LES

CUIRASSEMENTS GRUSON

EN FONTE DURCIE

PAR

Julius von Schütz,

INGÉNIEUR DE L'USINE GRUSON.

Traduction du capitaine **BODENHORST**

DE L'ARTILLERIE BELGE

2me édition complétée.

BRUXELLES

Librairie MUQUARDT, MERZBACH et FALK, éditeurs

libraires du Roi et du Comte de Flandre

18, 20 & 22, RUE DES PAROISSIENS

MÊME MAISON A LEIPZIG

1887

ASSEMENTS GROSON EN FONTE DURCIE

F.A.S
263

Bruxelles. — Imprimerie et lithographie Alex. BERQUEMAN, rue de Berlaimont, 36.

PROCEDENTE DE LA BIBLIOTECA DEL CORONEL DE ARTILLERIA DON AUGUSTO PLASENCIA, CONDE DE SANTA BARBARA, POR DONACION DEL COMANDANTE DE ESTE ARMA DON FRANCISCO CARMONA Y PEREZ DE VERA.

LES

CUIRASSEMENTS GRUSON

EN FONTE DURCIE

PAR

Julius von Schütz,

INGÉNIEUR DE L'USINE GRUSON.

Traduction du capitaine **BODENHORST**

DE L'ARTILLERIE BELGE

2me édition complétée.

BRUXELLES

Librairie MUQUARDT, MERZBACH et FALK, éditeurs

libraires du Roi et du Comte de Flandre

18, 20 & 22, RUE DES PAROISSIENS

MÊME MAISON A LEIPZIG

1887

Bruxelles. — Imprimerie et lithographie Alex. BERQUEMAN, rue de Berlaimont, 36

AVANT-PROPOS

Indépendamment d'une courte description des cuirassements Gruson en fonte durcie et des affûts à embrasure minima, cette brochure renferme un résumé de toutes les expériences qui ont été exécutées jusqu'à ce jour contre les cuirassements Gruson.

Elle forme le complément d'un article paru en 1878 sous le même titre et a été publiée à la demande de l'usine Gruson qui nous avait délégués pour assister aux expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie, expériences que nous avons décrites au troisième chapitre.

La plupart de ces essais ont été déjà l'objet d'un rapport dans les « Neue militärischen Blätter », d'autres ont été exposés dans des publications spéciales faites par l'établissement Gruson et répandus dans des cercles plus étroits.

Le présent travail ne constitue, par conséquent, qu'un résumé de choses plus ou moins connues et il est destiné avant tout à être consulté par ceux qui s'intéressent spécialement à ce sujet. L'unité dans l'élaboration de ces différents rapports, jusqu'ici éparpillés, facilitera réellement, nous l'espérons, l'aperçu de ces diverses expériences.

Au quatrième chapitre, nous avons ajouté au groupement critique des résultats d'expérience quelques considérations qui se présentaient involontairement à notre esprit, en faisant l'étude de ce sujet spécial, et nous les avons discutées. En agissant ainsi, nous avons essayé pour la première fois d'introduire en même temps dans la discussion des résultats d'expérience, des relations autres que celles qui se rapportent à l'épaisseur maxima et au profil des plaques de cuirasse.

On réussira peut-être avec le temps et en suivant la même voie à élucider un grand nombre d'autres points, qui ne sont, il est vrai, que secondaires, mais qui ne méritent pas moins d'attirer l'attention. Quoiqu'il en soit, nous croyons que ce n'est pas une peine perdue que d'examiner à tous les points de vue les résultats qui ont été obtenus, afin d'en rendre l'image d'ensemble aussi complète que possible.

Buckau, février 1887.

L'auteur.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Introduction. 5

Chapitre I.

Description de quelques types principaux de cuirassements en fonte durcie et d'affûts à embrasure minima 6
I. Batteries couvertes 9
II. Coupoles cuirassées 11
III. Affûts hydrauliques Gruson, à embrasure minima, m. 1880 13
IV. Affûts hydrauliques Gruson, à embrasure minima, m. 1884 15

Chapitre II.

Expériences de tir contre des cuirassements Gruson en fonte durcie, pendant les années 1869-1874.

I. **Expériences préliminaires** contre un cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) au polygone de Tegel, pendant les années 1869-1871. 18
1. Expérience de tir contre la plaque d'embrasure du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) en février, mars et décembre 1869. 21
2. Expérience de tir contre la plaque latérale gauche du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) en avril 1870. 25
3. Expérience de tir contre la plaque latérale droite du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) en juin 1870. 26
4. Expérience de tir contre la plaque de plafond antérieure détachée du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) en octobre 1871. 26

II. **Expériences de tir** contre des cuirassements en fonte durcie, destinés à la fortification terrestre, pendant les années 1873 et 1874. 27
1. Expérience de tir contre la première tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent., au polygone de Tegel en mars 1873. 27
2. Expérience de tir contre la 2e tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent. au polygone de Tegel pendant les mois de mai à juillet 1874 30
A. Expériences de tir contre la plaque d'embrasure de la 2e coupole cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 15 cent.
a. Tir contre la plaque d'embrasure par 193 obus allongés de 15 cent. . 31
b. Tir contre la plaque d'embrasure avec 10 obus de 15 cent. en fonte durcie. 32
c. Tir contre la plaque d'embrasure avec 20 obus de 17 cent. en fonte durcie. 33
d. Tir contre la plaque d'embrasure avec 65 obus de 15 cent. en fonte durcie. 33
B. Expériences de tir contre la plaque latérale de gauche de la 2e tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent . . . 34
C. Expérience de tir contre la plaque latérale de droite de la deuxième tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent. 35
D. Expérience de tir contre la plaque de plafond de la deuxième tourelle cuirassée pour 2 bouches à feu de 15 cent. 36

III. **Expériences de tir** contre des cuirassements en fonte durcie pour la fortification des côtes, en 1873-1874 :
1. Expérience de tir contre la première plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent. au polygone Gruson à Buckau, en décembre 1873 37
2. Expérience de tir contre la deuxième plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent. au polygone Gruson à Buckau, le 27 juillet et le 21 août 1874 . . . 39
3. Expérience de tir contre une plaque de plafond appartenant à une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent., le 21 août 1874 42

IV. **Conclusions finales.**

Chapitre III.

Expériences de tir exécutées contre des cuirassements Gruson en fonte durcie, pendant les années 1882 à 1886. 47

Expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie pour la fortification terrestre, pendant les années 1882 à 1885 48

Expérience de tir contre la plaque latérale d'une coupole cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 12 cent. de 26,7 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, pendant le mois de décembre 1882 jusqu'au mois d'avril 1883 48

2 Expérience de tir contre une plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour 8 bouches à feu de 15 cent. de 23 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 16 juillet 1883. 57

3. Expérience de tir contre une plaque d'embrasure appartenant à une batterie cuirassée en fonte durcie pour 6 bouches à feu de 15 cent. de 23 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 18 août 1884 61

4. Expérience de tir contre une plaque d'avant-cuirasse appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 23,5 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 12 février 1884. 65

5. Expérience de tir contre la plaque d'embrasure appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 23,5 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 28 août 1884. 69

6. Expérience de tir contre une plaque latérale appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 26,7 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 19 et le 20 janvier 1885. 74

7. Conclusions finales 85

II. Expérience de tir contre des cuirassements en fonte durcie pour la défense des côtes, pendant les années 1883-1886 86

1. Expérience de tir contre une plaque d'avant-cuirasse appartenant à une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 13 août 1883 86

2. Expérience de tir contre une plaque latérale d'une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 30,5 cent de 35 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 22 octobre 1883. 94

3. Expérience de tir contre la moitié de la voûte d'une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur, au polygone Gruson à Buckau, le 26 et le 28 mai 1884. 104

4. Conclusions finales de la commission d'expériences Néerlandaise concernant les essais 1—3. 112

Conclusions finales et décisions prises à la suite de ces expériences. 112

5. Expérience de tir contre une plaque latérale appartenant à une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent. de 35 calibres de longueur, au polygone du Seno della Castagna, le 20, le 24 et le 29 avril 1886 118

6. Deuxième expérience de tir contre la plaque latérale déjà essayée en avril 1886 et appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent. de 35 calibres de longueur, au polygone du Seno della Castagna, près la Spezia, le 22 juin 1886. 131

Chapitre IV.

Groupement comparatif des résultats obtenus et des conclusions qui en découlent.

1. Le rapport de la plus grande à la plus petite épaisseur des cuirasses. 140

2. Le rapport de la longueur développée de la partie non couverte de la courbe de profil à la plus grande largeur développée des plaques de cuirasse. 141

3. Le rapport de la section verticale à la surface extérieure des plaques de cuirasse. 143

4. Le rapport de la force vive des projectiles d'attaque au poids des plaques de cuirasse 144

5. Les formules empiriques pour la détermination des dimensions des cuirasses en fonte durcie 149

6. Conclusions finales 152

Tableau du groupement des principales indications concernant toutes les expériences de tir exécutées contre des cuirassements Gruson en fonte durcie.

La rapidité extraordinaire avec laquelle la technique des armes travaille et progresse de nos jours engage tous ceux qui écrivent des articles descriptifs par rapport à ce sujet, à faire paraître de temps en temps des notes complémentaires, attendu que ces communications sont souvent devancées endéans l'année par les progrès et les événements.

Nous avons publié en 1878 sous le titre « Cuirassements Gruson en fonte durcie » une courte description des coupoles et des batteries Gruson et des expériences de tir auxquelles elles avaient été soumises jusqu'à cette époque. C'est à juste titre que nous pouvions constater alors une supériorité marquante du cuirassement en fonte durcie sur les moyens d'attaque et nous nous trouvions toujours sous ce rapport en communauté d'idées avec les autorités compétentes. Il n'y eut pas d'expériences les années suivantes et, malgré les moyens d'attaque toujours croissants, on préfera considérer les résultats obtenus comme une base suffisante pour la construction de cuirasses.

Mais dans l'entretemps, non seulement la fabrication des bouches à feu et de la poudre, mais aussi celle des projectiles fit des progrès considérables. A la fin de 1879, les obus Gruson en fonte durcie eussent pu lutter encore avec les projectiles en acier, puisque le problème de rendre ceux-ci aussi durs que le verre en même temps que tenaces et résistants, n'avait pas encore été résolu. Pour autant que nous le sachions, la solution de cette question fut obtenue dans toute la perfection d'abord par l'usine Krupp dont les obus perce-cuirasses occupent aussi aujourd'hui le premier rang.

Si l'on pouvait maintenant déterminer en quelque sorte l'augmentation d'épaisseur à donner aux cuirasses, en présence de l'accroissement des calibres des bouches à feu de l'attaque, aussi longtemps que la qualité du projectile restait la même, cette possibilité disparaissait du moment où il se présentait un nouveau métal pour projectile dont l'effet sur les cuirasses en fonte durcie pouvait tout au plus être présumé, sans pouvoir cependant être déterminé à l'avance avec quelque certitude. La reprise des expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie parut donc une nécessité inévitable.

Cette deuxième série d'expériences commença en 1882 et comme elle peut être considérée actuellement comme terminée, après les expériences exécutées à la Spezia, au mois d'avril et de juin 1886, nous croyons que le moment est venu de compléter les anciennes indications et de comparer les conclusions d'autrefois aux résultats acquis anjourd'hui. Nous répèterons aussi les anciennes notes, pour que le travail d'ensemble que nous allons présenter, puisse donner, indépendamment d'une courte description des cuirassements en fonte durcie et des affûts à embrasure minima, une image complète de toutes les expériences de tir auxquelles les cuirassements on été soumis.

CHAPITRE I.

Description de quelques types principaux de cuirassements en fonte durcie et d'affûts à embrasure minima.

Avant d'entamer le sujet proprement dit de ce chapitre, qu'il nous soit permis de le faire précéder de quelques observations relatives à la nature et à la fabrication de la fonte durcie Gruson.

Tout le monde sait que l'on distingue deux espèces de cuirassements :

1. ceux qui font glisser les projectiles, à cause de la dureté de leur surface ;
2. ceux qui laissent pénétrer les projectiles, mais qui localisent leur effet à l'endroit touché.

Les premiers cuirassements, relativement durs, étaient construits en acier, mais on dut abandonner les expériences, parce que les plaques étaient trop cassantes et se brisaient sous l'effet des projectiles.

Pendant nombre d'années, le fer laminé fut le seul métal employé dans la construction des cuirasses, jusqu'à ce qu'en 1868, l'usine Gruson présenta ses cuirassements en fonte durcie et démontra par une série d'expériences la justesse de son système.

La fonte durcie Gruson est un mélange de différentes espèces de fers bruts, coulé sur un moule en fer qui lui donne sa dureté.

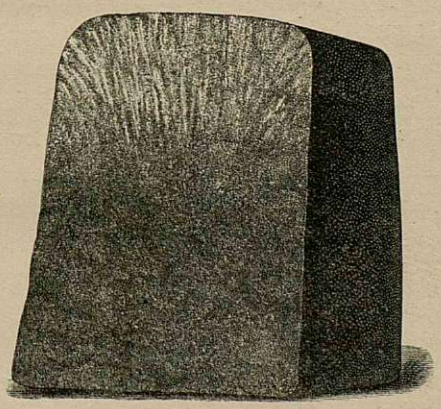
Conformément aux deux propriétés fondamentales qu'il avait l'intention de donner à son métal, M. Gruson choisit comme matières premières deux espèces de fontes possédant chacune une de ces propriétés : la fonte blanche, riche en carbone et dure comme l'acier, et la fonte grise, tendre.

Comme il devait paraître impossible de prime abord de mélanger ces deux matières premières et d'obtenir dans la même couche de fer la dureté et la tenacité, une autre solution du problème, celle d'obtenir une surface dure sur une couche molle, élastique, parut moins difficile, du moment que l'on parvenait à faire passer l'une couche dans l'autre sans limites perceptibles. C'est cette solution que M. Gruson réussit à trouver après des années d'efforts et d'une manière telle que sa fonte durcie se distingue encore avantageusement aujourd'hui parmi presque toutes les autres fabrications du même genre. L'inventeur arriva à son produit par un moyen qui paraît assez simple : il s'opposa par l'emploi de moules en fer, appelées coquilles, et par un refroidissement rapide à la surface, à la tendance que possède toujours une masse liquide de fonte de favoriser la séparation des carbures de fer.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article de donner plus de détails sur la fabrication de la fonte durcie et nous voulons seulement mentionner encore la structure caractéristique que présente la cassure d'un morceau de fonte durcie, coulé en coquille.

Fig. 1

Cassure d'une barre en fonte durcie.



Nous remarquons dans ce dessin de la cassure d'un fragment de barre en fonte durcie qu'il existe à la couche extérieure un assemblage de fibres qui se perd sans ligne de transition dans la structure grenue de ce que l'on appelle la fonte truitée, qui passe elle-même peu à peu à la texture uniforme à grains fins de la couche molle de la fonte grise. C'est ainsi également que la fonte durcie Gruson se distingue, à l'extérieur, d'un grand nombre d'autres produits de fabrication, dans lesquels cette ligne de transition est prononcée d'une manière plus ou moins apparente et indique la démarcation entre la couche dure et la couche molle.

La fonte durcie Gruson possédait donc toutes les propriétés pour pouvoir convenir comme métal à cuirasse.

On avait rejeté les cuirasses dures, parce que leur dureté les rendait cassantes ; le métal Gruson présentait une surface dure s'appuyant sur une base molle et réunissait ainsi la dureté à la tenacité.

On avait renoncé à répartir l'effet du tir sur une grande surface, puisqu'il semblait impossible de donner à de si grandes plaques une épaisseur suffisante ; le métal Gruson permettait de construire des plaques de n'importe quelle forme et de n'importe quelles dimensions. — Enfin on avait abandonné la forme cintrée des cuirasses, parce que leur fabrication en fer laminé paraissait impossible ; le métal Gruson se prêtait à n'importe quelle forme.

Estimant tous les avantages de son métal à leur juste valeur, M. Gruson rompit complètement avec les expériences faites en Angleterre et en revint sous tous les rapports aux tendances antérieures. Il donna d'abord à ses plaques une forme cintrée dont la coupe verticale représentait à peu près un quart d'ellipse. Il était à prévoir, qu'à cause de sa dureté, cette surface ferait glisser tous les projectiles, mais elle présenta certainement l'avantage que les plaques isolées pouvaient s'appuyer les unes aux autres comme des voussoirs et pouvaient être maintenues en place par leur propre poids, sans qu'on dut les relier par des boulons. Il fallait alors réduire avant tout les dimensions de l'embrasure à un minimum, pour empêcher que des éclats d'obus ne pénètrent à l'intérieur du cuirassement. C'est pour ce motif que l'on dut abandonner le système d'affût en usage à cette époque et en construire un nouveau dans lequel le pivot du canon était placé dans l'embrasure même. Les dimensions de celle-ci sont considérablement diminuées par cette disposition. De plus, la partie antérieure du canon couvre l'ouverture, de manière à rendre l'importance de la portière d'embrasure tout-à-fait secondaire, car il arrivera rarement que des débris de projectile pénètreront à travers le jeu que présente encore l'embrasure.

Comme la fonte durcie permet d'adopter toutes les formes, elle peut être employée pour n'importe quelle méthode de fortification : nous ne parlerons ici que de celles qui sont les plus usitées : les **batteries couvertes fixes** et les **coupoles rotatives.**

I. Batteries couvertes.

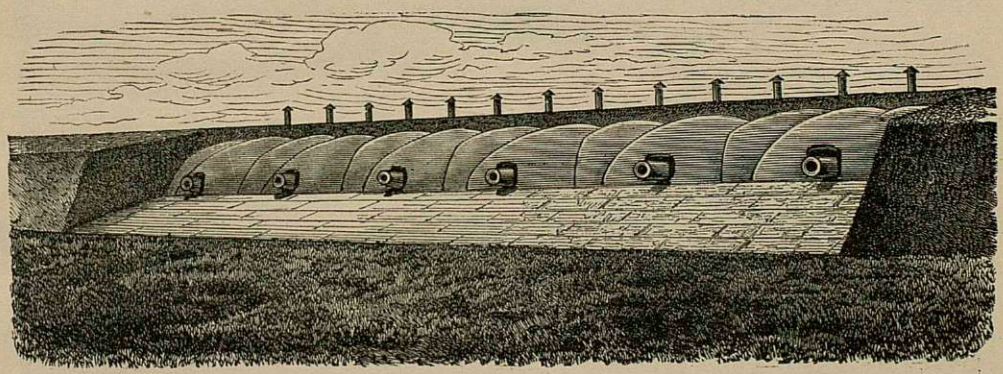
La fig. 2 indique l'aspect extérieur d'une batterie couverte pour six bouches à feu. La partie la plus importante du cuirassement consiste dans les plaques d'embrasure qui reposent sur ce qu'on appelle les plaques de pivot et qui s'appuient latéralement chacune contre deux plaques de merlon (voir aussi fig. 3).

A ses deux extrémités, la batterie est soutenue par une maçonnerie, protégée contre l'effet des projectiles par un remblai de terre ; la batterie est précédée d'un glacis formé d'une couche de béton, recouverte d'une maçonnerie en granit.

Elle est assurée contre le tir plongeant par des plaques de voûte reposant du côté antérieur sur les plaques d'embrasure et de merlon et, du côté postérieur, sur des piliers en maçonnerie auxquels sont adossées des casemates.

Fig. 2

Vue d'une batterie cuirassée en fonte durcie.



Les joints des différentes plaques sont fraisés avec soin et pourvus d'un évidement dans lequel on coule du zinc, après le montage, où que l'on remplit au moyen de goujons ; le grand poids des plaques rend toute autre jointure superflue.

Toute la construction repose sur des plaques de fondement pourvues chacune à leur partie supérieure et inférieure de deux nervures ; les nervures supérieures s'adaptent aux plaques d'embrasure et rendent tout déplacement impossible, tandis que les nervures inférieures pénètrent dans la maçonnerie de fondation.

Les figures 2 et 3 indiquent la forme des plaques d'embrasure, de merlon et de plafond ; ajoutons seulement, pour ce qui concerne les

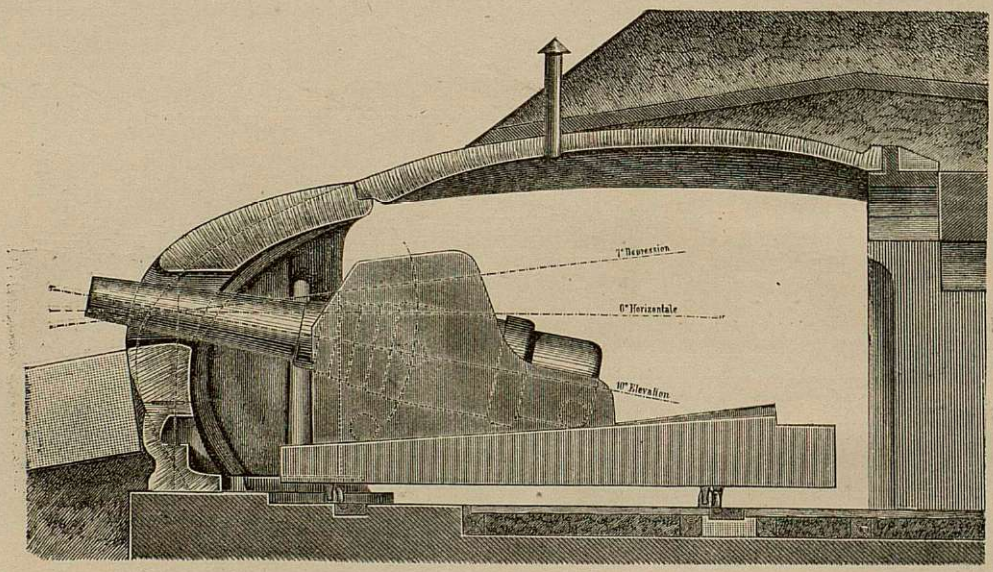
plaques de pivot, que celles-ci doivent leur nom à la cheville de pivot des affûts qui s'y trouve fixée.

Comme nous l'avons déjà dit antérieurement, l'embrasure minima exige l'emploi d'un affût de construction spéciale qui place le pivot ou le point de rotation du canon dans l'embrasure même.

Comme le champ de tir horizontal peut varier sous un angle assez considérable, l'affût lui-même se meut suivant un arc de cercle, à l'aide de 4 galets roulant sur deux rails courbes. Ce mouvement est facilité et régularisé par un bras fixé sur l'affût même et qui tourne autour d'une cheville placée en dessous du pivot. L'impulsion est donnée à l'un des galets au moyen d'un simple engrenage.

Fig. 3.

Coupe transversale d'une batterie cuirassée.



Il résulte de la description précédente qu'une batterie cuirassée forme une galerie spacieuse à laquelle sont adossées les casemates qui communiquent avec elle au moyen de larges passages.

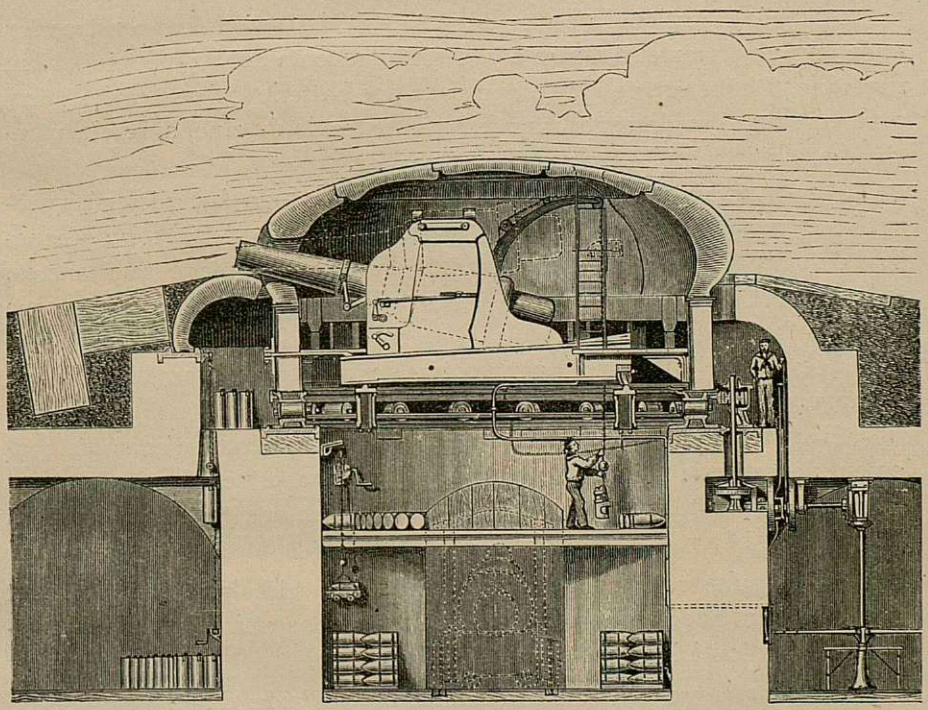
Dans l'étage inférieur des casemates sont établis des magasins qui communiquent avec les étages supérieurs par des monte-charges et des escaliers tournants.

II. Coupoles cuirassées.

Si le but spécial d'un cuirassement exige un champ de tir horizontal plus grand qu'il n'est possible de l'obtenir dans les batteries fixes, on emploie des coupoles tournantes qui permettent naturellement de pointer en direction avec une amplitude de 360°. La fig. 4 représente une coupe transversale d'une coupole de ce genre et indique clairement les détails de sa construction.

Fig. 4.

Coupe transversale d'une coupole cuirassée en fonte durcie.



Disons d'abord que la coupole ayant la forme d'un segment sphérique repose sur une charpente en fer forgé qui tourne à l'aide d'une couronne de galets sur une circulaire ménagée dans le fondement et qui est protégée par une avant-cuirasse contre l'effet des projectiles.

La circulaire en ⎽⎍⎽ de la coupole est pourvue en bas de nervures qui sont prises dans la maçonnerie de fondation et qui s'étendent tout autour de la coupole.

C'est sur la face supérieure de cette circulaire que se meut un système

de galets mobiles, sans pivot fixe et pourvus latéralement de brides. L'absence d'un pivot central fixe permet d'utiliser tout l'intérieur de la coupole et facilite l'introduction des bouches à feu par en bas.

Sur ce système de galets repose, au moyen d'un rail circulaire approprié dans ce but, la charpente cylindrique rivée en tôles, fer en I, travées et cornières que l'on appelle la substruction et qui porte, sur son pourtour supérieur, la coupole et soutient, dans sa partie inférieure, les affûts, au moyen de poutres transversales.

La coupole a la forme d'un segment sphérique, comme nous l'avons déjà indiqué (pour être plus exact, elle est produite par la rotation d'un quart d'ellipse) et se compose d'un certain nombre de plaques qui se maintiennent mutuellement en équilibre, puisque la masse de leur poids converge dans la direction du centre de la sphère, à cause de leur construction et de leur emplacement. Grâce à la pesanteur, toute autre jonction devient superflue. D'ailleurs, de même que pour une batterie cuirassée, les joints sont pourvus d'évidements dans lesquels on coule du zinc, après le montage, ou qu'on remplit par des goujons en fer.

La forme cintrée sert donc à plusieurs buts : elle fait glisser les projectiles, transfère le choc sur tout le massif de la coupole, favorise l'économie de l'espace, permet au constructeur de faire le montage sans ancres, ni boulons et permet une construction simple de la calotte. De même que dans les batteries cuirassées, les plaques de plafond des coupoles sont emboîtées à feuillure dans les voussoirs ; les joints sont remplis après le montage.

L'avant-cuirasse qui sert à protéger la substruction, se compose également, comme le montre le dessin, d'un anneau de plaques cintrées entourant, suivant les besoins, toute la coupole ou une partie seulement et recouvert de béton et d'une couche de granit.

Enfin, une couronne dentée, fixée sur la circulaire supérieure et communiquant avec un engrenage à axe vertical, sert à donner le mouvement de rotation à la coupole.

La manœuvre a lieu par transmission, à l'aide d'une machine ou bien à bras d'hommes. Dans ce dernier cas, on a recours à un cabestan placé dans une casemate bien protégée et le mouvement est accéléré ou ralenti suivant que l'on change l'engrenage.

Les coupoles plus lourdes sont disposées de manière à pouvoir être mises en mouvement en même temps par la machine et à bras d'hommes et chacun des deux procédés peut être employé ou supprimé à volonté.

Du reste, la force de la machine est transmise ou directement par une machine à vapeur sur l'arbre de commande ou bien indirectement, à l'aide d'un moteur hydraulique avec accumulateur.

Les commandements nécessaires pour la manœuvre de la coupole sont donnés au moyen d'un porte-voix par un factionnaire ou par le commandant lui-même qui, debout sur un escalier, regarde à travers une fente ménagée dans la calotte et détermine la direction des bouches à feu.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur le dessin pour se rendre compte de la destination des différents compartiments de la coupole.

Les charges sont montées sur la plateforme du milieu au moyen d'un puits latéral qui communique avec le compartiment inférieur de la coupole ; le magasin à projectiles se trouve dans l'étage le plus bas du compartiment du milieu. On hisse ces derniers d'abord sur la plateforme du milieu où une grue les transporte directement devant la culasse du canon.

III. Affûts hydrauliques Gruson à embrasure minima, m. 1880.

Comme nous l'avons déjà dit, les batteries cuirassées et les coupoles sont pourvues d'affûts hydrauliques, à embrasure minima, qui ont la propriété de faire tourner le canon autour d'un point placé dans l'embrasure, quand il s'agit de changer le pointage vertical et horizontal.

La partie supérieure de l'affût se compose, comme l'indique la figure 5, de deux flasques en tôle d'acier et glisse par l'effet du recul sur la partie inférieure où elle est enrayée par deux freins hydrauliques. Leurs cylindres sont fixés à la partie inférieure, les tiges des pistons perforés, à la partie supérieure. L'enrayage est obtenu en ce sens, que la glycérine qui se trouve dans le cylindre, est refoulée par les trous du piston, qui suit le mouvement de la partie supérieure de l'affût.

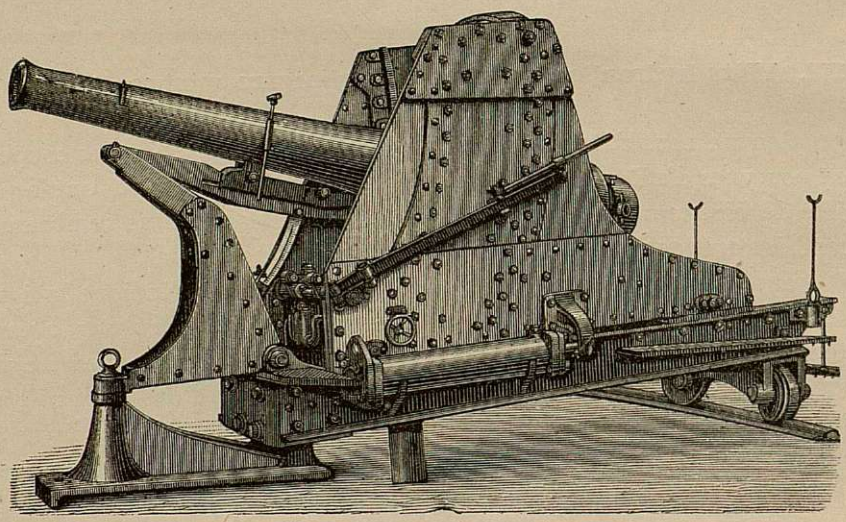
Les variations dans l'élévation sont obtenues par l'intermédiaire d'un cylindre hydraulique dont le piston fait soulever ou descendre les coussinets des tourillons, à l'aide d'une traverse. Dans ce mouvement, les coussinets glissent dans des coulisses de forme circulaire qui sont pratiquées dans les flasques de l'affût et dont les centres fictifs se trouvent dans l'axe du pivot censé passer par l'embrasure. Le mouvement du canon est réglé par un rail conducteur qui tourne, comme l'indique la figure, autour d'une cheville placée, dans les cuirassements, verticalement en-dessous de l'embrasure. Le canon est relié à ce rail à l'aide d'une pièce conductrice, en forme de pattes, de manière que pendant le recul, le canon glisse sur le rail, mais que l'axe de l'âme doive toujours rester parallèle à la surface du bourrelet du rail (pendant le mouvement du canon, l'axe de l'âme est donc tangent à un cercle fictif dont le centre serait le pivot du rail conducteur).

Pour les petits affûts, la pression hydraulique dans le cylindre est obtenue par une pompe à main, pour les affûts de plus grandes dimensions, on se sert, au contraire, d'accumulateurs. Tout le monde sait que

ces derniers se composent de longs cylindres renfermant de la glycérine, dont les pistons sont chargés de poids et se soulèvent par le refoulement du liquide dans les cylindres, à l'aide de pompes à main ou de pompes à vapeur. Ces cylindres communiquent avec les cylindres élévateurs des affûts, dès que l'on ouvre les soupapes et le liquide comprimé fait soulever alors la bouche à feu. Si l'on ferme la soupape, la bouche à feu s'arrête ; si l'on ouvre une soupape de décharge, le liquide s'écoule et le canon descend.

Fig. 5.

Affût hydraulique Gruson, à embrasure minima, m. 1880.



Les accumulateurs sont donc des réservoirs de force et des entremetteurs. On réalise une économie de force réelle dans le service de l'accumulateur, en employant dans les cylindres élévateurs des affûts le piston différentiel Gruson au lieu du piston ordinaire, mais la description de ce dispositif nous conduirait trop loin.

Ces accumulateurs peuvent être établis de différentes manières.

Si les batteries renferment un grand nombre de bouches à feu, on combine plusieurs accumulateurs et toutes les bouches à feu participent à la même source de force.

Dans les coupoles cuirassées isolées, les accumulateurs sont placés dans le compartiment inférieur de la coupole et servent en même temps de grues hydrauliques, dans le cas où les bouches à feu doivent être échangées. Il arrive souvent aussi que les affûts sont disposés en même temps pour la manœuvre avec accumulateur et pour celle à bras d'hommes.

La figure 5 représente un affût pour batterie cuirassée qui peut se déplacer latéralement à l'aide de galets, roulant sur deux rails recourbés. L'axe du pivot est indiqué dans la figure. Dans les coupoles cuirassées rotatives, ce déplacement latéral de l'affût est superflu, et c'est pour ce motif qu'ordinairement ce dernier est suspendu directement dans la substruction en fer forgé de la coupole.

Les principales données correspondant à un grand nombre d'affûts, à embrasure minima, m. 1880 qui ont été construits, sont réunies dans le tableau ci-après ; pour les autres indications, voir le tableau de la page 17 dont les données sont aussi approximativement exactes pour les affûts, m. 1880.

Calibre du canon.	Longueur en calibres du canon.	Poids du canon.	Élévation maxima de l'affût.	Dépression maxima de l'affût.	Poids de l'affût.	Nombre d'hommes nécessaires pour le pointage			Temps nécessaire pour un soulèvement total du canon (soulèvement et descente)		Plus petit intervalle de temps par coup.
						vertical		horizontal.	avec la pompe à main.	avec l'accumulateur.	
						avec la pompe à main.	avec l'accumulateur.				
cent.	nombre.	kilogr. environ.	degrés.	degrés.	kilogr.				minutes.	secondes.	minutes.
12	266	1700	25	10	4500	2	—	2	1	—	1
15	24	3200	25	10	6900	3	—	2	1 1/6	—	1—1 1/2
21	30	11200	12	6	12000	4	1	2	4	20—18	2—2 1/2
24	30	19000	12	6	20000	5	1	2	7	22—20	2—2 1/2
28	35	37300	12	6	32000	6	1	3	—	29—25	2 1/2—3
30,5	25	38500	12	6	32000	6	1	3	—	34—30	3—3 1/2

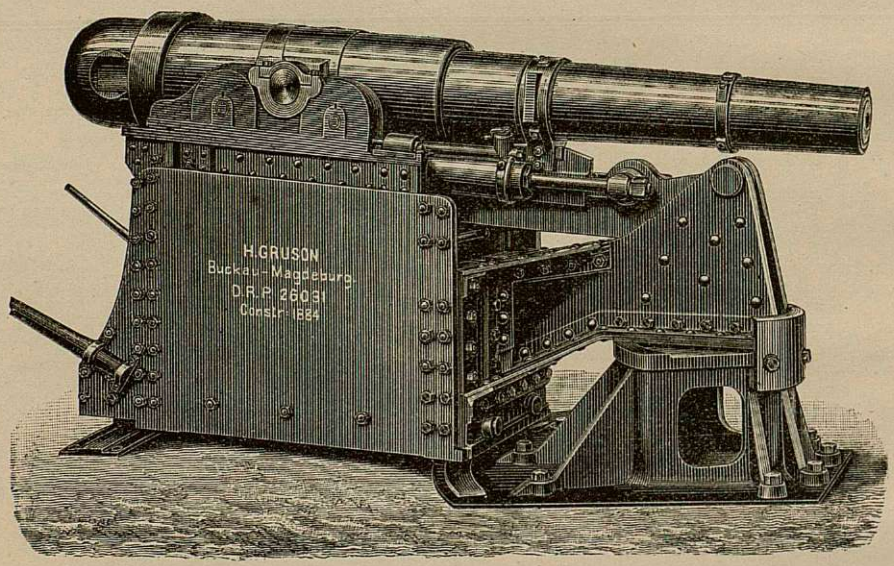
IV. Affûts hydrauliques Gruson, à embrasure minima, m. 1884.

L'affût à embrasure minima, m. 1884, se distingue surtout de la construction de 1880 par une modification du dispositif de soulèvement. Dans ce dernier affût, le cylindre de soulèvement était fixé à la partie supérieure de l'affût et participait à son recul.

Dans l'affût ci-dessus, la partie supérieure qui glisse ne constitue plus que le logement pour les tourillons du canon, comme l'indique la fig. 6; dans le pointage vertical, tout le châssis d'affût est soulevé et abaissé avec les glissoires et la partie supérieure, à l'aide d'un piston hydraulique. A cet effet, le châssis est entouré d'une enveloppe en tôle, assemblée par des rivures, qui porte le cylindre de soulèvement et qui est pourvue de guides pour le soulèvement ou l'abaissement du châssis. Le mouvement du canon est réglé comme dans le modèle 1880, par un rail conducteur qu'embrasse une joue conductrice fixée au canon.

Fig. 6.

Affût hydraulique Gruson, à embrasure minima, m. 1884.



Le rail conducteur tourne autour d'une cheville placée au dessous de l'embrasure et l'axe de l'âme du canon est tangent, pendant le soulèvement et la descente, à un cercle fictif tracé autour de cette cheville comme centre.

Dans cette nouvelle construction, les cylindres d'enrayage pour le recul sont reliés directement à la joue conductrice et il en est de même des tiges des pistons avec les rails conducteurs. Comme la partie supérieure de l'affût se meut sur le châssis, à l'aide de quatre galets, le transfert du choc sur le châssis est à peu près supprimé.

L'affût représenté à la figure 6 est destiné à une batterie cuirassée et peut, par conséquent, se mouvoir latéralement à l'aide de galets sur 2 rails recourbés; l'axe du pivot pour la rotation horizontale est indiqué sur le dessin.

Cette rotation horizontale de l'affût est inutile dans les coupoles cuirassées rotatives : c'est pour ce motif que l'enveloppe qui sert de guide au

châssis, est fixée à la substruction en fer forgé de la coupole. Il est tout naturel aussi que cet affût peut être disposé pour recevoir son mouvement soit à bras d'hommes, soit par un accumulateur, suivant les besoins. La construction de 1884 possède sur le modèle 1880 différents avantages: elle coûte moins cher et elle est en même temps plus simple, car le cylindre de soulèvement ne participe pas au mouvement du recul et les dispositifs pour serrer davantage le canon dans l'embrasure peuvent être écartés. De plus, les cylindres d'enrayage et le châssis se trouvent très-près et en-dessous du canon et le choc de recul n'agit donc que sur un bras de levier très-court.

Les renseignements les plus importants concernant les affûts à embrasure minima, m. 1884, se trouvent dans le tableau ci-après:

Calibre du canon	Longueur en calibres du canon	Poids en kilogr. du canon	Élévation maxima de l'affût	Dépression maxima de l'affût	Poids de l'affût de coupole	Poids de l'affût de batterie	Nombre d'hommes nécessaires au pointage vertical avec la pompe à main	Nombre d'hommes nécessaires au pointage vertical avec l'accumulateur	Nombre d'hommes nécessaires au pointage horizontal	Vitesse du mouvement du canon avec l'accumulateur	Temps employé pour un soulèvement total du canon, avec l'accumulateur	Intervalle de temps le plus court par coup.
centimètres	nombre	kilogr. environ	degrés	degrés	kilogr.	sans pivot et rotatif				millim. par seconde	secondes	minutes
10,5	30	1000	20	5	3000	3800	2	—	1	—	—	1
12	30	2000	15	5	3800	4600	2	—	1	—	—	1
15	30	4000	15	5	4600	5000	3	—	2	—	—	1—1½
17	30	6800	14	5	5200	6000	3	—	2	—	—	1½—2
21	30	12200	14	5	8500	9500	4	1	2	40—45	20—18	2—2¼
24	30	19000	13	4	12000	13500	4	1	2	40—45	22—20	2—2½
26	30	25000	13	4	16000	18000	6	1	4	35—40	27—24	2½—3
28	30	33500	12	3	20000	22500	6	1	4	35—40	29—25	2¾—3
30,5	30	44000	12	3	23000	26000	7	1	4	30—35	34—30	3—3½
35	30	75000	10	2	29000	33000	8	1	6	30—35	35—31	4—5
40	30	112000	10	2	36000	42000	9	1	6	30—35	36—32	6—7

CHAPITRE II.

Expériences de tir contre des cuirassements Gruson en fonte durcie, pendant les années 1869-1874.

Nous avons déjà dit que dans les expériences de tir contre des cuirassements Gruson en fonte durcie, il y a lieu de distinguer deux périodes, l'ancienne de 1869 à 1874 et la nouvelle de 1882 à 1886. L'objet de ce chapitre est d'exposer l'ancien groupe d'expériences dont nous avons déja donné la description dans la première édition de la brochure et que nous avons complétée, comme on le verra plus loin.

Dans cette étude, nous suivrons essentiellement le texte de la 22e livraison des « Mittheilungen des Königl. Preussischen Ingenieur-Comités » par le major Küster et les passages marqués par des guillemets sont empruntés textuellement à cette publication.

I. Expériences préliminaires contre un cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) au polygone de Tegel, pendant les années 1869-1871.

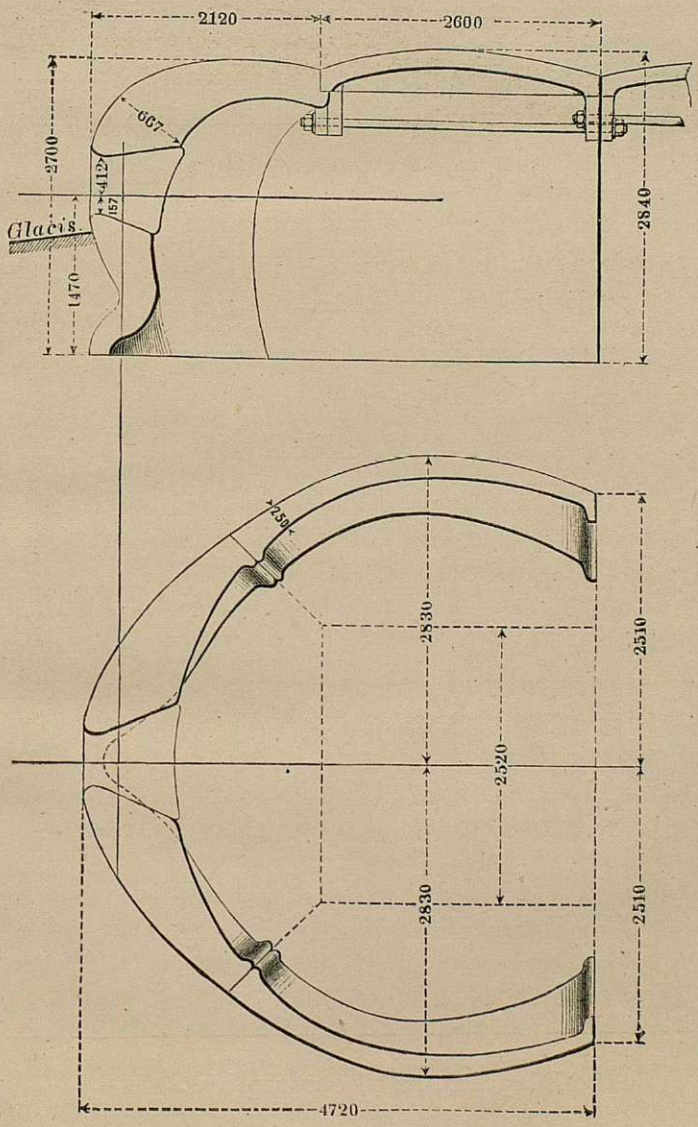
But, programme et objet de l'expérience.

L'expérience de tir avait pour but d'examiner, en général, si la fonte durcie Gruson pouvait convenir pour la construction des cuirassements et son programme ne porte pas, par conséquent, le cachet d'une attaque de guerre, contrairement à celui des expériences ultérieures.

Le tir fut exécuté surtout par des bouches à feu de 21 et de 24 cent. qui peuvent être employées seulement contre des batteries de côte, mais le cuirassement fut atteint par un si grand nombre de projectiles que l'expérience ne répondait en rien à la réalité, car un navire ne parviendra jamais à placer tant de projectiles dans une batterie cuirassée. Nous avons donc appelé cette expérience un essai préliminaire.

Fig. 7.

Cuirassement en fonte durcie
pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.)



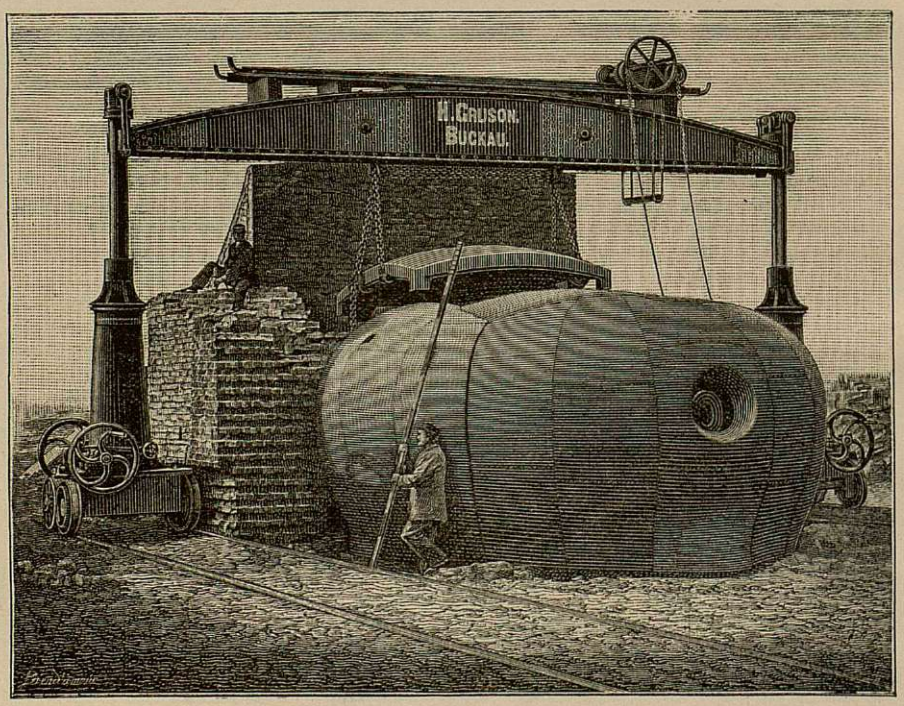
Coupe verticale et horizontale à travers le milieu de l'embrasure.

Toujours est-il que cette expérience, la première qui fut exécutée contre un cuirassement en fonte durcie, présente un intérêt tout particulier, surtout que l'objet soumis aux expériences avait été construit sans aucune indication fournie par des essais antérieurs et uniquement d'après l'estimation de la force de l'attaque. Il nous semble donc que c'est ici le moment de donner une description plus détaillée du cuirassement.

La figure 7 représente une coupe verticale et horizontale à travers le milieu de l'embrasure du cuirassement. Celui-ci se compose d'une plaque d'embrasure cintrée, de deux plaques latérales et de deux plaques de plafond. La figure indique leur forme caractéristique et leurs dimensions principales.

Fig. 8.

Le cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21^{c}) pendant le montage.



D'après une photographie.

Les plaques latérales comme les plaques de plafond avaient été ancrées entre elles par des tirants en fer forgé ; le contour des plaques de

plafond est indiqué dans la coupe horizontale par des lignes ponctuées. Le cuirassement était appuyé à une maçonnerie dont le plafond était formé par la 2e plaque de voûte qui figure sur le dessin. Toute la construction, comme l'indique la figure 9, était recouverte de terre, de manière que la plaque d'embrasure seule était directement exposée au tir de l'ennemi.

Nous avons encore à dire quelques mots du renflement caractéristique que présente la plaque d'embrasure à son pied ; ce renflement fournissait l'espace nécessaire pour la cheville-pivot de l'affût à embrasure minima, fixée dans la plaque de fondement qui n'est pas indiquée dans le dessin. Toutes les plaques avaient été construites dans une fonderie spécialement établie dans ce but au polygone de Tegel.

La figure 8 représente la construction pendant le montage.

Nous croyons utile d'attirer l'attention sur les fines bavures qui paraissent diviser la surface du cuirassement en carrés. Celles-ci proviennent des coquilles que l'on ne construisait pas encore à cette époque d'une seule pièce, mais qui étaient formées de plusieurs parties de moindres dimensions, assemblées par des vis.

1. Expérience de tir contre la plaque d'embrasure du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21c),

en février, mars et décembre 1869.

Les conditions d'attaque et le résultat de chaque coup sur la plaque sont réunis dans le tableau suivant.

Les indications principales qui les concernent et qui ont été données dans la 1ère édition, ont été complétées à l'aide de la brochure : « Vergleichende Zusammenstellung der neuesten Schiessversuche gegen Panzer von Otto von Giese ».

Numéro du coup	Bouche à feu	Projectile	Charge en kilogr.	Distance en mètres	Vitesse en mètres	Force vive en tonnes-mètres	Point d'impact	Effet produit	Observations
1	canon rayé en bronze de 24 (15 c) fretté	Projectile plein en acier de 36,kg5	3 kg. poudre à canon	300	246	113	Sur la moitié de gauche* de la plaque d'embrasure.	Les points d'impact furent reconnus à des taches blanches polies	27 février 1869
2	"	"	"	"	"	"		Les projectiles furent brisés	* La gauche et la droite s'entendent par rapport à la bouche à feu d'attaque
3	"	"	"	"	"	"			
4	"	obus en fonte chargés de 27,kg4	"	"	"	"		Les projectiles éclatèrent et couvrirent le but de terre et de débris de maçonnerie.	
5	"	obus allongés chargés de 28,kg1	"	"	"	"			
6	canon rayé de 72 (21c)	projectile plein en acier de 104,kg5	12 P. P.	1013	301	485	A droite à côté de l'embrasure.	Aplatissement	
7	"	"	"	"	"	"	A droite et en bas.	Empreinte de 7mm de profondeur	
8	"	"	"	"	"	"	Bord gauche de l'embrasure.	Pas d'effet. Une ancre fut brisée à l'intérieur	
9	"	projectile plein en fonte durcie de 100kg,5	"	"	307	483	Côté gauche de la plaque.	Aplatissement	
10	canon fretté approprié de 72 (21c)	"	15 P. P.	"	337	581	Bord inférieur de l'embrasure	Le canon fut démonté	
11	"	"	"	"	"	"	A gauche à côté de l'embrasure.	Empreinte de 10mm de profondeur; 2 fissures de 25c environ de longueur	11 Mars 1869
12	Canon rayé de 96 (24c)	projectile plein en acier de 161,kg3	24 P. P.	"	338	944	A droite et à côté de l'embrasure, à hauteur du milieu.	Empreinte circulaire et fissure vers l'embrasure; une 2e fissure en haut et vers la gauche	

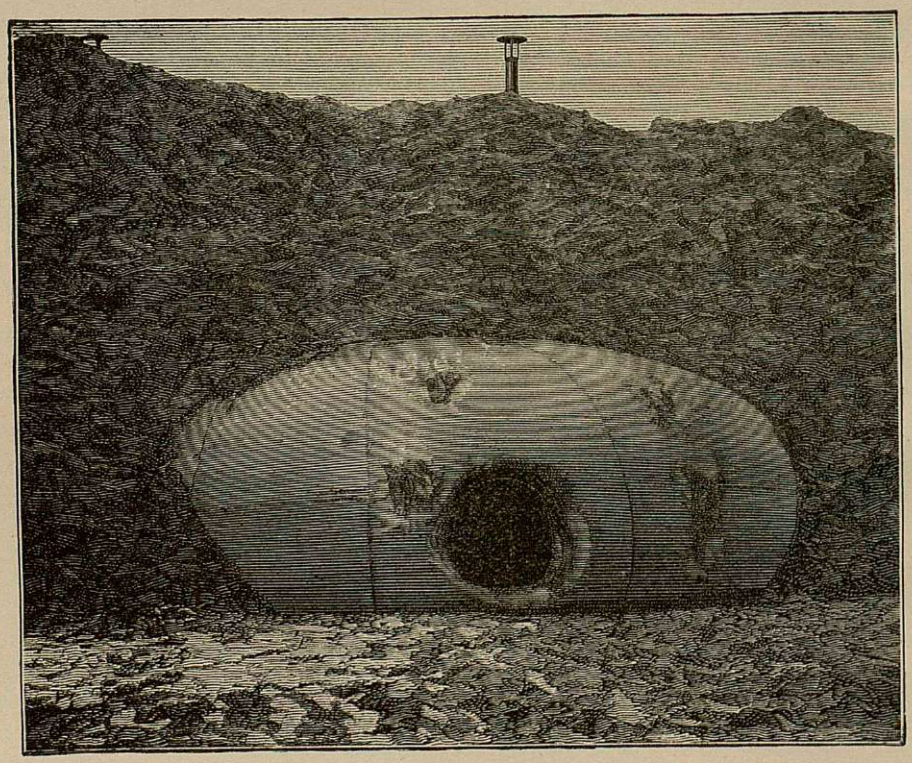
Numéro du coup	Bouche à feu	Projectile	Charge en kilogr.	Distance en mètres	Vitesse en mètres	Force vive en tonnes-mètres	Point d'impact	Effet produit	Observations
13	"	Obus en fonte durcie de 145 k. chargés à bl.	"	"	359	954	A droite et au dessus de l'embrasure.	Empreinte de 10 mm de profondeur.	
14	"	Obus en fonte durcie de 153,kg5 chargés à blanc.	"	"	348	954	2m à droite du milieu de l'embrasure et à la même hauteur.	La fissure produite par le 12e coup prolongée à l'intérieur jusqu'à 1m.	
15	"	"	"	"	"	"	1m,2 à droite du milieu de l'embras. et à la même hauteur.	Empreinte allongée. La fissure de 1m fut portée à 1m,50	
16	Canon fretté long de 72 (21c) L'axe de l'âme de la bouche à feu formant avec la ligne du milieu du cuirassement un angle de 38°	Obus en fonte durcie de 98,kg5 chargés à blanc.	17 P. P.	152	410	841	A 18c à côté du bord droit de l'embrasure, sur le point d'impact du 12e coup.	Fissure extérieure et intérieure prolongées.	16 Déc. 1869
17	"	"	"	"	"	"	"	Ecaillements. Fissures allongées et élargies.	
18	"	"	"	"	"	"	"		
19	"	"	"	"	"	"	"	Ecaillement jusqu'à 16c de profondeur. Fissure à l'intérieur élargie. Nouvelles fissures.	
20	"	Projectile plein en fonte durcie de 100,kg5.	"	"	405	838	"	Des morceaux de cuirassement furent détachés à cause du recroisement des fissures. De plus, écaillements à l'intérieur.	
21	"	"	"	"	"	"	"	Déplacement de parties de plaque. Les parties ne tiennent plus que faiblement ensemble.	
22	"	"	"	"	"	"	"	La partie supérieure de la plaque d'embrasure entre les principales fissures s'écroula devant l'embrasure.	

Résumé : Si l'on fait abstraction des deux obus allongés, la plaque d'embrasure avait été exposée en tout à l'effet de 20 projectiles pour cuirasse, comprenant une force vive totale de 13123 tonnes-mètres et avait fait preuve d'un degré de résistance réellement surprenant, eu égard à la faible épaisseur radiale de ses parois.

Comme l'indique la colonne 2 du tableau précédent, l'attaque avait été progressive et ce ne fut qu'en présence du tir continu avec le canon de 24 cent. que l'on put se rendre compte d'un commencement de destruction du cuirassement.

Fig. 9.

La plaque d'embrasure du cuirassement pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.) après le 15e coup. (11 mars 1869).



D'après une photographie.

La figure 9 représente le cuirassement à la fin du tir avec le canon de 24 cent.

Les fissures qui s'étaient produites, furent si minces qu'on ne put plus les apercevoir sur les épreuves photographiques encore existantes.

Dans le but d'économiser des munitions, le tir fut continué avec le

canon fretté long de 21 cent., à la distance de 152 m. Il est à remarquer que 8 coups, portant les numéros 12 et 16 à 22, touchèrent la plaque approximativement au même endroit, très près de l'embrasure. L'expérience ne devait être manifestement qu'une épreuve de métal, sans tenir compte des conditions de guerre ; mais si l'on fait entrer en ligne de compte la faible épaisseur de la cuirasse, elle doit être considérée comme une épreuve très sérieuse.

Il paraît que la commission d'expériences reconnut sans réserve la possibilité d'employer la fonte durcie comme métal à cuirasses, quoiqu'il y eût encore à cette époque des doutes sur la nature et l'étendue des conditions à imposer.

Tous les projectiles ayant touché la plaque avaient été brisés.

2. Expérience de tir contre la plaque latérale gauche du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.)

14 et 21 Avril 1870

Bouche à feu : canon rayé de 24 livres (15 cent.) en bronze.
Distance : 152 m.
Projectiles : projectiles pleins en fonte durcie pesant 34,7 kilog.
Charge : 2,5 à 3 kilog. de poudre prismatique.

L'épaisseur de la plaque au point d'impact moyen était de 18 à 26 cent. Six projectiles atteignirent la plaque sous des angles d'arrivée variant entre 80 et 90°.

Les trois premiers coups furent sans effet ; les trois derniers élargirent une bavure de coulée et produisirent quelques fissures capillaires.

L'expérience fut continuée le 21 avril 1870 avec le canon fretté de 15 cent.

Bouche à feu : canon fretté de 24 livres (15 cent.).
Distance : 152 m.
Projectiles : obus en fonte durcie, remplis de pois, pesant 35,5 kilog.
Charge : 5 à 6 kilog. de poudre prismatique.

Les projectiles touchèrent la partie gauche de la plaque, encore peu endommagée. Les angles d'arrivée étaient en moyenne de 70 à 75°, l'épaisseur de la plaque de 26 à 27 cent.

Les six premiers coups (nos 7 à 12) produisirent une quantité de fissures qui parcoururent toute la plaque ; les coups nos 12 à 16 les agrandirent et provoquèrent des écaillements lisses. Le coup no 17 perça dans la plaque un trou de 280 mm. de diamètre. Le coup no 18 fit sauter plusieurs fragments de plaque.

3. Expérience de tir contre la plaque latérale de droite du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.)

11 Juin 1870

Bouche à feu : canon fretté de 24 livres (15 cent.)

Distance : 75 m.

Projectiles : projectiles pleins en fonte durcie pesant 34 kilog., à tête arrondie.

Charge : 6 kilog. de poudre prismatique.

Les angles d'arrivée étaient d'environ 72°.

La plaque de droite présentait plus de dureté que la plaque de gauche.

L'épaisseur moyenne de la plaque était de 26 cent. Les cinq premiers coups produisirent une quantité de fissures traversant la plaque.

Après le sixième coup, une partie de la plaque menaça de s'écrouler, mais elle résista encore à quatre autres coups qui ne l'atteignirent pas au même endroit.

Les fissures qui s'étaient déclarées dans la plaque, démontrèrent que les bavures de coulée sont nuisibles à la solidité de la plaque.

4. Expérience contre la plaque de plafond antérieure détachée du cuirassement en fonte durcie pour une bouche à feu de 72 livres (21 cent.)

7 Octobre 1871

Bouche à feu : mortier de 8 pouces (21 cent.).

Distance : 37,5 m.

Projectiles : obus allongés pesant 80 kilog., lestés.

Charge : 2 kilog. pour le premier coup et 4 kilog. pour les coups suivants.

Vitesse d'arrivée : 209 m.

Force vive : 180 tonnes-mètres.

La plaque dont l'épaisseur moyenne était de 18 cent., avait été appuyée contre des soutiens et placée de manière à devoir être touchée en son milieu sous un angle de 90°.

Les quatre projectiles qui touchèrent la plaque, ne produisirent aucun effet.

Résumé ad 2-4 : Si l'on tient compte de la faible épaisseur de la plaque, la résistance montrée par la plaque latérale de gauche doit être considérée comme très grande.

L'expérience contre la plaque latérale de droite

donna comme résultat que, dans le cas d'une faible épaisseur, la construction de la plaque, à l'aide de coquilles séparées, n'est pas avantageuse, attendu que des fissures se produisirent dans les bavures de coulée.

L'expérience contre la plaque de plafond démontra que l'effet du tir des mortiers contre des constructions en fer est extraordinairement faible.

Tous les projectiles qui touchèrent la plaque, furent brisés.

II. Expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie, destinées à la fortification terrestre, pendant les années **1873** et **1874**.

1. Expérience de tir contre la première tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent.

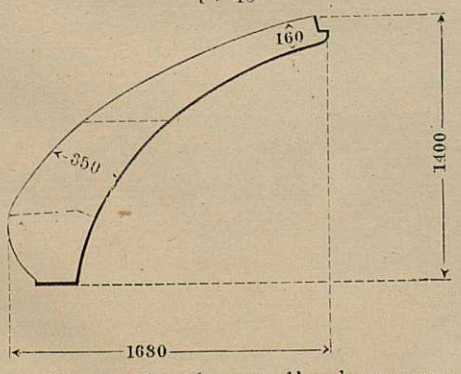
Au polygone de Tegel.

Mars 1873

But, programme et objet de l'expérience

Le but était d'exécuter une expérience comparative du tir auquel fut soumise en 1871/72 une tourelle cuirassée en fer laminé, construite par M. le major du génie Schumann. Celle-ci possédait une coupole cylindrique composée de différentes plaques; l'épaisseur des plaques d'embrasures étaient de 314 mm. (12 pouces), mais l'épaisseur des plaques fut réduite jusqu'à 120 mm. du côté postérieur de la tourelle.

Fig. 10.
Profil de la plaque d'embrasures de la première tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 c.
1 : 40



Les expériences de tir exécutées contre cette tourelle avaient donné des résultats relativement très avantageux et lorsque M. Gruson s'offrit de construire à moins de frais une tourelle cuirassée en fonte durcie, présentant le même degré de résistance, il se proposa de suivre non-seulement le même programme que dans l'expérience précédente, mais aussi de donner à ses plaques en fonte durcie la même épaisseur que celle des plaques en fer laminé. Il en résulte que la plaque d'embrasure en fonte durcie reçut une épaisseur radiale maxima de 350 mm. (voir fig. 10) qui fut réduite à 120 mm.

pour les deux plaques latérales, la plaque postérieure et la plaque de plafond. La plus grande épaisseur radiale des plaques frontales d'avant-cuirasse était de 230 mm., la hauteur et le rayon dans œuvre de 1000 mm.

Le poids de la plaque d'embrasure était de 12560 et celui des plaques latérales, de 10290 kilog.

La tourelle fut montée sur la même charpente qui avait porté celle en fer laminé, système Schumann.

Bouches à feu : Canon fretté court de marine de 15 cent., canon en bronze de 15 cent.

Distance : 377 m.

Projectiles : Obus allongés de 15 cent., chargés, pesant 27,7 kilog. y compris la charge intérieure.

Obus en fonte durcie de 15 cent., lestés et chargés, pesant 35 kilog., projectiles pleins en fonte durcie de 15 cent., pesant 36 kilog. environ.

Charge : variant entre 1,4 kilog. de poudre à canon et 6 kilog. de poudre prismatique.

Vitesse : } variant avec l'espèce de projectiles et la grandeur de la
Force vive : } charge.

Le major Küster s'exprime entre autres de la manière suivante au sujet de cette expérience :

« Somme toute, la plaque frontale fut touchée par 55 projectiles dont 60 % en fonte durcie ; la plaque latérale de droite (de gauche * » d'après notre méthode de désignation) reçut 13 projectiles dont 9 en fonte durcie, et l'avant-cuirasse 23, dont 19 de ce dernier métal.

La calotte reçut 2 coups du mortier rayé de 28 cent. placé à 1450 m. de distance. La charge fut de 4 kilog. de poudre avec des obus allongés, remplis de pois et pesant 200 kilog.

Les obus, tant ordinaires qu'allongés, frappant le voussoir de plein fouet, n'y laissèrent aucune trace visible ; par contre, en employant des obus en fonte durcie, on eut au point d'impact des aplatissements et des écaillements, accompagnés pour la plupart de fissures capillaires concentriques et souvent aussi radiales. Ces dernières furent bientôt allongées et approfondies par les secousses des coups suivants et divisèrent enfin la plaque en plusieurs fragments. Parfois aussi des esquilles de

---

* La désignation de droite et gauche, employée par le Major Küster, s'applique au front des bouches à feu de la tourelle. Comme dans les nouvelles expériences la droite et la gauche se rapportent toujours au front des bouches à feu d'attaque, nous conserverons dans la suite cette dernière désignation.

forme plate se détachèrent de la surface des voussoirs, mais jamais il n'y eut une pénétration proprement dite des projectiles dans ces derniers ».

Le tir du mortier sur la calotte démontrait encore mieux quelle faute on avait commise en donnant aux plaques une épaisseur insuffisante. Déjà au 2e coup du mortier de 28 cent., tiré à 1450 m., la plaque de plafond de la tourelle en fonte durcie fut mise complètement en brèche (charge : 4 kilog. ; poids du projectile : 200 kilog. ; angle d'élévation : 30°).

Ce fut l'avant-cuirasse qui donna les meilleurs résultats; elle se maintint à l'état de défense, quoiqu'elle eût été touchée par 23 projectiles pleins en fonte durcie du canon fretté de 15 cent., réunis sur une surface relativement petite.

Résumé : Le major Küster caractérise avec raison le résultat total de cette expérience comme défavorable. On avait perdu de vue dans le choix des dimensions de la cuirasse que la différence de caractère des deux cuirassements ne permettait nullement d'établir une comparaison entre les deux systèmes, comparaison dans laquelle la fonte durcie ne pouvait pas parvenir à faire valoir ses avantages.

Ces essais, tout en démontrant la supériorité du fer laminé pour des plaques peu épaisses, devaient eux-mêmes rendre cette supériorité douteuse, en supposant des dimensions plus considérables ; les avantages de la fonte durcie n'étant déjà plus méconnaissables.

On avait observé que tous les projectiles, en éclatant sur les plaques, s'étaient cassés en d'innombrables morceaux et on avait reconnu qu'on ne pouvait détruire ces plaques qu'en les morcelant graduellement. Mais la dureté du métal et la résistance extraordinaire qu'il opposait au déplacement de ses molécules, rendait cette manière de destruction très difficile. Ces avantages devaient ressortir encore mieux à cause de la forme doublement cintrée et en donnant aux plaques une épaisseur plus grande.

Les considérations que nous venons d'exposer engagèrent la commission, déjà après ce premier essai, à recommander la fonte durcie pour la fabrication des avant-cuirasses, tandis que pour la coupole proprement dite, on regardait encore provisoirement le fer laminé comme préférable.

On déclara, du reste, qu'il était nécessaire de continuer les essais, attendu que l'on pourrait bien obtenir des résultats pratiquement plus favorables, si l'on donnait aux plaques des formes en profil plus avantageuses et une plus grande épaisseur.

2. Expérience de tir contre la deuxième tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent.

Au polygone de Tegel,

pendant les mois de Mai-Juillet 1874.

But, programme et objet de l'expérience

Déjà, pendant l'essai qui vient d'être décrit, M. Gruson s'était déclaré prêt à établir à ses frais une autre tourelle de construction plus solide, qui répondrait mieux aux besoins militaires.

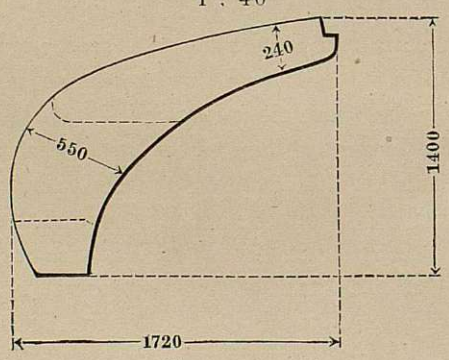
Sur la demande de la commission, le département de la guerre accorda les munitions nécessaires pour ce nouvel essai, mais fixa en même temps les points de vue sous lesquels l'essai devait avoir lieu, en prenant pour base de ses dispositions les observations du tir antérieur. Les essais se rapprocheraient autant que possible de la réalité et leur étendue serait décidée suivant les expériences faites dans les siéges des forteresses.

Dans cet ordre d'idées, on partit de l'hypothèse qu'un corps de siége ne possède pas d'abord les bouches à feu pour cuirasses des plus forts calibres, mais qu'il commence le bombardement avec des obus allongés de 15 cent.

Fig. 11.

Profil de la plaque d'embrasure de la 2e tourelle en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15c

1 : 40



On estimait, en outre, que pendant un siége de 30 jours, la cuirasse de la tourelle pourrait être touchée par 1000 à 1500 projectiles et on regarderait donc le résultat comme satisfaisant, si un quart de la tourelle résistait à 200 obus allongés du canon fretté de 15c, lancés à 1000m de distance.

Si ce résultat était obtenu, le tir serait continué sur cette plaque avec le canon de 17c, condition à laquelle le fabricant se soumit volontiers, ayant une entière confiance dans sa nouvelle construction.

Il faudrait ensuite envisager le cas où le corps de siége serait pourvu de pièces de gros calibre ; alors le bombardement de la tourelle ne commencerait que lorsque les circonstances auraient permis à l'assaillant de rapprocher ses canons le plus près possible de la tourelle, soit à une distance de 1000m, dans le but de pouvoir utiliser autant que possible l'effet des obus en fonte durcie.

On ferait donc suivre le premier essai par un deuxième dirigé sur la **2e plaque d'embrasure** avec 150 obus en fonte durcie de 15c.

Enfin la possibilité n'étant pas exclue de faire avancer dans les approches, jusqu'à 1000^{m} environ, quelques grosses pièces de côte du poids de 100 à 120 quintaux, on tirerait 20 obus en fonte durcie avec le canon fretté de 17^{c} sur une 3^{e} plaque et finalement 5 coups avec le mortier de 28^{c} sur la calotte.

L'objectif du tir consistait en quatre plaques nouvellement fournies, une plaque d'embrasure, deux plaques latérales et une de plafond, qui furent montées sur la même charpente que la première tourelle d'expérience et l'on avait établi comme plaque postérieure (opposée aux embrasures), une plaque d'embrasure qui provenait de la première expérience et qui avait été rejetée à cause de certains défauts de coulée.

Le profil de la nouvelle plaque d'embrasure est représentée dans la fig. 11. Il montre d'abord un renforcement de l'épaisseur radiale vers le milieu de l'embrasure de 350 à 550^{mm}. Les deux plaques latérales avaient reçu également une augmentation d'épaisseur correspondante (420^{mm}). De même, la plaque de plafond était épaisse de 420^{mm}. L'avant-cuirasse ne fut pas modifiée, mais fut complétée par une nouvelle plaque.

Le poids de la plaque d'embrasure était de 20000 kilog., celui de la plaque latérale de gauche, de 16700 kilog. et celui de la plaque de droite, de 16630 kilog.

En examinant la fig. 11, on voit immédiatement le changement introduit dans la courbe extérieure de profil de la plaque d'embrasure comparativement à celui de la fig. 10. On avait constaté notamment à la première expérience ce fait frappant que les projectiles qui touchaient la partie supérieure de la plaque sous des angles aigus, y causaient de plus grands dégâts que ceux qui atteignaient la partie inférieure sous de grands angles. Ce phénomène étrange s'explique par cette circonstance que les projectiles en fonte et en fonte durcie se brisaient dans le premier cas en une quantité de grands fragments qui produisirent des évidements considérables à la surface du cuirassement, et étaient réduits en atomes, dans le second cas, et semblaient exercer un effet moindre. A la suite de ce résultat d'observation, on donna aux nouvelles plaques d'expérience une forme plus cintrée, de manière à les faire toucher par les projectiles sous de plus grand angles.

A. Expériences de tir contre la plaque d'embrasure de la deuxième coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent.

a. Tir contre la plaque d'embrasure par 193 obus allongés de 15 cent.

Bouches à feu : deux canons frettés de 15 cent., m. 1872.
Distance : 150 m.

Projectiles : obus allongés de 15 cent., chargés et pesant environ 27,7 kilog., y compris la charge intérieure.

Charge : 4,14 kilog. de poudre prismatique, charge équivalente pour 6,2 kilog. de poudre prismatique à 1000 m.

Vitesse d'arrivée : 366 m.

Force vive : 189,46 tonnes-mètres.

Le nombre précité de 193 projectiles sans défauts, ayant atteint la plaque, fut obtenu en deux jours d'expériences, à l'aide de 200 coups : un tiers toucha la partie aplatie de la plaque au dessus de l'embrasure et les deux tiers atteignirent la partie inférieure. On chercha d'ailleurs à répartir autant que possible les projectiles sur tout le voussoir. Nous reproduisons textuellement les paroles du major Küster dans son rapport sur le résultat de l'expérience (page 20) :

« Le résultat de cette première partie de l'expérience fut **absolument satisfaisant** ; après le tir, la coupole se présentait encore comme si elle n'avait pas été endommagée.

Il est vrai qu'au 33e coup un projectile avait produit sur le bord de droite de l'embrasure de droite (de gauche d'après notre mode de désignation) un écaillement de 5 cent. environ de largeur et de profondeur, qui ne s'agrandit d'ailleurs que d'une manière insignifiante et seulement à la surface, quoique celle-ci fût touchée encore plusieurs fois au même endroit. Au 70e coup, il s'était formé une fine fissure peu profonde qui s'étendait de l'endroit endommagé vers l'intérieur de l'embrasure et qui resta dans le même état.

L'effet de chaque coup isolé sur la plaque était indiqué par un applatissement de 2 mm. de profondeur environ, quand il s'agissait d'un coup oblique ; sans cela, l'effet ne fut pas perceptible à l'endroit touché, si ce n'est par un changement de couleur ».

En présence des conditions extraordinairement avantageuses dans lesquelles se trouvait la plaque, il fut résolu, avant de continuer le programme, de la soumettre au tir d'obus de 15 cent. en fonte durcie, afin d'avoir un terme de comparaison entre cette plaque et des plaques latérales plus faibles qui seraient exposées plus tard à l'effet des mêmes projectiles. On voulait faire cet essai avant que la plaque d'embrasure n'eût été endommagée considérablement par l'effet des obus de 17 cent.

b. Tir contre la plaque d'embrasure avec 10 obus de 15 cent. en fonte durcie.

Bouches à feu : 2 bouches à feu frettées de 15 cent., m. 1872.

Distance : 150 m.

Projectiles : obus en fonte durcie de 15 cent. pesant environ 35 kilog., lestés.
Charge : 4,8 kilog., de poudre prismatique.
Vitesse d'arrivée : 350 m.
Force vive : 218,57 tonnes-mètres.

Tous les dix coups atteignirent la plaque entre les deux embrasures; comme le dit textuellement le major **Küster**, ces projectiles ne produisirent aucun effet visible.

C'est pour ce motif que l'on préféra continuer d'abord le programme et on commença le tir avec le canon fretté de 17 cent.

c. Tir contre la plaque d'embrasure avec 20 obus de 17 cent. en fonte durcie.

Bouche à feu : canon fretté court de marine de 17 cent.
Distance : 150 m.
Projectiles : obus de 17^{c} en fonte durcie pesant environ 54,9 kilog., lestés.
Charge : 9,10 kilog. de poudre prismatique (charge équivalente pour 12 kilog. à 1,000 m.
Vitesse d'arrivée : 404 m.
Force vive : 457,60 tonnes-mètres.

Le premier coup tiré sur la ligne médiane de la plaque à 20 cent. au-dessus de l'avant-cuirasse, fut sans effet.

Les coups n^{os} 2 à 6 occasionnèrent deux courtes fissures partant du bord supérieur et inférieur de l'embrasure de droite.

Le 7^{e} et le 8^{e} coup prolongèrent et approfondirent ces fissures, de manière à les faire passer à travers la plaque et le coin de droite fut détaché. Le major **Küster** attribue ce résultat à l'état défectueux de la partie cylindrique supérieure de la charpente. Les coups n^{os} 9 à 20 furent répartis uniformément sur toute la plaque. Le résultat consistait en une écorchure de 25 cent. de hauteur et de largeur et de 1 cent. de profondeur. Il ne s'était pas formé de nouvelles fissures.

d. Tir contre la plaque d'embrasure avec 65 obus de 15 cent. en fonte durcie *.

Conditions d'attaque comme sub B.

Les 11 premiers coups produisirent entre les embrasures une fissure qui se prolongeait du bord de l'embrasure de gauche jusqu'au bord

* Cette partie du tir ne fut exécutée qu'à la fin de toute l'expérience, au mois de juillet 1874.

inférieur de la plaque. Les coups suivants jusqu'au 47e inclus augmentèrent la formation des fissures et les écaillements.

Le 49e coup provoqua une fissure verticale partant de la fissure horizontale et se perdant au bord inférieur de la plaque. Les coups suivants jusqu'au 65e élargirent les fissures et augmentèrent les écaillements à la surface. Quelques fragments s'étaient détachés à l'intérieur et étaient tombés.

Résumé : La plaque avait soutenu en tout les coups suivants :

Nombre de coups ayant touché	Espèce de projectiles	Force vive
193	obus allongés de 15 c.	à 189,46 tonnes-m.
20	obus en fonte durcie de 17c.	à 457,60 »
75	obus en fonte durcie de 15c.	à 218.57 »
Total: 288 coups	avec une force vive de	62110 tonnes-mètres.

Néanmoins la commission était d'avis que la plaque n'était encore nullement mise en brèche.

Le major Küster résume ce résultat, à la page 24, en disant que la plaque avait montré vis-à-vis des obus allongés de 15 cent. une si grande insensibilité, qu'elle aurait soutenu sans doute encore un nombre beaucoup plus grand de coups pareils.

« Comme du reste la même plaque s'était montrée suffisamment résistante contre les projectiles de 17 cent. et qu'elle avait supporté, en outre, un nombre réellement considérable d'obus en fonte durcie de 15 cent., la plaque frontale pouvait donc être regardée non seulement comme ayant rempli les conditions du programme, mais même comme les ayant réellement surpassées et c'est pour ce motif qu'elle paraissait convenir parfaitement pour servir de base, tant pour la forme que pour l'épaisseur de la cuirasse, aux constructions ultérieures de cette catégorie ».

Tous les projectiles ayant touché la plaque, avaient été brisés

B. Expérience de tir contre la plaque latérale de gauche * de la 2e tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 15 cent.

Bouches à feu : 2 canons frettés de 15 cent., m. 1872.
Distance: 150 m.
Projectiles : obus de 15 cent. en fonte durcie, pesant 35 kilog., lestés.
Charge : 4,8 kilog. de poudre prismatique.
Vitesse d'arrivée : 350 m.
Force vive : 218,57 tonnes-mètres.

Les coups furent répartis uniformément sur toute la plaque et causèrent des évidements ayant jusqu'à 8 mm. de profondeur.

* D'après la désignation du Major Küster " de droite „

Après 12 coups, les points touchés furent reliés par des fissures capillaires. Le 39e coup provoqua une fissure verticale s'étendant du bord supérieur au bord inférieur qui divisa la plaque en deux parties inégales. Les coups nos 40 à 64 touchèrent la moitié la plus grande et produisirent encore deux fissures, l'une verticale et l'autre horizontale traversant la plaque. Abstraction faite des fissures, aucun effet du tir n'était perceptible à l'intérieur.

Le tir contre cette plaque ne fut continué qu'à la fin de toute l'expérience.

Les coups nos 65 à 103 occasionnèrent la formation d'autres fissures et des écaillements ayant jusqu'à 10 cent. de profondeur.

Le 104e coup fit détacher de petits fragments au revers de la plaque.

Les coups nos 105 à 133 produisirent peu à peu un démantèlement rapide de la plaque et un déplacement de ses diverses parties.

Le 134e coup fit redresser un fragment du cuirassement et provoqua ainsi une ouverture dans la plaque.

C. Expérience de tir contre la plaque latérale de droite de la deuxième tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent.

Conditions d'attaque comme sub. B.

La plaque de droite étant plus dure que celle de gauche, les évidements produits par les projectiles furent plus faibles.

Au 37e coup, il se présenta la première fissure traversant la plaque du bord supérieur au bord inférieur. Les coups nos 38 à 64 produisirent une fissure verticale plus large, traversant la plaque et une fissure horizontale en même temps qu'un réseau de fissures capillaires.

L'expérience cessa après le 64e coup, puisque la plaque résista au tir de la même manière que la plaque latérale de gauche.

Résumé ad B et C :

Quoique la plaque latérale de gauche n'eût été touchée que par 134 projectiles, au lieu de 150, comme le prescrivait le programme, la commission déclara cependant que le résultat obtenu par les plaques latérales était également **favorable** ; en formulant cette conclusion, elle tenait compte de la condition des 150 coups qui était énorme et de cette circonstance que la plaque avait été exposée aux 70 derniers coups dans des conditions particulièrement défavorables, parce que la plaque de plafond avait été endommagée pendant le tir et ne fournissait plus l'appui nécessaire. Il est intéressant de faire remarquer que la commission, se basant sur les observations qu'elle avait faites, recommanda également pour

les plaques latérales une modification dans la forme du profil correspondant à celle qui avait été admise pour les plaques d'embrasure. Cette modification consistait en une surface frontale plus verticale et un plus grand aplatissement à la partie supérieure, puisque la formation des fissures avait lieu régulièrement quand les projectiles glissaient à la surface.

On ne constata pas de différence dans le degré de résistance des plaques latérales dont l'une, celle de gauche, était moins dure que l'autre.

Tous les projectiles, en touchant les plaques, avaient été brisés.

D. Expérience de tir contre la plaque de plafond de la deuxième tourelle cuirassée pour deux bouches à feu de 15 cent.

Bouche à feu : mortier rayé d'expérience de 28 cent..
Elévation : 30°.
Distance : 880 m.
Projectiles : obus allongés de 28 cent. pesant 200 kilog., lestés.
Charge : 2,05 kilog. poudre à canon.
Vitesse d'arrivée : 98,6 m.
Force vive : 99 tonnes-mètres équivalent de la force vive de l'obus de 21 cent. à 2500 m.

Des 45 coups, cinq touchèrent la plaque.

Les deux premiers coups atteignirent la calotte de visée et restèrent sans effet.

Le 3e coup produisit deux fissures radiales traversant la plaque et s'étendant jusqu'au bord.

Le 4e coup toucha au même point que les deux premiers et resta sans effet.

Le 5e provoqua deux nouvelles fissures radiales s'étendant jusqu'au bord de la plaque, de manière que celle-ci était divisée en cinq parties.

Résumé : La commission fut d'avis que la plaque de plafond n'avait pas satisfait aux conditions et recommanda la conservation des calottes en fer laminé pour les constructions ultérieures.

Le major **Küster** résume le résultat total des expériences sub A—C, en disant que non-seulement la possibilité a été prouvée d'employer la fonte durcie pour des coupoles rotatives cuirassées à l'intérieur du pays, mais qu'on a gagné des indications d'une précision suffisante sur les détails essentiels des constructions à choisir.

III. Expériences du tir contre des cuirassements en fonte durcie pour la fortification des côtes, en 1873-74.

1. Expérience du tir contre la première plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21c

Au polygone Gruson à Buckau

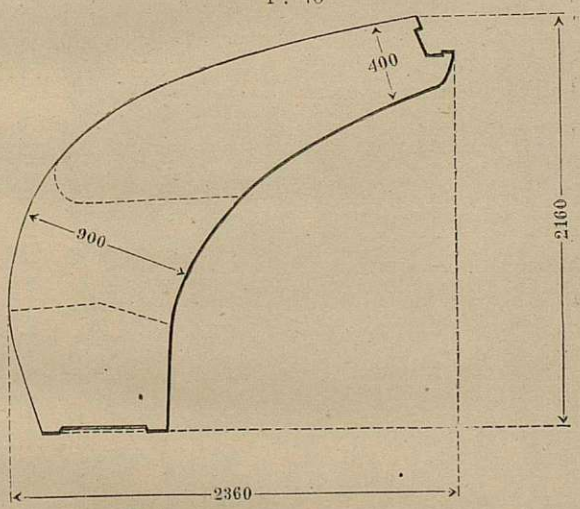
le 5 Décembre 1873.

But, programme et objet de l'expérience.

Fig. 12.

Profil des plaques d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21c

1 : 40



Déjà en se basant sur les résultats des expériences préliminaires de 1869, le ministère de la guerre prussien avait commandé à M. Gruson des cuirassements en fonte durcie pour le «Langlûtjensand». Mais comme dans les cercles du génie, les opinions au sujet de cette première expérience, étaient partagées, on fit la commande sous la condition que quelques casemates de cette batterie seraient soumises à des essais préalables et devraient satisfaire à certaines conditions.

On tirerait sur une plaque deux coups touchant exactement au même endroit le bord de l'embrasure avec un canon de 28c. La charge correspondrait à la charge ordinaire de 40 kilogr. à une distance de 750m.

La plaque devrait soutenir ces deux coups sans perdre sa résistance, mais les fissures qui pourraient se produire, ne seraient pas regardées comme mettant les plaques hors de combat.

On devait notamment, dans ces nouveaux essais, partir d'un point de vue autre que dans les expériences que nous avons décrites précédemment. Dans la fortification des côtes, le nombre de coups réussis auquel on doit s'attendre ne sera pas grand, mais ce seront des projectiles des plus gros calibres, tandis qu'à l'intérieur du pays, le cuirassement devra soutenir le plus grand nombre de coups possible de calibre moyen.

La cible soumise aux expériences répondait à la description d'une batterie cuirassée que nous avons donnée dans le chapitre précédent et était composée de deux plaques d'embrasure et de trois plaques de merlon, y compris les plaques de pivot et de plafond. Les figures 13 et

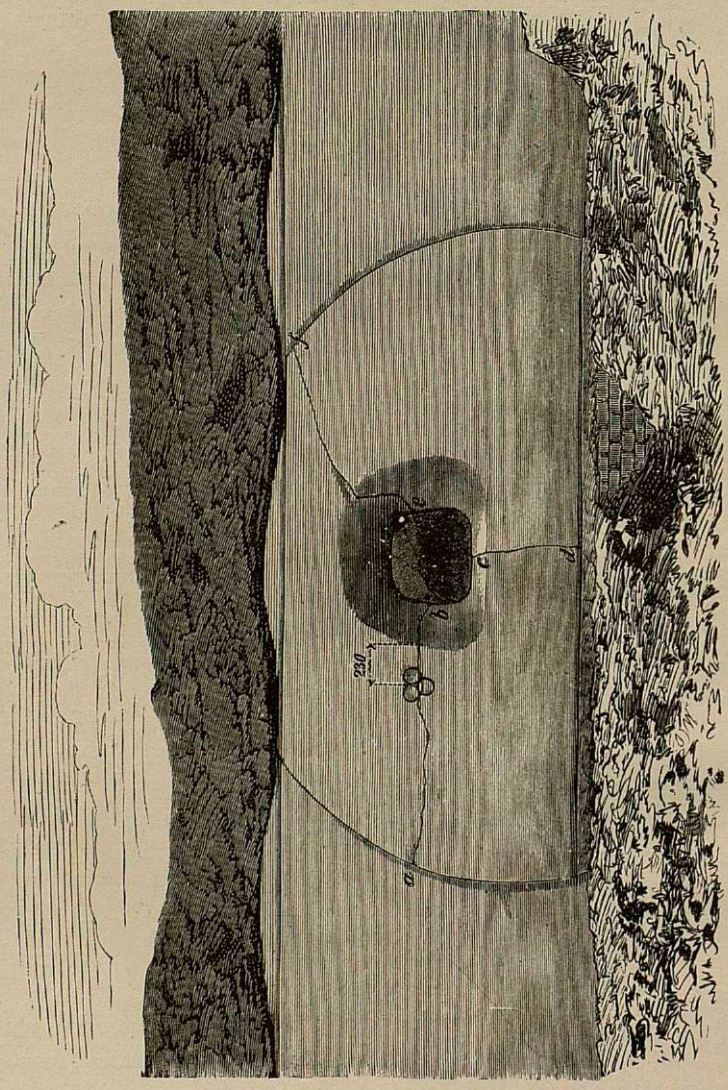


Fig. 13.
La première plaque d'embrasure de la batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21ᶜᵐ, après le 3ᵉ coup (5 Déc. 1873).
D'après une photographie.

16 indiquent la construction. La figure 12 montre le profil de la plaque d'embrasure qui correspond à la courbe qui avait été reconnue avantageuse à la première expérience de Tegel. La cible était précédée d'une forte charpente en bois protégeant la bouche à feu d'attaque contre l'effet des éclats de projectile qui auraient pu être projetés de son côté.

La largeur de la plaque était de 4^m,40 à sa partie inférieure et de 3^m,30 à la partie supérieure.
Le poids était de 42550 kilogr.
Bouche à feu : canon de 28c.
Distance : 16 m.
Projectiles : obus en fonte durcie de 28 cent. pesant 232 kilog., lestés.
Charge : 34 kilogr. de poudre prismatique, charge équivalente pour 40 kilog. à 750 m.
Vitesse d'arrivée : 385 m.
Force vive : 1760 tonnes-mètres

L'effet du premier coup consistait en une fine empreinte à peine perceptible et en une fissure capillaire de peu de longueur et montrait d'une manière surprenante la grande résistance du métal à la compression.

Le 2e coup touchant exactement à la même place provoqua les fissures a, b et c, ayant à peu près 2 mm. de largeur, la première seule était visible au revers de la plaque. Quoique la plaque d'embrasure eût satisfait aux conditions du contrat, on résolut cependant dans l'intérêt de l'expérience de la frapper encore d'un 3e coup au même endroit.

Ce coup, outre une mince fissure au point d'impact, produisit encore la fissures e, f.

Résumé : La plaque avait surpassé les conditions fixées par le programme, mais comme les résultats de ce tir ne permettaient pas une conclusion directe par rapport à la résistance du métal, dans le cas d'un bombardement prolongé, on se décida à continuer l'essai sur la 2e plaque d'embrasure, en répartissant autant que possible les coups sur toute la surface, comme cela a lieu dans la réalité.

2. Expérience de tir contre la deuxième plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent.

Au polygone Gruson à Buckau
le 27 juillet et le 21 août 1874

But et programme de l'expérience.

L'expérience contre la 2e plaque d'embrasure ne devait être dans le sens proprement dit du mot qu'une épreuve de métal et le tir devait donc être continué jusqu'à sa démolition, sans tenir compte des conditions de guerre admises par les cuirassements des côtes. On résolut cependant de constater les résultats après le 10e coup, pour pouvoir comparer cet essai avec un autre, fait antérieurement en Angleterre.
Le poids de la plaque d'expérience était de 44850 kilog.
Bouche à feu : canon de 28 cent.

Distance : 16 m.
Projectiles : obus et fonte d'acier du 28 cent. pesant 232 kilog., lestés.
Charge : 34 kilog., de poudre prismatique, charge équivalente pour 40 kilog. à 750 m.
Vitesse d'arrivée : 385 m.
Force vive : 1760 tonnes-mètres.

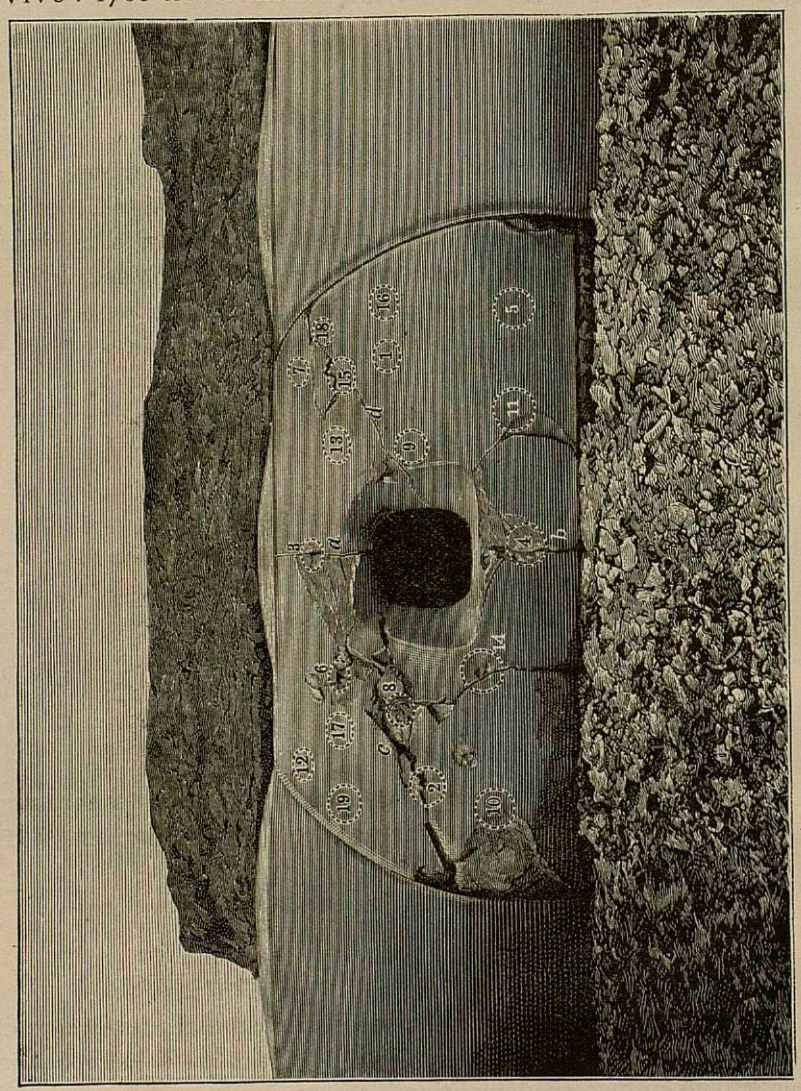


Fig. 14.
La deuxième plaque d'embrasure de la batterie cuirassée pour bouches à feu de 21 cent. après le 19e coup. 21 août 1874.

D'après une photographie.

La figure 14 représente par les n^os correspondants et par de petits cercles la série des coups et leurs points d'impact. Les deux premiers coups qui touchèrent la plaque sous des angles de 79 et de 52°, n'eurent pas le moindre effet. Le troisième causa sous un angle d'arrivée de 36° la fissure a, visible également au revers de la plaque.

Le quatrième coup prolongea cette fissure vers le bas jusqu'en b, et divisa ainsi la plaque en deux parties ; il produisit en outre la fissure c.

Les coups nos 5 à 10 provoquèrent encore une fissure d à la surface extérieure, ainsi que quelques écaillements à la surface, à côté du bord gauche et supérieur de l'embrasure. Ces écaillements avaient environ 7 cent. de profondeur. Après le 10e coup, on constata le résultat du tir.

Les fissures a, b et c étaient visibles au revers de la plaque.

Dans le rapport du major Küster (page 47), l'essai fut désigné comme ayant été fait dans des conditions plus rigoureuses que celui de l'année 1871, exécuté en Angleterre avec une cuirasse en fer laminé. Celle-ci avait été caractérisée comme résistante au-delà du nécessaire, après avoir soutenu 9 coups du canon de 12 pouces avec un effet total de 43000 tonnes-pieds anglaises. A cette expérience, les deux couches supérieures de la cuirasse anglaise avaient été percées par tous les projectiles et la 3e couche avait été endommagée, tandis que le cuirassement Gruson n'avait éprouvé dans aucune de ses parties intérieures une lésion dangereuse et tenait parfaitement ensemble.

> « Nous ne saurions donc hésiter — c'est ainsi que se terminait le rapport — à déclarer qu'une plaque d'embrasure d'une construction et d'une épaisseur pareilles à celles de la plaque d'essai, sera vraisemblablement, au point de vue de sa résistance, à la hauteur de toutes les exigences imaginables de la guerre ».
>
> « Ce jugement favorable, certinue le major Küster (page 48), fut confirmé plus tard dans une mesure dépassant toute attente par la continuation du tir, le 21 août 1874 ».

Les conditions d'attaque furent les mêmes que pour la première partie du tir. Le premier coup (le 11e dans l'ordre général) causa une fissure, traversant la plaque, du point d'impact au bord inférieur. Le 12e coup agrandit les fissures existantes, le 13e produisit un léger déplacement du quart supérieur gauche de la plaque. Le 14e et le 15e coup provoquèrent au revers différentes fissures dont la plupart se perdirent dans l'étranglement de l'embrasure. Le 16e coup fit sauter une bande étroite de la plaque de merlon voisine. Le 17e, le 18e et le 19e coup n'eurent aucun effet visible.

Au grand regret de la commission, ce tir dût être interrompu après le 19e coup, à cause de l'éboulement survenu dans les constructions de sûreté, après que la plaque avait soutenu presque le double de coups que les calculs de probabilité lui avaient assignés.

On passa alors le même jour à l'épreuve de la **plaque de merlon du milieu**, épreuve que l'on cessa cependant après le premier coup, parce que

celui-ci, à l'exception d'une légère empreinte, ne produisit aucun effet, comme c'était d'ailleurs à prévoir. *

Résumé : La plaque avait résisté à dix-neuf obus en fonte durcie de 28 cent., avec un effet total de 33440 tonnes-mètres, sans avoir éprouvé une modification sensible dans sa forme. Dans tous les cas, il s'était présenté au deuxième tir un léger déplacement de différentes parties qui avaient été séparées par l'effet des fissures; toutefois, dans son état actuel, le cuirassement devait être déclaré comme étant encore en état de défense, c'est ce que fit d'ailleurs la commission.

L'expérience n'était pas, comme nous l'avons déjà dit, une épreuve de guerre, c'était un essai de métal et le résultat obtenu peut être résumé en disant que la batterie de 21 cent. avait fait preuve, vis-à-vis des bouches à feu d'attaque de cette époque, d'un excès considérable de résistance.

Tous les projectiles qui avaient touché la plaque, s'étaient brisés.

3. Expérience de tir contre une plaque de plafond appartenant à une batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent.

le 21 août 1874

But, programme et objet de l'expérience.

Le tir contre la plaque de plafond n'eut pas lieu, comme à la 2e tourelle cuirassée de Tegel, avec le mortier de 28 cent., mais avec le canon du même calibre, conformément à l'attaque à laquelle pourrait être exposé un cuirassement de côte.

La distance d'attaque adoptée fut de 2,000 mètres et on détermina en conséquence la charge équivalente et l'angle d'arrivée.

L'angle de chute de l'obus de 28 cent. à la distance précitée étant de 5°, la plaque d'expérience avait été inclinée en avant; en tenant compte du cintrage de la plaque, les angles d'arrivée aux points d'impact étaient d'environ 20°.

La plaque d'expérience avait une largeur de 3,30 m. et une longueur de 5 m. Son épaisseur, en avant à la partie la plus forte, était de 330mm; elle était de 200mm à partir du milieu et resta constante.

Le poids était de 28840 kilog.

---

* Cette plaque a été utilisée plus tard dans la construction de la batterie I. de Langlütjensand. Le projectile a eu si peu d'effet qu'on a de la peine à reconnaître la plaque d'essai parmi les autres.

Bouche à feu : Canon de 28 cent.

Distance : 16 mètres.

Projectiles : obus en fonte durcie de 28 cent. pesant 232 kil., lestés.

Charge : 26 kilog. de poudre prismatique, charge équivalente pour 40 kilog. à 2000 m.

Vitesse d'arrivée : 335 m.

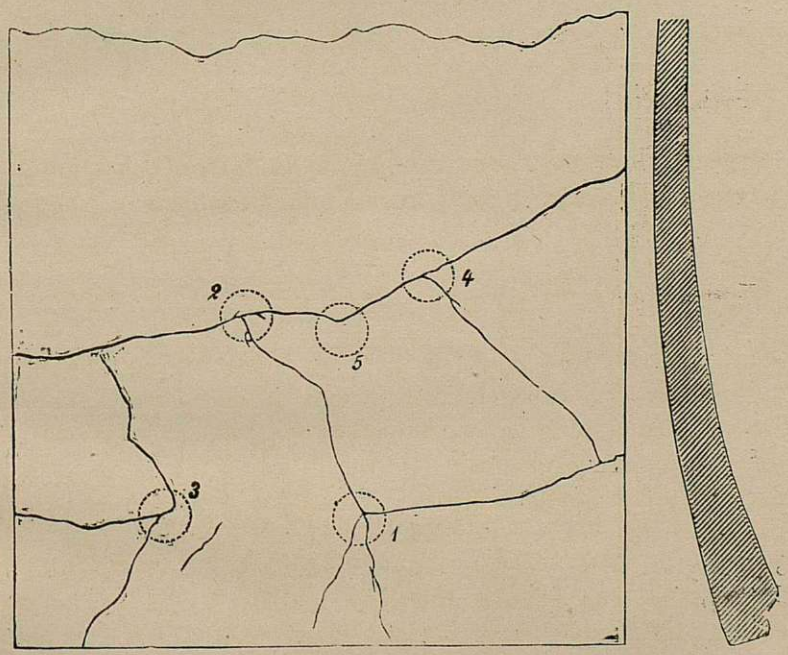
Force vive : 1333 tonnes-mètres.

L'image du groupement du tir contre la plaque de plafond est représentée figure 15.

Fig. 15.

Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque de plafond de la batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent., 21 août 1874

1 : 40



Il y eut en tout 5 coups qui touchèrent la plaque. Les deux premiers ne causèrent que des fissures étoilées, le troisième produisit quelques fissures s'étendant jusqu'aux bords, mais le quatrième occasionna de nouvelles crevasses traversant la plaque et la séparant en deux parties. Le cinquième coup ne provoqua aucune nouvelle fissure, mais élargit surtout à la surface intérieure celles qui existaient déjà, y détacha un fragment de cuirasse pesant à peu près 1 kilog. et le fit tomber.

Résumé : La commission déclara que la plaque était suffisamment **résistante** eu égard à la faible étendue du but (1/5 de la plaque d'embrasure) sur laquelle un navire ne réussirait probablement pas à loger autant de coups.

Tous les projectiles ayant touché la plaque s'étaient brisés.

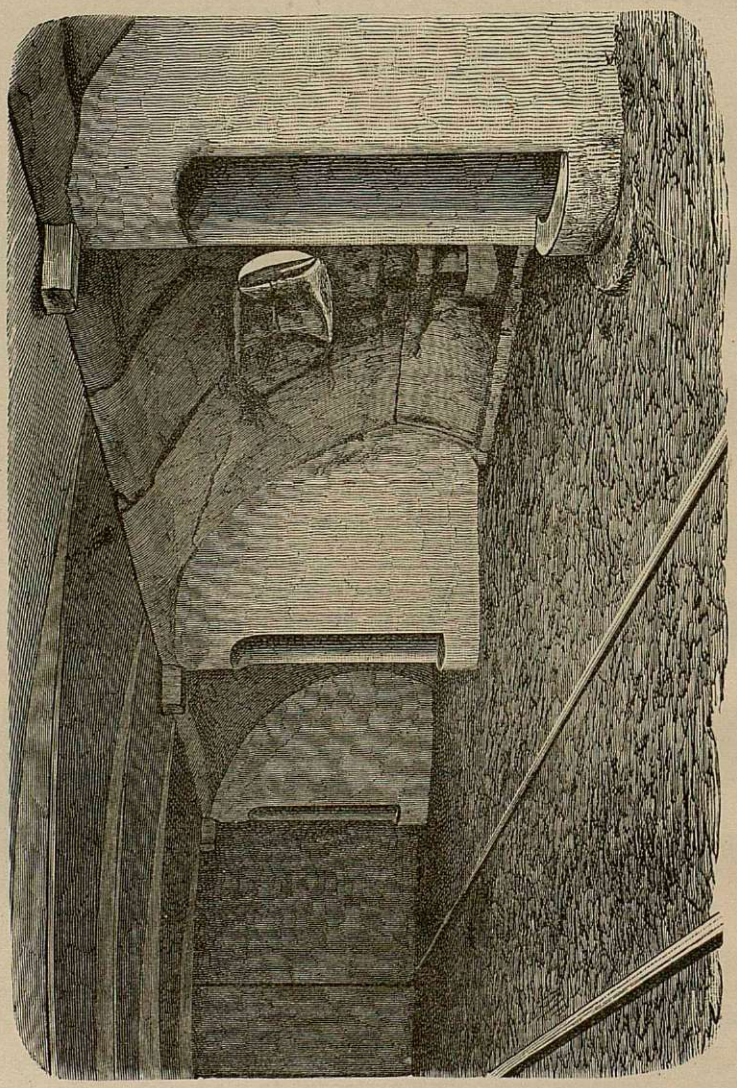


Fig. 16.
L'intérieur de la batterie cuirassée en fonte durcie pour bouches à feu de 21 cent., après le tir. 21 août 1874.
D'après une photographie.

V. Conclusions finales.

Dans les expériences que nous venons de décrire, les plaques de cuirassements en fonte durcie avaient montré une telle supériorité vis-à-vis des bouches à feu de cette époque que le ministère de la guerre prussien fit immédiatement des commandes considérables de coupoles cuirassées et de batteries en fonte durcie.

Non-seulement tous les avantages que M. Gruson avait espéré trouver dans son métal s'étaient montrés de la manière la plus évidente dans les expériences, mais on en avait découvert d'autres qui n'avaient pas moins d'importance au sujet de la possibilité d'employer la fonte durcie pour les cuirassements. Les essais avaient démontré de la manière la plus claire la dureté extraordinaire du métal qui fit glisser les projectiles à la surface et qui provoqua leur rupture, quel que fut l'angle, aigu ou à peu près droit, sous lequel ils vinrent toucher la cuirasse.

De là se déduit avant tout l'avantage qu'une grande partie de la force vive n'exerce pas même son effet sur la cuirasse, mais qu'elle est absorbée par les éclats lancés dans toutes les directions.

On put se convaincre, en outre, que M. Gruson ne s'était pas trompé en augurant bien de la couche molle sur laquelle s'appuie la surface dure, car ce n'est qu'un tir longtemps continué qui produisit des fissures dans la cuirasse. Cependant l'inefficacité d'un choc aussi énorme que celui des projectiles de gros calibre ne peut être expliqué que par une élasticité considérable du métal et des expériences faites à cette intention ont démontré que la fonte durcie possède cette qualité à un certain degré.

Si, d'un côté, l'élasticité répartit le choc du point d'impact sur toute la masse, d'un autre côté, elle absorbe aussi une partie de la force vive du projectile dont l'effet sur la cuirasse sera, par conséquent, considérablement diminué.

Enfin, la forme cintrée des plaques donna des résultats excellents : non-seulement elle fit glisser les projectiles, mais secondée par la tendance du métal à se briser seulement dans le sens des rayons, elle empêchait les morceaux détachés de tomber dans l'intérieur de la coupole.

On eut même l'occasion d'observer que des fragments coupés dans la masse du métal furent rescellés à leur place par les projectiles suivants.

Enfin, ce que l'on avait désigné d'abord comme un défaut des

plaques, nous voulons parler de leur poids et de leur épaisseur, fut démontré comme étant un avantage, car des fragments de cuirasse entièrement détachés de l'ensemble, ne furent pas enlevés de leur logement pendant la continuation du tir. Le personnel se serait donc trouvé parfaitement en sûreté dans l'intérieur de la coupole.

Pendant les expériences contre la première tourelle de Tegel, on avait constaté, comme nous l'avons déjà mentionné, ce fait remarquable que les projectiles en fonte durcie qui touchaient normalement la cuirasse, étaient réduits en atomes sans produire des dégâts notables ; si les obus venaient frapper la plaque sous des angles obliques, ils se brisaient en gros morceaux, en produisant à la surface des évidements plus ou moins considérables. A la suite de ces observations, on abandonna pour la deuxième tourelle, la courbe aplatie du profil de la première, expérimentée à Tegel, mais comme les mêmes phénomènes s'étaient reproduits, on eut recours au profil plus raide représenté à la figure 17, page 51.

CHAPITRE III.

Expériences de tir exécutées contre des cuirassements Gruson en fonte durcie, pendant les années 1882 à 1886.

Pendant les années 1874-1882 il n'y eut pas d'expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie : les résultats que l'on avait obtenus, avaient fourni des indications suffisantes pour pouvoir déterminer l'épaisseur de la cuirasse en rapport avec l'accroissement des charges de poudre.

Cette épaisseur fut calculée approximativement à l'aide d'une formule empirique qui avait été déduite des résultats obtenus.

Dans la formule $d = 0{,}12 \sqrt[4]{tm}$. qui se rapporte aux cuirassements de côte, d représente l'épaisseur de la cuirasse en mètres et tm, la force vive des projectiles en tonnes-mètres. Quand il s'agit de fortifications terrestres, les dimensions ainsi obtenues doivent être augmentées de 10 %, suivant les calibres employés.

Mais dans l'entretemps les vitesses et la qualité des projectiles subirent de si grandes modifications que l'on put se demander si la formule précédente était encore applicable dans ces nouvelles conditions. En 1874, on avait admis, par exemple, que pour un cuirassement de côte, le projectile d'attaque le plus grand serait l'obus de 28ᶜᵐ, animé d'une force vive de 1760 tonnes-mètres ; actuellement on se trouvait en présence de projectiles de 30,ᶜᵐ5 avec une force vive de 5000 tonnes-mètres, indépendamment de calibres encore plus considérables, mais dont l'emploi ne pourrait jamais être que très restreint.

Autrefois on avait tiré avec des obus en fonte durcie dont l'effet était toujours plus grand que celui d'obus en acier tendre. Actuellement, on faisait usage d'obus en acier trempé en présence desquels les obus en fonte durcie avaient abandonné la concurrence.

C'est pour ces motifs que dans les commandes considérables qui furent faites à l'usine Gruson à la fin de 1870, il avait été stipulé que les cuirasses seraient préalablement soumises à de nouvelles épreuves au point

de vue de la résistance du métal. Au commencement de la fabrication, ces nouvelles expériences paraissaient encore désirables à un autre point de vue, car il avait été constaté que dans la construction des grosses cuirasses surtout, il était impossible d'éviter avec certitude la présence de légères fissures venues de fonte dans la couche dure de la surface et provenant du retrait du métal.

Quoique l'on pût admettre de prime abord que ces fissures, à cause de leur faible profondeur, ne pourraient exercer aucune influence sur la solidité de la plaque cuirassée, il était cependant désirable de faire sanctionner cette opinion par des expériences de tir.

Celles-ci se divisent en deux séries : les expériences avec bouches à feu de siége contre des cuirasses destinées aux fortifications terrestres et les expériences avec bouches à feu de gros calibre contre les cuirassements de côte

I. Expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie pour la fortification terrestre, pendant les années **1882** à **1885**.

Dans ces expériences on fit usage de canons frettés de 15 cent. parce que, de même qu'aux expériences de Tegel, on adopta cette hypothèse que généralement dans le siège de forteresses de l'intérieur du pays, on ne pourrait pas employer des bouches à feu d'un calibre supérieur.

Les essais forment une série déterminée et démontrent de quelle manière la cuirasse en fonte durcie regagna, sans augmentation de dimensions, mais uniquement par une amélioration de profils, le terrain qu'elle avait perdu depuis l'introduction des projectiles perfectionnés en acier.

1. Expérience de tir contre la plaque latérale d'une coupole cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 12 cent. de 26,7 calibres de longueur,

Exécutée au polygone de tir de l'usine Gruson à Buckau

le 23 Décembre 1882, le 10 janvier et le 27 avril 1883.

But et programme de l'expérience.

Le but de cette expérience était d'observer si les fissures provenant du retrait du métal, que l'on rencontre quelquefois dans les plaques cuirassées en fonte durcie pouvaient exercer une influence sur la solidité de celle-ci. Le tir devait donc être continué jusqu'à ce que l'existence de nouvelles fissures eût éclairci la question.

Cible : l'officier délégué choisit comme objectif du tir parmi les plaques qui avaient été retenues d'une livraison, à cause de la présence de pareilles fissures, une plaque latérale d'une coupole cuirassée pour deux bouches à feu de 12 cent.

La construction d'une semblable coupole correspond à peu près à la figure 4 de la page 11. La coupole a un diamètre intérieur de 5,20 m. et se compose d'une plaque d'embrasure, de quatre plaques dites latérales et de deux demi-plaques de plafond. Ces deux dernières ont ensemble un diamètre de 3,20 m. et sont pourvues dans leur joint d'une fente de visée que l'on utilise au moyen du trou d'homme. La hauteur de l'espace intérieur de la coupole depuis le bord supérieur de la plaque jusqu'au rail de la couronne de galets est de 3,60 m. En dessous de celle-ci, cet espace est fermé par une voûte en maçonnerie : cette disposition est donc différente de celle qui est représentée dans la figure 4. L'avant-cuirasse est formée de 6 plaques en fonte durcie. Les deux bouches à feu reposent sur des affûts à embrasure minima, m. 1880 (fig. 5) et la distance entre les deux axes de l'âme est de 1,35 m. La disposition permet de donner un angle d'élévation de 25°, un angle de dépression de 10° et un angle de direction latérale de 3°.

Le service de la coupole et de l'affût ne se fait qu'à la main. Une rotation complète de la coupole (360°) est effectuée par 4 hommes en une minute.

La plaque d'expérience était montée dans une casemate entre deux solides blocs de fer, soutenus le plus uniformément possible par du béton et de la maçonnerie et se trouvait à la même hauteur du terrain que la bouche à feu.

Pour empêcher que des éclats de projectile ne puissent rejaillir, on avait fait précéder la plaque d'une charpente en bois ne présentant qu'une ouverture étroite (voir fig. 29). Dans la plaque existait d'abord une fissure a venue de fonte, ayant 460^{mm} de longueur et environ 2^{mm} de largeur (voir fig. 17). Pour pouvoir constater tout élargissement produit par l'effet du tir, on avait bouché cette fissure par des bandelettes minces de tôle de fer.

La plaque présentait ensuite une bavure irrégulière b, de 1,5^{mm} de profondeur et de 2^{mm} de largeur, provenant d'une fissure existant dans la coquille.

Enfin en dessous de cette bavure il y avait une fissure b^{1} de 12 à 13^{mm} environ de profondeur et de 2^{mm} de largeur. Les extrémités de ces deux fissures furent marquées exactement avant le commencement de l'expérience de tir.

La plus grande étendue de la plaque, supposée développée,

était de 3,20 m. dans le sens horizontal et de 2,10 m. dans le sens vertical. La hauteur verticale de la plaque était de 1,47 m., sa plus grande épaisseur de 45 cent. et son poids de 14000 kilogrammes.

Bouche à feu : canon fretté court de 15 cent. prussien de 23 calibres de longueur sur affût à demi-châssis.

Distance : 22 mètres.

Projectiles : projectiles pleins Gruson et Ternitz de 15 centim. et obus en acier, vides, de 2,5 à 2,7 calibres de longueur.

Charge : 7,75 kilog., de poudre prismatique à sept canaux.

Vitesse à l'arrivée : 446 m. par seconde (pour les projectiles pesant 34,5 kilog.)

Force vive : 349,7 tonnes-mètres.

1er coup :

Projectile : obus Gruson en acier durci de 15 cent., pesant 35,5 kilog., vide.

Point d'impact : ligne médiane de la plaque, 70 cent. au-dessus du bord inférieur.

Angle d'arrivée : 81° (on entend par angle d'arrivée le plus petit angle que fait la trajectoire avec le plan tangent à la plaque voûtée au point d'impact).

Effet : tout l'effet consistait en un aplatissement ayant au maximum 3mm de profondeur et marqué par une tache brillante, ronde, de 150mm de diamètre.

Dans cette tache on découvrait quelques lignes de compression de forme circulaire, à peu près concentriques.

La plaque n'avait nullement été endommagée, les fissures a et b1 n'avaient éprouvé aucune modification.

Le projectile avait été brisé en plusieurs gros morceaux.

2e coup :

Projectile : obus Gruson en acier durci de 15 cent. pesant 35,5 kilog., vide.

Point d'impact : 16 cent. à gauche de la ligne médiane, 75 cent. au-dessus du bord inférieur.

Angle d'arrivée : 79° 10'.

Effet : Le résultat fut exactement le même qu'au premier coup et consistait dans un aplatissement de 2 mm. de plus grande profondeur. La fissure b1 dont l'extrémité avait été marquée préalablement, n'avait subi aucun changement.

La plaque elle-même était intacte sous tous les rapports.

Le projectile était brisé en plusieurs morceaux.

3e coup :

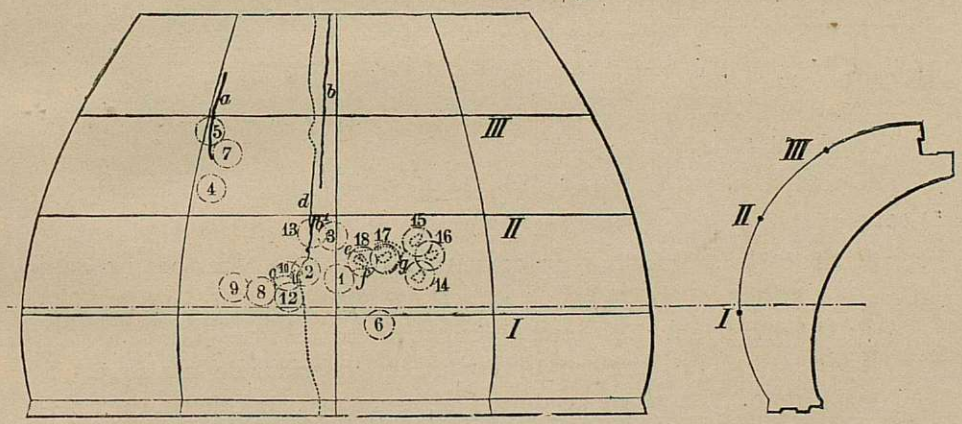
Projectile : obus Gruson en acier durci de 15 cent. pesant 35,5 kilog., vide.

Point d'impact : ligne médiane,
95 cent. au dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle : d'arrivée 68° 40'.

Fig. 17 *)

Profil et image du groupement du tir
de la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie
pour 2 bouches à feu de 12 cent.
23 Décembre 1882, 10 Janvier et 27 Avril 1883.
Échelle : 1/40



Effet : Le résultat fut le même que celui des deux premiers coup et consistait dans un aplatissement de 2 mm. de profondeur qui se caractérisait par une tache lisse et brillante de 16 cent. de diamètre. Dans celle-ci on découvrit de nouveau des lignes de compression concentriques.

Les anciennes fissures de la plaque étaient restées complètement invariables et cette dernière était demeurée intacte comme précédemment.

Le projectile avait été brisé.

La fissure b¹ ayant été reconnue absolument inoffensive pour la plaque, la fissure a fut soumise à une épreuve semblable, même plus forte.

---

* Remarque : la plaque d'expérience, de même que toutes celles qui furent soumises au tir ultérieurement, était divisée en rectangles par des lignes horizontales et verticales, dans le but de faciliter le relevé des résultats de tir. Ces lignes ont été reproduites sur les images des groupements, attendu qu'elles facilitent l'orientation sur les croquis dessinés d'après des photographies.

Les surfaces des plaques d'expérience sont supposées développées sur les dessins de tous les groupements.

4e coup :

Projectile : obus Gruson en acier durci de 15 cent. pesant 35,5 kilog., vide.

Point d'impact : 65 cent. à gauche de la médiane,
118 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
12 cent. au-dessus de la fissure a.

Angle d'arrivée : 50° 5'.

Effet : Tout le résultat de ce coup consistait dans un aplatissement de 1,5 mm. de profondeur et de 80 mm. environ de diamètre, marqué par une tache brillante, ovale, se perdant vers le haut.

Les lignes de compression observées précédemment n'existaient pas dans la tache.

La fissure a dont les extrémités avaient été marquées préalablement, n'avait été ni allongée, ni élargie.

Les bandelettes en tôle fixées dans le joint le fermaient comme antérieurement.

Le projectile avait été brisé.

5e coup :

Projectile : obus Gruson en acier durci de 15 cent. pesant 35,5 kilog., vide.

Point d'impact : 65 cent. à gauche de la médiane,
148 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
15 cent. au-dessus de l'extrémité inférieure de la fissure a.

Angle d'arrivée : 34° 20'.

Effet : Le centre du point d'impact était marqué sur la bandelette de tôle et sur les bords de la fissure par une égratignure de 2 mm. environ de profondeur et de 10 mm. de longueur. Pour le reste, la plaque présentait une tache brillante de 100 mm. de largeur se prolongeant vers la gauche et vers le haut, avec un aplatissement de 0,5 mm. de profondeur.

La fissure a était restée tout-à-fait la même, étroitement fermée par la bandelette de tôle, comme auparavant.

Continuation du tir le 10 janvier 1883.

6e coup :

Projectile : projectile plein en acier forgé tendre Gruson de 15 cent. pesant 36,3 kilog.

Point d'impact : 23 cent. à droite de la médiane,
50 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 82°.

Effet : Une tache brillante de 20 cent. de diamètre. Pas d'aplatisse-

sement, ni de lignes de compression concentriques observées après les coups précédents.

Le projectile s'était brisé.

7e coup :

Projectile : projectile plein en acier forgé et trempé Gruson de 15 cent., pesant 36,1 kilog.

Point d'impact : 60 cent. à gauche de la ligne médiane,
140 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
7 cent. à droite de la fissure a.

Angle d'arrivée : 41° 20'.

Effet : Une tache brillante sans aplatissement perceptible, fissure a restée invariable.

Comme il n'était pas à prévoir qu'il se présenterait des modifications dans la fissure a, si le tir se prolongeait, les coups suivants furent concentrés sur le milieu de la plaque.

8e coup :

Projectile : projectile plein en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 39,3 kilog.

Point d'impact : 38 cent. à gauche de la ligne médiane,
66 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 78° 20'.

Effet : Aplatissement de 16 cent. de diamètre et de 2 mm. de profondeur. On y remarquait quelques lignes de compression concentriques.

Il venait de se déclarer une fissure capillaire c de 15 cent. de longueur qui prit naissance à droite et à la partie supérieure de l'empreinte et qui se prolongeait vers celle du deuxième coup. *

Le projectile avait été brisé.

9e coup :

Projectile : projectile plein en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 39,3 kilog.

Point d'impact : 52 cent. à gauche de la ligne médiane,
68 cent. au dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 77° 30'.

Effet : Une tache brillante se perdant dans l'empreinte du 8e coup; pas d'aplatissement, pas de lignes de compression concentriques.

La fissure capillaire c invariable.

Le projectile avait été brisé.

---

* Les fissures produites par le tir ont été marquées dans la fig. 17 en traits ponctués pour les distinguer des fissures venues de fonte.

10e coup :

Projectile : obus en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 37 kilog., vide.

Point d'impact : 23 cent. à gauche de la ligne médiane,
70 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque

Angle d'arrivée : 79° 10'.

Effet : Fissure c soudée, empreinte de 4 mm. de profondeur.

En outre, une petite fissure capillaire de 8,5 cent. de longueur se perdant dans la fissure b^1 et dont la connexité avec la fissure c ne put cependant être constatée.

Le projectile s'était brisé.

11e coup :

Projectile : obus en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 36,8 kilog., vide.

Point d'impact : 23 cent. à gauche de la ligne médiane,
70 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
sur le point d'impact du 10e coup.

Angle d'arrivée : 79° 10'.

Effet : Fissure restée invariable et soudée. Empreinte approfondie jusqu'à 6 mm.

Le projectile avait été brisé.

12e coup :

Projectile ; projectile en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 36,6 kilog., vide.

Point d'impact : 20 cent. à gauche de la ligne médiane,
63 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 84° 30'.

Effet : Une tache brillante; fissure c invariable.

Nouvelle fissure capillaire d de 30 cent. de longueur, ayant son origine à 13 cent. à gauche de la ligne médiane et au milieu de la fissure b^1 venue de fonte.

Le projectile avait été brisé.

13e coup :

Projectile : projectile en acier durci Gruson de 15 cent., pesant 36,8 kilog., vide;

Point d'impact : 13 cent. à gauche de la ligne médiane,
100 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 68°15'.

Effet : tache brillante, fissure d prolongée de 70 cent.

Projectile brisé.

14e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. *, pesant 37,1 kilog., vide.

Point d'impact : 44 cent. à droite de la ligne médiane,
72 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 78°.

Effet : empreinte de 60mm de longueur, 30 mm de largeur et 4mm de profondeur. Les lignes concentriques observées précédemment n'existaient pas.

Projectile brisé.

15e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 37,8 kilog., vide.

Point d'impact : 41 cent. à droite de la ligne médiane,
91 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 65°.

Effet : Empreinte ronde de 30mm de diamètre et de 2,5mm de profondeur. Pas de lignes concentriques.

Projectile brisé.

16e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 37,5 kilog., vide.

Point d'impact : 48 cent. à droite de la ligne médiane,
84 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 70°.

Effet : aplatissement de 45mm de diamètre et de 4mm de profondeur, pas de lignes concentriques.

Projectile brisé.

17e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 37,7 kilog., vide.

Point d'impact : 26 cent. à droite de la médiane,
83 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 72°.

---

* L'obus en acier de la fabrique de Ternitz est le projectile de rupture introduit en Autriche : il se caractérise par une dureté considérable. Dans cette expérience et dans celles qui vont suivre, on n'employa plus généralement des obus en acier tendre, c'est pour ce motif que sous la dénomination „ obus en acier “, on doit toujours comprendre des „ obus en acier trempé. “

Effet : empreinte de 40^{mm} de diamètre et de 4^{mm} de profondeur ; deux fissures capillaires e et f de 9 cent. de longueur dans la direction du 2^{e} coup ; une fissure capillaire g de 9 à 10 cent. de longueur dans la direction du 15^{e} coup.

Projectile brisé.

18^{e} coup :

Projectile : Obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 37,7 kilog., vide.

Point d'impact : 13 cent. à droite de la ligne médiane,
80 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
entre les points d'impact du 1er, du 3^{e} et du 17^{e} coup.

Angle d'arrivée : 73°.

Effet : Empreinte de 45 mm. de diamètre et de 8 mm. de profondeur.

La fissure capillaire de 8,5 cent de longueur qui existait après le 10^{e} coup et qui s'était perdue dans la fissure b^{1}, venue de coulée, avait été prolongée par le 18^{e} coup jusqu'au bord inférieur de la plaque ; la fissure d produite par le 12^{e} coup et prolongée par le 13^{e}, s'était portée jusqu'au bord supérieur de la plaque ; la fissure verticale ainsi formée traversait toute l'épaisseur de la plaque et divisait celle-ci en deux parties. L'agrandissement de la fissure causé par le 18^{e} coup est indiqué dans la figure 17 en traits ponctués.

Projectile brisé.

Résumé : l'existence de la fissure d continue, divisant la plaque en deux parties, mit fin à l'expérience dont le but était d'observer si les fissures venues de coulée exerçaient une influence sur la présence de nouvelles fissures ou étaient complètement inoffensives. Comme la fissure d quitte la fente b^{1} (de 12 mm. de profondeur), venue de fonte, au milieu de sa longueur, il y a lieu d'admettre avec certitude que celle-ci a été sans influence sur la production de la première.

Il est remarquer, en outre, à ce sujet que trois coups atteignirent la plaque dans le voisinage très-rapproché de la fissure a, sans la prolonger, ni sans l'élargir. Cette insensibilité des fissures provenant de la coulée, qui pourrait s'expliquer par leur faible profondeur par rapport à la grande épaisseur de la plaque, fut confirmée dans toutes les expériences ultérieures.

D'ailleurs, quant à la résistance de la plaque, il y a lieu de remarquer les points suivants :

Une inspection soigneuse de la cible fit voir que la plaque à laquelle il manquait dans son emplacement provisoire les contreforts du côté de la bouche à feu, s'était avancée pendant

le tir, de 5 mm. environ et avait perdu, par conséquent, son appui contre les contreforts latéraux.

Il est donc à présumer que déjà pendant les derniers coups la plaque ne possédait plus la condition essentielle de sa résistance, ce qui est d'autant plus important que son bord supérieur n'avait reçu aucun appui dans l'installation et que de cette manière la plaque, pendant les derniers coups, se trouvait entièrement en l'air.

Malgré ces circonstance défavorables, il fallut 18 coups avec une force vive de 6294 tonnes-mètres, dont 14 avec 4895 tonnes-mètres sur un petit pentagone de 23 décimètres carrés, pour produire dans la plaque la première fissure allant d'un bord à l'autre.

Celle-ci ne fut produite qu'au 18e coup, mais du reste la plaque était encore complètement intacte, de manière que si on compare cette expérience à celles de Tegel, le moment de la mise en brèche était encore bien éloigné.

Tous les projectiles se brisèrent contre la plaque, mais les obus de Ternitz l'emportèrent considérablement sur les obus Gruson en ce sens qu'ils causèrent des empreintes réelles, comme on n'en avait jamais observées avec les premiers obus, ni avec ceux en fonte durcie.

2. Expérience de tir contre une plaque d'embrasure d'une batterie cuirassée en fonte durcie pour 8 bouches à feu de 15c de 23 calibres de longueur,

exécutée au polygone de tir de Gruson à Buckau,

le 16 Juillet 1883.

But et programme de l'expérience.

Le but était d'éprouver la résistance du métal en concentrant 5 coups avec le canon fretté de 15c sur une petite surface de la plaque, conformément aux conditions du contrat de fourniture, stipulé avec un gouvernement étranger.

Cible : la batterie cuirassée à laquelle était destinée la plaque d'expérience se distingue surtout de la construction représentée aux fig. 2 et 3 en ce que les plaques d'embrasure sont composées chacune de deux demi-voussoirs (voir fig. 18).

La batterie compte d'après cela 16 demi-plaques d'embrasure, 9 piliers ainsi que les plaques de fondation, de pivot et de plafond qui y correspondent.

La largeur des demi-plaques d'embrasure, à hauteur du milieu de l'embrasure, est de 1m,70, celle des piliers de 0m,60 et

celle des plaques de plafond de 1m,40. Ces dernières ont une longueur de 4m,30 et sont placées, du côté de la gorge, sur ce qu'on appelle des plaques de soutien qui sont supportées, d'un côté, par des colonnes en fer et, de l'autre côté, par des piliers en maçonnerie. Entre les colonnes et les piliers existe une galerie à laquelle aboutissent des casemates. Les plaques de plafond sont couvertes par de la maçonnerie et de la terre. La hauteur de la batterie depuis le bord supérieur de la face antérieure jusqu'au sol est de 2m,80. Les bouches à feu sont placées sur affûts à embrasure minima, m. 1880 ; l'intervalle entre les axes de deux embrasures est de 4 m. Le champ de tir est de 50°, la plus grande élévation de 25° et la plus grande dépression de — 10°.

La cible avait été construite conformément à la réalité et se composait de deux demi-plaques d'embrasure, d'un bloc de pivot, de deux plaques de merlon et de trois plaques de plafond. A ses deux extrémités, la construction était adossée à de la maçonnerie et était protégée jusqu'à hauteur des embrasures par un glacis en béton. Une forte charpente en bois était destinée à intercepter les éclats de projectiles (voir fig. 29).

Le tir fut exécuté contre la demi-plaque d'embrasure de droite.

En supposant qu'elle fût développée, sa plus grande étendue dans le sens horizontal était de 1,80 m. et dans le sens de la hauteur de 2,70m. Mesurée verticalement, sa hauteur était de 1,90 m. et sa plus grande épaisseur de 570 mm.

Le poids de la plaque était de 10500 kilog.

Bouche à feu : canon fretté italien de 15 cent. de 23 calibres de longueur G. R. C. (ret.) sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

Distance : 39 m. La bouche à feu occupait une position normale devant le milieu de la demi-plaque d'embrasure.

Projectiles : obus Krupp en acier de 2,8 calibres de longueur, pesant 38,7 kilog. (y compris la charge intérieure).

Charge : 7,4 kilog. de poudre progressive (Fossano) de 20 à 24 mm.

Vitesse d'arrivée : environ 418 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : 345 tonnes-mètres.

1er coup:

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 48 cent du bord O A,
9 cent. au-dessus de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 63°.

Effet : empreinte de 5 cent. de diamètre et de 10 mm. de profondeur.

Projectile brisé en de nombreux fragments.

2e coup:

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 50 cent. du bord O A,
10 cent. au-dessous de la ligne horizontale O B.

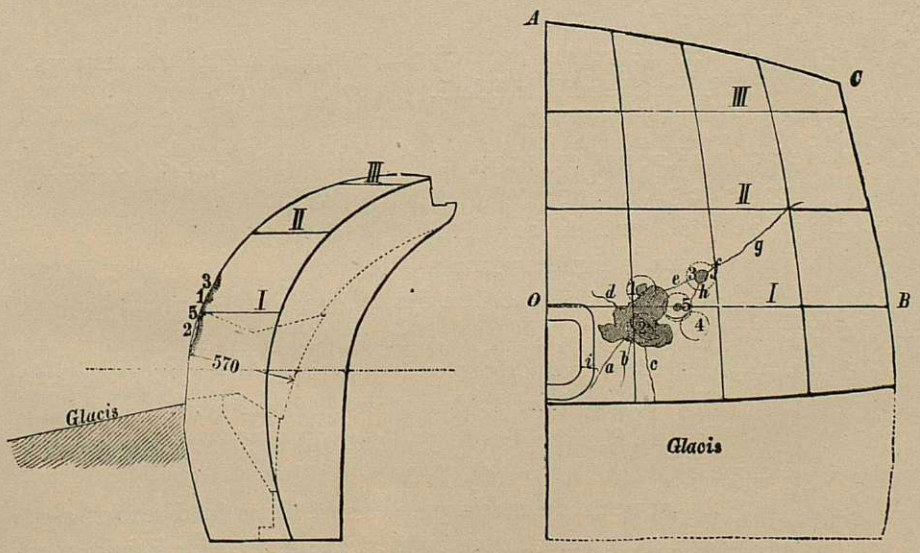
Angle d'arrivée : 74°.

Effet : empreinte ovale ayant environ 19 cent. de longueur, 5 cent. de largeur et 30 à 35 mm. de profondeur ; autour de cette empreinte un écaillement aplati à la surface de 5 mm. de profondeur en moyenne.

Fig. 18.

Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque d'embrasure de la batterie cuirassée en fonte durcie pour 8 bouches à feu de 15 cent. 16 Juillet 1883.

1 : 40



5 fissures fines : a, à gauche et vers le bas (50 mm. de profondeur) ;

b, 9 cent. de longueur, 30 mm. de profondeur ;

c, fissure capillaire de 28 cent. de longueur ;

d, fissure capillaire de 15 cent. de longueur.

Fissure courte i à l'ouverture antérieure de l'embrasure.

Projectile brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., chargé, pesant 38,7 kilog.

Point d'impact : 80 cent. du bord O A,
17 cent. au-dessus de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 61° 30'.

Effet : empreinte ronde de 6 cent. de diamètre et de 15 mm. de profondeur.

Fissure fine e, de 19 cent. de longueur et de 15 mm. de profondeur dans la direction du point d'impact du deuxième coup.

Fissure capillaire f, de 13 cent. de longueur.

Le projectile a éclaté.

4e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent. chargé, pesant 38,7 kilog.

Point d'impact : 77 cent. du bord O A,
10 cent. en dessous de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 73°.

Effet : aplatissement de 3 mm. de profondeur maxima. Pas de fissures.

Le projectile a éclaté.

5e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 68 cent. du bord O A,
sur la ligne horizontale O B,
à peu près au centre des 4 coups précédents.

Angle d'arrivée : 69°.

Effet : Une empreinte de 5 mm. de profondeur et de 14 cent. de diamètre.

Fissure capillaire h, de 10 cent. de longueur.

Fissure f, allongée de 55 cent. (g), fissure a légèrement élargie.

Au revers de la plaque : fissure dans la direction a-g, ne paraissant cependant pas avoir, à la surface, une liaison avec la fissure a, ni avec la fissure b.

Projectile brisé.

Résumé : La plaque avait supporté 5 coups sur une petite surface de 0,08 m² et avait, par conséquent, satisfait aux conditions du contrat. Tous les projectiles s'étaient brisés : le culot et la partie cylindrique s'étaient rompus en plusieurs fragments.

la tête et la pointe étaient cassées en un grand nombre de petits morceaux, tout déformés et bleuis par la chaleur.

On n'a pas pu constater si les obus chargés ont produit un effet supérieur à celui des projectiles lestés.

3. Expérience de tir contre une plaque d'embrasure appartenant à une batterie cuirassée en fonte durcie pour 6 bouches à feu de 15 c. de 23 calibres de longueur,

Au polygone Gruson à Buckau,

le 18 août 1884.

But et programme de l'expérience.

Le but de cette expérience était d'éprouver la résistance du métal du cuirassement au moyen de 5 coups à tirer par le canon fretté de 15 cent., conformément aux conditions du contrat conclu avec un gouvernement étranger.

Contrairement au procédé suivi dans la 2e expérience, les coups devaient être répartis sur une plus grande partie de la surface de la plaque, afin de pouvoir observer les différences dans l'effet produit.

Cible : la batterie cuirassée à laquelle était destinée la plaque d'expérience, avait exactement la même construction que celle que nous avons décrite sub 2 dont elle ne différait que par le nombre de bouches à feu. Elle comprend, par conséquent, 12 demi-plaques d'embrasure, 7 plaques de merlons et un nombre correspondant de plaques de fondation, de pivot et de plafond. D'ailleurs ce que nous avons dit à la page 57 s'applique également à cette batterie.

La cible qui devait être soumise au tir, répondait à la réalité et se composait de deux demi-plaques d'embrasure, d'un bloc de pivot, de deux plaques de merlon et de trois plaques de plafond. Elle s'appuyait à ses deux extrémités à des soutiens en maçonnerie et était protégée jusqu'à hauteur des embrasures par un glacis en béton.

Une charpente recouverte de terre entourait la cible pour recevoir les éclats d'obus.

Ce fut la demi-plaque d'embrasure de droite qui fut soumise au tir; ses dimensions concordaient avec celles de la plaque qui fut expérimentée le 16 juillet 1883. Son poids était de 10500 kil.

Bouche à feu : canon fretté italien de 15 cent. de 23 calibres de longueur G. R. C. (ret.) placé sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

Distance : 39 m. La bouche à feu occupait une position normale devant le milieu de la demi-plaque d'embrasure.

Projectiles : obus Krupp en acier de 2,8 calibres de longueur, pesant à peu près 38,7 kilog. (y compris la charge intérieure).

Charge : 7,4 kilog. de poudre progressive (Fossano) de 20-24^{mm}.

Vitesse d'arrivée : 418 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : 345 tonnes-mètres.

1er coup :

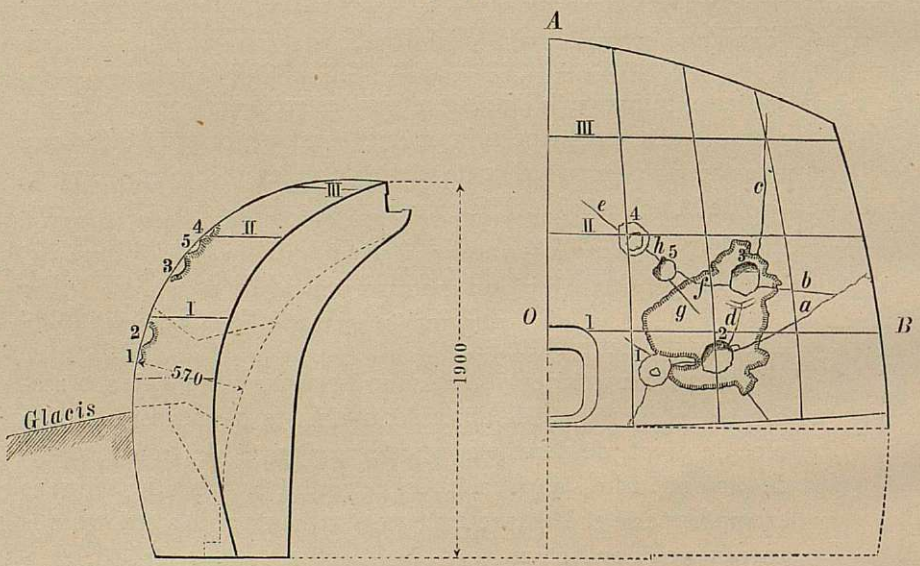
Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., mis avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 55 cent. du bord O A,
21 cent. au-dessous de la ligne horizontale O B.

Fig 19

Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque d'embrasure de la batterie cuirassée pour 6 bouches à feu de 15 cent., le 18 août 1884.

1 : 40



Angle d'arrivée : 77°.

Effet : aplatissement brillant de 14 cent. de diamètre et de 10^{mm} de profondeur maxima.

Une partie de la pointe en acier soudée au centre de l'empreinte.

D'autres parties du projectile s'étaient soudées également à côté de l'empreinte.

Le projectile avait été brisé en nombreux petits morceaux.

2e coup :

Projectile: Obus Krupp en acier de 15 cent. mis avec du sable au poids de 38, 7 kilog.

Point d'impact : 90 cent. du bord O A,
12 cent. au-dessous de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 74° 30'.

Effet : empreinte de 15 cent. de diamètre et de 70 mm. de profondeur.

Autour de cette empreinte, un écaillement de 66 cent. environ de diamètre et de 20 mm. de profondeur maxima. Une fissure fine a partant du point d'impact et se perdant à 10c du bord de droite de la plaque.

Revers de la plaque intact.

Projectile brisé : les fragments indiquent une dureté extraordinaire et même plus grande que celle du premier projectile.

3e coup :

Projectile : Obus Krupp en acier de 15c, mis avec du sable au poids 38, 7 kilog.

Point d'impact : 150 cent. du bord O A,
25 cent. au-dessus de la ligne horizontale O B,
dans l'empreinte écaillée du 2e coup.

Angle d'arrivée : 54° 40'.

Effet : empreinte de 15 cent. de diamètre et de 50 mm. de profondeur.

Autour de l'empreinte, un écaillement de 20 mm. de profondeur maxima se réunissant à celui produit par le 2e coup. Une fissure b partant du point d'impact et se perdant à la fissure a. Une fissure verticale c se perdant à 20 cent. du bord supérieur de la plaque. Une fissure d dans la direction du point d'impact du 2e coup.

Il se présenta, en outre, deux fissures capillaires radiales à proximité du point d'impact du 1er coup et une troisième au coin le plus bas de l'écaillement causé par le 3e coup.

Revers de la plaque : la fissure a était visible au revers de la plaque et se perdait à 19 cent. du bord droit.

En dessous de celle-ci, une fine fissure horizontale de 37 cent. de longueur invisible du côté extérieur et à peu près à la même hauteur que le point d'impact du 2e coup. (Voir fig. 20).

Projectile brisé : La dureté des fragments était à peu près la même qu'au 1er coup.

4e coup :

Projectile : Obus Krupp en acier de 45 cent., pesant 38,7 kilog.

Charge intérieure : 0,2 kilogr. de poudre.

Point d'impact : 46 cent. du bord O A,
47 cent. au-dessus de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 42° 38'.

Effet : Tache noircie par la poudre de 20 cent. de diamètre ; en dessous et à droite dans cette tache, une empreinte aplatie de 8 cent. de diamètre et de 1 cent. de profondeur. Pas d'écaillements.

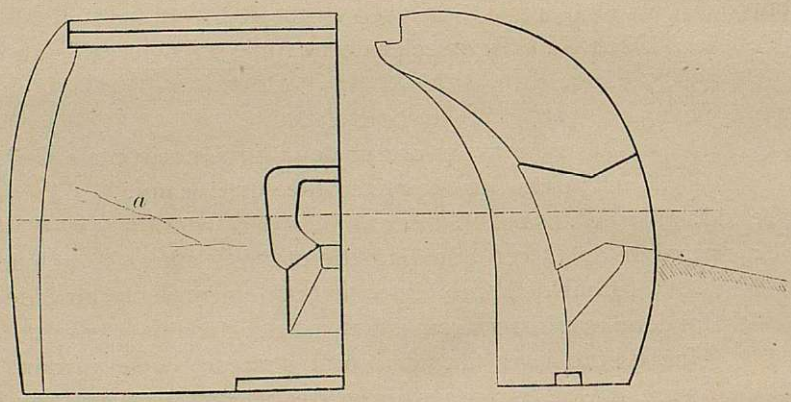
Deux fissures capillaires radiales e et f ayant une longueur respective de 22 et 14 cent.

Revers de la plaque : pas de changement.

Le projectile a éclaté.

Fig. 20.

Revers de la plaque d'embrasure soumise au tir et appartenant à la batterie cuirassée en fonte durcie pour 6 bouches à feu de 15 cent., après le 5e coup.
(18 Août 1880)



5e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., pesant 38,1 kilogr.; charge intérieure : 0,6 kilogr. de poudre.

Point d'impact : 61 cent. du bord O A,
34 cent. au-dessus de la ligne horizontale O B.

Angle d'arrivée : 50°.

Effet : empreinte aplatie de 10 c. de diamètre et de 12 mm. de profondeur.

Fissure f, recourbée en arc de cercle et prolongée jusqu'au point d'impact du 3e coup.

Une fine fissure g de 23 cent. de longueur.

Revers de la plaque : pas de changement.

Le projectile a éclaté.

Résumé : la plaque avait satisfait aux conditions du programme, toutefois il n'est pas possible d'établir une comparaison entre cette expérience et la précédente, malgré la similitude apparente des conditions d'attaque. La pénétration ainsi que l'effet de coups

isolés tels que le 2e et le 3e, par exemple, dépassaient toute attente, de manière qu'on aurait pu croire que cette plaque était moins dure que celle qui avait été soumise au tir le 16 juillet 1883. Mais à l'encontre de ce soupçon, il y avait, d'un côté, la tranche de la cassure des barres d'essai confectionnées pendant la coulée et, d'un autre côté, le 1er coup, malgré son grand angle d'arrivée, avait produit un effet si faible qu'il était hors de doute que des différences existaient dans la qualité des projectiles. L'effet supérieur du 2e et du 3e coup, comparé au résultat de l'année précédente, devait donc être attribué à une meilleure qualité des projectiles.

Tous les projectiles s'étaient brisés, en touchant la plaque ; l'effet des obus chargés à poudre paraissait plus faible que celui des projectiles non chargés.

4. Expérience de tir contre une plaque d'avant-cuirasse appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 23,5 calibres de longueur,

au polygone Gruson à Buckau

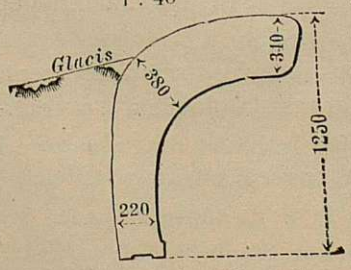
le 2 février 1884

But et programme de l'expérience.

Le but de l'expérience consistait à soumettre la plaque à 5 coups du canon fretté de 15 cent., en vue d'examiner les dimensions qui avaient été projetées pour le cuirassement à construire.

Cible : la coupole cuirassée à laquelle était destinée la plaque d'essai répond au point de vue de sa construction et de ses dimensions à la description que nous avons donnée à la page 49 d'une coupole pour 2 bouches à feu de 12 cent. de 26,7 calibres de longueur.

Fig. 21.
Profil de la plaque d'avant-cuirasse de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 15 cent.
1 : 40



L'avant-cuirasse se compose de 7 plaques dont une est adossée à la poterne. Le plus grand diamètre de l'avant-cuirasse est de 7,3 m. La plus grande largeur de chacune de ses plaques, mesurée sur la corde de l'arc de cercle est de 3,1 m. Les autres dimensions sont indiquées dans la figure 21.

La plaque d'essai était enchâssée entre deux plaques d'appui en fonte, appuyées à des piliers en maçonnerie. La partie inférieure était couverte par un glacis formé de blocs de granit. Une charpente en bois recouverte d'un remblai de terre était destiné, comme d'ordinaire, à arrêter les éclats de projectile.

Le poids de la plaque d'essai était de 10700 kilog.

Bouche à feu : canon fretté italien de 15 cent. de 23 calibres de longueur G. R. C. (ret.) sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

Distance : 45 m.

Projectile : obus Krupp en acier de 2,8 calibres de longueur pesant environ 38,7 kilog.

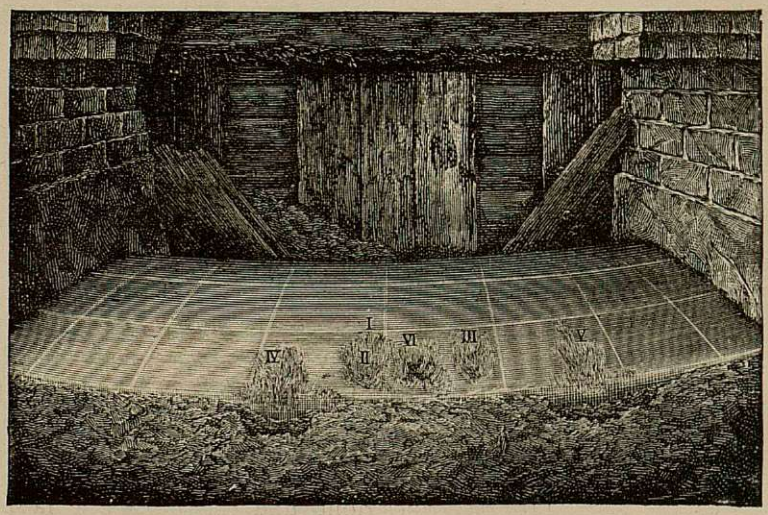
Charge : 7,4 kilog. de poudre progressive (Fossano) de 20 à 24^{mm}.

Vitesse d'arrivée : 418 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : 345 tonnes-mètres.

Fig. 22.

La plaque d'avant-cuirasse de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., après le 6^{e} coup. 12 Février 1884.



D'après une photographie.

1er coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté au moyen de sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : le projectile ricocha sur le glacis à 45 cent. en avant du cuirassement, dévia et rasa la plaque à 16 cent. au-dessus de la crête du glacis.

Effet : un aplatissement de forme allongée.

Projectile brisé.

2^{e} coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté au moyen de sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 6 cent. à gauche de la ligne médiane,
6 cent. au-dessus de la crête du glacis.
Angle d'arrivée : 41° 25'.
Effet : tout l'effet consistait en un aplatissement brillant de 5 mm. de profondeur maxima.
Pas de fissures capillaires.
Projectile brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., porté au moyen de sable au poids de 38,7 kilog.
Point d'impact : 28 cent. à droite de la ligne médiane,
8 cent. au-dessus de la crête du glacis.
Angle d'arrivée : 38° 40'.
Effet : un aplatissement brillant de 10 mm. de profondeur maxima ; autour du point d'impact, 4 fissures capillaires de 15 cent. de longueur maxima, groupées en forme d'étoile. De plus, après le 3e coup, 2 fissures capillaires de 10 cent. de longueur devinrent visibles à l'empreinte du 2e coup.
Projectile brisé.

4e coup :

Projectile ; obus Krupp en acier de 15 cent., porté au moyen de sable au poids de 38,7 kilog.
Point d'impact : 32 cent. à gauche de la ligne médiane,
4 cent. au-dessus de la crête du glacis.
Angle d'arrivée : 40°.
Effet : le projectile rasa la crête du glacis et l'entama sur une profondeur de 7 cent. ; il produisit sur la plaque un aplatissement de 10 mm. de profondeur maxima.
Quatre fissures capillaires courtes dont une reliant les points d'impact du 4e et du 2e coup.
Projectile brisé.

5e coup :

Projectile: obus Krupp en acier de 15 cent., porté au moyen de sable au poids de 38,7 kilog.
Point d'impact : 69 cent. à droite de la ligne médiane,
2 cent. au-dessus de la crête du glacis.
Angle d'arrivée : 46° 20'
Effet : Le projectile avait entamé la crête du glacis sur 8 cent. de profondeur et produit, en outre, sur la plaque, un aplatissement de 9 mm. de profondeur maxima.
Une fissure capillaire produite par le 3e coup s'était prolongée et reliait actuellement les points d'impact du 3e et du 5e

coup. C'est la seule dont la profondeur était appréciable à la sonde et elle était de 45 mm. au maximum.

Il y eut, de plus, deux courtes fissures capillaires.

Projectile brisé.

6e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent. chargé, pesant 38,7 kilog.

Point d'impact : 9 cent. à droite de la ligne médiane,
6 au-dessus de la crête du glacis.
(entre les points d'impact du 2e et du 3e coup).

Angle d'arrivée : 41° 30'.

Effet : Un applatissement dans lequel se trouvait une écorchure à arêtes vives d'une profondeur maxima de 8 mm. vers le bas et à droite se présentait un léger écaillement de 5 mm. de profondeur. Deux fines fissures capillaires.

L'effet du 6e coup paraissait être un peu plus grand que celui des coups précédents.

Le projectile avait éclaté

Résumé : la force de résistance de la plaque s'est montrée pleinement suffisante.

Une seule des fissures capillaires produites par le tir permettait l'introduction d'une sonde capillaire qui accusait une profondeur moyenne de 30 et une profondeur maxima de 45 mm.

Le faible effet des projectiles sur le cuirassement, comparativement aux essais antérieurs, ne laissait plus le moindre doute que cet effet croît et décroît en raison inverse de l'angle d'arrivée au point d'impact, comme les expériences avec des obus en fonte durcie l'avaient démontré.

Les essais simultanés exécutés contre des cuirassements de côte le confirmaient encore davantage et c'est ainsi que prit naissance le profil de la plaque d'essai représenté à la figure 25, qui se rapproche de celui de la première plaque d'expérience de Tegel.

Les projectiles furent brisés en petits fragments, de même qu'aux expériences antérieures ; ces derniers étaient d'un métal tellement dur qu'on ne pouvait les entamer à la lime.

5. Expérience de tir contre la plaque d'embrasure appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 23,5 calibres de longueur

Au polygone Gruson à Buckau,

Le 28 Août 1884.

But et programme de l'expérience.

Le but de l'expérience consistait à éprouver le métal du cuirassement au moyen de 5 coups tirés avec le canon fretté de 15 cent.

Cible : la plaque d'essai appartenait à la coupole du même cuirassement que la plaque d'avant-cuirasse, qui avait été soumise au tir du 12 février 1884. Elle était enchâssée entre deux plaques latérales et une plaque de plafond, de manière que la cible entière formait à peu près une demi-coupole. Du côté à découvert, la construction s'appuyait contre des piliers en maçonnerie qui étaient reliés aux plaques ci-dessus à l'aide de trois plaques d'appui en fonte.

Une charpente en bois recouverte de terre servait, comme d'ordinaire, à arrêter les éclats de projectile.

La plaque avait, à hauteur de l'embrasure, une épaisseur radiale de 52 cent. Sa plus grande largeur en développement était de 3,24 m., sa hauteur de 2,1 et sa hauteur mesurée dans le sens vertical de 1,47 m.

Le poids de la plaque d'essai était de 14900 kilog.

Bouche à feu : canon fretté italien de 15 cent. de 23 calibres de longueur G. R. C. (ret) placé sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

Distance : 45 m. La pièce occupait une direction normale devant le milieu de la plaque d'embrasure.

Projectiles : obus Krupp en acier de 2,8 calibres de longueur pesant environ 38,7 kilog., ainsi que des obus Gruson en acier et des obus pleins en acier.

Charge : 7,4 kilog. de poudre progressive (Fossano) de 20 à 24 mm.

Vitesse d'arrivée : environ 418 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : environ 345 tonnes-mètres.

1er coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., mis avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 30 cent. à gauche de la ligne médiane,
52 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 81° 20'.

Effet : une empreinte de 20 cent. environ de diamètre et de 90 mm. de profondeur. Dans la direction de l'embrasure, une ébrèchure de 110 mm. de profondeur maxima. Aucune fissure n'était visible à la surface extérieure du cuirassement.

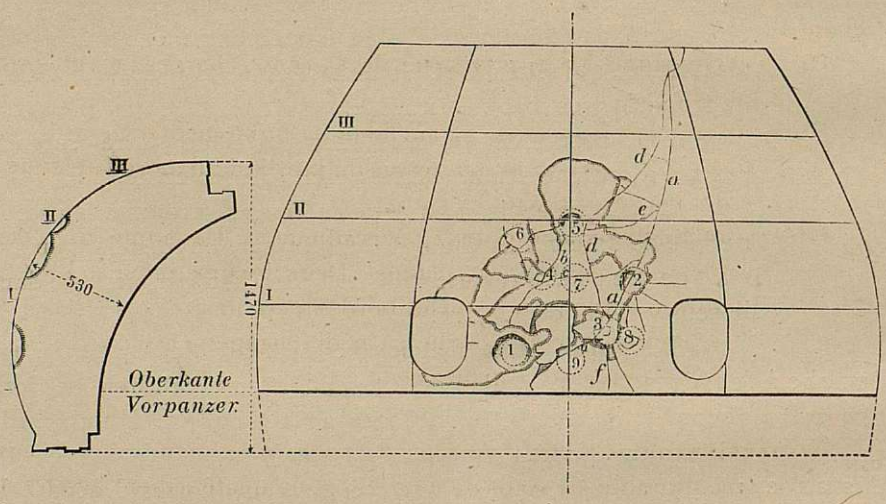
Le revers de la plaque indiquait une fine fissure horizontale de 40 cent. de longueur, prenant naissance à hauteur du point d'impact, près de l'embrasure, et se perdant vers la droite (voir fig. 24).

Projectile brisé. Les fragments montraient que le métal était d'une dureté exceptionnelle.

Fig. 23

Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque d'embrasure de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., le 28 août 1884.

1 : 40



2e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., mis avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 32 cent. à droite de la ligne médiane,
88 cent. au dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 70°35'.

Effet : une empreinte de 20 cent. de diamètre et de 30 mm. de profondeur; vers le haut, un écaillement insignifiant. Trois fissures capillaires radiales dont l'une a s'étendait sur une longueur de 18 cent. vers le bas et à gauche.

Revers de la plaque : la fissure horizontale prolongée de 5 cent. dans la direction du bord inférieur.

Projectile brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., chargé, pesant 38,7 kilog.

Point d'impact : 18 cent. à droite de la ligne médiane,
64 cent. au dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 84°45'.

Effet : aplatissement et léger écaillement de 18 cent. de diamètre. La tête du projectile soudée à la plaque (3 cent. de diamètre). Fissure radiale vers le bas et à droite. Fissure a prolongée dans la direction du point d'impact du 1er coup et au-dessus de celui du 2e et se perdant à 18 cent. du bord supérieur de la plaque.

Revers de la plaque : fissure a visible au revers sous la forme d'une fine fissure capillaire.

Le projectile avait éclaté.

4e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., chargé, pesant 38,7 kilog.

Point d'impact : 15 cent. à gauche de la ligne médiane,
91 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 68°40'.

Effet : un aplatissement et un léger écaillement. La pointe du projectile s'est soudée à la plaque. Deux fissures radiales b et c. Fissure a prolongée jusqu'au bord supérieur.

Revers de la plaque : pas de changements.

Le projectile avait éclaté.

5e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent. à tête aplatie, mis avec du sable au poids de 38,7 kilog. L'aplatissement avait 7,4 cent. de diamètre.

Point d'impact : ligne médiane,
117 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 52°.

Effet : Une pénétration de 20 cent. de diamètre et de 60 mm. de profondeur ; un léger écaillement vers le haut.

Une fissure d partant du point d'impact et se perdant en bas dans la direction du point d'impact du 3e coup, et en haut dans celle de la fissure a. Elle se réunissait à la dernière. Une fissure radiale e se perdit dans la fissure a.

Revers de la plaque : pas de changements.

Projectile brisé.

Le programme de l'expérience se trouvait ainsi épuisé, mais comme

la plaque n'avait que peu perdu de sa force de résistance, il fut décidé de continuer le tir avec 4 projectiles que l'on avait encore sous la main.

6e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., mis avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 23 cent. à gauche de la ligne médiane,
111 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 57°.

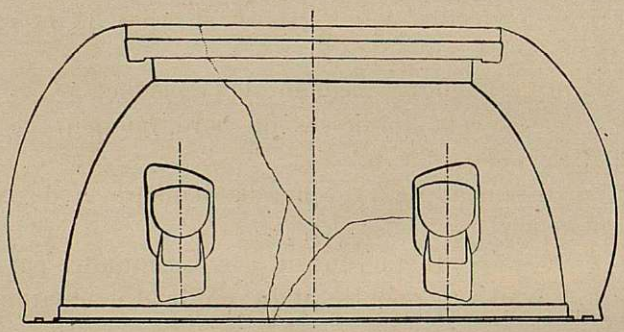
Effet : aplatissement de 12 cent. de diamètre et de 20 mm. de profondeur ; en-dessous de celui-ci, un léger écaillement. Une fissure radiale dans la direction du point d'impact du 5e coup.

Projectile brisé.

Fig. 24.

Revers de la plaque d'embrasure soumise au tir et appartenant à la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., après le 9e coup.
(28 Août 1884).

1 : 40



7e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 15 cent., mis avec du sable au poids de 38,7 kilog.

Point d'impact : 2 cent. à droite de la ligne médiane,
90 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 69° 50'.

Effet : le projectile fit sauter un fragment de plaque en forme de coin, qui était limité par les fissures b, c et d et qui avait au maximum 12 cent. d'épaisseur.

Il se produisit, en outre, une ébrèchure de 10 cent. de profondeur au point de raccordement supérieur des fissures a et d.

Revers de la plaque : pas de changements.

Projectile brisé.

8e coup :

Projectile : obus Gruson en acier de 15 cent. pesant 36,2 kilog., lesté avec du sable.

Point d'impact : 33 cent. à droite de la ligne médiane,
59 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 82°50'.

Effet : empreinte ovale de 7 cent. environ de diamètre et de 10 mm. de profondeur. Autour d'elle, un léger aplatissement. Deux fissures capillaires radiales de 15 cent. de longueur vers le bas et une fissure semblable dans la direction du point d'impact du 2e coup.

Une fine fissure f prit naissance au point d'impact du 3e coup et se perdit dans la direction du bord inférieur de la plaque.

Revers de la plaque : Les deux fissures s'étaient prolongées jusqu'aux bords. La fissure f était visible au revers.

Projectile brisé.

9e coup :

Projectile : projectile plein Gruson en acier de 15 cent. pesant 36,3 kilog.

Point d'impact : ligne médiane de la plaque,
48 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque.

Angle d'arrivée : 82° 30'.

Effet : aplatissement de 15 cent. de diamètre et de 20 mm. de profondeur.

Revers de la plaque : la pièce limitée par les fissures a et f avait été refoulée d'un millimètre environ vers l'intérieur.

Projectile : la partie cylindrique se trouvait à côté de la plaque.

Résumé : la plaque avait montré une force de résistance suffisante sous tous les rapports.

Pour autant qu'on put le constater, toutes les fissures se perdaient vers l'intérieur, à peu près dans le sens du rayon. C'est pour ce motif aussi que des parties de cuirassement qui s'étaient désagrégées, opposèrent aux coups qui venaient les toucher, une résistance plus que suffisante. Ce cas s'est présenté surtout pour le 9e coup qui toucha une partie complètement séparée de la plaque, sans pouvoir cependant la refouler vers l'intérieur.

Comme le montre le dessin du revers du cuirassement,

la plaque était encore complètement en état de défense après le 9e coup, quoique ces neuf coups eussent été concentrés entre les embrasures sur une surface de 0,64 m².

Parmi les projectiles Krupp, il y en eut un qui présenta une dureté extraordinaire et un effet supérieur à celui produit par les autres projectiles, effet favorisé d'ailleurs par le voisinage de l'embrasure.

6. Expérience de tir contre une plaque latérale appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 12 cent. de 26,7 calibres de longueur

Au polygone Gruson à Buckau,

le 19 et le 20 Janvier 1885.

But et programme de l'expérience.

Le but de l'expérience consistait à éprouver la force de résistance d'une plaque latérale, appartenant au cuirassement précédent, au moyen de 15 ou, le cas échéant, de 20 coups à obus en acier trempé, tirés avec le canon fretté court prussien de 15 cent.

D'après le programme de l'expérience, le tir à obus de Ternitz en acier trempé devait se faire à la charge de 6,9 kilogr. de poudre prismatique, confectionnée en 1868, c'est-à-dire à la charge équivalente du canon à 1000 m. de distance et, dans le but d'économiser les munitions, il devait être concentré sur la demi-plaque de gauche.

On devait chercher par le groupement des coups 1 à 5, respectivement 1, 3 et 5, à rompre la plaque en deux fragments à peu près égaux, en produisant une crevasse verticale, de manière que le tir subséquent contre la demi-plaque de gauche pût fournir des résultats complètement incontestables.

Le canon était placé aux 6 premiers, ainsi qu'au 20e coup, dans une direction normale devant le milieu de la plaque ; pour les coups suivants, il fut appuyé de 24° vers la gauche.

Des 20 atteintes prévues, 5 devaient être obtenues par des obus en acier à tête aplatie.

Si la plaque n'était pas mise en brèche après le 15e coup, donc après le 10e coup par mètre carré de projection verticale du but, et si elle ne ne présentait pas au revers des fragments détachés vers l'intérieur et pouvant être dangereux pour les servants de la coupole, la force de résistance serait considérée comme suffisante.

Puis on tirerait encore sur le but 5 obus en acier, ce qui mettrait fin à l'expérience.

Cible : la coupole à laquelle était destinée la plaque d'essai correspond en réalité à la figure 4 de la page 11, mais en diffère toutefois

par le profil des plaques de coupole. Le plus grand diamètre de la coupole est de 6 m. et celle-ci se compose d'une plaque d'embrasure, de quatre plaques latérales et d'un plafond en fer forgé de 3,4 m. de diamètre et de 10 cent. d'épaisseur.

La visière et le guidon se trouvent sur le chapeau et on s'en sert à l'aide d'un trou d'homme. La hauteur de l'espace intérieur de la coupole, mesurée du bord supérieur des plaques de coupole jusqu'au rail de la couronne de galets est de 3,4 m. La disposition de l'étage inférieur correspond à peu près à celle qui est indiquée à la figure 4. L'avant-cuirasse est composée de 10 plaques en fonte durcie. Les deux bouches à feu sont placées sur affûts à embrasure minima, m. 1880, et sont espacées de 1,35 m. Les affûts permettent de donner un angle d'élévation de 25°, un angle de dépression de 10° et un champ de tir de 3°. Le service de la coupole et des affûts ne se fait qu'à bras d'hommes. Le mouvement de la coupole s'obtient à l'aide d'un cabestan placé dans une casemate latérale. Quatre hommes peuvent faire exécuter à la coupole un tour complet (360°) en une minute.

La plaque d'essai différait essentiellement dans sa forme de celles qui avaient été soumises aux tirs antérieurs et on avait tenu compte dans sa construction de l'expérience acquise dans les essais précédents.

Son profil avait été considérablement aplati, de manière que des angles d'arrivée supérieurs à 46°5 semblaient être exclus dans le tir en terrain horizontal.

La plaque d'essai avait été enchâssée entre deux plaques latérales et une plaque de plafond, de manière que toute la cible formait à peu près une demi-coupole. La construction était appuyée du côté ouvert à des piliers en maçonnerie, reliés aux plaques précédentes par des plaques d'appui en fonte. Le but était couvert par un glacis en béton jusqu'à hauteur de la crête de l'avant-cuirasse. Enfin, un blindage en bois recouvert de terre était destiné, comme d'ordinaire, à arrêter les éclats de projectiles.

Les dimensions de la plaque d'essai sont indiquées dans la figure 25. La plus grande largeur, en développement, à hauteur de l'avant-cuirasse était de 3,8 m. et au bord supérieur de 2,15 m.

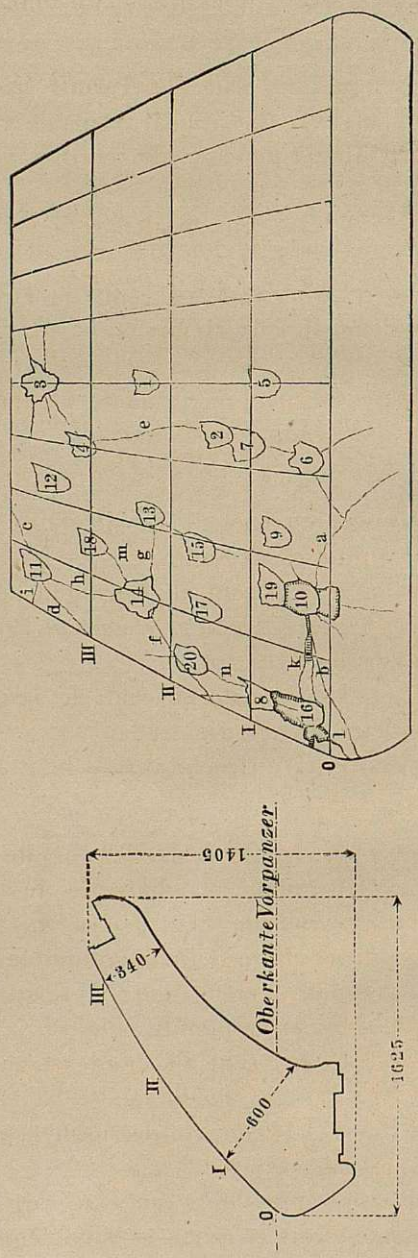
Le poids de la plaque était de 19918 kilog.

Bouche à feu : canon fretté court prussien de 15 cent. de 23 calibres de longueur sur affût à demi-châssis.

Distance : 36 m.

La pièce était placée, aux 7 premiers coups, dans une direction normale devant le milieu de la plaque; elle était appuyée à gauche d'un angle de 24° pour les coups suivants.

Fig. 25
Profil et image du groupement du tir contre la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., le 19 et le 20 janvier 1885.
1 : 40



Projectiles : obus en acier de Ternitz de 15 cent. de 2,5 calibres de longueur, portés avec du sable au poids de 34,5 kilog.

Charge : 6,9 kilog. de poudre prismatique confectionnée en 1868, charge équivalente pour 1000 m. de distance.

Vitesse : à peu près 395 m.

Force vive à l'arrivée : environ 274,6 tonnes-mètres.

1er coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 33,3 kilog., mis avec du sable au poids de 34,5 kilog.

Point d'impact : 140 cent. du bord gauche de la plaque (ligne médiane),
95 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 34°15'.

Effet : un aplatissement de 10 cent. de largeur et de 7 mm. de profondeur. Pas de fissures.

Projectile ricoché vers le haut et brisé en nombreux éclats. Ces derniers montraient, de même qu'aux coups suivants, une trempe excellente.

2e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., sans remplissage de sable.

Point d'impact : 138 cent. du bord gauche de la plaque,
57 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 40° 10'.

Effet : un aplatissement de 11 cent. de largeur et de 9 mm. de profondeur. Pas de fissures.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

3e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 33,1 kilog., à tête aplatie. Le diamètre de l'aplatissement était de 130 mm. Ce dernier était creusé au tour à une profondeur de 10 mm. environ, de manière que le bord formait tranchant. L'obus est mis au poids de 34,5 kilog. par un remplissage intérieur de sable et de plomb.

Point d'impact : 117 cent. du bord gauche de la plaque (ligne médiane),
148 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 25° 56'.

Effet : une empreinte de 8 cent. de largeur et de 34 mm. de profondeur; vers le haut et latéralement, des affouillements de peu de profondeur. 5 fissures capillaires courtes et radiales.

Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

4e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 96 cent. du bord gauche de la plaque,
128 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 29° 27'.

Effet : un aplatissement de 9 cent. de largeur et de 5 mm. de profondeur. Pas de fissures.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

5e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent., pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 174 cent. du bord gauche de la plaque (ligne médiane),
35 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 43° 22' 30".

Effet : un aplatissement de 12 cent. de largeur et de 8 cent. de profondeur. Pas de fissures.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

6e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 160 cent. du bord gauche de la plaque,
12 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 46°15'.

Effet : un aplatissement de 13 cent. de largeur et de 12 mm. de profondeur, 2 fissures capillaires courtes vers le bas, à droite et à gauche. Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

7e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Pour ne pas devoir remettre plus tard la pièce dans sa position primitive, on a tiré le 7e coup au point où l'on aurait tiré le 20e d'après le programme des expériences.

Point d'impact : 140 cent. du bord gauche de la plaque,
42 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 42°19'.

Effet : un aplatissement de 13 cent. de largeur et de 4 mm. de profondeur. Une fissure capillaire radiale dans la direction du point d'impact du 6e coup.

Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché vers le haut et brisé.

L'expérience de tir fut suspendue après le 7e coup et continuée le 20 janvier.

Entretemps la pièce avait été déplacée de 24° vers la gauche, conformément au programme. — Distance 36 m.

8e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5, kilog., non lesté.

Point d'impact : 15 cent. du bord gauche de la plaque,
35 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse,
(point d'impact du 7e coup du programme).

Angle d'arrivée : 43°11'.

Effet : un aplatissement de 13 cent. de largeur et de 5 mm. de profondeur.
Une fissure capillaire à gauche vers le haut, une deuxième vers le bas.
Aucune fissure visible au revers de la plaque.
Projectile ricoché vers le haut et brisé.

9e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 33,3 kilog., porté avec du sable au poids de 34,5 kilog.

Point d'impact : 100 cent. du bord gauche de la plaque,
28 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 43°44'.

Effet : un aplatissement de 11 cent. de largeur et de 9 mm. de profondeur.
Pas de fissures.
Projectile ricoché vers le haut et brisé.

10e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 33,3 kilog., à tête aplatie, porté avec du sable et du plomb au poids de 34,5 kilog.

Point d'impact : 74 cent. du bord gauche de la plaque,
12 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 46°28'.

Effet : une empreinte de 13 cent. de largeur et de 38 mm. de profondeur; un écaillement vers le haut et vers le bas.
Deux fissures a et b de 10 cent. de profondeur environ.
Les fissures ne semblaient pas pénétrer à l'intérieur de la plaque, mais se propageaient sous la surface. — Deux fissures verticales capillaires de peu de longueur.
Aucune fissure visible au revers de la plaque.
Projectile ricoché et brisé.

11e coup :

Projectile : Obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 33 kilog. à tête aplatie, mis avec du sable et du plomb au poids de 34,5 kilog.

Point d'impact : 19 cent. du bord gauche de la plaque,
152 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 25°57'.

Effet : un aplatissement de 14 cent. de largeur et de 10 mm. de profondeur.

Deux fissures capillaires c et d.

Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

12e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 32,9 kilog., porté avec du sable au poids de 34,7 kilog.

Point d'impact : 66 cent. du bord gauche de la plaque,
144 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 26° 22' 30".

Effet : un aplatissement de 9 cent. de largeur et de 9 mm. de profondeur.

Fissure e entre les points d'impact du 4e et du 2e coup.

Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

13e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 78 cent. du bord gauche de la plaque,
92 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 34°45'.

Effet : un aplatissement de 10 cent. de largeur et de 3 mm. de profondeur.

Pas de fissures.

Projectile ricoché et brisé.

14e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 32,7 kilog. à tête aplatie, mis au poids de 34,5 kilog. avec du sable et du plomb.

Point d'impact : 35 cent. du bord gauche de la plaque,
88 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 35° 30'.

Effet : un aplatissement de 18 cent. de largeur et de 25 mm. de pro-

fondeur. — Vers le haut et latéralement, affouillements irréguliers de peu de profondeur.

Trois fissures capillaires f, g, et h. Une fissure capillaire i se dirigeant du point d'impact du 11e coup vers le bord gauche.

Aucune fissure visible au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

15e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

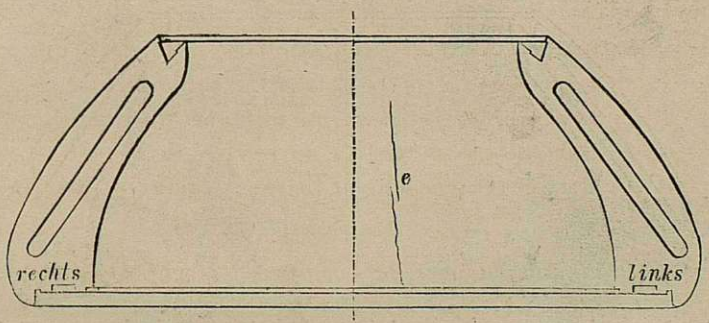
Point d'impact : 75 cent. du bord gauche de la plaque,
68 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 38° 40'.

Fig. 26.

Revers de la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., après le 20e coup. 20 Janvier 1885.

1 : 40



Effet : un aplatissement de 12 cent. de largeur et de 5 mm. de profondeur.

Deux fissures capillaires radiales.

Au revers de la plaque, la fissure e visible sous la forme d'une fissure capillaire de 71 cent. de longueur ; cette fissure prit naissance à 54 cent. en-dessous du bord supérieur de la plaque et se perdit à peu près parallèlement à la ligne médiane à une distance de 22 cent. environ de celle-ci.

Projectile ricoché et brisé.

16e coup :

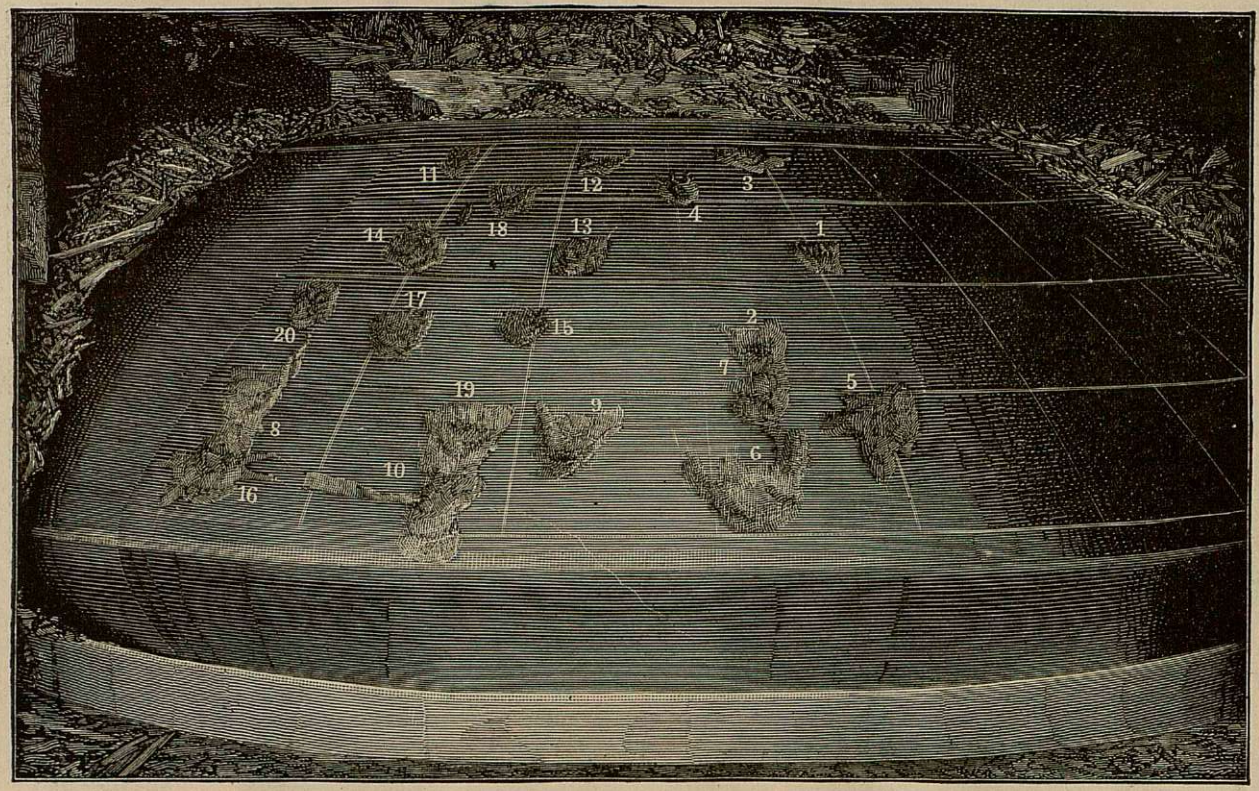
Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 32,9 kilog., à tête aplatie, mis au poids de 34,5 kilog. avec du plomb et du sable.

Point d'impact : 19 cent. du bord gauche de la plaque,
12 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse

Angle d'arrivée : 46° 6'.

Fig. 27

La plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 12 cent., après le 20e coup, 20 janvier 1885.



D'après une photographie.

Effet : un aplatissement avec écaillement.

La tête du projectile est restée soudée à la plaque, c'est pour ce motif que la profondeur ne put être mesurée.

Fissure k dans la direction du 10e coup avec écaillements.

Fissure l à gauche et vers le bas ; fissure capillaire a élargie.

Pas de changements au revers de la plaque.

Projectile brisé.

17e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 45 cent. du bord gauche de la plaque,
64 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 39°.

Effet : un aplatissement de 13 cent. de largeur et de 3 mm. de profondeur. Pas de fissures.

Pas de changement au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

18e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 48 cent. du bord gauche de la plaque,
128 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 30° 30'.

Effet : un aplatissement de 12 cent. de largeur et de 6 mm. de profondeur.

Fissure capillaire m dans la direction du point d'impact du 14e coup.

Pas de changement au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

19e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,5 kilog., non lesté.

Point d'impact : 71 cent. du bord gauche de la plaque,
30 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 43° 35'.

Effet : un aplatissement de 17 cent. de largeur et de 15 mm. de profondeur.

Pas de nouvelles fissures. Fissure a élargie à 10 mm.

Pas de changement au revers de la plaque.

Projectile ricoché et brisé.

20e coup :

Projectile : obus en acier de Ternitz de 15 cent. pesant 34,45 kilog., porté avec du sable au poids de 34,5 kilog.

Point d'impact : 14 cent. du bord gauche de la plaque,
72 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 38° 23'.

Effet : un aplatissement de 10 cent. de largeur et de 15 mm. de profondeur.

Fissure capillaire n dans la direction du point d'impact du 8e coup, une courte fissure capillaire vers le haut.

Revers de la plaque : fissure e prolongée jusqu'au bord inférieur de la plaque (voir fig. 26). Aucune trace des autres fissures visible au revers.

Le joint gauche de la plaque élargi à 2 mm. environ.

Résumé : la plaque avait supporté le tir de 20 obus en acier, chaque coup possédant une force vive de 274,6 tonnes-mètres, c'est-à-dire de 276 tonnes-mètres par tonne de métal de la plaque ou, en ne considérant que la moitié de celle qui fut soumise au tir, de 552 tonnes-mètres par tonne de métal, sans avoir perdu une partie essentielle de sa force de résistance. Le seul effet notable a consisté en une fissure e visible au revers de la plaque, mais qui ne s'étendait pas jusqu'au bord supérieur et n'altérait en rien son degré de résistance.

Après l'enlèvement du glacis, on reconnut que la fissure a se propageait sensiblement sous la surface, sans atteindre le bord, de manière que le fragment en question était resté encore en cohérence avec la plaque.

L'influence du nouveau profil abaissé s'est montrée extraordinairement efficace, puisque tous les projectiles ont ricoché. Les obus à tête aplatie, tout en produisant plus d'effet que ceux à tête ogivale, n'ont pas causé au cuirassement des dommages considérables.

La plaque avait dépassé les exigences, car elle ne devait résister qu'à 15 coups. Il n'était pas possible de déterminer, même approximativement, le nombre de coups que nécessiterait sa destruction par un tir prolongé.

Le métal des obus en acier de Ternitz était extrêmement dur et tenace ; les fragments rayaient le verre, de même que ceux provenant d'obus Krupp. On n'a pu constater aucune différence notable dans la qualité respective des deux projectiles.

7. Conclusions finales.

Les résumés particuliers qui accompagnent les procès-verbaux de l'expérience renferment tant de détails que nous n'avons à y ajouter que peu de chose.

Toutes les plaques avaient satisfait aux conditions du programme, mais celles-ci diffèrent tant entre elles que nous jugeons nécessaire d'en dire quelques mots.

A la première expérience, il s'agissait d'examiner si des fissures venues de coulée et dont la position sur la plaque motivait d'elle-même une concentration des coups, étaient nuisibles à sa résistance.

Cette expérience, de même que les suivantes, ne laissa aucun doute que des fissures venues de coulée n'exercent aucune influence sur la solidité d'une plaque de cuirasse.

Aux quatre expériences suivantes, la concentration des coups eut lieu également avec la forte charge sur une petite surface, mais leur nombre fut relativement faible, puisqu'il ne s'agissait que d'observer comment le métal se serait comporté en présence de ce tir concentré.

Si l'on tient compte de leur but, les cinq premières expériences ne doivent donc être considérées que comme **épreuves de métal**; toutefois les résultats qu'elles fournirent, n'entraînèrent-ils pas moins une modification importante dans la construction des cuirasses, c'est-à-dire un abaissement du profil.

Une plaque améliorée dans ce sens fut l'objet du tir dans la sixième expérience, qui doit donc être considérée, contrairement aux précédentes, comme une **épreuve de construction**.

Les conditions de cet essai répondaient parfaitement à celles de la guerre.

Le nombre des coups que le but avait à supporter était considérablement plus grand : 20 sur la moitié de la plaque, ce qui correspond à 40 pour la plaque entière. C'est pour ce motif que les coups furent répartis uniformément sur toute la cible ; on ne fit pas usage non plus de la forte charge, mais de la charge équivalente pour la distance de 1000 mètres.

Le résultat de cette expérience prouvait de la manière la plus évidente que les conclusions qui avaient servi de point de départ pour la construction de cette plaque, étaient exactes ; son profil fut reconnu avantageux et les dimensions adoptées furent trouvées suffisantes.

Nous reviendrons ultérieurement sur ce sujet, en examinant les expériences de tir exécutées contre des cuirassements de côte.

II. Expériences de tir contre des cuirassements en fonte durcie pour la défense des côtes, pendant les années 1883-1886.

On se servit dans les expériences contre des cuirassements de côte d'un certain nombre de plaques appartenant à deux tourelles cuirassées différentes, en fonte durcie. On fit usage d'abord de trois plaques d'une tourelle cuirassée pour deux bouches à feu de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur, commandée par le gouvernement néerlandais et ensuite, d'une plaque latérale d'une tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 40 cent., de 35 calibres de longueur, destinée au gouvernement italien. Dans la construction de cette dernière plaque, on s'était basé sur les résultats obtenus dans les expériences précédentes : ce groupe d'essais constitue donc une série bien déterminée.

Ce qui donna lieu à ces expériences, ainsi qu'à celles qui ont été décrites dans le chapitre précédent, ce furent en principe les fissures venues de coulée qui existaient dans certaines plaques et dont l'innocuité était probable, mais devait cependant être constatée. Cette preuve pouvait être considérée comme acquise après le premier essai et les expériences subséquentes doivent donc être considérées comme des épreuves de métal et de construction. Conformément à leur destination, le tir contre les cuirassements pour batterie de côte eut lieu avec des canons de marine de 30,5 cent. et de 43 cent. Le nombre des coups touchés fut dans tous les cas en partie supérieur à celui auquel les cuirassements de côte seront probablement exposés ; il y a donc lieu de tenir compte de cette circonstance dans l'appréciation des résultats, si l'on veut considérer ces expériences comme une épreuve de guerre.

I. Expérience de tir contre une plaque d'avant-cuirasse appartenant à une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur,

au polygone Gruson à Buckau,

le 13 août 1883.

But et programme de l'expérience.

Indépendamment de l'essai général de la construction, on voulait constater par la concentration de plusieurs coups dans le voisinage immédiat d'une fissure venue de fonte, existant dans la plaque, si de pareilles fissures étaient nuisibles, et jusqu'à quel point, à la solidité d'un cuirassement. Le tir avait lieu avec le canon de 30,5 cent. de 25 calibres de longueur.

Cible · la tourelle à laquelle appartenait la plaque d'essai correspondait essentiellement au type représenté dans la figure 4.

La coupole du cuirassement se compose de onze plaques en fonte durcie et son diamètre le plus grand est de 10,22 m. La hauteur, mesurée du bord supérieur de l'anneau de la coupole jusqu'au rail de la couronne de galets, est de 4,8 m.; la hauteur, depuis le rail jusqu'au fond de l'étage inférieur, est de 5,8 m.

L'avant-cuirasse est formée de onze plaques en fonte durcie : les cinq plaques tournées du côté de la batterie d'attaque ont une hauteur de 1,75 m., les autres n'ont que 1,25 m. Le plafond de la coupole, ayant 6,4 m. de diamètre, est composé de deux parties et dans leur joint est ménagée la fente de visée dont on fait usage à l'aide d'un trou d'homme recouvert.

La rotation de la tourelle s'obtient aussi bien à bras d'hommes qu'à l'aide d'une machine à vapeur. Les deux procédés peuvent être employés alternativement et à volonté. En se servant de la machine, un tour complet est exécuté en quatre minutes vingt secondes, tandis qu'à bras d'hommes, un quart de tour est effectué en quatre minutes. La force normale de la machine est de vingt-six chevaux ; la manœuvre à bras d'hommes exige dix servants.

Les canons reposent sur affûts hydrauliques Gruson, à embrasure minima, m. 1880, pourvus de deux accumulateurs, placés à l'étage inférieur de la tourelle et pouvant être utilisés en même temps comme grues pour le remplacement des bouches à feu. La construction des affûts permet de donner un angle d'élévation de 12° et un angle de dépression de 6°. Il n'existe pas de dispositif de champ de tir pour donner plus de précision au pointage de la bouche à feu en direction.

La plaque d'avant-cuirasse, servant d'objectif au tir, dans la ligne médiane de laquelle existait une fissure se propageant du bord supérieur vers le bas de la plaque, sauf quelques faibles interruptions, était montée entre 4 autres plaques, de manière à former avec celles-ci la moitié d'un anneau de tourelle. Les plaques extrêmes s'appuyaient à de forts piliers en maçonnerie.

La partie inférieure de la plaque d'essai était protégée, comme l'indique la fig. 28, par un glacis de granit. Les autres plaques étaient précédées d'une couche de béton s'appuyant aux piliers en maçonnerie.

La fissure venue de fonte avait en moyenne 10 mm.

de largeur et 72 mm. de profondeur. Sa direction est tracée, dans la fig. 28, en traits ponctués.

Une charpente en bois, recouverte de terre, était destinée à arrêter les éclats de projectiles.

Les dimensions de la plaque d'essai sont données dans la fig. 28. La plus grande largeur de son développement était de 4,20 m., sa hauteur de 2,7 m.

Le poids était de 37,500 kilog.

Bouche à feu : canon Krupp de 30,5 cent. de 25 calibres de longueur, monté sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

Le canon tirait sous un angle de dépression de 6°.

Distance : 27 m.

Projectiles : obus Krupp en acier de 30,5 cent. de 3,5 calibres de longueur, pesant environ 445 kilog., non chargés.

Charge : 120 kilog. de poudre prismatique, confectionnée en 1880.

Vitesse d'arrivée : environ 445 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : environ 4495 tonnes-mètres.

1er Coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., mis avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 22 cent. à droite de la ligne médiane,
7 cent. au-dessus de la crête du glacis.

Angle d'arrivée : 48°.

Effet : un aplatissement de 60 mm. de profondeur maxima (plus grande profondeur de 44 mm. à gauche du point d'impact, près de la fissure venue de coulée).

Un écaillement ayant au maximum 49 cent. de largeur et 51 cent. de hauteur.

3 fissures capillaires a, b et c.

L'état de la fissure venue de coulée n'a pas changé.

Glacis enlevé au point d'impact sur une profondeur de 15 cent.

Revers de la plaque intact.

Etat général du but : le bord supérieur de la plaque d'essai s'est abaissé de 1 cent., ce qui ne peut s'expliquer que par un mouvement des piliers en maçonnerie.

Projectile brisé.

2e Coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., porté avec du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 20 cent. à gauche de la ligne médiane,
crête du glacis.

Angle d'arrivée : 53°.

Effet : une empreinte et une éraflure au point d'impact jusqu'à 60 mm de profondeur. Ecaillements autour de deux points frappés de 51 cent. de largeur maxima et de 58 cent. de hauteur. Une fissure horizontale d traversant le centre des deux points d'impact et coupant à angle droit la fissure venue de coulée. Celle-ci était restée invariable.

Revers de la plaque : la fissure d était visible au revers sur toute son étendue et divisait la plaque en deux parties.

Etat général du but : la plaque s'était déplacée à gauche de 3,5 cent. et à droite de 3 cent. vers l'intérieur et s'était abaissée de quelques centimètres.

Le 2e coup avait enlevé le glacis au point de découvrir la plaque sur une largeur de 58 cent. et sur une profondeur de 18 cent.

Le projectile avait été brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., porté avec du sable et du plomb au poids de 445 kilog.

Point d'impact : ligne médiane de la plaque (fissure venue de coulée),
6 cent. au-dessus de la précédente crête du glacis.

La couche dure de la fonte n'existait plus au point touché.

Angle d'arrivée : 52°.

Effet : une empreinte au point d'impact atteignant 135 mm. Un écaillement de la surface ayant jusqu'à 78 cent. de largeur, sa hauteur portée à 47 cent.

Une fissure verticale e traversant la plaque : elle partait d'un point du bord supérieur situé à 20 cent. à droite de la ligne médiane, suivait ensuite sur une longueur de 20 cent. un embranchement de la fissure venue de coulée, quittait celle-ci, la rencontrait de nouveau à 17 cent. en-dessous, la poursuivait sur une longueur de 25 cent. environ et la quittait enfin, en obliquant à gauche. L'extrémité supérieure de la fissure venue de coulée avait été prolongée de 20 cent. par une fissure capillaire. Pour le reste, elle était demeurée invariable.

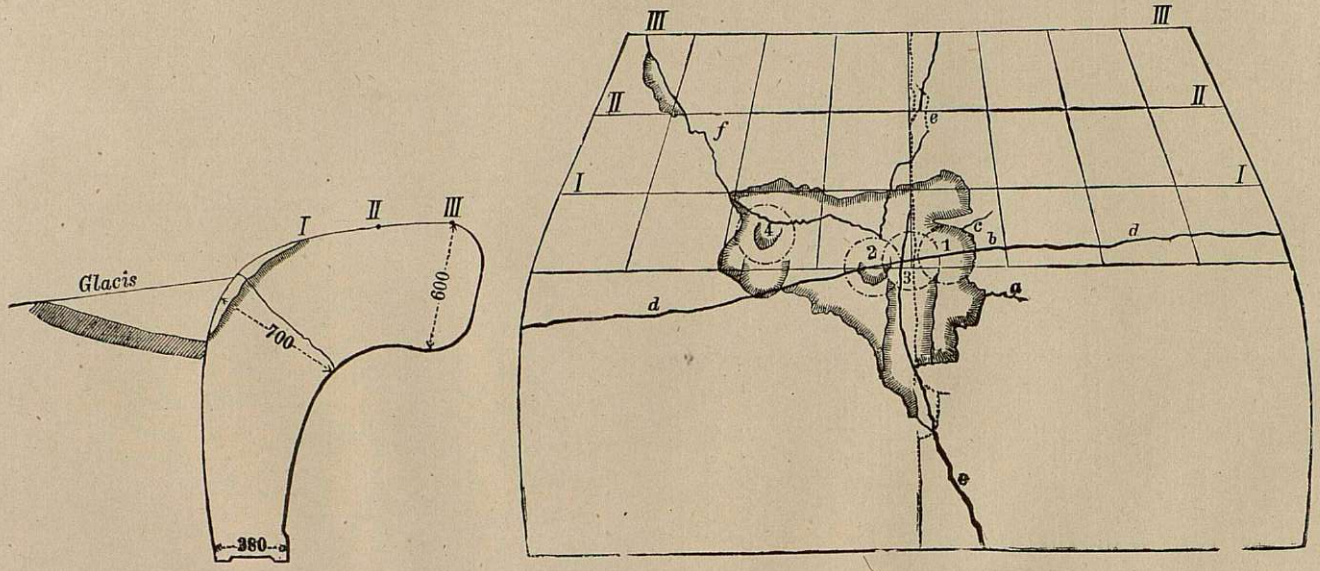
Revers de la plaque : la fissure e était visible dans toute son étendue, au revers de la plaque; celle-ci était donc divisée en quatre parties.

Etat général du but : après l'éloignement du glacis,

Fig. 28.

Profil et image du groupement du tir contre la plaque d'avant-cuirasse de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent., (13 août 1883).

1 : 40



on a trouvé que la fissure e se prolongeait dans la partie inférieure de la plaque, qu'elle y rencontrait encore une fois la fissure venue de coulée et ses embranchements et qu'elle atteignait le bord inférieur de la plaque à 35 cent. à droite de cette fissure. Dans la partie inférieure de la cuirasse, la fissure e s'ouvrait sur une longueur de 35 mm. Les deux parties supérieures de la plaque d'essai s'étaient affaissées de dix cent. environ et le bord supérieur s'était déplacé de 14 cent. environ plus vers l'intérieur, c'est-à-dire vers l'anneau du cuirassement.

Le projectile avait été brisé.

4e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., porté avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 70 cent. environ à gauche de la ligne médiane, 20 cent. au-dessus de la crête du glacis.

Angle d'arrivée : 40° environ.

Effet : les deux parties supérieures de la plaque furent projetées vers l'intérieur et un grand nombre de morceaux s'étaient détachés de la partie atteinte.

La plaque était donc mise en brèche. Une nouvelle fissure f.

La fissure venue de coulée était restée invariable.

Revers de la plaque : le revers de la partie de plaque restée debout ne pouvait d'abord plus être examiné, étant couvert par les parties de cuirasse qui s'étaient amoncelées. On constata plus tard que la fissure verticale e s'était refermée vers le haut, c'est-à-dire au point de rencontre avec la fissure d et qu'elle s'était élargie, au contraire, vers le bas.

Etat général du but : il était évident que tout le cuirassement avait subi un nouveau déplacement, puisque les joints entre la plaque d'essai et celles de raccordement s'étaient élargis respectivement jusqu'à 10 et 30 mm.

Le projectile avait été brisé.

Résumé : a. Etat de la fissure venue de coulée : comme nous l'avons déjà dit, le but de l'expérience était en première ligne d'examiner l'influence des fissures venues de coulée et ce but spécial justifie la concentration de 3 coups avec une force vive totale de 13500 tonnes-mètres sur une ligne droite de 40 cent. de longueur. S'il s'était agi de faire l'essai de la construction de la plaque, les coups auraient dû être répartis sur la surface, comme cela se présenterait dans la

réalité, car il ne serait pas logique de rendre un cuirassement plus fort et plus coûteux que ne l'exigent les conditions de guerre.

Après l'éloignement du glacis, on constata que la fissure e ne se prolongeait pas à peu près parallèlement à la fissure venue de coulée, comme on l'avait admis, mais que sa partie inférieure rencontrait encore celle-ci, ainsi qu'un de ses embranchements inférieurs (voir fig. 28).

A la partie supérieure de la plaque d'essai, la fissure e suivait deux fois à la surface la fissure venue de coulée, sur une faible longueur, mais il y a lieu cependant de faire remarquer que la cassure proprement dite était toujours ondulée et que c'est seulement à la surface qu'elle a pris la forme irrégulière et échancrée de la fissure venue de coulée. Il en résulte que la fissure e s'est formée à l'intérieur de la plaque d'une manière tout à fait indépendante de la fissure venue de coulée, résultat auquel on devait s'attendre, si l'on tient compte de la grande épaisseur de la plaque et du peu de profondeur de ce que l'on appelle les fissures venues de fonte (700 à 70 mm.)

Une autre preuve de leur inoccuité réside dans ce fait que la fissure e suivait dans la partie inférieure de la plaque la diagonale du carré formé par des fissures venues de coulée, au lieu de s'étendre le long d'un de ses côtés et de passer de là dans la fissure inférieure.

Comme il avait été démontré suffisamment que les fissures venues de coulée sont inoffensives, le but proprement dit de l'expérience était donc atteint.

b. Etat de la plaque et de son installation : une inspection plus détaillée du but fit constater que le fondement sous la plaque d'essai s'était affaissé de 20 mm., de manière que les plaques voisines n'appuyaient plus immédiatement sur ce fondement.

Le rebord intérieur de la plaque de support s'était cassé au joint gauche, les deux joints entre les quatre plaques non soumises au tir s'étaient entr'ouverts de 6 mm. — Enfin une fente qui existait entre la couche de béton et les piliers en maçonnerie, prouvait que le pilier de droite avait été refoulé de 10 mm. et celui de gauche de 8 mm.

Ces faits s'expliquent, parce que la maçonnerie n'avait pas encore pris suffisamment et que le mortier était encore humide en grande partie.

L'état du but permit de constater que les quatre plaques qui n'avaient pas été soumises au tir, avaient exécuté sur la plaque de support un mouvement à peu près périphérique et que les piliers avaient été refoulés. Ce refoulemect combiné à l'affaissement du fondement permit à la fissure e de s'entr'-ouvrir en bas de 35 mm., sans que, malgré cette circonstance, la plaque d'essai se fût étroitement appuyée aux plaques voisines, ce qui fit que le rebord de la plaque de support se cassa, ne pouvant résister à lui seul aux chocs énormes des projectiles.

Il résulte de l'affaissement de la plaque que l'on avait déjà constaté après le premier coup, que les mouvements précités ont déjà commencé après ce coup, de manière que pour les suivants la plaque restait sans appui.

Ces circonstances expliquent pourquoi les parties qui s'étaient détachées, à cause des fissures, tombèrent à l'intérieur du cuirassement et il est à prévoir que si l'avant-cuirasse est bien établie, ce cas ne se présentera pas.

D'ailleurs ce qui prouve que le métal était d'excellente qualité, c'est que la moitié supérieure de la plaque qui, avant le troisième coup, ne s'appuyait plus que médiocrement sur la partie inférieure et après s'être affaissée de 4 cent. environ, restait pour ainsi dire suspendue entre les plaques voisines, ne fut pas mise en pièces par le 3^{e} coup.

Signalons encore une autre observation qui n'est pas sans importance, au point de vue de la qualité du métal. Si le projectile frappait un endroit où la couche dure et blanche de la fonte avait été enlevée par un coup précédent, il n'en résulta pas une destruction de métal plus grande que dans le cas où le projectile venait frapper une surface intacte, ce qui semblait prouver que la dureté du métal s'étend beaucoup plus loin à l'intérieur de la plaque que la couche blanche du métal ne l'indique. Les surfaces aplaties ne montraient qu'une augmentation de tenacité de la matière.

Quoique l'on soit en droit de conclure avec assez de certitude qu'en présence de la tenacité opposée par la plaque au tir concentré, malgré les fondements insuffisants, celle-ci aurait été suffisamment résistante, en cas de guerre, si elle avait été installée définitivement, la commission d'expériences néerlandaise décida, par mesure de prévoyance, d'apporter dans la construction du cuirassement une modification dans la confection des plaques frontales d'avant-cuirasse. Cette amélioration consistait essentiellement à placer des piliers aux extrémités de

ces plaques, de manière à rendre impossible la chute de parties qui se seraient détachées à la partie supérieure.

Tous les projectiles s'étaient brisés en morceaux; ceux-ci témoignaient d'une dureté de métal peu commune.

2. Expérience de tir contre une plaque latérale d'une coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur,

au polygone Gruson, à Buckau

le 22 octobre 1883.

But et programme de l'expérience

Le but de l'expérience consistait à soumettre le cuirassement à l'épreuve de quatre coups tirés avec le canon Krupp de 30,5 cent.

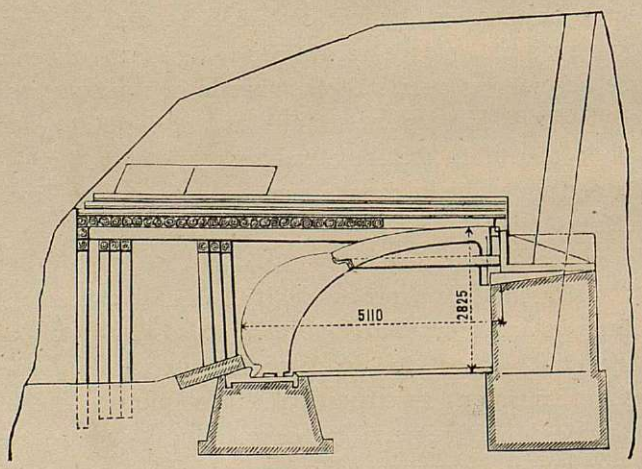
L'expérience de tir devait établir spécialement :

1. si les dimensions choisies pour les plaques de coupole du cuirassement en fonte durcie en question étaient suffisantes ;
2. si les fissures venues de coulée, existant dans la plaque, resteraient inoffensives et confirmeraient les observations faites à ce point de vue, le 13 août 1883.

Fig. 29

Installation de la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent.

1 : 40



Cible : la plaque d'essai faisait partie de la tourelle en fonte durcie décrite à la page 87 et destinée au gouvernement néerlandais. Elle était installée entre quatre autres plaques latérales et une plaque

de plafond, de manière que l'ensemble formait la moitié d'une coupole. Celle-ci était appuyée, à sa partie ouverte, à trois forts piliers en maçonnerie par l'intermédiaire de trois fortes plaques de raccordement en fonte, coulées spécialement dans ce but.

L'installation de la plaque d'essai est représentée à la figure 29.

Au-dessus de la plaque de plafond se trouvait la rangée de poutres de la charpente en bois destinée à arrêter les éclats de projectiles. Ces poutres ne reposaient cependant pas sur le plafond.

Elles étaient couvertes de trois couches de rails et de quelques mètres de terre.

A l'intérieur de la tourelle, où l'on arrivait par une ouverture avec escalier, étaient placés des sondes et des calibres pour mesurer, le cas échéant, le déplacement des différentes plaques; un fil à plomb, attaché au plafond, était exactement ajusté à chaque côté du pilier de milieu, tandis que la distance de la surface du pied de la plaque d'essai à ce pilier était déterminée rigoureusement par trois calibres.

La plaque d'essai présentait dix fissures venues de fonte, ayant une profondeur maxima de 15 mm.; elles sont ponctuées sur le dessin et désignées par les chiffres arabes 1 à 10.

Les dimensions de la plaque d'essai sont indiquées dans la figure 30. La plus grande largeur de son développement était de 2,9 m., sa hauteur de 3,5 m.

Le poids était de 47500 kilog.

Bouche à feu : canon Krupp de 30,5 cent. de 25 calibres de longueur, monté sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880. — Le canon tirait sous un angle de dépression variant entre 2°12′ et 4°30′.

Distance : 27 m.

Projectiles : obus Krupp en acier de 30,5 cent. de 3,5 calibres de longueur, non chargés, pesant environ 445 kilog.

Charge : 120 kilog. de poudre prismatique confectionnée en 1880.

Vitesse d'arrivée : environ 445 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : environ 4495 tonnes-mètres.

1er Coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent. pesant 445,6 kilog. non lesté.

Point d'impact : 4 cent. à droite de la ligne médiane de la plaque, 90 cent. au-dessus du bord inférieur.

Angle d'arrivée : 90°.

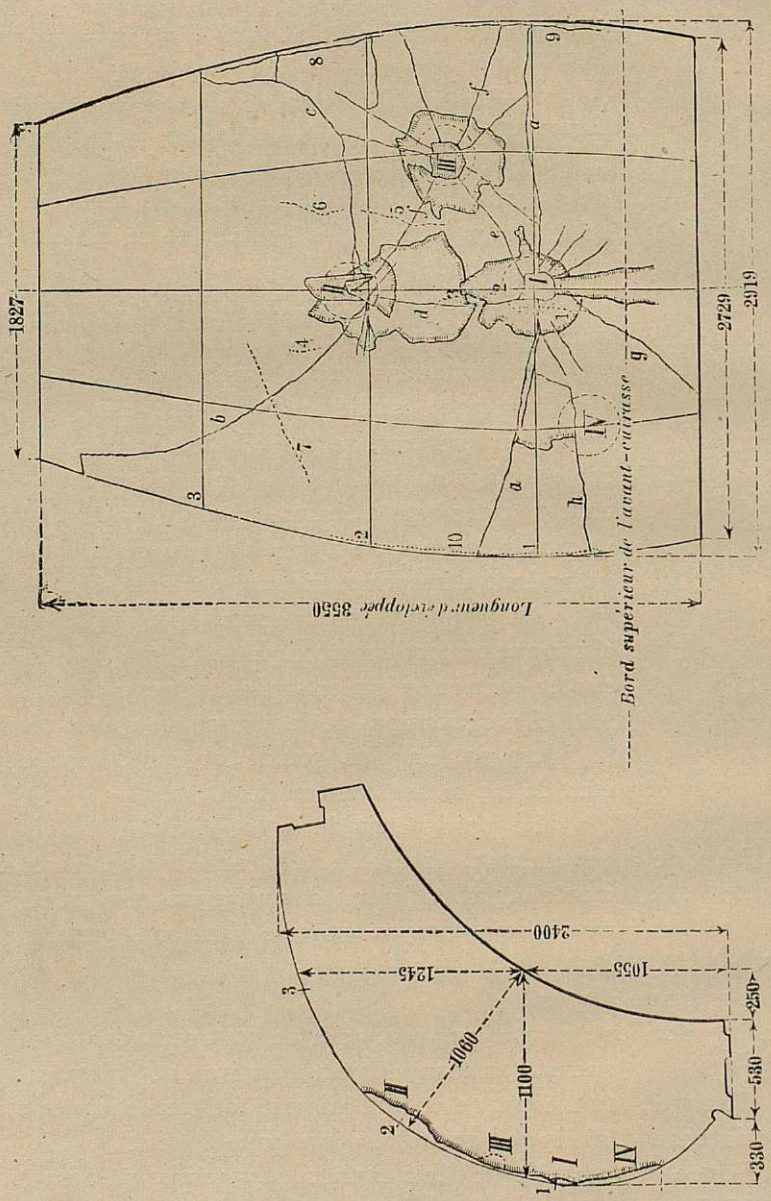
Effet : autour du point d'impact, un écaillement de 48 cent. de largeur et de 52 cent. de hauteur ; sa profondeur maxima était de 35 mm.

A l'endroit touché, on trouva la pointe aplatie du projectile, soudée à la plaque, formant un disque d'environ

Fig. 70.

Profil et image du groupement du tir dirigé contre la plaque latérale appartenant à la tourelle en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent. (22 octobre 1883).

1 : 40



15 cent. de diamètre, un peu gonflé au centre. La pointe n'avait pas pénétré dans la cuirasse ; elle n'avait occasionné qu'un aplatissement, mais l'acier s'était collé si fort à la fonte durcie qu'en enlevant la pointe à coups de marteau, on arracha en même temps un morceau de fonte.

Cinq fissures capillaires radiales de peu de longueur, ayant leur origine au point d'impact.

Une fissure horizontale a s'étendant jusqu'aux deux bords de la plaque, à gauche à 125 cent., à droite à 91 cent. au-dessus du bord inférieur. Le long de cette fissure et à gauche du point d'impact, un écaillement de 3 cent. de largeur et de 30 à 40 cent. de longueur.

Revers de la plaque : en examinant l'intérieur de la tourelle, on constata que la fissure a était visible au revers sous la forme d'une fissure capillaire, prenant naissance à 45 cent. du bord gauche et se perdant à 22 cent. du bord droit de la plaque. Une fissure g, longue de 44 cent., se détachait du milieu de la précédente, se dirigeant vers le bord inférieur, tout en obliquant légèrement à gauche.

Cette dernière fissure se perdait à 17 cent. au-dessus du bord inférieur.

Etat général du but : les fils à plomb indiquaient pour la plaque de plafond un déplacement en arrière de 1 mm. à droite et de 3 mm. à gauche. Le pied de la plaque d'essai s'était également rapproché du pilier, car les calibres en bois que l'on avait placés avant l'expérience, étaient en partie brisés.

Le joint entre la plaque d'essai et celle de plafond s'était resserré ; ceux qui existaient entre les plaques latérales de raccordement et la plaque de plafond s'étaient élargis. Enfin les joints entre la plaque d'essai et les plaques de raccordement s'étaient élargis du côté intérieur de 2 1/2 millimètres en moyenne. Entre les piliers en maçonnerie et les plaques de raccordement, il s'était formé des fentes de 3 mm. à gauche et de 1 mm. à droite.

L'état intérieur de la tourelle fournis-ait la preuve que les piliers en maçonnerie n'avaient pas pu empêcher le déplacement de toute la construction vers l'extérieur, mais ce déplacement était si faible qu'il n'y avait pas lieu d'arrêter l'expérience.

Le projectile avait été brisé.

2^e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., pesant 446,3 kilog., non lesté.

Point d'impact : sur la ligne médiane,
190 cent. au-dessus du bord inférieur de la plaque,
100 cent. au-dessus du point d'impact du 1^er coup.

Angle d'arrivée : 51°.

Effet : au point d'impact, une fissure longitudinale de 70 cent. de profondeur maxima, 48 cent. de longueur et 12 cent. de largeur. — Autour du point d'impact, un écaillement de 55 cent. de largeur maxima, comme le montre le dessin.

Quatre fissures capillaires de 20 cent. environ de longueur.

Une fissure b partant du point d'impact, se dirigeant sous la forme d'un arc de cercle, à gauche et vers le haut et se perdant à 50 cent. du bord supérieur et à 17 cent. du bord gauche de la plaque.

Une fissure c prit naissance au point d'impact, se dirigea en arc de cercle vers la droite et aboutit au bord droit, après avoir fait un coude très prononcé.

Une fissure verticale d établit un raccordement entre les points d'impact des deux premiers coups. On ne put pas constater qu'elle se prolongeait vers le bas au-delà de sa rencontre avec la fissure a, mais c'était probable, car déjà après le premier coup, il s'en était déclaré une dans cette direction.

Revers de la plaque : La fissure a s'était prolongée au revers jusqu'aux deux bords de la plaque et était entr' ouverte de 1 mm. environ.

Les autres fissures b, c, d n'y étaient pas visibles.

Etat général du but : d'après les indications des fils à plomb, la plaque de plafond s'était déplacée de nouveau des deux côtés vers l'intérieur, tandis que la distance du pied de la plaque au pilier en maçonnerie était restée la même. Ce déplacement avait provoqué aussi celui de la plaque de support du plafond.

Les joints entre la plaque de plafond et celle d'essai avaient regagné leur première largeur, probablement à la suite de ce déplacement de la plaque de support. Les joints entre la plaque d'essai et les plaques latérales de raccordement s'étaient resserrés de 0,5 mm.

Ce rétrécissement des joints latéraux fit conclure qu'à la

suite des chocs extérieurs la voûte s'était resserrée et consolidée. Comme les fentes entre les plaques de raccordement et les piliers en maçonnerie ne s'étaient pas considérablement élargies, le déplacement de la plaque de plafond de 3 mm. ne donna lieu à aucune inquiétude.

Le projectile avait été brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent. pesant 443,8 kilog. et porté avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 68 cent. à droite de la ligne médiane,
135 cent. au-dessus du bord inférieur,
86 cent. du point d'impact du 1er coup, 90 cent. de celui du 2e coup.

Angle d'arrivée : 72°

Effet : au point d'impact, un affouillement de 50 mm. de profondeur ; circulairement autour de celui-ci, des écaillements comme le montre la figure 33. 8 fissures radiales partant du point d'impact dont une, la fissure e, reliait les points d'impact du 3e et du 1er coup ; une autre, la fissure f, servait de liaison entre les points d'impact du 3e et du 2e coup. Cette dernière s'étendait au-delà du point d'impact jusqu'au bord droit de la plaque. La fissure f ne se perdait pas dans la fissure b, mais lui restait parallèle sur une petite longueur.

La fissure c s'était allongée vers le haut de la plaque, la fissure b s'était élargie et entr'ouverte sur une largeur de 7 mm. environ.

Revers de la plaque : après le 3e coup, il existait au revers de la plaque 2 larges fissures partant d'un même point du bord gauche. L'une d'elles envoyait ses embranchements en forme de réseau dans la fissure a, tandis que l'autre se perdait à 20 cent. au-dessus de cette fissure. Il est possible que la plus grande des deux communiquait partiellement à l'intérieur avec la fissure b, quoique celle-ci s'étendait à l'extérieur jusque près du bord supérieur.

Le revers de la plaque, après le 3e coup, est représenté dans la fig. 32 ; à cause du grand poids de la plaque, les fissures qui la traversaient, paraissaient sans importance.

Etat général du but : les fils à plomb indiquaient un nouveau déplacement du plafond de 2 mm. vers l'intérieur : aussi tout le bord droit de la plaque d'essai avait cédé de quelques millimètres vers l'intérieur; du côté gauche, le plafond

et le bord de la plaque d'essai étaient restés à peu près invariables.

Les joints entre la plaque de plafond et celle d'essai

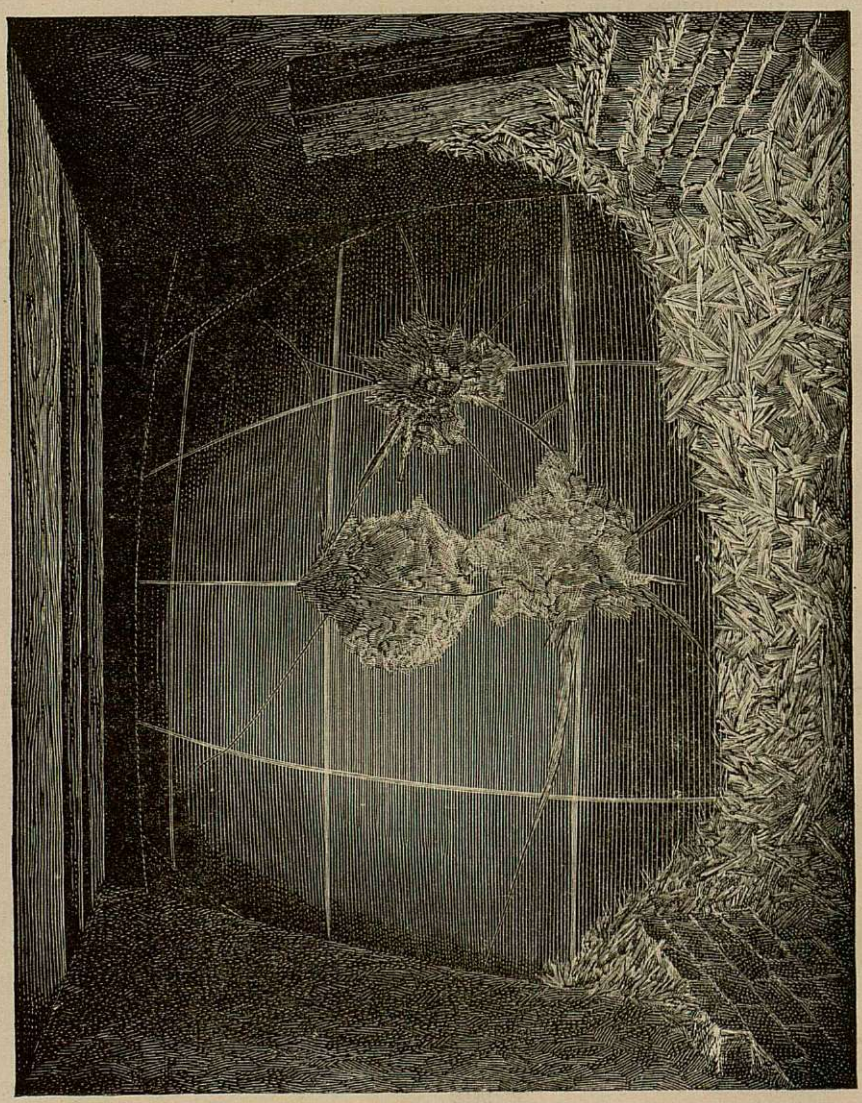


Fig. 31.
La plaque latérale de la tourelle cuirassée pour 2 bouches à feu de 30,5 cent., après le 3e coup. 22/10 1883.
D'après une photographie.

avaient été considérablement élargis ; il en était de même du joint droit de la plaque d'essai et de la plaque latérale. La largeur du joint à droite s'était élargie de 3,5 en haut et de 9 mm. en bas ; celle du joint gauche, au contraire, avait atteint respectivement 3,75 mm. et 4,25 mm.

Le pilier de gauche indiquait un déplacement notable, car la fente entre ce pilier et la plaque de raccordement avait gagné une largeur de 6 mm. ; du côté droit, on ne constata aucun changement.

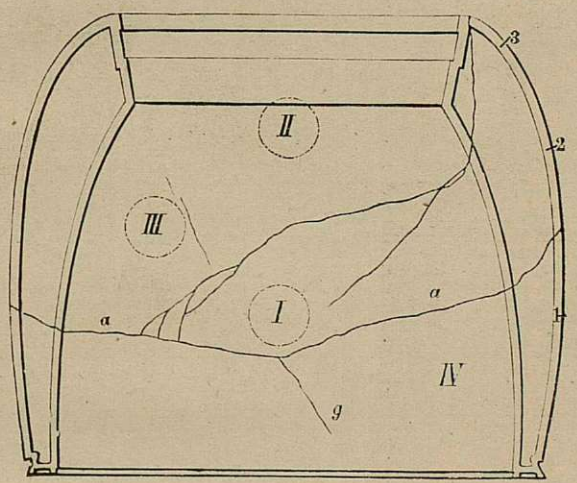
Il est évident qu'à gauche, à cause du déplacement des plaques vers l'intérieur, la solidité de la voûte avait été réellement affaiblie ; néanmoins elle parut encore suffisante pour pouvoir résister à un quatrième coup.

Le projectile avait été brisé.

Fig. 32

Revers de la plaque latérale soumise au tir et appartenant à la tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 30,5 cent., après le 3e coup. 22 octobre 1883.

1 : 40



4e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., pesant 444,6 kilog. et mis avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 75 cent. du bord gauche de la plaque,
65 cent. au-dessus du bord inférieur,
84 cent. du point d'impact du 1er coup.

Angle d'arrivée : 75° environ.

Effet : le 4e coup mit la plaque en brèche : le fragment de cuirasse limité par l'ancienne fissure a et par les nouvelles g et h fut poussé à l'intérieur contre le pilier de milieu. A la suite de cet accident, quelques parties isolées du côté gauche de la plaque s'étaient affaissées, refermant en partie l'ouverture de la brèche où étaient restés en même temps d'autres morceaux de la cuirasse.

Celle-ci avait été divisée en six parties par les fissures a, b, c, d, f et g.

Revers de la plaque : à la suite de l'affaissement de

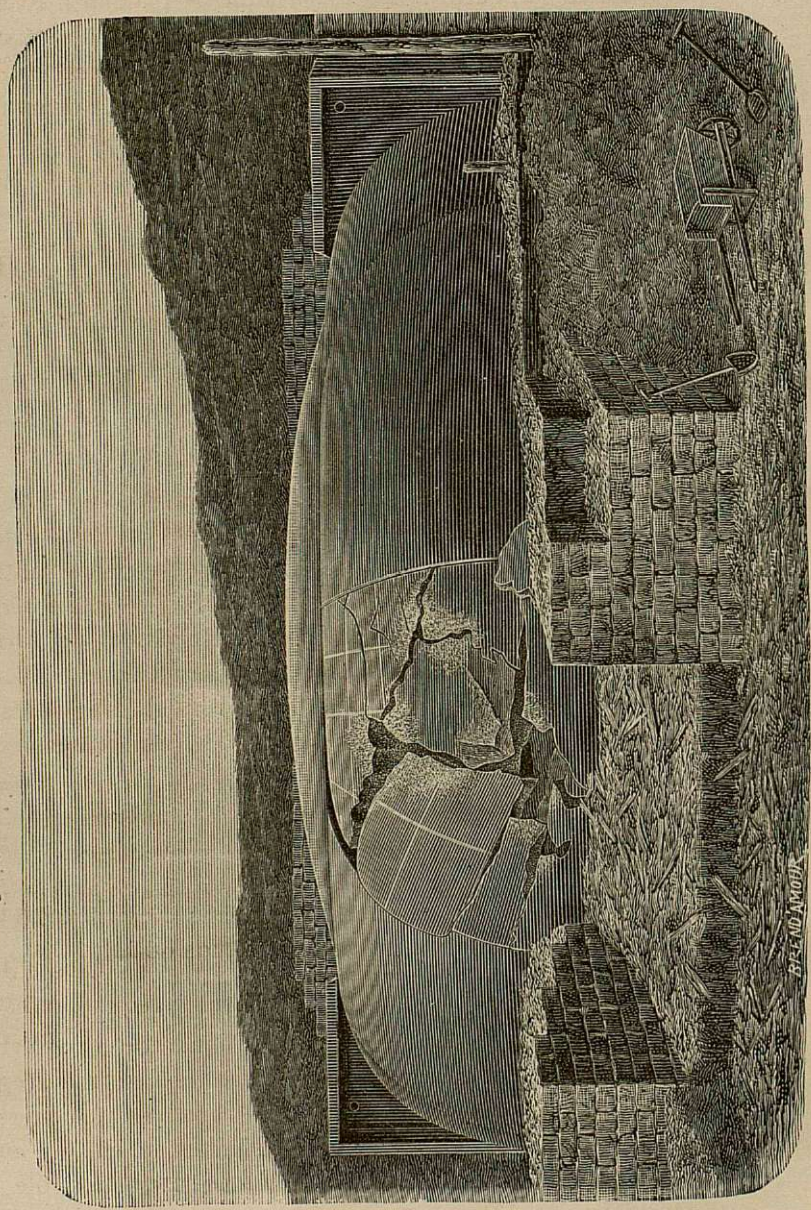


Fig. 33
La plaque latérale de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 30,5 cent., après le 4e coup. 22 octobre 1883.
D'après une photographie.

différentes parties de la plaque de cuirasse, on pouvait constater au revers que certaines fissures s'étaient considérablement élargies ; il ne s'en était pas formé d'autres, puisque le choc du

projectile avait été concentré sur la partie limitée par les fissures a et g. Divers fragments de cuirasse et de projectiles se trouvaient à l'intérieur de la tourelle.

Etat général du but : la plaque de plafond n'avait pas éprouvé d'autre déplacement par le quatrième coup, mais les joints entre les plaques de raccordement et les piliers s'étaient ouverts de 15 mm., de manière que l'on devait supposer que toute la construction avait subi un déplacement latéral.

Cette supposition fut confirmée plus tard après l'enlèvement du remblai de terre ; entre la plaque de plafond et les deux plaques latérales de gauche, qui serraient avant le tir à leur partie inférieure, étroitement contre la première, il s'était déclaré une fente de 30 mm. de largeur et l'on put constater que les deux plaques latérales de gauche s'étaient déplacées vers l'extérieur, en même temps que toute la plaque de fondement.

Le projectile avait été brisé.

Résumé : la plaque avait supporté 3 coups avec une force vive totale de 13470 tonnes-mètres environ, soit 283 tonnes-mètres par tonne de métal de plaque, sans que l'abri qu'elle fournissait à l'intérieur de la tourelle, fut diminué. Après ces 3 coups, elle montra un certain nombre de fissures qui s'étendaient en partie à travers toute la plaque et à travers toute l'épaisseur ; elle avait été divisée par ces fissures en plusieurs grands fragments qui n'avaient cependant pas encore éprouvé de déplacements.

On constatait à la surface et autour des points d'impact des dégradations qui avaient une certaine étendue, mais qui n'avaient qu'une profondeur de quelques centimètres.

Les projectiles, ni leurs pointes, n'avaient pénétré nulle part dans la plaque.

La mise en brèche par le 4^{e} coup avait été causée d'une manière évidente par le concours de diverses circonstances.

La fissure g existait déjà avant le départ de ce coup et elle était visible au revers de la plaque. La fissure a s'étendait également à travers toute son épaisseur, de manière que la petite partie inférieure de gauche était déjà détachée. Si les autres plaques et les piliers étaient restés fixes, il est possible que cette partie eût pu supporter encore un coup, mais c'est ainsi que tout l'effet du projectile pouvait se faire sentir dans le déplacement de cette partie du cuirassement et c'est ainsi qu'il s'explique qu'elle fut poussée à l'intérieur de la tourelle.

Les fissures venues de coulée n'ont contribué, à aucun des 4 coups, à la destruction de la plaque.

Comme le montre le dessin, les fissures provenant du tir avaient un tracé indépendant de celles venues de coulée et on ne pouvait constater nulle part que celles-ci s'étaient allongées par l'effet du tir.

Les projectiles en acier se sont comportés dans cette expérience tout à fait de la même manière qu'aux essais précédents : ils se brisaient en de nombreux éclats qui variaient entre la grandeur du poing et celle des pois et qui venaient se fixer en grande partie dans la charpente pare-éclats précédant la plaque.

3. Expérience de tir contre la moitié de la voûte d'une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 canons de 30,5 cent. de 35 calibres de longueur,

au polygone Gruson à Buckau,

le 26 et le 28 Mai 1884.

But et programme de l'expérience de tir.

Epreuve de la voûte du cuirassement au moyen de 4 coups tirés avec le canon Krupp de 30,5 cent.

Cette épreuve se rapportait moins aux fissures venues de coulée qui existaient dans cette plaque et dont l'inoccuité avait été suffisamment prouvée par les expériences précédentes ; elle avait plutôt pour objet de déterminer si les dimensions de la plaque étaient suffisantes pour résister à une attaque avec le canon Krupp de 30,5 cent.

Cible : elle était formée par la moitié de la voûte de la tourelle cuirassée qui a été décrite à la page 87. Sa forme est indiquée dans les figures 34 et 35 ; il en est de même de la nervure du bord en ligne droite qui, dans une tourelle achevée s'appuierait à une nervure correspondante de l'autre moitié de la voûte. Nous avons déjà dit, page 87, qu'il existait un trou d'homme au centre de la voûte et qu'une fente de visée avait été ménagée dans les joints des deux plaques.

La plaque d'essai avait été assemblée, conformément à la position qu'elle occupait dans la tourelle, dans un demi-cercle (*) formé de 3 plaques en fonte pesant chacune 39750

(*) A la suite d'un refroidissement trop rapide pendant la coulée, les 3 plaques circulaires étaient divisées par des fissures verticales en deux parties à peu près égales, de manière que le demi-cercle était composé, à proprement parler, de 6 plaques.

kilog., réunies entr'elles à l'aide de goujons. La seconde moitié de la voûte avait été remplacée par 3 plaques de contre-appui réunies également par des goujons et s'appuyant contre 3 piliers en maçonnerie; les plaques circulaires en fonte étaient engagées par des nervures dans une fondation en maçonnerie; la plaque de milieu était, en outre, ancrée par 2 boulons à la plaque de contre-appui du milieu.

Afin d'obtenir des angles d'arrivée plus grands, la plaque d'essai, au lieu d'être horizontale, avait été inclinée sous un angle de 5°, c'est-à-dire que le plan que l'on supposait passer par la surface d'appui, formait avec le plan horizontal un angle de 5°.

La plaque d'essai renfermait un certain nombre de petites fissures provenant du retrait du métal et ayant été bouchées par des coins en acier. Mentionnons encore l'existence dans la plaque de 3 trous de 12 cent. de diamètre, destinés à fixer des anses de manœuvre.

Un blindage en bois avec remblai de terre était destiné, comme d'ordinaire, à arrêter les éclats des projectiles.

Les dimensions principales de la plaque d'essai sont indiquées dans la figure 34.

Le poids de la plaque était de 47500 kilog.

Bouche à feu : canon Krupp de 30,5 cent de 25 calibres de longueur, monté sur affût Gruson, à embrasure minima, m. 1880.

L'angle de dépression dont se servait la pièce variait entre 3° 44' et 5° 6'.

Distance : 29 m.

Projectiles : obus Krupp en acier de 30,5 cent. de 3,5 calibres, non chargés, pesant environ 445 kilog.

Charge : 80 kilog. de poudre prismatique confectionnée en 1880.

Vitesse d'arrivée : 360 m. par seconde. (*)

Force vive à l'arrivée : 2942 tonnes-mètres environ.

1er coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., pesant 443,8 kilog. et mis avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 50 cent. à gauche de la ligne médiane,
34 cent. du bord circulaire de la plaque.

Angle d'arrivée : 24°14'

Effet : une écorchure de 22 mm. de profondeur avec écaille-

(*) Ce nombre est emprunté au rapport officiel de la commission d'expériences néerlandaise et doit, par conséquent, être plus exact que celui de 345 m., donné dans les rapports précédents.

ments de 58 cent. × 29 cent. de plus grandes dimensions.

Une fissure radiale a partant du point d'impact et se perdant à 62 cent. du bord rectiligne de la plaque.

3 fissures capillaires b, c, d.

Revers de la plaque : la fissure a était visible au revers sur toute sa longueur.

Etat général du but : l'installation de la plaque paraissait intacte, tout au moins les joints entre les plaques circulaires n'indiquaient pas de changement.

Le projectile avait été brisé.

2e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., pesant 446,5 kilog., vide.

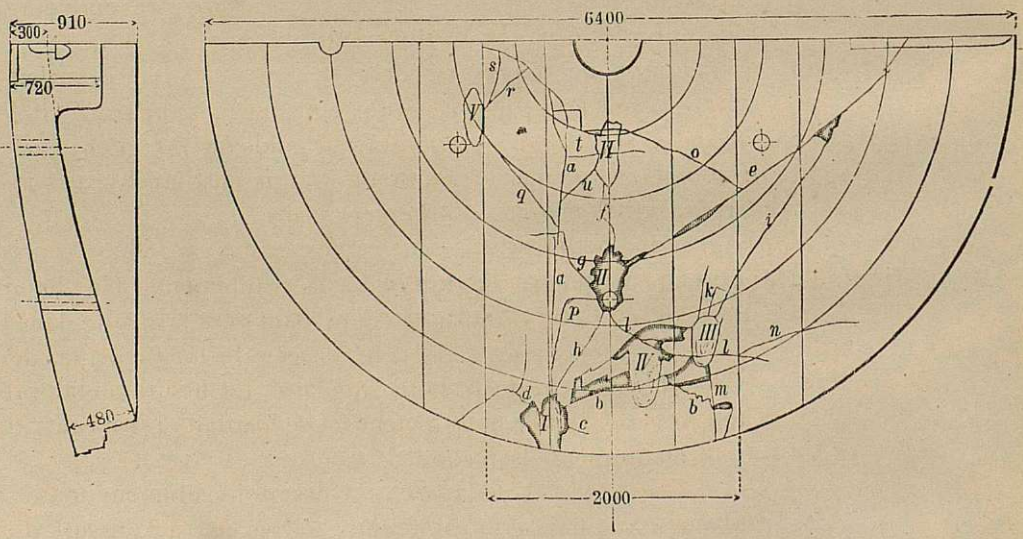
Point d'impact : ligne médiane de la plaque, 126 cent. du bord circulaire.

Angle d'arrivée : 19°35'.

Fig. 34.

Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque de voûte appartenant à une tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 30,5 cent. 26 et 28 mai 1884.

1 : 60



Effet : Le projectile toucha le trou de manœuvre du milieu et produisit à sa partie supérieure une écorchure de 100 mm. de profondeur et autour d'elle un écaillement de 30 cent. × 50 cent. de plus grandes dimensions et de peu de profondeur. La fissure

b s'était allongée vers la droite jusqu'au bord circulaire de la plaque. Une nouvelle fissure e, partant du point d'impact, s'étendait vers le haut et à droite et se perdait à 64 cent. sous le bord rectiligne de la plaque. Trois fissures capillaires, l'une f de 40 cent. de longueur ; une seconde g croisant la fissure a sous un angle aigu et une troisième h d'une longueur de 32 cent.

Revers de la plaque : la fissure a traversait maintenant la plaque d'un bord à l'autre La fissure e qui se perdait à la surface de la plaque à 64 cent. en dessous du bord rectiligne, commençait, au revers, à ce dernier bord, s'étendait dans la direction du trou de manœuvre de milieu et se perdait en zig-zag au bord circulaire. La fissure f avait une direction à peu près radiale depuis le trou de manœuvre de milieu jusqu'au bord rectiligne de la plaque : sa longueur était de 97 cent. Sa direction était absolument différente de celle qui existait à la surface de la plaque. La fissure g était visible au revers jusqu'à la fissure a (voir figure 35).

Etat général du but : la fissure radiale qui existait dans la plaque de milieu de l'anneau de soubassement et dont nous avons parlé dans la description, s'était élargie ; la plaque elle-même s'était affaissée d'un millimètre et demi.

Les joints des plaques de soubassement étaient restés invariables.

Le projectile avait été brisé.

3e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent., pesant 444,6 kilog., mis avec du plomb et du sable au poids de 445 kilog.

Point d'impact : 72 cent. à droite de la ligne médiane,
70 cent. du bord circulaire.

Angle d'arrivée : 22°52'.

Effet : un aplatissement longitudinal sans écaillements. Une fissure i partant du point d'impact et se perdant vers la droite dans la fissure e. Trois fissures, k, l, m, de peu de longueur, la dernière s'étendant jusqu'au bord circulaire. La fissure a était prolongée vers le haut et à gauche et se perdait à 10 cent. du bord rectiligne de la plaque.

Revers de la plaque : la fissure i visible sur toute sa longueur ; la fissure l s'est réunie, au revers, à la fissure d et sépare un segment de la plaque, comme l'indique le dessin. La fissure m était visible à l'intérieur et paraissait se joindre à la fissure k.

Etat général du but : la fissure existant dans la plaque

de soubassement du milieu s'était un peu élargie ; la moitié de droite de la plaque s'était affaissée de deux à trois millimètres.

Le projectile avait été brisé.

4e coup :

Projectile : obus Krupp en acier, de 30,5 cent., pesant 445,1 kilog., vide.

Point d'impact : 28 cent. à droite de la ligne médiane,
45 cent. du bord circulaire,
entre les points d'impact du 1er et du 3e coup.

Angle d'arrivée : 23°25'.

Effet : le projectile toucha le segment de la plaque qui avait été séparé par les fissures b, h et l et causa un aplatissement au point d'impact et des écaillements vers le haut, ainsi que dans la direction des points d'impact du 1er et du 3e coup, comme le montre la figure 34.

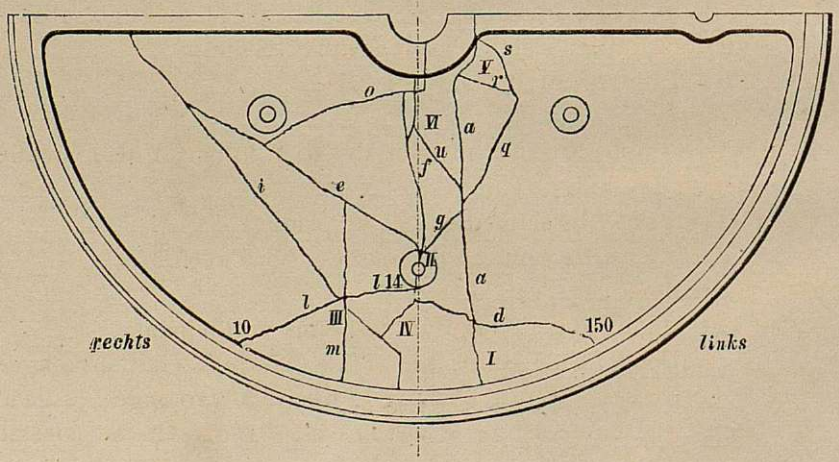
Nouvelles fissures n, o, p, d, en arcs de cercle jusqu'au bord de la plaque; la fissure h prolongée jusqu'au point d'impact du 1er coup.

La partie de plaque, limitée par la fissure b, s'était soulevée à droite de 35 mm. environ.

Fig. 35

Revers de la plaque de voûte soumise au tir et appartenant à la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent., après le 6e coup. 28 mai 1884.

1 : 60



L'examen de la fissure b indiquait que celle-ci se perdait à l'intérieur de la plaque, obliquement vers le bord circulaire, et qu'elle n'était pas visible au revers.

Revers de la plaque : le 4e coup n'avait pas produit de nouvelles fissures, mais avait causé l'affaissement de la partie de plaque limitée par les fissures l et d. Cet affaissement était de 150 mm. à gauche, 14 mm. au milieu et 10 mm. à droite. La partie séparée tenait ferme dans les joints.

Etat général du but : l'installation de la plaque n'avait pas éprouvé de changements apparents.

Le projectile avait été brisé.

La plaque avait ainsi satisfait aux conditions du contrat, mais comme elle semblait être parfaitement en état de supporter la continuation du tir, celui-ci fut repris le 28 mai suivant.

5e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 cent. à tête aplatie, pesant 445 kilog., vide. Le diamètre de l'aplatissement était de 137 mm.

Point d'impact : 106 cent. à gauche de la ligne médiane,
60 cent. du bord rectiligne de la plaque.

Angle d'arrivée : 12° 18',

Effet : un aplatissement longitudinal de 10 mm. de profondeur, sans écaillements.

Trois fissures q, r, s.

Revers de la plaque : les fissures q, r, s étaient également visibles au revers.

Etat général du but : la partie séparée par les fissures l et d s'était affaissée davantage de 25 mm., mais adhérait toujours à la cuirasse. La crevasse dans la plaque de soubassement du milieu s'était élargie jusqu'à 10 mm.

Le projectile avait été brisé.

6e coup :

Projectile : obus Krupp en acier de 30,5 kilog. à tête aplatie, pesant 445 kilog., vide.

Point d'impact : ligne médiane de la plaque,
84 cent. en-dessous du bord rectiligne.

Angle d'arrivée : 13° 14'.

Effet : un aplatissement longitudinal, sans écaillements.

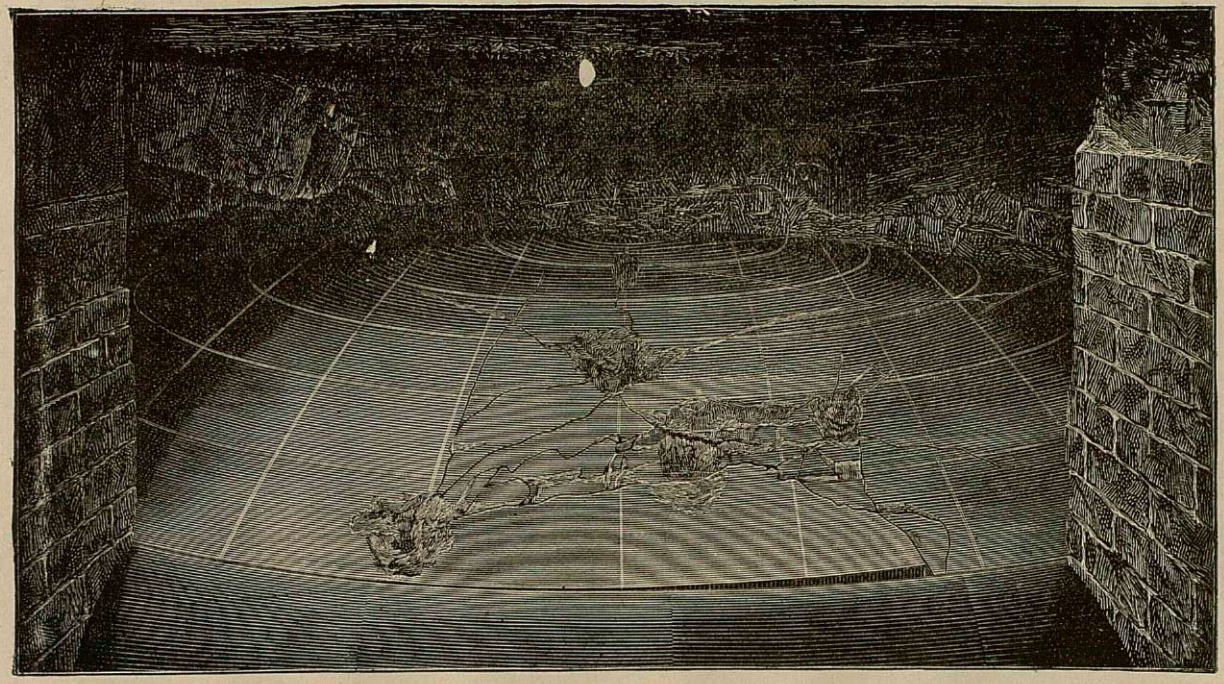
Deux fines fissures t et u. La fissure f était prolongée.

Revers de la plaque : fissure f prolongée jusqu'au bord. Les fissures o et u visibles au revers. On ne constata pas de nouvel affaissement de la partie de plaque séparée par les fissures.

Etat général du but : l'expérience de tir dut être interrompue après le 6e coup, parce que le blindage avait été

Fig. 36

La plaque de voûte de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 30,5 cent., après le 6e coup. 28 Mai 1884.



d'après une photographie.

endommagé au point de ne plus offrir assez de sécurité contre les éclats de projectiles.

D'ailleurs, comme le fait remarquer le rapport officiel de la commission d'expériences, il ne fallait pas s'attendre que quelques coups ultérieurs eussent modifié considérablement l'état de la plaque.

Le projectile avait été brisé.

Résumé : la plaque avait supporté 6 coups avec une force vive totale de 17652 tonnes-mètres environ, c'est-à-dire 371 tonnes-mètres par tonne de métal de plaque, et avait fait preuve d'une force de résistance plus que suffisante pour le cas d'une attaque réelle, car alors les projectiles ne toucheraient jamais la cuirasse sous de si grands angles. Les dimensions choisies avaient donc été trouvées suffisantes et les avantages de la forme voûtée avaient été mis en évidence. C'est ainsi, par exemple, que le 4e coup portant sur un fragment complètement séparé de la plaque, ne parvint pas à le refouler à l'intérieur, quoique le degré de résistance de la voûte eût été diminué déjà, à cause de la fissure qui s'était produite dans la plaque de soubassement. Le 6e coup toucha une partie de plaque également séparée par les fissures, sans pouvoir produire son déplacement vers l'intérieur.

Les fissures venues de coulée furent, comme précédemment, sans influence défavorable sur la solidité de la cuirasse, car les crevasses résultant du tir se sont produites et propagées indépendamment de ces fissures.

La grande influence que l'angle d'arrivée a exercée sur l'action des projectiles, offre de l'intérêt. L'effet des coups sur la partie inférieure de la plaque était incomparablement plus grand que celui du 5e et du 6e coup, bien que ces derniers eussent touché une plaque déjà affaiblie. Il semblerait que les projectiles, aussitôt que la partie ogivale a touché la cuirasse, frappent du culot et que cette action à laquelle il faudrait attribuer une grande partie de l'effet du tir, est d'autant plus violente que l'angle d'arrivée est plus grand. L'effet obtenu en agrandissant l'angle d'arrivée par l'inclinaison de la plaque et par l'angle de dépression donné à la pièce, compenserait largement l'action d'une charge plus forte qui serait employée en cas de guerre. Du reste, le coup violent du culot des obus pourrait expliquer le fait que tous les projectiles se brisent, ce qui aurait dû surprendre, vu la qualité de l'acier Krupp, s'ils n'avaient subi qu'une simple déviation à leur partie ogivale.

4. Conclusions finales de la commission d'expériences Néerlandaise concernant les essais 1—3.

Comme nous l'avons dit au commencement de ce chapitre, les expériences de tir 1—3 avaient été organisées à la demande du gouvernement Hollandais qui en confia la direction à une commission composée du lieutenant-colonel Voorduin du génie, du capitaine Scherer de l'artillerie et du capitaine Snyders du génie.

Depuis lors, le département de la guerre néerlandais a publié un rapport signé par la commission et qui est intitulé : « Verslagen omtrent schietproeven tegen pantseringen. » 1884.

Ce rapport renferme aux pages 149-157 les conclusions finales des résultats acquis et nous en reproduisons ci-dessous la traduction textuelle.

Conclusions finales et décisions prises à la suite de ces expériences.

Pour ce qui concerne la **première expérience de tir, l'avant-cuirasse** présentait une tendance à se fissurer complètement d'outre en outre, sous l'action des projectiles, indépendamment des fissures venues de coulée qui existaient dans la partie dure de la plaque ou de leur direction, mais exactement dans la direction d'une surface par rapport à laquelle le moment statique de la partie de plaque suspendue et devenant libre par la rupture, devait être un maximum. S'il résultait de cette circonstance que, d'un côté, la section transversale de la plaque en ce point était trop petite pour présenter une force de résistance suffisante à la rupture, on acquit, d'un autre côté, la conviction qu'à cause du profil désavantageux de la plaque, il existait dans la section en question une tension nuisible qui était de nature à préparer dans une certaine mesure la rupture de la cuirasse.

Cette première expérience avait demontré, en outre, de la manière la plus évidente que la liaison latérale des plaques de l'avant-cuirasse était trop faible pour empêcher le déplacement des parties de plaque détachées, de manière que si l'on ne parvenait pas à remédier autant que possible à ce défaut, dans l'installation définitive de l'avant-cuirasse, la rotation de la coupole, établie à l'intérieur de l'anneau d'avant-cuirasse, pourrait être compromise rapidement.

Vis-à-vis de ces graves inconvénients, l'expérience fit ressortir le

propriétés avantageuses suivantes que possédait l'avant-cuirasse soumise au tir :

a. un degré suffisant de dureté à la surface extérieure, qui semblait rendre impossible la pénétration proprement dite des projectiles ;
b. une grande résistance contre cette pénétration également dans ce qu'on appelle la couche de transition du métal, de même et dans une certaine mesure dans la matière molle placée derrière elle ;
c. une homogénéité parfaite du métal Gruson dans ses diverses couches, en même temps qu'une grande finesse de grain et l'absence complète, à l'intérieur, de défauts de coulée ;
d. inoccuité, dans de certaines limites, de défauts de coulée, tels que fissures, souflures à la surface qui se produisent quelquefois pendant la fabrication.

En se basant sur ces considérations, on fit connaître immédiatement au fabricant que, sous réserve de l'approbation du Ministre de la guerre, l'avant-cuirasse n'avait pas été trouvée satisfaisante, à cause de ses faibles dimensions et des rapports défavorables de sa section transversale et qu'on l'engageait, par conséquent, à la remplacer par une autre de meilleure construction. Il y avait lieu de tenir compte en même temps d'une augmentation de liaison aussi bien entre les différentes plaques qu'entre les parties qui se seraient séparées, le cas échéant, à cause des fissures.

La 2e expérience de tir contre une plaque de coupole donnait immédiatement à présumer que sous l'action de projectiles aussi durs que ceux dont on fit usage dans cet essai, les cuirassements en question seraient exposés plutôt à une rupture en gros fragments, causée par des fissures, qu'à une pénétration ou à une séparation de parties de plaque.

Dans tous les cas, cette plaque montrait également assez vite des fissures transversales qui se perdaient toutes, comme à l'avant-cuirasse, dans les surfaces de la plus petite section transversale, avec cette grande différence cependant qu'aussi longtemps que la liaison réciproque des parties de plaque, séparées par les fissures, n'avait pas été complètement rompue, il ne se produirait pas de dislocation appréciable, ni jamais le moindre déplacement de ces parties.

Les bonnes propriétés que les cuirassements du système Gruson ont montrées dans cette expérience, sont les suivantes :

a. Le degré de dureté à la surface était suffisant pour empêcher la pénétration des projectiles dans le cuirassement, même quand ils le touchaient sous un angle à peu près droit ; le système présente donc une parfaite résistance au transpercement ou à d'autres effets analogues.
b. Les fissures venues de coulée au d'autres défauts semblables dans la partie dure de la plaque, qui avaient, à proprement parler,

donné lieu aux expériences, ne produisent aucun inconvénient réel.

c. Il était démontré enfin qu'après trois coups, animés d'une force vive si considérable et ayant touché la plaque sous de si grands angles d'arrivée, comme dans cette expérience, il n'y avait pas même une partie, quelque petite qu'elle fût, qui s'était séparée du revers de la plaque ou avait pénétré à l'intérieur ; et que le cuirassement fournissait un couvert si parfait que l'on ne pourrait attendre jusqu'ici de n'importe quel système existant ou en construction, indépendamment des avantages provenant de la simplicité de construction, qui n'est inhérente qu'à ce genre de cuirassements, et de sa forme extérieure.

La pénétration à l'intérieur du cuirassement, au 4e coup, d'une partie de plaque complètement séparée, qui avait comme conséquence inévitable l'écroulement de la partie supérieure de la plaque d'essai, n'était nullement, comme pour la plaque d'avant-cuirasse qui avait été soumise au tir, une conséquence nécessitée par la forme, mais doit être attribuée surtout, si pas exclusivement, à la défectuosité de l'appui réciproque des plaques du cuirassement, principalement au bord inférieur, ainsi qu'à cette circonstance que le projectile pouvait toucher une très petite partie, complètement séparée du restant de la plaque par des fissures. De ce qui précède, il résultait la nécessité de prendre, dans l'installation définitive du cuirassement, des mesures sérieuses pour empêcher cet inconvénient.

Ensuite, l'action des différents coups fit constater qu'il était désirable de donner, pour autant qu'il était encore possible de le faire, aux plaques de cuirasse une courbure extérieure qui empêcherait presque totalement que les projectiles vinssent les toucher normalement.

En ce qui concerne les décisions qui furent prises à la suite de ces considérations, il y a lieu de remarquer ce qui suit :

« D'après les termes du contrat, la plaque n'avait pas complètement répondu aux conditions stipulées, au point de vue de sa capacité de résistance, car au 4e coup elle avait perdu de sa propriété d'assurer une protection contre le feu de l'ennemi. D'ailleurs dans l'appréciation des résultats obtenus et dans les conclusions finales, il y avait lieu de tenir compte de diverses circonstances que nous allons résumer en peu de mots.

1. L'expérience de tir fut entreprise, en se conformant aux conditions très difficiles qui avaient été fixées dans le contrat, auxquelles le fabricant s'était soumis volontiers, en s'appuyant sur les résultats obtenus dans les expériences précédentes, et à l'observation desquelles il fallait, par conséquent, veiller ; ces conditions furent appliquées cependant d'une manière défavo-

rable pour la plaque. En effet, le 1er coup fut tiré sur un point tel que la partie de plaque se trouvant en-dessous de la ligne horizontale, supposée tracée par le point d'impact, avait une masse relativement faible, ce qui pourrait peut-être expliquer complètement la fissure de la plaque qui se produisit déjà au 1er coup.

2. Les deux coups suivants furent tirés dans le voisinage du premier point d'impact ; cependant, malgré ces trois coups touchant la plaque presque normalement en des points très-rapprochés, l'intérieur de la coupole n'avait pas subi, après ce troisième coup, le moindre changement de forme et aucune partie de la plaque soumise au tir, ni des plaques latérales, ne s'était détachée ; il en résulte que le service de la bouche à feu eût pu se faire, en réalité, sans le moindre dérangement, résultat qui peut être considéré réellement comme surprenant.

   Le résultat après les 3 premiers coups surpassa largement l'attente qui n'avait pas été bien grande après l'expérience de tir contre la plaque d'avant-cuirasse.

3. Le 4e coup fut dirigé sur une partie de cuirasse qui était non-seulement complètement séparée de la plaque par des fissures, mais dont la masse était extrêmement faible ; de plus l'écartement des plaques imparfaitement installées, lui avait fait gagner du jeu. Cette partie était donc, au point de vue de la force de résistance, la plus désavantageuse. Il est d'ailleurs hors de doute que c'est la masse et la liaison inséparable des plaques qui assurent avant tout aux cuirassements de ce genre leur force de résistance.

4. Si à la suite de ce que nous avons dit sub 3, un fragment de la partie séparée qui fut touchée par le 3e coup, n'avait pas été complètement poussé hors de la cuirasse, il ne se serait produit, d'après l'état des choses, aucun affaissement des parties supérieures, de manière que la plaque eût été, il est vrai, après le 4e coup, endommagée et fissurée, mais serait restée probablement à peu près, si pas complètement dans son état primitif.

5. La somme de la force vive totale exercée par les différents coups, qui avait été employée antérieurement comme terme d'appréciation du degré de résistance des plaques, sans tenir compte de l'angle d'impact de chaque coup, n'a aucune valeur.

   La force vive de chaque coup isolé, la qualité des projectiles employés et avant tout la partie de force vive dépensée sur la plaque, suivant que le projectile la touche plus ou moins normalement, constituent la vraie mesure pour l'appréciation

de la capacité de résistance dont nous venons de parler.

Sous ce rapport, la plaque avait été soumise par l'expérience de tir à des exigences plus grandes qu'elle ne le serait dans la réalité, en temps de guerre. En effet, en présence du peu de durée que présente toujours le combat entre les batteries de côte et les navires de guerre, qui ne seraient pourvus d'ailleurs que d'un approvisionnement restreint de coups et d'espèces de projectiles, il est difficile de concevoir qu'une seule et même plaque serait touchée en des points aussi rapprochés par 4 projectiles de cette espèce, sous un angle impact de 90° environ et avec une force vive aussi considérable, comme c'était le cas pour la plaque qui fut l'objet du tir d'expérience.

6. Comme dans cet essai de tir, il y avait réellement moins de facteurs favorables en jeu, il n'était pas permis d'en tirer cette conclusion absolue que toutes les autres plaques de la coupole, si elles avaient été installées comme elles doivent l'être en réalité, eussent été mises par 4 coups dans le même état que celle qui avait été soumise au tir. Il n'y avait donc pas lieu de condamner toutes les plaques, en se basant sur les résultats obtenus.

Pour acquérir une certitude sous ce rapport, il aurait fallu exécuter de nouvelles expériences de tir contre plusieurs plaques.

Mais comme cette expérience avait prouvé une fois de plus que quelques défauts visibles existant dans les cuirasses ne pouvaient plus faire considérer celles-ci comme défectueuses, au point de vue de leur valeur comme plaques de cuirassement, le contrat ne permettait pas de mettre à la charge du fabricant toute la dépense ou une partie des frais résultant de nouvelles expériences de tir contre les autres plaques.

C'eût été d'ailleurs pour le fabricant un gaspillage d'argent sans utilité que d'anéantir à la légère des plaques qui étaient prêtes à être employées, qui étaient payées en grande partie et qui n'auraient cependant pu être remplacées que par des plaques semblables, sans avoir la certitude que pour une dépense probablement triplée on eût pu obtenir un cuirassement relativement plus résistant. Cette raison était d'autant plus valable que, si même d'après les termes du contrat la plaque n'avait pas satisfait sous tous les rapports aux conditions extraordinairement difficiles que le fabricant s'était chargé de remplir, on n'en avait pas moins obtenu ce que l'on pouvait fournir à peu près de mieux à cette époque, en ce qui concerne les cuirassements de côte.

Ajoutons aussi qu'il était à prévoir que la résistance des cuirassements déjà fournis pourrait être encore considérablement augmentée par des moyens très simples.

C'est pour tous ces motifs que le lendemain de l'expérience de tir contre la plaque de coupole, la commission fit connaître au fabricant que, sous réserve de la décision du ministre de la guerre, en écartant toutes les considérations concernant l'issue de cette épreuve et la valeur qui en résultait comme cuirassement pour les plaques de coupole déjà prêtes, celles-ci seraient adoptées provisoirement, d'après les stipulations du contrat. Elle y ajouta toutefois la condition que, tout en sacrifiant le matériel déjà prêt, le fabricant devait tirer profit des résultats fournis par l'expérience de tir, dans le but d'améliorer le cuirassement en question, au point de vue de l'établissement des plaques sur la substruction en fer laminé et en tenant compte du danger que les fragments détachés peuvent offrir pour l'intérieur de la coupole.

Les améliorations des cuirassements destinés aux forts d'Ymuiden devaient porter sur l'ensemble de la disposition et sur l'assemblage des cuirasses.

La troisième expérience de tir contre la plaque de plafond de la coupole a fait constater aussi une fois de plus cette propriété générale des plaques en fonte durcie, propriété qui était à prévoir, que sous l'effet des projectiles en acier tendre trempé, comme en fournit l'usine Krupp, les plaques sont exposées à être traversées assez vite par des fissures et sont divisées ainsi assez rapidement en un certain nombre de parties séparées de dimensions et de poids très variables. Mais on constata en même temps d'une manière indiscutable que même dans ce cas la plaque ne cesse d'offrir un couvert, aussi longtemps que les différentes parties qui la divisent, ne se sont déplacées ni écartées.

Cette expérience justifia d'une manière éclatante l'opinion du fabricant, qu'une grande partie, si pas la plus grande, de la valeur de son système de cuirassement réside dans la forme cintrée, qui peut seule s'y adapter. Il n'y avait donc pas lieu non plus d'apporter n'importe quels changements aux plaques de plafond de la coupole déjà coulées ou à couler encore. On avait acquis, au contraire, la certitude précieuse que l'on avait trouvé dans les plaques un moyen qui fournissait non-seulement une protection suffisante à l'intérieur de la coupole contre les effets du tir plongeant et d'autres tirs, mais qui garantissait en même temps la plus grande sécurité au moteur de la coupole et au dispositif de pointage.

Le rapport de la commission d'expériences indique enfin les modifications qu'il a paru désirable d'introduire dans la construction des plaques d'avant-cuirasse et de coupole.

En ce qui concerne les plaques d'avant-cuirasse, ces modifications consistent dans une augmentation de leur épaisseur et de leur poids, dans une diminution de la partie suspendue et dans un meilleur appui par des consoles et dans une amélioration de la liaison des différentes plaques, à l'aide de goujons en fer forgé.

Quant aux plaques de coupole, il y avait lieu de tenir compte à l'avenir d'un abaissement de la courbe de profil, d'une augmentation de poids et d'une amélioration de la liaison des plaques, à l'aide de goujons.

En résumé, il résulte de ce qui précède que la plaqne d'avant-cuirasse n'avait pas satisfait aux conditions fixées, que la plaque de coupole les avait remplies, mais qu'il y avait lieu d'introduire à l'avenir des changements dans la construction, tandis que la plaque de plafond avait surpassé les conditions du contrat et avait fait preuve d'un excès considérable de résistance.

5. Expérience de tir contre une plaque latérale appartenant à une tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent. de 35 calibres de longueur,

Au polygone du Seno della Castagna

le 20, le 24, et le 29 avril 1886.

But et programme de l'expérience.

Epreuve d'une plaque de coupole appartenant à une tourelle cuirassée de côte, exécutée pour le Gouvernement Italien, pour deux bouches à feu de 40 cent. de 35 calibres de longueur. L'épreuve comportait trois coups tirés avec le canon Armstrong de 100 tonnes (43 cent.), type Lepanto.

Les points d'impact des 3 coups devaient se trouver au moins à 1 m. l'un de l'autre.

But : la coupole cuirassée à laquelle appartenait la plaque d'essai, correspond essentiellement au type représenté dans la figure 4. La coupole cuirassée se compose de 15 plaques circulaires ; son plus grand diamètre extérieur est de 14,5 m.

La voûte était pourvue d'un trou d'homme et d'une fente de visée et se composait, comme dans la tourelle Hollandaise, de deux parties; son diamètre était de 6,6 m. L'anneau d'avant-cuirasse était formé également de 15 plaques ayant, du côté

exposé à l'attaque, une hauteur de 2 m. et partout ailleurs 1,3 m.

Le plus grand diamètre de l'anneau d'avant-cuirasse était de 19,7 m. La rotation de la coupole était produite par une machine à vapeur. Les canons sont placés sur affûts hydrauliques Armstrong, à embrasure minima.

La plaque d'essai avait été construite en se basant sur les résultats obtenus dans les expériences antérieures et son profil avait été incliné, de manière qu'elle ne pût être frappée sous un angle d'arrivée supérieur à 50°.

La plaque avait été appuyée à un rocher calcaire s'élevant sur le bord du Seno della Castagna, près la Spezia (voir fig. 37) et reposait sur une plaque de fondement en fonte pesant 41500 kilog., encastrée dans le roc.

La liaison entre la plaque d'essai et le rocher était établie au moyen de deux autres plaques pesant chacune 44850 kilog., coulées expressément dans ce but et maçonnées au rocher. La jonction entre la plaque d'essai et ces deux plaques d'appui était obtenue, conformément à leur installation dans la coupole cuirassée, à l'aide de goujons venus de coulée et de telle manière que, du côté gauche, un goujon venu de fonte avec la plaque de cuirasse pénétrait dans une rainure correspondante de la plaque d'appui, tandis que du côté droit, la rainure appartenait à la plaque de cuirasse et le goujon à la plaque d'appui. Pour remplacer la plaque de voûte de la coupole, une traverse de 5330 kilog. était assemblée dans une feuillure existant au bord supérieur de la plaque d'essai et dans deux encastrements correspondants, ménagés dans les plaques d'appui. Cette traverse s'appuyait latéralement, en forme de coin, contre la maçonnerie et laissait une ouverture par laquelle on pouvait, à l'aide d'une échelle, pénétrer dans l'intérieur du cuirassement.

Au-dessus du but on avait fait sauter le roc sur une hauteur de 3 m. et avant chaque coup on remplissait d'une couche de bois l'espace libre ainsi obtenu, afin d'empêcher la trop grande destruction de la partie supérieure du rocher et de prévenir les éboulements.

Pour garantir le canon d'attaque contre les éclats de projectiles qui rejailliraient, on avait construit, en avant de la cuirasse, un pare-éclats en poutres d'un fort équarrissage.

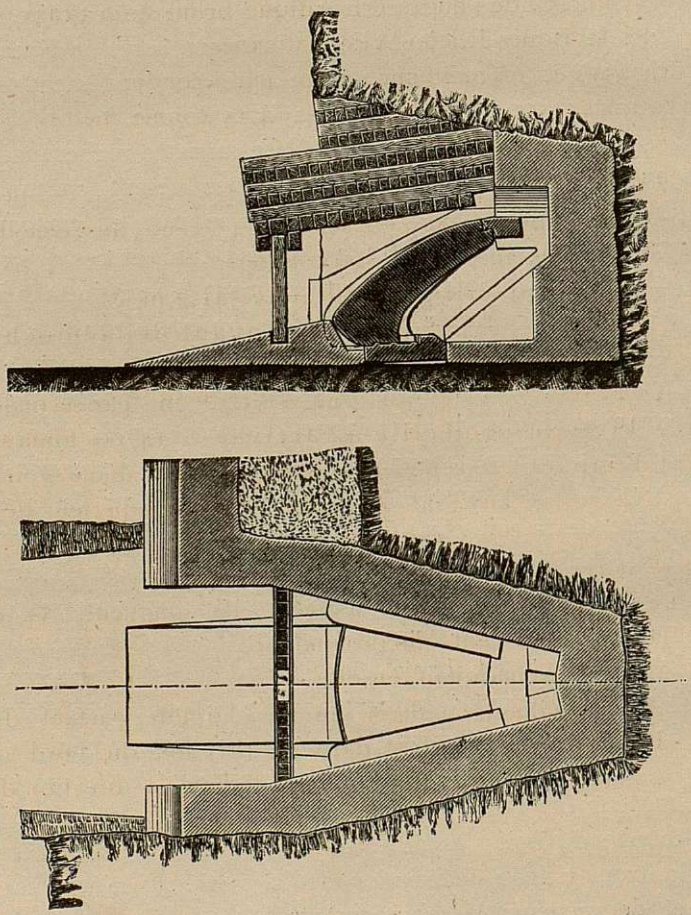
La partie supérieure de l'avant-cuirasse était précédée devant la plaque d'essai d'un glacis en béton.

La plaque de cuirasse présentait un certain nombre de fissures venues de coulée qui sont représentées dans le dessin par des lignes ponctuées.

Fig. 37

Installation de la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent.

1 : 200



Les dimensions de la plaque sont indiquées dans le dessin.

La largeur, à hauteur du bord supérieur de l'avant-cuirasse, était de 3 m., au bord supérieur de la plaque, de 1,9 m.

Le poids de la plaque d'essai était de 87950 kilog.

Bouche à eu : canon Armstrong de 100 tonnes (43 cent.) de 27 calibres de longueur (type Lepanto), monté sur affût hydraulique Armstrong, à embrasure minima. (*)

Pour augmenter l'angle d'arrivée, la base de la plaque était inclinée vers l'avant de 1°29' et la pièce se trouvait placée de telle manière que, pointée sous un angle de — 1°, elle était dirigée sur un point situé à 20 cent. au-dessus du bord supérieur de l'avant-cuirasse.

Distance : 134 m.

Projectiles : obus Krupp en acier de 43 cent, de 2,8 calibres de longueur, non chargés, pesant à peu près 1000 kilogr.

Charge : 375 kilogr. de poudre prismatique brune à un canal provenant des fabriques Rhéno-Westphaliennes.

Vitesse d'arrivée : en moyenne 537 m. par seconde.

Force vive à l'arrivée : en moyenne : 14700 tonnes-mètres.

1er coup, le 20 avril 1886:

Projectile : obus Krupp en acier de 43 cent. mis avec du plomb et du sable au poids de 1000 kilogr.

Vitesse du projectile à la bouche 541,2 m. *)

" " à 85 m. en avant de la bouche: 538,6 par seconde.

" " au but : 537,2 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 14709 tonnes-mètres.

Point d'impact : 20 cent. à droite de la ligne médiane (voir fig. 38); 118 cent. au-dessus du bord supérieur de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 44° 30'.

Effet : un aplatissement de 45 cent. de longueur, 34 cent. de largeur et 5 cent. de profondeur.

On remarquait ensuite :

Une fissure a de 5 mm. de largeur partant du point d'impact et se perdant dans la direction du bord droit de la plaque; une fissure capillaire b dans la direction du même

---

(*) La pièce se trouvait sur un ponton ancré au bord du golfe. Une description assez détaillée de l'affût se trouve dans les " Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens „, année 1883, notes page 34 (fig. pl. 10). D'autres descriptions sont données dans l'Italia militare et l'Engeneer, année 1883, page 73.

(*) Les vitesses des projectiles ont été mesurées avec le chronographe Le Boulengé.

bord ; une fissure c de 8 mm. de largeur, se perdant à droite et vers le bas ; une fissure d et une fissure horizontale e, enfin quelques fissures capillaires de peu de longueur.

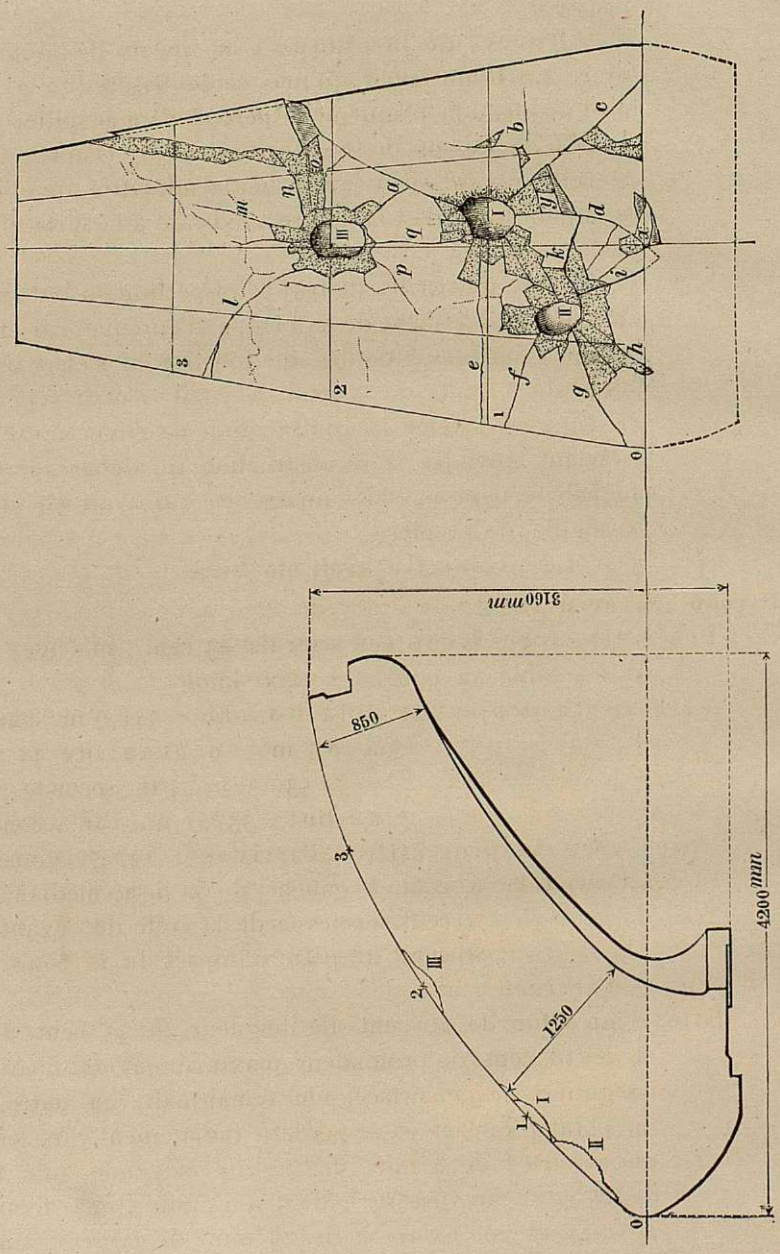


Fig. 38.
Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 c. 20, 24 et 29 avril 1886
1 : 60

Au point d'impact, on constata quelques écaillements insignifiants de la surface. Mais il en existait un plus important

à la partie inférieure de la fissure c ; celle-ci se perdait d'une manière aplatie sous la surface de la cuirasse et séparait de celle-ci un fragment ayant 10 cent. de plus grande épaisseur.

Revers de la plaque : au revers de la plaque (voir figure 42) il n'y avait qu'une seule fissure ; elle partait du bord droit de la plaque et se perdait dans le pilier à 30 cent. environ au-dessus de son bord inférieur. D'après la position de cette fissure, il y avait lieu d'admettre qu'elle était en communication avec la fissure a existant à la surface extérieure de la cuirasse.

Etat général du but : l'inspection du but fit constater un léger déplacement de la plaque d'épreuve, car entre elle et les deux plaques latérales de jonction, il s'était produit des joints de 1 mm. de largeur. Ce fait n'était cependant pas de nature à arrêter la continuation de l'expérience. Il fallait pourtant attendre la reconstruction du débarcadère en bois auquel le ponton était amarré et qui avait été détruit par le souffle de la pièce.

Le projectile avait été brisé.

2e coup (24 avril 1886) :

Projectile : obus Krupp en acier de 43 cent., mis avec du plomb et du sable au poids de 1000 kilog.

Vitesse du projectile à la bouche : 541,9 m. par seconde.

» » à 85 m. en avant de la bouche : 539,3 m. par seconde.

» » au but : 537,9 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 14747 tonnes-mètres.

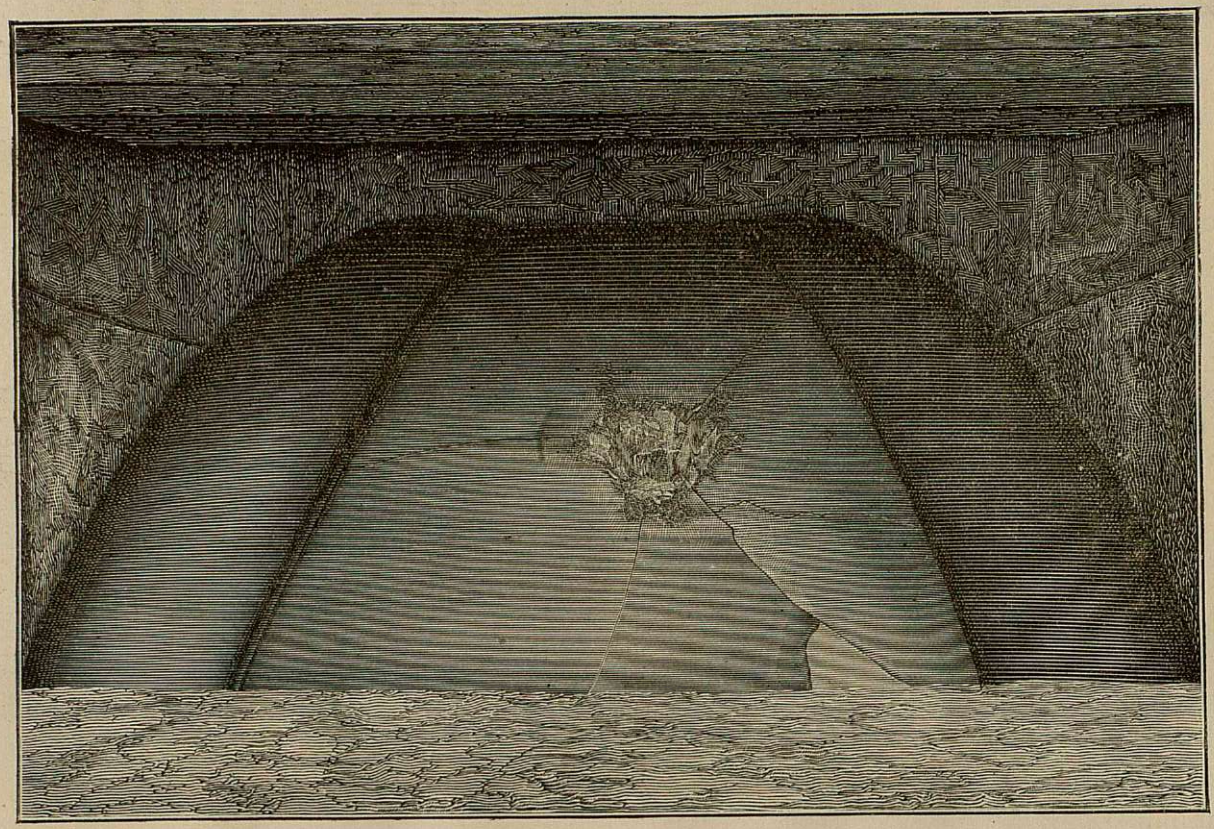
Point d'impact : 50 cent. à gauche de la ligne médiane,
70 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse,
80 cent. du point d'impact du 1er coup.

Angle d'arrivée : 48°.

Effet : un sillon de 40 cent. de longueur, de 35 cent. de largeur et de 10 cent. de profondeur maxima, entouré d'écaillements irréguliers de la surface. On remarquait, en outre, partant du point d'impact et se perdant radialement vers les bords : une fissure f de 8 mm. de largeur moyenne, une fissure g de 15 mm., une fissure h de 5 à 15 mm., une fissure i de 10 mm. et une fissure k de 25 mm. de largeur, ainsi qu'un certain nombre de petites fissures capillaires.

Fig. 39.

La plaque latérale de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent., après le 1er coup. 20 avril 1886.



D'après une photographie.

Les fissures a et c s'étaient élargies en moyenne de 10 mm. la première était en outre prolongée dans la direction du point d'impact du 2e coup. Il y a lieu de signaler aussi un écaillement entre les points d'impact des deux premiers coups, qui avait une profondeur de 3 à 4 mm. et qui allait se perdre obliquement des deux côtés dans la direction de la fissure a.

Une petite partie triangulaire marquée x dans la figure 38, située près de la crête de l'avant-cuirasse, faisait saillie de 2 à 3 cent. ; de même une partie quadrangulaire marquée y est située sous le point d'impact du premier coup.

La plupart des fissures se perdaient dans la partie fortement renflée de la plaque et comme la partie inférieure était couverte par le glacis, on n'a pu constater si elles se prolongeaient jusqu'au pied de la plaque. D'après les apparences, les fissures h et i se continuaient sous la surface de la cuirasse et se réunissaient à l'intérieur à la fissure d, puisque la partie limitée par ces fissures et par la fente k s'était avancée de 2 cent. environ et que cette dernière s'était entr'ouverte de 25 mm. sur une profondeur de quatre cent.

Cette hypothèse était confirmée par la circonstance que les fissures h et i, malgré leur largeur de 10 à 15 mm., n'étaient pas visibles au revers.

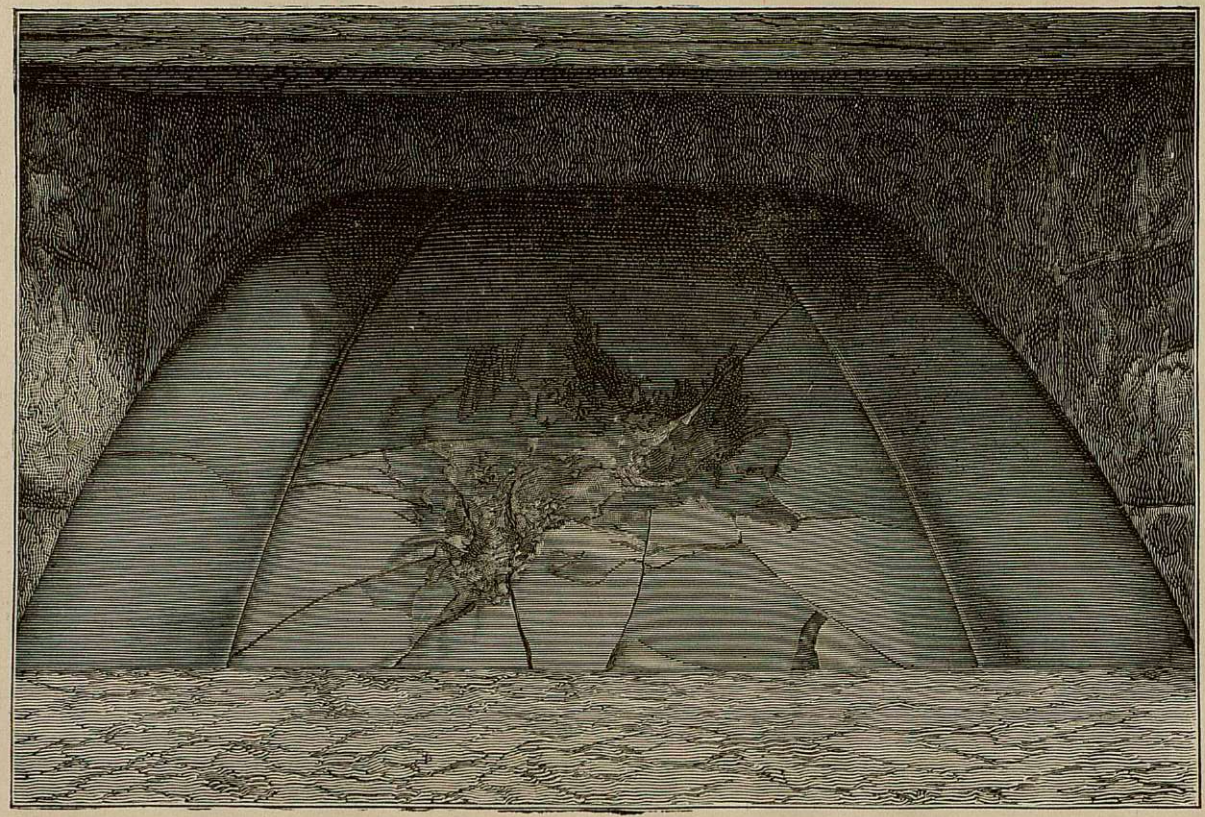
Revers de la plaque : au revers de la plaque (fig. 42) la fissure a provenant du 1er coup s'était prolongée jusqu'au bord inférieur. Au listel du pied de la plaque, un petit fragment triangulaire de 20 cent. de hauteur, de 6 cent. de base et de 2,5 cent. d'épaisseur s'etait détaché. Il y avait, en outre, à 50 cent. environ au-dessus du bord inférieur, une fissure à peu près horizontale, de 1,5 à 3 mm. de largeur, se perdant en zigzag, avec des embranchements à gauche et à droite. Celui de droite débouchait dans la fissure a. D'après les apparences, ces fissures étaient en communication avec les fissures f, g et k visibles à la surface et c'est pour ce motif que sur le dessin on les a désignées par les mêmes lettres.

Pour le reste, le revers de la plaque était complètement intact.

Etat général du but : à l'inspection du but on constata que le joint entre la plaque de cuirasse et la plaque de jonction de droite s'était élargi à 2,5 mm, tandis que le joint correspondant de gauche avait conservé la largeur de 1 mm. De plus, la plaque de jonction de gauche montrait à 70 cent. au-dessus de

Fig. 40.

La plaque latérale de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 40 c., après le 2e coup. 24 avril 1886.



D'après une photographie.

la crête de l'avant-cuirasse, une fissure, qui n'était cependant pas visible à l'intérieur du cuirassement.

Vu la disjonction générale de l'installation de la plaque, l'usine aurait eu le droit, d'après le contrat, de ne faire exécuter le 3e coup, qu'après la reconstruction des appuis. Mais comme celle-ci eût exigé un temps assez long et comme la plaque, avec son surcroît de force de résistance, sans autre appui, paraissait en état de supporter le troisième coup, l'usine se désista de son droit et le tir fut continué sans réparation préalable des appuis, mais après le rétablissement du débarcadère en bois, détruit comme la première fois.

Le projectile avait été brisé.

3e coup (29 avril 1886) :

Projectile : obus Krupp en acier de 43 cent., porté avec du plomb et du sable au poids de 1000 kilog.

Vitesse du projectile à la bouche : 540,1 m. par seconde.

» » » à 85 m. en avant de la bouche : 537,5 m. par seconde.

» » » au but : 536,1 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 14651 tonnes-mètres.

Point d'impact : 10 cent. à droite de la ligne médiane,
230 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse,
112 cent. du point d'impact du 1er coup.

Angle d'arrivée : 35° 30'.

Effet : un sillon de 40 cent. de longueur, de 30 cent. de largeur et de 4 cent. de profondeur, entouré d'écaillements à la surface de la cuirasse. On remarquait, en outre, partant radialement du point d'impact et se perdant dans la direction des bords, les fissures capillaires l, m, n, o, p et une fissure verticale q de 5 mm. de largeur. A cause du défaut d'appui latéral, la partie supérieure de la plaque s'était légèrement abaissée, de manière que la partie inférieure s'avançait de 10 mm. le long de la fissure a et de 5 mm. le long de la fissure e. A la suite de cela, un grand fragment, près du bord droit, indiqué au croquis, s'était détaché et déplacé. La plus grande épaisseur de ce fragment était de 25 cent., les autres dimensions sont indiquées dans la figure 38.

Les fissures provenant des coups précédents étaient restés dans le même état.

Revers de la plaque : au revers de la plaque, il s'était produit une nouvelle fissure partant de la ligne médiane et se

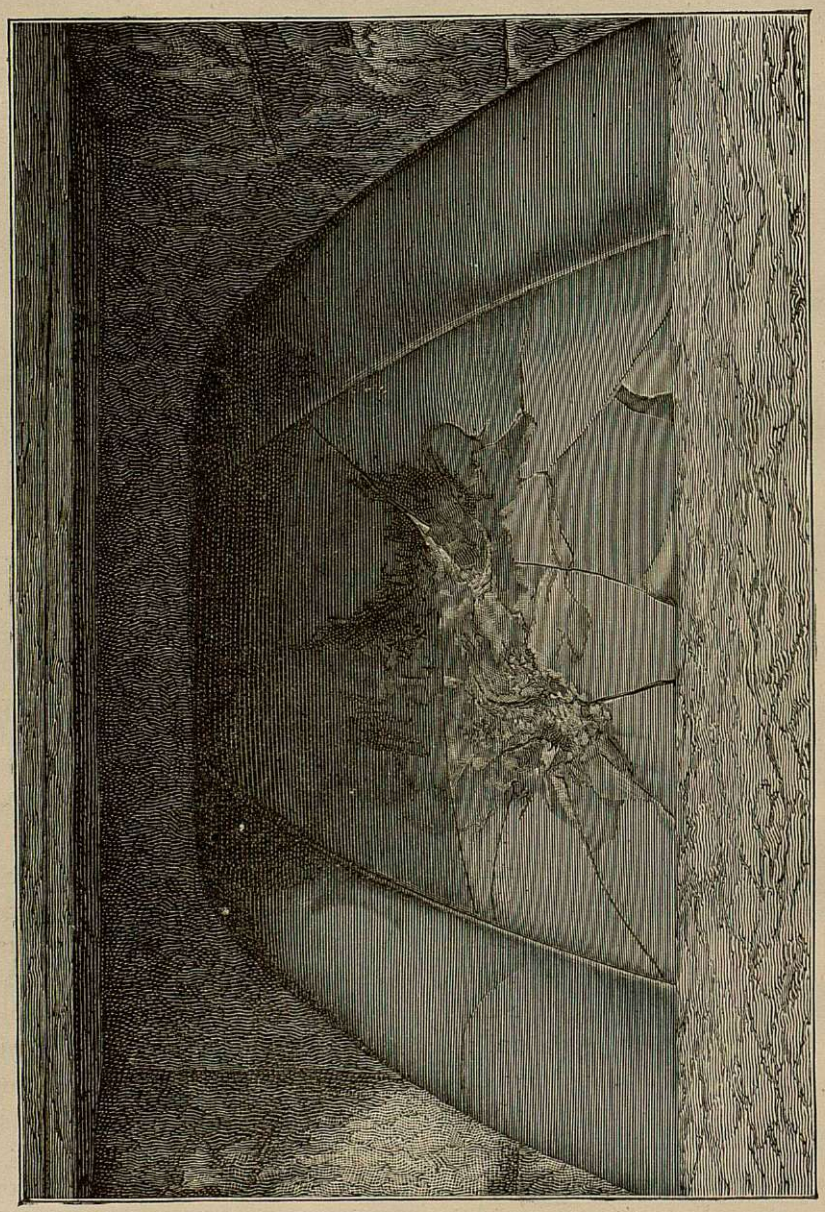


Fig. 41.

La plaque latérale de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent., après le 3e coup. 29 avril 1886.

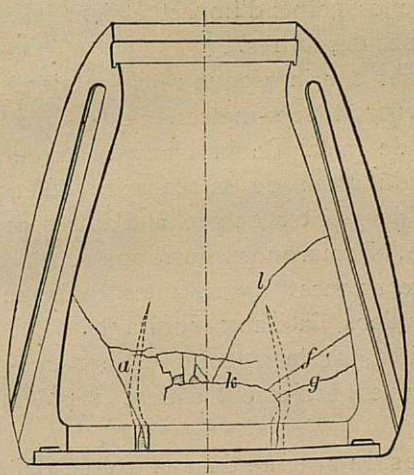
D'après une photographie.

perdant vers la gauche et en haut; elle paraissait être en communication avec la fissure l visible comme fissure capillaire à la surface. En outre, la fissure k s'était prolongée en arc de cercle jusqu'au bord inférieur de la plaque et entre les fissures k et e, il s'était formé un réseau de fentes plus petites. A la suite de cela, un fragment cunéiforme, indiqué au dessin en traits ponctués et pesant à peu près 2 kilog., s'était détaché de la surface intérieure. Les dimensions principales de ce fragment étaient de 9, 11 et 8 cent.

Fig. 42

Revers de la plaque latérale soumise au tir et appartenant à la tourelle cuirrassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cm, après le 3e coup. 29 avril 1887.

1 : 60



Dans son voisinage immédiat, il existait un écaillement peu important à la surface, de 1 cent. de profondeur.

L'abaissement de la partie supérieure de la plaque se faisait sentir également à l'intérieur, en ce que cette partie faisait saillie de 15 à 23, de 20 et de 5 mm. respectivement le long des fissures a, k et l.

Il n'y avait pas d'autres dégradations au revers de la plaque.

Etat général du but : à cause de l'abaissement de la plaque de cuirasse, les disjonctions produites par les premiers coups entre elle et les plaques latérales s'étaient refermées à gauche complètement et, à droite, jusqu'à 1 mm. de largeur.

Comme les conditions de l'épreuve, d'après les conventions arrêtées de commun accord, se trouvaient être remplies, les expériences furent déclarées terminées, quoique la cuirasse fût encore certainement en état de résister à de nouveaux coups,

Le projectile avait été brisé.

Résumé : la plaque avait satisfait en tous points aux exigences imposées par le programme des expériences. Ces exigences étaient extraordinairement rigoureuses, car la force vive produite à la même distance dans les conditions normales de service, par le canon qui a servi aux épreuves, n'est que de 13,700 tonnes-mètres (charge : 350 kilogr. de poudre italienne; poids du projectile : 835 kilogr.), et l'on a vu que le poids de la charge

avait été augmenté. De plus, il y a lieu de faire entrer en ligne de compte la faible distance de la bouche à feu au but, qui rendait seule possible le déploiement d'une force vive si considérable. Enfin le nombre des coups tirés est très-élevé, si l'on veut bien considérer que le canon d'attaque était un des plus puissants qui existaient, et que la tourelle cuirassée complète se composait de 15 plaques de cuirassement ayant les mêmes dimensions que la plaque isolée qui avait été soumise au tir. Il faut y ajouter encore que les points d'impact étaient relativement très rapprochés les uns des autres.

Les 3 projectiles tirés sur la plaque représentaient une force vive totale de 44.107 tonnes-mètres, c'est-à-dire 501 tonnes-mètres par tonne de métal de la plaque. Par ce tir, celle-ci n'avait pas perdu assez de sa capacité défensive pour paraître hors d'état de résister encore à d'autres coups de canon du même calibre. Remarquons aussi que le 3e coup a été tiré dans des circonstances aggravantes, puisque la plaque manquait de soutiens latéraux suffisants. Malgré cela, les fissures produites par le 3e coup étaient très-peu importantes et quelques-unes seulement étaient visibles au revers.

Les fissures venues de coulée dans la plaque étaient, comme à toutes les expériences précédentes, sans la moindre influence sur la capacité de résistance de la cuirasse ; cela résulte de ce que les fentes produites par le tir croisaient les fissures venues de coulée, mais sans jamais les suivre.

La forme adoptée pour le profil était judicieusement choisie. La pénétration des projectiles était relativement très-faible et les fissures produites n'étaient ni aussi nombreuses ni aussi importantes qu'on aurait pu s'y attendre, d'après la puissance de l'attaque.

Les obus Krupp en acier étaient de la même qualité supérieure que ceux fournis par cette usine pour des canons de moindre calibre. Il va de soi qu'au moment du choc, ils se brisaient, car jamais un projectile arrivant obliquement et ricochant sur une cuirasse en fonte durcie n'est resté entier.

6. Deuxième expérience de tir contre la plaque latérale déjà essayée en avril 1886 et appartenant à une coupole cuirassée en fonte durcie pour deux bouches à feu de 40 cent. de 35 calibres de longueur,

au polygone du Seno della Castagna, près la Spezia

le 22 juin 1886.

But et programme de l'expérience.

Le but de l'expérience était de compléter les résultats obtenus en avril 1886 et de constater comment se comporteraient des projectiles de fabrication et de calibres différents, en frappant la plaque de cuirasse qui avait déjà été soumise au tir.

La cause déterminante de cette nouvelle expérience était le fait que les trois obus Krupp en acier de 43 cent. s'étaient brisés en frappant la cuirasse, tandis que dans les expériences antérieures avec des obus Krupp de 15 cent., des plaques en fer laminé avaient été percées d'outre en outre et sans qu'il en résultât la moindre déformation pour les projectiles.

On avait donc des doutes sur la qualité des 3 obus Krupp de 43 cent. comparativement aux projectiles de moindre calibre et, sur la proposition de la commission, le ministère de la guerre italien décréta que l'expérience serait continuée avec un certain nombre d'obus Krupp de 15 cent. et finalement, sur la partie supérieure encore intacte de la demi-plaque de gauche, avec un projectile plein en acier de 43 cent. des usines de St-Chamond (France), dans le but de pouvoir établir une comparaison entre l'effet de ce projectile et celui des obus Krupp.

Les expériences portaient donc exclusivement sur les projectiles auxquels la plaque de cuirasse en fonte durcie Gruson, reçue définitivement par le ministère de la guerre italien, devait servir de cible.

But : la construction d'appui de la plaque de cuirasse décrite à la page 119 et représentée dans la figure 42 avait réellement souffert par les tirs précédents, en ce sens que des joints s'étaient produits non seulement entre la cuirasse et les plaques de jonction latérales, mais encore entre celles-ci et la maçonnerie. Afin de rétablir autant que possible l'appui latéral de la cuirasse, on avait donc bouché les joints en y enfonçant des coins en acier et en y coulant du zinc.

Poids de la plaque d'expérience : 87950 kilog.

Bouches à feu : 1. canon Armstrong de 15 cent. de 28 calibres de longueur, monté sur affût Albini;

2. canon Armstrong de 43 cent. (100 tonnes) de 27 calibres de longueur (type Lepanto) sur affût hydraulique Armstrong, à embrasure minima.

Les deux bouches à feu se trouvaient sur un ponton ancré à l'une des rives du golfe.

Distance : 134 m.

Projectiles : obus Krupp de 15 cent. en acier de 2,5 calibres de longueur, pesant 36 kilogr. et un projectile plein de St-Chamond de 43 cent. en acier de 2,5 calibres de longueur, pesant 1000 kilogr.

Charge :
Vitesse à l'arrivée : } voir aux coups isolés.
Force vive à l'arrivée :

Pour donner un aperçu plus facile des résultats de ces expériences, on a, dans le procès-verbal qui suit, rapporté le numérotage des coups ainsi que la désignation par lettres des fissures au bulletin de tir et à l'image du groupement du mois d'avril 1886 (voir figure 38).

4e coup :

Projectile : obus Krupp de 15 cent. en acier, de 2,5 calibres de longueur, pesant 36 kilogr., vide.

Charge : 15 kilogr. de poudre progressive Fossano (de 20 à 24 mm.)

Vitesse du projectile à l'arrivée : 500 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 459 tonnes-mètres.

Point d'impact : 86 cent. à droite de la ligne médiane,
132 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 44°.

Effet : un écaillement insignifiant de la surface de la cuirasse au point touché.

Revers de la plaque intact.

Projectile brisé.

5e coup :

Projectile : obus Krupp de 15 cent. en acier, de 2,5 calibres de longueur, pesant 36 kilog, vide.

Charge : 18 kilog. de poudre progressive Fossano (de 20 à 24 mm).

Vitesse du projectile à l'arrivée : 564 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 584 tonnes-mètres.

Point d'impact : 102 cent. à droite de la ligne médiane,
23 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

Angle d'arrivée : 50° 30'

Effet : un écaillement de la surface de la cuirasse de 5 à 10 cent. de profondeur entre les fissures b et c déjà existantes. Il devenait visible que celles-ci s'étaient propagées d'une manière plate sous la surface, car la cassure des écaillements était couverte d'une couche de rouille.

Revers de la plaque intact.

Projectile brisé.

Comme les deux obus de 15 cent., s'étaient brisés en touchant la cuirasse, la commission considéra la première partie du programme comme épuisée et passa au tir du canon Armstrong de 100 tonnes.

6e coup :

Projectile : projectile plein de St-Chamond de 43 cent. en acier, de 2, 5 calibres de longueur, pesant 1000 kilog.

Charge : 375 kilog. de poudre brune prismatique provenant des fabriques Rhéno-Westphaliennes.

Vitesse du projectile à la bouche : 539 m. par seconde.

» » » au but : 535 m. par seconde.

Force vive du projectile à l'arrivée : 14603 tonnes-mètres.

Point d'impact : le point de visée fut choisi sur la partie supérieure encore intacte de la plaque.

50 cent. à gauche de la ligne médiane.

226 cent. au-dessus de la crête de l'avant-cuirasse.

(voir la croix indiquée sur l'image du groupement). Par suite du roulis du ponton, le coup porta trop bas et précisément au point d'impact du 2e coup du tir exécuté le 24 avril 1886, c'est-à-dire,

à 50 cent. à gauche de la ligne médiane et

à 70 cent. au-dessus de la crête de l'avant cuirasse.

Angle d'arrivée : le projectile atteignit la cuirasse en un point déjà entamé de la surface et présentant à la trajectoire un plan presque vertical.

L'angle d'arrivée était donc compris probablement entre 80 et 90°.

Effet : le projectile fit sauter de la plaque, entre les fissures e et g, un certain nombre de fragments d'épaisseur variable (50 cent. au maximum).

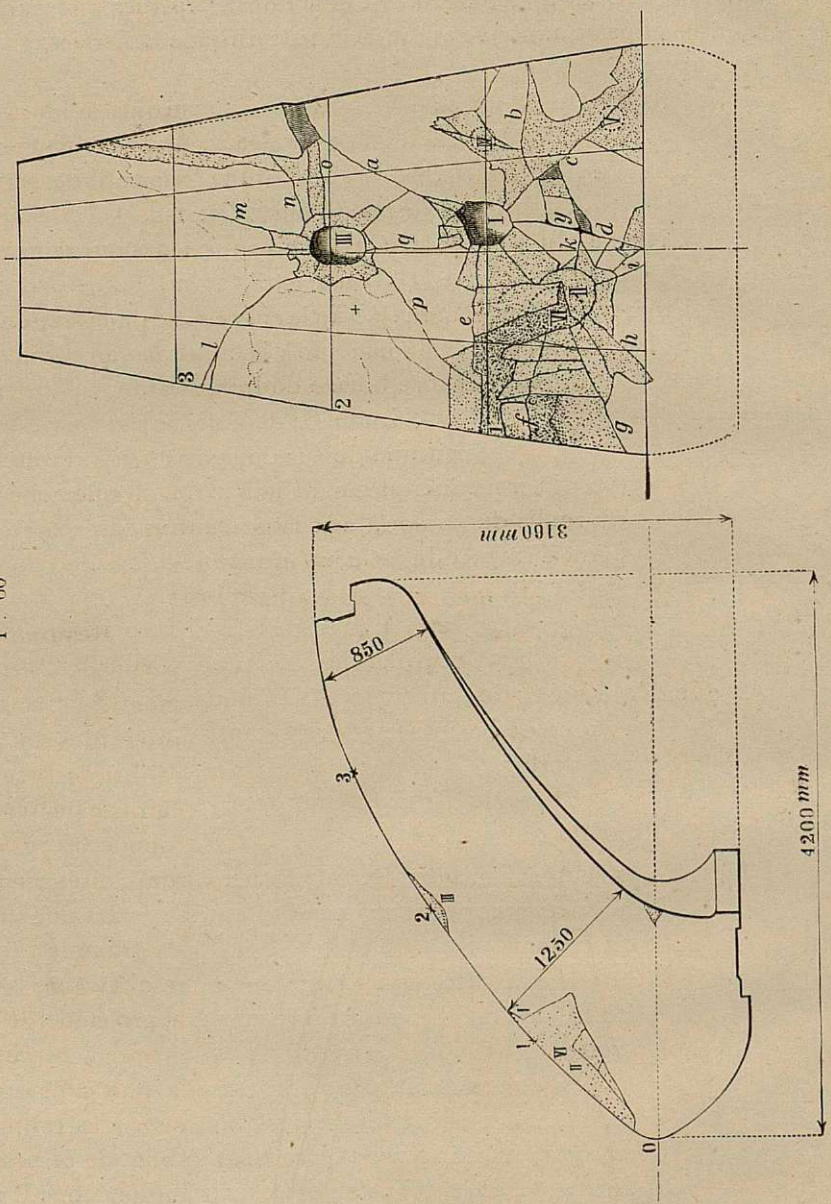
La fissure p s'était prolongée en e et le fragment y, qui faisait déjà saillie au tir précédent, avait été déplacé vers la droite.

Revers de la plaque : au revers de la plaque, il s'était produit deux nouvelles fissures que l'on supposait probablement en communication avec les fissures m et n visibles à la surface. C'est pour ce motif qu'on les a désignées par les mêmes lettres. Il y avait, en outre, une courte fissure r dans le pilier gauche.

Entre les crevasses k et b, il s'était produit un écaillement cunéiforme de 70 cent. de largeur, de 20 cent. de hauteur et de 16 cent. de profondeur. Les fragments détachés étaient tombés verticalement : ils n'avaient donc pas sauté par l'effet du projec-

tile. - Entre la fissure a et le bord de droite de la plaque, un petit triangle de 20 cent. de côté avait fait saillie de 6 cent.

Fig. 43.
Profil et image du groupement du tir exécuté contre la plaque latérale de la coupole cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent. 20, 24 et 29 avril, 22 juin 1886.
1 : 60



La partie inférieure de la plaque avait été refoulée vers l'intérieur et faisait saillie par rapport à la partie supérieure :

de 3,5 cent. le long de la fissure b,
de 6 cent. en moyenne le long de la fissure f et
de 4 cent. en moyenne le long de la fissure r.

Le déplacement du pilier gauche avait eu lieu le long de la fissure k, dont la partie inférieure paraissait être en communication avec les fissures i ou h, visibles à la surface ; toutefois ce déplacement n'était pas visible à la surface extérieure de la cuirasse.

Etat général du but : la plaque de jonction de gauche, dont la surface extérieure avait été assez bien entamée par les éclats ricochants des projectiles, montrait de part en part une fissure dont l'entrebâillement était de 1 à 2 centimètres. Il en était de même de la traverse supérieure qui remplaçait la plaque de plafond du cuirassement.

Néanmoins la partie supérieure du cuirassement s'adaptait toujours parfaitement à la plaque de jonction et avait encore une capacité de résistance suffisante pour supporter de nouveaux coups du même canon. L'expérience dut cependant cesser parce qu'il n'y avait plus sur les lieux d'autre projectiles de 43 cent.

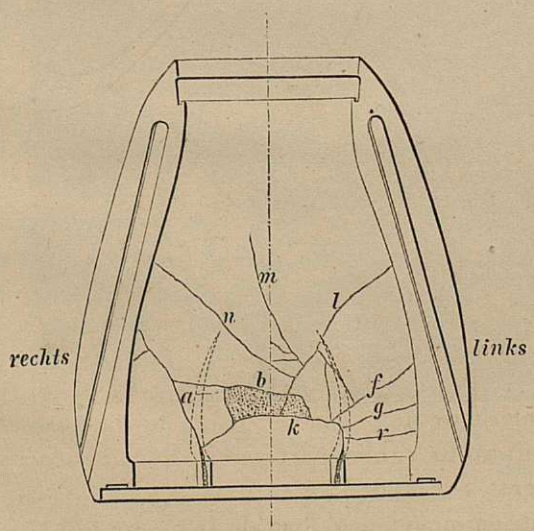
Relatons encore le fait qu'au dernier coup les éclats de projectile mirent le feu aux poutres du pare-éclats qui, par suite, fut complètement consumé.

Le projectile avait été brisé.

Fig. 45.

Revers de la plaque latérale soumise au tir et appartenant à la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent., après le 6e coup. 22 juin 1886.

1 : 60



Résumé : la première partie de l'expérience a démontré de nouveau que des projectiles en acier de petit calibre se brisent contre une cuirasse inclinée, absolument comme les gros obus de 43 cent., tirés en avril 1886.

La deuxième partie du programme n'a pas donné de résultat saisissable, puisque le projectile de Saint-Chamond a rencontré la partie la plus crevassée de la cuirasse ; la comparaison entre l'effet de ce projectile et celui des obus Krupp ne peut donc pas être établie d'après ce tir.

Néanmoins, ce coup présentait un grand intérêt, car il fournit la preuve que l'existence des fissures dans la

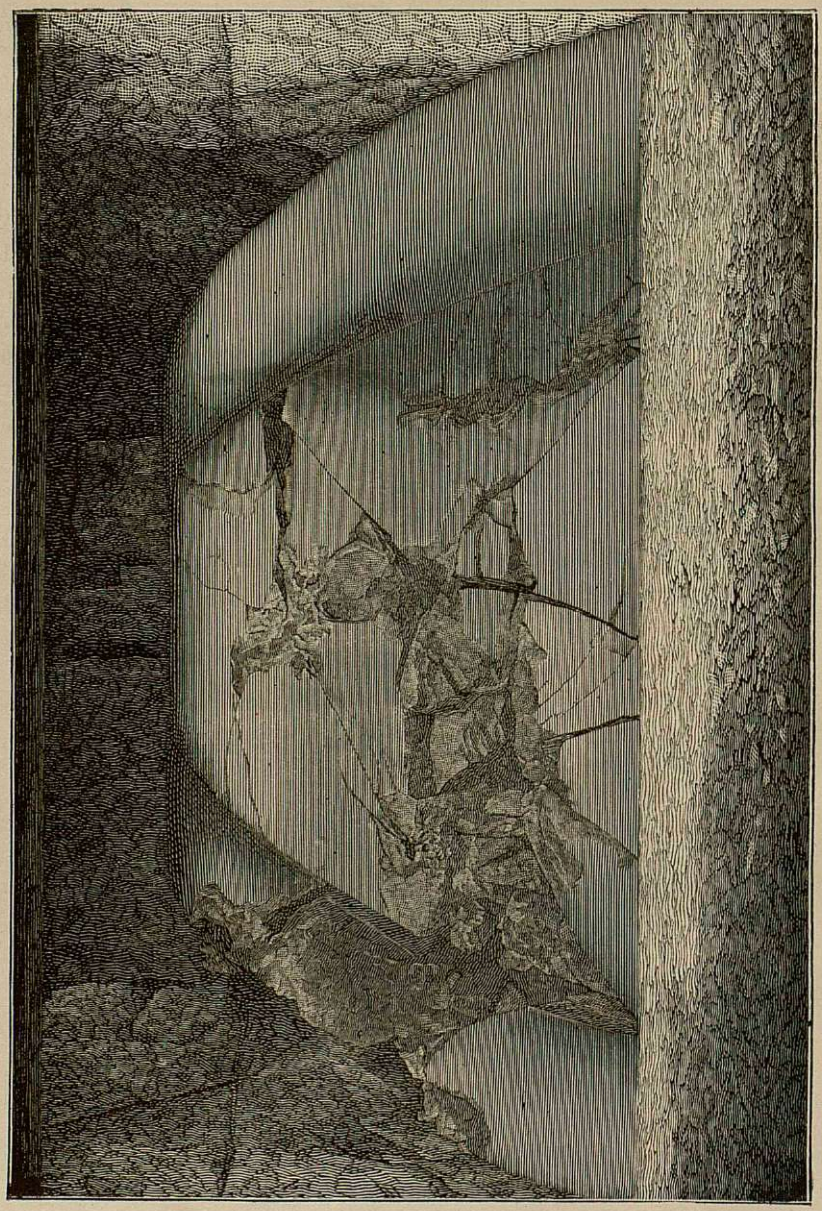


Fig. 44.
La plaque latérale de la tourelle cuirassée en fonte durcie pour 2 bouches à feu de 40 cent. après le 6e coup. 22 juin 1886.

D'après une photographie

plaque ne permet nullement de conclure à une prochaine mise en brèche de la cuirasse en fonte durcie. Le coup dont le point d'impact était caractérisé par un écaillement circulaire nettement limité en dessous et à droite, toucha une partie de la cuirasse déjà entamée par le deuxième coup et son angle d'arrivée devait donc être de 80 à 90°. Ce qui le prouve aussi, c'est que les débris de projectile n'ont pas dévié vers le haut, comme cela aurait dû résulter de l'inclinaison de la cuirasse, mais ont ricoché directement à angle droit vers la gauche et y ont entamé la partie saillante de la plaque de jonction. Malgré cette circonstance, la cuirasse a résisté encore à ce coup et a donc supporté dans l'attaque une force vive totale de 59,743 tonnes-mètres, c'est-à-dire 680 tonnes-mètres par tonne de métal de plaque. Le déplacement du pilier gauche, qui était visible au revers de la cuirasse, doit être considéré comme peu important, si l'on tient compte de l'affaiblissement des appuis de la plaque, produit par le tir précédent.

Toute la partie supérieure de la cuirasse eût été, sans aucun doute, capable de résister encore à d'autres coups du même calibre, ce qui permet d'affirmer que la plaque d'épreuve possédait un excès considérable de force de résistance, même en face du canon de 100 tonnes.

Pour les motifs cités plus haut, on ne put pas constater une différence entre le métal des obus en acier Krupp et Saint-Chamond.

CHAPITRE IV

Groupement comparatif des résultats obtenus et des conclusions qui en découlent

Si l'on veut se faire une idée claire et précise des résultats obtenus dans une série d'expériences de tir, le meilleur moyen consiste à examiner quelles sont les dimensions et les formes qui en sont résultées pour les cuirasses.

Les nouvelles expériences exécutées contre les cuirassements pour les fortifications à l'intérieur du pays et que nous avons décrites aux pages 47 à 84, de même que celles contre les cuirassements de côte que nous avons esquissées aux pages 86 à 138, conduisent à cette conclusion. Les premières ont donné naissance au profil de cuirasse représenté à la figure 25 (page 74), les dernières, au contraire, ont fait concevoir celui de la plaque de cuirasse qui fut soumise au tir à la Spezia et qui est indiqué dans la figure 38 (page 122). Les deux profils ont été reconnus exacts dans les expériences de tir concluantes et tous deux sont en concordance, pour ce qui concerne les courbes extérieures.

Si nous comparons les derniers profils, abstraction faite provisoirement des dimensions, avec celui de la première tourelle de Tegel (figure 10, page 27) nous trouvons, comme nous l'avons déjà dit à maintes reprises, que les nouvelles expériences ont conduit à une courbe de profil tout-à-fait semblable à celle que M. Gruson avait choisie pour la première tourelle cuirassée de Tegel, en se basant sur des expériences préliminaires.

Nous avons donné plus haut (voir pages 31 et 46) les motifs qui paraissent avoir amené la modification de cette courbe et nous aurons encore l'occasion plus tard de les examiner en détail.

Pour pouvoir juger des résultats d'expérience, il est indispensable de les comparer séparément les uns avec les autres. C'est pour ce motif qu'à la fin de ce travail nous avons groupé, sous forme de tableau, toutes

les données d'expérience qui sont en jeu, en même temps que l'objet de ces essais.

Le tableau renferme dans les colonnes verticales 3—9 les relations des moyens d'attaque dans les diverses expériences; les nombres sont empruntés directement aux procès-verbaux.

Les colonnes 10-21 indiquent les dimensions principales et les poids des plaques soumises aux expériences ; ces données correspondent à celles des dessins ou en ont été déduites par le calcul. Elles ont été supprimées en grande partie dans les procès-verbaux, attendu que chaque nombre séparément ne peut avoir son importance que s'il y a lieu de le comparer avec les nombres correspondants d'autres objectifs d'expérience.

D'ailleurs, nous nous demandons si en dehors de l'épaisseur et du profil d'une plaque de cuirasse, il y aurait une utilité quelconque à faire entrer d'autres relations en ligne de compte?

On ne s'en est pas occupé jusqu'à présent dans la littérature qui traite des cuirassements en fonte durcie et la formule empirique pour déterminer l'épaisseur des plaques de ce métal, par analogie avec celles qui sont utilisées pour calculer l'épaisseur des plaques en fer laminé, ne tient pas compte non plus des autres dimensions. Si nous considérons cependant que la destruction des plaques en fonte durcie s'obtient non pas par transpercement, mais par une disjonction produite par les crevasses, alors toutes les dimensions nous aparaissent voir plus ou moins d'importance, car il serait sans doute plus facile, dans de certaines limites, de diviser, de cette manière en un certain nombre de parties une petite plaque qu'une grande, d'égale épaisseur.

Nous disons avec intention « dans de certaines limites », car il en existe sans doute une dont le constructeur a toujours eu le sentiment et qu'il a respectée. Ce serait trop nous engager, si nous voulions entreprendre de déterminer complètement, à l'aide de 18 expériences de tir, quelles sont les relations les plûs avantageuses qui doivent exister entre les dimensions d'une plaque de cuirasse; néanmoins nous croyons qu'il est assez important, quand il s'agit d'un domaine si exclusivement empirique, d'examiner et d'approfondir les résultats d'expérience sous tous les points de vue, pour pouvoir élucider toutes les relations.

Passons actuellement en revue les indications du tableau et faisons remarquer tout d'abord que nous n'y avons inséré les nombres qui se rapportent à la première tourelle de Tegel que dans le but de compléter les données et qu'en général nous n'en tiendrons pas compte dans notre comparaison.

1. Le rapport de la plus grande à la plus petite épaisseur des cuirasses.

Dans les colonnes verticales 10 et 11 du tableau, nous avons résumé les plus grandes et les plus petites épaisseurs des différentes plaques d'expérience. Si on les compare avec les profils des cuirasses, on constate que la plus grande épaisseur se trouve généralement à hauteur du milieu des embrasures et que la plus petite existe au bord supérieur. Le tableau indique les exceptions à cette règle.

La colonne 12 renferme les rapports des plus petites aux plus grandes épaisseurs radiales. On reconnaît immédiatement que ce rapport est d'une importance tout-à-fait prépondérante au point de vue de la solidité d'une plaque de cuirasse.

Ces nombres varient entre $^1/_{2.3}$ et $^1/_{2.5}$ pour les tourelles de Tegel destinées à la fortification de l'intérieur du pays et entre $^1/_{1,3}$ et $^1/_{1,7}$ pour les nouvelles plaques destinées au même usage.

Dans les anciennes plaques pour la fortification des côtes, nous trouvons le rapport $^1/_{2.6}$ (abstraction faite de la plaque de plafond), dans les nouvelles, ce rapport varie entre $^1/_{1.4}$ et $^1/_{1,7}$ (en ne tenant pas compte de l'avant-cuirasse).

La diminution de l'épaisseur dans la partie supérieure des plaques est donc plus faible dans les nouvelles cuirasses et même à un degré tel que les nombres qui s'y rapportent, nous amènent directement à établir une comparaison dans la manière dont se sont comportées les anciennes et les nouvelles plaques.

Comme nous l'avons déjà dit dans l'introduction de ce chapitre, les nouvelles expériences de tir exécutées contre des cuirasses en fonte durcie ont abouti au même profil que M. Gruson avait choisi pour la première tourelle cuirassée de Tegel. On avait abandonné ce dernier (voir pages 31 et 46), parce que les obus en fonte durcie que l'on y avait employés, avaient produit un effet plus considérable sur la partie supérieure et oblique des plaques que sur la partie inférieure ayant un profil plus vertical. Ce phénomène fut constaté non-seulement à la première tourelle de Tegel, mais également à la seconde et on appuya d'une manière si expressive sur ce résultat dans les communications du Comité du génie, que le fait en lui-même ne pouvait souffrir l'ombre d'un doute.

Il importe d'examiner en second lieu si l'explication qui est donnée habituellement et que nous avons répétée à maintes reprises, de la réduction en atomes des obus en fonte durcie, quand ils touchent une paroi de cuirasse verticale, et en gros fragments endommageant la surface extérieure, quand ils atteignent celle-ci obliquement, est bien exacte. Si nous considérons les nombres de la colonne 12 du tableau, nous penchons plutôt vers cette idée que les anciennes plaques de cuirasse étaient, en général, trop faible

à leurs parties supérieures et que l'effet remarquable des obus en fonte durcie, dans les coups obliques, ne peut être attribué qu'à cette circonstance et non pas à la nature particulière du métal des projectiles.

Le major Küster aussi fait remarquer à la page 28 des »Mittheilungen» que la commission d'expériences avait recommandé de faire diminuer dans une mesure moins sensible l'épaisseur de la cuirasse dans la direction du plafond. Mais elle conseilla en même temps de renforcer le cintrage, afin d'obtenir une partie frontale plus verticale à la partie inférieure des plaques et un profil plus abaissé pour la partie supérieure et elle mentionnait que la formation des fissures avait commencé ordinairement dès que les projectiles avaient ricoché sur la plaque. En proposant un front plus vertical pour les cuirasses, on admettait évidemment que des coups qui la touchaient normalement, produisaient un effet moindre que des coups ricochants et cette exigence donna lieu peut-être à l'explication que nous avons répétée à maintes reprises pour la manière différente dont se comportaient les projectiles.

Les nombres de la colonne 12 semblent nous amener à dire que cette explication n'est pas exacte, d'autant plus qu'il n'existe aucun motif plausible pour qu'un projectile en fonte durcie, touchant une cuirasse normalement, y produirait moins de dégâts qu'un coup ricochant. Nous ne nous contentons pas non plus de l'explication, que les gros fragments d'un obus en fonte durcie produisent plus de dégradations à la partie supérieure de la surface d'une cuirasse que les petits fragments à la partie inférieure, car les anciens rapports d'expériences, constatent d'une manière formelle que la formation des fissures avait lieu d'abord, quand les projectiles ricochaient; celle-ci serait plutôt assez indépendante des grandes ou des petites dégradations et avant tout proportionnelle à l'intensité du choc par rapport à l'épaisseur de la cuirasse.

Nous sommes donc d'avis que le profil de la première tourelle de Tegel a été abandonné à la suite d'hypothèses erronées, ensuite que les résultats favorables avec la 2e tourelle n'ont pas été la conséquence d'un profil plus raide, mais qu'ils ont été obtenus malgré ce profil et à cause des épaisseurs différentes de la cuirasse; enfin, que la formation des fissures à la partie supérieure des plaques de cette tourelle doit être attribuée à la diminution progressive encore trop rapide de l'épaisseur à cette partie de la cuirasse.

2. Le rapport de la longueur développée de la partie non couverte de la courbe de profil à la plus grande largeur développée des plaques de cuirasse.

Avant d'examiner ce rapport que nous avons établi dans la colonne 13 du tableau, nous avons à dire quelques mots au sujet du motif qui nous

a guidés dans la détermination de ce rapport. On reconnaît immédiatement qu'une plaque étroite ne se comportera pas de la même manière vis-à-vis des projectiles qu'une plaque large de même profil. Mais alors il eût été préférable de comparer la longueur totale à la largeur. Il fut démontré toutefois que ce procédé n'était pas réalisable, parce que les courbes de profil des plaques de cuirasse présentent ordinairement une courbure prononcée au-dessous de l'avant-cuirasse. Si l'on voulait donc faire entrer également en ligne de compte la partie inférieure de la courbe de profil, on arriverait à de fausses interprétations à cause des saillies différentes des profils. Dans sa partie supérieure, au contraire, la courbe est presque toujours continue et peut donc être fort bien comparée par rapport à sa largeur.

D'après la colonne 13, le rapport de la longueur à la largeur des plaques était de $^1/_2$ pour les tourelles de Tegel ; dans les nouvelles expériences contre des cuirasses pour la fortification de l'intérieur du pays, nous trouvons, alinéas VI-XI, les rapports de $^1/_{1,8}$ à $^1/_{2,3}$ (abstraction faite de l'avant-cuirasse) et les deux demi-plaques d'embrasure des batteries seulement indiquent un rapport de $^1/_{0,9}$. Dans ces dernières, la longueur de la plaque était donc plus grande que sa largeur, ce qui saute encore davantage aux yeux, si l'on tient compte en même temps de la partie de profil couverte par le glacis.

Ce rapport qui s'écarte des autres, a sa raison d'être spéciale. En effet, dans les plaques de batterie, l'embrasure est très grande comparativement à la surface extérieure de la cuirasse et il en résulte que dans les parties relativement faibles au-dessus et en dessous de l'embrasure, il se produit facilement des fentes de coulée qui exposent ces parties à se crevasser dès les premiers coups. C'est ainsi que dans les expériences exécutées en 1873/74 contre la batterie de 21 cent., il existait de semblables fissures, et, pour en tenir compte, il parut plus avantageux de diviser de prime abord la plaque en son milieu, pour pouvoir assurer l'assemblage régulier des deux parties au moyen de goujons. En agissant ainsi, on s'attire l'inconvénient obligé qui résulte de la diminution, sans doute désavantageuse, de la masse et du poids.

Aux alinéas XII-XVIII, les cuirassements de côte présentent de plus grandes différences que ceux qui sont destinés à la fortification de l'intérieur du pays.

Nous écartons dans notre comparaison les plaques de plafond, alinéas XIV et XVII et la plaque d'avant-cuirasse, alinéa XV et nous trouvons alors pour les anciennes plaques de batterie un rapport de la longueur à la largeur de 1 : 1,4 et pour les nouvelles plaques de tourelle, au contraire, celui de 1 : 0,9 et 1 : 0,6.

Ces nombres exceptionnels ont également leur cause particulière. La

forme de même que le poids des grosses plaques de cuirasse sont assujettis aux conditions de transport : la forme au profil normal des voies ferrées et le poids au degré de solidité des ponts et à la structure de la voie. Toutes les plaques de cuirasse Gruson sont transportées sur des voitures de chemin de fer spécialement construites dans ce but; c'est ainsi, par exemple, que la plaque de Spezia reposait sur une voiture à douze essieux qui avait été construite particulièrement pour ce transport. La longueur du profil des plaques ne pouvant pas être diminuée, il ne reste d'autre moyen que de ménager la largeur. Ce procédé présente toutefois moins d'intérêt quand il s'agit des cuirassements de côte, ces derniers n'ayant à supporter qu'un nombre de coups relativement faible. Faisons encore remarquer cette circonstance caractéristique que dans la plaque hollandaise aussi bien que dans celle de la Spezia, il se produisait de préférence des fissures horizontales ou obliques et non pas les fissures verticales radiales que nous avons observées à maintes reprises dans les cuirasses moins fortes. La chose est toute naturelle, puisque la section transversale verticale de la plaque était très grande comparativement à la section horizontale.

3. Le rapport de la section verticale à la surface extérieure des plaques de cuirasse.

Le rapport de la section verticale à la surface extérieure développée des plaques de cuirasse est exprimé dans les colonnes 14-19 du tableau et même sous une double forme. Les colonnes 14-16 renferment notamment l'étendue et les rapports des surfaces extérieures totales et des sections verticales entières, tandis que l'on ne tient compte dans les colonnes 17-19 que de la partie de la surface exposée aux coups et de la section verticale correspondante. La raison de cette double indication réside dans cette circonstance que c'est seulement la partie de la surface qui est exposée aux coups qui possède une courbure constante, tandis qu'immédiatement en dessous de l'avant-cuirasse, cette courbure est plus tranchée. Les nombres proportionnels que renferment les colonnes 16 et 19 n'accusent cependant que des différences tellement faibles que notre examen peut se borner aux indications de la colonne 16.

A la deuxième tourelle de Tegel, les rapports des sections verticales aux surfaces extérieures sont de $^1/_{11}$ et $^1/_{12,2}$; dans les deux nouvelles tourelles pour la fortification de l'intérieur du pays et si l'on fait abstraction de l'avant-cuirasse, ces rapports montent à $^1/_{7,6}$ et $^1/_{6,8}$; et même à $^1/_{5,8}$ pour les plaques de batterie.

Nous avons déjà donné dans le paragraphe précédent les motifs de la séparation des plaques de batterie et nous avons dit que c'était un inconvénient obligé. Nous n'éluciderons donc pas la question de savoir si, pour

obtenir au moins approximativement le poids normal, la surface de la section n'eût pas pu devenir encore plus grande.

Pour ce qui concerne, au contraire, les nouvelles plaques de tourelle (alinéas VI, X et XI), malgré la diminution de la surface extérieure comparativement aux plaques de Tegel, les rapports étaient sans doute encore exacts, puisque des fissures horizontales ne s'y produisaient généralement pas.

Nous considérons comme ne souffrant pas l'ombre d'un doute qu'à section verticale égale qu'une plaque large et lourde possède un plus haut degré de résistance qu'une plaque étroite et légère du moment que l'on parvient dans la première à éviter les fentes de coulée. Il serait, au contraire, très intéressant de déterminer par des expériences, quel est le rapport le plus avantageux entre la section verticale et la surface extérieure, pour un poids donné constant. Toutefois ces essais seraient trop coûteux, puisqu'ils ne donnent des résultats positifs que s'ils sont exécutés sur une grande échelle. Il est donc heureux que de semblables expériences, tout en étant intéressantes, ne paraissent pas précisément nécessaires, puisque les rapports des plaques expérimentées alinéas VI, X et XI, ont été trouvés absolument avantageux. La dernière plaque du nouveau profil (alinéa XI) notamment a fait preuve d'une telle capacité de résistance qu'il importe peu en pratique si le même degré de résistance eût pu être obtenu aussi avec une faible diminution de poids. De plus, nous tenons le rapport de la section verticale à la surface extérieure de 1 : 7,4 comme exact, puisqu'il semble présenter des garanties pour éviter l'existence de fentes de coulée dans les sections verticales.

Dans les anciens cuirassements de côte, nous trouvons un rapport de $^1/_{6,9}$; dans les deux nouvelles plaques de tourelle en question, il est de $^1/_{1,3}$ et de $^1/_{2,2}$. Comme nous l'avons dit dans le paragraphe précédent, la forme de ces plaques était influencée par les conditions de transport et comme la plaque de la Spezia a fait preuve déjà d'un excès considérable de force de résistance, il importe peu en pratique si, à section verticale égale et en augmentant la largeur, ce degré de résistance se fût accrû ou non dans une certaine mesure.

4. Le rapport de la force vive des projectiles d'attaque au poids des plaques de cuirasse.

Comme nous l'avons indiqué dans les paragraphes précédents, nous considérons que le poids des plaques est le facteur le plus important pour leur capacité de résistance ; il importe, par conséquent, de tenir compte de ce poids par rapport à la force vive des projectiles de l'attaque, exprimée en tonnes-mètres. Nous obtenons ainsi une espèce de mesure pour la

grandeur de l'unité d'attaque comparativement à la masse de la plaque et, si même cette mesure ne possède qu'une valeur relative, il n'en est pas moins vrai que les nombres qui s'y rapportent présentent toujours un certain intérêt et complètent l'image d'ensemble des résultats d'expérience.

Si les différentes plaques d'essai avaient été exposées au tir au point d'être mises en brèche, il eût été préférable de comparer la force vive représentée par le nombre total des coups au poids des plaques. Mais comme la mise en brèche ne fut obtenue que dans des cas isolés, il n'y a d'autre moyen que de choisir pour point de départ l'hypothèse, que les cuirassements d'une seule et même espèce, c'est-à-dire pour l'intérieur du pays ou pour la fortification des côtes, sont destinés à supporter approximativement le même nombre de coups. (*) Le rapport que nous indiquons dans le tableau, ne donne, par conséquent, qu'une mesure pour l'attaque qui fut imposée à une plaque, tandis que la manière dont celle-ci l'a soutenue ne peut se déduire que d'une comparaison des résultats de tir.

Après ces préliminaires, passons à l'examen des colonnes 20 et 21 du tableau, dans lesquelles nous avons groupé respectivement les poids des plaques et la force vive par tonne de métal.

Pour ce qui concerne la plaque d'embrasure de la 2e tourelle de Tegel, il n'est pas possible d'exprimer ce rapport d'une manière uniforme, puisqu'on a tiré alternativement avec le canon de 15 et avec celui de 17 cent., ainsi qu'avec des obus en fonte ordinaire et en fonte durcie. Pour les deux plaques latérales de la 2e tourelle de Tegel, nous trouvons les nombres 13 et 13,1 tonnes-mètres par tonne de métal de la plaque; ces nombres croissent à 23, 24,9 et 32,8 pour les nouvelles expériences, alinéas VI-X et enfin, décroissent de nouveau à 13,8 tonnes-mètres pour l'expérience finale, alinéa XI. Il en résulte que dans les expériences de tir, alinéas VI-X du tableau, le métal avait été soumis à des exigences extraordinairement grandes, comparativement aux expériences de Tegel, même si nous faisons abstraction de la différence qui existait dans la qualité des projectiles.

Ce n'est que dans l'expérience, alinéa XI, que le rapport du poids des plaques à la force vive des projectiles de l'attaque se trouve rétabli et le résultat favorable obtenu ne doit donc pas être attribué seulement à un meilleur profil, mais aussi au poids plus considérable de la plaque. Il n'est pas moins intéressant d'examiner comment celle-ci s'est comportée dans son ensemble comparativement aux deux plaques latérales de Tegel.

(*) Cette hypothèse n'est exacte que dans de certaines conditions, car le nombre de coups qu'une tourelle cuirassée peut avoir à redouter, sera différent suivant son emplacement par rapport à la configuration du terrain. Toutefois parmi les tourelles cuirassées dont les plaques ont servi d'objets d'expérience, il n'existe pas de différences si grandes que l'on doive en tenir compte d'une manière toute spéciale.

Dans ces dernières, la première fissure, traversant la cuirasse d'un bord à l'autre, se produisit respectivement au 37e et au 39e coup. La nouvelle plaque, alinéa XI, fut touchée sur une de ses moitiés par 20 obus en acier, ce qui correspond, par conséquent, à 40 atteintes réparties sur la plaque entière. Il ne s'y présenta pas de fissure, la traversant d'un bord à l'autre, et quoique nous ne voulions pas non plus considérer absolument la production d'une semblable fissure comme une mesure d'appréciation pour la capacité de résistance d'une cuirasse, nous croyons cependant pouvoir expliquer la manière dont la nouvelle plaque s'est comportée entièrement vis-à-vis des anciennes, en disant que sa construction et son métal avaient racheté la supériorité des obus en acier vis-à-vis des obus en fonte durcie.

Il est évident que dans les fortes cuirasses pour la fortification des côtes, le rapport de la force vive des projectiles de l'attaque à l'unité de poids d'une plaque peut croître à un degré plus considérable, puisque ces plaques ne sont exposées qu'à un petit nombre de coups.

Dans les anciennes cuirasses pour la fortification des côtes, la force vive de l'attaque croît donc aussi immédiatement à 39,2, 41,3 et 46,2 tonnes-mètres, comme l'indique le tableau. Néanmoins ces nombres nous paraissent faibles vis-à-vis de ceux des nouvelles expériences de tir, alinéas XV-XVIII, qui varient entre 61,9 et 167 tonnes-mètres par tonne de métal de plaque.

Si notre mesure d'appréciation est justifiée, ce qu'il est permis sans doute de discuter, l'attaque de 167 tonnes-mètres par tonne de métal, telle qu'elle fut exécutée contre la plaque de la Spezia, est tout-à-fait énorme. Mais il y a lieu cependant d'attirer ici l'attention sur différentes circonstances et ce n'est qu'en en tenant compte, que nous considérons notre mesure d'appréciation comme admissible.

D'abord et à la rigueur, on n'est pas en droit de dire, au sujet d'un tir contre une cuirasse oblique, que la plaque s'est comportée de telle manière ou qu'elle a supporté une force vive d'autant de tonnes-mètres, on peut dire seulement qu'une plaque verticale au lieu de la plaque soumise au tir, eût supporté tel nombre de tonnes-mètres. Toutefois, cet avantage s'applique dans une mesure plus ou moins grande à tous les cuirassements en fonte durcie, suivant la courbe de leur profil, et peut donc être négligé, quand on fait une comparaison de différents cuirassements en fonte durcie entre eux.

Mais il existe un autre facteur dont il faut incontestablement tenir compte. Chaque projectile se brise, dès qu'il touche une cuirasse en fonte durcie et ne peut, par conséquent, transmettre à celle-ci un choc plus grand que celui qui est nécessaire pour rompre le projectile lui-même dans le nombre correspondant de fragments. La différence dans l'effet de

deux projectiles de même calibre et de même qualité qui sont tirés sur une cuirasse oblique avec des charges différentes, donc aussi avec une force vive différente, ne peut être, par conséquent, que relativement faible, dans l'hypothèse que les deux projectiles se brisent au même degré en petits fragments. — Il est même certain, que si le projectile possède une force vive plus grande, sa rupture ou tout autre déformation sera plus considérable et que, par conséquent, le choc transmis à la cuirasse sera plus grand, mais ce dernier n'augmente nullement en raison directe de la force vive, mais pourrait, après avoir dépassé une certaine limite, s'accroître d'autant plus lentement que la force vive devient plus considérable.

Nous ne voyons donc dans une augmentation de la force vive en tonnes-mètres qu'un accroissement secondaire de l'attaque, tandis qu'un agrandissement du calibre et une amélioration de la qualité, c'est-à-dire de la stabilité et de la dureté des projectiles, nous paraissent sous ce rapport incomparablement plus efficaces.

Si, en partant de ce point de vue, nous envisageons les expériences de tir de la Spezia, nous trouvons le motif pour lequel l'usine Gruson pouvait tranquillement exposer sa plaque à l'énorme attaque de 167 tonnes-mètres par tonne de métal de cuirasse, car il n'y eut de transmis à la plaque que la partie du choc qui était nécessaire à la destruction du projectile. L'intensité de cette partie ne peut être estimée, ni calculée, mais elle ne pourrait être, dans aucun cas, égale à toute la force vive de l'attaque.

Il nous reste encore à parler ici d'un troisième facteur auquel on a attribué récemment une grande importance, au point de vue de l'efficacité de l'attaque : il s'agit de la forme des projectiles.

On rencontre souvent dans les revues compétentes cette opinion, qu'un cuirassement oblique ne doit pas être préféré d'une manière absolue à un cuirassement cylindrique, puisqu'il est à prévoir que l'on pourrait atteindre plus efficacement le premier avec des obus à tête aplatie.

Nous avons suivi attentivement les expériences de tir qui ont eu lieu avec des projectiles ayant cette forme et nous ne nions pas que l'effet des projectiles aplatis est supérieur à celui des projectiles à tête ogivale.

Nous reconnaissons de même qu'en plaçant sur la tête aplatie une pointe en métal mou, on peut rétablir la régularité de la trajectoire, sans réduire l'effet de ces projectiles.

Mais nous n'entendons pas que la supériorité d'effet d'un obus à tête aplatie est assez considérable, pour nous faire croire qu'il en résulterait une modification réelle des relations qui existent actuellement entre la bouche à feu et le cuirassement. L'obus à tête aplatie aussi se brise régulièrement, quand il touche le cuirassement et il ne peut donc lui transmettre non plus que la partie de force vive qui correspond à sa propre

stabilité. Il est à prévoir que cette partie sera plus grande que pour les projectiles à tête ogivale, puisque l'obus à tête aplatie entame le cuirassement d'une manière plus avantageuse ; mais l'augmentation d'effet consistera surtout en dégâts plus considérables à la surface extérieure de la cuirasse et n'exercera pas une grande influence sur la formation de fissures, qui n'a lieu principalement que par la violence des chocs. Dans tous les cas, la composante efficace de la force vive, vis-à-vis du cuirassement oblique, ne sera jamais qu'une fraction de l'énergie totale et le rapport du projectile à tête aplatie au cuirassement oblique ne s'approchera donc jamais de celui du projectile à tête ogivale au cuirassement cylindrique.

Comme, dans la construction des cuirassements en fonte durcie, on tient toujours compte d'un excès de capacité de résistance, qui s'est d'ailleurs manifesté dans les expériences de tir, nous ne croyons pas que l'introduction d'obus à tête aplatie rende nécessaire une augmentation du poids et de l'épaisseur du cuirassement, quoique, au point de vue technique, il n'existe aucun obstacle à la réalisation de semblables modifications.

Après cette digression, revenons à l'objet principal de ce paragraphe

Puisque, comme nous l'avons dit plus haut, la partie de la force vive que le projectile transmet à la cuirasse, ne peut être estimée ni calculée, il en résulte que le rapport de la force vive au poids des plaques ne peut être utilisé comme terme de comparaison approximatif que dans les expériences de tir où il est fait usage de projectiles de même calibre et de même qualité.

Cette condition ne se trouve pas remplie, si l'on compare les anciennes expériences de tir avec les nouvelles, car les obus en fonte durcie, employés dans le premier cas, n'avaient pas à beaucoup près la même valeur que les obus en acier dont on fit usage dans le second.

Mais les exigences auxquelles a été soumis le métal dans les nouvelles expériences de cuirassements vis-à-vis des anciennes, paraissent d'autant plus élevées, car si la valeur des projectiles était inégale, la partie de force vive transmise au cuirassement était de beaucoup plus faible pour les obus en fonte durcie que pour les obus en acier.

Il est évident que l'usine Gruson connaissait parfaitement ces relations, quand elle a construit ses nouveaux cuirassements, mais confiante dans l'amélioration toujours progressive de sa fonte durcie, elle put cependant soumettre sans inquiétude ses nouvelles plaques d'expériences à de plus hautes exigences que les anciennes. Comme nous l'avons vu, elle poussa même la confiance si loin que non seulement elle ne fit aucune concession à la meilleure qualité des projectiles d'attaque, en augmentant la masse du cuirassement, mais qu'elle réduisit même considérablement celle-ci par rapport à l'attaque.

5. Les formules empiriques pour la détermination des dimensions des cuirasses en fonte durcie.

Nous avons discuté dans les paragraphes précédents un grand nombre de relations entre les dimensions et les poids des cuirassements en fonte durcie, d'abord parce qu'elles nous paraissaient intéresser la question de résistance et ensuite, parce qu'elles complétaient l'image d'ensemble des résultats d'expérience.

Il est évident qu'une formule pour calculer les dimensions des cuirasses en fonte durcie devait directement tenir compte de ces relations, pour autant qu'elles avaient une importance incontestable.

Si, par exemple, le constructeur est obligé pour n'importe quel motif de confectionner une plaque étroite, il semble nécessaire, pour lui donner le poids voulu, qu'il la rende plus forte que dans d'autres circonstances. Néanmoins les seules formules existant actuellement et composées à cette époque par l'usine Gruson ne considèrent que l'épaisseur maxima des cuirassements. La difficulté provient de ce qu'il est presque impossible d'exprimer dans une formule un certain nombre de relations, sans savoir exactement jusqu'à quel point chacune d'elles peut avoir de l'influence; d'un autre côté, si même on possédait une formule établie d'après des principes exacts, elle fournirait des résultats non applicables dans la pratique.

Les formules Gruson ne se rapportent, comme nous venons de le dire, qu'à l'épaisseur maxima du cuirassement et laissent au constructeur le soin de déterminer les autres dimensions d'après sa propre inspiration, c'est-à-dire en tenant compte des autres relations que nous avons discutées.

Les formules expriment l'épaisseur maxima d du cuirassement en mètres, proportionnellement à la racine quatrième du nombre de tonnes-mètres de force vive du projectile d'attaque et leur origine réside dans les cuirassements pour la fortification des côtes.

Les formules pour cuirassements de côte sont les suivantes :

1. Pour plaques d'embrasure . . . . . $d = 0{,}12 \sqrt[4]{\text{t.-m.}}$
2. Pour plaques latérales . . . . . $d = 0{,}11 \sqrt[4]{\text{t.-m.}}$
3. Pour plaques d'avant-cuirasse avec glacis en terre . . . . . $d = 0{,}09 \sqrt[4]{\text{t.-m.}}$
4. Pour plaques d'avant-cuirasse avec glacis en granit. . . . . $d = 0{,}08 \sqrt[4]{\text{t.-m.}}$

Pour les cuirassements destinés à la fortification de l'intérieur du pays, les dimensions obtenues doivent être augmentées de 10 p. c. Les formules se trouvent donc modifiées de la manière suivante :

1. Pour plaques d'embrasure . . . . . $d = 0{,}132 \sqrt[4]{t.\text{-}m.}$

2. Pour plaques latérales . . . . . $d = 0{,}121 \sqrt[4]{t.\text{-}m.}$

3. Pour plaques d'avant-cuirasse avec glacis en terre. . . . . $d = 0{,}099 \sqrt[4]{t.\text{-}m.}$

4. Pour plaques d'avant-cuirasse avec glacis en granit . . . . . $d = 0{,}088 \sqrt[4]{t.\text{-}m.}$

Avant d'entamer une discussion de ces formules, il nous paraît intéressant de grouper les épaisseurs maxima de tous les cuirassements, telles qu'elles étaient dans la réalité, en même temps que celles déduites des formules. Les cuirassements sont désignés simplement par les chiffres romains des alinéas de notre tableau.

	Cuirassements pour la fortification de l'intérieur du pays.									Cuirassements pour la fortification des côtes						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
Epaisseur maxima réelle du cuirassement. mm	550	En moyenne 450	450	450	570	570	380	530	600	900	900	330	700	1060	480	1250
Epaisseur maxima du cuirassement déduite du calcul. mm	506* 607	464	464	523	569	569	379	569	493	778	778	—	654	900	—	1210
Différence mm	En moyenne − 6	−14	−14	−73	+1	+1	+1	−39	+107	+122	+122		+46	+160		+40

Comme on le voit, les différences entre les épaisseurs de cuirasse factices et déduites du calcul pour les expériences nos III-XI ne sont que très faibles. Il y a tout au plus à mentionner les expériences nos VI et XI : dans la première, l'épaisseur calculée dépasse l'épaisseur factice de 73 mm., tandis que, dans la dernière, il existe une différence de 107 mm. en faveur de l'épaisseur factice.

Les différences sont plus grandes pour les cuirassements de côte. Dans les deux anciennes plaques de batterie nos XIII et XIV, l'épaisseur factice dépasse l'épaisseur calculée de 122 mm., dans la plaque de tourelle no XVI de 160 mm., tandis que dans la plaque de la Spezia, l'épaisseur factice correspond à peu près exactement à celle obtenue par le calcul (1250 à 1210 mm.)

* Le nombre 50 se rapporte aux obus de 15, celui de 607 à ceux de 17 cent.

Nous pouvons donc dire globalement que les épaisseurs factices des cuirassements correspondent approximativement à celles qui ont été obtenues à l'aide des formules; néanmoins qu'il nous soit permis de ne pas affirmer que la formule Gruson est exacte après comme avant, mais que récemment elle est devenue de nouveau exacte.

La formule fut établie primitivement en se basant sur les résultats obtenus dans les expériences avec obus en fonte durcie, pour cuirassements à profil raide comme celui, par exemple, de la figure 30, page 96.

L'obus en fonte durcie fut débordé par l'obus en acier, vis-à-vis duquel les dimensions des cuirassements à profil raide, obtenues par le calcul, furent trouvées relativement faibles. Mais le profil en question fut abaissé et cette amélioration des cuirassements rétablit l'ancien rapport à un degré tel que la plaque de la Spezia put être construite de nouveau exactement d'après l'ancienne formule et que, par conséquent, les formules établies pour obus en fonte durcie restèrent exactes également pour les obus en acier.

Ces formules, après avoir été publiées d'abord en 1882 de la part de l'usine Gruson, furent souvent répétées et discutées dans la presse compétente. La discussion la plus approfondie se trouve dans la brochure nouvellement parue « über die Panzerwirkung der Geschosse » Pola 1886, par J. Schwartz, ingénieur de l'artillerie marine autrichienne.

M. Schwartz donne à la page 54 de sa brochure une représentation graphique des épaisseurs de cuirasse qui se déduisent de la formule pour 14 nombres de tonnes-mètres, variant entre 0 et 13000: il prend comme abscisses le nombre de tonnes-mètres et comme ordonnées les épaisseurs de cuirasses obtenues par le calcul et fait remarquer à ce sujet à la page 53, ce qui suit :

> « La courbe elle-même suit un tracé quelque peu » étrange. Elle monte d'abord rapidement, mais bientôt un » accroissement de 1000 tonnes-mètres d'énergie n'exige plus » qu'une augmentation d'épaisseur de cuirasse à peine quali- » fiable ».

« Si l'on admet, par exemple, continue M. Schwartz, qu'un obus en acier de 28 cent., possédant une force vive de 4000 tonnes-mètres, peut encore bien réduire une plaque en fonte durcie ayant une épaisseur maxima de 955 mm., il n'est pas compréhensible pourquoi un obus de 30,5 en acier, animé d'une force vive de 6000 tonnes-mètres, n'aurait pas la supériorité sur une plaque en fonte durcie de 1055 mm. d'épaisseur ». M. Schwartz prend plus loin en considération que le nombre des atteintes normales (angle d'arrivée de 90°) par rapport au nombre total d'atteintes

également petit, sera très faible (*) et que c'est pour ce motif que l'on peut admettre que la formule conduit à des résultats exacts, si la force vive ne dépasse pas 6000 tonnes-mètres.

La déduction de M. Schwartz paraît, à première vue, convaincante sous tous les rapports, néanmoins nous nous trouvons en présence de l'expérience de tir de la Spezia qui eut lieu dans l'entretemps et qui a fourni la preuve que les résultats de la formule sont également encore exacts pour les plus gros calibres (14700 tonnes-mètres), pourvu que le profil du cuirassement est judicieusement choisi.

Pour expliquer cette contradiction apparente, nous sommes obligés de revenir aux détails du paragraphe précédent, qui aboutirent enfin au résultat, que c'est seulement la partie de la force vive qui est nécessaire pour briser le projectile lui-même, qui est transmise au cuirassement.

Par conséquent, plus la force vive du projectile s'accroît, plus le choc effectif s'écarte du choc nominal et, pour en revenir à l'exemple de M. Schwartz, l'accroissement de 2000 tonnes-mètres de force vive ne se fait remarquer probablement dans son effet sur le cuirassement que d'une manière relativement faible.

Le tracé étrange de la courbe résultant de l'application de la formule qui monte d'abord rapidement, puis successivement d'une manière de plus en plus lente, paraît nous montrer que la formule Gruson, quoiqu'elle eût été déduite d'une manière si arbitraire des nombreuses relations que l'on peut établir, répond cependant encore bien pour le moment aux circonstances réelles. Il n'existe donc pas de motifs pour établir une nouvelle formule basée sur d'autres relations, mais il nous semble que le procédé le plus simple et le plus exact est que le constructeur après comme avant ne calcule que l'épaisseur maxima du cuirassement et en détermine toutes les autres relations, en se basant sur son expérience et sur les résultats qui ont été obtenus antérieurement.

Mais s'il existe d'autres considérations pour devoir diminuer la largeur de la plaque de cuirasse d'une manière extraordinaire, alors il convient de rétablir le poids normal autant que possible, en augmentant l'épaisseur de la plaque.

6. Conclusions finales.

Les recherches que nous avons faites dans les paragraphes précédents devaient naturellement aboutir, en général, à une comparaison entre les anciennes plaques d'expérience avec les résultats obtenus et les nouveaux,

(*) M. Schwartz part d'abord de l'hypothèse que la plaque de cuirasse sera touchée généralement sous des angles d'arrivée de 90o, ce qui ne s'accorde cependant pas, comme l'indique la colonne 9 de notre tableau, avec les cuirassements possédant l'ancien profil.

puisque l'ancienne série avait fait reconnaître généralement la supériorité de la cuirasse sur la bouche à feu.

Dans l'entretemps, l'attaque avait fait des progrès considérables et il y avait donc lieu de constater si la cuirasse les avait suivis pas à pas ou s'il elle était restée en arrière.

Nous trouvions dans cet examen que la forme des anciennes plaques d'expérience ne paraissait pas être non plus la plus avantageuse pour résister aux projectiles de cette époque, notamment que l'épaisseur des plaques de cuirasse avait été trop diminuée à leur bord supérieur.

Nous trouvions de plus que le rapport de la surface extérieure à la section verticale des cuirassements, même dans les anciennes plaques d'essai, était plus avantageux que dans les nouvelles, mais que dans celles-ci ce rapport variait encore toujours dans des limites acceptables.

En comparant le poids des cuirassements à la force vive des projectiles, nous nous heurtions à une différence très réelle. Le rapport était incomparablement plus avantageux dans les anciens cuirassements que dans les nouveaux et à tel point que la capacité de résistance que ces derniers opposaient aux projectiles perfectionnés et aux charges, ne peut s'expliquer que par une amélioration notable du métal de la fonte durcie.

Il fut constaté ensuite dans la dernière expérience de tir exécutée contre des cuirassements destinés aux fortifications de l'intérieur du pays, qu'avec un cuirassement à profil amélioré dans lequel le rapport du poids à la force vive du projectile, tel qu'il existait pour les plaques soumises aux expériences de Tegel, avait été approximativement rétabli, on avait obteuu des résultats de résistance analogues, si pas meilleurs, à ceux fournis par les plaques de Tegel et que, par conséquent, le cuirassement avait marché parfaitement de pair avec les progrès considérables de l'artillerie.

Les expériences de tir de la Spezia contre une plaque de nouveau profil fournirent la même preuve, pour ce qui concerne les cuirassements de côte, et nous pouvons donc affirmer, sans être accusés d'exagération, que la supériorité du cuirassement vis-à-vis des moyens d'attaque existe encore actuellement et qu'elle est restée à peu près la même qu'autrefois. Ce qui le prouve, ce sont, d'un côté, les résultats des expériences de tir, c'est-à-dire la manière dont les nouvelles plaques se sont comportées sous l'action du feu et, d'un autre côté, c'est que l'épaisseur de ces nouvelles plaques répond à peu près exactement à la formule à laquelle les anciens résultats de tir ont servi de base.

Parmi toutes les nouvelles expériences de tir, ce sont naturellement celles qui ont été exécutées à la Spezia en Avril et Juin 1886, qui présentent en elles-mêmes un intérêt tout particulier.

Depuis longtemps on avait discuté dans les cercles compétents la

question de savoir s'il était possible à un cuirassement de résister à 3 coups du canon de 100 tonnes, possédant chacun une force vive de 14700 tonnes-mètres, et il y avait été répondu, en général, d'une manière négative. Il était donc tout naturel que de nombreux représentants de gouvernements étrangers avaient voulu profiter de l'autorisation du ministère de la guerre italien, pour assister à ces expériences.

En effet, il ne s'agissait pas ici des intérêts privés de l'usine Gruson, mais l'avenir de la question des cuirassements était en cause. Si le résultat de l'expérience avait été défavorable, il est plus que probable que l'on aurait abandonné, en général, l'idée d'employer les cuirassements dans la défense des côtes, car on n'aurait pas admis après coup l'argument que nous maintenons encore réellement aujourd'hui, c'est-à-dire que les conditions imposées étaient exagérées ; l'on n'en aurait pas tenu compte.

Si l'on veut se faire une idée exacte des conditions énormes de résistance auxquelles la plaque de la Spezia devait satisfaire, le meilleur moyen consiste à jeter un regard sur les anciennes expériences de tir exécutées avec les canons du plus fort calibre contre des plaques en métal compound et en acier.

En 1876, eurent lieu à la Spezia des expériences avec le canon Armstrong de 43 cent., se chargeant par la bouche, contre des plaques Cammel, Brown, Marrel en fer laminé et contre une plaque Schneider en acier forgé.

Toutes les plaques avaient une épaisseur de 55 cent. Le tir eut lieu avec des projectiles Gregorini en fonte durcie, pesant 908 kilog. et l'on employa une charge maxima de 155 kilog. de poudre donnant une vitesse de 451 m. par seconde et une force vive de 9306 tonnes-mètres. Les plaques furent généralement transpercées par les projectiles. Dans les expériences ultérieures qui eurent lieu au mois de Décembre de la même année, la charge fut portée à 180 kilog. de poudre Fossano, sans qu'il en résulta cependant un accroissement notable de la vitesse.

Des charges plus fortes furent employées en 1882 aux expériences de la Spezia avec le canon Armstrong de 45 cent., se chargeant par la bouche.

Les objectifs d'expérience consistaient en deux plaques de métal compound fournies par MM. Cammel et Brown et en une plaque d'acier Schneider.

Les plaques avaient toutes les trois une largeur de 3,3 m. et une hauteur de 2,60 m. ; leur épaisseur était de 48 cent. (*)

Les deux plaques en métal compound possédaient une couche d'acier

---

* Pour plus de détails concernant ces expériences, voir l'année 1883 des « Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Geniewesens » page 241.

de 152 mm. d'épaisseur environ ; la plaque Schneider avait été forgée en acier. Les trois plaques étaient fixées chacune sur un matelas en bois de 1,2 m. d'épaisseur.

Le tableau suivant renferme les indications les plus importantes de cette expérience.

Bulletin de tir de l'expérience exécutée en 1882 avec le canon Armstrong de 45 cent., se chargeant par la bouche.

Numéro d. coup	But (Plaques)	Bouches à feu	Distance m	Projectile	Charge	Vitesse à l'arrivée m.	Force vive tm.	Pénétration mm.
1	Cammell	Canon Armstrong de 45 c. se chargeant par la bouche, sur affût hydraulique placé sur un ponton	93	Obus en fonte durcie Gregorini pesant 908 kg.	149 kg. de poudre progressive Fossano	370,5	6392	175
2	Schneider	„ „	„	„	149 „	375,5	6530	210
3	Brown	„ „	„	„	149 „	372,5	6426	75
4	Schneider	„ „	„	„	217 „	471	10274	235
5	Brown	„ „	„	„	217 „	476,2	10502	205
6	Cammel	„ „	„	„	217 „	477	10537	200
7	Schneider	„ „	„	Projectile de Terrenoire en acier, pesant 942,5 kilogr.	217 „	468,8	10565	320
8	Schneider	„ „	„	Projectile Gregorini en acier pesant 963,5 k.	217 „	461,5	10467	300

Les trois plaques renfermaient naturellement des fissures produites par le tir, qui amenèrent finalement leur destruction complète. D'après le calcul de la commission, les coups nos 4—8 eussent été en état de transpercer littéralement les plaques en fer laminé de 59,9 à 60,8 cent. d'épaisseur. La commission d'expérience se prononça en faveur des deux plaques Compound.

Une nouvelle augmentation de la charge eut lieu en 1884 aux expériences de tir de la Spezia exécutées avec le canon Armstrong de 43 cent. (100 tonnes), se chargeant par la culasse[1].

1. Voir " Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie-und Geniewesens „ 1885, notes de la page 52.

Les objectifs d'expérience consistaient en :

1. une plaque Cammell en métal compound de 3 m. de largeur, 2,5 m. de hauteur et 48 cent. d'épaisseur ;
2. une plaque Brown en métal compound de 3 m. de largeur 2,5 de hauteur et 48,3 cent. d'épaisseur ;
3. une plaque Schneider en acier de 3 m. de largeur, 2,5 m. de hauteur et 47,8 cent. d'épaisseur.

Chacune des trois plaques était fixée sur un matelas de 52 cent. de bois de chêne et de 19 mm. de tôle.

Les principales données qui concernent cette expérience de tir sont groupées dans le tableau suivant.

Bulletin de tir de l'expérience exécutée en 1884 avec le canon Armstrong de 43 cent. se chargeant par la culasse.

But	Bouche à feu	Distance m.	Projectile	Charge	Vitesse à l'arrivée. Mètres par seconde.	Force vive en tonnes-mètres.	Effet
Plaque Cammell	Canon Armstrong de 43 cent	99	Obus Krupp en acier pesant 835 k.	350 kilog de poudre Fossano	570	13828	La plaque et le matelas percés avec un excès de force. Trou de perforation de 70 c. de diam. La plaque rompue en 6 fragments.
Plaque Brown	dito.	dito	dito.	dito.	567	13683	La plaque et le matelas percés avec un excès de force. Trou de perforation de 65 c. de diam. La plaque rompue en 8 fragments.
Plaque Schneider	dito.	dito	dito.	dito.	567	13683	La plaque et le matelas percés avec un excès de force. Trou de perforation de 50 c. de diam. La plaque rompue en 3 fragments.

D'après la formule Krupp, chacun des trois coups eût transpercé littéralement une plaque en fer laminé de 73 cent. d'épaisseur.

Après ces trois coups, la plus grande des parties de chaque plaque fut soumise encore au tir d'un coup du canon de 25 cent. Il fut constaté que la plaque Schneider était supérieure.

Nous rencontrons donc, dans les expériences de la Spezia, une augmentation toujours croissante des charges, c'est-à-dire de 155, 180,

217, 350 kilog. de poudre Fossano, qui aboutit enfin, dans l'expérience de tir contre la plaque Gruson, à la charge exceptionnelle de 375 kilog. de poudre prismatique brune, charge maxima pour les bouches à feu actuelles.

Si l'on songe qu'une force vive de 14700 tonnes-mètres est suffisante pourqu'un projectile de 43 cent. puisse transpercer avec un excès de force une cuirasse en fer forgé de 81 cent. d'épaisseur, s'il la touche normalement, on comprend qu'en présence d'une semblable attaque, il n'y avait pas lieu d'émettre un pronostic trop favorable pour la plaque Gruson.

Néanmoins celle-ci supporta très bien l'épreuve de trois coups qui lui avait été imposée et, si l'on ne tient pas compte des deux obus de 15 cent., résista encore plus tard à un quatrième coup tiré avec un projectile plein en acier de 43 cent. qui vint la toucher, en outre, sous un angle d'arrivée de 80 à 90°, dans des circonstances particulièrement désavantageuses, puisqu'elle manquait de soutien latéral, et à l'endroit le plus défavorable et le plus affaibli.

En considérant la figure 45, on constate que pour ce coup la plaque assurait encore aux servants de la tourelle une protection complète et la grande partie de la moitié supérieure de la plaque qui n'était presque pas entamée, prouve qu'elle eût pu résister encore absolument à d'autres coups du même calibre.

Plus les opinions avaient été, en général, défavorables pour le cuirassement, avant le commencement du tir, plus l'appréciation fut complète dès que l'expérience fut terminée, et la presse compétente, pour autant que nous le sachions, fut unanime à reconnaître les résultats de ces essais.

Quant à notre opinion personnelle, que les conditions auxquelles la plaque devait satisfaire, dépassaient le but d'un cuirassement de côte, le résultat favorable des expériences n'a pas pu cependant la modifier.

Nous ne soutiendrons nullement que l'artillerie est arrivée déjà au terme de son développement, quoiqu'il soit établi que la vitesse des projectiles à la Spezia n'a été obtenue que grâce à la charge exceptionnellement élevée du canon de 43 cent. Nous attachons plus d'importance à ce fait, que le tir a eu lieu à la faible distance de 136 m.

Si nous admettons que l'avenir nous réserve des bouches à feu qui peuvent produire la même force vive à la distance de combat, nous nous demandons combien de projectiles d'un navire pourront toucher à cette distance une des 15 plaques de tourelle? Celui qui a vu les difficultés que présente le pointage d'un canon se trouvant sur un ponton, par un faible roulis, doit convenir involontairement qu'il est impossible à une bouche à feu de marine de fort calibre de placer méthodiquement trois coups sur

une seule et même plaque de tourelle. La même opinion a été formulée à diverses reprises à la Spezia, en notre présence, par des officiers de marine.

Mais si l'avenir nous réserve des bouches à feu encore plus efficaces, nous demanderons quel est le nombre de pareilles pièces qu'une flotte aura à sa disposition ?

Nous estimons qu'un cuirassement de côte remplit son but, quand les pièces et les servants sont garantis des éclats des projectiles ennemis et quand une atteinte accidentelle ne produit pas de brèche. Une cuirasse beaucoup plus faible satisferait déjà à ces conditions et nous croyons, par conséquent, que les dimensions de la plaque soumise au tir de la Spezia ne constituent pas la règle pour tous les cuirassements de côte à construire ultérieurement.

Ces considérations n'enlèvent rien cependant à la haute importance des résultats d'expérience.

Les faibles pénétrations des projectiles dans la plaque en fonte durcie (10 cent. au maximum aux endroits non entamés) prouvent quelle faible partie de force vive ils transmettent au cuirassement. Plus la pénétration est profonde, plus le choc transmis au cuirassement est grand et c'est dans cette diminution des chocs que nous envisageons l'avantage principal du système de cuirassements en fonte durcie, comparativement à ceux en fer laminé.

Si l'on fait complètement abstraction des cuirassements cylindriques en fer laminé, il n'en est pas moins vrai qu'un cuirassement oblique de même métal éprouve encore de la part des pièces de côte des affouillements si profonds et, par conséquent, des chocs si considérables que nous doutons si l'on parviendra à construire une substruction rotative capable d'y résister.

Les conditions sont plus avantageuses pour les cuirassements en acier et en métal compound, mais nous ne croyons cependant pas que dans l'état actuel de la fabrication, on puisse les construire avec tant de dureté que ceux en fonte durcie, sans se créer des inconvénients sérieux au point de vue de leur stabilité.

De plus, dans les cuirassements de ce genre, la diminution du poids qui contribue le plus à contrebalancer l'effet des chocs, se ferait sentir toujours d'une manière défavorable, en présence des lourds projectiles d'attaque. Il nous semble bien possible de construire des plaques en fer laminé ou en acier du même poids que celle de la Spezia, mais pour leur emploi pratique, les frais seraient trop considérables.

Nous sommes donc d'avis qu'en ce moment le cuirassement en fonte durcie se trouve vis à vis des bouches à feu d'attaque de gros calibre dans une position plus avantageuse que les autres systèmes de cuirassements,

dans lesquels on n'a pas encore cherché d'ailleurs, pour autant que nous le sachions, à construire des tourelles et des batteries pour lutter contre les bouches à feu de marine de 40 cent.

Quoique nous soyons habitués aux améliorations énergiques et aux révolutions dans le domaine de la technique, nous ne croyons pas que le cuirassement en fonte durcie perdra cette supériorité dans un avenir rapproché, puisque cette supériorité est basée sur deux propriétés par lesquelles ce système se distingue en principe d'autres systèmes, c'est-à-dire sur la dureté et le poids.

Il n'est pas possible de décider aujourd'hui avec certitude si les défenseurs de l'opinion relative au but des cuirassements de côte, opinion que nous partageons et que nous avons formulée précédemment, l'emportent ou si l'avenir amènera la précision dans le tir des bouches à feu de marine qui a servi de base au programme des expériences de la Spezia; il n'est pas possible davantage de prévoir si l'action des bouches à feu de l'attaque recevra encore un accroissement considérable dans l'avenir.

Mais ce que nous croyons pouvoir admettre avec certitude, c'est que dans ce dernier cas, il ne sera pas nécessaire d'augmenter sensiblement les dimensions des cuirassements comparativement aux relations de la plaque de la Spezia, puisque toute la force vive du projectile n'agit jamais entièrement sur le cuirassement.

Si nous devions cependant nous tromper aussi sous ce rapport, la supériorité du cuirassement en fonte durcie vis-à-vis des bouches à feu de l'attaque, ne serait pas modifiée, puisque, au point de vue technique, comme nous l'avons déjà dit à maintes reprises, il n'existe aucune difficulté pour renforcer encore davantage les plaques en fonte durcie.

Groupement des principales données de toutes les expériences de tir exécutées contre des cuirassements Gruson en fonte durcie.

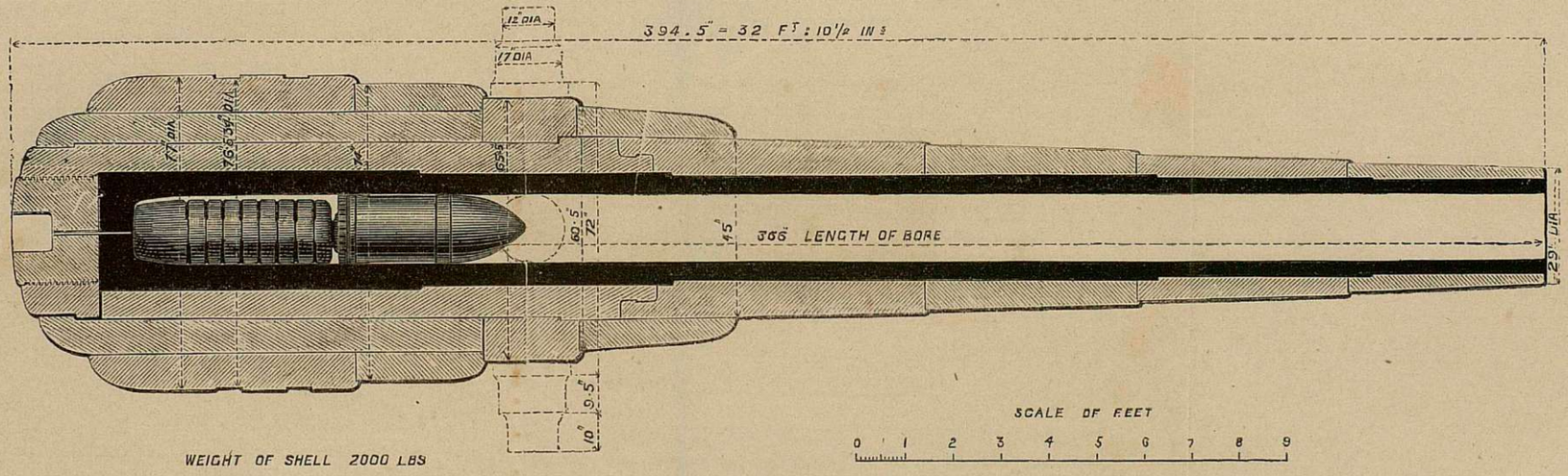
Relations entre les moyens d'attaque.

Dimensions et poids des plaques de cuirasse.

1. Numéros courants	2. Cuirasses d'expérience.	3. Bouches à feu calibre en centimètr.	4. Projectiles.	5. Poids du projectile en kilog.	6. Charge de poudre en kilog. P. P.	7. Vitesse en mètres.	8. Force vive à l'arrivée en tonnes-mètres.	9. Angle d'arrivée.	10. Epaisseur radiale maxima de la plaque en mm.	11. Epaisseur radiale minima de la plaque en mm.	12. Rapport de la plus petite à la plus grande épaisseur radiale	13. Rapport de la longueur developpée de la partie non couverte de la courbe de profil à la plus grande largeur développée du cuirassement.	14. Surface extérieure de la plaque en mètres carrés env.	15. Section verticale de la plaque en mètres carrés.	16. Rapport de la section verticale à la surface extérieure.	17. Grandeur de la partie de surface exposée aux coups en m²	18. Grandeur de la section veriicale correspondant à la surface exposée aux coups m².	19. Rapport de la section verticale correspondante à la surface exposée aux coups.	20. Poids de la plaque de cuirasse en kilog.	21. Force vive par tonne de métal de plaque en tonnes-mètres.
Cuirassements pour les fortifications de l'intérieur du pays.																				
I.	Plaque d'embrasure de la 1re tourelle de Tegel pour bouches à feu de 15c. 1873.	15	Obus allongés Obus en fonte durcie	27,7 35	1,4–6	—	—		350	140	1 : 2,5	1 : 2,0	8,6	0,56	1 : 15,3	6,9	0,46	1 : 15	12 560	
II.	Plaque latérale de la 1re tourelle de Tegel pour bouches à feu de 15c 1873.	15	Obus allongés Obus en fonte durcie	27,7 35	1,4–6	—	—		280–120	120	1 : 2,3–1 : 1	1 : 2,0	8,6	0,4–0,56	1 : 17,9 en moyenne	6,9	0,33–0,46	1 : 17,7 en moyenne	10 290	
III.	Plaque d'embrasure de la 2e tourelle de Tegel pour bouches à feu de 15c 1874.	15 17	Obus allongés de 15 c. Ob en fonte durcie de 15c. » » » 17c.	27,7 35 54,9	4,14 4,8 9,1	306 350 404	189,46 218,57 457,60		550	240	1 : 2,3	1 : 1,9	9,6	0,87	1 : 11,0	8,26	0,78	1 : 10,6	20 000	22,8 pour les projectiles de 17c
V.	Plaque latérale de gauche de la 2e tourelle de Tegel pour bouches à feu de 15c 1874.	15	Obus en fonte durcie	35	4,8	350	218,57		550–350	240 140	1 : 2,3–1 : 2,5	1 : 2	8,6	0,56–0,87	1 : 12,2 en moyenne	7,26	0,47–0,78	1 : 11,7 en moyenne	16 700	13
V.	Plaque latérale de droite de la 2e tourelle de Tegel pour bouches à feu de 15c 1874.	15	Obus en fonte durcie	35	4 8	350	218,57		550–350	240–140	1 : 2,3–1 : 2,5	1 : 2	8 6	0,56 - 0,87	1 : 12 2 en moyenne	7,26	0,47 – 0,78	1 : 11,7 en moyenne	16 630	13,1
VI.	Plaque latérale d'une tourelle pour bouches à feu de 12c. 27/4 1883.	15 L 23	Projectile Gruson en acier Obus de Ternitz en acier	35,5–39,3 37,1–37,8	7,75	446	349,7	65,81°	450	340 au bord supér. 2 0 au bord infér.	1 : 1,3 1 : 1,7	1 : 1,8	5,25	0,69	1 : 7 6	4,45	0,58	1 : 7,6	14 000	24,9
VII.	Plaque d'embrasure d'une batterie pour bouches à feu de 15c. 16/7 1883.	15 L 23	Obus Krupp en acier	38,7	7,4 de poudre progressive	418	345	61,74°	570	340	1 : 1,6	1 : 0,9	4 2	1,1	1 : 3,8	3,45	0,83	1 : 3,8	10 500	32 8
VIII.	Plaque d'embrasure d'une batterie pour bouches à feu de 15c. 18/8 1884.	15 L 23	Obus Krupp en acier	38,7	7,4 „	418	345	42,77°	570	340	1 : 1,6	1 : 0,9	4,2	1,1	1 : 3,8	3.15	0,83	1 : 3,8	10 500	32.8
IX.	Plaque d'avant-cuirasse d'une tourelle de 12c. 12/2 1884.	15 L 23	Obus Krupp en acier	38,7	7,4 „	418	345	38,46°	380	340 au bord supér. 220 au bord infér.	1 : 1,1 1 : 1,7	1 : 3,4	5.13	0,51	1 : 10	2,36	0,26	1 : 9,1	10 700	32,2
X.	Plaque d'embrasure d'une tourelle pour bouches à feu de 12c. 28/8 1884.	15 L 23	Obus Krupp en acier	38.7	7,4 »	418	345	52,84°	530	340	1 : 1,5	1 : 1,8	5,25	0.77	1 : 6.8	4,45	0,65	1 : 6,8	14 900	23
XI.	Plaque latérale d'une tourelle pour bouches à feu de 12c. 20/1 1885.	15 L 23	Obus de Ternitz en acier	34.5	6,9 P P	395	274,6	25,46°	600	340	1 : 1,7	1 : 2.3	6.35	0,86	1 : 7.4	5,25	0,67	1 : 7,8	19 918	13,8
Cuirassements pour les fortifications des côtes.																				
XII.	1re plaque d'embrasure d'une batterie pour bouches à feu de 21 c. 5/12 1873.	28	Obus en fonte durcie	233	34	385	1760	80°	900	345	1 : 2,6	1 : 1,4	13 8	2,0	1 : 6.9	11.96	1,7	1 : 7	42 550	41,3
XIII.	2e plaque d'embrasure d'une batterie pour bouches à feu de 21c. 27/7 et 21/8 1874.	28	Obus en fonte durcie	233	34	385	1760	20–90°	900	345	1 : 2,6	1 : 1,4	13,8	2,0	1 : 6,9	11.96	1,7	1 : 7	44 850	39,2
XIV.	Plaque de plafond d'une batterie pour bouches à feu de 21c. 21/8 1874.	28	Obus en fonte durcie	233	26	334	1333	ca. 20°	330	200	1 : 1,6	1 : 0.6	16,5	1,0	1 : 16.5	16.5	1,0	1 : 16,5	28 840	46.2
XV.	Plaque d'avant-cuirasse d'une t urelle pour bouches à feu de 30c,5. 13/8 1883.	30.5 L 25	Obus Krupp en acier	445	120	445	4495	40–53°	700	600 au bord supér. 380 au bord infér.	1 : 1,1 1 : 1.8	1 : 3,5	8.4	1.34	1 : 6,2	4,68	0,66	1 : 7,1	37 500	119.8
XVI.	Plaque latérale d'une tourelle pour bouches à feu de 30c,5. 22/10 1883.	30,5 L 25	Obus Krupp en acier	445	120	445	4495	51–90°	1060	620	1 : 1.7	1 : 0,9	8.5	2,54	1 : 3,3	7,80	0,23	1 : 3,3	47 500	94.6
XVII.	Plaque de plafond d'une tourelle pour bouches à feu de 30c,5. 28/5 1884.	30,5 L 25	Obus Krupp en acier	445	80	360	2942	12–24°	480	300	1 : 1,6	1 : 2	8,10	1,19	1 : 6.8	8,1	1,19	1 : 6,8	47 500	61,9
XVIII.	Plaque latérale d'une tourelle pour bouches à feu de 40c. Avril et juin 1886.	43 L 27	Obus Krupp en acier Projectile plein de St-Chamond en acier	1000	375 de poudre brune P. P.	537	14700	35–90°	1250	850	1 : 1,4	1 : 0,6	12,32	5,61	1 : 2,2	10,12	4,68	1 : 2,1	87 950	167

Remarque : Dans la colonne 3, L. signifie : longueur en calibres ;
Dans la colonne 6, P. P. est l'abréviation de : poudre prismatique.

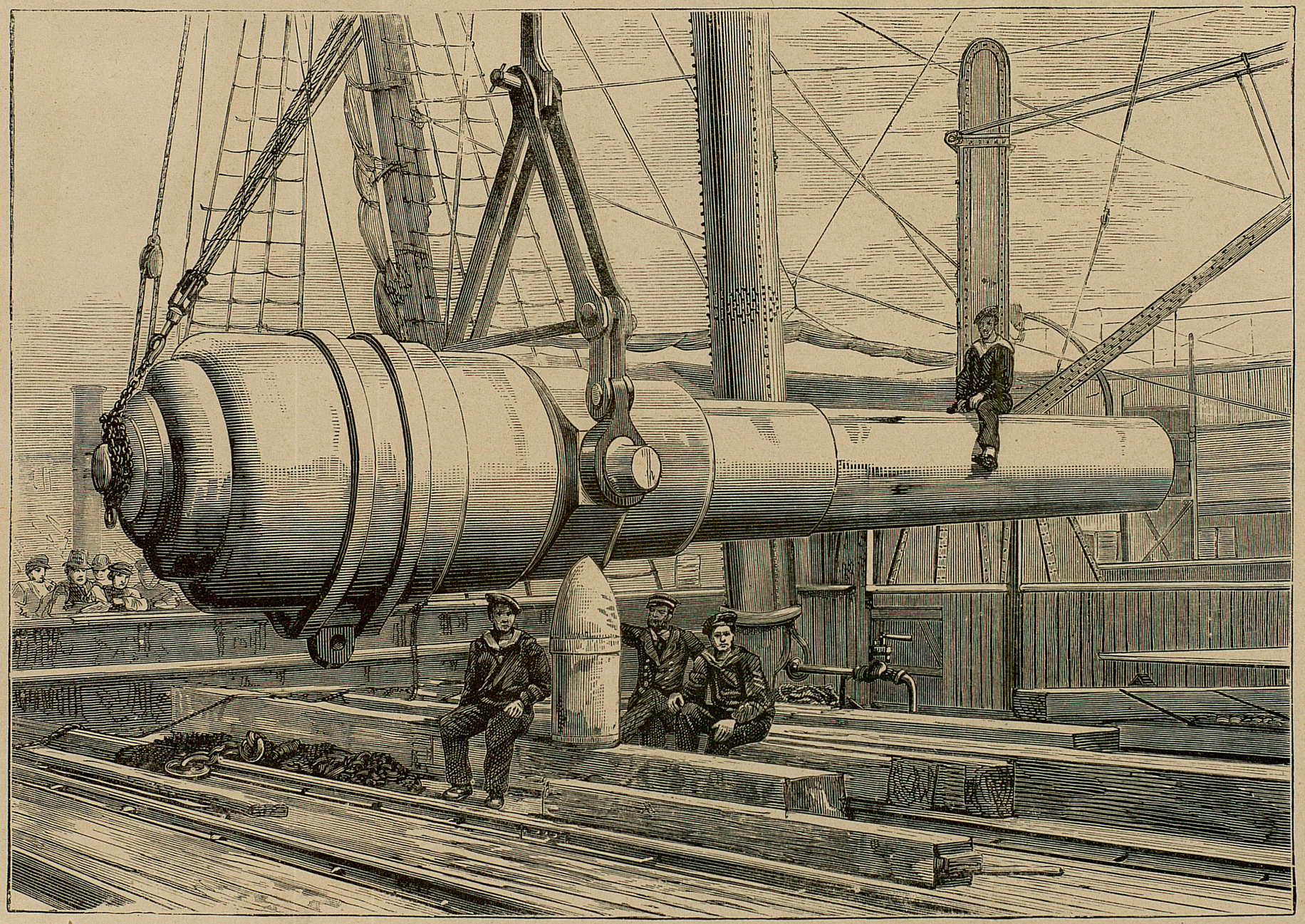
COUPE DU CANON.



THE HUNDRED-TON GUN, CONSTRUCTED BY SIR W. G. ARMSTRONG & CO., ELSWICK ORDNANCE WORKS, NEWCASTLE-UPON-TYNE.

(Le canon de 100 tonneaux, construit par Sir W. G. Armstrong & Cie., Elswick Ordnance Works, Newcastle-upon-Tyne.)

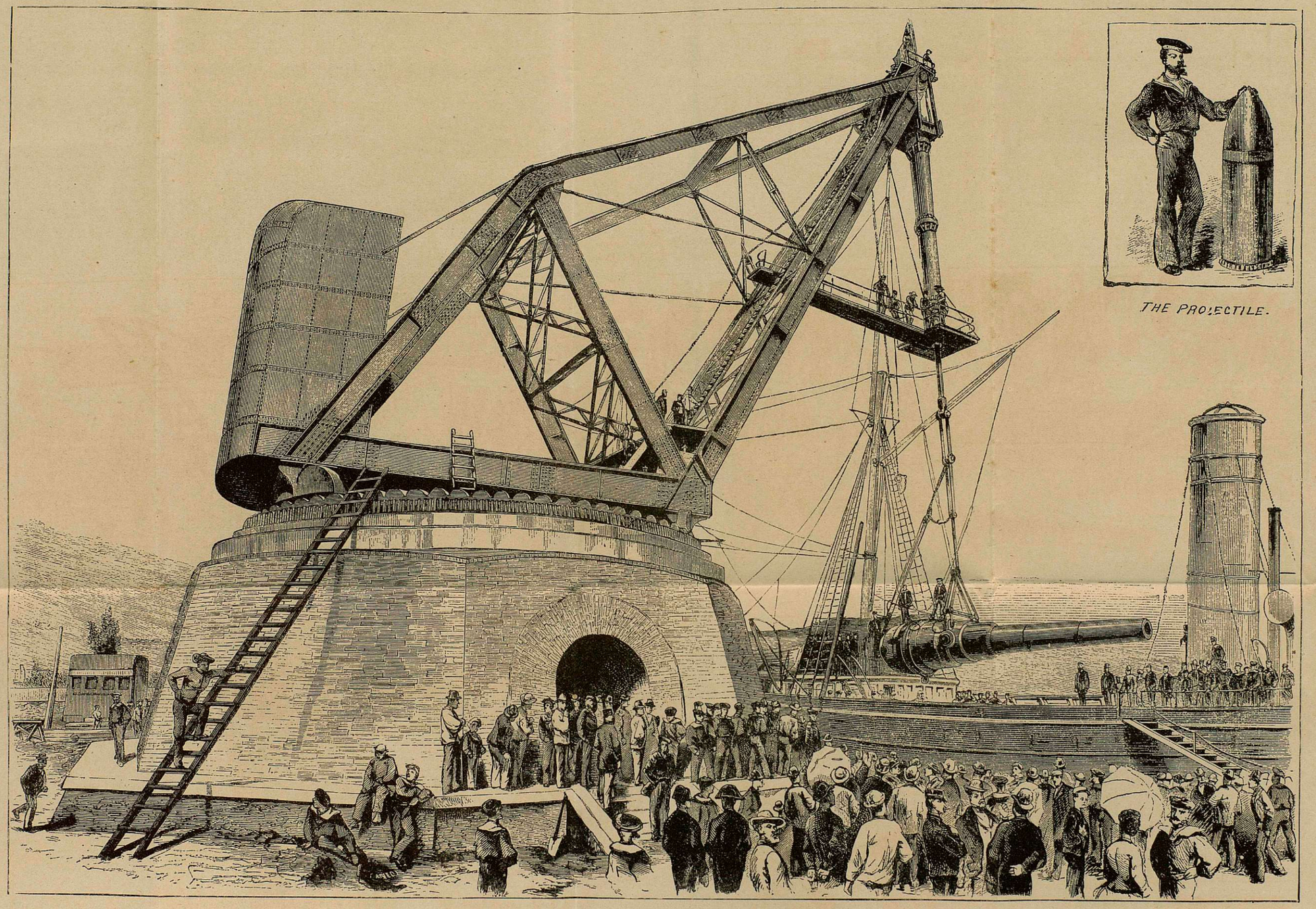
EMBARQUEMENT DU CANON.—LE CANON SOUS LA GRUE.



SHIPMENT OF THE HUNDRED-TON GUN AT THE ELSWICK IRONWORKS, NEWCASTLE-UPON-TYNE.

(Embarquement du canon de 100 tonneaux aux Elswick Ironworks, Newcastle-upon-Tyne.)

DEBARQUEMENT DU CANON A LA SPEZZIA.

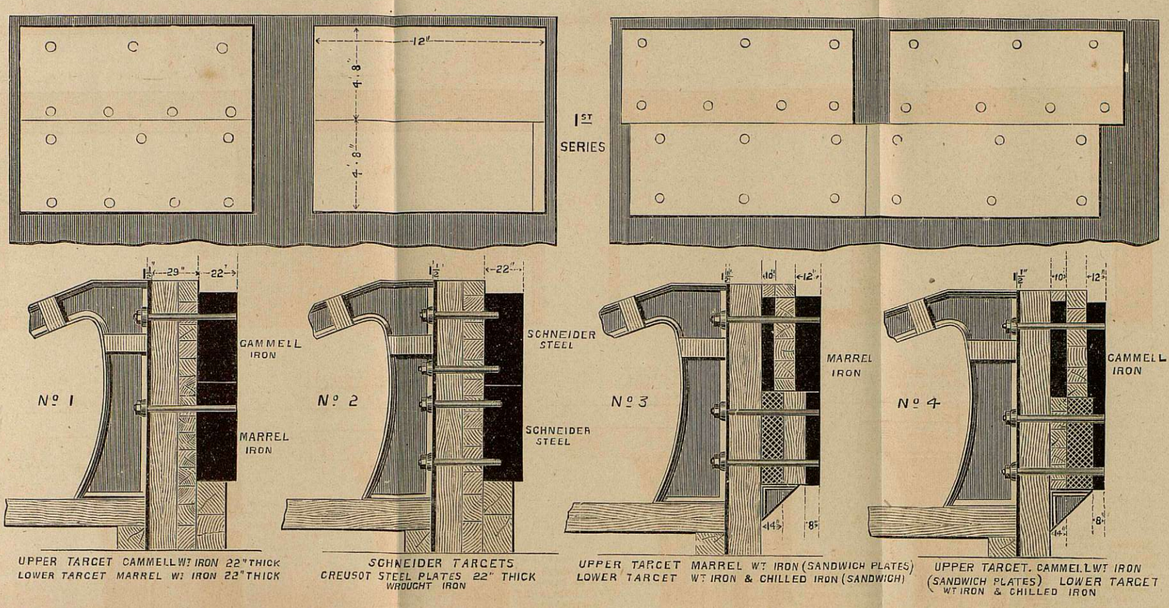


THE PROJECTILE.

DISEMBARKING THE HUNDRED-TON GUN ARRIVED AT SPEZIA FROM NEWCASTLE-UPON-TYNE.

(Débarquement du canon de 100 tonneaux à la Spezzia en arrivant de Newcastle-upon-Tyne.)

CIBLES AVANT LE TIR.

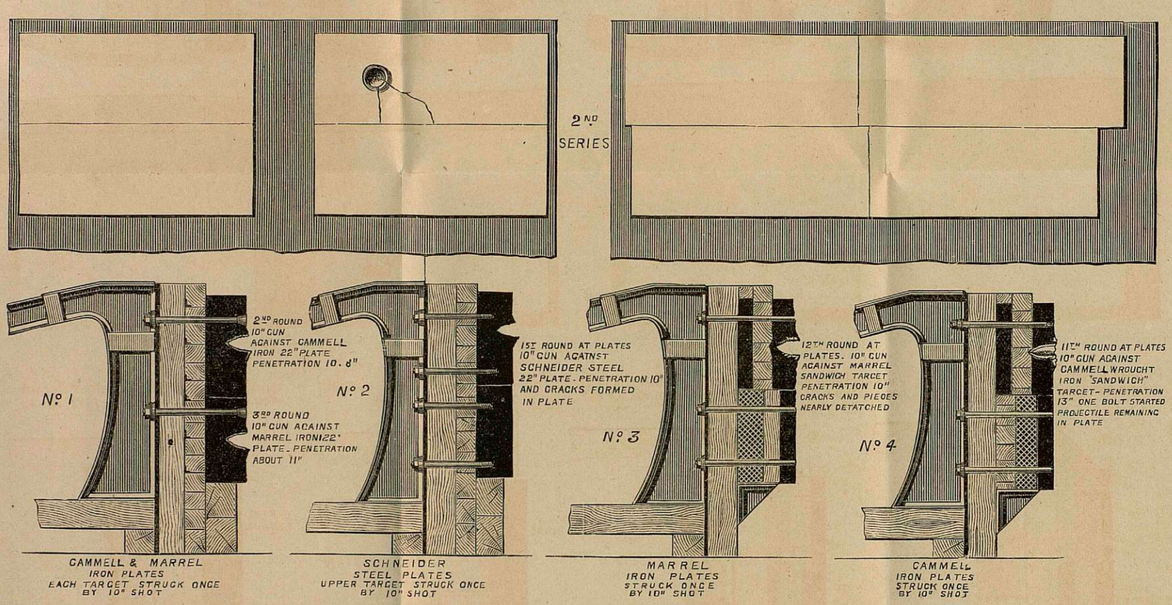


UPPER TARGET CAMMELL WT IRON 22" THICK
LOWER TARGET MARREL WT IRON 22" THICK

SCHNEIDER TARGETS
CREUSOT STEEL PLATES 22" THICK
WROUGHT IRON

UPPER TARGET MARREL WT IRON (SANDWICH PLATES)
LOWER TARGET WT IRON & CHILLED IRON (SANDWICH)

UPPER TARGET. CAMMELL WT IRON (SANDWICH PLATES) LOWER TARGET WT IRON & CHILLED IRON

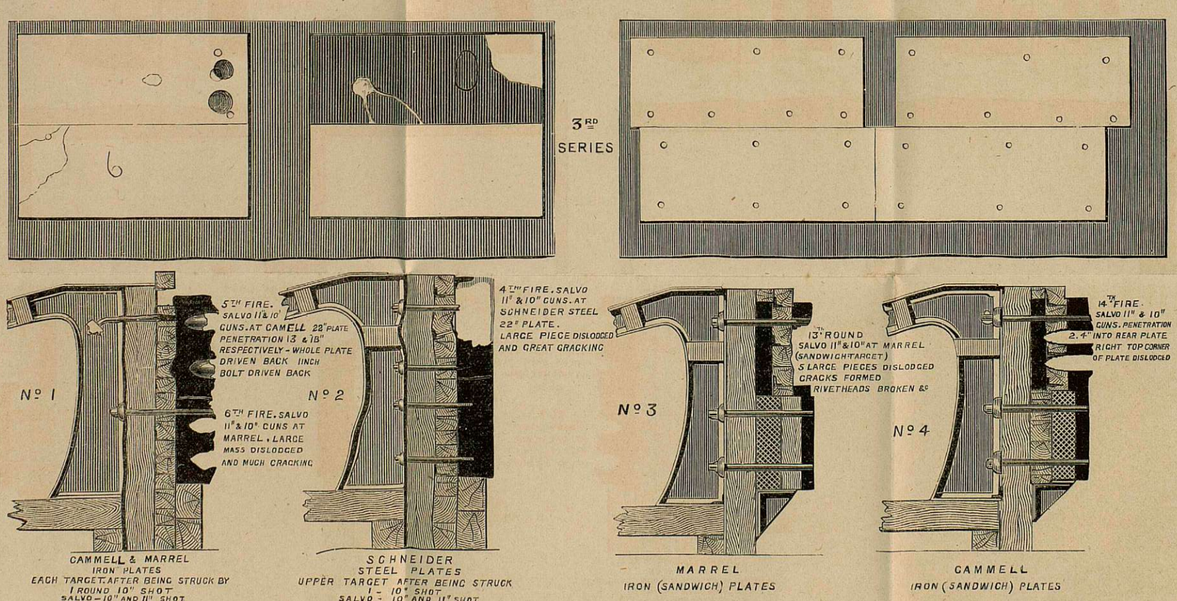


CAMMELL & MARREL
IRON PLATES
EACH TARGET STRUCK ONCE
BY 10" SHOT

SCHNEIDER
STEEL PLATES
UPPER TARGET STRUCK ONCE
BY 10" SHOT

MARREL
IRON PLATES
STRUCK ONCE
BY 10" SHOT

CAMMELL
IRON PLATES
STRUCK ONCE
BY 10" SHOT



CAMMELL & MARREL
IRON PLATES
EACH TARGET AFTER BEING STRUCK BY
1 ROUND 10" SHOT
SALVO - 10" AND 11" SHOT

SCHNEIDER
STEEL PLATES
UPPER TARGET AFTER BEING STRUCK
1 - 10" SHOT
SALVO - 10" AND 11" SHOT

MARREL
IRON (SANDWICH) PLATES

CAMMELL
IRON (SANDWICH) PLATES

THE HUNDRED-TON GUN AT SPEZIA.
(Le canon de 100 tonneaux à la Spezzia.)