

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 13 (1868)  
**Heft:** (5): Revue des armes spéciales : supplément mensuel de la Revue Militaire Suisse

**Artikel:** Aperçus sur l'art de l'ingénieur militaire à l'exposition universelle de 1867  
**Autor:** Richard, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-347433>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# REVUE DES ARMES SPÉCIALES

SUPPLÉMENT MENSUEL

DE LA

## REVUE MILITAIRE SUISSE

---

Lausanne, le 10 Mars 1868.

Supplément au n° 5 de la Revue.

---

**SOMMAIRE.** — Aperçus sur l'art de l'ingénieur militaire à l'exposition universelle de 1867. — Arrêté concernant l'amélioration de la race chevaline suisse.

---

APERÇUS SUR L'ART DE L'INGÉNIEUR MILITAIRE  
à l'exposition universelle de 1867, par J. Richard, capitaine du génie,  
inspecteur des études à l'école polytechnique.

Sous ce titre la *Revue de technologie et d'art militaires*, dirigée par A. Noblet, vient de publier de fort intéressantes indications dont nous prenons la liberté d'extraire les suivantes :

### INTRODUCTION

La guerre est de nos jours, plus qu'à aucune autre époque, une science qui utilise toutes les autres ; aussi les conquêtes importantes du travail, faites sur la matière dans chaque branche des connaissances humaines, intéressent-elles plus ou moins directement l'art militaire.

On peut rappeler, à l'appui de cette assertion, les grands exemples contemporains des guerres de Crimée et d'Italie, où la marine à vapeur, les chemins de fer et la télégraphie électrique ont eu une influence marquée sur les succès de nos armées. Plus récemment, chez nos voisins allemands, n'a-t-on pas reconnu les avantages que donne sur les champs de bataille la supériorité dans les arts mécaniques et métallurgiques ?

Les Américains du Nord, avec l'initiative et l'esprit pratique qui les caractérisent, ne se sont pas laissé devancer par les peuples de la vieille Europe, dans l'emploi à l'armée des découvertes scientifiques ou industrielles. Pendant la guerre de la sécession, on les a vus utiliser avec avantage, à la suite de leurs états-majors, des imprimeurs,

des mécaniciens, des employés des télégraphes, des photographes et des aéronautes.

Dans cet ordre d'idées, les expositions internationales doivent être assurément l'objet d'études sérieuses de la part des militaires. L'Exposition universelle de 1867 offre en particulier aux officiers des armes spéciales un vaste champ d'observations du plus grand intérêt.

Nous n'entreprendrons pas ici la description de toutes les applications militaires de la science et de l'industrie, exposées au palais du Champ-de-Mars. Un pareil travail dépasserait le but que nous nous sommes proposé. Notre tâche sera plus restreinte : nous nous contenterons d'examiner rapidement quelques inventions relatives à l'art de l'ingénieur militaire choisies de préférence parmi celles qui ont été faites à l'étranger.

### *Fortifications en fer.*

Les puissants effets de destruction, obtenus avec les pièces rayées de siège, sont connus depuis trop peu de temps pour que les ingénieurs militaires aient pu fixer complètement leurs idées sur les meilleurs moyens à opposer à ces nouveaux et redoutables effets de l'artillerie.

Des améliorations ont été apportées presque partout dans l'organisation des ouvrages de fortification ; on a dû soustraire les escarpes aux vues du dehors pour tenir compte de la possibilité de détruire de loin les maçonneries, et construire des abris voûtés pour protéger, contre les feux plongeants, les défenseurs, le matériel et les approvisionnements.

Dans certains pays, on a, en outre, songé à utiliser des défenses cuirassées, analogues à celles qui ont été adoptées avec succès pour les navires de guerre.

L'idée d'employer les métaux comme cuirasses dans la construction des forteresses, n'est pas nouvelle. En France, les généraux d'Arçon et Paixhans ont successivement proposé l'emploi de blocs en fer ou en fonte, pour rendre les murs indestructibles ; mais c'est dans ces dernières années seulement que leurs idées théoriques sont devenues réalisables à la guerre, grâce aux progrès de la métallurgie du fer.

Une grave difficulté s'oppose, du reste, à la généralisation des fortifications en fer : leur prix de revient est très élevé, et, par suite, souvent hors de proportion avec les services qu'elles sont appelées à rendre. On conçoit qu'on n'hésite pas à dépenser sept à huit millions pour cuirasser un navire de guerre. Son action peut s'étendre sur toutes les mers ; sa mobilité lui permet de protéger les grands établis-

sements et le littoral de toute une frontière maritime. Mais une pareille dépense consacrée à des armures immobilisées dans une place forte, ne doit être admise qu'avec une extrême réserve, par quiconque est soucieux d'employer judicieusement les deniers de l'Etat.

Le fer, en fortification, paraît donc devoir être utilisé exceptionnellement, ou plutôt même réservé exclusivement pour des engins qu'on puisse transporter, tels que coupoles, boucliers d'embrasure, etc. Ceux-ci, au moyen des chemins de fer, seraient rapidement amenés, en cas de besoin, sur les points menacés du territoire.

C'est l'Angleterre qui s'est préoccupée la première du cuirassement des escarpes. Elle achève cette année, à Plymouth et à Spithead, plusieurs fort de mer circulaires, d'environ 60 mètres de diamètre, consistant en un soubassement de gros blocs de granit revêtus de fer, et en un étage casematé dont les murailles en fer ont environ 0<sup>m</sup>, 38 d'épaisseur. Au sommet de chaque fort, sont établies, en outre, des coupoles tournantes cuirassées, armées chacune de deux énormes canons.

Des essais relatifs à la résistance de ces défenses cuirassées, ont été faits par le comité de Woolwich, qui a envoyé à l'Exposition universelle de 1867 une collection fort complète de photographies reproduisant les expériences faites à Shoeburyness, de 1860 à la fin de 1866. On a représenté les installations avant le tir et l'état après le tir, d'un grand nombre de cuirasses de cibles d'essai, de boucliers d'embrasure et de masques en fer, destinés à garantir des têtes de casemates.

Nous nous contenterons de décrire les boucliers suivants, qui résument à peu près les différents systèmes essayés :

#### *1<sup>o</sup> Bouclier en barres Thorneycroft, expérimenté en 1861.*

Ce bouclier est formé de barres en fer laminé de 0<sup>m</sup>, 25 d'épaisseur et de 0<sup>m</sup>, 20 de hauteur, assemblées à tenon et mortaise, et maintenues de distance en distance au moyen de fortes ancre verticales. Dans celles-ci sont ménagées des entailles à queue d'aronde, correspondant à des tenons placés à la partie postérieure de chaque barre. Des coins en fer chassés avec force consolident l'ensemble.

Les ancre n'ont pu empêcher l'écartement des joints sous le choc des projectiles; elles ont été remplacées, dans les dernières expériences, par des brides ou étriers embrassant tout le système. Les étriers n'ont pas été non plus assez résistants; le bouclier, à la distance de 180 mètres, a été disjoint par le tir d'un canon lisse (Armstrong) du calibre de 0<sup>m</sup>, 228, supérieur, il est vrai, à tout ce qu'on a vu jusqu'à ce jour dans les sièges.

*BIBLIOTHEQUE MILITARISÉE*  
Les essais ont porté sur des barres Thorneycroft, appliquées, soit contre du granit, soit contre des arcs-boutants en tôle. On n'a pas constaté de différence sensible dans les résultats.

Les boucliers Thorneycroft ont été adoptés en Russie pour plusieurs batteries du port de Cronstadt.

*2<sup>e</sup> Masque d'embrasure du capitaine du génie Inglis, expérimenté en 1863.*

Ce masque se compose de planches croisées en fer laminé. Les planches extérieures, de 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur, sont verticales. Les planches intérieures, de 0<sup>m</sup>,12 d'épaisseur, sont horizontales et fixées aux premières par des boulons à écrou de 0<sup>m</sup>,07 à 0<sup>m</sup>,08 de diamètre. Aux extrémités du masque et près des bords de l'embrasure, se trouvent quatre montants en fer de 0<sup>m</sup>,35 de largeur et de 0,10 d'épaisseur, réunis, en haut et en bas, par une planche de fer horizontale. Le tout est appuyé et fixé à deux arcs-boutants en fer forgé. De minces feuilles de plomb, de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, séparent les planches verticales des planches horizontales.

Soumis au tir du canon Armstrong rayé de 12 tonnes (calibre de 0<sup>m</sup>, 27) et du canon rayé de Withworth de 7 tonnes 1/2 (calibre de 0<sup>m</sup>,175), le masque Inglis n'a pas été perforé, mais quelques plaques ont été légèrement courbées et fendues, et plusieurs boulons ont été cassés.

Les madriers de fer du capitaine Inglis ont été employés pour le cuirassement de plusieurs forts de mer, à l'entrée de la rade de Spithead.

*3<sup>e</sup> Bouclier Chalmers, expérimenté en 1863 et 1864.*

Ce bouclier a été exposé dans le pavillon de l'artillerie anglaise, affecté aux expositions particulières (classe 66-a). De plus, il était du nombre des cibles photographiées à Shoeburyness et envoyées par le comité de Woolwich.

En fer laminé comme les précédents, il en diffère par les grandes dimensions de ses plaques et par l'adjonction d'une matelassure intérieure en bois et fer. Le modèle exposé a 3<sup>m</sup>,05 de hauteur sur 4<sup>m</sup>, 07 de largeur et se compose de trois plaques en fer de 0<sup>m</sup>,095 d'épaisseur, soutenues par des appuis horizontaux en forte tôle. Ceux-ci, d'une largeur de 0<sup>m</sup>,273 et d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,022, sont maintenus par des pièces horizontales en bois de teck. Derrière est une petite plaque de fer de 0<sup>m</sup>,032 d'épaisseur, matelassée au moyen de pièces de bois verticales de 0<sup>m</sup>,095 d'épaisseur, doublées elles-mêmes

d'une plaque de tôle de 0<sup>m</sup>,016 d'épaisseur. A Shœburyness, tout le massif, au moyen de forts boulons, était relié à un cadre en fer à double T, boulonné dans le granit, qui était placé derrière la doublure.

Les essais ont montré que la matelassure décrite ci-dessus, qui est très-rigide, augmentait remarquablement la résistance des plaques. Une cible Chalmers, essayée cette année à Vincennes, a résisté à un boulet anglais en acier, du calibre de 0<sup>m</sup>,228, tiré avec 20 kilog. de poudre. A Shœburyness, la cible Chalmers a été percée par un boulet Palliser en fonte durcie, de même calibre que le précédent, et tiré dans des conditions identiques. Ces résultats contradictoires montrent l'importance de la fabrication, soit pour les cuirasses, soit pour les projectiles qui doivent les frapper. Cependant, si l'on tient compte du peu d'épaisseur des plaques, le bouclier Chalmers est certainement un des meilleurs imaginés jusqu'à ce jour. On croit pouvoir l'améliorer en faisant les soutiens horizontaux en acier, au lieu de les faire en tôle.

*4<sup>o</sup> Bouclier expérimenté en 1864, de J. Brown et Comp., pour ouvrages de fortification permanente.*

Ce bouclier, en fer laminé de Sheffield, de 0<sup>m</sup>,343 d'épaisseur, diffère des précédents en ce qu'il est fait d'une seule plaque, sans aucune matelassure. Il a figuré à l'exposition de l'artillerie royale anglaise, tel qu'il a été retiré en 1865 d'une casemate de Shœburyness. Il porte les empreintes de 8 projectiles lancés à petite distance, auxquels il ne paraît pas avoir bien résisté; des fissures assez larges se sont produites de chaque côté de l'embrasure, à la suite des derniers coups tirés avec le canon Armstrong rayé de 12 tonnes. L'essai de ce bouclier massif et de très forte épaisseur, a montré tout l'avantage de l'emploi des matelassures en bois.

*5<sup>o</sup> Cible de l'Hercules expérimentée en 1866.*

Un masque représentant la cuirasse de l'*Hercules*, navire commencé en Angleterre en 1865, a été essayé à Shœburyness l'année dernière. Au lieu d'être en fer laminé, comme dans les exemples précédents, la cuirasse se compose de plaques en fer forgé, renforcées par une matelassure en tôle et bois d'une grande épaisseur. Les plaques en fer forgé ont 0<sup>m</sup>,229 d'épaisseur pour la partie supérieure de la cible et 0<sup>m</sup>,203 pour la partie inférieure. Elles sont soutenues par des fers cornières, alternativement doubles et simples, noyés dans un matelas de teck de 0,305. Derrière se trouvent deux plaques de tôle de 0<sup>m</sup>,019 d'épaisseur chacune, soutenues elles-mêmes par des membru-

res en fer, de 0<sup>m</sup>,254, noyées également dans le teck. Le tout est appuyé contre un double rang de pièces horizontales en bois de teck, d'une épaisseur totale de 0<sup>m</sup>,458, que recouvre à l'intérieur une doublure formée par une plaque de tôle de 0<sup>m</sup>,019. Enfin des membrures en forte tôle servent, en outre, d'arcs-boutants; elles sont analogues à celle du type n° 2.

La cible de l'*Hercules* est celle qui, jusqu'à ce jour, a présenté la résistance la plus grande; pourtant des projectiles ont pu percer ses plaques et se loger dans le matelas. Une seule fois, tout le massif a été traversé par un boulet du calibre de 0<sup>m</sup>,33, qui, il est vrai, avait frappé la plaque en un point affaibli par un coup précédent. Ce projectile, en fonte durcie et à tête ogivale, du poids de 262 kilog., avait été lancé à la distance de 640 mètres, avec une charge de 45 kilog. et demi, par un canon rayé, se chargeant par la bouche, pesant 23 tonnes.

#### 6<sup>e</sup> Bouclier des tourelles du capitaine Coles.

De toutes les applications du fer à la défense des places, une des plus satisfaisantes jusqu'à ce jour paraît être la tourelle ou batterie tournante cuirassée, présentée par M. le capitaine Coles de la marine anglaise.

L'idée aussi simple qu'ingénieuse de faire mouvoir la pièce, la plate-forme et le bouclier par le même mécanisme tournant, a permis de réduire l'embrasure à une étroite ouverture, tout en laissant à la pièce un champ de tir latéral illimité. Elle a résolu heureusement le difficile problème, qui consistait à doter les batteries couvertes d'un champ de tir aussi étendu que celui des batteries à barbette, devenues insuffisantes dans un grand nombre de circonstances, par suite de la précision des feux de la nouvelle artillerie.

L'exposition anglaise (section 66, machines marines) a présenté un grand nombre de types de tourelles et de coupoles cuirassées, proposées pour les navires de guerre, par le capitaine Coles. Les modèles de coupole de cet inventeur, pour la défense des côtes et des places, ne diffèrent des modèles exposés, qu'en ce que le support de la plate-forme mobile est en maçonnerie. Aussi nous suffira-t-il de décrire deux des modèles marins: la tourelle du *Royal-Sovereign* et la tourelle construite cette année à Glasgow, par M. R. Napier.

Le bouclier d'une tourelle Coles (modèle du *Royal-Sovereign*) se compose de plaques en fer forgé, analogues à celles de la cible de l'*Hercules*; la matelassure en fer et bois est beaucoup moins épaisse que pour cette dernière. La tourelle est un cylindre cuirassé, d'envi-

ron 7 mètres de diamètre intérieur ; elle est destinée à protéger deux gros canons très-rapprochés et parallèles. Les parois du cylindre sont formées de plaques en fer forgé, d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,15, derrière lesquelles sont des poutres verticales en bois de chêne ou de teck, de 0<sup>m</sup>,23 d'épaisseur. Celles-ci sont soutenues par des fers d'angle de 0<sup>m</sup>,21, encastrés dans des pièces de bois. De forts boulons traversent tout le massif et le rendent d'une grande rigidité. L'intérieur est doublé en forte tôle, de 0<sup>m</sup>,02 d'épaisseur environ. Le massif ci-dessus résiste aux canons anglais du calibre de 0<sup>m</sup>,228, mais il peut être perforé par des projectiles d'un calibre supérieur.

L'épaisseur de la cuirasse varie beaucoup dans les modèles exposés ; ainsi, tandis que les tourelles du *Royal-Sovereign* n'ont des plaques que de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur, celles du *Monarch*, navire en construction, ont des plaques en fer forgé de 0<sup>m</sup>,304 d'épaisseur. Les tourelles de ce dernier navire, qui sera un des plus puissants de la marine anglaise, doivent être armées chacune de deux canons du calibre de 0<sup>m</sup>,33 et du poids de 23 tonnes.

L'appareil de rotation des tourelles est analogue aux plaques tournantes des chemins de fer. Il se compose d'une plate-forme mobile, de forme circulaire, reliée invariablement à des montants en fers cornières, qui soutiennent la cuirasse supérieure ; vingt galets en fonte supportent la plate-forme, qui est garnie sur son pourtour d'une couronne de dents ; tout le système peut être mis en mouvement par l'intermédiaire d'engrenages extérieurs fixes. Les axes des galets sont maintenus d'un côté par un cercle de fer, et de l'autre côté, à l'intérieur, par un noyau en fonte qui porte un second appareil de galets, semblable au premier. Au centre du noyau en fonte est un axe fixe, creux et en fer forgé, qui sert à maintenir la tourelle et sur lequel s'emmanche tout l'appareil de rotation.

La cuirasse de la tourelle descend un peu au-dessous du pont, ou du parapet, dans le cas des places fortes ; le pourtour du trou percé dans celui-ci est garni d'un cuir ou d'un caoutchouc, qui, sans gêner le mouvement, empêche que la tour ne soit coïncée par la chute des débris. De puissants ventilateurs, mis en communication avec l'axe creux, chassent rapidement la fumée produite par chaque détonation.

La tourelle Coles construite par M. Napier, qui ne diffère pas de la précédente, quant au profil du bouclier, paraît présenter les derniers perfectionnements adoptés en Angleterre. La plate-forme tournée porte dans des encastrements les galets, qui roulent sur un cylindre cuirassé fixe, d'un diamètre moindre que celui de la tourelle. Le bord inférieur de celle-ci recouvre et protège les galets, ainsi

qu'un espace annulaire, qui facilite la ventilation et sert de passage aux servants, aux munitions et même à l'artillerie.

La manœuvre exige environ une minute pour un tour complet d'horizon ; elle se fait au moyen de quatre hommes qui agissent, soit sur des engrenages extérieurs fixes, soit sur deux manivelles intérieures placées aux extrémités d'un même diamètre perpendiculaire à la direction des bouches à feu. Dans ce dernier cas, le mouvement est transmis par l'intermédiaire de pignons qui vont s'engrener sur une roue fixe, à dents intérieures, placée sur les côtés ou au-dessous de la tourelle. Un arbre vertical supporte la plate-forme, avec laquelle il fait corps ; son pied tourne dans une semelle fixe. Un mécanisme de réserve est placé vers la partie inférieure de l'arbre qui, à cet effet, porte un plateau circulaire, relié par des arcs-boutants ; à la plate-forme de la tourelle est un plateau circulaire denté, fixe, sur lequel vient s'engranger intérieurement un pignon, porté par un arbre. Cet arbre, dont le support est fixé invariablement au plateau, porte une roue dentée, que mène un petit pignon, porté par l'arbre moteur. La force motrice est fournie, soit par une presse hydraulique installée sur le plateau, soit par une petite machine à vapeur, soit simplement par des hommes. On peut, grâce au mécanisme de réserve, manœuvrer la plate-forme mobile, même dans le cas où les mécanismes supérieurs ne peuvent plus fonctionner.

Les deux embrasures, ménagées dans la tourelle, n'ont que 0<sup>m</sup>,60 de largeur, juste ce qu'il faut pour laisser passer la volée des pièces ; leur hauteur est de 1<sup>m</sup>,00, pour qu'on puisse donner à celle-ci l'angle d'élévation dont on a besoin. Dans le *Prince-Albert*, garde-côtes à tourelles Coles, construit en 1866, ces dimensions d'embrasure permettent aux canons Armstrong, de 12 tonnes anglaises, un pointage de 14° au-dessus de l'horizon et de 4° au-dessous.

Les faibles dimensions des embrasures et le peu de hauteur de la tourelle qui, à l'intérieur, n'a guère que 2 à 3 mètres entre la plate-forme et le plafond, ne permettent pas de pointer les pièces à la manière ordinaire. Voici comment cette difficulté a été heureusement vaincue par le capitaine Coles :

Entre les deux affûts, il a ménagé, dans le toit de la tourelle, une ouverture par laquelle le pointeur peut passer la tête ; celui-ci est garanti dans cette position par un petit masque ou par une calotte métallique à rainure. Au moyen de deux repères indiquant le plan médian des deux pièces, il peut leur communiquer le feu, juste au moment où le plan de mire passe par l'objet à battre. Le tir est ainsi très exact en direction, même contre un but mobile, puisque le pointeur ne quitte pas de l'œil le plan de mire jusqu'au moment où il

met lui-même le feu aux pièces. En hauteur, le pointage a lieu à la manière ordinaire, c'est-à-dire d'après l'estimation de la distance au but.

Le toit des tourelles exposées se compose d'un grillage en fers cornières. Dans le cas de coupoles destinées aux places fortes, il est beaucoup plus résistant et à l'épreuve de la bombe. Une plaque d'environ 0<sup>m</sup>,10 d'épaisseur est alors nécessaire ; mais, en revanche, les parois n'ont plus besoin d'être aussi épaisses que dans la plupart des modèles de la marine.

D'après les dernières expériences faites en Angleterre, il suffit, pour rendre invulnérables les coupoles destinées aux défenses de terre, d'adopter pour leurs murailles le massif des types 3 ou 6, c'est-à-dire des plaques en fer forgé de 0<sup>m</sup>,10 à 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur, consolidées au moyen d'une matelassure en bois et fers d'angle de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur. On a reconnu que des cuirasses de cette espèce résistent aux canons de 12 tonnes anglaises (12,192 kil.), du calibre de 9 pouces (0<sup>m</sup>,228), qui, à cause de leur poids, sont regardés comme les plus puissants qu'on puisse mettre en batterie devant une place assiégée. Toutefois, dans le cas de fronts de mer ou de batteries de côte, les coupoles de la défense devront être aussi résistantes que celles des navires.

Une coupole de place, pour deux pièces, ayant la forme d'un cylindre de 24 pieds (7<sup>m</sup>,32) de diamètre intérieur, pèse environ 120 tonnes anglaises (122,000 kil.), quand elle est cuirassée au moyen de plaques en fer forgé de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur. Elle coûte près de 150,000 francs, avec la tour creuse en maçonnerie, qui renferme les mécanismes de manœuvre. Le poids et le prix de revient seraient réduits de moitié, si l'on se contentait d'un diamètre de 5 à 6 mètres et de plaques de 0<sup>m</sup>,10 d'épaisseur, ce qui paraît suffisant dans la plupart des circonstances.

Les batteries tournantes cuirassées, par suite de leur champ de tir étendu, seront placées avantageusement aux saillants de la fortification, dans les ouvrages détachés et dans les forts d'un camp retranché. Elles seront substituées aux batteries à barbette, dont le tir à ciel ouvert ne serait plus possible. C'est dans ces conditions qu'on les a employées à Anvers et qu'il est question, dit-on, de les utiliser à Mayence, et dans les tours maximiliennes du camp retranché de Lintz. Les coupoles peuvent aussi être très utiles pour la défense des ports et des côtes, par suite de leur tir très exact contre un but mobile. En Angleterre et en Russie, on les a employées dans des batteries de côte et des forts de mer, notamment à Plymouth, à Spithead et à Cronstadt.

On a attribué aux coupoles d'une part, les avantages suivants, pour la défense des places;

- 1<sup>o</sup> Champ de tir illimité;
- 2<sup>o</sup> Manœuvre rapide des plus grosses pièces;
- 3<sup>o</sup> Protection efficace des servants et du matériel;
- 4<sup>o</sup> Indestructibilité par le feu de l'artillerie.

D'autre part, on leur a reproché de présenter l'inconvénient:

- 1<sup>o</sup> De permettre difficilement le remplacement du matériel;
- 2<sup>o</sup> De s'enfumer rapidement;
- 3<sup>o</sup> D'avoir leurs mécanismes dérangés et leurs servants hors de combat, par le seul effet du choc des projectiles.

Le capitaine Coles a répondu aux deux premières objections en ménageant, entre la coupole et la tour fixe, un espace annulaire par lequel le remplacement du matériel et la ventilation se font avec facilité. L'expérience a démontré que la fumée gênait moins que dans les casemates, surtout quand on emploie des ventilateurs. On sait, d'ailleurs, que les pièces se chargeant par la culasse donnent peu de fumée à l'intérieur des casemates.

La dernière objection a été surtout amenée par certains faits qui se sont produits pendant la guerre d'Amérique, à l'attaque des défenses de mer de Charleston particulièrement.

Les Américains, à cette époque, manœuvraient leurs tourelles au moyen de machines à vapeur et de mécanismes ingénieux sans doute, mais qui exigeaient tant d'axes, de leviers, de guides et d'engrenages, qu'une avarie était toujours à craindre. Il n'en est plus ainsi pour les coupoles Coles, qui présentent plusieurs systèmes moteurs indépendants, tous susceptibles d'être manœuvrés à bras.

En outre, dans les monitors américains, l'intervalle laissé autour de la coupole n'était pas suffisant; par suite, les débris en tombant pouvaient arrêter la rotation. Les cuirasses n'étaient pas pourvues de matelas en bois; aussi le choc des projectiles détachait souvent des boulons et les lançait comme de la mitraille à l'intérieur, en même temps que l'ébranlement produit renversait les servants.

Des expériences nombreuses ont montré que les dernières tourelles du capitaine Coles surmontaient victorieusement les difficultés que nous venons de signaler. Nous nous contenterons de rapporter les expériences les plus récentes.

En 1864, pendant la guerre entre le Danemark et la Prusse, le navire danois *Rolf-Krake* a reçu un grand nombre de boulets dans ses tourelles, qui n'ont pas cessé un instant de bien fonctionner. La ventilation a toujours paru suffisante et les commotions n'ont nullement incommodé les servants.

En 1866, au large de Spithead, un essai concluant a été fait sur une tourelle du *Royal-Sovereign*. Un canon de 0<sup>m</sup>,228, lançant un projectile de 113 kilog. par un tir à outrance et à petite portée, est parvenu à percer la cuirasse d'une des tourelles, sans que les mécanismes aient été dérangés; après chaque coup, on s'assurait que la manœuvre tournante était possible.

Nous terminerons là l'examen des fortifications en fer envoyées par l'Angleterre à l'Exposition universelle. Toutefois, comme certains faits constatés à Shœburyness ne sont pas indiqués dans le petit nombre d'exemples que nous avons choisis, nous compléterons ce sujet, en résumant rapidement ceux des résultats obtenus qui intéressent plus particulièrement les défenses cuirassées de place.

1<sup>o</sup> Pour les boucliers, le fer est préférable jusqu'à présent à la fonte et à l'acier, qui en grande masse sont cassants. Les fers de provenances différentes ont des résistances très inégales, et si, d'une manière générale, on peut dire que le fer au bois vaut mieux que le fer à la houille, il n'en reste pas moins une grande incertitude, que l'expérience seule peut lever dans chaque cas particulier.

Le fer doux, forgé en plaques, est le plus résistant; mais son prix de revient est très élevé (environ 1 franc le kilog.). Le fer laminé présente de grands avantages sur le précédent, au point de vue de la dépense, surtout quand on l'emploie en plaques minces ou en barres. Sa résistance est, d'ailleurs, peu inférieure à celle du fer forgé; il paraît donc préférable pour les usages de la fortification. Sur mer, en effet, il est indispensable d'atteindre une résistance déterminée avec la cuirasse la moins lourde; mais à terre, cette condition est moins importante et il vaut mieux arriver au résultat économiquement.

2<sup>o</sup> A même épaisseur, les plus grandes plaques présentent le plus de résistance. Par suite, il est avantageux d'employer une seule plaque pour un bouclier d'embrasure. On évite, en outre, l'affaiblissement produit par les joints et les trous des boulons.

3<sup>o</sup> Une cuirasse offre une résistance plus grande, quand, en épaisseur, au lieu d'être formée de plusieurs plaques minces superposées, elle se compose d'une plaque unique.

Nous citerons, à l'appui de ce fait, une plaque de 0<sup>m</sup>,102 d'épaisseur, qui a résisté dans les conditions où a été percée une cuirasse de 0<sup>m</sup>,152 d'épaisseur, formée par la superposition de dix lames de tôle.

4<sup>o</sup> La résistance des cuirasses est augmentée par une matelassure en fer et en bois, surtout quand celle-ci est très rigide. Les vis à bois valent mieux que les boulons.

A cet effet, il paraît convenable de combiner le bois avec des membrures horizontales en forte tôle, ou avec des fers d'angle, comme le montrent les profils du bouclier Chalmers, de la cible de l'*Hercules* et de la tourelle Coles.

L'épaisseur de la matelassure, dans les circonstances ordinaires, varie de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50.

5° Une doublure en tôle est d'un emploi avantageux.

L'appui est alors plus compacte, arrête mieux les éclats et amortit plus complètement les commotions produites par le choc des projectiles.

6° L'obliquité des boucliers, par rapport aux chocs des projectiles, diminue la puissance de perforation de ces derniers.

Dans le cas particulier d'une plaque massive en fer forgé, le rapport du choc oblique O au choc normal N est égal au sinus de l'angle d'incidence  $a$ ,  $\frac{O}{N} = \sin a$ , tant qu'on n'atteint pas l'angle limite où le ricochet commence ; en d'autres termes, une plaque A inclinée d'un angle  $a$  sur l'horizon et d'épaisseur  $e'$ , résiste autant aux coups tirés de plein fouet qu'une plaque verticale B d'épaisseur  $e$ , quand on a  $e' = e \sin a$ .

Ce résultat est tout en faveur des coupoles qui, par suite de leur forme courbe, ne sont que très-rarement frappées normalement.

A première vue, ce résultat peut aussi paraître favorable aux boucliers en talus proposés par le général Cavalli, et aux premières coupoles Coles, qui, au lieu d'être cylindriques, étaient tronconiques ; toutefois, outre l'inconvénient de faire perdre beaucoup de place à l'intérieur d'un abri cuirassé, des parois inclinées exigent tout autant de métal que des parois verticales pour abriter un objet de hauteur donnée ; car, si pour résister autant que la plaque B, la plaque A n'a qu'une épaisseur  $e' = e \sin a$ , d'un autre côté sa longueur  $h' = \frac{h}{\sin a}$  et l'on a toujours  $e' h' = e h$ .

Toutes les puissances, à l'exemple de l'Angleterre, s'occupent de l'emploi des coupoles et des abris cuirassés pour la défense des places. En France, la marine impériale a exposé des tourelles cuirassées fixes, destinées à protéger une plate-forme mobile qui supporte une pièce de gros calibre. Cette disposition présente, sur les tourelles Coles, l'avantage de diminuer considérablement le poids à faire mouvoir. Le tir de la pièce s'effectue à barbette, comme dans le type du navire cuirassé *Marengo* (classe 66, marine impériale). La plate-forme mobile

peut, d'ailleurs, porter un petit bouclier qui tourne avec le canon et protège les servants d'une manière suffisante.

L'exposition militaire autrichienne a présenté deux modèles en relief d'abris cuirassés, du système de M. le colonel du génie de Scholl.

Le premier est un abri cuirassé tournant, pour un canon. Il a la forme d'un cylindre de 6 mètres de diamètre environ, surmonté d'une calotte hémisphérique. Le mouvement est transmis au moyen de galets et d'engrenages établis dans une chambre de manœuvre, située au-dessous de la coupole. La forme de l'embrasure est assez originale : on sait combien il est important de réduire une embrasure le plus possible, maintenant que le tir de l'artillerie est devenu si précis ; il faut pourtant qu'on puisse pointer en direction et en hauteur. Le colonel de Scholl obtient le pointage en direction au moyen du mouvement même de rotation de la plate-forme ; il fait varier l'élévation de la bouche de la pièce sans augmenter les dimensions de l'embrasure, en rendant celle-ci mobile. A cet effet, la coupole porte une ouverture oblique, derrière laquelle se meut une seconde ouverture oblique, ménagée dans une coupole intérieure, ou mieux dans un bouclier courbe, que maintiennent deux guides. La bouche du canon est inscrite dans le rectangle vide formé par la rencontre des deux ouvertures ; les positions extrêmes et limitent le tir de la pièce au-dessus et au-dessous de l'horizon.

L'autre modèle en relief, exposé par le colonel de Scholl, représente un abri fixe cuirassé pour une pièce. Il est de forme allongée suivant l'axe de la pièce et a pour section transversale une ogive. L'embrasure très-étroite et de peu de hauteur ne fournit qu'un champ de tir très-restrint.

La Prusse a exposé (classe 63) des modèles d'abris cuirassés et de casemates en métal Grüson, provenant de la fonderie de Buckaü, près de Magdebourg. Ce métal paraît présenter quelque analogie avec la fonte trempée du major anglais Palliser. C'est une fonte durcie et flexible, offrant à la fois le bon marché du fer et de la fonte et la résistance de l'acier, sans être cassante comme ce dernier. Elle paraît susceptible de remplacer le fer et l'acier dans les circonstances où ces métaux sont soumis aux chocs et à la compression ; tel est le cas des projectiles de l'artillerie, des plaques de navire et des cuirasses de place forte.

Voici les renseignements qu'on a pu recueillir sur le métal Grüson : on emploie pour l'obtenir des fontes au charbon de bois de diverses provenances, dans des proportions déterminées par l'expérience ; on

fait un alliage de ces substances en opérant une seconde fusion par un procédé qui probablement décarbure en partie le métal, surtout à la surface. Celle-ci est de plus durcie, tout en restant exempte de tension, par suite d'un mode particulier de coulage dans des moules métalliques, analogue sans doute au mode de coulage en coquille connu depuis longtemps.

Un des modèles exposés représente en relief, à l'échelle de 1/5, un abri cuirassé pour une pièce de place de gros calibre. Cette cuirasse, coulée d'un seul bloc, a la forme d'une portion d'ellipsoïde, dans lequel la pièce est placée suivant le grand axe. L'embrasure a juste les dimensions nécessaires pour le passage de la bouche du canon. Celle-ci, par suite de dispositions ingénieuses, reste dans une position invariable. A cet effet, la cuirasse et le canon sont portés par un châssis mobile autour d'un pivot fixe, placé au-dessous de la tranche de la bouche, c'est un système analogue au lisoir directeur de nos batteries de côtes. On obtient ainsi l'invariabilité de l'embrasure dans le pointage en direction. Pour obtenir le même résultat, quel que soit le pointage en hauteur, on fait varier l'élévation de l'axe des tourillons de la pièce, au moyen d'une petite pompe de compression qui se manœuvre à l'intérieur de l'abri cuirassé.

Un autre modèle exposé représente en relief, à l'échelle de 1/10, une traverse casematée ou réduit d'ouvrage extérieur. Les parois, à l'épreuve seulement de la balle et de la mitraille, sont formées de plaques courbes en métal Grüson de 0<sup>m</sup>,05 à 0<sup>m</sup>,06 d'épaisseur, assemblées au moyen de boulons qui s'engagent dans des nervures. Le ciel, couvert d'une couche de béton et de terre, est supporté par des colonnes creuses en fonte. Celles-ci sont utilisées pour la ventilation et sont prolongées par des tuyaux pour le dégagement de la fumée. Des ouvertures servent de créneaux pour la fusillade.

Des casemates du même genre, mais plus résistantes, sont à l'étude, en Prusse, pour rendre indestructibles par le canon les caponnières des fronts polygonaux. Les expériences faites à ce sujet jusqu'à ce jour, sont, à ce qu'il paraît, satisfaisantes ; mais le mode d'attache des plaques Grüson à la maçonnerie ou au béton qui doit leur servir de matelas, n'est pas encore arrêté.

La France, la Prusse, la Russie et l'Italie ont essayé avec succès, pour les pièces marines, les projectiles en métal Grüson. La puissance de perforation de ceux-ci est très-grande, supérieure même à celle des projectiles Palliser, d'après les expériences qui viennent d'être faites à la Spezzia.

M. Grüson a obtenu une commande de boulets pour la marine française, au prix de 760 francs les 1000 kilog., à la suite d'essais faits

à Gavres. Le métal Grüson pour cuirasses et boucliers pourrait être livré à meilleur compte (à 600 fr. environ), et, par suite, être employé avantageusement en fortification.

Pour donner une idée de la résistance de ce métal et de sa flexibilité, qui sont connues depuis longtemps en Allemagne où il est employé pour des roues et des pièces de croisements de rails, nous rapporterons les essais suivants :

On a comparé 3 barres de 1 mètre de longueur et de 26 millimètres carrés de section, en fonte, en fer et en métal Grüson. Pour cela, on les a posées librement sur deux appuis et on les a chargées dans leur milieu.

La barre en fonte ordinaire a supporté 350 kilog., puis a fléchi et s'est rompue.

La barre en fer a supporté aussi 350 kilog., puis a gardé une flexion permanente, sans se rompre.

La barre en métal Grüson a supporté 625 kilog. avant de se rompre, ce qui dépasse la résistance d'un fer ordinaire. Elle avait fléchi avant de supporter cette charge, mais sans se déformer.

En terminant ce qui est relatif aux fortifications en fer, il n'est pas inutile de remarquer qu'elles n'ont été employées jusqu'à ce jour par les puissances étrangères que dans des circonstances toutes spéciales, comme à Spithead, à Cronstadt et à Anvers.

Pour porter un jugement sur l'emploi du fer en fortification, il faut bien distinguer les circonstances dans lesquelles il est appelé à résister aux monstrueux engins de la marine, des circonstances où il n'est opposé qu'aux canons de siège de l'artillerie de terre. Dans ce dernier cas, de beaucoup le plus fréquent, on suivrait, selon nous, une voie fâcheuse, si l'on adoptait en principe des murailles métalliques, dont l'utilité est contestable et qui sont immobilisées forcément par leur grande masse.

Le budget du pays le plus riche ne pourrait suffire aux dépenses qu'entraînerait l'adoption générale d'un pareil système. Tout au plus pourrait-on l'expliquer de la part d'un État comme la Belgique, dont toutes les ressources défensives sont concentrées dans une seule place forte.

Il est possible, croyons-nous, de faire accepter les sacrifices pécuniaires qu'exige l'emploi du fer pour la fortification, en rendant les engins cuirassés susceptibles d'être transportés, en les mobilisant pour ainsi dire. Grâce au réseau des chemins de fer, ces engins, tels que coupoles et boucliers d'embrasure, seraient dirigés en cas de besoin sur les forteresses des frontières menacées. Ils pourraient de plus être utilisés dans chaque place forte au moyen d'un petit chemin de

fer de ceinture, par exemple, sur les fronts de fortification attaqués, et peut-être même d'une manière successive, aux diverses périodes de la défense.

En résumé, au double point de vue de l'économie et de l'effet utile, le progrès, en ce qui concerne les défenses cuirassées de place, consiste, selon nous, dans l'emploi d'engins mobiles.

ARRÊTÉ.

L'arrêté fédéral concernant l'amélioration de la race chevaline suisse, voté dans la dernière session des Chambres, en date du 19 décembre 1867, est de la teneur suivante :

L'Assemblée fédérale, etc...., vu un rapport du Conseil fédéral du 22 novembre 1867; considérant que le message du Conseil fédéral ne donne point des renseignements suffisants sur la participation des cantons intéressés en première ligne à l'amélioration de la race chevaline,

*arrête:*

1<sup>o</sup> Le Conseil fédéral est invité à se mettre en rapport avec les gouvernements cantonaux en vue d'obtenir une entente sur les questions suivantes :

a) Si les cantons veulent donner le concours nécessaire pour que par les moyens que fournirait la Confédération on atteigne le but poursuivi relativement au développement à donner à l'élève de la race chevaline ;  
b) De quelle manière on pourrait obtenir ce concours d'une façon durable.

2<sup>o</sup> L'assemblée fédérale attend pour sa prochaine session d'été le rapport du Conseil fédéral sur ses démarches et les propositions y relatives.

Ainsi arrêté par le Conseil national.

Berne, le 18 décembre 1867.

*Le président,* STEHLIN.

*Le secrétaire,* SCHIESS.

Ainsi arrêté par le Conseil des Etats,

Berne, le 19 décembre 1867.

*Le président,* Dr J.-J. BLUMER.

*Le secrétaire,* J.-L. LÜTSCHER.

La Revue militaire suisse paraît deux fois par mois. Elle publie en supplément, une fois par mois, une Revue des Armes spéciales.

CONDITIONS D'ABONNEMENT: Pour la Suisse, franc de port, 7 fr. 50 c. par an; 2 fr. par trimestre. Pour la France et l'Italie, franc de port, 10 fr. par an; 3 fr. par trimestre. — Pour les autres Etats, franc de port, 15 fr. par an. — Numéros détachés : 40 centimes par numéro. — Remise aux libraires.

Les demandes d'abonnement pour l'étranger peuvent être adressées à M. TANERA, libraire-éditeur, rue de Savoie, 6, à Paris. Celles pour l'Italie à MM. BOCCA, frères, libraires de S. M., à Turin.

Pour tout ce qui concerne l'Administration et la Rédaction, s'adresser au Comité de Direction de la *Revue militaire suisse*, à Lausanne.