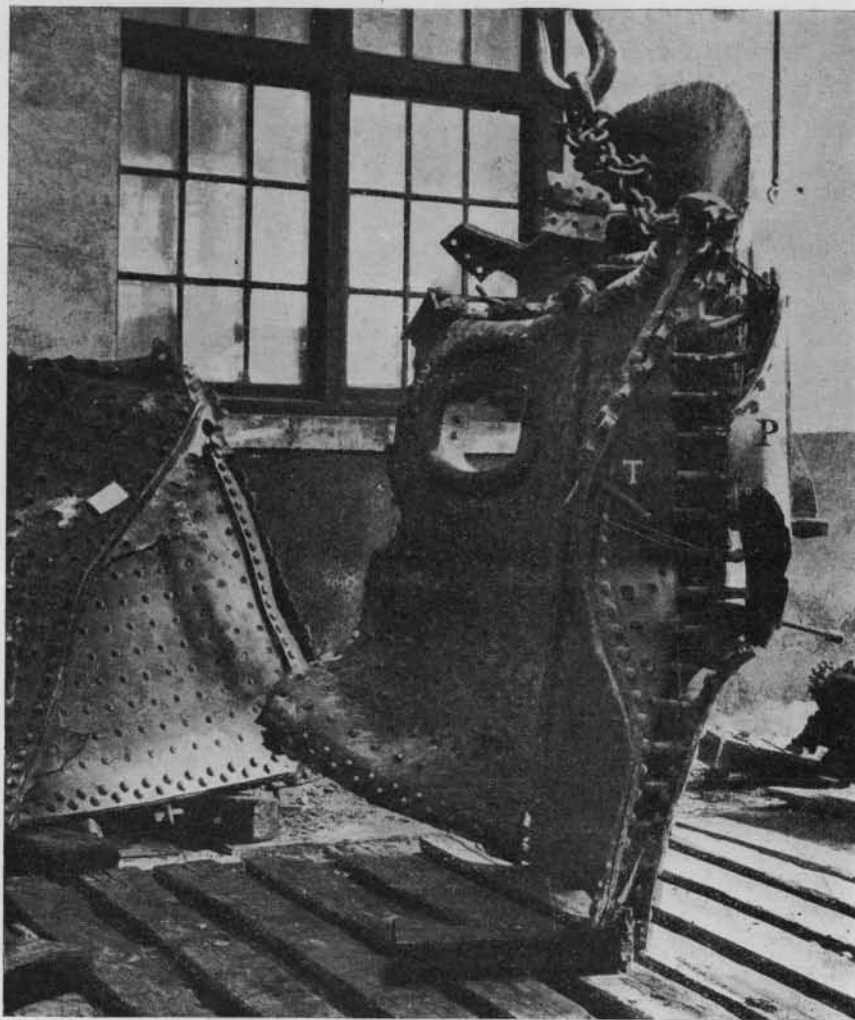


Fig. 5. — Vue latérale du flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été remis à sa place.

dière, donnant le tracé des ruptures des tôles. La fissure initiale, cause de la rupture, se trouvait dans la région *a* du panneau *abcdef*, la déchirure initiale s'est faite à gauche et en bas du panneau, c'est-à-dire suivant le bord *abcd*.

Dès que la rupture de la hanche a atteint le point *b*, la virole arrière s'est trouvée brusquement affaiblie localement dans cette partie, c'est ce qui a occasionné la déchirure de la partie faible sous la pince de la hanche (fig. 7).

L'ouverture de la chaudière par la partie inférieure du panneau a donné lieu à une sortie brusque de vapeur qui a occasionné un violent déplacement de l'air, mais la pression intérieure n'est pas tombée instantanément ainsi que l'explique M. Lecornu dans une note présentée, le 7 novembre 1904, à l'Académie des Sciences :

« Tout commencement de rupture d'une chaudière tend à amener le mor-

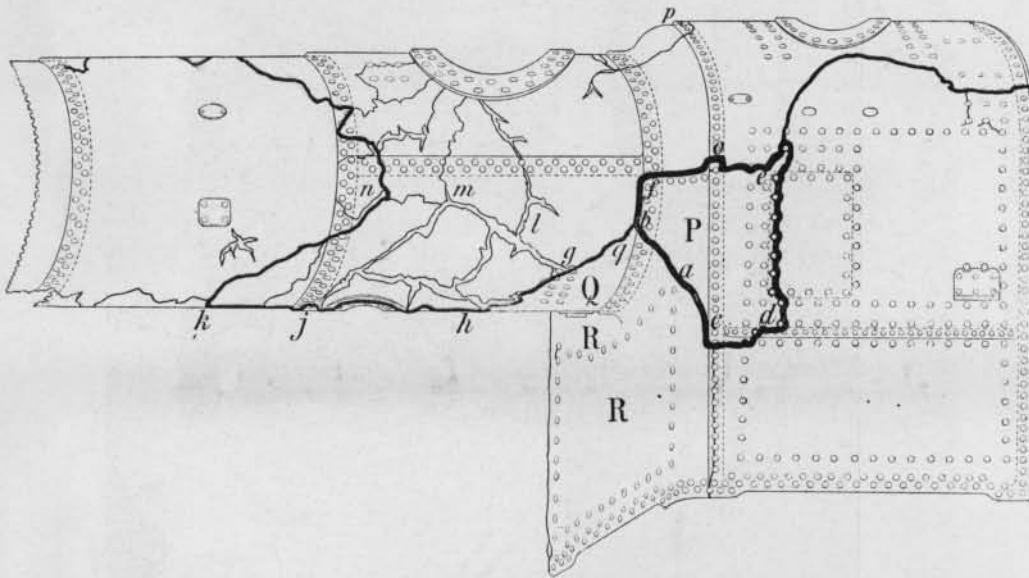


Fig. 6. -- Vue schématique et en perspective donnant le tracé des ruptures des tôles de la chaudière.

cellement général : la pression ne baissant pas instantanément au contact des parois, celles-ci se comportent comme une étoffe sur laquelle on continue à tirer après l'avoir divisée en un point. »

La déchirure de la virole arrière amorcée par la rupture de la hanche et effectuée dans la partie toute voisine et la plus faible, à la pince, comme il vient d'être expliqué, s'est continuée par les parties de moindre résistance, atteignant les points de faiblesse de la chaudière, passant d'abord en *g* (fig. 6) par les trous des rivets d'attache des tirants et suivant à peu près la génératrice inférieure *h*, *j*, *k*.

La virole arrière s'est alors déroulée, frappant violemment sur le bord de la roue voisine, ce qui fit fragmenter la tôle suivant l'arc *g*, *l*, *m*, *n*, *k*.

Ce déroulement de la virole et de la hanche qui en était restée solidaire produisit transversalement l'arrachement de la ligne des rivets *o*, *p*, réunissant la hanche au ciel de la boîte à feu.

Or dans cet arrachement l'effort dynamique était porté successivement sur chaque rivet et la résistance individuelle de chacun de ces rivets n'était pas suffisante pour arrêter la rupture, mais lorsque le déroulement de la hanche fut

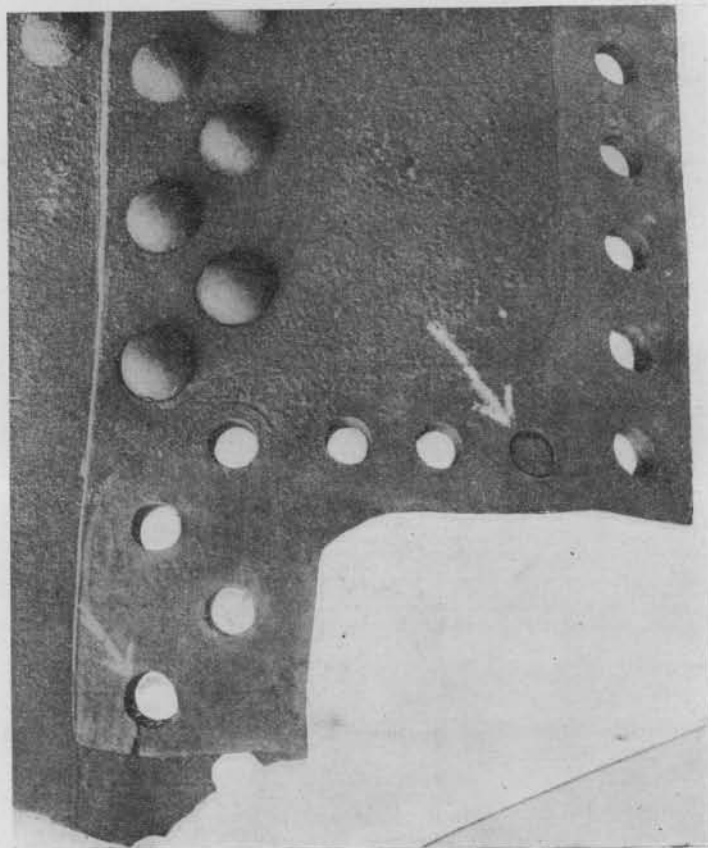


Fig. 7. — Pince de la hanche côté gauche, par où s'est effectuée la déchirure de la virole arrière.

arrivé à la pince au milieu du flanc droit, ce ne fut plus un rivet, mais une dizaine de rivets qui résistèrent à la fois (fig. 8).

La résistance opposée fut alors suffisante pour faire cesser l'arrachement de cette clouure verticale du flanc droit de la boîte à feu et la déchirure se continuant alors horizontalement par les parties les moins résistantes (fig. 9); le flanc droit fut alors arraché et projeté horizontalement en arrière de la locomotive sur le pont de l'Europe.

C'est alors seulement que le ciel du foyer s'affaissa et que le reste de la boîte à feu (c'est-à-dire le flanc gauche, la face arrière, la plaque avant reliée au corps cylindrique et par-dessus le ciel de la boîte à feu) fut projeté presque verticalement pour aller retomber à droite rue de Berne.

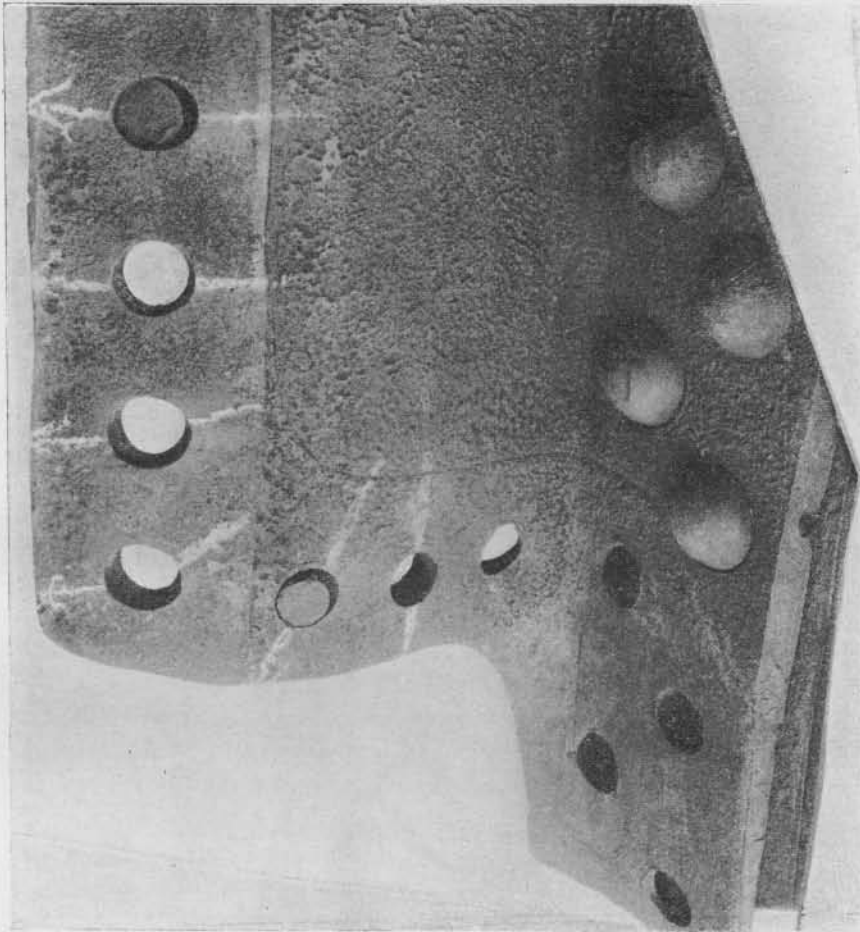


Fig. 8. — Pince de la hanche côté droit.

Or la partie inférieure arrière du corps cylindrique Q (fig. 6), rompue suivant les trous des rivets d'attache des tirants, étant restée solidaire de la plaque avant R du foyer, en forme de console triangulaire et rencontrant la plaque tubulaire et l'extrémité arrière du faisceau tubulaire, fit retourner celui-ci bout pour bout.

Mais la résistance occasionnée par ce déplacement fit détacher la plaque

avant du reste de la boîte à feu et diminuer d'autant la force vive imprimée par l'explosion à ce morceau qui, suivant toutefois la même direction que l'ensemble de la boîte à feu, c'est-à-dire celle de la rue de Berne, tomba à mi-chemin dans le hall des messageries.

Il est à remarquer que le faisceau tubulaire a, seul, été retourné bout pour bout, c'est-à-dire que le corps cylindrique qui l'enveloppait préalablement n'a pas subi ce mouvement de rotation, ce qui prouve que le corps cylindrique était

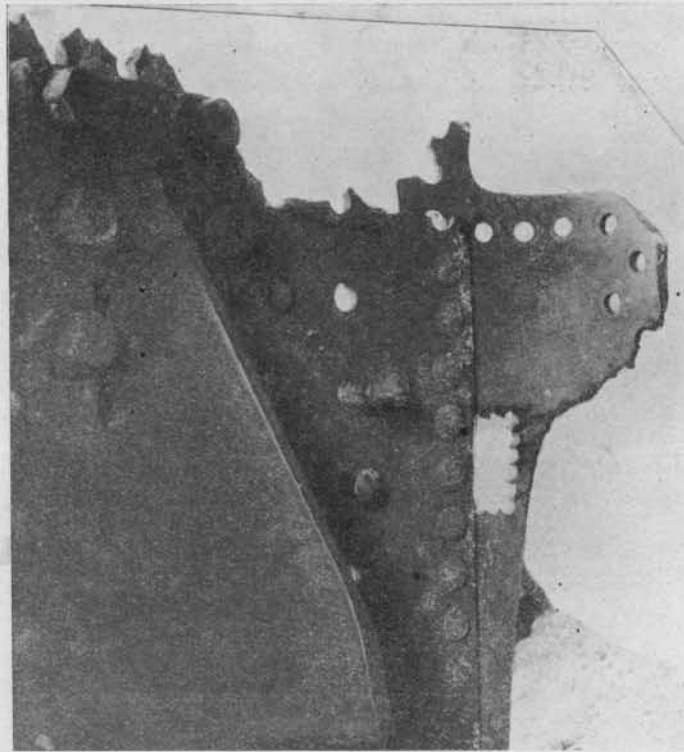


Fig. 9. — Hanche et flanc droit où s'est effectuée la déchirure horizontale.

déjà projeté quand la plaque avant s'est élevée verticalement; et par conséquent que la rupture du ciel du foyer et de la boîte à feu ne s'est pas faite au début, mais à la fin de l'explosion.

*Cause de l'avarie initiale.* — Comme nous l'avons vu, la trajectoire suivie par le panneau indique que celui-ci s'est d'abord détaché à gauche et en bas, et a ensuite légèrement tourné sur le côté droit vertical; l'avarie initiale est donc survenue dans la partie emboutie de la hanche, partie qui subit, comme on le sait, des efforts répétés produits par le mouvement de soufflet.

Lorsque les fissures ainsi produites ont pris assez d'importance pour diminuer la résistance du métal et la rendre juste inférieure à la pression interne,

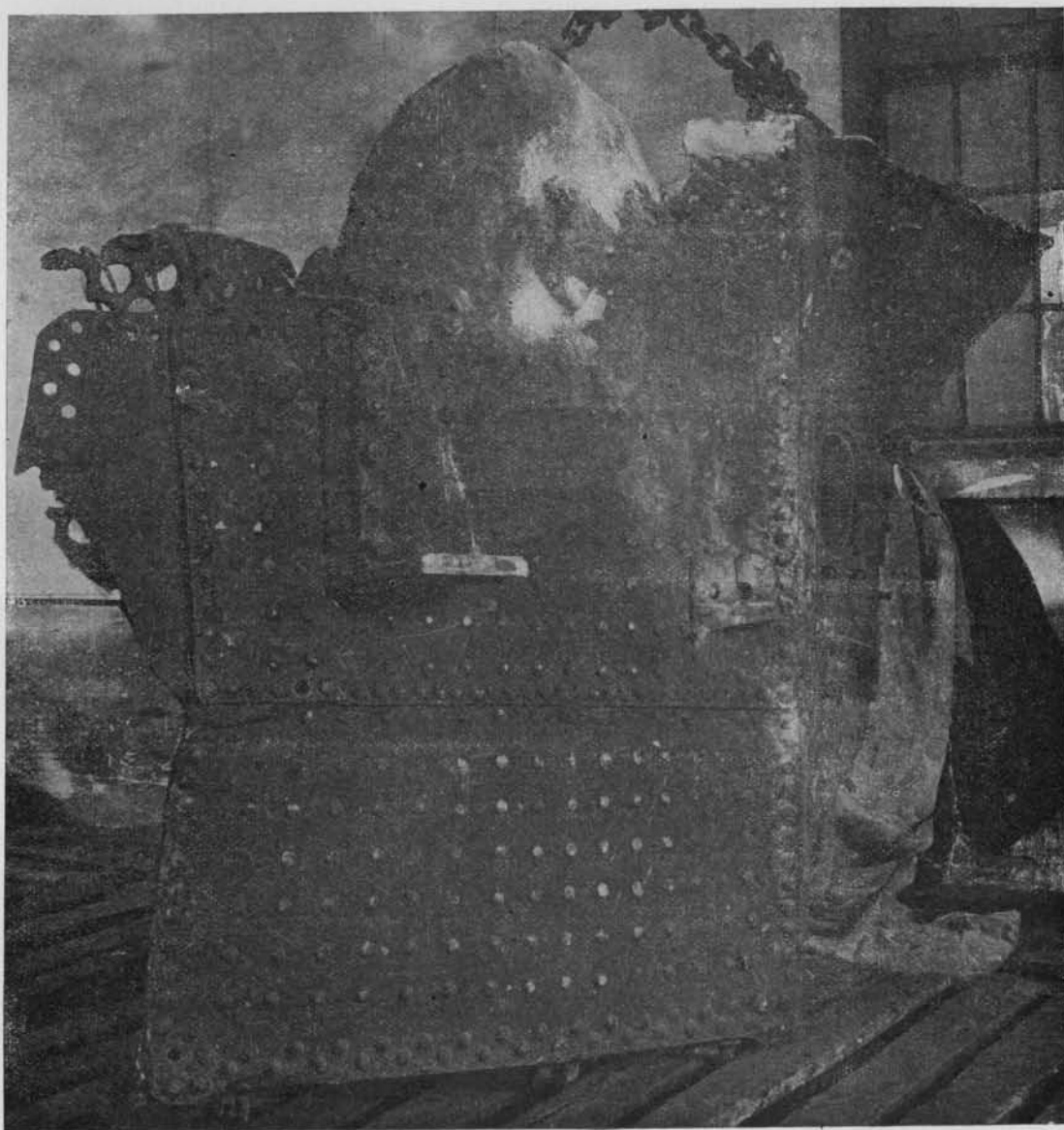


Fig. 10. — Flanc gauche de la boîte à feu, le panneau projeté ayant été remis à sa place.

une déchirure s'est effectuée, se continuant sous l'effort dynamique, jusqu'à la rencontre du flanc gauche; or ce flanc gauche (fig. 10) était composé, par suite

d'une réparation effectuée antérieurement, de deux tôles en fer, celle du bas ayant le sens du laminage placé horizontalement, et celle du haut ayant le sens du laminage placé verticalement, l'endroit du flanc gauche rencontré par la déchirure de la hanche se trouve près de la pince de la tôle inférieure, dans la partie d'accostage des trois tôles.

Cette partie de la tôle inférieure (fig. 11), affaiblie par la présence de trous de rivets et d'entretoises, et ne présentant qu'une faible résistance vive, par suite

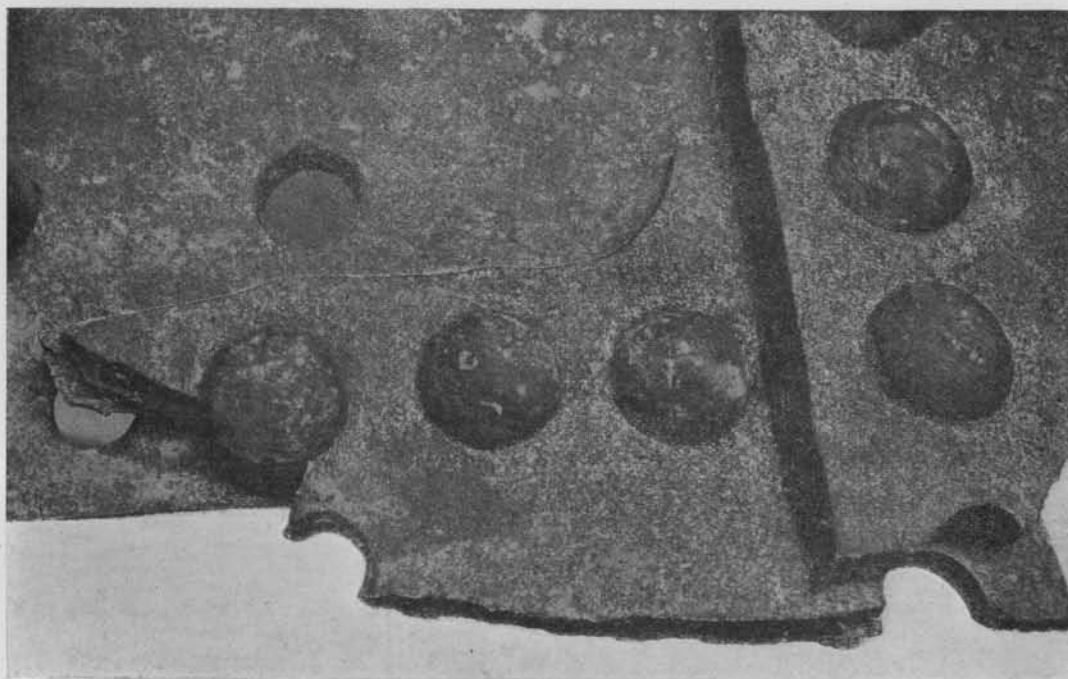


Fig. 11. — Partie gauche et inférieure du panneau, vue de l'intérieur de la chaudière.

de la fragilité du métal et de la direction des fibres, céda sous l'effort dynamique.

Le panneau, alors détaché sur une partie de son pourtour, ne fut plus retenu à ce moment que par la partie droite verticale qui ne put résister au pliage, le métal, déjà fragile, étant dans cette partie considérablement affaibli par suite de la direction du sens du laminage coïncidant avec la direction du pliage et de la présence de nombreux trous de vis rivées (fig. 12).

*Essais du métal.* — Je n'ai pas effectué d'essais de traction du métal, pensant utiliser les résultats des essais confiés par M. l'expert des tribunaux au laboratoire de mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers. Malheureusement une partie des éprouvettes de traction, préparées dans ce laboratoire, ont

été redressées à froid sous la presse hydraulique, et les autres éprouvettes ont été recuites; or dans les deux cas les résultats obtenus sont sans aucune valeur pour déterminer la qualité originelle.

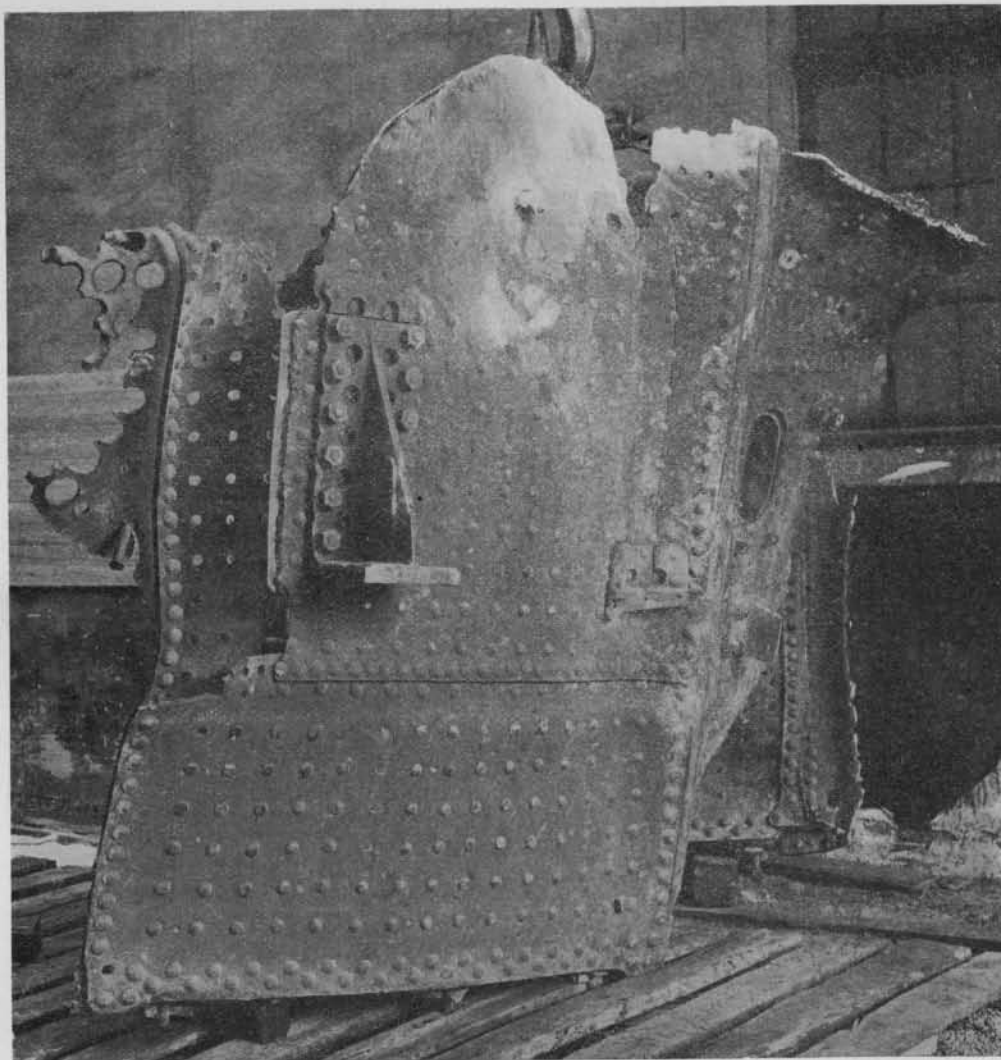


Fig. 12. — Photographie du flanc gauche de la boîte à feu, montrant l'emplacement du panneau projeté.

Par contre, aucun essai de fragilité n'ayant été effectué au laboratoire des Arts et Métiers, et la cause première de l'avarie paraissant due à la fragilité des tôles, présomption née de la fragmentation excessive de ces tôles, j'ai cru

devoir effectuer des essais de choc sur barrettes entaillées, conformément à ma méthode habituelle.

Sur le pourtour du panneau incriminé j'ai pris dans divers endroits, surtout dans la hanche et dans la partie inférieure, 24 éprouvettes qui, essayées au choc, ont donné de 2 à 4 kilogrammètres, ce qui atteste une grande fragilité.

Des éprouvettes voisines des précédentes, mais recuites à la volée au rouge cerise, ont alors donné 10 à 12 kilogrammètres; on peut donc considérer ce métal comme non fragile après recuit approprié.

En résumé, la cause première de l'explosion est due à la fragilité relative du métal, ce qui n'est pas mettre en cause la responsabilité des ingénieurs chargés de le recevoir, puisque, à l'époque, antérieure à 1900, de la construction de cette chaudière, leur attention n'avait pas encore été appelée sur les dangers de l'emploi d'un métal fragile, surtout dans les parties soumises à des efforts alternatifs.

La Société d'Encouragement a été fondée, en 1801, pour l'amélioration de toutes les branches de l'industrie française.

Elle décerne des prix et médailles pour les inventions et les perfectionnements introduits dans les arts;

Elle se livre aux expériences et essais nécessaires pour apprécier les procédés nouveaux qui lui sont présentés;

Elle publie un *Compte rendu* des séances de son Conseil d'administration et du *Bulletin* mensuel renfermant l'annonce raisonnée des découvertes utiles à l'industrie, faites en France et à l'étranger;

Elle distribue des médailles aux ouvriers et contremaîtres des établissements agricoles et manufacturiers qui se distinguent par leur conduite et par leur travail;

Elle vient au secours des inventeurs que leur âge ou leurs infirmités mettent hors d'état de se suffire;

Elle procure aux ouvriers qui ont fait une invention utile les moyens de payer les annuités de leurs brevets.

---

Les membres de la Société peuvent concourir pour les prix qu'elle propose. Les membres du Conseil d'administration sont exclus de tous les concours.

---

La Société d'Encouragement a commencé la quatrième série de son *Bulletin* en 1886.

Le *Bulletin* contient :

1° Les procès-verbaux du Conseil d'administration, les mémoires et rapports adoptés par ce Conseil, des communications écrites et des extraits de la correspondance imprimée;

2° Des chroniques destinées à faire connaître les découvertes et les procédés qui intéressent le commerce et l'industrie du pays;

3° Des articles de fond se composant d'extraits de voyages industriels, de dissertations sur des sujets scientifiques applicables à l'industrie, de notices, mémoires et documents relatifs au commerce français et étranger, de descriptions de machines nouvelles ou peu connues, etc., etc.

Le *Bulletin* est adressé, franc de port, à MM. les Sociétaires.

Chaque année de ce *Bulletin* forme un volume in-4° et contient des planches, ainsi qu'un grand nombre de gravures intercalées dans le texte.

Par délibération du Conseil, en date du 1<sup>er</sup> juin 1864, il a été décidé que les membres de la Société prendraient désormais les titres suivants :

1° DONATEURS. — MEMBRES PERPÉTUELS. — Ils reçoivent le *Bulletin* de la Société à perpétuité. Ce droit est transmissible soit à un établissement public, soit à un établissement reconnu comme étant d'utilité publique, soit enfin à un membre de la Société, ou à une personne qui sera admise à en faire partie, suivant les formalités ordinaires, après la transmission. — La cotisation est de 1000 francs une fois payés.

2° MEMBRES SOUSCRIPTEURS A VIE. — Ils reçoivent, pendant leur vie, le *Bulletin* de la Société. — La cotisation est de 500 francs une fois payés.

3° MEMBRES ORDINAIRES. — Ils sont soumis à la cotisation annuelle de 36 francs, et reçoivent également le *Bulletin* de la Société.

Les noms des membres perpétuels et des membres à vie figurent en tête de la liste des membres de la Société, avec ceux de ses bienfaiteurs.

Les donations et souscriptions perpétuelles ou à vie sont capitalisées; le capital en est inaliénable : elles forment des chapitres spéciaux au budget de la Société