

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Exposition universelle. 1867. Paris
Titre	Exposition universelle de 1867 à Paris. Rapport de la haute commission militaire
Adresse	Paris : Librairie administrative de Paul Dupont, 1869
Collation	1 vol. ([4]-630 p.) ; 21 cm
Nombre de vues	636
Cote	CNAM-BIB 8 Xae 153
Sujet(s)	Armements -- 19e siècle -- Congrès et conférences Artillerie -- 19e siècle -- Congrès et conférences Matériel de guerre -- 19e siècle -- Congrès et conférences Exposition internationale (1867 ; Paris)
Thématique(s)	Expositions universelles
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	17/01/2020
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/198929862
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8XAE153

1861. in 8°. Val 60

RAPPORT

DE LA

HAUTE COMMISSION MILITAIRE



EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

A PARIS

8^o 2^{ae} 153

RAPPORT

DE LA

HAUTE COMMISSION MILITAIRE



PARIS

LIBRAIRIE ADMINISTRATIVE DE PAUL DUPONT

RUE JEAN-JACQUES-ROUSSEAU, 41.

1869



INTRODUCTION



Spécimen de civilisation pacifique, l'Exposition de 1867 a désiré, avant tout, rester fidèle à son pacifique programme. Missionnaire de progrès par la paix, elle n'a pas voulu paraître prêter les mains à des œuvres de destruction. Bien qu'elle ait appelé à elle l'industrie sous ses multiples faces, elle n'a pas cru pouvoir s'occuper de quoi que ce soit ayant trait à la guerre.

Mais quoi qu'on espère, la guerre, en ce monde de passions et d'intérêts divergents, n'a pas encore fini son règne. Tant que les hommes seront hommes, elle sera, au moins par intervalles, la loi suprême des nations comme des individus. Ainsi, malgré les pacifiques résolutions des commissaires du Champ-de-Mars, les emblèmes de la guerre ont réussi à pénétrer dans le temple de la paix, et même à y occuper une notable place.

Cela s'est fait de soi-même et tout naturellement.

La France, pour rendre l'Exposition digne des

sacrifices qu'elle entraînait, avait fait appel au monde entier, qui a répondu comme on sait. Ce n'est pas ici la place de répéter des éloges qui sont dans toutes les bouches. L'Exposition de 1867 marquera dans les fastes de l'humanité, comme un des plus grands monuments du siècle dont nous sommes.

Parmi ces envois de tous pays, figuraient naturellement beaucoup d'engins de guerre, adressés par des particuliers ou des gouvernements. Les uns comme les autres avaient pensé, non sans raison, que des engins de guerre, tels que canons, torpilles, armes blanches, etc., étaient aussi bien de l'industrie que des machines à broder. Pour faire comme tout le monde, la France alors a envoyé aussi des échantillons de son matériel. C'était bien le moins que des œuvres d'*art militaire* eussent droit d'entrée au *Champ-de-Mars* ! On les admit donc, mais autant que possible en dehors du palais, ainsi que des hôtes qu'on reçoit à contre-cœur. Le Jury international refusa de s'occuper d'eux, et de les récompenser autrement que comme matière première, sans tenir compte de leur travail industriel, quel qu'il fût. Ils portaient la peine de leur vice originel.

Cependant les bannis protestèrent, et avec d'autant plus de force que plusieurs d'entre eux étaient des gouvernements eux-mêmes. Ils avaient fait des dépenses considérables de fabrication, de transport et d'installation. On n'était venu que

pour répondre à notre appel ; il n'était ni juste , ni hospitalier, ni politique même, de laisser ainsi sans un regard de politesse des invités et des hôtes.

L'Empereur décida la formation d'une haute commission, présidée par S. Exc. le maréchal Canrobert, composée d'officiers généraux des différentes armes, et chargée d'examiner les collections de matériel d'armée envoyées à l'Exposition.

Les membres nommés par LL. EExc. les ministres de la guerre et de la marine agissant de concert étaient :

MM. DE FAILLY, général de division, aide de camp de l'Empereur ;

FORGEOT, général de division, membre du comité d'artillerie ;

GUIOD, général de division, idem ;

V^{te} DEJEAN, général de division, membre du comité des fortifications ;

LABROUSSE, vice-amiral ;

FRÉBAULT, général de division, directeur de l'artillerie au Ministère de la marine ;

VIGO-ROUSSILLON, sous-intendant militaire, professeur d'administration à l'École impériale d'ÉTAT-MAJOR.

Secrétaire. — RIBOURT, général de brigade, commandant l'École impériale d'ÉTAT-MAJOR.

A cette commission d'officiers français furent

adjoints des officiers étrangers, envoyés par les différents gouvernements :

Pour l'*Angleterre*. — M. le colonel d'artillerie Iounghushand ;

Pour l'*Autriche*. — M. le colonel du génie d'Ebner ;

Pour la *Belgique*. — M. le capitaine d'artillerie Vautier ;

Pour l'*Espagne*. — M. Antonio de Elorza, général d'artillerie ;

Pour les *États-Unis*. — M. Mulat, ingénieur en chef ;

Pour l'*Italie*. — M. le colonel d'artillerie Mattei ;

Pour les *Pays-Bas*. — M. le major d'artillerie Verheye Van Sonsbeeck ;

Pour la *Prusse*. — M. le major Van Burg, attaché militaire à l'ambassade de Prusse ;

Pour la *Russie*. — M. le général-major Gado-line,

Et M. le colonel de Novitzky, attaché militaire à l'ambassade de Russie, à Londres ;

Pour la *Suède*. — M. le major Staaf, attaché militaire à la légation de Suède.

Et ainsi se trouva constitué une sorte de Jury international militaire, à l'image du Jury d'exposition.

Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans le détail des études qui vont suivre : cette introduction n'a pas d'autre but que d'expliquer simplement les raisons d'être de la haute commission mili-

taire, sa nature et celle de ses travaux. Il convenait que la France, fidèle à son passé guerrier, ne restât pas muette sur un art auquel elle doit sa principale gloire. Son drapeau ne pouvait, ne devait pas s'effacer jusqu'à l'oubli, dans le grand triomphe industriel du moment. La patrie de Clovis, de Charlemagne et de Napoléon ne pouvait pas désertir complètement ce qui, plus que tout, l'a faite grande parmi les hommes. C'était la mission de l'armée de s'en souvenir la première.

L'Empereur a autorisé la haute commission à le faire : elle remplit avec bonheur la tâche qui lui est confiée. Elle n'a pas de lauriers à donner, mais elle a cette fortune d'être comme la veillée des armes pendant la trêve magnifique de 1867.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Comme tous les autres, l'art de la guerre est susceptible de transformations et de progrès, qui ne peuvent manquer de se produire sous l'influence de certaines causes, les unes générales, telles que la création des grandes nationalités et la civilisation, les autres spéciales, comme l'invention de la poudre.

L'histoire militaire suffit pour le prouver. Ainsi, la guerre contemporaine diffère profondément de ce qu'elle était au temps de Turenne et de Gustave-Adolphe, à l'époque de Louis XIV et du grand Frédéric, et même au début de la Répu-

blique française. Des conditions nouvelles ont exigé l'emploi de moyens matériels nouveaux.

L'Exposition de 1867 a présenté de nombreux spécimens, et même des collections importantes de matériel de guerre et de matériel naval, montrant clairement quelles sont les ressources actuelles de la tactique, et il n'est peut-être pas inutile pour les mieux apprécier de rappeler d'abord les causes qui, en modifiant l'art militaire, ont conduit à la création du matériel actuellement en usage chez les divers peuples. Ainsi, le problème s'est étendu, il comporte aujourd'hui des solutions nouvelles, et l'on ne peut méconnaître qu'après celles que nous avons sous les yeux, il s'en produira d'autres encore.

Le caractère dominant de la révolution qui s'est opérée dans l'art militaire est l'emploi devenu habituel d'effectifs énormes, et la possibilité de consacrer des sommes de plus en plus considérables à l'entretien des armées permanentes et de leur immense matériel. Mais cependant, les richesses des peuples ont des limites, de telle sorte que plus ils s'appliquent à avoir des armées nombreuses, plus ils doivent poursuivre l'économie, et rechercher dans la fabrication du matériel de guerre tout le bon marché compatible avec la bonne qualité. *Les objets exposés ne remplissent pas tous au même degré cette condition importante d'utilité pratique.*

Parmi les causes principales des modifications

qui se sont introduites dans l'art de la guerre depuis le commencement de ce siècle, nous citerons les suivantes :

I. — L'amélioration de la viabilité dans toute l'Europe, c'est-à-dire la multiplication des routes de terre à l'état d'entretien ; la construction d'un grand nombre de ponts ou viaducs, et surtout la création de lignes nombreuses de chemins de fer.

II. — L'amélioration du régime des cours d'eau obtenue par le développement des travaux publics ; l'accroissement des moyens de transport sur les canaux et les rivières navigables ; la création de remorqueurs puissants et de services réguliers de bateaux à grande vitesse sur les principaux fleuves.

Ces travaux, impérieusement exigés par les besoins du commerce et de l'industrie, ont eu pour conséquence, au point de vue militaire, de modifier l'échiquier stratégique européen, et d'élargir le champ des combinaisons militaires et administratives.

III. — Le développement plus important encore de la navigation maritime, qui semble avoir ouvert aujourd'hui le globe tout entier aux opérations militaires comme aux relations commerciales.

A l'époque où il n'existait que des bâtiments à voiles, les expéditions de Crimée, de Chine, du

Mexique auraient été impossibles, et sans leur flotte à vapeur les Français n'auraient pu, en 1859, débarquer à Gênes assez tôt pour empêcher la marche en avant de l'armée autrichienne.

Du reste, au moment où les navires devenaient plus redoutables, les principes de la guerre maritime éprouvaient aussi l'influence bienfaisante de la civilisation. Le congrès de 1856 s'est efforcé de restreindre l'emploi des moyens militaires et d'en prévenir l'abus, par l'abolition de la course, par la limitation du droit de blocus, et par des mesures conservatrices à l'égard de la propriété des neutres.

IV. — L'accroissement continu et progressif de la richesse dans la plupart des grands États de l'Europe, préparant dans ces États l'accroissement non moins continu des budgets de la guerre, mais leur permettant en outre de trouver promptement, sous forme d'emprunts, de grands capitaux au moment d'entreprendre une guerre lointaine.

V. — Le perfectionnement incessant des arts industriels et les découvertes des sciences modernes; découvertes qui, d'abord purement scientifiques, ont amené comme applications les progrès des armes portatives et de l'artillerie, l'emploi des navires cuirassés et des fortifications blindées, enfin l'usage dans les armées de ces agents puis-

sants que l'on nomme l'électricité, la lumière, la vapeur.

Les progrès de la richesse et des sciences ayant modifié l'art de la guerre, celui-ci a dû à son tour demander à la science et à l'industrie de nouveaux engins, et si l'art militaire se trouve aujourd'hui, jusqu'à un certain point, émancipé, débarrassé de certaines difficultés autrefois insurmontables, il semble d'autre part condamné à protéger, à conserver comme de précieux et fragiles auxiliaires ces chemins de fer, ces navires, ces télégraphes qui ont été les causes premières de sa régénération.

Quand, ce qui n'est pas rare aujourd'hui, deux armées de 150,000 à 200,000 hommes manœuvrent en présence l'une de l'autre, et se cherchent pour se combattre, on ne peut espérer les faire vivre exclusivement, même pendant quelques jours, aux dépens du pays qu'elles occupent. Il est alors indispensable qu'elles disposent de moyens de transport suffisants pour renouveler à la fois leurs munitions de guerre, dont on fait une grande consommation, et leurs munitions de bouche. Nous ne voulons pas dire que ces armées recevront leurs vivres de la mère patrie, mais qu'elles seront obligées de les tirer des contrées voisines avec lesquelles elles auront conservé des communications, en faisant appel à toutes les ressources de l'industrie et du commerce. Or, la plupart du temps, ces objets de toutes sortes, ces

denrées arriveront à l'état brut : ce seront des bœux vivants qu'il faudra abattre, dépecer, distribuer, des grains qu'on devra moudre, des farines destinées à être converties en biscuit ou en pain, une foule d'autres produits qu'il sera nécessaire de préparer, de rationner, pour les ramener aux formes, dimensions et poids d'après lesquels ont été arrêtés les tarifs qui régissent le traitement militaire dans chaque armée.

Toutes ces opérations doivent être accomplies par des personnels d'ouvriers militaires ou civils, nationaux ou étrangers ; mais pour qu'elles soient partout possibles, il est devenu indispensable que l'armée transporte à sa suite des mobiliers spéciaux, simples et légers, en rapport cependant avec le but qui leur est assigné. Nous venons de voir à l'Exposition universelle de nombreux modèles de ces mobiliers de campagne.

Les mouvements des grandes armées modernes rappellent donc jusqu'à un certain point les migrations des peuples barbares ; comme eux, elles sont obligées de transporter à leur suite leurs maisons de toile, leurs ustensiles de cuisine, des réserves de vêtements ; elles y ont ajouté, sous l'influence de la charité chrétienne et de la civilisation, de grandes ressources pour le traitement des malades et le pansement des blessés, que l'on n'achève plus aujourd'hui, mais que l'ennemi lui-même relève et soigne avec humanité.

Toutes les nations semblent avoir désormais

accepté les mêmes principes, adopté les mêmes améliorations, de telle sorte que les nombreux objets appartenant au matériel de guerre qui figurent à l'Exposition peuvent être groupés dans un nombre restreint de catégories :

- I. Armes portatives.
- II. Bouches à feu.
- III. Munitions et artifices.
- IV. Appareils et machines spéciaux à l'artillerie.
- V. Matériel de service des bouches à feu, affûts, voitures, forges, engins divers.
- VI. Mines sous-marines. Appareils pour mettre le feu aux mines.
- VII. Constructions militaires et fortifications. Expériences de tir contre les casemates en maçonnerie et leurs cuirasses.
- VIII. Télégraphies militaires et signaux.
- IX. Instruments de géodésie, de topographie et de photographie appliqués aux besoins des armées en campagne.
- X. Cartes, plans reliefs.
- XI. Habillement, équipement des troupes, harnachement.
- XII. Tentés, effets et ustensiles de campement.
- XIII. Alimentation des troupes.

- XIV. Équipages militaires. Objets transportés par les hommes à pied ou par les chevaux.
 - XV. Transports généraux du matériel.
 - XVI. Matériel des casernes et des hôpitaux militaires sédentaires.
 - XVII. Matériel des ambulances de campagne.
 - XVIII. Moyens divers de transport des malades et des blessés.
 - XIX. Des navires de combat.
 - XX. Des navires de transport.
 - XXI. Des machines à vapeur, des propulseurs, des gouvernails, des mâtures et autres éléments principaux de la marine de guerre.
-

EXPOSITION UNIVERSELLE

DE 1867

RAPPORT

DE LA

HAUTE COMMISSION MILITAIRE

CHAPITRE PREMIER

ARMES PORTATIVES

L'arme à feu portative s'est présentée, à l'Exposition de 1867, dans des conditions de richesse numérique, d'élégance de forme, avec plus de sobriété dans l'ornementation, de variété originale et ingénieuse de systèmes, qu'elle n'avait pas encore atteintes et qu'elle dépassera difficilement.

L'admiration qu'elle a inspirée s'étendait sans doute, pour le public qui la ressentait sans se préoccuper des distinctions à établir, à toutes les espèces d'armes qui lui étaient si brillamment offertes ; mais elle n'a pas été moindre pour l'observateur militaire, qui a dû rechercher, parmi ces merveilles de goût et d'habileté, celles qui s'appliquaient plus spécialement

à l'art de la guerre, et qui sont assujetties à des lois si sévères de construction et de service.

C'est qu'en effet la fabrication des armes portatives, mieux satisfaite dans les exigences de ses travaux, a pris un grand essor ; les résultats que chacun a pu apprécier dans le palais du Champ-de-Mars, sont la conséquence naturelle des progrès si considérables qu'ont faits les deux grandes industries qu'elle emploie, la métallurgie et principalement l'industrie des machines. Possesseur de ces deux ressources précieuses qui lui manquaient autrefois, ou dont il ne jouissait que dans un état très-imparfait, l'esprit humain a repris pour ainsi dire tous les problèmes qu'il avait immédiatement cherché à résoudre aux époques où furent faites les premières armes à feu, armes à plusieurs coups, armes se chargeant par la culasse, tous destinés à augmenter les qualités de destruction ; ces problèmes, à l'étude desquels il a dû renoncer, ne lui présentent plus aujourd'hui de difficultés. La métallurgie lui donne des matériaux d'une résistance supérieure aux besoins ; les machines les plus délicates lui permettent de façonner ces métaux sûrement, vite et à bon marché.

C'est ainsi que l'industrie de l'armurerie civile avait depuis longtemps marché à grands pas, laissant loin derrière elle, quant aux combinaisons ingénieuses de mécanismes et de cartouches, l'armurerie de guerre ; cette dernière, en effet, sans parler de la question si grave du prix de revient, exige impérieusement une condition essentielle que réclame à un degré moindre l'arme de luxe : c'est la condition double de solidité et de durée, réunie à une plus grande puissance balistique.

Mais l'Exposition de 1867 a prouvé que l'arme de guerre s'est relevée de son infériorité et qu'elle a pris l'avance sur sa rivale ; les perfectionnements qu'elle a créés étaient d'une réussite plus difficile.

Grâce aux entraînements par sentiment d'émulation ou par désir de bénéfices, qu'ont produits les grands événements mi-

litaires et les graves circonstances au milieu desquels vivent les peuples depuis quelques années, les progrès se continuent incessamment.

Ces progrès semblent tendre vers la réalisation de quelques principes de construction des armes neuves, qui s'imposent, pour le moment du moins, comme une nécessité ; ce sont :

La réduction des calibres et du poids des balles ;

Le chargement par la culasse ;

La cartouche portant son amorce, et l'emploi des procédés mécaniques qui donnent des pièces identiques et échangeables entre elles.

Mais déjà, dans cette exposition, à côté des armes simples, se montrent les armes à plusieurs coups, les *revolvers*, les *armes à magasin* et les *mitrailleuses*.

Leur réputation s'est faite en Amérique, pendant ses guerres meurtrières ; étudiées de nouveau et améliorées à la suite de ces rudes épreuves, elles s'appêtent à envahir nos armées et nos flottes, soit dans l'ensemble, soit pour l'armement de certains corps spéciaux.

Toutes ces armes, celles à magasin, quelques spécimens de *pistolets-revolvers* et même les *mitrailleuses*, offrent des dispositions réellement pratiques, en même temps qu'elles se distinguent par les combinaisons les plus ingénieuses et une grande perfection de travail.

Les recherches concernant les armes neuves ne sont pas seules représentées au palais de l'Exposition ; l'esprit d'invention s'est porté sur les systèmes destinés à transformer les armes en service chez les différents peuples en armes se chargeant par la culasse. Là encore, quoique le champ des études fût moins vaste, on a pu arriver cependant à des résultats très-variés et méritant le plus sérieux intérêt.

Enfin la cartouche, qui était un objet si simple comme composition et confection, est devenue un véritable appareil de mécanique et de chimie. Tous ses éléments ont été et sont encore le sujet d'études multipliées ; et sa fabrication a pris

une assez grande importance pour qu'elle ait donné naissance à des industries spéciales. Ces industries confectionnent de préférence les cartouches à étui métallique portant l'amorce, cartouches nécessaires à un grand nombre de systèmes d'armes se chargeant par la culasse, et plus particulièrement aux armes à plusieurs coups successifs ; elles jouissent maintenant en Amérique et chez beaucoup de nations de l'Europe d'une grande faveur, motivée par leur imperméabilité et leur solidité.

Les armes blanches, qui forment la seconde classe des armes portatives, ont également profité des progrès de la métallurgie et de la mécanique ; mais les divers types de guerre, sauf pour la baïonnette, ont subi peu de changements ; on se contentera, quant à elles, de citer les principales expositions.

Toutes ces armes, dont ce court exposé a rappelé sommairement les dénominations génériques, forment deux grandes catégories très-fortement différenciées par leur destination d'emploi : les armes de chasse ou autres servant dans la vie privée, et les armes de guerre.

Ce rapport ne doit s'occuper que de la seconde catégorie : celle des armes de guerre.

Celle-ci se divise elle-même en plusieurs genres ou espèces ; ce sont :

Les fusils se chargeant par la bouche , ou se chargeant par la culasse ;

Les fusils à plusieurs coups successifs et à *tonnerre tournant* ou à *magasin* ;

Les pistolets simples et ceux à tonnerre tournant, dits *revolvers* ;

Les armes blanches ;

Et enfin ces armes nouvelles qui sans doute figureraient mieux à côté des bouches à feu de campagne, les machines à lancer une grande quantité de balles, dites *mitrailleuses*.

On suivra l'ordre de ces divisions, dans l'examen rapide de ces belles collections, sans s'astreindre à présenter chaque groupe ni même chaque type d'armes par nation ; on évitera ainsi des longueurs et des répétitions. Il est, en effet, à remarquer que la plupart des types dignes d'intérêt se trouvaient reproduits et exposés dans les vitrines de plusieurs exposants, quelle que fût la nationalité de l'inventeur ; l'exposition belge, entre autres, offrait à peu près toutes les armes connues du public.

Néanmoins, avant d'entrer dans les descriptions de détail, on donnera, par nationalité, et autant que les renseignements obtenus l'ont permis, une énumération d'ensemble des principales expositions de guerre.

ARTICLE 1.

ÉNUMÉRATION DES PRINCIPALES COLLECTIONS D'ARMES.

Angleterre. — Le gouvernement a exposé ses modèles en service, ainsi que des échantillons représentant, à divers degrés d'avancement, la fabrication du fusil d'Enfield.

ARMES.	CALIBRE.	POIDS		
		de l'ARME.	de LA BALLE.	de LA CHARGE.
Carabine d'Enfield, modèle 1853.	millimètres 44.7	kilogram. 4,430	grammes. 34.34	grammes. 4.47
— de Whitworth, modèle 1862.	44.46	4,850	31.40	4.86
— — modèle 1863.	44.46	5,270	31.00	4.86
Mousqueton d'artillerie, modèle 1861.	44.7	4,200	31.34	3.56
— de cavalerie.	44.7	3,030	34.34	3.56
Pistolet de cavalerie	44.7	1,200	25.30	1.80
— avec crosse mobile	44.7	4,810	25.30	1.80
Fusil de marine Snider, modèle 1858.	44.7	5,000	48.6	
Carabine d'Enfield, Snider, modèle 1853.	44.7	4,440	45.4	
— d'Enfield, Snider (courte)	44.7	4,750	48.6	
— Snider-Lancaster	44.7	4,470	48.5	
— Westley-Richards	44.46	2,950	24.00	3.56
Mousqueton d'artillerie Snider, modèle 1861.	44.7	4,240	44.7	
— de cavalerie Snider	44.7	2,940	44.7	
Pistolet-revolver de Colt.	9.4	4,170	8.75	0.84
— de Deane et Adam.	44.0	4,090	45.88	4.30

Cartoucho
complet.Cartoucho
complet.Armes se chargeant
par la bouche.Armes se chargeant
par la culasse.

ARMES BLANCHES.

Sabre d'infanterie.

Id de cavalerie.

Id d'abordage.

Lance.

FRANCE. — Le gouvernement a exposé, de même que le gouvernement anglais, tous les modèles nouveaux en service dans l'armée.

ARMES A FEU.

ARMES.		CALIBRE.	POIDS		
			de l'arme sans baïon- nette.	de la balle.	de la charge
		millim.	kil.	gramm.	gramm.
Armes se chargeant par la bouche.	Fusil d'infanterie	17.8	4,330	36.0	4.50
	Fusil de dragon	17.8	4,060	36.0	4.50
	Carabine 4	17.8	4,473	48.0	5.25
	Mousqueton	17.6	3,280	36.0	4.50
	Pistolet de cavalerie	17.7	1,220	36.0	2.00
	Pistolet de gendarmerie . . .	13.2	0,640	19.2	1.50
Armes se chargeant par la culasse.	Fusil, modèle 1866	11.0	4,000	25.0	5.50
	Fusil d'infanterie transformé.	17.8	4,333	36.0	4.50
	Carabine transformée	17.8	4,600	48.0	5.00
	Pistolet-revolver de lamarine	12.8	»	»	»

ARMES BLANCHES.**SABRES.**

	POIDS	
	de l'arme.	du fourreau.
	kil.	kil.
Sabre de carabinier, modèle 1854.	1,330	1,000
Sabre de cavalerie légère, modèle 1822.	1,455	1,000
Sabre de canonnière monté, modèle 1829	1,020	0,900
Sabre de sous-officier de la garde impériale, modèle 1854.	0,950	0,220

LANCE.

	POIDS	
	de l'arme.	du fer.
	kil.	kil.
Lance, modèle 1823	2,320	0,270

CUIRASSES.

	POIDS TOTAL MOYEN.
	kil.
Cuirasse de cuirassier, modèle 1855.	6,500
Cuirasse de cuirassier de la garde impériale, modèle 1854.	6,630
Cuirasse de carabinier, modèle 1855	8,325

Autriche. — Le gouvernement a exposé :
Des canons de fusil, en acier fondu, de M. Mayer,
Et deux sabres de cavalerie en acier corroyé.

Espagne. — Le gouvernement a exposé, comme produits
de la manufacture de Tolède ,

Une belle collection des épées et sabres en service, soit dans l'armée, officiers de tous grades et troupes, soit dans les diverses catégories d'employés de l'État ;

Une grande épée à deux mains, d'un travail supérieur, en acier forgé, ayant, suivant l'usage conservé à *Tolède*, une âme en fer ;

Et quelques autres armes blanches.

EXPOSITIONS INDUSTRIELLES.

Autriche. — M. *Maurer* expose plusieurs modèles d'armes en service chez cette puissance.

Belgique. — MM. *Malherbes* et *Lemille* ont exposé un grand nombre d'armes des types nouveaux, fabriqués par eux.

MM. *Simonis* et *C^{ie}* ont exposé des canons en acier fondu, et MM. *Heuse* et *Lemoine*, des canons forgés à rubans, en acier.

MM. *Dresse* et *C^{ie}* ont exposé de nombreux spécimens d'armes de guerre, fournies par eux à plusieurs gouvernements.

MM. *Galand*, *Gaye*, *Jansen*, et la *manufacture liégeoise*, ont présenté des collections plus ou moins complètes d'armes de guerre.

Espagne. — M. *Zuazubricar*, de *Placenza*, a présenté quatre fusils d'une belle confection, des systèmes *Snider*, *Peabody* et français-1866.

États-Unis d'Amérique. — La *Providence Tool Company* a exposé le fusil *Peabody* ;

M. *Remington*, les armes de son système ;

M. *Berdou*, le fusil de son système ;

Le *Windsor Manufacturior Company*, les armes *Back*, *Palmer*, *Lamson* ;

La Compagnie *Spencer*, les armes de son système ;

M. *Jencks*, des échantillons donnant la marche progressive de la fabrication de son fusil.

France. — MM. *Petin et Gaudet* offraient une collection nombreuse de canons en acier fondu, forgés pleins, semblables, quant au travail, à ceux qu'ils livrent aux manufactures d'armes de l'État.

Prusse. — MM. *Berger et Koning*, et M. *Keuxert*, ont exposé des canons en acier forgé pleins ;

La *fabrique de Sollingen*, des lames de sabre en acier fondu et en acier damassé.

Russie. — Les trois *fabriques impériales d'armes de ce pays* ont exposé les modèles adoptés ;

M. *Hatloouste*, des lames damassées et en acier fondu.

Suisse. — La *Société industrielle de Neuchâtel* expose les armes en service dans ce pays, fabriquées par elle.

Cette énumération, certainement incomplète par défaut de renseignements, doit comprendre, et il ne sera plus utile de revenir sur cet article de guerre, les *principales fabrications de cartouches*.

Les cartouches qu'admet l'arme de guerre peuvent se diviser en deux genres : celles, en papier, ne portant pas leur amorce et dont il n'y a pas lieu de parler, et celles, soit à étui combustible, soit à étui métallique, portant leur amorce. Dans les premières, l'amorce est nécessairement centrale ; elles peuvent d'ailleurs être fabriquées à la main ou, en partie, mécaniquement. Dans les secondes, l'amorce est ou centrale ou circulaire ; elles exigent des procédés mécaniques.

Les unes et les autres ont été exposées, et elles alimentent des ateliers importants ; il s'agit surtout ici des cartouches à étui combustible ou métallique qui obturent par elles-mêmes.

Parmi les fabrications à étui combustible, on doit mentionner celles de

- MM. *Lamotte*. — Autriche.
Galand. — Belgique.
Lenoir. — France.
Pardy. — Id.
Chaudun. — Id.
Tronchon. — Id.
Bokeret. — Angleterre.

Parmi celles à étui incombustible, soit entièrement métallique, soit à culot métallique, la douille étant en clinquant roulé et recouvert, on mentionnera celles de

- MM. *Gatling*. — Amérique.
Chaudun. — France.
Jévelot. — Id.
Gaupillat. — Id.
Portalier. — Id.

ARTICLE II.

DESCRIPTIONS.

ARMES SE CHARGEANT PAR LA BOUCHE.

L'observateur qui a parcouru le palais de l'Exposition doit se croire parfaitement autorisé à conclure, quoique sa conclusion ne dût remonter qu'à une date bien peu éloignée, que l'emploi des fusils de guerre se chargeant par la *bouche* est aujourd'hui abandonné par toutes les puissances européennes.

Aussi ne rencontrait-on que des modèles anciens qui fussent construits dans ce mode de chargement ; ces modèles sont

d'ailleurs trop connus pour qu'il y ait un intérêt réel à en faire un examen particulier.

Il est encore à remarquer, de même qu'on a pu le faire pour les bouches à feu de l'artillerie des modèles antérieurs, que tous ces modèles d'armes abandonnés avaient convergé peu à peu, chez les diverses puissances, vers des conditions générales de similitude, ne se distinguant les uns des autres que par des détails de construction peu importants. Il est donc permis de ne présenter à leur égard que quelques observations générales et par ensemble.

On rappellera qu'aujourd'hui tous les modèles de cette catégorie, entre les mains des troupes, sont rayés; les uns obtenus par une modification des anciennes armes, et dont les calibres varient entre 17 et 18 millimètres; les autres fabriqués spécialement dans le système rayé, et dont les diverses époques d'adoption ne remontent pas à plus de quinze années.

Ces derniers avaient déjà subi l'influence d'une tendance à la réduction des calibres; leur diamètre varie de 14 à 15 millimètres; ils descendent à 12^{mm}6 et à 10^{mm}6 dans les fusils hollandais et suisses.

Quant aux rayures, elles varient par la forme, le nombre et le pas; on ne s'en occupera que pour deux modes spéciaux qui s'écartent complètement des autres et constituent des individualités. Ce sont :

La carabine *Lancaster*, calibre 14^{mm}7, qui a sensiblement la forme d'un cylindre elliptique tordu autour de son axe suivant une inclinaison progressive; les deux axes de la section elliptique diffèrent à peine de 0^{mm}4, cette différence diminuant très-légèrement de la culasse à la bouche; cette carabine, qui donne de très-bons résultats de tir, sans qu'ils soient cependant assez supérieurs pour compenser certaines difficultés de fabrication et de réparation, est réglementaire en Angleterre pour les troupes du génie;

Et la carabine *Witworth*, dont l'âme a la forme d'un prisme

hexagonal, tordu à l'inclinaison uniforme de 0^m 50 et ayant les arêtes abattues par un petit pan coupé. Les armes de ce système se placent au premier rang pour la justesse et la tension du tir, mais elles sont d'un prix un peu élevé; le canon doit être épais; elles exigent une cartouche pourvue d'un moyen spécial de graissage; c'est pourquoi, sans doute, malgré leurs qualités remarquables, l'Angleterre, après de longues expériences, ne les a pas adoptées.

Il convient de signaler ici l'extrême précision avec laquelle M. Withworth perce ses canons; cette précision est comme absolue. Pour permettre d'apprécier la sûreté de ses procédés de forage, on a exposé un canon à deux coups, dont les âmes ont été percées dans le même morceau d'acier, de telle sorte qu'il était impossible de dresser et d'ajuster les canons comme on le fait dans les procédés ordinaires.

Avant de laisser cette catégorie des armes, il est encore juste de faire observer que les derniers modèles des fusils américains, anglais et espagnols sont très-remarquables par la régularité et la perfection de leur fabrication; ils possèdent tous les avantages résultant de l'emploi des pièces identiques interchangeables.

ARTICLE III.

ARMES SE CHARGEANT PAR LA CULASSE.

Le nombre considérable de modèles d'armes se chargeant par la culasse, qui figurent à l'Exposition de 1867, ne prouve pas seulement que le principe de ce mode de chargement est admis et s'est imposé, il prouve aussi que les solutions de ce problème, recherchées dès l'origine des armes à feu, ont été trouvées et qu'elles ont été obtenues sous des formes et avec des dispositions aussi ingénieuses que variées; plusieurs d'entre

elles présentent les conditions de durée et de solidité qu'on doit exiger d'une arme de guerre.

D'ailleurs, ces conditions sont comprises dans deux grandes divisions : celles qui se rattachent à la disposition générale du mécanisme au moyen de laquelle on peut ouvrir ou fermer le tonnerre, ainsi qu'au mode employé pour obtenir l'obturation, et celles, assurément fort importantes, qui dépendent de la nature et de la construction de la cartouche, soit que cette cartouche ait une enveloppe combustible ou métallique, soit qu'elle produise ou non l'obturation par elle-même, soit qu'elle porte ou non son amorce.

Ces dernières conditions ont assez d'influence sur l'ensemble et les détails du mécanisme, ainsi que sur l'emploi de l'arme, pour qu'il fût rationnel de les prendre comme bases d'un classement ; cependant on suivra pour ce classement la méthode, plus habituelle, fondée sur les dispositions principales du mécanisme.

Les armes seront donc divisées en trois classes :

Celles à canon fixe, avec culasse ou tonnerre mobile ;

Celles à culasse fixe, avec canon mobile ;

Celles, très-rares, à canon et à tonnerre mobiles.

Chaque classe peut elle-même être séparée en trois groupes, d'après le mode d'obturation :

Obturation produite par la parfaite juxtaposition des pièces de la culasse et du tonnerre ;

Obturation donnée par la dilatation de certains corps plus ou moins élastiques ;

Obturation résultant de la construction même de la cartouche.

On s'occuperà d'abord des armes neuves ; les armes transformées seront traitées à part ; après elles on fera un examen rapide des armes à plusieurs coups, soit à *tonnerre tournant*, soit à *magasin*, et on parlera des deux *mitrailleuses américaines*, qui ont tant impressionné le public.

ARTICLE IV.

ARMES A CANON FIXE AVEC CULASSE OU TONNERRE MOBILE.

Les armes de cette classe sont de beaucoup les plus nombreuses ; on comprend aisément qu'elle doit renfermer tous les systèmes qui sont vraiment admissibles pour l'arme de guerre.

On peut, en effet, repousser en principe, et d'une manière absolue pour les fusils de l'infanterie, toute combinaison qui prendrait le canon mobile. Si, pour les armes plus courtes et qui ne doivent pas porter une baïonnette, l'inconvénient d'une pareille combinaison est moins considérable, il n'en existe pas moins, et d'ailleurs les autres solutions qui ont pu satisfaire aux fusils seront certainement plus facilement encore applicables aux autres armes.

C'est pourquoi les systèmes de la deuxième et surtout de la troisième classe sont-ils très-rares ; dans un travail fait au point de vue militaire, ils ne méritent qu'une place secondaire.

On peut dire qu'il en est de même, quant à l'arme portative, pour les parties du travail total de l'arme qui ne se rattachent pas au mécanisme même de manœuvre et à la cartouche ; les règles de ces travaux sont bien connues, leur exécution mécanique est facile ; la détermination des formes, la qualité des métaux s'obtiennent sans difficultés ; l'intérêt qui s'y rapporte est bien moindre que pour les bouches à feu de gros calibres, dans lesquelles les conditions de construction et de solidité, celles de la préparation de l'âme quant au dispositif des rayures et de l'obturation parfaite sont si difficiles à réaliser et ont une influence si considérable sur les résultats.

Dans l'arme portative, au contraire, la difficulté dominante est dans le mécanisme, plus ou moins subordonné à l'espèce

de cartouche employée ; c'est là ce qui motive le classement qui a été fait et, par suite, la part principale qui sera donnée à cette partie de l'arme dans les descriptions.

ARTICLE V.

PREMIER GROUPE.

FRANCE. — FUSIL DE REMPART-1831.

En tête de ce groupe on doit placer le *fusil de rempart*, modèle 1831.

Cette arme, connue depuis longtemps, se compose d'un *tonnerre* mobile, d'une *boîte* qui relie le mécanisme, la monture et le canon, et d'un coussinet à *levier* transversal, qui serre et fixe le tonnerre.

Le tonnerre peut glisser, sur deux tourillons, dans une rainure horizontale, puis pivoter, de manière à dégager d'abord son cône d'obturation, puis l'ouverture de l'âme. Quand on a chargé, on opère les deux mouvements inverses et, le tonnerre étant en place, on rabat transversalement le coussinet qui se place dans une entaille de la plaque de culasse, pressant ainsi le tonnerre contre le canon, et qui est lui-même fixé et serré par son levier articulé ; celui-ci est rabattu autour d'une seconde charnière et fixé par un arrêtoir contre la face gauche ; calibre 21^{mm} 8 ; — balle de 62 grammes ; — charge de 10 grammes.

La cartouche est en papier et se brûle ; le feu est mis par une cheminée et avec une capsule isolée.

BELGIQUE. — *Carabine de rempart*. — Cette carabine emploie deux balles : l'une, de 118 grammes en alliage de zinc et d'étain ; l'autre, de 137 grammes en acier ; charge unique de 25 grammes. Calibre 17^{mm} 5.

Elle a beaucoup d'analogie avec le *fusil de rempart français*, et s'en distingue par une âme hexagonale ; le tonnerre, mobile, sans tourillons, se sépare de l'arme pour faciliter davantage le chargement. L'obturation est obtenue au moyen d'une virole d'acier qui entoure le cône du tonnerre, laissant entre les deux pièces un intervalle court qui s'engage exactement dans un encastrement ménagé sur la tranche du canon.

Le poids total de la carabine est de 13 kilogrammes.

La balle en alliage produit des effets très-sérieux contre les panneaux et les gabions de siège ; il en est de même de la balle en acier contre les plaques en fer, ayant jusqu'à 13 et 23 millimètres d'épaisseur.

M. Keymolen. — Ce système est à aiguille : il dérive du *fusil prussien*, dont il sera parlé plus loin, et qu'il a cherché à simplifier.

Le cylindre enveloppe de la platine et son ressort sont supprimés ; le porte-aiguille repose directement, par ses embases, sur la culasse mobile ; celle-ci est fermée à l'arrière par un bouton vissé, qui donne appui au ressort à boudin, et qui a un trou central pour le passage de l'aiguille.

L'obturation est obtenue au moyen de rainures circulaires et de saillies correspondantes pratiquées dans les deux faces en contact : celles du tonnerre et de la culasse mobile.

Ce système réduit à trois temps le chargement du *fusil prussien* ; il est dangereux, parce que le recul de l'aiguille s'opère en même temps qu'on ouvre l'arme ; d'ailleurs l'obturation est mal assurée.

M. Garcia Saez. — Calibre de 14^{mm} 4. — Le tonnerre, mobile, est creusé perpendiculairement dans un barillet, s'emboîtant dans deux mâchoires qui forment couronne et dont on modifie le serrage avec une clé ; on peut ainsi faire tourner le barillet pour découvrir une ouverture de la couronne, par laquelle s'introduit la charge, après quoi on le replace dans la direction du canon.

Ce système est susceptible de quelques critiques ; toutefois,

il est simple et il présente une assez grande originalité dans sa construction.

Quelques autres armes se rangeraient encore dans ce groupe, parmi lesquelles on se contentera de citer, comme dignes d'intérêt, le mousqueton de M. *Sharp*, et les armes suédoises et norwégiennes.

ARTICLE VI.

2^e GROUPE.

Ce groupe s'est montré plus nombreux que l'autre et plus important par les armes qu'il renferme. Un certain nombre d'entre elles ont été appliquées dans des proportions plus ou moins grandes : ce sont surtout les fusils à aiguille prussien et français.

M. *Chassepot*, 1857. — Le caractère distinctif du fusil de M. *Chassepot* est l'emploi d'une rondelle de *caoutchouc* vulcanisé pour produire l'obturation ; cette rondelle est placée à la partie antérieure de la culasse mobile, portant en avant une rondelle métallique mince, mobile avec le caoutchouc et le protégeant. Celui-ci, comprimé par le gaz, se dilate et les arrête avec une énergie durable et très-satisfaisante. La sécurité du tireur est garantie par la disposition de la détente : celle-ci se trouve en relation avec une tige qui la paralyse tant que le tonnerre est ouvert, en sorte qu'on ne peut ni armer ni faire feu sans que l'arme soit exactement fermée. L'étui de la cartouche est un trapèze de papier roulé et collé.

Les essais de ce système ont commencé en 1857 sur des mousquetons de cavalerie, au calibre de 12 millimètres, et repris, en 1862, sur des carabines, fusils et mousquetons, au calibre de 13^{mm} 5 ; puis sur un millier de fusils de dragons, au calibre de 12 millimètres.

Les résultats avaient été très-satisfaisants et ne donnaient matière à critique que par des ratés et quelques difficultés de chargement.

M. Manceaux-Vieillard. — La poignée de manœuvre de la culasse est articulée et se rabat sur la boîte ; elle ferme ainsi l'ouverture où s'introduit la cartouche et fait jouer une tige à ressort qui immobilise le chien tant que le tonnerre n'est pas fermé. L'obturation est produite par une virole en acier, fixée en avant de la culasse mobile, exactement ajustée par rapport au tonnerre, et qui se dilate sous la pression des gaz en se forçant intérieurement sur un cône central et extérieurement contre les parois.

L'étui de la cartouche est en papier ordinaire.

Ce système, plus ancien que celui de M. Chassepot, a été expérimenté en même temps que celui-ci, en 1863, sur cent cinquante fusils, carabines ou mousquetons, au calibre de 12 millimètres. Il a donné, ainsi que le Chassepot, qui cependant lui a été préféré, des résultats favorables, accompagnés de quelques inconvénients.

M. Green. — Calibre de 14^{mm} 7. — Ce système, appliqué à une carabine et à un mousqueton, ne diffère réellement de celui de M. Chassepot que par la disposition de la rondelle de caoutchouc. Cette disposition, moins favorable, nécessite l'emploi supplémentaire dans la cartouche d'une rondelle en feutre pour assurer l'obturation.

PRUSSE. — *Fusil à aiguille.* — La suppression de la capsule isolée et l'emploi d'une cartouche portant son amorce, tout en présentant des difficultés très-déliées d'exécution, ainsi que d'autres relatives aux managements de cette cartouche et aux transports, devait amener une simplification dans le mécanisme et une rapidité de chargement qui justifient les recherches et les efforts qui ont été faits pour arriver à de pareils résultats.

C'est le gouvernement prussien qui, le premier, à une date

déjà ancienne, a mis cette cartouche en service dans son armée.

Le *fusil prussien* a 15^{mm} 3 de calibre, une balle de 31 grammes, avec une charge de 4.50 grammes. — Le mécanisme est porté par la culasse mobile; il se compose d'un cylindre enveloppe, avec un ressort fixant sa position dans la culasse, d'une tige porte-aiguille, avec une aiguille vissée, et d'un ressort à boudin. On charge en cinq temps, et l'on peut désarmer, l'arme étant chargée.

Il n'y a pas de système spécial d'obturation; elle se fait par le simple rapprochement, plus ou moins exact, de la culasse qui, en se fermant, coiffe l'arrière du canon.

L'étui de cartouche est en papier; la balle, de forme ovoïde, est engagée dans un sabot en carton qui porte l'amorce. Cette balle a un vent de 0^{mm} 7 environ; en outre, un espace vide considérable est ménagé en arrière de la cartouche pour brûler les résidus.

Cette arme a de grands avantages par la simplicité de son mécanisme et la rapidité de son tir; on lui reproche une médiocre obturation, la longueur et la fragilité de son aiguille, une faible valeur balistique et son poids.

Elle a servi, ainsi que sa cartouche, de point de départ à beaucoup de combinaisons similaires, dont plusieurs existaient à l'Exposition et méritent d'être mentionnées.

M. Lemille. — Le *fusil Lemille* est une modification du *fusil prussien*. Les perfectionnements ont pour résultat de faciliter le remplacement des pièces les plus exposées à l'usure et d'établir un système de sûreté qui empêche de faire feu avant d'avoir complètement fermé la culasse.

M. Rhode. — Calibre de 15^{mm} 3. — Le *fusil Rhode* conserve le calibre et les munitions du *fusil prussien*, dont il est une modification. Il s'en distingue par les caractères suivants: diminution de longueur et de poids de la culasse et de sa boîte; disposition différente des pièces de la platine, et notamment du ressort du cylindre-enveloppe; suppression

du vide en arrière de la cartouche ; addition d'une virole obturatrice ; diminution de la profondeur des rayures.

Ces dernières modifications augmentent la valeur balistique de l'arme ; on reproche aux autres une efficacité incomplète à cause des résidus de combustion qui s'accumulent et des encrassements de la virole.

M. Poppenburg. — Calibre de 14^{mm} 7. — Le mécanisme de la platine diffère peu du mécanisme du fusil prussien.

Le cylindre enveloppe porte trois tenons servant à maintenir un tonnerre mobile qui se dresse de lui-même dès qu'on fait reculer la platine. Après le chargement, on abaisse le tonnerre, et on le fixe en poussant la platine en avant pour armer, ce qui supprime un temps.

Le tonnerre est pourvu d'une virole obturatrice.

Le sabot de la cartouche prussienne est supprimé ; la balle se force directement. Elle porte l'amorce, laquelle consiste dans une capsule ordinaire, fixée à la base dans un téton qui y est ménagé.

Avec un mécanisme plus délicat, cette arme a pu être encore l'objet des mêmes reproches que la précédente.

Parmi les armes de même espèce qu'il convient de rappeler, se trouvaient celles de MM. *Flachat*, *Biederman* et *Bentz*. Ces armes présentent quelque analogie dans leur mécanisme avec le fusil à aiguille prussien.

On en remarquait encore quelques autres dérivant de cette même arme, ou se montrant comme des imitations du fusil français, modèle 1866.

FRANCE. — *Fusil à aiguille, modèle 1866.* — Vulgairement connu sous le nom de *fusil Chassepot*. — Calibre 11 millimètres ; — balle de 25 grammes ; — charge de 4 grammes 5. Le mécanisme se compose d'une boîte ou douille cylindrique, fendue par le haut, et ayant une courte entaille latérale ; d'un cylindre ou seconde douille qui se meut dans la première, butant à l'arrière contre une goupille par un renflement, et,

à l'avant, contre le canon, poste où il est fixé par un levier qu'il porte et qui se rabat dans l'entaille par un mouvement circulaire, à droite.

Ce cylindre porte, en dessous, deux petites rainures correspondant au poste de *bandé* et de *repos*, de telle sorte qu'une languette ménagée sous le chien s'engage dans ces rainures lorsqu'on presse sur la détente; elle ne peut s'engager dans la rainure du bandé que lorsque le levier de fermeture est complètement abattu dans son entaille.

Ce cylindre contient une tige porte-aiguille, activée par un ressort à boudin; c'est ce ressort, attaché à un bouchon vissé dans le cylindre, qui obéit au mouvement du chien et de sa languette de détente pour lancer l'aiguille; enfin, l'aiguille traverse une rondelle de caoutchouc fixée à la partie antérieure de la douille mobile et entrant dans le tonnerre quand cette douille est au poste de tir; l'obturation est produite par la compression de cette rondelle, dont le devant est protégé par une petite virole en acier.

La cartouche est en papier, elle porte l'amorce fixée contre son culot.

La manœuvre de l'arme, pour charger et faire feu, exige cinq temps.

M. Monstorm. — Fusil du calibre de 14^{mm}3. — Balle de 30 grammes; charge de 4^{sr}30. — Ce système comporte un tonnerre mobile recevant la cartouche. On dresse le tonnerre en le faisant tourner sur une charnière transversale établie sur le pan supérieur du canon; on charge, et on le rabat.

L'obturation est produite au moyen d'une virole en acier, fixée sur l'avant du tonnerre, et dont une partie pénètre dans le canon.

Un verrou qui se meut avec le chien s'engage dans un encastrement du tonnerre, et s'en dégage, suivant qu'on désarme ou qu'on arme, s'opposant ainsi à la chute du chien.

si, le tonnerre n'étant pas exactement fermé, le verrou ne peut entrer dans l'encastrement.

La cartouche est semblable à celle *Westley-Richard*, avec cette différence que l'enveloppe est en *baudruche* consolidée par une spirale de fils de cuivre.

Ces armes donnent une grande justesse ; leur manœuvre est sûre et facile.

M. Loron. — Dans le système de *M. Loron*, analogue au fusil prussien, la sous-garde fait fonction de levier qui, par un mouvement de bascule, ouvre la culasse en même temps qu'il arme le chien. La manœuvre est simple et se fait en trois temps seulement. Un système de sûreté existe ; en outre, un tire-cartouche à ressort a été préparé pour faire sauter, quand on ouvre, la douille de la cartouche métallique.

Le mouvement de la culasse mobile à douille se fait longitudinalement, dans le sens de l'axe du canon.

M. Galant. — Le mécanisme se compose d'une portière ou culasse mobile tournant autour d'un axe perpendiculaire à celui du canon et disposée comme dans le fusil *Albini* ; une vis qui forme bouton de culasse traverse cette portière et se visse dans le tonnerre taraudé quand le volet est mis en place ; il faut la dévisser quand on veut charger, afin d'ouvrir le tonnerre ; une tige traversant cette vis reçoit le choc du chien pour enflammer l'amorce centrale de la cartouche.

L'obturation est obtenue au moyen d'un téton circulaire en cuivre porté par la partie antérieure de la vis et serré dans le logement du tonnerre.

La cartouche est en coton, avec culot en carton portant l'amorce ; elle doit être chassée par le gaz.

Parmi les armes dont le mécanisme se rapproche plus ou moins du système à *aiguille*, on peut citer celles de MM. *Ro-chat*, *Depretz*, *Jévelot*, *Jeller*, *Stevens*, *Rodolff-Benger*, *Neuholdt* et *Mascheck*.

ARTICLE VII.

3^e GROUPE.

Le dernier groupe de la première classe ne comprend que des systèmes employant une cartouche incombustible.

Les armes à cartouche métallique sont comme le terme final de ces problèmes.

Leur mécanisme est plus simple, plus économique et plus solide ; leurs munitions, qui exigent, il est vrai, une fabrication mécanique, sont exemptes de toutes les causes de détérioration par le service et les manèvements qu'on reproche aux autres ; l'obturation s'obtient aisément et se passe de ces dispositifs ingénieux et compliqués, qui offrent tous des inconvénients plus ou moins graves, soit pour l'arme elle-même, soit pour sa valeur balistique ; la réunion de l'amorce à la cartouche devient surtout plus facile et meilleure.

D'un autre côté, ces armes rendent nécessaire l'emploi d'une disposition nouvelle, destinée à retirer la cartouche après le coup de feu.

Les armes de ces systèmes se sont beaucoup multipliées en Amérique, d'où elles sont originaires ; elles y sont toujours l'objet des recherches les plus actives. Cependant l'Exposition ne contenait qu'un nombre restreint de types de ces armes ; ce sont, il est vrai, celles qui ont été le plus appréciées et qui sont l'objet d'études suivies chez presque toutes les puissances.

M. *Joslin*. — Calibre de 12^{mm} 7. Balle de 26 grammes ; cartouche de 36^{gr} 50 ; charge de 4^{gr} 50. — La culasse mobile porte un percuteur à ressort, qui transmet le choc du chien à la cartouche, et un bouton à ressort qui sert de poignée pour la manœuvrer et d'arrêt pour la fixer ; elle s'ouvre par rotation autour d'une charnière qui la relie à une douille vissée sur le tonnerre ; l'appui contre le tir

est donné par un rebord de la tranche antérieure qui s'encastré dans une rainure de la douille quand on a fermé.

Le tire-cartouche, logé en dessous de la paroi du canon, se déplace longitudinalement quand on ouvre l'arme ; l'étui, ainsi dégagé en partie, s'enlève à la main.

La cartouche est à amorce périphérique ; un simple déplacement du percuteur permettrait l'emploi de l'amorce centrale.

La manœuvre du mécanisme est simple et commode ; le tire-cartouche fonctionne bien ; le dégagement à la main de l'étui ralentit le tir.

M. Peabody. — Calibre de 12^{mm}7. — Balle de 26 grammes ; cartouche de 35 grammes ; charge de 3^{gr}80. — La culasse mobile se manœuvre par un mouvement de rotation verticale, à l'aide de la sous-garde qu'on abaisse, ouvrant ou fermant le tonnerre, et s'appuyant, pendant le tir, sur l'arrière du coffre qui la renferme ; une lame engagée dans une rainure, le long de la face droite, sert de percuteur. Le tire-cartouche est un ressort en forme de V, mobile autour de sa base, qui est mis en action par la culasse lorsqu'elle s'abaisse ; la branche arrière du V, fortement attirée, arrache l'étui et le lance en dehors.

La cartouche est à amorce périphérique ; un simple changement de direction du percuteur permettrait l'emploi de l'amorce centrale.

D'autres armes semblables des calibres de 11 millimètres et 11^{mm}4 sont en essai.

Cette arme, d'un mécanisme simple et solide, jouit d'une grande faveur ; elle a une belle justesse et permet de tirer de huit à dix coups par minute.

M. Remington. — Calibre de 12^{mm}7 ; balle de 26 grammes ; cartouche de 38 grammes ; charge de 5 grammes ; — Le mécanisme présente une disposition spéciale dont le principe, déjà connu, consiste à se servir du chien de la platine pour donner appui à la culasse mobile pendant le tir.

Deux pivots parallèles, fixés dans les joues du coffre de l'arme, supportent la culasse mobile et le chien, lesquels se manœuvrent en même temps.

Pour ouvrir, on relève le chien, et on renverse la culasse en arrière; la cartouche étant introduite, on redresse la culasse, qui vient coiffer le tonnerre; si l'on presse la détente, le chien frappe le percuteur, tandis que son pied s'engage dans la culasse et l'immobilise complètement, de manière à reporter tout l'effort du recul sur les pivots des deux pièces, lesquels ont un fort diamètre.

Le tire-cartouche, logé sous la paroi du canon, recule avec la culasse lorsqu'on ouvre celle-ci, et retire entièrement l'étui.

La cartouche est à amorce périphérique; le mécanisme peut se modifier pour une amorce centrale.

Cette arme, très-remarquable par sa grande justesse aux longues portées, sa solidité et la conservation presque inaltérable de son fonctionnement, jouit, comme celle qui précède, et peut-être à un plus haut degré, de la faveur générale. — L'action du tire-cartouche est sûre et efficace; elle peut tirer douze coups par minute.

MM. Malherbes et Bernard. — **M. Malherbes** a exposé une modification de ce système due à **M. Bernard**, et tendant à empêcher sûrement le coup de partir avant d'avoir bien fermé la culasse; en outre, l'inflammation est centrale et se fait par une partie saillante ménagée sur la face antérieure du chien et traversant la culasse mobile. Le bois n'est pas coupé en deux parties à l'emplacement du mécanisme comme dans l'autre arme.

M. Cooper. — Calibre de 11 millimètres. — La culasse mobile consiste en un cylindre analogue à celui du *chasse-pot à cheminée*, et qui est traversé suivant l'axe par un percuteur à ressort; une couronne en saillie sur la tranche postérieure sert de pièce de sûreté; un long ressort droit, encastré dans le cylindre et terminé par un crochet, fait office de tire-cartouche.

La platine diffère complètement du mécanisme ordinaire, et est très-ingénieuse en même temps que très-simple, mais elle paraît exiger une grande précision d'ajustage; elle ne porte pas de cran de sûreté, ce qui semble un peu hardi.

La cartouche, dont le modèle exact n'est pas connu, est à percussion centrale et métallique.

MM. Westley et Richard. — Calibre 11^{mm}5; âme octogonale. — Le mécanisme comprend une boîte de culasse fermée au moyen d'un couvercle garni, à l'arrière, d'une poignée qui sert à le dresser en le faisant tourner sur une charnière; un verrou à tête cylindrique se place devant l'ouverture du tonnerre quand on ferme, et donne appui à la cartouche, en s'appuyant lui-même sur l'arrière de la boîte.

La forme de la tête et celle du couvercle sont combinées de telle sorte que, pour armer, il faut que la culasse soit fermée et que, pour soulever le couvercle, il faut que le chien soit abattu.

L'obturation est produite par une rondelle en feutre graissée, fixée à la base de la cartouche.

La cartouche est composée d'une enveloppe en papier fort qu'on enlève avant de charger et d'une enveloppe en papier très-fin enduit de cire.

La carabine se tire à 4^e500, balle de 31 grammes, et le mousqueton à 3^e500, balle de 26 grammes.

Cette arme, d'un mécanisme très-simple, a une justesse de tir très-remarquable, égale à celle de la carabine *Withworth*, dont elle se rapproche par la forme de l'âme.

Elle est en essai dans les troupes anglaises.

M. Wilson. — Ce mécanisme est présenté sur deux armes de deux calibres, 14 millimètres et 11 millimètres.

La culasse mobile est un cylindre garni en dessus d'une plaque destinée à recevoir l'ouverture de la boîte quand l'arme est fermée; la fixité de la culasse fermée est assurée au moyen d'une forte tirette qui traverse le cylindre mobile et les parois latérales de la boîte, et dont la tête fait saillie du

côté droit de l'arme, de manière à arrêter le jeu du chien jusqu'à ce que la culasse soit immobilisée.

L'obturation et la cartouche sont semblables à celles du fusil *Westley-Richard*.

M. Verndl. — Ce système mérite d'être mentionné, parce qu'il jouit d'une très-grande réputation en Autriche. Il emploie une cartouche métallique.

D'ailleurs, il n'a pas figuré à l'Exposition, où se trouvait cependant une arme qui a beaucoup de rapports communs avec lui.

ARTICLE VIII.

2^e ET 3^e CLASSES.

Parmi les armes qui présentent une réalisation assez satisfaisante des conditions auxquelles sont assujetties les armes de guerre, et qui, par la disposition de leur mécanisme et de leur mode d'obturation, doivent être rangées dans les 2^e et 3^e classes, cinq méritent d'être plus particulièrement rappelées; ce sont celles de **MM. Minié, Lepage, Gastine-Rénette**, un mousqueton *anglais*, et celui de **M. Bonin**, dont il sera donné un aperçu à cause de sa nouveauté même.

M. Bonin. — Ce système, simple et original, consiste dans un mécanisme à détente horizontale, lequel est porté dans la culasse mobile; cette culasse, qui a la forme d'un coin, se meut quand on bande le chien, et ferme le tonnerre en même temps que le coup part.

On emploie une cartouche métallique et un tire-cartouche.

On doit encore mentionner les systèmes de **MM. Thomas, Perrin**, et celui de **M. Tronchon**, qui se sert d'une cartouche en caoutchouc.

ARTICLE IX.

SYSTÈMES DE TRANSFORMATION DES ARMES DE GUERRE.

La décision à prendre pour transformer une arme de guerre se chargeant par la bouche en une arme se chargeant par la culasse, se rattachait à deux questions bien distinctes : le choix du meilleur mécanisme, et la détermination du calibre qu'on voulait donner à l'arme.

Pour quelques puissances, cette dernière question était résolue d'avance, parce que l'armement construit par elles depuis les dernières années avait été préparé dans un calibre assez faible pour qu'il fût encore convenable de le conserver dans le nouveau système; chez les autres, au contraire, il fallait ou maintenir le calibre existant, malgré les inconvénients trop réels qui en résultaient, tels que le poids des cartouches, la faible tension des trajectoires, un tir moins régulier et certaines difficultés dans l'application des mécanismes; ou modifier le calibre, ce qui devait entraîner soit à un accroissement assez grand du poids de l'arme, soit à une augmentation considérable de dépenses.

La presque totalité des gouvernements a accepté la solution la plus simple et a maintenu ses calibres.

Les systèmes qui ont été adoptés ou qui sont encore, chez quelques nations, en cours d'essai présentent des différences assez tranchées; d'ailleurs, la plupart se trouvent compris dans la première classe et dans le troisième groupe de la classification établie au commencement de ce rapport. Il serait donc facile de placer ces systèmes dans cette classification; mais il semble plus intéressant de donner le type préféré par chaque nation, et par conséquent de décrire ce type, autant qu'il peut être utile, en dénommant à la fois les gouvernements qui l'ont appliqué.

On comprend, au surplus, que ce mode mettra nécessairement en saillie les types principaux, lesquels méritent le plus d'être décrits. On devra néanmoins rappeler quelques-uns des autres, soit qu'ils dérivent des premiers, soit qu'ils aient une valeur propre et originale.

On reproduira dans ces énumérations les renseignements réguliers qu'on aura pu se procurer.

ANGLETERRE. — *Système Snider*. — L'exposition anglaise renferme de nombreux spécimens de la transformation *Snider*, qu'elle a adoptée en principe; ces spécimens représentent toutes les armes en service chez cette puissance et, entre autres, les fusils d'*Enfield*, les carabines *Lancaster* et *Withworth*.

Le système *Snider* est une imitation totale du système proposé, en 1860, par les frères *Schneider*, armuriers français.

Il se compose d'une boîte de culasse, ouverte en dessus et vissée d'une part sur le canon coupé, d'autre part sur le bouton de l'ancienne culasse; cette boîte occupe l'emplacement laissé libre par la suppression du tonnerre. Une culasse mobile se meut à rotation autour d'une forte tige de charnière placée sur le côté droit de la boîte; cette culasse, dont la partie antérieure porte un crochet large, peut aussi prendre un mouvement de translation en arrière quand elle est ouverte; un ressort à boudin, fixé sur la tige et réagissant contre ce mouvement, la repousse à sa place.

La culasse mobile remplit exactement l'évidement de la boîte; c'est contre elle que s'appuie le culot de la cartouche pendant le tir. Un percuteur à ressort, placé obliquement dans la culasse mobile, reçoit le choc du chien conservé et vient frapper le centre de la cartouche où est l'amorce.

Le coup parti et la culasse ouverte, le crochet arrache, grâce au mouvement arrière de cette culasse, l'étui qu'on rejette par un mouvement de l'arme.

Poids de la balle, 34^{gr}30; de la cartouche, 49 grammes; de la charge, 4^{gr}30.

On emploie la cartouche *Boxer*, à amorce centrale, dont l'étui consiste en un culot en laiton, avec douille formée par deux révolutions d'une feuille mince de cuivre, maintenues par une bande de papier collée extérieurement.

La balle présente un double évidement, en arrière et en avant; le premier, large et profond, reçoit un culot en buis ou en terre cuite; le second est rempli par une cheville en bois.

En outre, l'Angleterre a exposé une collection très-intéressante des différentes pièces du mécanisme *Snider* et de la platine, dans leurs états successifs de fabrication par des procédés mécaniques; à côté de chaque pièce se trouve la fraise ou l'outil qui a servi à l'opération.

On voit aussi des bois de fusils, des baïonnettes et des montures de sabres, à un état de confection plus ou moins avancé.

L'examen de ces pièces, celui des outils et surtout celui des fraises, est essentiellement curieux et instructif.

FRANCE. — Cartouche pour fusil : 48 grammes, balle de 36 grammes, charge de 4^{gr}50. — Cartouche pour carabine : 60 grammes, balle de 48 grammes, charge de 5 grammes. — Le système de transformation français rappelle à la fois les systèmes *Schneider* et *Clerville*; par suite, il est semblable dans l'ensemble à celui du modèle anglais *Snider*; cependant il existe quelques différences importantes. Une large ouverture pratiquée dans la boîte de culasse à l'arrière, et prolongée dans la monture, facilite l'introduction et l'extraction de la cartouche; le dessous de la boîte est évidé, de telle sorte qu'on n'a pas à craindre les accidents de soulèvement que pourraient causer des fuites de gaz en cas de rupture d'étui; le percuteur à ressort a été amélioré.

La cartouche est analogue à la cartouche *Boxer*, mais plus simple de confection et moins coûteuse.

DANEMARK. — Cartouche en cuivre de 50 grammes, balle de

40 grammes, charge de 4^{re}50, amorce périphérique. — Le système de transformation danois est encore une variété du système *Schneider*.

Il en diffère surtout en ce que c'est la partie arrière du canon conservée qui sert de boîte de culasse; en outre, un crochet à ressort est ajouté pour faire reculer le percuteur, manœuvrer la culasse mobile et la fixer. La disposition de ce crochet à ressort offre l'avantage d'empêcher la culasse de se soulever pendant le tir. La tête du percuteur est de forte dimension; sa pointe agit sur le rebord de la cartouche et en dessus.

BELGIQUE. — *Système Albini*. — Cartouche *Boxer*; balle de 25 grammes, charge de 5 grammes; amorce centrale, calibre de 11 millimètres. — La Belgique fait subir à ses armes, d'après le système *Albini*, une transformation complète, mode de chargement et calibre; on ne conserve de l'ancien canon que le tonnerre, qui est modifié de manière à servir de boîte de culasse et sur lequel se visse un canon neuf.

La culasse mobile, montée sur une charnière transversale supérieure, se redresse d'arrière à l'avant pour découvrir l'entrée du canon; elle est traversée suivant l'axe par un percuteur à ressort qui reçoit le choc d'un verrou relié au chien de la platine, pénètre dans la culasse ou en sort suivant qu'on désarme ou qu'on arme; il ne peut atteindre le percuteur que lorsque la culasse est en place, et il sert d'appui à celle-ci pendant le tir.

Le tire-cartouche est double, en forme de deux leviers coulés, placés à gauche et à droite, qui basculent vivement quand on ouvre et projettent la cartouche.

AUTRICHE. — *Système Wænzl*. — Cartouche en cuivre de 42 grammes, balle de 30 grammes, charge de 5 grammes, amorce périphérique.

Ce système présente beaucoup de ressemblance avec le sys-

tème *Albini*; c'est la partie arrière du tonnerre, évidée en dessus, qui sert de boîte. Les différences principales sont les suivantes. Le percuteur à ressort traverse obliquement la culasse et agit sur la cartouche à la partie inférieure; il reçoit directement le choc du chien, qui d'ailleurs est l'ancien chien conservé; le verrou, relié à une pièce montée sur la noix de la platine, n'a pas d'action sur le départ du coup et sert seulement à arrêter le chien si la culasse n'est pas en place, ainsi qu'à empêcher celle-ci de se soulever par l'effort des gaz.

Le tire-cartouche, porté par une longue queue encastrée dans l'épaisseur de la paroi gauche du canon, fonctionne longitudinalement; un doigt fixé sur la charnière de la culasse détermine son recul, quand on ouvre, au moyen d'un ressort qui échappe ensuite et ramène ce système à sa place.

SWISSE. — *Système Milbank-Amsler*. — Cartouche en cuivre de 30 grammes, balle de 20 grammes, charge de 4^{gr}50, amorce périphérique.

La culasse mobile est reliée à la boîte vissée sur le canon par une charnière transversale autour de laquelle elle se meut verticalement; lorsqu'on ferme, un coin à ressort, fixé à la partie postérieure, entre dans une cavité à l'arrière de la boîte pour maintenir celle-ci pendant le tir. Ce coin porte une poignée qui sert à manœuvrer la culasse, à arrêter la chute du chien si celle-ci n'est pas à sa place, et qui, maintenue par la tête du chien abattu, assure encore la fixité de la culasse.

Le percuteur n'a pas de ressort.

Le tire-cartouche, analogue au modèle belge, est monté sur la charnière de la culasse; son jeu est déterminé, quand on ferme, par la pression d'un ressort encastré dans la culasse et qui agit sur l'une des ailes du levier double.

La cartouche est frappée par le percuteur à la partie inférieure.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE. — *Système Allin*. — La transfor-

mation par ce système n'est pas encore adoptée définitivement, quoiqu'elle ait été appliquée à un certain nombre de fusils de *Springfield*. Non-seulement elle change le mode de chargement, mais elle modifie le calibre, qu'elle ramène de 14^{mm}7 à 12^{mm}7, en introduisant dans le canon alésé un tube entré de force et brasé aux deux extrémités.

Le mécanisme de culasse, ayant les dispositions générales du système *Berdan*, offre beaucoup d'analogie avec celui *Milbank-Amsler*, dont il a le verrou à ressort et à poignée, remplissant les mêmes conditions. Il s'en distingue par les caractères suivants : le tonnerre du canon est ouvert en dessus, servant de boîte ; le percuteur est muni d'un ressort à boudin ; le tire-cartouche, fort ingénieux mais très-délicat, a des dispositions toutes spéciales.

La cartouche est à amorce centrale. Deux modèles ont été essayés, la cartouche *Berdan*, et la cartouche *Martin* ; celle-ci paraît préférée. Elle pèse 43^{gr}5 ; balle de 30 grammes ; charge, 4^{gr}30.

ÉTATS ALLEMANDS. — La plupart des États allemands, lesquels n'ont pas exposé de types particuliers, transforment leurs armes dans le système *prussien* ou dans le système *Rhode*.

ESPAGNE. — L'Espagne vient d'adopter le système *Berdan* modifié, et en conservant le calibre de ses armes, 14^{mm}4.

Les dispositions de détail ne paraissent pas encore arrêtées.

SUÈDE. — Cartouches et charges variant suivant les calibres ; amorce périphérique.

La Suède transforme ses armes suivant le système *Peabody*, auquel on a fait des modifications ingénieuses et bien conçues.

ITALIE. — *Système Composta*. — Le système adopté en Italie

est à aiguille. La manœuvre se fait comme celle du fusil français et par les mêmes mouvements, quoique ces deux armes aient de nombreuses différences.

La cartouche est munie d'une rondelle en caoutchouc pour produire l'obturation; l'amorce, placée à l'avant de la charge, est portée par un sabot en carton.

Russie. — Système Ferry-Norman. — La première transformation appliquée par la Russie est celle *Ferry-Norman*. La culasse mobile a un mouvement de glissement dans la direction de l'axe du canon; ce mouvement se fait à l'aide d'un levier qui est couché sur le canon quand la culasse est fermée; ce levier pivote autour d'une charnière transversale placée à son extrémité postérieure. Pour ouvrir, on fait d'abord tourner la culasse mobile d'un quart de tour; puis on la retire en arrière.

L'obturation s'obtient par un culot en feutre collé au culot de la cartouche.

Cette cartouche est en papier et doit se brûler. On a conservé la cheminée et l'emploi de la capsule isolée.

Système Karl-Zons. — Postérieurement à la transformation *Ferry-Norman*, la Russie a adopté comme système de transformation le système à aiguille *Karl*, modifié par M. Zons.

La manœuvre de la culasse mobile s'opère à l'aide d'une seule pièce qui est un levier à anneau pivotant sur une charnière placée à l'arrière de la culasse. La manœuvre se fait en cinq temps.

La cartouche, en papier, a un culot en feutre dans lequel est logée la capsule fulminante.

M. Cornick. — Le canon est coupé en avant de la vis de culasse, et on visse sur le tonnerre une boîte ouverte, ou plutôt un demi-tube dans lequel on engage l'axe de la charnière autour de laquelle tourne une culasse mobile analogue à celle de la transformation *anglaise et française*. Ce demi-tube sert de gouttière pour recevoir la cartouche quand, la culasse

étant ouverte on veut charger, ou pour la laisser sortir quand le coup est parti; il résulte de cette disposition que la longueur de la culasse mobile peut être beaucoup plus faible que dans le fusil *Snider*; dans le fusil *français*, cette gouttière a été simplement remplacée par un canal qui prolonge le fond de la boîte de culasse et qui est creusé dans le bois.

D'ailleurs, ce système conserve l'ancienne platine et le chien, de même que les deux autres; il porte de même un arrachoir latéral et un ressort qui ramène la culasse après l'arrachement de la cartouche; celle-ci est à amorce centrale et métallique.

M. Bonin. — Ce système est analogue à la transformation *Snider*; mais la boîte qui reçoit la culasse mobile n'est pas rapportée et est formée par le prolongement du canon conservé en dessous et découvert en dessus; la charnière extérieure est portée par deux tétons brasés sur ce prolongement; la tête du percuteur est enfoncée de manière que le chien empêche la culasse de s'ouvrir par l'effet du tir; le mouvement du percuteur a lieu sans ressort, ainsi que celui du tire-cartouche.

M. Gaye. — Ce système a pour but de changer le calibre en conservant le canon; on introduit dans l'ancien canon un tube de plus petit calibre, qui sera le tube de tir, et ce tube lui-même glisse dans le système de fermeture.

On a conservé la platine et l'emploi de la cartouche ordinaire, qui doit être chassée par le gaz.

M. Gaubert. — Dans ce même système, *M. Gaubert* se sert d'une cartouche métallique à inflammation circulaire; le chien, en s'abattant et par une dent latérale dont il a été pourvu, frappe le bord du culot en y faisant une entaille; de cette façon, la cartouche est retirée du tonnerre quand on avance le canon pour y introduire une nouvelle charge.

ARTICLE X.

ARMES A PLUSIEURS COUPS.

Armes à magasin. — Ces armes, dont la réputation commençait seulement à se répandre en Europe, n'ont été représentées à l'Exposition de 1867 que par un très-petit nombre de spécimens.

Ce système est originaire d'Amérique, où il a été très-employé pendant la dernière guerre et où il a été l'objet de critiques, mais davantage d'éloges très-répétés. C'est de là que sont venus les types les plus remarquables : la carabine *Spencer*, entre autres, a été construite sur une très-grande échelle ; suivant les rapports, 100,000 au moins ont été mises en service dans les armées.

Néanmoins, l'un des modèles les plus cités, le fusil et la carabine *Henry* et *Henry-Winchester* n'étaient pas au Champ-de-Mars.

Ces types américains, outre leur nouveauté, frappent les yeux par la précision du travail, pour lequel il est d'ailleurs indispensable d'avoir recours aux procédés mécaniques.

Systèmes Ball et Spencer. — Ces deux modèles méritent d'être mentionnés. D'ailleurs, ces mécanismes spéciaux sont assez connus pour qu'il soit inutile d'en donner une description.

La manœuvre consiste à armer le chien et à imprimer un mouvement de rotation à la sous-garde qui ouvre ou ferme le tonnerre et qui, au moyen d'une pièce intérieure articulée, conduit dans le canon la cartouche qui vient du magasin ou qui a été introduite à la main par une ouverture spéciale.

Le magasin du modèle *Ball* est dans le fût et contient 8 cartouches à amorce périphérique ; celui de l'arme *Spencer* traverse la crosse dans sa longueur et reçoit 7 cartouches du même système.

L'un et l'autre modèle satisfont à la condition de pouvoir se servir des cartouches du magasin, ou, à l'aide d'un arrêt, de paralyser ces cartouches et de se servir de celles qu'on introduit, à la main et successivement, comme dans une arme ordinaire se chargeant par la culasse.

D'autres modèles du même genre, présentant quelques dispositions heureuses, ont été exposés par des armuriers français : ce sont ceux de MM. Roux, dont le canon bascule; Tronchon et Jarré.

Il est difficile de prévoir quel avenir est réservé à ces armes nouvelles ; mais on ne peut s'empêcher d'en signaler l'importance. On ne saurait nier que les meilleurs types ne soient déjà arrivés à un état pratique comme armes de guerre. Leur fonctionnement, qui dépend beaucoup de la qualité de l'étui qui renferme la poudre, est très-satisfaisant lorsque cet étui est assez résistant ; or, il est certain que cette question de résistance accessoire sera, tôt ou tard, assez aisément résolue.

CARABINES.

Les dispositions mêmes qui sont comme intrinsèques à l'arme à *tonnerre tournant* sont peu favorables à la précision du tir, et beaucoup moins encore à la tension des trajectoires et aux effets de pénétration.

Aussi ne peut-on considérer ces armes, quant à l'état actuel de leur fabrication, comme étant un système applicable à la guerre.

On se contentera donc de rappeler, ici, les modèles principaux qui ont été présentés et qui témoignent d'efforts ingénieux : ce sont ceux de MM. Gaye ; Lemat, qui a placé au centre un gros canon servant pour le tir à mitraille ; Noël et Gaudry, qui ont disposé les *tonnerres* radialement sur un cylindre qui tourne autour d'un axe transversal.

D'un autre côté, tous les mécanismes de ce genre sont né-

cessairement compliqués et composés de pièces nombreuses, et il n'est pas permis, à cause du poids qu'on atteindrait, d'en augmenter la force, de sorte qu'il est difficile de donner à l'ensemble de cette arme, qui doit être portative, une solidité suffisante, non plus qu'à plusieurs de ses parties.

Aussi, malgré les avantages de rapidité de feux qu'on obtiendrait et malgré les efforts les plus habiles, n'a-t-on pas réussi à présenter à l'Exposition de 1867 une carabine-revolver qui puisse être considérée comme une arme de guerre.

Il n'y a donc pas lieu d'en parler avec détail; et d'ailleurs leurs mécanismes, peu variés quant aux dispositions essentielles, ne sont que la reproduction agrandie des mécanismes connus des pistolets.

PISTOLETS.

Les difficultés d'emploi et les exigences du tir sont bien moindres lorsqu'on veut appliquer ce système à un pistolet pouvant servir à la guerre; aussi les efforts de l'industrie ont-ils abouti à de meilleurs résultats. Cette arme, déjà réglementaire sur les flottes de plusieurs États puissants, et souvent parmi les officiers des armées, tend de plus en plus à se répandre, grâce aux perfectionnements nombreux qu'elle a reçus, ainsi que les cartouches qu'elle emploie.

Systèmes Colt, Remington, Savage, Deane, Adams. — Le mode de chargement des pistolets-revolvers a suivi les mêmes phases que celui des autres armes; les premiers systèmes comportaient l'emploi de la capsule séparée, et chaque tonnerre du barillet tournant se chargeait par la culasse.

C'est dans ce système que sont établis les principaux modèles qui figurent à l'Exposition comme armes en service aux États-Unis et en Angleterre, et dont les noms d'inventeurs viennent d'être cités.

M. Lefaulcheux. — Le modèle *Lefaulcheux* est l'un de ceux dans lesquels ont été réalisés divers progrès qui font disparaî-

tre une partie des inconvénients des premiers types, et particulièrement ceux qui se rattachaient aux munitions et au chargement.

Il admet la cartouche à étui métallique, pourvue d'une broche qui, par la percussion du chien, produit l'inflammation; la cartouche est introduite par une portière qui s'ouvre, et devant laquelle viennent se placer successivement les tonnerres.

Cette arme a été adoptée, depuis 1859, par la marine française, qui l'a perfectionnée postérieurement, et entre autres par l'addition d'un rebord cylindrique enveloppant le barillet et couvrant les broches.

Quelques puissances l'ont aussi appliquée au service de leurs navires, avec des modifications peu importantes.

M. *Guerriero*. — Le modèle *Guerriero* possède aussi l'avantage de l'enveloppe couvrant les broches. Il est d'un bon service, quoique peut-être inférieur au précédent.

Les cartouches à amorce centrale semblent, depuis quelques années, très-préférées à ces amorces à broche; les modèles plus récents sont disposés pour leur emploi.

Les revolvers présentent deux différences essentielles, quant à leur fonctionnement; les uns, à feu intermittent, s'arment et se tirent par la manière ordinaire et pour chaque coup; les autres, à feu continu, ont un mécanisme qui soulève le chien et le laisse retomber par le même mouvement du doigt contre la détente.

On est aussi parvenu, par des combinaisons ingénieuses, à réunir dans la même arme ce double fonctionnement dont on se sert à volonté.

ARTICLE XI.

BATTERIES GATLING.

On a déjà fait remarquer que les *fusils-revolvers*, indépendamment des défauts inhérents au système, avaient surtout

celui plus grave d'être faibles dans les dimensions d'une partie de leurs pièces et, par suite, dans les effets produits. Ce défaut tient essentiellement à ce que cette arme est portative et qu'elle doit être, par conséquent, légère dans toutes ses parties.

L'esprit d'invention trouvait là une difficulté insurmontable pour une arme de guerre ; le seul moyen de s'en affranchir était de renoncer à conserver à ce système sa qualité d'être portatif, et de le placer, soit sur un chevalet démontable et transportable, soit sur un affût roulant. Dès lors, on restait le maître des dimensions, des poids et, par suite, de la solidité et des effets produits.

Cette idée commençait à se propager en Europe, quelque temps avant l'ouverture de l'Exposition universelle de 1867, et déjà l'on s'entretenait d'essais faits en divers lieux pour créer des machines de ce genre ; on savait que, là encore, l'Amérique avait hardiment pris les devants.

Le public était donc comme préparé, lorsque les *batteries* ou *mitrailleuses* de M. *Gatling* se présentèrent au Champ-de-Mars. Beaucoup cependant restèrent d'abord incrédules devant ce nouvel engin de combat ; aujourd'hui, quelques-uns le sont encore, d'autres l'admettent pour être employé dans des postes spéciaux ; un petit nombre y voient une nouvelle artillerie, intermédiaire au fusil et au canon.

Quoi qu'il en soit de l'emploi qu'on en fera, l'arme paraît avoir une valeur intrinsèque très-réelle.

M. *Gatling* a exposé deux mitrailles, l'une à petites, l'autre à grosses balles.

On assure que les grosses balles sont encore groupées à 1,800 mètres, et avec une très-grande justesse, dans une cible fort étroite.

La petite *batterie* lance des balles de plomb de 15^{mm} 7 de calibre, pesant 37^{gr} 3 ;

L'autre lance des balles de 23^{mm} 4 de calibre, pesant 240 grammes.

Celle-ci peut encore jeter des paquets de mitraille composés de 15 balles sphériques et portant en tête une balle oblongue ;

L'une et l'autre peuvent tirer, dans un feu continu, l'une 150, l'autre 100 au moins par minute.

Il convient de donner un aperçu de leurs dispositions générales, qui, d'ailleurs, sont les mêmes pour chacune d'elles.

Un arbre horizontal porte deux plateaux, à chaque extrémité, dans lequel sont engagés six canons parallèles ; du côté du tonnerre, la tranche arrière des canons est affleurée avec la face arrière du plateau extérieur.

En arrière de ce plateau est un cylindre creux, fixé à un cadre portant des tourillons.

Ce cylindre creux et le faisceau des canons figurent à peu près une bouche à feu et sa culasse ; le tout repose sur un affût de forme ordinaire, les tourillons du cadre porte-cylindre étant placés dans les encastréments des flasques.

Ce système se pointe donc comme une bouche à feu.

Dans le cylindre de culasse tourne, à frottement, un autre cylindre, fixé sur l'arbre moteur et contenant le mécanisme de la *batterie* ; en avant de lui se trouve un *tonnerre*, dont la surface cylindrique extérieure porte six gouttières demi-cylindriques, équidistantes et parallèles ; ces gouttières sont enveloppées d'un couvercle en bronze, à charnière, et fixé au cadre.

A 60 degrés environ, sur la gauche, est percé dans le couvercle une ouverture qui peut laisser passer librement une cartouche ; au-dessus de cette ouverture est fixée une trémie et une boîte dans laquelle sont disposées parallèlement les cartouches, qui passeront successivement par cette ouverture pour se loger dans les gouttières du *tonnerre* lorsqu'on fera tourner celui-ci à l'aide d'une manivelle.

Ce tonnerre étant en mouvement, chaque cartouche, reçue dans une gouttière au passage sous la trémie, est entraînée avec lui et d'ailleurs retenue par le couvercle ; en même

temps, un piston en fer sort du cylindre, pousse la cartouche en avant et l'introduit dans le canon correspondant du faisceau après qu'elle a décrit un arc d'environ 120 degrés ; de même, une forte aiguille vient au bandé dans le piston qui, un peu engagé dans le canon, est resté appuyé contre sa cartouche, et se détend pour produire l'inflammation quand celle-ci et son canon sont arrivés au bas de la course.

Le mouvement continuant, le piston se retire, et un tire-cartouche arrache le culot qui revient dans sa gouttière et tombe, le couvercle étant interrompu à cet endroit.

Les mêmes effets se répètent pour les six canons, et continuellement tant que la boîte à trémie contient des cartouches ; il faut, quand elle est vide, la remplacer par une autre remplie.

On peut tirer ainsi, la boîte contenant 20 cartouches, 20 coups en 8 secondes.

Le mécanisme intérieur du cylindre ne sera pas décrit ; il est incomplètement connu.

Si, pendant le feu, le fonctionnement devait être interrompu dans un canon, on y remédierait en bouchant la gouttière correspondant avec un petit cylindre préparé pour cet usage.

Le service de ces mitrailles se fait avec un homme à la manivelle, un à la trémie, un pointeur, un pourvoyeur, plus un conducteur ; on attèle un ou deux chevaux à l'avant-train ou au caisson.

C'est donc une véritable pièce d'artillerie, et si on l'a fait figurer dans les cadres des armes portatives, c'est qu'elle est comme la dérivée des fusils-*revolvers*.

CHAPITRE DEUXIÈME

MATÉRIEL D'ARTILLERIE

ARTICLE PREMIER.

BOUCHES A FEU.

L'Exposition de 1867 contenait de nombreuses bouches à feu, d'une très-grande variété ; on y voyait les plus petits calibres et les calibres moyens, usités depuis longtemps, à côté de ces calibres énormes qui n'ont fait leur apparition que depuis peu d'années, imposés par la nécessité de combattre les cuirasses recouvertes de fer, et dont la plupart, malgré les poids et les dimensions qu'ils ont atteints, paraissent devoir être insuffisants et se trouvaient déjà dépassés au moment où ils étaient présentés au Champ-de-Mars, aux yeux étonnés des nations.

Cette variété qu'on remarquait dans les calibres toujours croissants des bouches à feu se montrait, sous des aspects non moins intéressants, dans les procédés métallurgiques de construction, et tout autant dans les dispositifs choisis pour donner aux projectiles, avec les portées les plus étendues, la meilleure direction ; on l'apercevait aussi dans les espèces, les préparations et les formes des projectiles ; et enfin dans les systèmes de chargement par la culasse et d'obturateurs des gaz, qui ont été essayés ou qui sont employés en service régulier.

L'observateur qui a étudié les détails de ces principales parties des canons exposés a pu croire à une certaine confu-

sion de méthodes et de principes, que les grands progrès réalisés dans les sciences pures et les sciences appliquées auraient dû faire éviter aux officiers ou aux ingénieurs constructeurs qui ont dirigé ou entrepris ces nombreux et importants travaux. On est surtout frappé de ces diversités et de ces désaccords dans les méthodes et les principes, lorsqu'on compare l'état actuel de cette artillerie avec celui de l'artillerie antérieure qui, chez tous les peuples, soit pour l'emploi des métaux, soit pour les règles de construction et de tir, en était arrivée à des conditions à peu près complètes de similitude.

Il semble donc que, nonobstant les enseignements obtenus depuis l'introduction de l'artillerie rayée, et particulièrement de l'artillerie à grande puissance, on soit encore au commencement d'une période de créations où, dans les inventions initiales comme dans les immenses efforts qui les ont développées, ont toujours dominé soit des personnalités individuelles soit des personnalités de nation.

C'est pourquoi la réunion dans un même emplacement de tous ces produits ainsi créés présente le plus sérieux intérêt; et le résultat certain des comparaisons qu'aura permis de faire si aisément cette réunion, sera d'avancer l'époque où les conditions rationnelles de similitude s'établiront de nouveau dans ces constructions, qui sont régies par les mêmes lois mécaniques et par les exigences des mêmes problèmes à résoudre.

Et cependant cet accord, si même il s'accomplit et si d'ailleurs quelque grande innovation ne vient pas interrompre cette série sans cesse croissant en force, dans laquelle sont engagés les arts de la guerre, cet accord ne se réalisera qu'avec une assez grande lenteur. Déjà, en effet, les États sont pourvus d'une quantité considérable de ces bouches à feu, d'une confection si laborieuse et d'un prix si élevé; en outre, il faut supposer que les gouvernements ou les grands industriels qui fabriquent ces bouches à feu, n'abandonneront leurs méthodes que devant la constatation certaine et comme héroïque de la supériorité dominante d'une artillerie autre que la leur; enfin,

il faut encore admettre que des progrès importants, impatiemment attendus et recherchés, seront obtenus dans le travail, ou peut-être dans le mode d'emploi des métaux simples ou alliés, donnant des matériaux, à l'usage commun, d'une résistance supérieure et d'un prix modéré.

Jusque-là, chacun persévéra dans les conditions principales où il a commencé, les modifiant peu à peu, soit pour les améliorer dans certaines parties, soit pour rendre la fabrication plus facile et plus économique; l'Exposition de 1867 aura surtout été la cause et le moyen de ces premiers changements.

Ce sont ces conditions principales dans lesquelles ont été construites les bouches à feu exposées qui seront décrites sommairement; ces bouches à feu elles-mêmes se grouperont dans ces descriptions, et plus spécialement pour ce qui se rattache au travail métallurgique, suivant trois divisions dont l'une, celle des bouches à feu à grande puissance destinées à combattre les murailles cuirassées, se distingue des deux autres par son importance métallurgique et par les difficultés qu'ont fait naître les poids des projectiles et des charges de poudre qu'il a fallu y employer. Les deux autres, les bouches à feu de place et de siège et celles de campagne et de montagne, n'ont encore accepté, de ces difficultés, que la part résultant de l'adoption du système d'artillerie rayée et de ses projectiles d'un poids double. On peut d'ailleurs prévoir que, dans un avenir prochain, et déjà quelques exemples s'en montraient au Champ-de-Mars, les canons des places de guerre, et, par une conséquence forcée, ceux de siège subiront eux-mêmes cette loi d'accroissement en force, qui s'appliquera d'abord à la défense.

Avant d'entrer dans l'examen de ces trois groupes de bouches à feu, on donnera la nomenclature de celles que contenait le palais de l'Exposition, en reproduisant les renseignements numériques qui ont été régulièrement fournis par les gouvernements ou par les constructeurs de l'industrie.

Angleterre. — L'exposition générale de l'Angleterre, si riche et si remarquable, se composait de l'exposition du gouvernement, et de trois expositions particulières, celles de MM. *Armstrong, Palliser* et *Whitworth*.

Le *gouvernement* avait présenté presque toutes les bouches à feu qu'il emploie dans ses divers services ; il a donné sur elles tous les détails intéressants, dont un certain nombre sont reproduits dans les tableaux qui suivent :

BOUCHES A FEU
de siège, de place et de campagne.

	BOUCHES A FEU DE SIÈGE ET DE PLACE.				CANONS DE CAMPAGNE	
	CANONS DE			MORTIER	de	de
	40 lignes.	64 lignes.	7 pouces.	de 10 pouces.	9 lignes.	12 lignes.
Longueur totale	3m 073	2m 97½	3m 018	»	1m 587	1m 829
Longueur de l'âme, en calibres.	25.48	47.22	47.13	»	22.67	23.96
Diamètre de l'âme.	420mm 6	462mm 2	477mm 8	253mm 9	70mm	76mm
Poids de la pièce.	4,757k	3,018k	4,118k	91½k	318k	430k
Prépondérance de la culasse	229k	27½k	350k	»	»	89k
Nombre de rayures.	56	70	76	»	38	38
Inclinaison des rayures.	9° 47'	8° 55'	9° 38'	»	9° 23'	9° 23'
Poids du projectile.	48k 440	29k	40k	51½ 9	4k 080	5k 450
Poids de la charge de tir.	2k 360	3k 600	5k	»	0k 510	0k 680

CANONS A GRANDE PUISSANCE

armant la flotte et les côtes.

CANONS				
	de 64 lignes.	de 7 pouces.	de 9 pouces.	de 13 pouces.
Longueur totale	2 ^m 819	3 ^m 480	3 ^m 734	4 ^m 356
Longueur de l'âme, en calibres. . .	17.61	17.88	16.33	13.11
Diamètre de l'âme	169mm	177mm 8	228mm 6	331mm 3
Poids du canon.	3,448 ^k	6,456 ^k	12,237 ^k	23,863 ^k
Prépondérance de culasse	432 ^k	234 ^k	»	»
Nombre de rayures.	3	3	6	9
Inclinaison des rayures	{ initiale. 8° 55'	{ 10° 40'	{ »	{ 3° 35'
	{ finale. »	{ »	{ 7° 37'	{ 7° 40'
Poids du projectile de rupture . .	»	52 ^k	113 ^k	272 ^k
Charge de poudre	»	10 ^k	19 ^k 500	31 ^k 750
Poids de l'obus ordinaire	29 ^k	52 ^k	113 ^k	272 ^k
Charge de poudre	3 ^k 600	6 ^k 300	13 ^k 600	27 ^k 200

NOTA. — Le canon de 7 pouces sert aussi pour les places.

Toutes ces bouches à feu sont construites en fer à rubans ; elles sont rayées.

Sir W. Armstrong a présenté deux canons, dont un à grande puissance ;

Un canon de 9 pouces :

Diamètre de l'âme.	228mm
Poids. { du canon	12,700 ^k
{ du boulet	113 ^k 400
{ de la charge.	19 ^k 500

Cette pièce, se chargeant par la bouche, est à très-peu près semblable à la pièce réglementaire du gouvernement ;

Un canon de 12 pouces, de campagne :

Poids. .	{	du canon	450 ^k
		du boulet	5 ^k 440
		de la charge.	0 ^k 790
Nombre de rayures			3

Cette bouche à feu, se chargeant par la bouche, a été essayée, avec de très-bons résultats, pour le service du gouvernement.

Les deux sont construites en fer à rubans, d'après le système spécial à sir Armstrong; elles sont rayées.

M. Palliser (Compagnie Armstrong et Co) a présenté :

Un canon de 9 pouces, à grande puissance, pour le service des navires.

Poids du canon 13,600 kilogrammes. Il tire le même boulet, à la même charge et avec les mêmes dispositifs de rayures que les canons en service de ce calibre; il est donné comme spécimen d'une fabrication spéciale; il est en fonte de fer garnie, à l'intérieur, d'un ou de deux tubes de fer à rubans ou d'acier doux.

Il se charge par la bouche.

M. Whitworth a présenté cinq canons, dont un, de 7 pouces, à grande puissance :

CANONS				
de 130 #	de 70 #	de 32 #	de 10 #	de 2 #
7 pouces.	5 pouces 1/2	4 pouces 1/4	3 pouces.	
Diamètre de l'âme. . .	477 mm 7	440 mm 4	103 mm	76 mm 2
Poids des canons. . .	7,518 ^k	4,204 ^k	4,714 ^k	381 ^k
Poids du boulet. . .	67 ^k 950	34 ^k 700	44 ^k 500	4 ^k 530
Rayures	Remplacés par la forme polygonale de l'âme.			

Ces bouches à feu tirent aussi des obus ordinaires, des

obus à balles ou des boîtes à mitrailles, et quelques-unes, deux, trois ou quatre boulets sphériques rayés.

Les charges de poudre ne sont pas rigoureusement déterminées; elles varient de $1/8^e$ à $1/6^e$ et doivent atteindre au moins $1/5^e$ pour le canon de 7 pouces.

Ces bouches à feu sont construites en acier fondu; elles sont préparées, dans le système à rayures, d'après la méthode spéciale à M. Whitworth. Les inclinaisons de ces rayures varient depuis $9^{\circ} 54'$ environ, jusqu'à 12° .

Autriche. — Le gouvernement a seul exposé; il a présenté trois canons de campagne et de montagne, sur lesquels il a aussi fourni, dans une notice très-soignée, tous les détails intéressants :

CANONS			
DE CAMPAGNE		DE MONTAGNE	
	de 8.	de 4.	de 3.
Longueur totale	4 ^m 685	4 ^m 382	948 ^{mm} 24
Longueur de l'âme, en calibres. . .	41.53	44.91	42.27
Diamètre de l'âme	100 ^{mm} 92	81 ^{mm} 24	74 ^{mm} 04
Poids du canon.	498 ^k	263 ^k	84 ^k
Nombre de rayures.	8	6	6
Inclinaison des rayures.	8° 30'	8° 30'	8° 30'
Poids. . .	de l'obus chargé	6 ^k 568	3 ^k 640
	du Schrapnell	7 ^k 700	3 ^k 990
	de la boîte à mitrailles. . .	6 ^k 280	3 ^k 370
Poids. . .	de l'obus incendiaire. . .	6 ^k 840	3 ^k 590
	de la charge, pour le tir de plein fouet.	0 ^k 910	0 ^k 510
	de la charge, pour le tir plongeant	0 ^k 260	0 ^k 178

Toutes ces bouches à feu sont construites en bronze, et rayées.

Grand-duché de Bade. — Le gouvernement n'a pas exposé.

La compagnie de *Carlsruhe* a présenté :

Un canon de 8 et un canon de 4, de campagne ;

Ils ont les formes et les rayures des pièces prussiennes ;

Ils sont en acier fondu.

Belgique. — Le Gouvernement n'a pas exposé.

M. *Frédéric*, de Liège, a présenté :

Un canon de 30 en fonte de fer, ayant à peu près les conditions et dispositifs réglementaires des canons belges se chargeant par la culasse ;

Il est seulement donné comme spécimen d'un système spécial de *culot-obturateur*.

Espagne. — Le Gouvernement avait exposé, en petits modèles, une partie de son artillerie antérieure ; une notice donnait, sur cette artillerie et sur trois bouches à feu nouvelles à grande puissance et en cours d'essais, les renseignements qui sont reproduits :

	CANONS EN BRONZE			CANONS EN FONTE	
	de 12	de 8	de 8	FRETÉS DE	
	centimètres	centimètres	centimètres	16 centimètres	
	court,	long,	court,	de place et côte.	
	de	de	de	n° 1.	n° 2.
	campagne.	campagne.	montagne.		
Longueur de l'âme en calibres	16 51	16	»	16.66	13.65
Diamètre de l'âme . .	124mm 2	86mm 5	86mm 5	164mm 4	164mm 4
Diamètre à la culasse.	»	»	»	620mm	594mm
Poids du canon. . . .	918k	311k	100k	4.100k	2.835k
Nombre de rayures (en hélice)	»	6	6	3	»
Inclinaison id.	6° 40' 53''	6° 53' 20''	6° 33' 20''	4° 27' 42''	»
Poids du projectile (obus oblong). . . .	40k 350	4k 320	4k 320	28k	28k
Poids de la charge du canon	»	»	»	3k	»

CANONS EN FONTE FRETTÉS			
	de 21 centimètres rayé.	de 16 centimètres rayé.	de 28 centimètres lisse.
Longueur de l'âme	3 ^m 766	3 ^m 20	3 ^m 92
Longueur de id. en calibres	17.37	20	14
Diamètre de l'âme	216 ^{mm} 7	160 ^{mm}	280 ^{mm}
Poids du canon.	11,692 ^k	6,558 ^k	12,667 ^k
Nombre de rayures (en hélice).	6	»	»
Inclinaison de id.	5° 41' 42''	»	»
Poids du projectile, massif.	83 et 110 ^k	45 ^k	87 ^k
Poids de la charge du canon.	12 et 16 ^k	7 ^k 500	22 ^k

États-Unis d'Amérique. — Le Gouvernement n'a pas exposé.

M. Ferris a présenté :

Un canon de petit calibre et à grands effets :

Calibre de l'âme	44 ^{mm} 50
Longueur totale	850 00
— de la chambre	203 00
Diamètre de la chambre double environ de celui de l'âme	
Poids du boulet	3 kil. 170
— de la charge	1 » 585
Rayures progressives.	

Ce canon est en fer et formé de plusieurs parties réunies ; il est rayé.

France. — L'exposition de la France se compose :

De l'exposition du Gouvernement, service de l'armée et service de la marine ;

Et de deux expositions particulières, celles de MM. Petin et Gaudet et Voruz aîné.

Le Gouvernement français a présenté :

Service de l'armée. — Les bouches à feu qu'il emploie réglementairement, au nombre de onze ;

Service de la marine. — Cinq bouches à feu, à grande puissance, de construction nouvelle, et deux bouches à feu d'embarcation ; il ne sera donné aucun détail sur ces dernières qui sont semblables à celles de même calibre, 12 de campagne et 4 de montagne, de l'armée.

Service de l'armée.

	CANONS RAYÉS EN BRONZE				CANON de côte EN FONTE. — OBUSIER de 80, lisse.
	DE SIÈGE		DE PLACE		
	de 24. court.	de 12.	de 24.	de 12.	
Longueur totale du ca- non, y compris le bouton de la culasse.	2 ^m 404	2 ^m 290	3 ^m 534	3 ^m 170	2 ^m 840
Longueur de l'âme, en calibres.	13.46	16.5	20.2	23.2	40.48
Diamètre de l'âme . .	152 ^{mm} 7	124 ^{mm} 3	152 ^{mm} 7	124 ^{mm} 3	223 ^{mm} 3
Diamètre à la culasse.	130 ^{mm}	113 ^{mm}	147 ^{mm}	135 ^{mm}	167 ^{mm}
Poids du canon. . . .	2,060 ^k	880 ^k	2,740 ^k	1,550 ^k	3,636 ^k
Prépondérance de la culasse.	»	65 ^k	135 ^k	77 ^k	175 ^k
Nombre de rayures. .	6	6	6	6	»
Inclinaison des rayures en hélice.	6° 30' 20''	7° 44' 20''	6° 30' 20''	7° 44' 20''	»
Poids du projectile (obus oblong). . . .	24 ^k	11 ^k 500	24 ^k	11 ^k 500	27 ^k (obus)
Charge de poudre du canon	2 ^k 300	1 ^k 200	2 ^k 500	1 ^k 400	3 ^k 500

Ces bouches à feu sont construites en bronze et rayées, excepté le canon-obusier de 80, en fonte de fer, lequel doit être transformé, ainsi qu'il l'a déjà été dans la marine, en canon rayé et fretté, lançant une bombe de 82 kilogrammes.

MORTIERS EN BRONZE			
	de 32 centimètres.	de 27 centimètres.	de 15 centimètres.
Longueur totale du mortier.	896mm	765mm	524mm
Longueur de l'âme (y compris la chambre), en calibres	2 14	2.11	2.36
Diamètre de l'âme	325mm	274mm	151mm 3
Diamètre extérieur à l'emplacement de la bombe	329	464	202
Poids du mortier	1,300 ^k	930 ^k	70 ^k
Poids de la bombe	72 ^k	49 ^k	7 ^k
Charge de poudre, pour le tir à 45°.	de 0 ^k 442 à 5 ^k 460	de 0 ^k 344 à 3 ^k 674	de 0 ^k 014 à 0 ^k 140

CANONS RAYÉS EN BRONZE			
	DE CAMPAGNE		DE MONTAGNE
	de 12.	de 4.	de 4.
Longueur totale du canon, y compris le bouton de culasse.	2 ^m 066	4 ^m 600	960mm
Longueur de l'âme, en calibres	14.938	16.185	9.396
Diamètre de l'âme	121mm	83mm 5	86mm 5
Diamètre à la culasse	298mm	225mm	173mm
Poids du canon.	620 ^k	333 ^k	100 ^k
Prépondérance à la culasse.	80 ^k	44 ^k	45 ^k
Nombre de rayures.	6	6	6
Inclinaison des rayures, en hélice	7° 14' 20"	6° 53' 20"	6° 53' 20"
Poids du projectile (obus oblong).	11 ^k 500	4 ^k	4 ^k
Charge de poudre du canon	4 ^k	0 ^k 550	0 ^k 300

Tous les canons sont construits en bronze et rayés.

Service de la marine :

	CANONS				
	de 16 centimètres	de 19 centimètres	de 24 centimètres	de 27 centimètres	de 42 centimètres lisse.
Longueur totale. . . .	3 ^m 385	3 ^m 800	4 ^m 560	4 ^m 660	6 ^m 050
Longueur de l'âme, en calibres	49.04	47.96	47.4	45.3	43.05
Diamètre de l'âme . .	0 ^m 1647	0 ^m 194	0 ^m 240	0 ^m 2744	0 ^m 424
Diamètre à la culasse.	0 ^m 634	0 ^m 772	0 ^m 970	1 ^m 113	1 ^m 360
Poids du canon. . . .	5,000 ^k	8,000 ^k	14,500 ^k	20,000 ^k	37,000 ^k
Prépondérance de la culasse avec la fer- meture de culasse.	150 ^k	200 ^k	240 ^k	320 ^k	340 ^k
Nombre de rayures. .	3	3	3	3	»
Inclinaison finale des rayures, en parabole	6°	6°	6°	6°	»
Poids du boulet massif et du boulet creux de rupture.	45 ^k	75 ^k	144 ^k	246 ^k	300 ^k sphérique.
Poids de leur charge de tir.	7 ^k 300	12 ^k 500	24 ^k	36 ^k	50 ^k
Poids de l'obus oblong en fonte	34 ^k 490	32 ^k 250	100 ^k	144 ^k	200 ^k sphérique.
Poids de la boîte à mitraille	20 ^k 500	28 ^k 500	54 ^k 540	»	»
Poids de leur charge de tir	3 ^k	8	16 ^k	24 ^k	»

Toutes ces bouches à feu sont construites en fonte de fer frettée ; quatre sont rayées ; celle de 42 centimètres est à âme lisse, boulet sphérique.

MM. Petin et Gaudet ont présenté comme spécimen de leur fabrication :

Un canon de 24 centimètres en acier fretté, se chargeant par la culasse, construit d'après les tracés du service de la marine ; il est terminé, sauf le rayage et l'appareil de fermeture :

Longueur totale	3m 406
Longueur de l'âme, en calibres.	24.13
Diamètre de l'âme	0mm 240
Diamètre à la culasse.	0mm 890
Poids du canon.	16,000 ^k
Poids du boulet massif.	192 ^k
Poids de sa charge de tir.	32 ^k

CANON
de 24
centimètres
en acier.

Cette bouche à feu est construite en acier fondu par le procédé *Bessemer*; elle doit être rayée.

M. *Voruz* aîné avait exposé 10 bouches à feu fabriquées dans ses ateliers :

Campagne et montagne ;

Un canon de 12 rayé de campagne,
— de 4 — —
— de 4 — montagne.

Ces bouches à feu sont en *bronze* et des modèles de l'armée ;

Quatre canons rayés, *en acier*, de 4 de campagne et de montagne, de modèles qui lui sont propres, et un canon de 4 léger en acier, pesant 50 kil., modèle spécial.

Siège et place :

Un mortier de 15 centimètres en bronze, du modèle de l'armée.

Marine et côtes :

Deux canons de 16 centimètres en fonte frettée ;

L'un se chargeant par la culasse,

L'autre par la bouche ; modèles de la marine.

Cette collection était complétée par les modèles, à échelle réduite, de sept autres pièces.

Trois mortiers en bronze de 32, 27 et 22 centimètres et

quatre canons de la marine, à grande puissance, 42, 27, 24 et 19 centimètres.

Hollande. — Le Gouvernement hollandais a seul exposé ; il a présenté quatre canons :

Un canon de 125^{mm} rayé, lequel est un ancien canon de 24-151^{mm}7, ramené à son nouveau calibre par un doublage intérieur en bronze ;

Un canon de 4 rayé, provenant de même d'un canon de 6 ; cette pièce a été sciée en deux moitiés longitudinalement, pour faire voir les effets produits sur le bronze de doublage, par un tir prolongé ;

Un canon en bronze de 1, pour embarcations ;

Un mortier en bronze de 13 centimètres, à la Cohorn, pour le même service.

Prusse. — Le Gouvernement prussien n'a pas exposé.

L'exposition de cette nation se compose de trois expositions particulières, celles de messieurs *Krupp*, *Berger* et *Grüson*.

M. Krupp a présenté :

Six canons dont trois à grande puissance et trois de campagne et de montagne :

	CANONS		
	de 1,000.	de 9 pouces.	de 132 mm.
Longueur totale	5 ^m 560	4 ^m 372	3 ^m 67
Longueur de l'âme	4 ^m	»	»
Longueur de l'âme, en calibres	»	»	0 ^m 152,4
Diamètre de l'âme	0,356	0,228 ^{mm} 6	»
Longueur en calibres jusqu'au devant de l'obturateur	11,13	»	»
Nombre de rayures	40	32	24
Poids du canon	50,000 ^k	12,000 ^k	4,250 ^k
Poids du boulet massif	550 ^k	150 ^k	40 ^k
Poids du boulet creux	500 ^k	125 ^k	»
Poids de la charge de tir	de 50 à 55 ^k	de 17 ^k 500 à 20 ^k	de 4 à 5 ^k

Un canon de campagne de 6, rayé au système prussien, à fermeture de culasse du système *Wahrendorf* :

Longueur totale	2 ^m 040
Diamètre de l'âme	0 ^m 0916
Poids total du canon	430 ^k
Nombre de rayures	18
Poids du boulet creux	6 ^k 800
Poids de la charge de tir	0 ^k 600

CANON de campagne de 6 rayé.	
Longueur totale	2 ^m 040
Diamètre de l'âme	0 ^m 0916
Poids total du canon	430 ^k
Nombre de rayures	18
Poids du boulet creux	6 ^k 800
Poids de la charge de tir	0 ^k 600

Un canon de campagne de 6, construit exactement comme les canons de 4 prussiens quant aux rayures et au mécanisme à double coin, système *Kreiner* ;

Il a les mêmes poids, dimensions et projectiles que le précédent.

Canon de montagne en acier rayé, fait sur le modèle français et pesant 97 kil.

Toutes ces bouches à feu sont construites en acier fondu et rayées.

M. Berger a présenté :

Un canon de 8 de campagne, du système de fermeture *Broadwell* ; le trou de fermeture est préparé ; la fermeture n'existe pas ;

Un canon de campagne de 4, à rayure prussienne ; mécanisme à double coin ;

Un canon de 8 pouces, fermeture de culasse, système *Kreiner* ; âme non rayée, pesant 5,660 kil.

Ces trois bouches à feu sont en acier fondu.

M. Gruson a présenté :

Un canon de campagne, à fermeture du système *Wahrendorf*, modifié quant à l'obturateur et au porte-obturateur.

Ce canon, en fonte durcie, est présenté comme spécimen de ce mode tout nouveau de fabrication, et aussi pour son obturateur spécial.

Russie. — Le Gouvernement russe et les usines privées qui fabriquent pour son service ont exposé à peu près collectivement :

Quatre canons en acier, et un certain nombre de fragments de canons en fonte de fer, éclatés dans les épreuves à outrance qu'ils ont subies ; les canons ne sont pas terminés ; l'âme n'a pas reçu ses rayures ; la fermeture de culasse n'existe pas ;

Deux modèles de canons de 24, service des côtes et service des places :

CANONS		
	DE CÔTE rayé.	DE PLACE rayé.
Poids du canon.	4,000 ^k	3,000 ^k
Poids du boulet	29 ^k 450	29 ^k 450
Poids de la charge.	4 ^k	2 ^k 450

Un canon de 8, se chargeant par la bouche, ayant les formes ordinaires de ces pièces ;

Un canon de 4 ayant les formes des canons prussiens du système *Wahrendorf*.

L'un des canons de 24 et celui de 4 sortent de l'usine de *Perm*, appartenant au gouvernement ; les deux autres sortent de l'usine de *M. Oboucpoff*.

Un fragment d'un canon de 7 pouces, en fonte, sortant de l'usine de *Kamensk* ;

Un fragment d'un canon de 10 pouces, en fonte, de l'usine de *Givoblagodate* ;

Une rondelle prise dans la masselotte d'un canon de 6 pouces, de l'usine d'*Alexandroffok*, appartenant au gouvernement.

Saxe. — Le Gouvernement de la Saxe n'a pas exposé.

L'usine de *Doehlen* a présenté :

Un canon de 4 en acier fondu, rayé, se chargeant par la culasse, mais non pourvu de sa fermeture.

Suède et Norwége. — L'exposition des gouvernements de *Suède* et de *Norwége* avait présenté trois canons, dont deux à grande puissance :

CANONS			
	de 26 centimètres, lisse.	de 22 centimètres, rayé.	de 2 pouces, rayé.
Longueur totale	4 ^m 30	4 ^m 30	4 ^m 50
Diamètre de l'âme	0 ^m 267	0 ^m 227	0 ^m 076
Poids du canon	42,700 ^k	43,600 ^k	262 ^k
Poids du boulet	68 ^k	»	»
Charge de poudre	17 ^k	»	»

Ces canons se chargent par la bouche; ils sont en fonte de fer; le canon de 22 centimètres est fretté à deux rangs.

L'usine d'*Ankarsrum* a présenté :

Un canon de petit calibre en fonte de fer, construit d'après le tracé de M. *Engstrom*.

ARTICLE II.

MODE DE CONSTRUCTION.

Description des méthodes de fabrication des bouches à feu.

Les qualités exceptionnelles de résistance, tant à la rupture des parois qu'aux compressions et dégradations intérieures, qu'on cherche aujourd'hui à donner aux bouches à feu, proviennent, on le sait, de deux créations nouvelles : l'une, générale, est le système d'artillerie qui emploie nécessairement des projectiles plus lourds, recevant un mouvement de rotation dans l'âme par des dispositifs divers qui usent et écrasent

le métal de la pièce ; l'autre, dérivée de la première, est la muraille cuirassée de fer qui a remplacé les murailles en bois, incapables de lutter contre ce système d'artillerie, et qui, par son propre accroissement de force, a obligé cette artillerie à augmenter encore le poids de ses boulets et de ses charges de poudre.

Déjà la création générique, le système d'artillerie rayée, dont l'exposition de Londres, en 1862, contenait des spécimens d'une certaine valeur, avait fait admettre par plusieurs puissances que les métaux simples et d'une fabrication facile, le bronze et la fonte de fer, devaient être abandonnés : le bronze, parce que les parois et les rayures étaient trop promptement refoulées et dégradées au détriment de la justesse du tir ; la fonte de fer, à cause de sa ténacité insuffisante.

Ces puissances avaient donc entrepris avec ardeur les études et les expériences qui leur fourniraient des métaux, simples ou composés, plus résistants ; et ces premières recherches, continuées partout dans le même sens, ont produit les méthodes de construction qui ont été représentées, avec plus de valeur et dans des proportions parfois gigantesques, à l'exposition de 1867, à Paris.

Tels sont : les procédés anglais imaginés par sir Armstrong, par lesquels, à l'imitation de ce qui se faisait pour les fusils, les canons sont fabriqués en fers tournés en spirale et soudés ; les procédés de la marine française, qui donnent à la fonte de fer, au moyen d'un cerclage extérieur en acier, la solidité qui lui manquait ; et enfin l'emploi de l'acier fondu martelé, préféré par la Prusse et par plusieurs États d'Allemagne.

Cependant d'autres nations persistaient à conserver, pour leurs canons de petits calibres et de calibres moyens, de campagne, de siège et de place, les deux métaux anciens, tout en s'appliquant, soit à améliorer ces métaux, soit à diminuer les dégradations intérieures par des dispositifs de rayures et de projectiles plus favorables. A l'égard de ces bouches à feu destinées à des efforts modérés, cette persévérance était per-

mise sous cette condition que la durée du service de ces pièces serait sensiblement réduite ; c'était là du moins l'opinion commune.

Mais dès que la muraille cuirassée fit son apparition sur les mers, menaçant de s'établir, de même et avec de plus fortes épaisseurs, dans certains postes à terre, on dut, pour les bouches à feu qui avaient à la combattre, renoncer aux efforts moyens et aux méthodes de construction que ceux-ci toléraient encore avec le système rayé ; il sembla qu'il y avait nécessité à poursuivre avec plus d'énergie les recherches commencées, afin d'obtenir des effets suffisants contre ce nouveau mode de défense.

En même temps, les avis se partagèrent sur la convenance d'adopter, pour ce genre de combat, l'artillerie lisse, et, dans le système rayé, de choisir les petits calibres ou les calibres supérieurs.

Les uns pensèrent qu'on devait développer, de préférence, toute la puissance de pénétration dont ce système était capable, en se servant de projectiles relativement très-lourds, mais du plus petit diamètre possible, et en les poussant avec les charges de poudre les plus fortes possible ; les autres jugèrent que la solution vraie et seule réalisable était, dans ce même système rayé, de combiner le poids et la longueur des boulets suivant des proportions rationnelles avec leur diamètre, et de ne demander à la poudre que des tensions modérées.

La première de ces opinions, qui ne redoute ni les difficultés théoriques ni les difficultés pratiques, et qui a donné lieu à plusieurs essais avortés, n'a été représentée à l'exposition de 1867 que par le petit canon de M. Ferris, de 44 millimètres ; la seconde, qui s'est préoccupée davantage des difficultés à vaincre, et qui surtout a compris qu'il s'agissait de faire, dans les murailles attaquées, non pas des trous profonds et de très-faible diamètre, mais des blessures à grands volumes, a fourni la presque totalité des bouches à feu exposées.

Enfin, d'autres, dominés par des idées de simplicité ou, comme paraît l'avoir été la nation américaine des États-Unis, par des conditions d'urgence qui ne laissaient pas le temps nécessaire à des études de longue durée, jugèrent qu'il était plus avantageux de rester dans l'artillerie antérieure à âme lisse, en s'élevant jusqu'à l'extrême dans les calibres, afin d'avoir des boulets ronds d'un poids suffisant sous un grand volume, animés d'une vitesse égale ou supérieure à celle des boulets oblongs de l'autre artillerie. Cette opinion n'a été représentée, au Champ-de-Mars, que par un canon français de 42 centimètres, un canon suédois de 26 centimètres, et par quelques fragments de canons russes.

C'est l'application de ces trois opinions différentes, exigeant des bouches à feu d'une résistance plus ou moins grande, qui a motivé les modes de fabrication qui vont être examinés. Cet examen peut encore être fait par nation ; car, ainsi qu'il a été dit plus haut, chaque nation a ses méthodes spéciales, lesquelles n'ont pas été imitées par les autres dans des conditions d'ensemble, et surtout pour celles de ces méthodes qui sont vraiment nouvelles.

Angleterre. — La fabrication du *Gouvernement anglais* et celle de sir *Armstrong*, qui en est le prototype, sont représentées par de nombreux exemples ; les deux seront réunies dans une même description.

Le principe de cette fabrication, déjà très-connue, est l'emploi de tubes ou manchons, superposés par couches successives, chaque tube ou manchon exerçant sur ceux qu'il recouvre une pression initiale et permanente, de telle sorte qu'il supporte une part proportionnelle, réglée par le serrage qu'on a donné, des efforts intérieurs produits par le gaz de la poudre.

En outre, ces tubes eux-mêmes sont obtenus par un procédé spécial, nommé *Coïl-principe*, qui est basé sur l'emploi du fer travaillant dans le sens de la plus grande résistance,

celui de l'étirage; le fer, étiré en barres trapézoïdales ou rectangulaires, est enroulé en forme de spire autour d'un mandrin, puis chauffé et soudé, la spire étant placée debout, sous le choc vertical d'un puissant marteau. Les spires, ainsi façonnées sur une certaine longueur, sont ensuite soudées entre elles et donnent un tube ou manchon.

Ces tubes sont placés à chaud sur le tube à recouvrir, lequel est froid; on apporte dans cette opération, qui d'abord était exécutée avec beaucoup moins de précision, les soins de tournage, d'alésage et de mesurage des diamètres, qui doivent assurer la bonne réglementation des serrages successifs.

Le tube intérieur est continu et percé de part en part; il est fermé, à l'arrière, par une rondelle en fer dont l'avant est fortement concave et qui sert d'obturateur; en arrière de cette rondelle, on en place une autre, plus mince, en cuivre doux; le tout, tube et rondelles, est appuyé contre une vis formant culasse du canon qui est logée dans la partie arrière filetée du premier manchon de recouvrement. C'est donc ce bloc de culasse et le manchon, qui supportent les efforts du recul; mais les autres manchons sont agrafés sur celui-ci, de telle sorte qu'ils sont tous solidaires, quant à cette traction horizontale, tant par leur serrage que par ces agrafes.

Le nombre de ces manchons varie suivant les calibres et les épaisseurs des bouches à feu :

Les canons de 9, 12 et 40 livres ont deux manchons superposés au tube intérieur;

Le canon de 64 livres en a trois ;

Celui de 7 pouces en a trois ou quatre ;

Ceux de 9 et de 12 pouces en ont quatre.

L'un des manchons ou le manchon de la couche supérieure, s'il n'y en a qu'un, porte les tourillons.

Dans les premières périodes des fabrications, le tube intérieur et les tubes enveloppes étaient en fer de bonne qualité; plus tard le gouvernement essaya de remplacer le fer par l'acier doux homogène pour le tube intérieur, afin d'éviter les

défauts de soudure transversaux que la poudre mettait parfois à découvert; ces tentatives paraissent avoir eu un plein succès, grâce à la qualité des aciers employés, et cette modification est devenue réglementaire.

Sir Armstrong, auquel est dû l'ensemble de la méthode, n'a pas encore adopté définitivement le tube intérieur en acier doux; et il est aisé de comprendre qu'on hésite. En effet la valeur générale de la méthode repose plutôt sur les propriétés de malléabilité et d'extensibilité du bon fer nerveux qui compose les couches successives de ces bouches à feu que sur ses propriétés élastiques et sur la permanence, contre l'action soit du temps soit des tirs, de la tension initiale des couches extérieures; or l'acier, ayant un module d'élasticité supérieur à celui du fer, s'étendra moins que ce dernier sous la même pression et ne transmettra pas parfaitement les efforts aux couches successives extérieures; s'il s'étend suffisamment, et à moins qu'il ait des qualités exceptionnelles, il pourra finir par se fendre longitudinalement. C'est pourquoi on a pu observer, dans plusieurs de ces bouches à feu, le *canal de sûreté*, percé, comme la lumière dans la masse, mais n'aboutissant qu'à la surface extérieure du tube, afin de donner une issue au gaz si celui-ci était fendu. Les canonniers, ainsi prévenus, arrêtent le tir; et, à côté d'un inconvénient, se trouve un gage assez réel de sécurité pour la vie des hommes.

M. Fraser, surintendant à l'arsenal de *Woolwich*, a introduit dans la méthode générale de construction, et indépendamment de l'adoption du tube intérieur en acier, deux changements importants quant à la simplification du travail et à la réduction du prix de revient; il s'est appliqué à diminuer le nombre des manchons enveloppes et, en même temps, à n'employer pour les construire que des fers de qualités et de valeur moyennes.

L'exposition de *Woolwich* offre un spécimen de corps de canon pour une pièce de 25 tonnes; le manchon extérieur, entièrement forgé, a été formé avec une barre ayant 73 mètres de longueur et 120 sur 110 millimètres en travers. Les deux

autres ont l'un 64 mètres, l'autre 54 mètres de longueur. Ce beau morceau qui pèse 18 tonnes donne une grande idée des moyens de forgeage dont on dispose.

Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que ces recherches de *M. Fraser* vers la simplification de la méthode ont été poursuivies, et que, au moment où ces rapports sont écrits, il a été fait des canons à grande puissance qui sont seulement composés d'un corps de canon, d'un tube intérieur, non percé à l'arrière, et de la pièce de culasse; le corps est en deux parties réunies l'une à l'autre par une espèce d'emboîtement, le renfort et la volée. La fabrication de ces deux parties est toujours faite d'après le même mode à rubans, soit en une seule couche, soit en plusieurs soudées ensemble, les inclinaisons des spires superposées étant inversées. Le tube intérieur est toujours fait en acier doux; la confection de ces tubes qui, après le forage, sont soumis à une excellente méthode de trempe à l'huile, paraît offrir aujourd'hui une sécurité presque complète.

M. Whithworth. Le principe de construction adopté par *M. Whithworth* pour ses bouches à feu est le même que celui du gouvernement anglais, quant à l'emploi de tubes ou manchons superposés par couches successives et ayant, les uns sur les autres, un serrage déterminé; mais tous ces tubes, au lieu d'être en fer forgé, sont en acier fondu de qualité supérieure.

Le tube intérieur est encore d'un seul morceau; il est fermé à l'arrière par une rondelle-obturatrice; cette rondelle est soutenue par un bloc de culasse, ayant, dans sa longueur et suivant les calibres, des parties tournées à des diamètres différents, lesquels correspondent aux diamètres du tube intérieur, à celui du premier manchon et même du troisième, de telle sorte que ces parties filetées se vissent en même temps dans le tube et dans un ou deux manchons, et ce bloc de culasse forme comme le lieu commun, à l'arrière, de ce tube et des manchons. Il en résulte encore que les tubes ou manchons les plus rapprochés du tube intérieur et ce tube lui-même

sont rendus solidaires pour supporter l'action du recul.

Le nombre des manchons varie avec les calibres ;

Le canon de 10 livres est d'un seul bloc d'acier ;

Le canon de 7 pouces, le plus fort de ceux qui ont été exposés, est composé d'un tube intérieur et de trois couches de manchons ; ces couches elles-mêmes, d'après leur longueur, sont composées de un, deux ou trois cylindres dont les joints sont simplement réunis par contact, la rigidité du tout étant principalement due au tube intérieur ;

Un manchon extérieur, plus court, compris entre deux autres et agrafé avec eux, porte les tourillons ;

Tout cet ensemble du canon de 7 pouces est donc formé de neuf parties réunies entre elles.

Le placement successif des diverses couches ne se fait pas à chaud comme dans l'autre procédé, mais à froid et au moyen d'une très-forte presse hydraulique. Les surfaces intérieures et extérieures sont tournées coniques avec la précision si remarquable que M. Whithworth sait partout réaliser, et introduites les unes sur les autres jusqu'au degré de serrage déterminé ; la pente des cônes est de $1/100^e$.

Les canons de ce constructeur se distinguent par l'élégance de leur forme, due à une assez grande longueur d'âme et à des épaisseurs modérées.

La construction en est pour le moins aussi compliquée et aussi coûteuse que celle de sir Armstrong. La solidité du système réside dans les soins mécaniques et dans la valeur rigoureusement contrôlée de l'acier. M. Whithworth, en effet, n'admet dans l'atelier l'acier qu'on lui livre ou qu'il fabrique, qu'après lui avoir fait subir des épreuves sévères, dans son état naturel, et au moyen de petits cylindres pris dans une rondelle de cet acier ; ces cylindres sont percés et soumis à une certaine charge de poudre, les deux orifices étant hermétiquement fermés. Après quoi, si l'acier est bon, il est trempé à l'huile par un procédé spécial qui doit augmenter beaucoup sa résistance.

M. Palliser. — Les canons construits d'après la méthode de M. Palliser, et dont le canon de 9 pouces est le seul spécimen exposé, sont composés de un ou, de préférence, de deux tubes intérieurs et d'une enveloppe en fonte de fer formant le corps de la bouche à feu.

Les tubes sont en acier de qualité supérieure ou, le plus souvent, en fer forgé à rubans. Ils peuvent être mis en place par deux procédés différents ; soit à chaud et avec un certain serrage, en élevant le corps du canon à une température suffisante et en réglant convenablement les diamètres, soit en les introduisant dans le moule à canons et coulant la fonte autour d'eux.

Le premier procédé est nécessairement applicable aux anciennes bouches à feu en fonte de fer qu'on veut transformer dans ce système.

Le système est fondé sur ce principe exact que, dans un cylindre soumis à des efforts intérieurs, les couches concentriques successives de ce cylindre supportent une part d'autant plus grande de ces efforts, qu'elles sont plus rapprochées de la couche intérieure ; c'est donc rationnellement à l'intérieur que doivent se trouver les métaux les plus résistants, l'acier ou le fer forgé ; la fonte de fer, placée à l'extérieur, n'étant plus soumise qu'à des efforts moindres, pourra leur résister.

En outre, ces efforts seront mieux répartis sur sa surface, et cette surface elle-même n'aura pas été affaiblie par les rayures qui sont des lignes de rupture comme préparées à l'avance.

Le canon exposé a soutenu d'assez fortes épreuves de tir, qui ont été rappelées sur un tableau placé à côté de lui.

Le gouvernement anglais paraît être entré décidément dans le mode de M. Palliser, du moins pour la transformation en pièces à plus grande puissance de ses anciennes bouches à feu en fonte de fer.

Autriche. — Les canons exposés par le gouvernement au-

trichien sont en bronze coulé ; ils ne donnent lieu à aucune remarque nouvelle.

Grand-Duché de Bade. — Compagnie de *Carlsruhe*. — Les canons de cette compagnie sont fabriqués en acier fondu au creuset et soumis à un martelage énergique ; ils sont d'un seul bloc dans lequel les tourillons ont été réservés au martelage.

États-Unis d'Amérique. — *M. Ferris*. — Le canon de *M. Ferris* est d'une construction complexe, ayant de l'analogie avec celle des canons anglais, quant au principe.

Ce canon est en acier ou, peut-être, en fer forgé ; le renfort, ou corps du canon, est un cylindre ayant ses deux bases parallèles et composé, suivant sa longueur, de deux demi-cylindres ; chacune de ces moitiés, si le renseignement est exact, serait soudée à l'autre par un procédé secret. L'ensemble de ce cylindre comporte un tube intérieur, deux couches de manchons et un rang de trois frettes, dont l'une, celle de l'avant, est à tourillons, et l'autre, celle de l'arrière, porte deux longues branches parallèles à l'axe qui s'étendent à une certaine distance de la tranche de culasse.

Ces branches, percées à leurs extrémités, reçoivent un fort essieu transversal, renflé au milieu, tournant par ses fusées dans les deux trous qui le soutiennent, et donnant passage à la vis centrale qui ferme la culasse quand le chargement est fait.

Le serrage de cette vis, très-longue, s'opère au moyen d'un volant à manivelle fixé à l'autre bout.

La volée du canon, beaucoup moins épaisse que le renfort cylindrique, est fortement vissée dans celui-ci et épaulée contre sa face antérieure.

Le principe de cette construction, quant à la résistance, est donc encore l'emploi de tubes ou manchons superposés, placés les uns sur les autres avec un serrage déterminé, et fabriqués

avec des métaux de choix ; il reste certains procédés de préparation qui ne sont pas connus.

On donnera plus loin le dispositif intérieur qui, en permettant les effets considérables qu'on signale et les efforts qui les produisent, exigent de cette petite bouche à feu une solidité exceptionnelle.

France. — Service de l'armée. — Les bouches à feu exposées sont en bronze coulé ; elles ne donnent lieu à aucune remarque nouvelle.

Service de la marine. — Les bouches à feu exposées sont en fonte de fer consolidée par des frettes extérieures en acier puddlé.

Elles sont coulées creuses, sans qu'on ait appliqué la méthode de refroidissement forcé, par l'intérieur.

Le renfort, ou plutôt le corps du canon, depuis la tranche de culasse jusqu'à la naissance de la volée, est recouvert d'un ou de deux rangs de frettes, suivant les calibres ; le calibre de 16 centimètres n'a qu'un seul rang ; celui de 19 centimètres a deux rangs jusqu'aux tourillons ; celui de 24 et celui de 27 centimètres ont deux rangs sur toute la longueur frettée. L'une des frettes porte les tourillons ; elle est néanmoins fabriquée, comme les autres, en acier puddlé à rubans, et formée de deux frettes soudées entre lesquelles, avant le soudage, les tourillons ont été engagés par des amorces.

Les frettes sont placées à chaud avec tous les soins nécessaires ; on leur donne un serrage déterminé d'après les diamètres et les qualités des métaux, et sous la condition de se tenir assez loin des limites d'élasticité, afin que ce serrage soit permanent.

Les frettes sont seulement jointives et ne sont pas agrafées entre elles ; elles sont disposées plein sur joint quand il existe deux rangs.

Les tracés de construction sont faits dans des conditions complètes de similitude pour les quatre canons rayés, et aussi

pour le canon de 42, à âme lisse, dont les épaisseurs ont été réduites suivant les mêmes règles.

La valeur de ce système simple et économique dont l'artillerie *belge*, à Liège, avait fourni un premier exemple vers 1840, et que M. *Blakely* avait appliqué plus récemment en Angleterre, repose, comme principe, sur la tension initiale donnée aux frettes-enveloppes, qui reporte sur elles la plus grande part des pressions intérieures; elle repose, comme exécution, sur le calcul exact des épaisseurs des deux métaux et du serrage, et enfin sur les qualités de ces métaux et du travail.

MM. Petin et Gaudet.—Le principe de construction du canon de 24 centimètres, exposé par cette usine, est le même que celui de la marine française; ce canon est renforcé par un frettage régnant jusqu'à la volée, et dont une frette porte les tourillons.

Mais la fabrication du corps même de la pièce est différente; il est fait en acier fondu par la méthode *Bessemer*, et soumis à un martelage très-énergique.

Le coulage est opéré à noyau; le bloc d'acier creux reçoit, après une préparation préalable, un mandrin intérieur en fer fort, et le martelage s'exécute entre ce mandrin et des étampes dont la série a des diamètres décroissants. Cette méthode cherche à réaliser plusieurs résultats : éviter les éclatements internes et les solutions de continuité qui en sont la conséquence, et qui se produisent dans les blocs massifs d'acier par des refroidissements et des chauffages mal répartis; donner plus sûrement une température suffisante pour un bon forgeage aux parties intérieures du bloc; et, par suite, obtenir dans ces parties essentielles un véritable étirage de l'acier, étirage que n'éprouvent qu'imparfaitement, dans leur milieu, les gros blocs travaillés pleins.

D'ailleurs, les usines de ces fabricants peuvent produire l'acier fondu au creuset en quantités aussi considérables que l'exigerait la construction des plus grandes bouches à feu; leur

exposition contient de très-beaux échantillons de cet acier qui, jusqu'ici, a été préféré pour les constructions d'artillerie.

Cette exposition offre aussi des collections de frettes à canons, remarquables par leurs dimensions et par l'aspect de leurs surfaces. Ces frettes, comme celles livrées à la marine, sont fabriquées avec des barres d'acier puddlé, d'une élasticité déterminée, roulées en spirales, soudées et fortement laminées; elles offrent ainsi une grande solidité, l'acier travaillant dans le sens de l'étirage. D'ailleurs, quelques légers défauts de soudure transversaux seraient sans influence sur la résistance et les qualités élastiques.

Près de cette collection de frettes se trouvait un bloc d'acier fondu pesant 25 tonnes, et destiné à prouver la puissance de fondage de l'usine et la qualité des produits; ce bloc, brisé en deux parties, montrait un beau grain, exempt de toute soufflure apparente.

M. Voruz aîné. — La plupart des canons exposés par **M. Voruz**, en bronze, acier, ou fonte frettée, sont présentés comme spécimen des moyens de travail de cette usine, et sont construits suivant les tracés et les règles des services de l'armée et de la marine.

Les canons en bronze et en fonte sont fabriqués par l'usine même; les blocs d'acier bruts et les frettes lui sont fournis par **MM. Petin et Gaudet**.

La méthode de frettage ou de pose de la frette à tourillons de deux canons en acier de 4 est différente; dans l'un, la frette est posée à chaud et tenue en place, sans ressaut, par son serrage et par deux vis; dans l'autre, elle est retenue contre le recul par une bague en deux parties, encastrées, faisant épaulement par leur saillie, et maintenues elles-mêmes par une petite frette-enveloppe.

Hollande. — Deux des bouches à feu présentées par le gouvernement *hollandais* sont en bronze, et fabriquées dans les conditions habituelles.

Mais les deux autres, celle de 125 millimètres et celle de 4, attirent l'attention, offrant l'exemple d'un procédé de fabrication très-intéressant.

Ce procédé consiste à remplir de bronze, après un alésage préalable, un canon en fonte de fer, neuf ou à transformer au système rayé, et à forer cette masse intérieure jusqu'au diamètre qu'on veut donner à la nouvelle pièce, puis à pratiquer les rayures dans l'épaisseur conservée du métal introduit; de telle sorte qu'après ces opérations, il reste à l'intérieur de la fonte un tube en bronze, d'une épaisseur faible, quoique suffisante pour le résultat à obtenir.

C'est donc un tubage en bronze, analogue à celui qui se fait avec l'acier ou le fer forgé supérieur, mais fondé sur un principe différent.

On doit admettre, en effet, que le bronze ne contribue pas, comme le fait l'acier, à la résistance propre; il y contribue indirectement par sa malléabilité, laquelle empêche la surface de ce métal, en contact avec les gaz de la poudre, de se fissurer graduellement sous les chocs instantanés des explosions successives; or, on sait que ce sont ces fissures, se produisant rapidement dans les pièces en fonte soumises à de grands efforts, qui deviennent les causes prédominantes de destruction pour ces bouches à feu. En outre, grâce à cette couche de bronze interposée, le diamètre de la partie en fonte ayant augmenté, la surface de cette partie supporte des tensions moindres, ces tensions sont plus uniformément exercées; et enfin, cette surface, n'étant pas rayée, est soustraite à une cause énergique de destruction. Au surplus, ces derniers avantages se retrouvent aussi dans le tubage en acier, tel qu'il a été décrit plus haut (Angleterre); mais là, le bénéfice en est très-secondaire, et la résistance propre des tubes d'acier est dominante.

Prusse.— *M. Krupp.*— Cet habile industriel n'a pas, pour la construction et la fabrication de ses canons, de méthode qui

lui soit propre ; ce qui fait, pour ainsi dire, sa spécialité, c'est la grandeur des moyens de travail dont il dispose et la qualité des produits qu'il livre.

La plupart des canons exposés ont été fabriqués dans un seul bloc d'acier fondu et martelé ; les tourillons sont enlevés au marteau dans le bloc. C'est ce mode simple qui paraît avoir été pendant longtemps suivi et préféré, en le poussant jusqu'aux limites où il était encore d'une exécution sûre et pratique. Il semble que le canon de 9 pouces, de 12 tonnes environ, soit cette limite ; car le canon de ce calibre qui a été exposé porte déjà une frette à tourillons.

Le canon de 1,000, pesant, avec sa fermeture, 50,000 kilogrammes, est composé d'un corps de canon cylindrique et de trois couches de tubes ou manchons superposés et ayant sans doute, les uns par rapport aux autres, un serrage déterminé ; l'un des manchons porte les tourillons. Le corps du canon est en saillie, sur le frettage, à l'avant et à l'arrière ; c'est dans cette partie de l'arrière, non frettée, qu'est logée la fermeture de culasse.

Cette gigantesque bouche à feu qui ne peut pas être citée comme un type de construction normale témoigne de la puissance de l'usine d'où elle est sortie.

Comme preuve de cette puissance et de la beauté de son acier, M. Krupp a aussi présenté un énorme bloc rectangulaire d'acier coulé, pesant 40,000 kilogrammes ; cette masse a été séparée en deux morceaux, afin d'en faire voir la cassure, dont le grain est, en effet, remarquable.

En outre, l'usine fabriquant des canons d'acier, systématiquement frettés, lorsque la commande lui en est faite, on a exposé plusieurs frettes d'un excellent travail. Ces frettes sont en acier fondu au creuset et coulé plein, sous forme de plaque de dimension convenable ; on pratique dans cette plaque, à la tranche et au marteau, une ouverture centrale, laquelle est ensuite agrandie à l'aide de coins ; puis on la porte sous un

laminoir, par lequel elle est étirée circulairement comme les bandages de roues.

Pour les frettes à tourillons, le laminage est remplacé par le forgeage et le façonnage au marteau.

Il paraît que M. Krupp, qui cependant connaît très-bien l'art de tremper les grosses masses d'acier, n'emploie pas cette méthode, la considérant comme dépourvue d'efficacité. Les épreuves qu'il fait subir aux aciers qu'il livre sont très-fortes, et semblent être très-probantes quant à la qualité du métal ; quelques épreuves de tir, subies avec des résultats très-satisfaisants par ses canons, sont citées et détaillées dans les notices fournies par lui.

M. Berger. — Les canons sont en acier fondu au creuset martelé et d'un seul bloc ; les tourillons ont été réservés au martelage.

D'ailleurs aucun renseignement particulier n'a été donné sur les procédés et la puissance de travail de l'usine de *Viton-sur-Ruhr*, dont les produits jouissent d'une bonne réputation.

M. Gruson. — Le canon exposé par M. Gruson est une nouveauté, non pas quant au métal même qui a été employé, mais quant au mode de préparation de ce métal.

Ce canon est en *fonte de fer trempée* ; la dureté et la raideur de la fonte vont en augmentant de l'intérieur à l'extérieur. La fonte employée est obtenue par des mélanges analogues à ceux qui servent à la fabrication des projectiles trempés que livre cette maison ; les procédés de détails ne sont pas connus.

En outre, le corps du canon est fortifié par un manchon d'acier.

Cette petite bouche à feu est donc, si d'ailleurs le métal réunit les qualités qu'on lui attribue, dans d'excellentes conditions de résistance propre, puisque la fonte, durcie artificiellement à l'extérieur, est nécessairement en tension sur celle de l'intérieur, participant ainsi au bénéfice du principe

des manchons superposés avec un serrage déterminé. Le manchon extérieur d'acier ajoute encore à cette résistance intrinsèque ; ce manchon est introduit sous l'effort d'une presse hydraulique.

Il sera parlé plus longuement de ce métal, fonte trempée ou fonte dure, lorsqu'on s'occupera des projectiles pour la confection desquels il est généralement employé.

Russie. — Les canons exposés par l'usine de *Perm* appartenant à l'État, et par *M. Oboucpoff et C^{ie}*, sont en acier fondu, martelé, d'un seul bloc, les tourillons ayant été réservés au martelage.

La construction et la fabrication de ces bouches à feu n'ont rien de spécial.

Les renseignements fournis indiquent une puissance assez considérable de production et une qualité excellente du métal ; l'un des canons de 24, celui de l'usine de *Perm*, a supporté une épreuve très-forte qui n'a laissé aucune trace de dégradations intérieures.

En outre, ces renseignements font connaître que, pour une partie de son artillerie, la Russie fabrique ou fait fabriquer des canons en fonte de fer, se chargeant par la culasse, et préparés dans le système rayé ; elle les emploie en même temps que les anciens canons en fonte, transformés, frettés et rayés.

Elle fabrique aussi, dans le système à âme lisse et à boulet sphérique, des canons en fonte de fer de calibres très-élevés, de 10 à 15 pouces ; on a appliqué au coulage de ces pièces le procédé américain de *M. Rodman*. Plusieurs d'entre elles ont subi des épreuves considérables ; et les spécimens présentés pour ces fontes montrent de belles cassures.

Suède et Norwége. — Les canons de 22 et de 26 centimètres que le gouvernement de *Suède* et de *Norwége* a présentés sont en fonte de fer.

L'un d'eux, celui de 26 centimètres, est dans le système à

âme lisse, n'offrant d'autre intérêt que la qualité même de la fonte qui sort de l'usine de *Finspong* où ces pièces ont été fabriquées, usine dont les produits ont une réputation si méritée de supériorité.

L'autre, du système rayé, est recouverte de frettes en acier, suivant le mode qui a été décrit au sujet des canons français.

Ces bouches à feu ont été coulées à noyau, avec refroidissement intérieur par un courant d'air forcé, peut-être même d'air humide.

Le petit canon de 2 pouces, rayé, fabriqué aussi à *Finspong*, est le seul exemple de l'emploi de la fonte pour les pièces de campagne, que toutes les autres nations construisent en bronze, en fer forgé ou en acier. On sait, au surplus, que dans les calibres faibles, la bonne fonte de fer, sous des épaisseurs et des poids encore pratiques, a une très-grande résistance ; on s'en servait beaucoup autrefois pour ces petits calibres de campagne de 4 et de 6.

Résumé. — Si l'on résume cette longue description, on reconnaîtra qu'il existait au Champ-de-Mars onze méthodes de fabrication des bouches à feu, différant plus ou moins les unes des autres, soit par la nature du métal employé, soit par les dispositions de la construction ; ce sont :

Trois méthodes reposant sur l'emploi des métaux simples ou fondus en alliage :

La fonte de fer ;

Le bronze à canons ;

L'acier fondu au creuset et martelé d'un seul bloc ;

Et huit méthodes d'une construction complexe, donnant ce qu'on a appelé des canons composés :

Les canons de *sir Armstrong*, à rubans et à tubes superposés, fabriqués en fer forgé supérieur, et demandant leur valeur de résistance à un métal fort et nerveux, employé dans le sens de sa plus grande ténacité, celui de l'étirage ;

Les canons de *M. Whitworth*, formés de tubes ou man-

chons superposés, lesquels sont fabriqués en acier fondu au creuset et martelé ;

Les canons de *M. Krupp*, formés d'un corps épais d'acier fondu au creuset, martelé et recouvert d'un ou de deux rangs de manchons ou de frettes en acier fondu de même qualité ;

Les canons de *MM. Petin et Gaudet*, formés de même d'un corps épais d'acier fondu de même qualité, mais obtenu au *Bessemer*, et recouvert de frettes en acier puddlé sans soudure ou rubanné ;

Les canons de la marine française et le canon suédois, formés d'un corps épais en fonte de fer et recouverts d'un ou de deux rangs de frettes en acier, les frettes françaises étant les mêmes que celles de *MM. Petin et Gaudet* ;

La valeur de résistance de ces quatre méthodes paraît reposer, de préférence, pour les pièces à corps en acier, sur la qualité même du métal, et tout au contraire pour les pièces à corps en fonte, sur la valeur de leur frettage enveloppe ;

Les canons de *M. Palliser* formés d'un corps en fonte de fer, fondu sous les dimensions extérieures que doit avoir la pièce, et revêtus intérieurement d'un épais tubage en fer forgé, mode dont la valeur de résistance est due à peu près entièrement à celle du tubage intérieur ;

Enfin les canons *hollandais* formés, comme les précédents, d'un corps en fonte de fer, mais garnis intérieurement d'une couche mince de bronze, mode qui paraît avoir surtout pour effet de protéger et d'aider la fonte, en suppléant à son défaut de ductilité et la préservant du rayage.

Ces diverses méthodes ont produit des bouches à feu qui ont des qualités plus ou moins grandes de résistance et de durée ; ces qualités sont dues soit à la méthode elle-même et à son application plus ou moins parfaite, soit à la valeur intrinsèque des métaux, soit à celle qui leur a été donnée par un travail spécial. La discussion de fond et la comparaison de ces qualités ne sauraient trouver place dans ce rapport dont les conclusions, s'il en présentait, manqueraient de leur criterium

nécessaire, l'exécution, sur une vaste échelle, d'expériences de tir faites dans des conditions semblables ou en relations convenables. Mais il n'est pas sans intérêt d'indiquer, et toutefois entre des limites d'appréciation assez larges, les prix auxquels reviennent les différentes bouches à feu fabriquées d'après les méthodes qui ont été décrites.

Les *canons simples* coûtent, au kil., suivant les calibres et les poids, et selon qu'ils sont estimés industriellement ou dans les fabriques de l'État :

En fonte de fer, chargement par la bouche, de	0 ^f 50 ^c à 0 ^f 85 ^c
En bronze, même chargement	3 50 à 4 50
En acier fondu au creuset, d'un seul bloc, avec fermeture de culasse.	3 50 à 6 50
Le prix de 3 fr. 50 c. s'applique aux calibres inférieurs.	

Les <i>canons à tubes</i> en fer forgé superposés, et à tube intérieur, en fer ou en acier, chargement par la bouche	3 00 à 3 50
Ceux de construction à peu près semblable mais en acier fondu au creuset	4 00 à 5 00
Ceux avec corps en acier fondu au creuset et revêtu de frettes à l'extérieur, avec fermeture de culasse, mode qui ne s'applique qu'aux calibres ordinaires des pièces à grande puissance	5 00 à 6 50
Ceux pareils en acier fondu par le procédé Bessemer, avec fermeture de culasse	30 0 à 4 00
Ceux en fonte frettée, fabrication de l'État, avec fermeture de culasse.	0 85 à 1 00
Ceux en fonte tubée à l'intérieur en fer ou acier, chargement par la bouche.	,
Ceux pareils tubés en bronze.	,

ARTICLE III.

MODES DE CHARGEMENT DES BOUCHES A FEU ;
APPAREILS DE FERMETURE DE CULASSE ET D'OBTURATION ;
APPAREILS DE MANIEMENT DES GROS PROJECTILES.

Les canons de calibres grands ou petits, de même que les armes à feu portatives, n'admettent que deux modes de chargement, soit par la bouche, soit par la culasse.

Sur cette question de principe, la solution s'est montrée comme imposée, à l'exposition de 1867, pour les armes portatives dont tous les types nouveaux se chargent par la culasse ; mais il n'en a pas été de même pour les pièces de canon, quel que fût leur calibre et quel que fût le genre de service auquel elles étaient destinées. On peut dire que les pièces préparées pour l'un ou l'autre mode de chargement étaient à peu près en quantités égales ; ce ne serait donc pas par la comparaison des chiffres que l'opinion, si elle avait à se prononcer sur le principe, devrait s'éclairer et décider.

Il est d'ailleurs à remarquer que le jugement à porter sur la convenance de choisir l'un ou l'autre mode n'est pas à conclusion aussi simple et aussi générale que pour l'arme portative ; l'examen se complique, en effet, de difficultés plus grandes d'exécution et de considérations plus nombreuses d'emploi pour le chargement par la culasse.

Les difficultés d'exécution consistent, indépendamment de la dépense, dans la solidité de la construction de la partie arrière du canon et de l'appareil de fermeture, ainsi que dans la réalisation d'une obturation parfaite des gaz avec un dispositif résistant, sûr, et ne ralentissant pas le tir.

Les considérations d'emploi se rattachent au service même que doit faire le canon ; or, ces services sont très-variés, service de campagne en plaine ou derrière des épaulements passagers ou des plis de terrain, service de siège derrière des

épaulements à embrasure, service de place derrière des épaulements à embrasure ou à barbette, service de casemate derrière des embrasures; enfin, pour la marine, service des ponts des navires, soit dans les batteries couvertes percées de sabbords, soit sur le pont supérieur à découvert, et service des embarcations.

Il est certain que les avantages du chargement par la culasse, qui seraient très-précieux pour tel genre de service, le sont beaucoup moins, si même ils ne deviennent pas nuls, pour tel autre. Sans se proposer de faire une discussion sur ces comparaisons, on peut citer les deux espèces de service de guerre qui, sous ce rapport, sont comme en opposition; le tir de campagne et le tir des casemates, plus encore celui des navires.

Dans le premier, la situation, personnel et matériel, dangers, destructions, rapidité de tir, manœuvre de l'affût, reste à peu près la même avec l'un ou l'autre mode de chargement;

Dans le second et surtout celui des navires, le mode par la culasse abrite mieux les chargeurs, permet de réduire les dimensions des embrasures, n'oblige jamais à mettre hors de batterie si le recul est incomplet, rend le soulèvement et l'introduction des lourds projectiles plus aisé et moins dangereux.

A ces considérations d'emploi, il faut en ajouter une spéciale, dont la valeur est encore subordonnée au genre de service même de la bouche à feu, c'est la justesse plus ou moins grande que peuvent donner au tir quelques dispositifs de rayures ou de projectiles, lesquels ne sont praticables qu'avec le chargement par la culasse.

On comprend donc que les opinions des gouvernements et des constructeurs n'aient pas été en accord aussi complet que pour l'arme portative, et qu'il y ait eu partage dans l'ensemble; et cependant on entrevoit déjà le résultat vers lequel l'opinion est entraînée, celui même que nos pères ont recherché dès l'apparition des bouches à feu, le chargement par la culasse.

Mais ce qui se comprendrait moins, si l'on faisait trop bon marché des difficultés d'exécution de ce mode de chargement, lesquelles augmentent si rapidement avec les calibres, c'est la préférence qu'il a obtenue chez telle puissance pour un genre de service, celui peut-être où il est le moins utile, et pour lequel une autre puissance conservait exclusivement le chargement par la bouche. C'est ainsi que, dans l'exposition anglaise, tous les canons de campagne se chargent par la culasse, et que les plus gros canons, ceux de marine ou autres, se chargent par la bouche, tandis que, dans l'exposition française, on a pu voir absolument le contraire sur les deux systèmes complets de bouches à feu de cette nation.

En même temps, la Prusse et tous les Etats allemands, la Russie, la Belgique, offraient de nombreux spécimens qui semblaient indiquer l'adoption presque exclusive, du moins dans l'artillerie rayée, du mode de chargement par la culasse pour les bouches à feu de tous les services.

Quoi qu'il en soit de ces préférences et des motifs qui les ont déterminées, l'aspect général de l'artillerie exposée présentait d'ailleurs des différences beaucoup moins nombreuses et moins tranchées dans les dispositifs adoptés pour le chargement des canons, que dans ceux qui ont été appliqués à l'arme à feu portative.

Dans la description qui va suivre, on ne rencontrera rien qui ait dû être signalé quant au mode uniforme du chargement par la bouche, si ce n'est un ou deux appareils destinés au maniement des gros projectiles ; pour le chargement par la culasse, au lieu de la variété ingénieuse des systèmes qui ont été essayés sur les fusils, on n'en remarquera que deux principaux, la variété, quant à l'application de chacun d'eux, ne s'observant plus que dans les détails.

L'un de ces systèmes, celui qui a été le plus généralement choisi, est le système à fermeture transversale ; le canon est traversé, à une certaine distance de la tranche arrière, par une mortaise circulaire ou prismatique, ou réunissant les

deux formes dans laquelle est placé un boulon ou coin, de formes semblables, contre lequel s'appuie l'obturateur, logé soit dans l'âme au contact de la face antérieure du boulon ou du coin, soit dans cette face même qui est pressée contre la tranche du tonnerre. La résistance contre les efforts des gaz qui tendent à arracher la culasse est donc supportée par les parois de la pièce, transversalement et en un lieu où ces parois ont été affaiblies par une large section ; ce défaut du système a conseillé habituellement d'augmenter, plus ou moins, suivant la qualité des métaux, les épaisseurs des parois en ce même lieu de la section transversale. On peut lui adresser une autre critique : la largeur de la section, ajoutée à la longueur de la partie arrière du canon, qu'on est forcé de conserver, réduisent un peu trop la longueur utile au tir de l'âme de la bouche à feu.

Ce système, qui offre, en compensation, d'importants avantages, est dû, comme principe, à M. le baron Wahrendorff ; il semble avoir été adopté par toute l'Allemagne, la Russie et la Belgique.

Le second système, dont les canons de la marine française et celui de M. Ferris étaient les seuls spécimens, est à fermeture centrale ; la partie arrière de l'âme est filetée et reçoit une forte vis qui sert d'appui à l'obturateur porté par elle ou logé dans le tonnerre. Cette disposition simple, et normale quant à la résistance, n'affaiblit point ou très-peu les parois du canon ; elle est même aussi favorable aux bouches à feu tubées ou frettées que l'autre leur serait défavorable ; et en effet, si l'on donne aux filets une inclinaison suffisante, on reporte les efforts du recul dans le sens de la plus grande résistance ; en outre, on fait participer les frettes ou les tubes extérieurs à cette résistance.

Ce système, qui serait moins pratique avec une vis pleine à filets continus comme celle de M. Ferris, doit sa valeur d'emploi à M. John Schenkl, qui s'est breveté, à New-York, en 1853 ; la partie filetée de la vis et de l'écrou est divisée en

secteurs égaux, pleins et vides, de manière qu'on dévisse en ne faisant qu'une fraction de tour et qu'on déculasse par ce mouvement rapide dit à baïonnette. C'est cette idée qui, mal utilisée en Amérique et délaissée, a été heureusement appliquée et perfectionnée en France.

Dans quatre des canons de l'exposition de l'Angleterre, les deux principes de fermeture dont il vient d'être parlé ont été combinés ; l'obturateur, ou mieux la pièce porte-obturateur est introduite par une section transversale, et elle s'appuie contre une vis centrale à l'arrière.

DESCRIPTION.

ANGLETERRE. — Le gouvernement anglais paraît avoir admis en principe que les canons de petit calibre ou de moyen, destinés à la campagne ou aux places, seront disposés pour le mode de chargement par la culasse, et que les canons de calibres supérieurs, ceux de la flotte et des côtes, se chargeront par la bouche.

A l'exposition, le mode de chargement par la culasse était représenté par deux types, appliqués à cinq canons, dont deux de 9 livres, un de 40 livres, un de 64 livres et un de 7 pouces.

Toutes les autres bouches à feu, les canons à grande puissance de 7 pouces, 9 pouces et 12 pouces, étaient à chargement par la bouche.

Chargement par la culasse.

Premier type. — Canons de 9 livres, 12 livres, 40 livres et 7 pouces.

Ce type est du système mixte dont il vient d'être parlé. Le canon est percé de part en part ; à une certaine distance de la tranche arrière, dans la paroi supérieure, est percée une mortaise verticale qui doit recevoir la pièce de fermeture, dite culasse mobile ; en arrière de cette mortaise, l'âme du canon, agrandie et filetée, renferme une forte vis en acier, à laquelle

elle sert d'écrou et qui est creuse, forée au même diamètre que l'âme ou tonnerre dont elle est le prolongement. Cette vis creuse, en tournant dans son écrou, avance ou recule ; elle est manœuvrée à l'aide d'une manivelle montée à son extrémité libre, laquelle, par une disposition particulière, peut être lancée de manière à agir, par son poids et sa vitesse, comme le fait un balancier.

La mortaise verticale du canon donne passage à la culasse mobile ; cette culasse est en acier, de forme plane à l'arrière et présentant à l'avant une saillie tronconique en cuivre ; celle-ci est de forme semblable à un évasement pratiqué dans le métal du tonnerre et dans lequel elle doit exactement se placer quand elle est à son poste et serrée.

C'est cette saillie qui assure l'obturation.

La culasse mobile porte, à sa partie supérieure, une poignée à charnière.

En outre, elle est traversée par un canal de lumière, lequel aboutit à son centre, où a été ménagée une petite chambre à poudre qui peut contenir une cartouche.

Le chargement se fait ainsi :

La culasse mobile étant suffisamment soulevée dans sa mortaise, on introduit dans la vis creuse le boulet et la gargousse, et on les pousse jusqu'à leur poste ; on abaisse la culasse mobile et, en faisant avancer vigoureusement la vis, on applique cette culasse contre le tonnerre, qui se trouve bouché par la saillie obturatrice.

Dans le canon de 7 pouces, l'obturation n'est plus faite par la saillie de la culasse mobile ; elle est produite par un culot en fer-blanc, ayant environ 1 millimètre d'épaisseur, qui se fixe par un boulon à oreilles sur le devant de cette culasse mobile, et qui est remplacé après chaque coup.

Enfin la culasse mobile, à cause de son poids, porte, au lieu de charnière, deux anneaux dans lesquels on passe un levier pour l'enlever ; lorsqu'elle a abandonné sa mortaise, on la couche, le culot en dessus, sur une sellette disposée pour la

recevoir, on la nettoie, on remplace son culot, et, le chargement opéré, on la remet à son poste par la manœuvre inverse.

Deuxième type. — Canon de 64 livres de siège.

Cette fermeture est du même système général que la première ; mais la mortaise pratiquée dans le canon est horizontale au lieu d'être verticale, et la pièce de culasse mobile qui, à cause de sa forme et de son usage, prend le nom de coin, se meut latéralement.

Ce type, simple en apparence, est assez compliqué et d'une construction un peu délicate.

La mortaise traverse entièrement le canon : le tonnerre de l'âme est prolongé dans la partie postérieure de la pièce par laquelle se fait le chargement.

La fermeture ou culasse mobile est composée de deux coins. Celui antérieur, en acier, de faible épaisseur, est à faces parallèles et porte sur sa face antérieure une saillie centrale, circulaire, qui correspond au vide de l'âme et qui reçoit un culot en fer-blanc, servant d'obturateur. Le coin postérieur a sa face arrière inclinée, et la face correspondante de la mortaise a la même inclinaison ; il est pourvu d'un cadre qui glisse dans les faces inférieure et supérieure, se mouvant à l'aide de deux poignées, à gauche et à droite de la pièce.

Les mouvements de ces deux coins sont régularisés par deux tourillons que chacun d'eux porte sur ses faces supérieure et inférieure, lesquels glissent dans des rainures creusées dans les faces de la mortaise et rencontrent, à des distances réglées, des butoirs qui les arrêtent.

En outre, afin d'empêcher que le canon puisse tirer lorsque les deux coins ne sont pas à leur exacte position de fermeture, on a établi un dispositif spécial, dit de sûreté. Un boulon vertical traverse le métal, dans l'axe du canon et au-dessus de la mortaise ; il tombe, quand la fermeture est à son poste de tir, dans un logement creusé dans les faces supérieures du coin

arrière et du cadre, de telle sorte que les trois pièces sont solidaires.

Pour retirer le boulon de son logement et, par conséquent, pour qu'on puisse manœuvrer les coins, on est obligé de faire faire à un verrou placé sur le canon un mouvement de glissement, parallèlement à l'axe, qui couvre la lumière et rend impossible l'introduction d'une étoupille; le mouvement contraire laisse descendre le boulon dans son logement et découvre la lumière.

La manœuvre de tout l'appareil paraît aisée et se fait à la main, avec un ou deux hommes; on pousse le verrou pour couvrir la lumière et dégager le boulon de sûreté et les coins, on tire le coin arrière par la gauche du canon, celui avant par la droite; on nettoie, on place un autre culot; puis, le chargement fait, on ferme par les mouvements contraires, le coin avant et son culot étant appliqués à leur poste par le coin arrière qui les y pousse, sans toutefois exercer sur eux une pression continue de forcement, puisque la position des deux coins est réglée invariablement par des butoirs et par le boulon de sûreté.

C'est là un défaut apparent, qui néanmoins ne nuit pas au bon fonctionnement du culot, suffisamment appuyé et ne servant qu'une seule fois.

Sir *Armstrong*. — Les systèmes de chargement par la culasse dont il vient d'être question sont dus à sir *Armstrong*.

Le canon de 9 pouces, semblable au modèle anglais, qui figurait dans son exposition se charge par la bouche.

Cette belle pièce, établie comme elle l'eût été dans un navire, était pourvue de la lanterne servant, à bord, pour ce dernier mode de chargement.

Cette lanterne est composée d'un demi-cylindre creux dans lequel se place le boulet suivant sa longueur, le culot tourné du côté de la bouche de la pièce; un palan suspendu à une forte tringle en fer, fixée au pont supérieur parallèlement à la muraille, sert à soulever ou à abaisser la lanterne; ce palan

peut courir sur la tringle, son axe de suspension étant l'essieu d'une roulette; enfin la lanterne porte du côté du canon deux forts pitons à œil, lesquels sont destinés à être accrochés à deux crochets vissés dans la tranche de la bouche.

Le projectile, placé dans la lanterne, élevé à la hauteur nécessaire, transporté parallèlement et fixé par les pitons de la lanterne à la tranche de la bouche, se trouve dans le prolongement de l'âme en même temps que ses tenons sont dans le prolongement des rayures; il suffit donc de le pousser, et de retirer la lanterne vide par des mouvements inverses.

Cette opération de chargement par la bouche, exécutée sous le feu ennemi, devant un sabord ouvert, dans un espace étroit et encombré, peut présenter des dangers et des lenteurs; elle a aussi l'inconvénient d'exiger que la pièce ait eu un recul complet ou à peu près, sinon il la faut remettre hors de batterie, ce qui est une manœuvre assez pénible.

M. Whitworth. — Tous les canons exposés et tous ceux qu'a, jusqu'ici, fabriqués M. Whitworth se chargent par la bouche.

AUTRICHE. — Tous les canons exposés par le gouvernement se chargent par la bouche; ce sont d'ailleurs des canons de campagne et de montagne.

GRAND-DUCHÉ DE BADE. — La compagnie de *Carlsruhe*. — Les deux canons exposés qui ont, ainsi qu'il a été dit, les formes et les rayures des canons prussiens, sont aussi à chargement par la culasse.

La fermeture de culasse a la plus grande analogie avec celle cylindro-prismatique de M. Krupp; mais elle en diffère par l'organe d'obturation, et elle porte l'anneau obturateur de M. *Broadwell*.

Elle est du système de fermeture transversale; la mortaise est percée horizontalement.

La culasse mobile se compose d'un coin prismatique, de

même forme générale que la mortaise dans laquelle il se meut ; sa face antérieure est perpendiculaire à l'axe de la pièce ; l'autre est inclinée de manière à produire un serrage, au fur et à mesure que le coin s'enfonce.

Celui-ci est attiré, en avant ou en arrière, au moyen d'une vis attachée au canon et dont les filets sont abattus, sauf le dernier vers le canon, sur la moitié de la circonférence ; le coin est lui-même pourvu d'un demi-écrou correspondant. Grâce à cette disposition ingénieuse, le premier mouvement du coin, pour le retirer, se fait avec la vis, dont la partie des filets conservée engrène dans son écrou lorsqu'on la fait tourner ; après cet effort initial de traction, le mouvement se continue sans peine à la main. Pour introduire le coin et le serrer, ce mouvement est exécuté inversement ; le coin est poussé à la main jusqu'à ce qu'il rencontre le filet entier de la vis ; là, on fait tourner la vis qui achève l'introduction en donnant un serrage graduel.

Lorsque le coin retiré est à son poste de chargement, sa partie arrière, qui a une longueur suffisante et qui est percée d'un trou de même diamètre que l'âme, se place dans le prolongement de celle-ci, de manière à soutenir le boulet et la gargousse au moment où ils traversent le vide de la mortaise.

C'est contre la face antérieure de ce coin ou culasse mobile que s'appuie, par sa face postérieure, l'anneau obturateur.

Cet obturateur a la forme d'une couronne cylindrique en acier élastique ; la partie intérieure est creuse, afin de donner passage à la gargousse et au projectile, et elle a le même diamètre que l'âme, dont elle est le prolongement lorsque l'obturateur est dans le logement qu'il doit occuper fixement.

Ce logement est taillé circulairement dans le métal du canon et à telle position que, l'obturateur y étant placé, la tranche arrière de celle-ci soit dans le même plan que la tranche avant de la mortaise, et par conséquent du coin, lorsque ce coin a été introduit ; par suite, lorsque le coin est serré, la tranche arrière de l'obturateur s'appuie contre lui.

La couronne de cet obturateur a deux rebords : l'un extérieur, plus haut, convexe et ayant la partie supérieure amincie afin qu'elle soit plus élastique ; l'autre plus bas, cylindrique à l'intérieur, du côté de l'âme, à section plane et un peu large en dessus, et raccordé par une courbe à court rayon avec l'autre rebord.

L'obturation est produite par la double action des gaz qui pressent le fond contre la face du coin dans le sens de l'axe et les bords extérieurs contre les parois de leur logement dans le sens transversal.

Cet obturateur qui jouit d'une grande faveur paraît avoir été adopté postérieurement par M. Krupp et quelques-uns des États qui lui font des commandes.

BELGIQUE. — M. *Frédéric*. — Le canon de 30 exposé se charge par la culasse ; le système de fermeture transversale est celui, très-connu, de M. le baron Wahrendorff, adopté par la Belgique, mais dans lequel M. Frédéric a introduit un changement intéressant qui seul sera décrit ici, un obturateur spécial.

Le principe est celui-ci : un anneau en acier, épais, élastique, et rendu plus dilatable par une section transversale complète à joints contrariés, est placé sur une tête centrale, de forme tronconique, qu'il emboîte exactement et sur laquelle, poussé par les gaz, il tend à glisser un peu, prenant, par suite, de l'expansion jusqu'à ce que ses bords extérieurs cylindriques soient exactement appliqués contre les parois de l'âme du canon.

La tête en acier est vissée dans la fermeture, et, au centre, l'anneau est fixé sur elle par un rebord, ménagé vers l'âme à sa petite base, rebord qu'on lui fait franchir de force en le dilatant autant qu'il est nécessaire lorsqu'on l'introduit, et par lequel il est retenu lorsqu'il s'est resserré.

Une mince lame d'acier recouvre le joint de la brisure de l'anneau, du côté de l'âme, pour arrêter les gaz ; en outre, toute

la face antérieure, celle de l'anneau et celle de la tête centrale qui le porte, est recouverte, par surcroît de précaution, d'une rondelle peu épaisse, en cuivre rouge, maintenue par des vis dont l'une, au centre, s'appuie sur une rondelle en tôle.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE. — *M. Ferris*. — La fermeture du petit canon exposé est dans le système à vis centrale. .

La culasse mobile se compose simplement d'une vis pleine, à filets quadruples, qui entre dans un écrou semblable creusé dans le métal du canon. Cette vis, qui se prolonge fort à l'arrière, est supportée par une traverse épaisse au centre de laquelle elle passe et qui elle-même s'appuie, au moyen de deux tourillons, sur deux longues branches parallèles attendant à la surface extérieure de la bouche à feu. Quand la vis a été retirée de son logement, elle bascule autour des tourillons de la traverse et découvre l'âme du canon pour qu'on puisse charger ; le serrage de cette vis se fait au moyen d'un volant à manivelle, placé à son extrémité, et par autant de tours qu'il y a de filets.

L'obturation s'obtient par une pièce plus compliquée. Cette pièce est formée d'un cylindre, aussi fileté, évidé à sa partie postérieure, cet évidement servant à le fixer sur un tenon semblable qui termine la tête de la vis ; à sa partie antérieure, ce cylindre, qui est un prolongement de la vis, porte six petites lames d'acier, lesquelles sont en prolongement de sa surface et dont chacune, ayant une patte recourbée à angle droit, est fixée sur la face antérieure par cette patte et par un boulon court à tête polygonale saillante.

La réunion de ces lames qui sont séparées par un joint très-fin forme un cylindre élastique à joints ouverts ; un autre cylindre entier enveloppe celui-ci et le ferme ; son fond est placé entre les pattes des lames et la face antérieure du cylindre plein, de telle sorte que les boulons robustes qui fixent ces pattes sur ce cylindre le traversent aussi et le fixent lui-même. L'ensemble se compose donc d'un cylindre enveloppe

continu et d'un cylindre intérieur ouvert suivant six joints ; les lames libres et flexibles de ce dernier sont pressées par les gaz contre le cylindre enveloppe, et forcent celui-ci à se dilater et à s'appliquer exactement contre les parois de l'âme.

De plus, la tranche antérieure de la tête de la vis est creusée suivant deux feuillures qui s'emboîtent dans des languettes de même profil, ménagées sur la tranche arrière du canon ; cet emboîtement est à contact forcé par le serrage même de la vis dans son écrou ; il en résulte une seconde garantie contre le passage des gaz qui auraient franchi l'obturateur.

Le canal de lumière traverse la tête de la vis qui porte l'obturateur, et suivant l'axe ; il est prolongé par une forte pointe percée de même, suivant son axe, et qui s'avance jusqu'au milieu de la gargousse où elle porte le feu.

France. — Service de l'armée. — Tous les canons exposés se chargent par la bouche.

Service de la marine. — Les cinq canons de 16, 19, 24, 27 et 42 centimètres, destinés à l'armement des navires cuirassés et des batteries de rades, sont pourvus d'un système uniforme de chargement par la culasse ; la même description s'applique donc exactement à ces cinq calibres.

La fermeture de culasse est construite dans le système à vis centrale et à filets interrompus, les filets de l'écrou étant aussi interrompus symétriquement ; de telle sorte que le mouvement de fermeture s'opère en faisant faire un sixième de tour à la vis pour engager les filets de ses secteurs pleins dans les filets correspondants de l'écrou, ou pour faire passer ces secteurs pleins dans les secteurs vides de celui-ci ; à cette dernière position, l'ouverture s'achève en tirant la vis en arrière et parallèlement à l'axe.

L'ensemble se compose :

D'une vis en acier dur, filetée et divisée longitudinalement en six secteurs, dont trois *pleins*, ayant leurs filets, et trois

vides, dont les filets ont été abattus; l'érou, dans le canon, est disposé semblablement;

D'une rondelle, faite aussi en acier dur, qui s'appuie, par sa face arrière, sur le devant de la vis dans laquelle elle est fixée, tout en conservant la faculté de tourner, par une forte tige centrale logée dans la vis et retenue par une goupille transversale, dont l'extrémité s'emboîte dans une gorge circulaire creusée à cette intention;

D'un obturateur en acier fin, très-élastique, porté par cette rondelle à sa partie antérieure et retenu sur elle au moyen d'un boulon central, vissé dans la rondelle et pourvu d'une tête très-large, en forme de champignon, sous les bords de laquelle sont pressés les bords intérieurs de l'obturateur; cet obturateur a la forme d'un fond de cylindre à parois minces, le fond étant percé d'un trou central qui livre passage à la tige de son boulon; les parois tournées avec soin, amincies sur les bords supérieurs et en dedans, doivent s'appliquer exactement dans le logement qui leur a été préparé dans le canon; c'est par la dilatation de ces parois, sous la pression des gaz, que l'obturation est obtenue; cet obturateur reste en place sur sa rondelle et sert constamment.

Par précaution, pour le cas où, pendant le combat, il surviendrait quelque accident à cette partie antérieure de l'appareil, l'obturateur ou sa rondelle, une rondelle de rechange, munie de son obturateur, est préparée pour remplacer l'autre; de même, en prévision d'une dégradation au logement, un second logement a été ménagé en arrière du premier, et une rondelle montée est prête à être mise en place pour ce nouveau logement.

Pour la manœuvre de cet appareil de fermeture, composé de sa vis et de sa rondelle à obturateur, un support, en forme de console, est placé sur la tranche de la culasse; il a un peu plus que la largeur d'un secteur vide, et sa surface supérieure est le prolongement de la surface du secteur vide du bas, de telle sorte que la vis, tirée en arrière en glissant sur ce sec-

teur, vient se placer sur lui, retenue et guidée par ses deux griffes latérales.

Quand la vis arrive à ce poste, elle heurte, en dessous et près de sa tranche arrière, le bec d'un loquet double à ressort, se mouvant longitudinalement autour d'un axe transversal placé en dessous de la console et dont le bec antérieur, lorsque l'autre postérieur est soulevé par le ressort ou abaissé par la pression de la vis, est abaissé ou soulevé. Abaissé, il est engagé dans une mortaise fixée au canon, par laquelle il retient sa console; soulevé, il est dégagé de cette mortaise, et la console, devenue libre au moment même où ce dégagement a été produit par la rencontre du bec postérieur avec la vis sortie du canon, s'écarte elle-même de l'ouverture de l'âme en entraînant la vis par un mouvement de rotation horizontale autour d'un boulon vertical attaché, sur la tranche arrière de la culasse, par une plaque à oreilles.

Après ce mouvement, l'ouverture de l'âme étant libre, on peut nettoyer et charger la pièce.

La fermeture s'exécute par des mouvements inverses; en ramenant la console à son poste et en poussant la vis pour l'introduire, le bec postérieur du loquet se relève, et l'autre, s'engageant dans la mortaise, fixe la console; quand la vis est entrée complètement dans son écrou, on ferme en l'assujettissant dans ses filets par un sixième de tour; l'obturateur est lui-même appliqué à frottement dans son logement par le petit mouvement en avant que lui donne la marche de la vis dans ses filets.

La tranche de la culasse porte, en outre, deux petits appareils de sûreté.

L'un, le linguet arrêtoir, tourne librement autour de son axe quand il est rencontré par l'extrémité de la manivelle avec laquelle la vis se manœuvre, et retombe quand cette manivelle l'a dépassé, de façon que, si l'on voulait ramener celle-ci en arrière pour ouvrir la culasse, il faudrait relever le linguet avec la main; par conséquent, si, à un coup de canon, la vis

reculait par un dévissage instantané, tournant d'elle-même et entraînant dans ce mouvement de rotation sa manivelle, celle-ci rencontrerait le linguet retombé et arrêterait le dévissage. La culasse ne peut donc s'ouvrir qu'autant qu'on a soulevé volontairement le linguet.

L'autre petit appareil est destiné à empêcher qu'on puisse accrocher le tire-feu à l'étoupille placée dans la lumière quand le mouvement de fermeture de la vis, c'est-à-dire son sixième de tour dans son écrou, n'est pas fait, et complètement. A cet effet, le tire-feu est passé dans un anneau double dont l'œil est en partie fermé par un ressort, lorsque ce ressort n'est pas pressé par la manivelle de la vis; or, cette manivelle ne peut agir sur lui que lorsqu'elle est à son poste exact de fermeture; et, par suite, c'est dans cette seule position que l'œil de l'anneau, suffisamment dégagé, permet le passage du cordon. En outre, comme une résistance seule de frottement n'arrêterait pas un effort de traction vigoureux, le cordon est muni de trois olives qui passent à peu près juste dans l'œil bien ouvert.

Pour charger et conduire le boulet et la gargousse, on emploie une planchette qui, à chaque coup, s'accroche sur la tranche de culasse dans la mortaise même du loquet, et dont la surface supérieure est le prolongement de la chambre de la gargousse; cette planchette recouvre donc le secteur vide du bas de l'écrou et les logements des deux obturateurs; elle a une certaine portée en arrière de la tranche de culasse.

C'est sur cette partie, en saillie, que le boulet est placé, soit à la main, soit à l'aide d'un palan; le chargeur l'y dépose, de manière qu'un rang de tenons soit dans une rayure pratiquée dans le métal de la planchette, laquelle règne sur toute la longueur et aboutit, par devant, à la rayure correspondante de l'âme.

Après quoi, cette planchette est enlevée, et on ferme la culasse.

Dans le service du bord, on manœuvre les lourds projectiles, pour les amener sur leur planchette, à l'aide d'un palan

dont la poulie du bas porte une griffe, ou lanterne, qui saisit le boulet par dessus, et dont l'autre poulie, supportée par l'essieu d'une roulette, peut être traînée à gauche ou à droite, en avant ou en arrière, transportant avec elle le projectile à toute place où se trouverait la culasse du canon. Ces mouvements multiples sont donnés au moyen d'une longue tringle en fer qui se meut circulairement autour d'un axe, fixé au pont supérieur et au-dessus de la volée de la pièce, et qui est soutenue par une autre tringle circulaire fixée au même pont, un peu en avant de la tranche de culasse, celle-ci étant en batterie; la barre droite dépasse d'une longueur suffisante cette circulaire; c'est sur cette partie libre que se meut la roulette du palan, jouissant de ses propres mouvements sur la barre et de ceux circulaires de cette barre.

La même installation sert à monter les projectiles des soutes, par des trous percés dans les ponts, à gauche des affûts, et auxquels le palan peut aboutir.

Dans le service des côtes, le soulèvement du boulet et son placement sur la planchette se font au moyen d'un palan semblable, mais porté par une potence à rotation, fixée sur le châssis ou sur l'un des flasques de l'affût.

MM. Petin et Gaudet. — Le canon exposé, de 24 centimètres, n'a pas d'appareil de fermeture de culasse; mais il est destiné à en recevoir un, qui sera celui même dont se sert la marine.

M. J. Voruz aîné. — Parmi les dix-sept canons, soit en grandeur réelle, soit en modèles réduits, qu'a exposés M. Voruz, seize se chargent par la bouche; un seul, celui de 16 centimètres, en fonte frettée, semblable aux pièces de même calibre de la marine française, se charge par la culasse.

L'appareil de fermeture est du même type que ceux exposés par le service de la marine, mais il en diffère beaucoup dans certaines parties de sa construction. Il a été fait exactement suivant le premier tracé adopté en 1860, et n'a pas bénéficié des perfectionnements qui ont été appliqués depuis 1864.

Néanmoins, la flotte porte encore un nombre assez grand de canons de 16 centimètres rayés, pourvus de ces appareils primitifs, lesquels fonctionnent bien, avec le poids de poudre et de boulet qu'ils ont à supporter.

Hollande. — Les quatre canons présentés par le gouvernement des Pays-Bas se chargent par la bouche.

Prusse. — *M. Krupp.* — Tous les canons exposés par *M. Krupp*, excepté le petit canon de montagne, en acier, fait suivant le modèle français, se chargent par la culasse.

Les divers appareils, différant les uns des autres dans plusieurs parties intéressantes de leur construction, sont tous fondés sur le même principe, l'emploi d'un boulon ou d'un coin transversal supportant, à l'aide d'un obturateur interposé, l'effort des gaz de la poudre. Ces appareils seront décrits successivement; on leur laissera le nom sous lequel ils sont le plus connus.

Type Wahrendorff. — Ce type a été appliqué sur un canon de 6; il a été dit qu'on le rencontrait aussi sur le canon de 30 de *M. Frédéricx*.

Un tampon cylindrique, qui porte à l'avant un culot-obturateur, ou contre lequel ce culot, s'il est placé à la main dans le canon, est appuyé, est fixé à l'extrémité antérieure d'un cadre plat en acier; ce cadre, d'une assez forte épaisseur, est terminé, à l'avant, par le tampon, et évidé dans sa partie postérieure, qui forme ainsi deux longues branches, à l'arrière, par le côté transversal. Le tampon est logé dans la chambre à poudre, à l'arrière; son cadre est placé, dans le canon, sur son petit côté. La traverse arrière du cadre porte une vis, à pas allongé, qui est fixée au tampon et qui permet de le faire avancer ou reculer, indépendamment du mouvement de ce cadre.

Le tampon et son cadre sont retenus à leur poste par un boulon qui traverse le canon et ce tampon lui-même; c'est

lorsque ce boulon a été placé que la vis de rappel du tampon sert à appuyer celui-ci sur son boulon, afin qu'il n'y ait pas de choc au moment de l'inflammation.

Lorsque le coup est parti et qu'on veut ouvrir, on retire le boulon, qui, par un arrêt, reste dans la paroi du canon sur une partie de sa longueur, puis on fait marcher en arrière le tampon et son cadre; les branches de celui-ci glissent dans une boîte, ou portière, appliquée par une charnière contre la tranche de culasse; quand le tampon rencontre la portière, celle-ci s'ouvre en tournant et, entraînant le cadre qu'elle porte, dégage l'entrée de l'âme, afin qu'on puisse charger.

On charge, et on ferme par des mouvements contraires.

La Belgique emploie avec ce système des culots obturateurs en carton; ces culots tiennent à la gargousse pour les petites bouches à feu, et ils sont placés à la main, à l'entrée de la chambre, pour les grosses.

Type Kreiner. — Ce type est présenté sur un canon de 6, encore en usage dans l'armée prussienne.

L'appareil se compose de deux coins dont les faces en contact ont la même inclinaison, afin qu'elles puissent glisser l'une sur l'autre, l'autre face, extérieure, de chacun d'eux étant perpendiculaire à l'axe du canon.

La mortaise transversale où ce double coin est logé a de même ses deux faces perpendiculaires à l'axe; par conséquent, lorsque le double coin a été introduit, si l'un de ces coins est poussé en avant ou tiré en arrière, l'autre avance ou tend à reculer dans un sens perpendiculaire, parallèlement à l'axe de la pièce.

Ce mouvement, qui produit le serrage contre l'avant de la mortaise, ou le desserrage quand on veut ouvrir, est donné par une vis à pas allongé, disposée convenablement et pourvue d'une manivelle.

L'obturation est obtenue au moyen d'un anneau obturateur, en cuivre rouge, qui est placé dans un logement circulaire creusé dans le milieu de la face avant du coin antérieur; le

profil de cet anneau est un triangle rectangle; lorsqu'il est en place, sa base s'appuie contre la tranche du canon et son arête est du côté du coin; les gaz la pressent donc, comme par réaction, de l'arrière vers l'avant.

Pour ouvrir et charger, on rappelle avec la vis le coin postérieur qui glisse en dégageant et entraînant l'autre; on continue le mouvement à la main jusqu'à ce qu'un trou, ou fausse âme, percé dans le coin, se présente dans le prolongement de l'âme du canon pour soutenir le chargement pendant qu'il traverse la mortaise.

Le chargement opéré, on repousse les coins et on donne le serrage comme il a été dit.

Type de M. Krupp, à coin simple. — Appliquée, comme la précédente, aux canons de campagne, cette fermeture se compose d'un seul coin transversal qui se meut dans une mortaise semblable; la face antérieure est perpendiculaire à l'axe de la pièce.

Cette face antérieure porte le même anneau obturateur, en cuivre, dont il vient d'être parlé, et placé de la même manière.

Le mouvement de ce coin se fait à la main, sauf pour le serrer ou le desserrer dans sa mortaise, effort qui se fait à l'aide d'un levier, à excentrique, attaché au coin et prenant son point d'appui sur le canon.

La course du coin, en avant et en arrière, est guidée et réglée par des rainures et par des butoirs. Quand il est au bout de sa course de recul, pour le chargement, sa partie transversale antérieure présente encore une ouverture, fausse âme, prolongeant l'âme elle-même du canon et servant à soutenir le chargement au passage de la mortaise.

Un verrou de sûreté, placé dans la culasse, et qui doit retomber dans un logement préparé dans le coin, assure la position du coin; il faut, avant de faire feu, vérifier s'il est descendu dans son logement.

Les canons prussiens offrent quelques différences dans la disposition de la face antérieure du coin simple ou du coin

double, et dans celle de la tranche correspondante de l'âme, suivant le genre d'obturateur employé.

Lorsqu'on se sert d'un culot obturateur, en carton ou en cuivre, qui se place à la main dans l'âme, la face du coin est plane; la même disposition existe pour les anneaux obturateurs *Broadwell*, dont le logement est creusé dans le métal de la pièce. Avec cet obturateur on se sert, en outre, d'une rondelle mobile en acier, placée dans un logement pratiqué dans la face antérieure du coin, et contre laquelle l'obturateur s'appuie; c'est sans doute par précaution, afin de pouvoir remplacer cette partie importante si elle venait à se dégrader par des fuites de gaz. D'ailleurs, entre cette rondelle et le fond de son logement, est interposé un disque mince de cuivre rouge qui aide à un serrage régulier contre le fond de l'obturateur.

Type à coin cylindro-prismatique. — Les dispositions adoptées par M. *Krupp* pour les petits canons exposés ne sont plus les mêmes pour les grands calibres.

Le coin est encore simple; mais sa partie postérieure, au lieu d'être terminée par une face plane, est un cylindre, dont l'axe et par conséquent la surface cylindrique sont un peu inclinés par rapport à l'axe du canon.

La mortaise a les mêmes formes, lesquelles ont pour résultat de supprimer la cause d'affaiblissement produite par la section à angle droit de cette partie du canon, qui supporte l'effort du tir. L'inclinaison de la surface arrière sert, comme précédemment, à assurer le serrage du coin par les faces antérieures.

Une longue vis, fixée sur la génératrice supérieure de la partie cylindrique du coin par deux coussinets, est placée parallèlement à l'axe du cylindre; un demi-écrou, fixé au canon, fait avancer cette vis et son coin quand on la fait tourner. Une autre vis, placée à l'arrière et parallèle à l'axe du canon, fait marcher un verrou et le pousse dans une pièce liée avec le coin. Cette pièce qui reçoit le verrou sert, à son tour, d'écrou

à une vis courte, parallèle à la grande vis, située à hauteur de l'axe du canon et s'appuyant sur le coin, qu'elle maintient à la position de fermeture.

Quand on veut ouvrir, on arme la vis courte de sa manivelle, et on fait tourner cette vis en arrière pour faire cesser sa pression sur le verrou; on desserre le verrou au moyen de sa vis qui l'entraîne hors de son logement; on arme la grande vis de sa manivelle et on tourne jusqu'à ce que le coin, ainsi rappelé par sa vis, soit arrêté par la chaîne qui l'attache au canon; après quoi, l'ouverture de l'âme étant dégagée, on introduit un cylindre creux, en tôle, *fausse âme*, qui y est fixée par deux crochets vissés, à gauche et à droite, sur la tranche de la culasse; on apporte le projectile sur une civière à bras, également en tôle, qu'on accroche aussi, sur les deux mêmes crochets et à leur cran arrière, de manière qu'elle prolonge la fausse âme; c'est sur ces deux appareils qu'on fait passer le chargement; celui-ci ayant été introduit, on retire la civière et la fausse âme, on place le culot obturateur, en cuivre, dans son logement, puis on ferme par les mouvements inverses à ceux d'ouverture.

Pour le canon de 50 tonnes, dit canon de 1,000, outre toutes les dispositions qui précèdent, l'appareil de fermeture comprenait, à gauche, une console qui soutenait le coin à la position extrême d'ouverture; de plus, le serrage, au lieu d'être obtenu par l'obliquité de la face arrière de la mortaise et de celle semblable du coin, était produit par un second coin, logé dans la partie antérieure du tiroir cylindro-prismatique et mis en mouvement par une vis et un levier.

D'ailleurs cet énorme appareil, nécessairement compliqué, d'une manœuvre lente, et absorbant presque le quart de la longueur totale de la bouche à feu, n'avait pas encore subi l'épreuve du tir.

M. Berger. — Le canon de 20 centimètres exposé par M. Berger se charge par la culasse.

L'appareil de fermeture est du type *Kreiner*, à double coin;

il ne diffère de celui qui a été décrit que par la position de l'arrêt du coin, lequel, au lieu d'être placé en dessus de la culasse, l'est derrière celle-ci et à gauche.

M. Gruson. — Le canon en fonte trempée de *M. Gruson* se charge par la culasse.

Le système de fermeture réunit les dispositions principales de la fermeture prussienne à double coin, et celles de la fermeture *Wahrendorff*.

Le *tampon*, que le constructeur nomme *piston-porte-obturateur*, est fixé à un manchon en bronze et à poignée, lequel remplace le cadre ordinaire ; il est soutenu en arrière, non plus par un boulon cylindrique transversal, mais par un double coin dont les deux parties glissent l'une sur l'autre, ce mouvement étant produit par une vis de rappel pourvue d'une manivelle.

La manœuvre se fait comme il a été dit pour chacune des parties du système.

Pour ouvrir, on retire le coin après avoir desserré avec la vis ; on saisit le manchon par la poignée qu'il porte ; on le retire jusqu'à ce qu'il rencontre la portière fixée à la tranche de la culasse, et par laquelle il est soutenu ; dès que le loquet à ressort qui maintient la portière a joué, celle-ci, le manchon et le piston qu'elle porte, tournent et dégagent l'ouverture de l'âme.

Après avoir chargé, on ferme par les mouvements inverses.

La fixité du tampon ou piston obturateur est assurée, non plus par le rappel contre son boulon-appui, mais au contraire par la pression, de l'arrière à l'avant, du double coin, laquelle, en même temps, le force dans son logement tronconique.

L'obturation, déjà préparée par ce forcement, est complétée par un dispositif spécial.

Sur la face du piston, on a creusé une gorge cylindrique, d'une certaine profondeur, et laissant entre elle et la surface extérieure, en contact avec les parois du logement, une cou-

ronne d'acier d'une assez faible épaisseur ; dans cette gorge est incrusté un anneau en cuivre très-élastique et faisant saillie sur la face ; c'est cet anneau qui, refoulé lui-même dans sa gorge, repousse la couronne extérieure du piston et l'oblige à s'appliquer plus parfaitement contre les parois de son logement.

Russie. — Les canons exposés par la *Russie* se chargent par la culasse.

Les appareils de culasse n'existent pas sur ces canons ; l'un d'eux, de 4 livres, était préparé pour le système *Wahrendorff*.

Un seul, de 8 livres, était à chargement par la bouche.

Saxe. — Le canon de 4 livres, exposé par la *Saxe*, se charge par la culasse ; il n'était pas pourvu de son appareil de fermeture.

Suède et Norwége. — Les canons exposés par la *Suède* et la *Norwége* se chargent par la bouche ; aucun dispositif spécial pour faciliter le chargement des gros projectiles n'a été présenté.

ARTICLE IV.

DISPOSITIFS INTÉRIEURS DES BOUCHES À FEU. — RAYURES DE L'ÂME ET MONTAGE DES PROJECTILES. — CHAMBRE À POUFRE. — LUMIÈRE.

Tout ce qui précède ne se rapporte qu'à la construction même du canon quant à sa solidité et à la sécurité de son tir. L'étendue du tir et sa justesse dépendent des longueurs d'âme, des dimensions des chambres à poudre, des dispositifs des rayures et, corrélativement, de ceux appliqués aux projectiles.

On s'occupera plus spécialement de ces deux dernières parties, les deux autres se rattachant, par une liaison intime, à la qualité des poudres employées et à leur mode d'action. Or, l'Exposition n'a fourni aucun renseignement à ce sujet ; les vitesses et les portées données dans quelques notices ne suffiraient pas pour apprécier ; il faudrait connaître les résultats d'expériences délicates et comparatives. Ces expériences manquent, et il est peut-être regrettable que tous ces engins de guerre, qui figuraient si paisiblement les uns près des autres dans le palais du Champ-de-Mars, n'aient pas été transportés dans un polygone pour y subir des épreuves rivaless, permettant d'en apprécier les qualités destructives. Mais l'exécution d'une pareille entreprise eût été pénible et onéreuse ; nous comprenons qu'on ait réservé l'honneur de ces concours dans le champ d'essai aux moissonneuses mécaniques et à la charrue à vapeur.

L'ensemble des dispositions qui constituent, pour une bouche à feu, un système complet de rayage, est dominé par deux décisions de principe ; l'une, plus liée à la théorie, est le choix à faire de la ligne directrice qui engendre la courbe et, subsidiairement, de l'inclinaison à lui donner ; l'autre, simplement pratique, est l'adoption de l'un des deux modes de chargement, par la bouche ou par la culasse.

Sur la première question, quelles qu'aient été les études faites et les considérations examinées touchant la valeur d'emploi de la ligne droite ou de la courbe parabolique, l'Exposition de 1867 a prouvé que l'accord avait été presque unanime en faveur de la ligne droite donnant une hélice à pas constant ; le service seul de la marine, en France, présente une exception bien tranchée pour la parabole donnant une courbe à pas progressif. Un calibre anglais se montre aussi avec cette même courbe, mais à titre d'essai abandonné, et comme pour en déclarer l'infériorité. C'est que, en effet, ce genre de courbe, très-satisfaisant à l'esprit, se prête mal à l'arrangement des

tenons métalliques ou manchons de plomb, conducteurs du boulet.

Quant à la partie subsidiaire de cette question, l'inclinaison du pas de l'hélice ou celle du pas final de la parabole, elle a été sans doute l'objet d'expérimentations assez nombreuses, lesquelles, si l'on en excepte la notice intéressante de M. Whitworth, qui ne relate, il est vrai, que des tirs à petite échelle, ne se sont manifestées, à l'Exposition, que par des résultats très-variés quoique renfermés dans des limites assez resserrées. On sait d'ailleurs qu'entre certaines limites, la justesse des projectiles n'est pas assez influencée par l'inclinaison de la rayure pour que cette influence devienne patente, nonobstant les autres causes perturbatrices du tir, et d'abord l'obligation de donner souvent au projectile des charges et des vitesses différentes dans un même canon.

Il est cependant à remarquer que, dans un même pays, la fixation des inclinaisons ne paraît pas avoir été soumise à une règle méthodique ; ces inclinaisons ont changé indifféremment, en dessus ou en dessous, avec les calibres et les charges. La marine française seule a adopté un chiffre uniforme pour tous ses calibres, celui de 6 degrés ; — ce chiffre est aussi le plus faible de tous ceux qui ont été constatés.

C'est ici le lieu de rappeler qu'à ces inclinaisons des rayures se lient, avec plus ou moins d'énergie, deux considérations essentielles qui ont dû être consultées : la résistance des bouches à feu, qui sont plus fatiguées par des rayures trop raides, et celle même de tenons ou manchons conducteurs du projectile, que ces rayures, avec de grandes vitesses, pourraient arracher ou écraser ; c'est ainsi que M. *Whitworth*, dans son système polygonal, sans tenons ni manchons-enveloppe, n'a pas craint d'employer des inclinaisons s'élevant jusqu'à 12 degrés.

Le seconde question de principe, celle du mode de chargement par la culasse ou par la bouche, était d'une importance absolue pour les dispositifs, profils de rayures, tenons ou man-

chons-couducteurs, qu'il était préférable de choisir afin d'assurer au projectile les meilleures justesses et de conserver toute la vitesse que la charge de poudre pouvait produire.

Le mode de chargement par la culasse rend plus aisées et beaucoup moins complexes les recherches relatives à ces dispositifs; aussi l'Exposition de 1867 ne contenait-elle que deux systèmes différents dans ce mode de chargement.

L'un, adopté par toutes les puissances, une seule exceptée, consiste à transformer le boulet en l'enveloppant d'une épaisse couche de plomb et à le faire marcher dans des rayures peu profondes, multipliées, à profils aigus ou rectangulaires, dans lesquels il se force comme une balle dans son fusil. Lorsqu'il est appliqué avec toutes les précautions nécessaires, il obture complètement, conserve aux gaz tout leur effet utile, empêche que les parois de l'âme soient dégradées par ceux-ci lorsqu'ils s'échappent entre les parois et le projectile avec des tensions et des températures énormes, et enfin procure des tirs très-justes. Il a, toutefois, pour le combat contre les plaques, l'inconvénient de surcharger le boulet d'un poids imparfaitement utilisé, poids qu'il a fallu néanmoins lancer avec la même vitesse que le projectile, au détriment de la poudre consommée et du canon plus fatigué.

L'autre, préféré par la marine française seule, consiste à placer sur le boulet des tenons, de forme simple, en métaux fermes et malléables, et à faire marcher ces tenons dans des rayures à profondeur progressive, diminuant de la culasse à la volée; les tenons s'y forcent en avançant, centrent le projectile, et lui donnent la fixité nécessaire à un mouvement régulier. On perd un peu de vitesse, mais la perte d'effet utile est relativement moindre que celle causée par la surcharge de plomb; les tirs ont moins de justesse, mais cette qualité est d'autant moins précieuse que les circonstances habituelles des tirs sont elles-mêmes des causes plus multipliées d'inexactitude, et telles sont les circonstances des combats sur mer.

Quoi qu'il en soit de cette discussion où quelques détails ont

été négligés, il semble qu'il soit permis d'hésiter, dans l'état actuel des choses, et sauf perfectionnements de part ou d'autre, entre les deux partis à prendre.

Le mode de chargement par la bouche admet, pour les dispositifs des rayures et des tenons, des procédés beaucoup plus nombreux et plus compliqués.

Les deux moyens qui ont dû être recherchés pour obtenir des tirs satisfaisants sont, chez quelques-uns, la précision des ajustages ; chez les autres, une combinaison ingénieuse de formes, produisant, après une introduction facile, le forcement de tenons en métal mou contre le flanc de tir, abattu en pente douce, plane ou courbe, ou le forcement sous l'âme.

Le premier moyen peut conduire, dans son emploi en guerre, à des difficultés de chargement ; le second, plus pratique, produit des vides dans les rayures, des dégradations dans l'âme et des pertes de vitesse.

Le premier perdra sans doute, avec le temps et à la suite de tirs fréquents, ses qualités de justesse, alors même qu'il serait appliqué avec des métaux durs, projectiles et canons ; le second, se servant pour les tenons de métaux moux, conservera plus longtemps ces qualités, si surtout l'âme du canon est faite en métal dur.

Les longueurs des bouches à feu ont, sur les vitesses, une influence favorable et bien connue ; mais, ainsi qu'il a été dit, leur effet varie sensiblement avec les poudres. Néanmoins, on les a indiquées toutes les fois qu'on a pu se les procurer exactement.

En général, et en écartant les bouches à feu de fabrication antérieures et plus particulièrement celles de place, dont le service exige de grandes longueurs, les canons qui se font le plus remarquer, sous ce rapport, sont ceux de M. Whitworth, qui donne à l'âme jusqu'à 23 calibres, et ceux de la marine française, où les longueurs, dans les pièces à grande puissance, de 24, 19 et 16 centimètres, atteignent 17 et 19 calibres.

Les canons à grande puissance de l'Angleterre et de l'Alle-

magne sont relativement plus courts ; dans les premiers, le poids est, de préférence, obtenu par les épaisseurs aux renforts ; dans les seconds, où les longueurs apparentes sont plus grandes, une partie notable de l'âme est absorbée par leur appareil de culasse.

Au surplus, il est certain que, sous plusieurs rapports, les pièces courtes sont, dans presque tous les genres de service, les plus avantageuses, lorsque l'emploi d'une poudre énergique donne encore des vitesses suffisantes.

Le point d'inflammation de la gargousse exerce, de même, sur les vitesses comme sur la fatigue des parois de la bouche à feu des effets sensibles ; ces effets ont été l'objet, chez presque toutes les puissances et à diverses époques, de recherches méthodiques et intéressantes. Mais là encore se retrouvent l'influence des qualités de la poudre, les conditions de construction et celles de résistance des parois et des appareils de culasse, qui ont le plus souvent empêché de profiter des indications fournies par ces études. Aussi rencontrait-on, parmi les canons exposés, des différences nombreuses ; les uns portent le feu, par l'arrière, au centre de la masse de poudre ou au milieu du culot de la gargousse, les autres à l'angle de celle-ci, d'autres au tiers environ ou au quart de sa longueur.

Enfin, il convient de citer une autre cause qui se rattache à la production des vitesses : c'est le diamètre des chambres à poudre combiné avec celui des gargousses.

Dans les canons se chargeant par la bouche, la chambre à poudre a le diamètre de l'âme dont elle est le prolongement, les rayures étant arrêtées à l'origine de cette chambre ; cette disposition était commune à toutes les bouches à feu rayées.

Dans les canons se chargeant par la culasse, la chambre avait, presque toujours et à très-peu près, pour diamètre, celui du fond des rayures, ou un diamètre un peu plus fort lorsque le logement du boulet devait être tronconique ; sur aucun d'eux ne se manifestait une intention systématique d'agrandissement, excepté sur ceux de la marine française où cette in-

tention était légèrement accusée, avec l'emploi d'un mandrin de gargousse proportionnel. Mais, au contraire, le canon américain de M. Ferris s'est présenté comme le spécimen d'application de cette idée ; et, sans redouter des mécomptes de plusieurs sortes, on a presque fait de sa chambre à très-grand diamètre un véritable fourneau d'explosion.

DESCRIPTION.

Angleterre. — Les cinq canons se chargeant par la culasse, que le *gouvernement* a exposés, ont des dispositions semblables quant aux rayures, au logement du projectile et à la chambre à poudre.

Les rayures sont multiples et de même forme, la forme de dents de scie ; leur pas est constant, la courbe, étant engendrée par une ligne droite, est hélicoïdale ; leur inclinaison, donnée au tableau spécial à ces bouches à feu, varie, suivant les calibres, depuis 8,23 degrés jusqu'à 9,47 ; leur nombre varie aussi suivant les calibres, depuis 38 rayures pour les canons de 9 livres et de 42 livres, jusqu'à 76 pour les 7 pouces ; leur largeur et leur profondeur sont constantes.

Dans la chambre à poudre, l'âme est lisse ; son diamètre est égal à celui du fond des rayures.

A l'emplacement du projectile, les rayures sont abattues sur la moitié de leur hauteur ; elles reprennent leur hauteur totale en avant de cet emplacement.

Le projectile est recouvert de plomb sur sa partie cylindrique ; il a un diamètre un peu plus grand au colot qu'à la naissance de l'ogive, ce qui facilite son introduction dans le logement où il est fixé, et se trouve favorable à un bon forçement et à une obturation plus complète.

Le plomb, maintenu d'abord sur le projectile par des gorges creusées dans le métal, y est plus solidement fixé, aujourd'hui, à l'aide d'un étamage préalable de la surface en contact ; la surface étamée et le plomb s'unissent avec une adhérence suffisante.

Ces dispositions et l'obturation des gaz donnent au tir une grande justesse et augmentent les portées.

Les quatre canons, se chargeant par la bouche, sont préparés suivant deux systèmes différents : l'un, celui de 64 livres, a reçu la rayure de sir Armstrong, connue sous le nom de rayure *Shunt* ; les trois autres, de 7, 9 et 12 pouces, ont reçu la rayure dite de *Wolwich*.

La rayure *Shunt* se compose de deux rayures accouplées, ou mieux d'une seule rayure à deux profondeurs parallèles. La première rayure, la plus profonde, dans laquelle les tenons du projectile entrent très-librement, est la rayure de chargement ; vers son extrémité, le pas de son flanc est plus court, de manière à repousser le tenon dans l'autre rayure. Celle-ci, moins profonde, est la rayure de tir ; sa profondeur, constante d'abord à l'emplacement du boulet, diminue progressivement de ce point vers un autre, situé à une certaine distance de la bouche ; après quoi elle reste uniforme. Par conséquent, les tenons, repoussés dans cette deuxième rayure, la parcourent en y éprouvant un forcement progressif jusqu'au point où ils se meuvent sur des surfaces parallèles.

Il semble qu'on n'a pas obtenu de cet ingénieux dispositif tout ce qu'on en devait espérer ; il a, d'ailleurs, l'inconvénient de diminuer les vitesses, à cause des fuites de gaz.

Le canon a trois rayures pareilles, à pas constant.

Le projectile porte des tenons en bronze vissés dans le métal.

La rayure de *Wolwich* est une rayure simple dont le profil en travers a la forme d'une anse de panier ; le fond est un arc de cercle, décrit du centre de l'âme ; cette surface est raccordée avec celle de l'âme par deux arcs de cercle, qui lui sont tangents, et qui ont, pour rayon, la profondeur même de la rayure.

Le nombre et l'inclinaison des rayures varie avec les calibres ; la largeur est la même ; la profondeur est un peu plus grande dans le canon de 12 pouces que dans les deux autres.

Le canon de 7 pouces a trois rayures ; celui de 9 pouces en a 6 ; celui de 12 pouces en a 9.

Le premier a une rayure à inclinaison progressive, mais qui, à sa naissance, n'est pas parallèle à l'axe, l'arc de la parabole génératrice ayant, à ce point, une inclinaison de 1 tour sur 30 mètres ; le second a une rayure à inclinaison progressive, cette inclinaison étant nulle à la naissance ; enfin, le troisième, de 12 pouces, a une rayure à inclinaison constante.

Les projectiles portent des tenons en bronze, vissés dans le métal ; ces tenons ont un profil semblable à celui de la rayure ; le vent est très-faible.

Ce dispositif, choisi après des essais nombreux qui avaient d'abord conseillé d'adopter la rayure française de la marine, dont on s'est, peu à peu, très écarté, ne jouit d'aucun moyen efficace de forçement, puisque, d'ailleurs, la profondeur des rayures est constante ; la justesse du tir semble donc ne pouvoir être obtenue que par la précision du travail et des dimensions.

La chambre à poudre, dans ces quatre canons, est lisse, du diamètre de l'âme ; les rayures doivent s'arrêter au logement de la plus petite charge lorsqu'il y en a deux.

Le feu est transmis à la charge par un canal de lumière, percé dans un grain aboutissant à peu près au milieu de la gargousse.

Dans les canons à chargement par la culasse du premier système, le feu est mis au centre et à l'arrière de la gargousse par une amorce, placée au milieu de la culasse mobile et enflammée par l'étoupille extérieure dont le feu traverse un canal incliné.

Sir *Armstrong*. — Le canon de 12 livres exposé est pourvu de trois rayures *Shunt*, à pas constant, suivant le dispositif déjà décrit.

Le canon de 9 pouces a été préparé semblablement au canon de Wolwich, de ce calibre ; il en est de même du projectile, si ce n'est qu'il porte trois couronnes de tenons, au lieu de deux, et que ces tenons, que M. Armstrong semblerait

choisir de préférence en zinc, ont la forme d'un trapèze dont la petite base est du côté de l'ogive.

M. *Whitworth*. — Tous les canons exposés par M. *Whitworth*, et même tous ceux qu'il fabrique, depuis le plus petit calibre jusqu'au plus grand, sont établis dans un système uniforme, quant aux dispositions intérieures de l'âme et à celles extérieures des projectiles. Ce système, qui constitue une véritable spécialité, est connu sous le nom de *système hexagonal*.

Ces dispositions sont appliquées à des canons se chargeant par la bouche; mais M. *Whitworth* les déclare également bonnes pour le chargement par la culasse.

L'âme de ces canons n'a pas, à proprement parler, de rayures; son profil est un polygone à six côtés; le profil des projectiles est semblable; les arêtes et, par conséquent, les faces de ce polygone sont inclinées suivant une hélice à pas constant.

Ce profil, simple dans son ensemble, est complété par les détails suivants :

Chaque côté du polygone, au lieu d'être une ligne droite, est une courbe très-légèrement convexe, par rapport au centre; au milieu du côté, sur une petite longueur variable, est ménagée une courbe concave, et en sens contraire, laquelle servira à loger les crasses; c'est le *vent* sur ces côtés. Il en résulte que les faces planes du projectile ne s'appuient que sur les deux arêtes formées, vers le milieu des faces de l'âme, par l'intersection de ces deux courbes.

En outre, les angles de l'hexagone sont remplacés par des arcs de raccordement, tangents aux côtés, et déterminés de telle façon, par un faible recullement, qu'il existe encore un *vent* entre ces angles et ceux du projectile; le projectile, glissant sur les arêtes du milieu des faces, ne touchera donc pas le fond des angles.

Ce mode, perfectionnement des premiers tracés, permet de réunir la précision du placement du projectile dans l'âme, du

moins pour les canons neufs, avec le vent nécessaire à son introduction facile, les crasses et impuretés pouvant se loger dans une grande partie du pourtour de l'âme.

Les projectiles sont coulés avec leurs formes générales; les faces seules sont rabotées sur une partie de leur longueur avec une machine dont le large outil coupe en tournant et en produisant la surface gauche déterminée. Ces projectiles ne portent pas de tenons et ont une grande solidité.

Le pas de l'hélice, suivant laquelle est contourné le polygone de l'âme, est nécessairement constant, et, de préférence, assez fortement incliné; on a pris pour règle de donner de 15 à 17 calibres pour un tour aux canons dont le boulet pèse moins que 6 livres, et de 15 à 18 aux autres dans l'échelle ascendante.

Le calibre nominal des canons de *M. Whitworth* est le diamètre du cercle enveloppe du polygone.

Il est clair que, dans le système décrit, rien n'a été préparé pour assurer au projectile une position fixe et bien centrée au moyen d'un forçement progressif; il ne doit cette position qu'à la précision du travail mécanique et à l'exactitude de son placement entre les surfaces, ou plutôt les arêtes contre lesquelles il se meut à frottement. Ce système paraît avoir donné, le plus souvent, dans les calibres essayés jusqu'ici, de très-belles justesses; sa réputation a surtout été faite par sa carabine.

Autriche. — Les trois canons de campagne exposés par le gouvernement autrichien, et qui se chargent par la bouche, ont six rayures à inclinaison constante.

Chaque rayure embrasse le seizième de la circonférence; le profil a la forme de six dents de scie, le tracé des dents étant excentrique par rapport à la circonférence.

A première vue, la face en saillie de chaque dent semblerait être le flanc de tir, qui, par sa résistance presque normale, donnerait le mouvement de rotation au projectile; il en est

autrement, et cette partie saillante est le flanc de chargement. Le mouvement de rotation est obtenu par la résistance presque tangentielle qu'éprouve la surface courbe, en plomb, du projectile, profilée symétriquement, à glisser sur celle de la rayure, la partie à moindre rayon de cette surface tendant, par le mouvement de translation, à monter, en s'y forçant, sur celle à rayon plus grande de la rayure.

Il en résulte un forçement presque indéfini, par lequel le projectile doit être très-bien centré et acquérir de belles justesses, si, d'ailleurs, ce forçement trop facile ne devient pas une cause d'accidents avec les fortes charges et dans les grands calibres.

L'inclinaison du pas, $8^{\circ} 30'$, est faible, ce qui convient à ce mode de rayure.

Les rayures sont prolongées jusqu'à la chambre à poudre ; mais, vers leur extrémité, le flanc de ce chargement devient plus raide, de manière à repousser le boulet et à lui donner un commencement de forçement. Ce mouvement est aidé et achevé à la main par les chargeurs, en faisant tourner le refouloir, lequel s'agrafe sur la tête ogivale du projectile par deux tenons saillants qui entrent dans deux trous correspondants de la tête.

Les projectiles sont montés avec une épaisse enveloppe de plomb, couvrant leur surface cylindrique, et présentant le même profil et les mêmes saillies excentriques que les rayures de l'âme.

Belgique.—*M. Frédérix.*—Le canon de 30 de M. Frédérix, construit à très-peu près dans le système belge, est disposé à l'intérieur pour l'emploi d'un projectile revêtu d'un manchon de plomb.

L'âme comprend 15 rayures ; ces rayures sont à inclinaison constante ; il en est de même de leur largeur ; leur profondeur ne varie pas ; elles ont 22 millimètres de largeur et 1 millimètre de profondeur.

Le logement du projectile et la chambre à poudre sont lisses.

Le projectile est recouvert par un manchon en plomb, retenu par des cannelures dans les deux sens ; il est coulé sans que les surfaces aient reçu un étamage préalable.

La profondeur des rayures est petite ; l'épaisseur du plomb serait, paraît-il, assez faible ; cependant, les projectiles de l'artillerie belge passent pour donner une bonne obturation et des tirs d'une très-belle justesse.

Il est d'ailleurs extrêmement difficile d'avoir des renseignements un peu développés et exacts sur cette artillerie.

GRAND-DUCHÉ DE BADE. — Les canons exposés par la compagnie de *Carlsruhe* ont les rayures semblables, ou à très-peu près, à celles des canons prussiens dont il sera parlé plus loin.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE. — Le petit canon de M. *Ferris*, de 46 millimètres de calibre, est préparé avec un dispositif de rayures et de boulet, approprié au chargement par la culasse.

Il porte 20 rayures à profil rectangulaire ; leur largeur, au fond, est de 4 millimètres ; leur profondeur, qui paraît constante, est de trois quarts de millimètre environ.

Ces rayures sont à inclinaison progressive ; mais, à l'origine, elles ont déjà une certaine inclinaison de 2° à peu près, celle à la sortie étant de 4° ; elles se prolongent jusqu'à 20 millimètres de la chambre à poudre, réservant ainsi une partie lisse destinée à loger la partie arrière, emplombée, du projectile.

Les projectiles, qui sont de trois formes différentes, portent, à l'arrière, une assez mince ceinture de plomb, ayant 17 millimètres de largeur ; dans l'un des boulets, celui qui est formé d'une ogive, d'un cylindre au milieu et d'un tronc de cône à l'arrière, le plomb est placé sur un culot en bronze, qui se fixe sur un fort tenon central, réservé, en saillie, dans le culot du boulet.

Ces dispositions indiquent que le boulet, à son poste de tir où son corps et sa partie emplombée sont entrés avec liberté, n'est pas centré régulièrement; il se force en commençant sa course dans les rayures.

Rien d'ailleurs dans ces dispositions n'a un caractère de nouveauté, et ce n'est pas là, sans doute, qu'on doit chercher la valeur balistique de ce spécimen de bouche à feu.

Mais la chambre à poudre n'est plus, quant à son diamètre, dans les proportions habituelles; son diamètre, 64 millimètres, est relativement très-grand par rapport à celui de l'âme, 46 millimètres. Il en résulte que cette chambre peut recevoir et brûler une forte charge de poudre, sans que cette charge ait une longueur nuisible à sa rapidité d'inflammation totale.

En outre, le feu est porté, par l'arrière, au moyen du dard central du culot obturateur, jusqu'au centre de la gargousse.

Les gaz se développent donc rapidement dans cette espèce de chambre ou fourneau d'explosion, et ils entrent dans l'âme avec une tension considérable, grâce à laquelle le projectile devra acquérir un excès de vitesse et produire les effets indiqués par l'auteur.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter les proportions du tracé, et le principe lui-même; mais il est à remarquer que ces tensions exagérées, alors même qu'elles seraient rationnellement utilisées en faveur du projectile, exerceront sur les parois des pressions du même ordre, et les détruiront promptement, si le métal de ces parois n'est pas d'une qualité exceptionnelle, qualité difficilement réalisable pour les calibres un peu élevés, et même pour les calibres moyens.

FRANCE. — *Service de l'armée.* — Les sept canons rayés, en bronze, exposés, sont préparés pour le chargement par la bouche, et dans des conditions semblables pour tous les calibres.

Ces canons portent six rayures à pas constant, dont les inclinaisons ont été données précédemment; ces rayures sont

prolongées jusqu'à la chambre à poudre ; leur profil se compose d'un arc de cercle, concentrique à l'âme, formant le fond, et de deux lignes droites formant les flancs ; le flanc de tir fait, avec la tangente menée, à son point de naissance, sur la circonférence de l'âme, un angle variable suivant les calibres, lequel est de 10° pour le 24, et de 20° pour le 12 et le 4 ; le flanc de chargement est, dans le 12 et le 4, perpendiculaire au flanc de tir, et, dans le 24, il fait un angle de 50° avec le rayon passant par son point de rencontre avec l'âme ; la largeur et la profondeur des rayures varient avec les calibres.

La chambre à poudre est lisse et du diamètre de l'âme ; le feu est transmis à la charge par un canal incliné, aboutissant à l'angle de raccordement de l'âme ; dans le 24 court rayé, le canal, perpendiculaire à l'âme, aboutit à 3 centimètres du fond ; le canal est percé dans un grain en cuivre rouge en deux parties, dont l'une, supérieure, est seule vissée et presse l'autre, de forme tronconique.

Les projectiles sont montés avec des tenons circulaires, en zinc, entrés au marteau dans leurs alvéoles ; leur profil, semblable à celui de la rayure, se compose d'un arc de cercle et de deux plans inclinés, le plan le plus doux correspondant au flanc de tir ; ils portent deux couronnes d'ailettes, ayant chacune six tenons, pareils entre eux, sur les deux couronnes.

D'ailleurs, la rayure du bas, dans les canons, est légèrement rétrécie, à son extrémité, par la différence d'inclinaison du flanc de chargement, de manière à repousser le tenon du boulet contre son flanc de tir.

De ces dispositions, il résulte que le projectile, présenté par la bouche où les rayures ont été un peu évasées, entre et parcourt librement toute la longueur de l'âme jusqu'à son emplacement ; là, il éprouve un petit mouvement de soulèvement et de rotation, produit par le rétrécissement de la rayure du bas, et, le flanc des tenons s'avancant sur les flancs de tir, il se trouve centré avant le départ ; pendant le trajet, les deux plans inclinés du tenon et de la rayure tendent à glisser

l'un sur l'autre, et le forçement se produit ; en même temps, le zinc, s'écrasant sous l'effort, entre sous l'âme par une languette qui augmente la fixité jusqu'à la bouche.

Service de la marine. — Parmi les quatre canons rayés à grande puissance, exposés par la marine, trois, ceux de 19, 24 et 27 centimètres, sont préparés pour le chargement par la culasse et suivant un dispositif général à très-peu près semblable ; l'autre, de 16 centimètres, s'écarte de ce dispositif, parce qu'on s'est cru obligé d'approprier ce calibre à l'emploi du boulet modèle antérieur (1860), dont il existait un très-grand approvisionnement.

Les canons de 19, 24 et 27 centimètres ont cinq rayures dont le profil est à peu près rectangulaire, les flancs étant raccordés avec le fond concentrique à l'âme, par des arcs de très-petit rayon.

La largeur et la profondeur des rayures varie avec les calibres.

Elles sont à inclinaison progressive, la ligne génératrice étant une parabole ; cette inclinaison est nulle à l'origine et est la même pour tous les calibres à la sortie, 6°.

En outre, la profondeur de ces rayures est elle-même variable ; cette profondeur est uniforme depuis la tranche de la volée jusqu'à une petite distance après la première frette ; là, elle augmente progressivement jusqu'à la chambre à poudre, cet accroissement étant le même pour les quatre rayures supérieures, et beaucoup moindre pour celle du bas, qui reste presque horizontale afin de relever le centre du projectile.

Les rayures sont un peu élargies, par un raccordement de chacun des côtés, à leur entrée dans la chambre ; cette chambre est tenue au même diamètre que celui du fond des rayures, et elle est raccordée avec l'âme par un plan incliné.

Elle porte, en dessous, une rainure qui est dans le prolongement de la rayure du bas, et qui guide, par les deux tenons reçus par elle, la course du boulet jusqu'aux rayures.

Les projectiles portent deux couronnes de tenons ; les tenons de devant sont en cuivre rouge, ceux de derrière sont en bronze ; les premiers sont circulaires, les autres sont oblongs dans le sens de l'axe, afin d'augmenter leur surface.

De ces dispositions il résulte que le projectile, conduit par la rainure de la chambre après avoir quitté la planchette de chargement, entre librement dans la partie postérieure des rayures, qu'il parcourt une certaine distance sans éprouver un mouvement sensible de rotation, à cause de la très-faible inclinaison de la parabole, au départ, que ce mouvement augmente progressivement jusqu'à la bouche, et qu'en même temps les boulets, en avançant, se centrent par leurs tenons dans la partie à profondeur progressive des rayures, s'y forcent et arrivent, ainsi préparés, dans la volée qu'ils parcourent à frottement.

Dans ce système, à rayure parabolique, les tenons avant, placés à peu près au centre de gravité du projectile, sont seuls pressés contre le flanc de tir, et produisent le mouvement de rotation ; les tenons arrière ne servent que de plaques d'appui.

Le diamètre de la chambre à poudre, étant plus grand que celui de l'âme, oblige, afin de ne pas perdre de vitesse et même d'en gagner un peu, à fabriquer les gargousses avec un diamètre correspondant, et plus fort qu'il ne le serait pour l'âme ; les parois et les appareils de culasse en subissent quelque fatigue.

Le feu est mis à la poudre par une lumière verticale, percée dans le renfort, au quart environ de la longueur de la gargousse, et pourvue d'un grain, en acier doux, terminé par un téton en fer, enveloppé, intérieurement et extérieurement, par une lame un peu épaisse de cuivre rouge.

Un bouchon, en algue marine incombustible, ayant pour longueur le calibre, ou les deux tiers du calibre suivant les bouches à feu, est placé entre la poudre et le projectile. L'emploi de ce bouchon, admis comme favorable à la résistance des pièces, a d'ailleurs l'avantage, avec les poudres françaises,

d'augmenter les vitesses, résultat qui serait tout opposé avec la plupart des poudres dont se servent les autres puissances.

Le canon de 46 centimètres ne porte que trois rayures, disposées dans un autre système.

Ces rayures sont encore à inclinaison progressive, cette inclinaison étant nulle à l'origine, mais elles sont à profondeur constante ; des élargissements sont aussi ménagés, à leur entrée dans la chambre à poudre, pour faciliter le passage des tenons du projectile ; le profil de la rayure a la forme d'une anse de panier ; l'arc du fond est tracé d'une manière symétrique par rapport au rayon du milieu de la rayure, mais avec un rayon plus court, de telle sorte que ce fond n'est pas concentrique à l'âme ; les angles sont raccordés avec le fond par un arc de cercle, de rayon un peu plus grand que la profondeur de la rayure.

La chambre à poudre a pour diamètre celui même qui correspond à la profondeur des rayures.

Le projectile porte deux couronnes de tenons, les tenons avant, placés dans les rayures, étant les tenons conducteurs du tir, et ceux arrière, qui ont peu de saillie et entrent sous l'âme, n'étant que des plaques de frottement ; ces tenons ou plaques sont en zinc, circulaires, et placés au marteau comme ceux des autres calibres.

Le profil du tenon avant est formé d'une partie plane, servant d'épaulement, et de deux plans inclinés très-doux, lesquels sont du côté du flanc conducteur.

Le tenon et la rayure ont la même largeur ; les plaques d'appui ont une certaine avance sur leur tenon, afin d'être déjà sous l'âme, au départ.

Par suite de ces dispositions, le plan incliné des tenons avant, rencontrant l'arête arrondie du flanc conducteur, est écrasé par lui ; il se fait une languette qui se glisse sous l'âme, s'accroît peu à peu, et augmente l'avance des plaques d'appui ; et, en même temps, il se forme, en arrière, un ressaut qui, par son appui contre le flanc conducteur, produit la rotation ; le

forcement se fait donc contre l'arête du flanc, et pendant tout le parcours.

Ces quatre canons du service de la marine ont présenté, à l'Exposition, le seul exemple de bouches à feu se chargeant par la culasse, pour lesquels les projectiles étaient préparés avec des tenons isolés, et non pas avec des manchons en plomb.

Le canon de 42 centimètres est à âme lisse.

La chambre à poudre a un diamètre un peu supérieur à celui de l'âme.

Le canal de lumière est placé et disposé comme dans les autres pièces.

HOLLANDE. — Les canons exposés, à chargement par la bouche, ont six rayures à flancs peu inclinés.

Dans le canon de 4, les rayures sont assez profondes et excentriques ; elles sont concentriques dans celui de 125 millimètres.

Les projectiles ont deux couronnes de tenons, en zinc, forcés au marteau ; la couronne de l'avant a deux tenons ; celle de l'arrière n'en a que trois.

PRUSSE. — M. *Krupp*. — Tous les canons exposés par M. *Krupp*, sont préparés pour le chargement par la culasse, et dans un système à peu près uniforme de rayures multiples, les projectiles étant recouverts d'une épaisse enveloppe de plomb.

L'âme cylindrique porte un nombre de rayures variant, suivant les calibres, depuis 18, dans les canons de 6, jusqu'à 24, dans le canon de 1,000 ; ces rayures sont concentriques à la surface de l'âme, et leurs flancs sont rectangulaires ; leur largeur diminue depuis l'origine jusqu'à la bouche, cette diminution étant l'inclinaison de leurs flancs ; elles viennent mourir à la naissance et dans le raccordement de la chambre cylindrique où est logé le projectile.

Cette partie cylindrique, qui se raccorde avec la partie rayée

par un tronc de cône, a un diamètre supérieur de 1^{mm} à celui maximum du boulet; elle se prolonge en arrière pour former la chambre à poudre.

Le boulet, dans lequel sont taillées des gorges circulaires et profondes, ainsi que des cannelures longitudinales qui traversent celles-ci, est recouvert d'un manchon en plomb, encastré dans ces gorges et cannelures; ce manchon a des couronnes circulaires saillantes, lesquelles ont leurs surfaces comprises dans un même cylindre, le diamètre de ces surfaces étant le même que celui du fond des rayures de l'âme; le plomb est coulé sur le projectile, sans que celui-ci ait reçu d'étamage préalable.

De ces dispositions il résulte que le projectile n'est pas centré au départ, ni forcé dans toute sa partie cylindrique, qu'il se meut dans le canon, n'étant d'abord forcé que dans les cloisons et, quant aux fonds de rayures, par un premier refoulement de plomb produit par les cloisons, et que cette opération de forçement se complète, pendant la course, par suite du rétrécissement de la largeur des rayures.

On peut néanmoins considérer ce forçement et l'obturation des gaz comme suffisants; mais il y a lieu de craindre, pour les lourds projectiles, que le forçement du plomb ne soit pas fait concentriquement, ce qui nuirait aux justesses.

Dans les canons exposés, le feu est transmis à la poudre par une lumière verticale, aboutissant, en général, vers le milieu de la longueur de la gorgousse.

M. Grûson. — L'âme du canon de *M. Grûson* est armée de rayures multiples, présentant, en profil, la forme de dents de scie; leur profondeur et leur largeur sont uniformes; elles viennent se perdre dans la chambre du projectile.

Cette chambre est tronconique, sur toute sa longueur.

Le projectile est recouvert d'une épaisse enveloppe de plomb, laquelle est maintenue dans des cannelures circulaires et transversales, sans étamage préalable.

La surface de cette enveloppe, qui est elle-même divisée

par des saillies circulaires, est tronconique comme la chambre dans le canon, de telle sorte que le forçement du projectile et l'obturation des gaz sont complets, dès le départ.

RUSSIE. — Les canons de l'Exposition russe, ayant les dispositions générales du chargement par la culasse, n'étaient pas rayés; aucun renseignement de détail n'a été donné sur eux.

Mais il n'est pas douteux que l'artillerie de cette nation a adopté les dispositifs intérieurs particuliers aux projectiles recouverts de manchons de plomb.

SAXE. — Il en est de même pour le canon de 4 de *Doehlen*, sur lequel il n'a pas été fourni de détails.

Sa rayure est également destinée à l'emploi des projectiles à manchon de plomb.

SUÈDE ET NORWÈGE. — Les canons rayés, de gros et de petits calibres, ont un système de rayures, préparé pour le chargement par la bouche.

Le dispositif des canons de campagne de 8 est dû à M. le baron de Wrède.

L'âme comprend six rayures, à pas constant. Trois d'entre elles ont une faible profondeur, et leur flanc a une très-petite inclinaison; les trois autres, beaucoup plus profondes, ont leur flanc de tir incliné d'abord à 20° , sur la tangente à l'âme, puis brisé par un fort chanfrein qui remplace l'arête, et qui forme un plan à inclinaison très-douce, 7° , sur la tangente à une circonférence concentrique passant par le point où commence ce chanfrein, aux trois quarts environ de la hauteur du flanc.

Les rayures à petite profondeur sont équidistantes entre elles, comme le sont d'ailleurs les trois autres, mais elles sont un peu rapprochées de celles-ci, du côté du flanc de tir; en outre, celles-ci sont rétrécies, au fond, par l'avance de leur flanc de chargement vers celui de tir.

Les projectiles ont deux couronnes de tenons, chaque cou-

ronne ayant trois tenons; les tenons arrière sont très-peu saillants et sont réellement des plaques d'appui.

Les tenons avant ont une saillie qui correspond à la hauteur même du plan incliné de la rayure. Ces tenons, en zinc, sont profilés comme les rayures où ils doivent se mouvoir.

Les tenons de l'arrière entrent dans les rayures à petite profondeur, et ceux de l'avant dans les autres; ils se meuvent avec une grande liberté pendant le chargement.

De ce dispositif il résulte que les tenons arrière, arrivés à leur poste, sont d'abord repoussés par leur flanc de chargement contre le flanc opposé, et que le mouvement d'avance, qu'ils prennent sur ce flanc, est encore augmenté par la réaction des tenons avant et leur rapprochement de ce même flanc vers lequel ils repoussent le projectile; ces tenons arrière tendent donc à glisser sur ces flancs très-doux et à passer sous l'âme; pendant le parcours du projectile, les tenons avant s'appliquent sur leur flanc par les plans inclinés, le centrage se complète des deux côtés, et ces tenons, s'écrasant sous la résistance qu'ils rencontrent, tendent, à leur tour, à entrer sous l'âme par leur partie antérieure écrasée, qui forme languette; ce même mouvement assure, de nouveau et peu à peu, l'avance sous l'âme des tenons arrière, lesquels ne font office que de plaques de frottement.

Ce système qui, si l'on en excepte cette séparation en deux groupes de rayures et le rapprochement d'un groupe de l'autre, ressemble beaucoup à celui qui a été adopté en France, doit donner un peu plus de justesse que ce dernier; mais il a, comme lui et plus que lui, l'inconvénient de laisser des vides assez considérables, causes de dégradations et de pertes de vitesse.

A toutes les précautions qui précèdent et qui se rattachent à la recherche de la justesse du tir, on en a ajouté une qui mérite d'être citée; à l'extrémité de la volée, l'âme a été alésée à un diamètre un peu plus fort que celui des tenons ar-

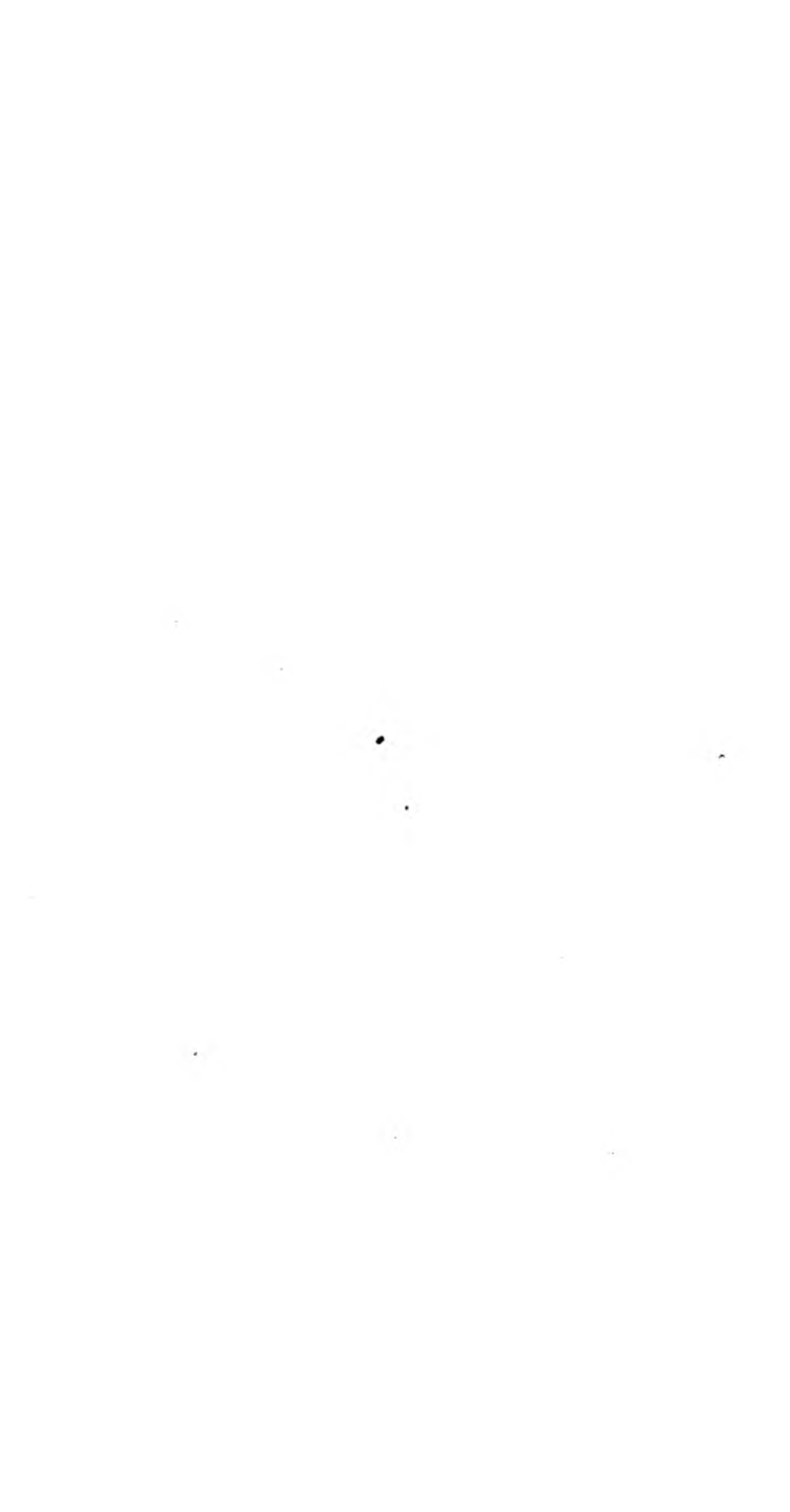
rière, de telle sorte que ces tenons deviennent libres et continuent à se mouvoir dans un cylindre lisse lorsque les tenons avant ont franchi la tranche de la bouche ; on a voulu qu'à ce moment le contact de ces tenons et de leur flanc ne pût avoir aucun effet sur le mouvement du boulet.

Le canon rayé de 23 centimètres ne comporte que quatre rayures ; ces rayures, à pas constant, sont semblables entre elles ; elles n'ont de commun avec le système qui précède que le plan doux ménagé sur le haut du flanc de tir pour obtenir un centrage et un forçement.

Les projectiles ont deux couronnes d'ailettes, en zinc, chacune d'elles ayant quatre tenons semblables entre eux et profilés comme les rayures.

Ce dispositif, plus simple que l'autre, est, comme principe, le même que celui des canons français du service de l'armée.

Dans l'exposition de la fonderie d'*Ankarsrum* on remarquait un projectile ogivo-cylindrique de 38 centimètres, 15 pouces, garni de trois rangs de neuf tenons, en zinc ; sans autre renseignement.



CHAPITRE III

MUNITIONS ET ARTIFICES

ARTICLE PREMIER.

PROJECTILES PLEINS ET CREUX.

Les projectiles, pleins et creux, suivaient, à l'exposition de 1867, la même loi que les bouches à feu, quant au nombre de ceux fabriqués pour l'artillerie rayée et à la grandeur croissante des volumes et des poids. En même temps que cette loi modifiait si complètement leurs formes, elle amenait, à cause des résultats même à obtenir, la rupture des cuirasses, à un changement tout aussi radical dans leur fabrication; la fonte de fer était devenue impuissante, et il fallait recourir à d'autres métaux. D'ailleurs, cette fabrication nouvelle a dû dépendre elle-même des formes de projectiles; c'est de celles-ci qu'il convient de traiter en premier lieu.

Les projectiles pleins exposés ont présenté quatre formes, dont deux ne différaient que légèrement par la partie antérieure; ce sont les boulets à corps cylindrique avec tête ogivale ou sphérique, ceux à corps cylindrique avec tête plate ou à très-peu près, les boulets à corps cylindrique, terminés, à l'avant et à l'arrière, par un tronc de cône à base plate, et enfin les boulets sphériques.

Le projectile cylindro-ogival, plus favorable aux pénétrations, s'est montré chez tous les exposants, excepté dans les

deux pavillons anglais; là, il devenait cylindro-sphérique, exigeant une plus grande force vive que le premier pour donner des pénétrations égales, mais devant produire des destructions plus considérables dans les corps pénétrés. Le projectile simplement cylindrique ne se rencontrait qu'auprès des canons de la marine française, choisi pour les tirs plus rapprochés, à cause de sa puissance de destruction, plus grande encore que celle du précédent. De même, l'exposition de M. Whitworth seule contenait les projectiles à deux parties tronconiques, qui semblent réunir des qualités intermédiaires aux deux derniers. Quant au boulet sphérique, il accompagnait les deux bouches à feu, de grand calibre et à âme lisse, de la Suède et de la France, ou bien il s'offrait souvent comme spécimen de travail. En général, et sous ces formes, les poids des boulets longs se rapprochent du triple du poids du boulet sphérique, avec un faible écart en dessus ou en dessous; rarement ils atteignent et dépassent trois fois et demi ce poids.

Les mêmes métaux ne peuvent pas être employés indifféremment pour ces diverses espèces de projectiles pleins.

Les premières fabrications ont été faites en acier fondu martelé, lequel, bien préparé, et si l'on veut accepter son prix élevé de revient, convient à toutes les formes; il a même été employé pour le boulet sphérique, destiné au tir contre les cuirasses. La plupart des expositions ont présenté des collections de ce genre de fabrication, presque toujours sous la forme cylindro-ogivale, parmi lesquelles on remarquait celles de MM. *Petin et Gaudet*, en France, celle de M. *Krupp*, en Prusse, et celle de MM. *Aal et fils*, en Norwége.

L'acier de ces projectiles est coulé au creuset et fortement martelé; c'est le mode le plus usité. MM. *Petin et Gaudet* font de même le projectile cylindrique; mais leurs projectiles à forme ogivale étaient faits en acier fondu *Bessemer*, martelé et trempé dans l'ogive; en outre, on a quelquefois essayé l'acier fondu, sans martelage, et, de préférence, sous la forme ogivale. La qualité essentielle de ces projectiles est la dureté,

avec une ténacité suffisante; sinon, ils sont refoulés au choc contre les plaques, ou ils sont trop facilement brisés.

M. *Whitworth* est encore une honorable exception dans ces deux modes de travail; il a présenté des projectiles en acier non martelé, dont les qualités nécessaires étaient obtenues par une compression très-énergique de l'acier, dans son moule, et pendant qu'il est encore liquide ou pâteux.

Ces qualités mêmes, indiquées pour l'acier à projectiles, ont dû faire rejeter immédiatement l'emploi de la fonte ordinaire, qui se brise toujours au choc contre les murailles de fer un peu épaisses.

Mais les recherches les plus intelligentes ont appris à modifier la texture de ce métal, et ont conduit aux boulets en *fonte dure* ou *fonte trempée*, lesquels, bien préparés, sont égaux, sinon supérieurs aux meilleurs boulets d'acier, et peuvent être livrés à des prix réduits au moins de moitié; cette réduction est encore bien plus importante lorsqu'il s'agit de boulets, à cannelures, pour manchons en plomb.

Un excellent boulet de fonte dure, ayant traversé les plaques en rapport d'épaisseur avec son calibre et sa force de pénétration, en sort intact et froid; il n'a éprouvé aucun mouvement moléculaire, ce qui s'obtient bien rarement avec l'acier martelé.

L'industrie des fabrications en fonte dure était depuis longtemps connue, et s'appliquait à d'autres usages; son application aux projectiles de l'artillerie à grande puissance date de 1860 environ, et elle a pris un grand développement en Allemagne, d'où elle paraît originaire. Les produits de M. *Grüson*, en Prusse, ceux de M. le chevalier *Fridau*, en Autriche, ceux des usines de *Suède*, et enfin ceux de M. *Palliser*, en Angleterre, jouissent de la meilleure réputation.

Cette fonte, qui se trempe par sa coulée dans des coquilles métalliques, exige des mélanges choisis avec soin; elle doit avoir, à l'état ordinaire, non trempée, une résistance intrinsèque considérable. M. *Grüson* en a donné, dans son exposition,

un exemple surprenant, dans une barre de 1 pouce carré, portée sur deux couteaux écartés de 1 mètre, fléchissant d'un pouce sous un poids de 550 kilogrammes, et reprenant sa forme rectiligne.

Toutefois, la fonte dure convient surtout aux projectiles de forme pointue; la forme cylindro-sphérique lui est déjà moins favorable; elle n'a pas encore réussi dans la forme cylindrique; son boulet sphérique, sans qu'il ait une valeur suffisante, est moins défectueux que celui en fonte ordinaire.

La modification et la simplification des formes a été plus absolue pour le boulet creux que pour le boulet plein; la forme cylindro-ogivale est adoptée partout pour l'artillerie rayée, sauf chez M. *Whitworth*, qui se sert, pour les obus en acier, de la forme antérieure sphérique.

Les obus sphériques subsistent pour les canons lisses, à gros calibre.

Les mêmes métaux sont encore employés pour la fabrication des projectiles creux; mais les proportions relatives, en nombre, ne sont plus les mêmes pour l'un ou l'autre métal.

La plus grande partie est faite en fonte ordinaire, d'après les procédés connus; ce sont ceux qu'on destine à tous les genres de combats autres que les combats contre les murailles en fer. Ceux-ci sont, de préférence, en fonte dure; quelques-uns sont en acier martelé, nonobstant l'exagération de prix provenant d'un travail mécanique complémentaire; l'acier coulé non martelé, étant comme l'intermédiaire entre celui-ci et la fonte dure, a été aussi essayé.

Les boulets creux en fonte ordinaire satisfont très-bien à leurs divers genres de service. Les autres ne paraissent pas, y compris ceux d'acier, avoir atteint une régularité suffisante d'effets; il est vrai que, pour eux, les difficultés de réussite sont grandes.

Les boulets creux de l'artillerie rayée, le plus souvent nommés obus oblongs, se classent, comme précédemment, en obus explosifs, obus incendiaires et obus à balles. Les deux

premières espèces sont aussi utilisées contre les murailles en bois cuirassées; dès lors, l'inflammation étant produite par le choc, ils ne portent pas de fusées. Les obus des services de guerre ordinaires sont armés de fusées fusantes ou percutantes, dont il sera parlé plus loin.

Ces fusées sont, en général, vissées dans la fonte, au milieu de l'ogive dont la pointe a été plus ou moins abattue; quelques puissances ont la précaution de les placer ainsi dans une douille en bronze, qui a été, au préalable, vissée fixement dans la fonte.

Tous ces projectiles, pleins et creux, de l'artillerie rayée, ont dû subir, pour être propres à leur service, une préparation ou montage, spéciale et en relation avec les rayures dans lesquelles ils seront placés; les uns sont pourvus de tenons ou ailettes; les autres sont enveloppés, sur leur partie cylindrique; d'un manchon en métal mou.

Pour les boulets à tenons, en fonte ordinaire et en fonte dure, les trous qui reçoivent ces tenons sont obtenus à la coulée; il en est de même pour les boulets pareils, à manchon-enveloppe. Dans l'acier, les trous des tenons sont percés à l'outil; les cannelures, plus ou moins profondes, dans lesquelles le plomb est encastré, sont aussi taillées mécaniquement.

Le premier travail dans l'acier est considérable, et d'ailleurs assez simple, si ce n'est sur les boulets anglais, où chaque trou est fileté. Le second est plus compliqué et plus long; sur le boulet de 1,000, pris pour exemple, on a creusé sept fortes cannelures circulaires, et six cannelures pareilles longitudinales; les dimensions sont telles que le plomb coulé entre pour 100 kilogrammes dans le poids total, 490 kilogrammes, du boulet creux.

Les dispositions intérieures des projectiles exposés sont, en général, semblables, les profils suivant, de plus ou moins près, les formes extérieures. On cherche à augmenter la capacité qui reçoit le chargement, autant que le permet la con-

dition de solidité; dans les boulets destinés à combattre les cuirassés, cette capacité est nécessairement réduite; elle est moindre encore quand ils sont en fonte dure.

Toutefois, les projectiles anglais, à balles, sphériques ou oblongs, et ceux oblongs de l'Autriche, se font remarquer par une disposition qui loge la poudre dans une cavité bien isolée des balles; pour les boulets oblongs, cette cavité est ménagée, à la coulée, dans le culot tenu plus épais.

En outre, les projectiles anglais explosifs et les boîtes à mitraille de M. Whitworth sont divisés par des rainures en creux ou des renflements en saillies, qui préparent des joints ou des surfaces de rupture, facilitant la séparation des parties ainsi divisées.

DESCRIPTION.

ANGLETERRE. — Le gouvernement a exposé tous les projectiles de son service, lesquels étaient représentés par des spécimens très-soignés; la plupart des obus avaient été coupés par une section méridienne, et laissaient très-bien voir les détails de leur intérieur. Dans cette exposition étaient compris non-seulement les projectiles, pleins et creux, de l'artillerie rayée, mais aussi les projectiles sphériques de l'artillerie lisse; plusieurs dispositions intéressantes, qu'on rencontre dans ces derniers, engagent à en donner aussi la description sommaire.

OBUS A BALLES SPHÉRIQUES.

Ils sont en fonte de fer; ils ont, à la partie supérieure, un dispositif particulier qui sépare les balles de la charge d'éclatement. Une calotte en fonte de fer est fixée, à la coulée, autour de l'œil, et forme presque la continuité de la paroi intérieure; un vide a été réservé entre cette calotte et la paroi extérieure, à laquelle on a laissé une épaisseur suffisante; ce vide annulaire reçoit la poudre par un petit trou de charge, et après qu'on a placé la fusée. Le tout est fermé par l'ampou-

lette de cette fusée, laquelle traverse la calotte et s'appuie contre elle fortement par sa partie saillante.

En outre, ces obus se distinguent par une autre disposition qui a pour résultat de préparer, à l'avance, des joints de rupture; ce sont des rainures en creux, venues à la coulée.

Les balles sont, comme dans tous les projectiles anglais, maintenues avec du charbon pilé.

On se sert pour ces obus sphériques de la fusée Boxer, en bois, à deux canaux d'amorce, qui sont reliés par le bas; une précaution particulière est prise pour assurer l'inflammation de la charge à travers l'ampoulette, pourvue d'une rainure longitudinale.

On a exposé :

Neuf projectiles de cette espèce, des poids de 6 livres à 150 livres, et contenant, les plus petits, des balles de mousqueton; les moyens, des balles de fusils, et les gros, des boulets du poids de 56 grammes.

OBUS OBLONGS BOXER.

Ces projectiles se composent d'un corps cylindrique en fonte, ouvert par le haut, ayant un culot épais, au milieu duquel est réservé un trou cylindrique qui reçoit la charge de poudre; sur le corps est assujettie une tête ogivale, formée d'une ogive intérieure en bois, sur laquelle est fixée une tôle qui s'agrafe sur le pourtour extérieur du haut du cylindre.

C'est dans cette tôle et dans le bois qu'est placée l'ampoulette, laquelle est, en outre, entourée, par le bas, d'une douille prolongée par un tube central aboutissant à la poudre du culot; le bout de ce tube est fixé dans une rondelle en bois, entrée à frottement jusqu'au fond de la chambre et recouvrant la poudre; les balles, tassées avec du charbon, sont placées sur cette rondelle; elles se trouvent ainsi séparées et en avant de la charge qui doit les projeter.

On a exposé :

Cinq projectiles de cette espèce, de 7 et 64 livres, et de 7, 8 et 9 pouces, ces derniers pesant 50, 82 et 113 kilogrammes;

Et aussi deux projectiles, semblables, de 64 livres et de 7 pouces, préparés avec enveloppes en plomb pour le chargement par la culasse; les fusées en bois de ces projectiles portent en même temps un petit appareil percutant.

Obus à segments Armstrong. — Ces projectiles se composent d'un cylindre en fonte, venu sans culot et terminé, à la tête, en forme de goulot de bouteille, très-court, au milieu duquel se place la fusée; dans l'intérieur, sur le pourtour, on arrime des segments circulaires, en morceaux séparés, destinés à faire autant de boulets projetés; ces segments sont maintenus par le culot du projectile quand il est mis en place; dans le vide intérieur se trouve la poudre, laquelle est séparée des segments, afin de ne pas pénétrer dans leurs interstices, par une couche continue et mince de métal fusible, qui est coulé après la pose des segments et qui tapisse entièrement leurs surfaces intérieures.

Ces projectiles peuvent recevoir des fusées en bois *Boxer*, et portent le plus souvent des fusées à temps *Armstrong*, auxquelles on ajoute un appareil percutant afin d'assurer l'inflammation; ils s'emploient davantage avec les pièces par la culasse.

On a exposé :

Cinq projectiles de cette espèce; 1 de 7 pouces renfermant 112 segments, et 4 de 6 à 40 livres, en contenant de 30 à 72.

PROJECTILES EXPLOSIFS.

Obus sphériques. — On a exposé onze projectiles de cette espèce, de tous les calibres, y compris la bombe de 13 pouces; ils reçoivent soit des fusées *Boxer*, soit des fusées *Pettmann*; ils sont ensabottés; ils ne renferment que la poudre d'explosion.

On rencontre, en outre, à la porte du pavillon du gouvernement, deux bombes sphériques énormes, qui ont servi aux expériences exécutées, il y a quelques années, à *Whootwich*,

avec le mortier de l'ingénieur *Mallet*, lequel pesait 52,000 kilogrammes et était composé de six morceaux annulaires réunis par de très-forts boulons longitudinaux et extérieurs.

Le diamètre de la bombe est de 0^m,914; son poids total de 1,440 kilogrammes avec 218 kilogrammes de poudre. Dans les essais avortés de ce système de mortier, la bombe était tirée avec une charge de 32 kilogrammes environ.

Bombe incendiaire. — Cette bombe, du calibre de 13 pouces, est remplie de composition incendiaire fortement tassée; elle porte deux lumières très-larges, pour le passage des gaz enflammés; chacune de ces lumières est amorcée par de la mèche à étoupilles, enfoncée dans un trou profond qui est creusé dans la composition. La durée de combustion, sans doute au repos, est de 8 à 10 minutes.

Obus sphérique incendiaire Martin. — Cet obus, du calibre de 10 pouces, est rempli, au moment où l'on doit l'employer, de fonte de fer bien chaude, fondue dans un petit four placé sur la batterie de côté ou près des chaudières des navires; on le charge rapidement, le disposant entre deux bouchons en corde humides. Au choc contre les obstacles, il se brise, et la fonte, projetée violemment, pénètre et enflamme les corps combustibles qu'elle rencontre.

Obus oblongs. — Les uns sont de fonte ordinaire, de forme ogivo-cylindrique, à ogive tronquée, les parois ayant une épaisseur égale sur tout le pourtour; ils sont remplis de poudre et armés d'une fusée.

Une variété de ces projectiles, nommée *Double-Shell*, contient deux renflements intérieurs ou côtes, qui divisent le vide en deux capacités inégales.

On a exposé cinq projectiles de la première espèce, de 64 livres et de 7, 8 et 9 pouces; et six de la seconde, de 12 à 64 livres et de 7 pouces.

Les autres, destinés aux tirs contre les murailles cuirassées, ont été d'abord fabriqués en acier; ils se font maintenant en fonte durcie, d'après le procédé du major *Palliser*; ils sont creux, et reçoivent une charge de poudre qui s'introduit par un trou ménagé dans le culot; ils ne portent pas de fusée, la poudre devant prendre feu par le choc contre le fer.

On en a exposé de 8 pouces et de 9 pouces.

PROJECTILES PLEINS OBLONGS.

Ces projectiles, également destinés aux tirs contre les murailles cuirassées et fabriqués d'abord en acier, sont aujourd'hui, de préférence, en fonte dure du major *Palliser*.

On en a exposé de 8 pouces et de 9 pouces.

Des projectiles, creux et pleins, cassés tout exprès, montrent la couleur et la texture de cette fonte spéciale, blanche et rayonnante.

MITRAILLES.

Boîtes à mitraille. — Elles se composent d'une enveloppe en fer-blanc, avec culot et couvercle muni d'une poignée.

Elles sont chargées avec des balles en fonte et des balles en plomb, tassées dans du charbon pilé.

Elles sont sans tenons pour le tir des canons lisses; celles destinées aux pièces de campagne rayées sont pourvues, à l'arrière, de deux rangs de tenons pour les arrêter à leur poste de chargement.

On en a exposé de neuf modèles : pour canons à âme lisse, de 6 à 32 livres, et pour canons rayés, se chargeant par la bouche ou par la culasse, de 7 et de 9 pouces.

Grappes de mitraille. — Ces projectiles sont composés de plusieurs couches de petits boulets ronds, les couches étant séparées par un plateau et les plateaux reliés par un boulon central serré, par un écrou, contre le fond et le couvercle.

On en a exposé neuf modèles, destinés aux canons lisses et pesant de 6 à 58 livres.

Sir Armstrong a exposé des projectiles de diverses espèces, creux ordinaires et à segments, et pleins en fonte dure; ils sont au nombre de huit, depuis l'obus ordinaire de 600 livres, qui porte une charge de poudre de 47 livres, jusqu'aux plus petits calibres.

Ces projectiles sont, ou à très-peu près, semblables à ceux du gouvernement.

M. Whitworth a présenté des projectiles préparés pour le système spécial qui lui appartient. Ils ont, à l'avant et à l'arrière, la forme d'une ogive tronquée, la base de l'arrière étant un peu plus grande, l'avant étant aussi sphérique; la forme du corps, semblable à celle de l'âme des canons, est polygonale.

Obus oblongs en fonte. — Ces obus ont une chambre très-vaste, le vide régnañt sur toute la longueur et laissant à toute la paroi une épaisseur égale, sauf au culot et à la base de l'ogive, où cette épaisseur est un peu plus forte.

Ces obus sont armés de fusées fusantes ou de fusées percutantes, du système *Boxer*.

On en a exposé cinq, depuis le poids de 2 livres jusqu'à celui de 68 kilogrammes, qui contient 4 kilog. 800 de poudre.

Obus oblongs en acier. — Ces obus ont les mêmes formes extérieures, à très-peu près; la tête est pleine, la paroi beaucoup plus épaisse et la chambre nécessairement plus petite; la poudre s'introduit par le trou du culot, qui est ensuite bouché; cette poudre est renfermée dans un sachet avec l'intention de retarder le moment où elle prend feu, au choc contre les plaques.

Projectiles pleins. — On a exposé deux projectiles pleins, de rupture, pour canon de 7 pouces, pesant 65 kilogrammes; l'un est en acier comprimé, l'autre en fonte dure; ce sont des

projectiles oblongs, ayant les mêmes formes extérieures que les autres.

Sphères rayées. — On expose aussi des sphères destinées à être tirées dans les mêmes canons et pourvues, par conséquent, de six plans correspondants aux plans du polygone de l'âme. Ces sphères se placent, au nombre de trois ou quatre, les unes contre les autres.

Boîtes à mitraille. — Ces boîtes sont formées d'un cylindre en fonte, divisé en trois parties par des rainures qui en favorisent la séparation; et de deux culots qui s'emboîtent dans ce cylindre avec un jeu assez grand de leurs joints avec le dessus et le dessous de la fonte.

Cinq étaient exposées; de 1 à 68 kilogrammes.

AUTRICHE. — Le *gouvernement* a exposé quatre espèces d'*obus oblongs*, en fonte, du calibre de 8 et du calibre de 4, et trois espèces pour le canon de montagne de 3, lequel ne tire pas d'*obus incendiaires*.

Obus ordinaires. — Ils ne présentent rien de particulier dans leurs formes et leur organisation.

Obus à balles. — Ils ont à peu près, sauf un peu moins de hauteur, les formes extérieures de l'*obus ordinaire*, et portent un trou, dans l'ogive, pour le chargement des balles. Leurs dispositions intérieures sont analogues à celles de l'*obus Boxer*; la poudre, séparée des balles par un culot en fer, est contenue dans une chambre ménagée dans le culot du boulet; un tube central fait communiquer cette chambre avec la fusée; les balles sont tassées, avec du soufre, entre ce tube et les parois.

Obus incendiaire. — Semblable à l'*obus ordinaire*, il est rempli de composition incendiaire, au centre de laquelle est creusé, jusqu'à demi-hauteur environ, un dégorgement qui

reçoit de la composition lente et, par dessus celle-ci, du pulvérin et de la mèche à étoupilles; à ce dégorgement aboutissent trois canaux obliques, creusés dans l'axe de la composition dont sont garnis trois événements, ménagés dans l'ogive et amorcés avec du pulvérin et de la mèche. La fusée met le feu au canal central, qui le communique à ceux des événements, et débouche ceux-ci par lesquels s'échappe la flamme de la composition.

Boîtes à mitrailles. — Elles sont formées d'une enveloppe en zinc, soudée, d'un culot et d'un couvercle, à poignée, en fer, maintenus par des franges; elles sont remplies de balles en zinc, tassées avec du soufre.

FRANCE. — *Service de l'armée.* — L'exposition comprenait les *obus oblongs* en usage, de 4, 12, 24 et 80; les *obus sphériques* de 22 et de 15 centimètres; et les *bombes* de 32 et de 27 centimètres.

Les *obus oblongs* sont de forme ogivo-cylindrique, l'ogive étant coupée par une section à base très-large; ces projectiles, comme les *obus* et les *bombes*, ne donnent lieu à aucune remarque spéciale.

Les *obus oblongs à balles* de 4 et de 12 sont chargés en balles de pistolet, 80, et d'infanterie, 150 balles. Les intervalles des balles sont remplis par du sable; l'ensemble est consolidé par du soufre coulé; la poudre d'éclatement se place par dessus.

Les *boîtes à mitraille*, de 4 et de 12, sont en zinc, enveloppe et culots; les balles sont en fer forgé, maintenues par du soufre fondu; ces balles ont été graissées, au préalable, afin d'empêcher l'adhérence.

Service de la marine. — A cause du manque d'emplacement convenable, une partie seulement des projectiles employés par ce service a été présentée; il en sera donné néanmoins un exposé plus complet.

Obus oblongs. — Il en existe pour huit calibres, de 14, 16, 19, 22, 24 et 27 centimètres; et en outre pour deux calibres, de 4 et de 12, empruntés au service de l'armée.

Les obus oblongs de la marine sont destinés soit aux tirs habituels, soit aux tirs contre les murailles cuirassées.

Les premiers sont en fonte de fer ordinaire; leurs poids ont été inscrits au tableau des bouches à feu. Leurs formes intérieures et extérieures n'offrent rien qui soit à signaler; elles sont, à l'extérieur, ogivo-cylindriques, et, à l'intérieur, cylindro-sphériques. L'ogive porte, à l'extrémité du canal central, un mécanisme à percussion; ce mécanisme est celui à action directe pour les obus de 14 et de 16 centimètres, celui à double réaction pour les autres, et celui de la guerre pour les obus de 12 et de 4.

Ces projectiles sont chargés de poudre ou de composition incendiaire.

La seconde espèce, destinée aux murailles cuirassées, est en fonte dure; elle est également chargée de poudre ou de composition incendiaire, elle ne porte pas de mécanisme à percussion, l'inflammation de la charge devant être produite par le choc.

Ces projectiles ont le même poids que les projectiles pleins de rupture.

Boulets massifs de rupture. — Il en existe de deux espèces.

Les boulets *cylindriques* servent dans les canons de 16, 19, 24 et 27 centimètres; ils sont formés d'un cylindre terminé par une calotte sphérique à flèche très-petite. Les boulets ogivo-cylindriques servent dans ces mêmes canons et dans celui de 22 centimètres, ils sont formés d'un cylindre terminé par une ogive.

Les uns et les autres sont en acier dur, fondu au creuset et martelé; une grande partie de ceux ogivo-cylindriques ont été fabriqués en acier *au Bessemer*, martelé et trempé à l'ogive.

Ces projectiles portent sur le culot, passant dans deux

pitons vissés et affleurant la surface, une forte ganse en fil de cuivre, laquelle sert soit à soulever le projectile, soit à le guider pendant son introduction dans l'âme, soit à le retirer de l'âme, pour décharger, de telle sorte qu'on ne soit jamais obligé de le repousser par la bouche, ce qui obligerait aussi à remettre la pièce hors de batterie.

Il a déjà été dit que les projectiles des canons français, pour les deux services, armée et marine, sont pourvus de tenons isolés, en zinc, ou en cuivre et bronze; les alvéoles de ces tenons sont ménagées, à la coulée, pour les boulets, creux et pleins, en fonte ordinaire ou en fonte dure, et percées à l'outil pour ceux en acier.

Toutes les bouches à feu tirent des mitrailles dont les poids ont été donnés plus haut; ces mitrailles sont composées d'une boîte cylindrique, fermée par deux culots et contenant des balles placées à simple contact.

La boîte et ses culots sont en tôle; le culot inférieur est beaucoup plus épais que l'autre, et porte une poignée en fer; les balles sont en zinc, afin de ne pas dégrader les rayures.

D'ailleurs, la marine emploie, pour ses deux pièces d'embarcation, 4 et 12, la boîte à mitraille et l'obus à balles de l'armée.

Bombe de côte. — La marine emploie, pour le service des navires bombardes ou pour celui de ses batteries des rades, les bombes de 32 centimètres, du poids de 76 ou de 94 kil.

Ces bombes sont chargées de poudre et de cylindres incendiaires, elles sont armées d'une fusée fusante, en bois.

MM. *Petin et Gaudet* avaient exposé une belle collection des projectiles pleins, sphériques, cylindriques, ogivo-cylindriques, employés par la marine française.

Ces projectiles sont en acier, fondu au creuset et martelé, les projectiles ogivo-cylindriques sont fabriqués de même, en acier au creuset très-dur, ou en acier à la méthode Bessemer et trempés dans l'ogive.

Ces usines ont concentré, presque exclusivement jusqu'ici, les fabrications de ce genre.

Les boulets exposés pesaient depuis 45 kil. jusqu'à 800 kil.

M. Voruz aîné avait présenté la collection complète de tous les projectiles employés par l'armée, boulets creux sphériques et oblongs, boulets pleins, bombes, obus à balles, boîtes à mitraille, ainsi que les projectiles du canon de 30 rayé de la marine.

Ces projectiles, fabriqués et entièrement préparés par cette usine, sont en fonte et, d'ailleurs, semblables à ceux en service.

HOLLANDE. — Le *gouvernement* a exposé des projectiles différents.

Obus oblong ordinaire. — Cet obus est en fonte, rempli de poudre, et porte une ampoulette qui est bouchée, d'habitude, par une cheville en bois qu'on retire pour y introduire la fusée fusante.

Obus à balles. — Il est semblable à l'obus ordinaire, et porte 70 balles en plomb, maintenues par du sable; ces balles sont introduites par un trou de charge; la poudre est renfermée dans un tube central métallique, soudé à l'ampoulette et dont l'extrémité est serrée contre le culot. L'ampoulette reçoit une fusée, comme l'obus ordinaire.

Boîtes à balles. — Elles se composent d'une enveloppe en fer-blanc, fermée par un culot, en alliage de plomb et d'étain, et d'un couvercle en fer, avec poignée; elles contiennent environ 90 balles d'un métal de plomb et d'étain alliés.

Le diamètre de ces trois projectiles est d'environ 85 millim.

On a présenté aussi trois autres projectiles du calibre de 12, qui paraissent, d'ailleurs, semblables aux précédents :

Un obus ordinaire de 1 kilog. muni d'une fusée percutante, et une boîte à mitraille, l'un et l'autre destinés aux pièces des embarcations de la marine;

Un obus ordinaire de 24, armé de la même fusée.

Boulets creux et pleins en fonte dure. — En outre, on a exposé des projectiles en *fonte dure*, du calibre de 49, de forme ogivo-cylindrique; les uns pleins, les autres portant un trou central qu'on remplit de poudre par un trou ménagé dans le culot, et qui n'ont pas de fusées. Ils sont destinés aux tirs contre les murailles cuirassées.

ITALIE. — La société *Ansaldo*, près Gênes, a exposé une collection de six projectiles ogivo-cylindriques, en acier fondu martelé.

PRUSSE. — L'industrie prussienne a exposé une assez grande quantité de projectiles dont les plus remarquables sont ceux de gros calibres, destinés aux tirs contre les murailles cuirassées.

Tous les canons se chargeant par la culasse et étant préparés avec des rayures multiples, ces projectiles sont entourés d'un manchon en plomb, ainsi qu'il a été expliqué; un certain nombre ne portaient pas le manchon, et laissaient voir les formes des encastremens, plus ou moins profonds, qui retiennent celui-ci.

M. Krupp. — A présenté un ou deux projectiles, pleins ou creux, accompagnant chacun de ses canons;

Un obus de 4, pour chargement par la bouche, et un pour chargement par la culasse;

Deux obus de 6 pouces, pour les canons des deux modèles;

Un boulet plein pour le canon de 152 millimètres;

Un boulet plein et un obus pour le canon de 9 pouces;

Un boulet plein et un obus pour le canon de 1,000.

Tous ces projectiles sont de forme ogivo-cylindrique; leurs poids ont été donnés précédemment.

Les obus de campagne et de montagne sont en fonte ordinaire; ils portent la fusée à percussion qui sera décrite plus

loin. Leurs dispositions intérieures ne donnent lieu à aucune remarque spéciale.

Les obus destinés aux tirs contre les murailles cuirassées sont en acier fondu au creuset; après le martelage, on y pratique un vide intérieur où est logée la poudre. Ce vide qui existe dans la partie cylindrique est bouché par un fort culot, vissé à l'extrémité intérieure, et fixé à son poste, par une petite vis mordant sur les deux parties en contact.

Ces obus ne portent pas de fusées; leur charge intérieure s'enflamme au choc contre les cuirasses.

Les projectiles pleins, destinés aussi aux tirs contre les cuirasses, sont de même en acier fondu au creuset, dur, tenace, et martelé.

Leurs surfaces tournées étaient nues et laissaient voir les cannelures profondes, circulaires et transversales, préparées mécaniquement pour recevoir et bien fixer leur manchon en plomb.

Ces projectiles pesaient depuis 25 jusqu'à 500 kilog.

M. *Berger, Westphalie*. — A exposé 10 boulets sphériques en acier martelé, du calibre de 6 pouces; 3 projectiles ogivo-cylindriques en même métal, de 6 pouces, et 1 de 10 pouces;

Une pointe trempée, pour les boulets creux, est rapportée à l'extrémité de l'ogive; ces boulets sont préparés avec encastres pour recevoir un manchon en plomb; le fond est également rapporté.

M. *Grüson*. — A exposé une belle collection de projectiles, de plusieurs calibres, ogivo-cylindriques, et destinés à recevoir un manchon en plomb.

Ils sont fabriqués en fonte dure, par des procédés et avec des matériaux qui leur donnent des qualités de résistance remarquables.

Le but principal de cette exposition est de présenter les cassures des projectiles, de manière à laisser voir la texture et le grain de la fonte obtenue.

A côté, se trouvait une barre de 4 pouce carré, constatant, par sa flexion, la ténacité et l'élasticité de cette fonte.

SUÈDE et NORWÈGE. — Le *gouvernement* a exposé trois projectiles du calibre de 66^{mm} 8, pour pièces rayées.

Obus oblong ordinaire. — Cet obus est armé de la fusée percutante qui sera décrite ; il est en fonte, et se remplit de poudre.

Obus à balles. — Il est armé de la fusée à temps ; il contient des balles de plomb et du soufre qu'on introduit par un trou latéral, et au centre desquels se trouve la poudre, dans un vide ménagé tout exprès, lequel communique avec l'extrémité de la fusée.

Boîtes à balles. — Elles se composent d'une enveloppe en zinc, fermée par un culot et un couvercle à poignée, lesquels sont en bois ; les balles sont en fer, maintenues par du soufre.

M. de *Maré*, usine d'*Ankarsrum*. — A exposé tout le système de boulets ronds et ogivo-cylindriques adoptés par le gouvernement suédois, tant pour la marine que pour l'armée. Cette belle collection est complète et contient même le boulet de 15 pouces, ogivo-cylindrique, pesant 475 livres.

M. *Ekman*, usine de *Finspong*. — Expose de grands projectiles, en fonte, ogivo-cylindriques, pour canons rayés.

Les plus remarquables des projectiles de ces deux usines sont ceux qui sont destinés aux tirs contre les murailles cuirassées, soit ronds, soit ogivo-cylindriques ; ils sont fabriqués en excellente fonte durcie.

MM. *Aal et fils*, usine de *Naes*, en Norwège. — Exposent des projectiles ogivo-cylindriques, en acier fondu, de différents calibres ; ils sont très-estimés et rivalisent, assure-t-on, avec ceux de M. Krupp.

ARTICLE II.

FUSÉES A PROJECTILES CREUX.

Le système d'artillerie rayée, n'employant que des projectiles oblongs, qui marchent toujours la pointe en avant, semblait appeler, de préférence, l'usage du mécanisme à percussion pour provoquer l'éclatement de la charge intérieure de ces projectiles ; il rendait plus simples les dispositions à choisir pour ces mécanismes, et assurait leur fonctionnement plus régulier.

En même temps, l'adoption des manchons-obturbateurs, en plomb, pour le montage des boulets à chargement par la culasse, augmentait les chances de non-inflammation des amorces des fusées fusantes, ces amorces ne se trouvant plus en contact avec le gaz qu'après leur sortie de la bouche à feu.

Le nombre des fusées percutantes était donc en majorité, à l'exposition de 1867 ; cependant cette exposition contenait encore une assez grande quantité de fusées fusantes, soit pour les obus oblongs, soit pour les bombes de siège et de côte.

Il semblait que les qualités de ces dernières fusées leur conservaient encore quelque faveur pour les services où ces qualités sont le mieux utilisées, et où les transports longs et fatigants sont nuisibles à la fusée armée de mécanismes délicats et de matières fulminantes. On sait même que le boulet à fusée fusante éclate plus rapidement, en pénétrant dans les corps durs, le bois et la pierre, que celui à fusée percutante ; ce dernier traverse souvent les deux murailles d'un vaisseau de guerre avant de faire explosion.

C'est sans doute par ces considérations diverses qu'on a été conduit à une troisième espèce de fusées, la fusée mixte, fusante et percutante. Mais, en cherchant à donner à l'instrument une valeur double, on a augmenté les difficultés de ces problèmes, qu'il est aisé de résoudre assez bien, et qu'il est

comme impossible de résoudre parfaitement. En effet, les conditions auxquelles il faut satisfaire sont très-multipliées et sont parfois, surtout pour les mécanismes percutants, des antithèses. Ainsi, la réussite du tir exige un éclatement instantané, au choc direct et même au premier ricochet sur terre, ce qui demande une grande délicatesse dans les organes et des fulminates très-sensibles ; mais, en même temps, il faut que les appareils aient une solidité suffisante, à cause des manèges et des transports, et, en outre, que les fulminates résistent aux réactions chimiques que le temps et les influences atmosphériques doivent produire entre eux et les métaux en contact, afin qu'il n'arrive aucun accident et que leur sensibilité reste durable ; pour le service de la marine, il faut que le même projectile qui éclatera au choc ou au ricochet sur terre, n'éclate pas au ricochet sur l'eau. La composition des fusées fusantes, et davantage celle de leur amorçage, est soumise aux mêmes exigences de sensibilité, de solidité et de durée, ainsi qu'aux mêmes dangers intrinsèques ; enfin, il est encore nécessaire, avec ces fusées et les projectiles à longue trajectoire, de pouvoir provoquer l'éclatement à diverses distances, et sans risquer d'annuler le coup tiré par un éclatement trop hâtif ; par suite, on doit recourir à des réglementations de durées, et à des inscriptions, indiquées sur les fusées, au risque des oublis et des confusions, que peut amener l'animation du champ de bataille.

En réfléchissant sur l'énumération de toutes ces difficultés, on comprend que plusieurs d'entre elles seront ou supprimées ou amoindries, si l'on veut accepter la condition de ne transporter sur le lieu du combat, que des fusées dans un état de préparation incomplet et provisoire, et de s'astreindre à rendre leur préparation complète et définitive au moment même du tir et sous le feu ennemi.

L'opération à faire pour rendre ainsi la fusée propre au tir, à cet instant souvent critique, est-elle moralement praticable, ou ne l'est-elle pas ? Là est la décision à prendre, et la plu-

part des États l'ont prise dans le sens de l'affirmative, l'appliquant aussi largement qu'il semblait utile ; d'autres, au contraire, n'en ont accepté que la partie rigoureusement nécessaire, telle que le décoiffage.

Quoi qu'il en soit, cette distinction dans le mode de préparation et d'emploi des fusées a une très-grande importance, quant au principe et aux résultats ; il en résulte que cet artifice de guerre doit être classé en deux groupes bien séparés, qui sont :

Les fusées qui s'emploient sur le terrain sans aucune opération préalable, autre qu'un décoiffage ou un débouchage simple de trou ;

Et celles qui exigent une ou plusieurs opérations, pour retirer ou placer certains organes de leur fonctionnement.

Toutefois, le classement ne sera pas conservé dans la description qui sera faite, et qui sera encore divisée par nation ; mais il n'est pas sans intérêt d'indiquer rapidement le groupe dans lequel chaque nation peut être plus ou moins exactement rangée.

Pour ses fusées des trois systèmes, l'*Angleterre* les isole de leurs projectiles ; au moment du tir, on visse la fusée sur le projectile après avoir dévissé le bouchon qui fermait le logement ; en outre, pour les fusées fusantes ou mixtes, on dévisse le bouton qui ferme le trou d'amorce ; enfin on règle l'éclatement, soit par une échelle de réglage et un perçage de trou, soit par le réglage de la tête de la fusée, d'après la méthode *Brithaupt*, en desserrant le chapeau, mettant deux indices en regard, et resserrant.

La *France* n'admet aucune autre opération qu'un décoiffage, pour la fusée fusante, et le débouchage facile d'un trou, et encore sous cette condition que, si le débouchage n'est pas fait, il reste toujours un trou d'amorce ouvert, celui de la plus longue distance. Pour ses fusées percutantes, elle n'admet aucune opération ; elle transporte donc ses projectiles et ses fusées réunies, et les emploie tels qu'ils sont.

La *Hollande*, pour sa fusée fusante, retire le bouton qui ferme le logement, et met en place la fusée décoiffée ; pour la fusée percutante, on retire encore le bouchon métallique qui recouvre une cheminée, et on y place une capsule fulminante ; les fusées et les capsules sont donc séparées de leurs projectiles.

La *Prusse* admet quatre opérations pour la fusée percutante ; on dévisse un bouchon plein, on en visse un autre contenant le fulminate, on débouche un trou, et on place, dans ce trou, une goupille transversale ; le boulet voyage donc séparé du fulminate.

L'*Autriche* admet, avec le décoiffage au moment du tir, le réglage par la méthode *Breithaupt* pour sa fusée fusante à temps ; dans sa fusée percutante, laquelle fonctionne sans fulminate, il faut, avant de charger, retirer une goupille transversale qui l'assujettit pendant les transports et qui, laissée en place, paralyserait l'appareil.

Quant à la construction même des diverses espèces de fusées exposées, on y rencontrait des dissemblances très-nombreuses, qui ressortiront dans les descriptions de détail.

En général les fusées métalliques remplacent les fusées en bois, même dans le système fusant ; les métaux employés sont presque toujours des alliages de cuivre, bronze ou laiton ; M. Voruz seul emploie, pour le corps des fusées et pour certaines parties intérieures, un métal blanc qu'il suppose moins attaquant par la poudre, et qui se moule avec précision, cette dernière qualité permettant d'obtenir immédiatement l'objet moulé, avec ses formes et ses dimensions finies.

Parmi les soins de préparation, on remarquait la règle, suivie en Angleterre, de séparer la poudre de la paroi, bois ou métal, contre laquelle elle est placée.

D'ailleurs, toutes les fusées exposées étaient faites avec des soins particuliers, et il en devait être ainsi. Mais, en dehors de ces soins de circonstance et parmi ceux qui se rattachent à la construction même, on était frappé des fines précautions

et des habiletés recherchées de certaines fusées anglaises. Les fusées autrichiennes, moins complexes que celles-ci, manifestaient, comme tout le matériel de cette nation, une heureuse aptitude d'appropriation de l'objet et de ses diverses parties à sa destination. Les fusées françaises et hollandaises se distinguaient surtout par leur simplicité pratique.

A l'égard des fulminates employés dans toutes ces fusées, il n'est pas possible d'en parler ; comme pour les poudres, cette partie importante de la fabrication est restée sans spécimens ni indications.

DESCRIPTION.

ANGLETERRE. — Le gouvernement a présenté toutes les fusées à projectiles creux, qu'il emploie dans ses divers services, soit fusantes, soit percutantes, soit pourvues du double fonctionnement. Ces fusées étaient exécutées avec une perfection qui attirait vivement l'attention ; la plupart d'entre elles avaient été coupées par un plan méridien ; chaque moitié, soit isolée, soit placée dans son projectile, permettait d'étudier tous les détails intérieurs.

Fusée fusante Boxer. — Il existait deux modèles de fusées fusantes, en bois, avec échelle de réglage pour le percement des trous transversaux destinés à communiquer le feu à la charge, à une distance déterminée.

Dans l'un des modèles, l'échelle de réglage est double ; les chiffres sont placés sur deux lignes parallèles, peu écartées l'une de l'autre ; ils sont alternés, afin de pouvoir les rapprocher sans confusion. En outre, un canal longitudinal est percé entre la ligne de ces chiffres et le canal de la fusée, devant être, par conséquent, traversé par les trous de communication après le perçage ; il contient de la poudre à mousquet pour faciliter l'inflammation. Les trous ont été percés, à l'avance, entre ce canal et la surface de la fusée ; ils sont bouchés avec

de la terre de pipe ; on débouche le trou désigné, et on achève de percer le bois à travers le canal intermédiaire.

Ces fusées s'emploient pour les bombes, et pour les canons se chargeant par la bouche.

Fusée-Boxer fusante et percutante. — Pour les canons se chargeant par la culasse, on emploie l'un ou l'autre modèle, qu'on a modifié, dans sa partie supérieure, pour y placer librement un petit appareil percutant, retenu par un bouchon en métal, vissé dans le bois.

Il existe deux modèles de ces appareils très-simples.

Dans l'un, le bouton en métal porte, au centre, une petite tige à pointe aiguë, maintenue à frottement, laquelle, au départ, recule et vient frapper et enflammer du fulminate placé sur la composition fusante.

Dans l'autre, en deux parties, le bouton creux, vissé dans le bois, contient une masselotte, armée sur sa face inférieure d'une saillie circulaire à rebords aigus et retenue par un fil de métal ; en dessous, dans la base du bouton, est placé le fulminate dans un évidement qui communique, par un petit canal avec la composition de la fusée.

Au départ, la masselotte recule et enflamme le fulminate.

Fusée Boxer en métal. — On emploie, pour le service exclusif de la marine, une fusée semblable, en métal, dont le calice est coiffé par un bouton vissé, et les trous latéraux d'inflammation sont bouchés par de la terre de pipe. Cette fusée se visse sur le projectile.

Avant de charger, on décoiffe, et on débouche le trou désigné.

Les fusées dont il vient d'être parlé se font remarquer par les soins et les précautions dont leur confection est l'objet. Il en est de même pour leur placement, soit à frottement, soit à vis, sur le projectile, lequel ne se fait pas directement dans le trou de fusée, mais dans une douille, nommée *ampoulette*,

vissée dans ce trou ; les fusées à bombes font seules exception ; enfin, la poudre tassée n'est en contact ni avec le bois, ni avec le métal ; le canal est toujours garni d'un tube en papier, intermédiaire.

Fusée-Armstrong percutante et fusante, à durée variable.

— Cette fusée est d'un système analogue à la fusée allemande, bien connue, *Breithaupt*, quant au mode de réglage ; elle est en même temps percutante, pour enflammer, au départ, la composition fusante.

Le corps de fusée, vissé sur le projectile, contient, dans une chambre spéciale, une masselotte percée d'un trou central, garni de composition et portant du fulminate dans le bas ; cette masselotte a, pour freins, deux lames de ressort qui, au départ, cèdent à la réaction ; en reculant, elle choque le fulminate.

Les points de réglage sont placés devant une rainure horizontale, creusée dans la face plane supérieure de la fusée et communiquant, par un petit canal et une chambre, avec la chambre du percuteur ; un disque supérieur, pourvu d'une rondelle compressible, s'applique sur la face où est la rainure, et, pour régler, on met en regard d'un numéro de cette rainure une chambre d'amorce contenue dans le disque ; quand la combustion atteint le point choisi, la poudre de cette chambre transmet le feu à celle du projectile, au moyen d'un canal circulaire horizontal, qui communique avec un canal longitudinal aboutissant à l'intérieur dont il est isolé par un tamponnage dans le bas.

Pour régler, il faut desserrer le chapeau, vissé sur le haut, et faisant pression sur le disque, tourner celui-ci pour amener la chambre d'amorce au point voulu, et resserrer.

Fusée percutante Armstrong. — C'est un cylindre court, qui est pourvu d'un système percutant, et qui se place librement dans le haut d'une fusée fusante, où il sera retenu par un bouchon fileté.

Le mécanisme de percussion se compose : d'une masselotte avec une amorce de poudre, centrale, et une amorce de poudre fulminante, en haut ; d'un cylindre intermédiaire, de demi-hauteur, qui peut glisser sur cette masselotte et dans le corps de l'appareil ; et de deux lames de ressort qui, au repos, éloignent la masselotte du bouton supérieur portant la pointe que doit frapper le fulminate ; ces lames ne peuvent fléchir, parce que le cylindre intermédiaire les embrasse par sa partie supérieure concave comme elles ; ce cylindre est lui-même retenu par deux lames semblables, qui le pressent par le bas.

Au départ, ce cylindre recule, par réaction, comprimant ses lames ; à l'arrivée, la masselotte comprime elle-même les lames, dont le jeu est redevenu libre par l'éloignement de leur demi-cylindre, et elle vient heurter contre la pointe du couvercle.

Fusée percutante Pettmann. — Il en est exposé deux modèles, qui diffèrent peu et qui sont tous les deux en service.

Cette fusée, très-sensible, comprend une boule métallique située dans une chambre plus grande, retenue, haut et bas, par ses deux pôles, revêtue de deux calottes sphériques qui l'enveloppent, excepté au pôle, et qui, sur l'hémisphère, laissent un vide circulaire faisant suite à une rainure pareille creusée dans la boule ; cette rainure porte de la composition fulminante ; le tout est enveloppé de soie.

Cette boule, devenue libre au départ, heurte, à l'arrivée, contre les parois de sa chambre, et le fulminate prend feu.

Au repos, elle est fixée, au pôle inférieur, par une masselotte, qui est retenue dans son logement cylindrique par un fil transversal qui se brise au départ et par deux cales longitudinales qui se refoulent ; cette masselotte porte, au centre, de la poudre qui, par le bas, communique avec l'intérieur du projectile et, par le haut, avec la chambre de la boule où se fait l'inflammation.

La boule est serrée contre cette masselotte par un bouton

fileté, qui se visse dans la fusée, et qui presse un bouton cylindrique lisse, s'appuyant sur le pôle supérieur. Par précaution, et pour augmenter la masse des gaz produits dans la chambre, ce bouton intermédiaire contient, dans une rainure circulaire supérieure, de la composition qui est enflammée par le feu du fulminate.

Fusée électrique Abel. — Dans cette fusée, en bois, pourvue d'une tête en forme de calice, l'inflammation se produit au moyen de deux fils de cuivre, très-rapprochés, qui traversent la tête du tube, où ils sont fixés à l'aide de deux petits tubes de cuivre logés dans cette tête; les fils sont mis en communication avec les pôles d'une pile qui doit être assez énergique.

Ces fusées ne servent que pour les expériences d'éclatement des projectiles. Le calice contient une composition spéciale et secrète.

M. Armstrong. — *Fusée fusante, à durée variable.* — Cette fusée ne diffère de la fusée *Armstrong*, du gouvernement, que par la disposition de la masselotte, ou percuteur, qui produit le feu, au départ; cette masselotte est retenue par une goupille transversale, qui casse, au départ, et la laisse reculer, son fulminate venant heurter la pointe engagée dans le bouton.

Fusée percutante. — Le mécanisme est encore une modification de celui du gouvernement.

Les lames de ressort sont remplacées par deux petites oreilles, en saillie sur le corps de masselotte, lesquelles s'appuient sur un anneau contenu dans le corps de fusée, à la partie supérieure; la masselotte et ses oreilles sont en métal blanc cassant. Au choc, les oreilles cassent, et le percuteur, bien dirigé, glisse dans l'anneau intermédiaire, sa composition venant heurter la pointe du couvercle.

En outre, pour assurer la stabilité du système, le corps de fusée et le percuteur sont traversés par une goupille qu'il faut retirer avant de charger.

Fusée percutante à colonne. — Le percuteur, dit *colonne* à cause de sa longueur, est maintenu, au repos, par un rebord circulaire qui s'appuie contre un anneau intermédiaire, en métal blanc, et le cale dans le sens circulaire, et par un autre petit anneau supérieur, en même métal, dont la petite base l'entoure, étant pressée contre le rebord, et dont la grande base est pressée contre le bouton supérieur vissé dans le corps de fusée; le haut de la colonne, portant le fulminate, et ainsi soutenue et serrée, s'appuie, par le bas, contre la paroi inférieure du corps et dans un logement, fortement concave comme sa base elle-même; en dessous de ce logement, se trouve le canal de communication.

Au départ, le cylindre extérieur de calage est repoussé, et la cale, que soutenait par le haut cet anneau, et qui formait un second moyen d'arrêt, tombe, ne laissant plus le percuteur retenu que par l'anneau supérieur qui le sépare du bouton; à l'arrivée, cet anneau est refoulé, le percuteur avance, et son fulminate frappe le bouton.

La longueur du percuteur, dont le bas est plus gros que la tête, a pour effet de produire le déplacement latéral de la partie inférieure, pesante, quand le boulet frappe obliquement; de telle sorte que, l'anneau se brisant par ce déplacement, ce percuteur devient libre, et heurte assez fortement le haut du corps de fusée, quoique le choc direct puisse être faible.

M. *Withworth* emploie, pour ses projectiles, les fusées fusantes du colonel *Boxer*, déjà décrites, ainsi que des fusées percutantes spéciales à ce dernier.

Fusée percutante. — On en expose deux modèles :

Dans l'un, à action directe, un bouchon mince, en métal, fileté et vissé en haut de la fusée, est enfoncé, par le choc, contre un corps dur et vient frapper, par une pointe centrale, le fulminate placé, en dessous, dans une rondelle demi-creuse;

Dans l'autre, à réaction, une masselotte, ou percuteur, ayant de la poudre tassée, dans un canal central, et du fulminate à sa

partie supérieure, est retenue par une goupille qui traverse aussi un autre cylindre intermédiaire et le corps de fusée; ce dernier cylindre s'appuie, au repos, contre le haut du corps.

Au départ, ce cylindre, qui n'a que la demi-hauteur du percuteur, recule et rompt le fil; au choc, le percuteur, devenu libre, avance, et son fulminate heurte la pointe du couvercle.

AUTRICHE. — Le gouvernement a exposé deux espèces de fusées pour projectiles creux.

Fusée pour obus ordinaire. — Cette fusée, d'un système particulier, produit au choc l'inflammation de la charge du projectile sans contenir cependant de fulminate.

Elle se compose : d'une tête filetée par le bas, qui se visse sur le projectile et qui, en dehors, porte quatre événements et un canal circulaire; et d'un corps, fixé à cette tête, renfermant, en haut, une mèche lente roulée circulairement, laquelle communique avec l'amorçage des événements, et, en bas, une masse en plomb qui contient, en dessous, de la poudre, étant fermée, en dessus, par un bouchon ou masselotte dont la partie inférieure tronconique entre, à frottement doux, dans son logement jusqu'à la poudre; la partie supérieure, et en forme de demi-sphère, est pressée par le pulvérin qu'on tasse, et qui est surmonté par la mèche lente.

Cette mèche, ayant pris feu et brûlant enflammera le pulvérin inférieur et la poudre du bas lorsque, au choc, la masselotte, poussée en avant, se dégagera, laissant cette poudre en contact avec le pulvérin désagrégé.

Fusée fusante à durée variable pour obus à balles.

Cette fusée est d'un système analogue à la fusée *Breithaupt*. Elle se compose d'un corps de fusée, dont la partie inférieure, un peu plus forte, se visse sur le projectile; la partie supérieure est filetée, par le haut, pour recevoir un chapeau écrou, et la partie intermédiaire est une large embase circulaire; une

chambre centrale est ménagée pour contenir de la poudre de chasse, ayant une communication, par un canal, avec le dessus de l'embase; un disque porte, en dessous, une rainure circulaire, remplie de composition fusante et placée à même distance de l'axe que le débouché du canal de communication avec la chambre du corps; à l'entrée de cette rainure, se trouve une petite chambre d'amorce, fermée par une plaque mince et fusible; une rondelle de feutre est placée entre le disque et l'embase, pour faire obturateur sur la rainure et sa composition, et faciliter le mouvement du disque lorsqu'on opère le réglage; enfin, une rondelle est mise entre ce disque et le chapeau écrou; elle a quatre entailles, dont deux entrent dans des tenons réservés sur le disque, et deux, saillant à l'extérieur, servent, à l'aide d'une clef, à faire tourner la rondelle et le disque, qu'elle entraîne sous le chapeau écrou qu'on n'est pas obligé de desserrer.

Le disque porte les divisions pour les distances; on met, comme d'ordinaire, la division choisie en regard d'un index marqué sur la fusée, lequel correspond au canal de la chambre à poudre. L'inflammation de la composition de la rainure se fait par les gaz, qui fondent d'abord la petite plaque d'alliage de la chambre d'amorce; la composition brûle jusqu'à la rencontre du canal aboutissant à la chambre centrale.

Cette fusée semble devoir bien fonctionner, et mérite de fixer l'attention.

FRANCE. — *Service de l'armée.* — Les fusées exposées étaient les unes percutantes, les autres fusantes.

Fusées percutantes. — On en a présenté trois modèles servant aux obus oblongs de 4, de 12 et de 24; le corps de ces modèles diffère par les dimensions extérieures, mais le vide intérieur et le percuteur sont les mêmes.

Cette fusée, dont toutes les parties sont en laiton, est à action directe; elle se compose d'un corps cylindrique, fileté sur les

deux tiers environ de sa longueur, extérieurement, et creux sur toute sa hauteur sauf une petite épaisseur ménagée dans le bas, laquelle est seulement percée d'un trou central de communication de feu.

Sur cette épaisseur réservée, est fixé, par deux vis, un tampon en bois, portant, au centre, une capsule en cuivre, armée de fulminate; dans le haut du cylindre est placé un autre tampon ayant, au milieu, un rugueux saillant; ce tampon n'est retenu que par deux pointes transversales, en laiton; il est recouvert d'une plaque mince, en fer, qui s'étend aussi sur le dessus du corps de fusée.

A l'arrivée contre un obstacle, le tampon supérieur est refoulé; sa pointe rugueuse rencontre le fulminate de la capsule, et produit l'inflammation.

Cette fusée est vissée dans la lumière de l'obus, sur la tranche de laquelle la partie non filetée reste en saillie.

Fusée fusante à quatre canaux. — Elle sert pour les obus oblongs à balles de 4, et pour les obus oblongs à balles de 12; un deuxième modèle existe pour les obus oblongs de 24.

Ces fusées, construites de la même manière, sont en laiton; elles donnent l'éclatement, à quatre distances, déterminées suivant les calibres.

Le corps est fileté sur une partie de sa hauteur et se visse dans la lumière de l'obus; la tête, qui reste en saillie au-dessus de la tranche de l'ogive, a la forme d'un carré à angles fortement abattus.

Le corps est percé de quatre canaux longitudinaux; ces canaux, qui donnent chacun une distance, sont chargés de composition battue; le débouché de ces canaux, dans la tête, correspond aux quatre pans coupés.

Sur chaque pan coupé sont inscrits les chiffres rappelant les distances d'éclatement; c'est d'après ces indications qu'on débouche l'un des canaux, en ayant soin de laisser toujours ouvert celui qui correspond à la distance la plus grande.

Fusée hexagonale à deux durées. — Elle sert pour les obus oblongs de 4 et de 12.

Elle se compose d'un corps cylindrique, en laiton, fileté à sa partie supérieure, d'un diamètre plus fort que le bas, et terminé par une tête hexagonale qui doit rester en saillie sur la tranche de l'ogive.

Le corps est traversé par un canal central; dans le massif de la tête est creusé un canal circulaire, concentrique au canal central et qui communique avec lui en un point déterminé; à ce canal circulaire intérieur aboutissent les événements, percés obliquement et horizontalement dans ce même massif, et ayant leur ouverture au milieu d'une face de l'hexagone.

Ces deux événements sont chargés, ainsi que le canal circulaire; l'ouverture de l'un d'eux est fermée par un tampon en cuir, recouvert d'une rondelle de papier de couleur, portant l'inscription de la plus courte distance; l'ouverture du deuxième est fermée par un ruban de fil, collé sur lui et sur la tête de la fusée, et elle est signalée par un papier blanc, portant l'inscription de la distance maximum.

En arrachant le ruban de fil, on débouche toujours l'événement de plus grande distance; s'il est utile, on débouche l'autre en arrachant le tampon de cuir.

Fusées à bombes. — Elles sont en bois, enfoncées à frottement dans l'œil, et du système connu, à événements.

Service de la marine. — Les fusées qu'emploie aujourd'hui la marine pour ses canons de bord sont à percussion; il en existe deux modèles, l'un à action directe, l'autre à double réaction.

1^{er} modèle. — Il se compose de deux parties, un percuteur et une tête qui termine, par sa forme, l'ogive du projectile; l'un et l'autre sont en fer.

Le percuteur est un cylindre qui s'introduit, à frottement,

doux, dans le trou de lumière du projectile, au fond duquel il est arrêté par un épaulement ; il porte, à sa partie supérieure, une cheminée à bords minces et plats ; le corps est creux, communiquant par un canal avec la cheminée et portant une charge assez forte de poudre, laquelle est retenue et séparée de la charge du boulet par une rondelle, en bois, vissée.

La tête est vissée, par sa partie cylindrique, dans le trou de lumière ; sa face inférieure aboutit à une distance du corps du percuteur égale à la longueur de la cheminée ; au milieu de cette face a été creusé un trou qui reçoit une capsule de fusil ; cette capsule est retenue dans son logement par une rondelle mince, en cuivre rouge, placée dans un évasement, circulaire et plat, ménagé aussi dans la face inférieure de la tête.

La tête de fusée, ainsi préparée, est vissée jusqu'à ce que son épaulement supérieur soit forcé contre la tranche de l'ogive du boulet ; et, à ce moment, la rondelle mince doit être en contact, par un léger serrage, avec les bords de la cheminée du percuteur.

Au choc contre un corps dur, le marteau avance, crève la plaque et produit l'inflammation.

Ce modèle est remplacé par le suivant.

2^e modèle. — Il se compose encore de deux parties, mais réunies l'une à l'autre : un corps cylindrique, dont la partie supérieure pleine est filetée et se termine aussi par une tête, en forme de pointe d'ogive, et par un percuteur qui se meut dans la partie creuse du cylindre.

La partie creuse du cylindre porte, comme dans l'autre modèle et encastrée dans sa face supérieure, une capsule de guerre ; mais l'ouverture de cette capsule est libre et n'est plus fermée par une plaque.

Dans le bas du cylindre, se trouve le percuteur portant une cheminée, à bords tranchants, dont le canal communique avec une chambre centrale recevant la poudre d'amorce ; cette chambre est fermée, dans le bas, par un tampon en bois, vissé.

Le percuteur est maintenu par deux goupilles transversales, en plomb, ou freins, et deux autres goupilles, en fer, sont à quelques millimètres et en dessous de lui pour limiter sa course.

Le bas du cylindre est bouché par une rondelle légère et une ligature; au départ, les freins sont en partie rompus, et le percuteur recule contre les goupilles en fer, y restant fixé; à l'arrivée, les freins se cassent complètement; le percuteur s'avancant, la cheminée heurte le fulminate et produit l'inflammation.

Ces mécanismes, qui servent contre les murailles en bois et pour les tirs contre la terre, doivent satisfaire à deux conditions; ils doivent être assez résistants pour ne pas éclater au ricochet sur l'eau, et assez sensibles pour éclater, par leur chute, sur les plages.

Fusée à bombes. — Le service de la marine emploie pour sa bombe de côte la même fusée fusante, en bois, que le service de l'armée.

Il en est de même pour les projectiles des canons rayés de 12 et de 4, qui arment les petits bâtiments ou les embarcations; ces projectiles sont préparés comme ceux de l'armée.

M. Voruz aîné a exposé la plupart des fusées de l'armée et de la marine, plus ou moins modifiées par lui, et la fusée à temps du système Bormann.

Fusées hexagonales et à quatre canaux. — Elles sont semblables à celles de l'armée, si ce n'est que l'alliage de cuivre est remplacé par un alliage blanc, analogue à celui des potiers d'étain; cet alliage est dur, résiste très-bien au contact de l'air et des compositions qu'il renferme, et se coule si parfaitement qu'on peut obtenir immédiatement les fusées avec les dimensions fixes de toutes leurs parties.

Fusée à temps Bormann. — Cette fusée est fabriquée

avec les perfectionnements apportés par M. Qüller, et telle que l'a adoptée la Suisse.

Elle est du système général *Breithaupt*, formée : d'un corps qui contient, à l'intérieur, la composition fusante qui transmet le feu à la charge du boulet, et, sur sa face plane supérieure, une rainure chargée, laquelle communique, par un canal oblique, avec l'intérieur ; d'un disque divisé pour les distances, portant la chambre d'amorce qui enflammera la composition de la rainure, et d'un chapeau qui presse et fixe ce disque sur le corps.

Le corps et le disque sont encore en métal de potier d'étain ; toute la tête est recouverte d'une coiffe de plomb étamé.

Fusée percutante.— Elle est sur le même principe que celle du premier modèle de la marine ; mais le percuteur, au lieu d'être séparé du corps, est renfermé dans celui-ci, prolongé cylindriquement. La rondelle est appliquée et retenue au moyen d'un cylindre intérieur, en partie vissé dans le corps, et c'est dans ce cylindre que se meut le percuteur, à frottement doux ; ce cylindre et le percuteur sont en même métal blanc.

Cette fusée est exempte de l'un des défauts principaux de celle de la marine, la séparation du percuteur et du corps, et la difficulté de régler le serrage contre la rondelle ; celle-ci et sa capsule sont, en outre, beaucoup mieux maintenues et préservées.

HOLLANDE. — Le gouvernement a exposé plusieurs numéros de *fusées fusantes*, de un à dix ; les unes chargées en pulvérin, les autres, partie en pulvérin, partie en composition lente.

Elles sont formées d'un tube, en papier roulé, surmonté d'un godet supérieur, ou calice, en cuir ; ce tube se place, au moment du tir, dans une ampoulette métallique, vissée, à l'avance et fixément, sur le projectile ; cette ampoulette est bouchée habituellement par une cheville en bois.

Fusée percutante de marine.

Cet appareil, très-simple, à action directe, se compose d'un corps de fusée, qui est vissé sur le projectile dans le canal de lumière ; ce corps est traversé par un canal central, rempli de poudre, et surmonté d'une cheminée ; cette cheminée, au moment de charger, reçoit une capsule qui prend feu, au choc contre un obstacle ; elle est habituellement recouverte par un bouchon, qui est vissé sur la tête de la fusée.

PRUSSE. — Il a été exposé une *fusée percutante à réaction*.

Elle est formée de deux parties séparées : l'une, le percuteur, logé lui-même dans une enveloppe métallique, mince et assez souple pour être forcée dans la lumière et faire obturation, se place dans le haut du trou de lumière, son enveloppe s'appuyant contre un épaulement réservé ; l'autre, vissée dans le haut de la lumière, porte au centre un bouton vissé, creux en dessous, et renfermant le fulminate ; en outre, une broche en laiton, traversant le métal de l'ogive, est placée entre le bouton à fulminate et le percuteur.

Habituellement, le bouton à fulminate est remplacé par un bouton plein, et la broche n'est pas en place ; son trou est bouché par un bouton fileté.

Ce système, simple comme fonctionnement, exige cependant quatre opérations avant de tirer : il faut dévisser les deux boutons pleins, visser le bouton creux à fulminate, et mettre la goupille dans son logement.

Le projectile étant ainsi préparé, la goupille sert de frein et retient le percuteur ; au départ, cette broche, aisée dans son trou, s'échappe par la force centrifuge ; au choc, le percuteur, devenu libre, s'avance et frappe par sa pointe le fulminate du couvercle.

SUÈDE et NORWÈGE. — Le gouvernement a exposé une *fusée percutante à réaction* ; elle se rapproche du système français : un percuteur, armé d'une pointe et pourvu de deux

rainures latérales de communication de feu, lesquelles remplacent le canal central de la fusée française; se meut, à frottement, dans le cylindre intérieur du corps de fusée, lequel se visse sur le projectile.

Au repos, il est maintenu par une goupille transversale; au départ, la goupille casse, laissant libre le percuteur; à l'arrivée, celui-ci, avance et frappe par sa pointe le fulminate, placé dans le couvercle vissé de la fusée.

Une seconde goupille, formée de deux fils d'acier, traverse un deuxième trou et sort extérieurement, à gauche et à droite, du corps de la fusée, afin de mieux fixer le percuteur pendant les transports; il faut la retirer avant de charger.

Il a aussi présenté une *fusée fusante, à temps*.

Le corps de fusée, vissé sur le projectile, contient une chambre à poudre centrale, qui aboutit à l'intérieur, et, au dessus, une rainure circulaire qui communique avec cette chambre par un canal, et qui reçoit la composition fusante. Cette rainure est recouverte, comme dans les systèmes semblables, d'un disque percé d'un canal oblique, plein de composition, lequel correspond à une chambre à pulvérin et à mèche à étoupilles, placée dans une tête creuse au-dessus de ce disque; cette tête porte, dans l'axe, une tige filetée, qui traverse le trou central du disque et, se vissant dans le corps, serre celui-ci quand on a mis son canal de composition, pourvu d'un index, en regard avec le numéro choisi sur le pourtour de la rainure, à composition fusante, du corps de fusée.

ARTICLE III.

ARTIFICES DIVERS. — GARGOUSSES ET LEURS CAISSES.

Le gouvernement de l'Angleterre, qui a tenu à honneur d'offrir toutes les parties de son matériel de guerre aux visiteurs

de l'Exposition, a présenté, avec les mêmes soins, et, on peut le répéter, la même générosité, les *artifices* dont elle se sert, et même les gargousses à canon. Parmi ces objets, il en est qui se font davantage remarquer, tels sont les *projectiles éclairants* et la *fusée de sauvetage* du colonel Boxer.

D'ailleurs, il ne paraît pas, soit pour l'Angleterre, soit pour la France qui a exposé ses étoupilles, qu'aucun progrès important ait été réalisé dans cette branche de la pyrotechnie militaire.

Les autres gouvernements, sauf les fusées à boulet creux, n'ont rien exposé qui se rattachât à cette partie, quant au service propre de l'artillerie.

ARTIFICES DIVERS.

ANGLETERRE. — *Étoupilles*. — Le gouvernement a exposé toutes les étoupilles qu'il emploie encore aujourd'hui :

Les *étoupilles en cuivre, à friction*, qui se composent d'un tube en cuivre et, en haut, transversalement, d'un petit tube-enveloppe, en forme de cravate, dans lequel se trouve le fulminate et le rugueux ;

Les *étoupilles en cuivre, ordinaires*, qui se composent d'un tube surmonté d'un godet, et auxquelles le feu est mis à l'aide d'une lance-à-feu ;

Les *étoupilles en plumes, ordinaires*, formées d'un tube dont la tête est garnie de brins de mèche, qui sont enflammés avec une lance-à-feu.

On arme aussi ces étoupilles d'un faisceau de fils de coton, pendant en dehors, recouvert d'une légère couche de pâte vive et enveloppé de papier, de manière à faciliter l'inflammation de l'étoupille.

Les *étoupilles en plumes*, qui servent dans la marine, et qui sont de deux sortes :

Les unes, à *percussion*, sont formées d'un tube traversé, en haut, par un tube plus petit, un peu saillant, qui porte le ful-

minate, et repose, en maintenant l'étoupille, sur les bords de la lumière; elles sont enflammées par le marteau d'un percuteur;

Dans les autres, un rugueux traverse le tube, sous le fulminate logé dans la tête, et une forte boucle en cuir, entourant cette tête, en forme de cravate, et traversée elle-même par la tige du rugueux, maintient et consolide cette partie.

Les *étoupilles électriques*; elles sont de deux modèles, faites en plumes et avec une tête en bois, dans laquelle le tube s'engage, et qui porte, en haut, la poudre à enflammer, et transversalement, deux petits tubes servant à faire passer et à fixer les fils qu'on doit mettre en communication avec la pile électrique. On s'en sert dans les tirs d'expériences, où il faut se tenir éloigné.

Lances-à-feu. — Ce sont des tubes en carton, dans lesquels on a tassé de la composition lente, amorcée d'un côté, tamponnée de l'autre.

Un modèle présente le mode d'inflammation de la lance-signal *Boxer*.

Fusées de signaux. — Elles n'offrent rien de spécial, et sont semblables aux fusées des fabrications habituelles.

Lance-signal Boxer. — C'est une lance-à-feu d'un diamètre un peu plus grand, mais terminée, en haut, par une chambre, à amorce vive, percée d'un petit trou latéral, et, en bas, en dessous du tampon d'argile, par une chambre, de quelque longueur, dans laquelle se place un manche en bois, retenu par une cheville transversale.

Cette lance s'enflamme au moyen d'un petit appareil détonant, qui se compose d'une cheminée conique rugueuse, enveloppée de fulminate et qu'on place dans le trou latéral de la chambre d'amorce; en frappant l'autre bout de la cheminée contre un corps dur, le frottement du rugueux contre le fulminate de son enveloppe produit l'inflammation.

Ces cheminées sont placées, en nombre plus ou moins grand, sur une tige en métal, qui peut se fixer au bout du manche de l'artifice.

Lance-signal. — C'est une lance pareille à la précédente, sauf le mode plus simple d'inflammation ; la chambre d'amorce est traversée par un petit tube, en cuivre, garni de mèche à étoupille vive, et terminé en forme de cheminée, cette extrémité devant recevoir une capsule qu'on enflamme par le choc contre un corps dur.

Projectile éclairant Boxer. — Ce projectile, très-ingénieux, est de forme sphérique. Il est formé de deux enveloppes en zinc, placées l'une dans l'autre, et composées chacune de deux moitiés, lesquelles sont, pour chaque enveloppe, réunies suivant un hémisphère ; l'enveloppe intérieure contient, dans sa moitié inférieure, la matière éclairante dont le bas est muni d'une amorce de communication avec le vide qui sépare les deux enveloppes, et, dans sa partie supérieure, le parachute plié, relié à l'autre partie par des chaînettes en fer. Cette partie supérieure porte, en haut, une forte dépression par laquelle est obtenu, entre elle et l'enveloppe extérieure, un vide assez grand pour qu'on y loge la charge de poudre, qui doit briser cette dernière enveloppe, et une fusée du modèle *Boxer* ; d'ailleurs, le vide, concentrique et faible, qui existe entre les deux enveloppes, est rempli par du papier, fortement salpêtré, qui se trouve aussi en contact, par le bas, avec l'amorce de la matière éclairante.

La fusée fait détoner la poudre de rupture, à la distance déterminée, distance qui peut atteindre neuf cents mètres ; l'enveloppe intérieure, devenue libre, se sépare suivant les deux moitiés ; la moitié inférieure reste suspendue au chapiteau qui s'est ouvert, et sa composition éclairante brûle par le bas, l'amorce de celle-ci ayant été enflammée par le papier salpêtré.

Balle-à-fumée. — Cet artifice est une sphère en papier-carton

qui contient une composition lente produisant une fumée très-intense. Cette composition est percée, par le haut, d'un trou faisant suite à un trou pareil dans le carton, et là, est fortement tassée une composition vive d'amorce.

Cette balle, qui a une durée de sept à huit minutes, s'emploie dans la guerre de mines.

Fusée de sauvetage Boxer. — A côté des fusées de guerre, et faisant une heureuse antithèse, était exposée la *fusée de sauvetage* du colonel *Boxer*. Elle se compose d'une enveloppe, en tôle, portant une tête en bois ogivale et, en bas, un culot à évent central; une baguette latérale est fixée, le long du cartouche, par deux viroles à bague; l'intérieur est formé de deux parties semblables, et constituant deux fusées consécutives, pareilles à l'intérieur des fusées de signaux, et séparées par le massif de l'une.

Grâce à cette combinaison très-favorable, chaque fusée brûlant successivement, la force d'impulsion a une durée assez longue et peut transporter jusqu'à cinq cents mètres, sans qu'elle ait dû être, au départ, trop énergique, la cordelle attachée à la baguette.

GARGOUSSES.

Le gouvernement a exposé les *gargousses* pour les canons lisses se chargeant par la bouche, des calibres de 6, 12, 32, 68 et 100 livres, et celles pour les canons rayés de 7, 8, 9 et 12 pouces, se chargeant aussi par la bouche; et enfin des *gargousses* pour canons par la culasse.

Toutes ces *gargousses* sont en serge de belle qualité; elles sont consolidées par des rubans en laine, blanche ou bleue, suivant l'espèce de canons, qui les entourent, étant largement transfilés, et dont le nombre varie avec les calibres, allant jusqu'à 13 pour les canons de 12 pouces.

Les charges pour les pièces se chargeant par la culasse sont

pourvues d'un lubrificateur *Boxer*; il se compose de trois parties superposées: une enveloppe circulaire, méplate, en cuivre mince, renfermant une pâte de savon et d'huile; un gâteau de cire vierge, évidé au milieu; et un culot en carton fort. Dans les charges de gros calibres, ce lubrificateur n'est plus logé dans l'enveloppe; il est placé en dehors, et maintenu au moyen d'une cheville, liée à ce petit appareil et pénétrant dans une petite pièce conique, en carton, étranglée au milieu, autour de laquelle se fait le serrage du collet de la gargousse.

Conservation des poudres et des munitions. — Le gouvernement expose les barils en chêne, cerclés de quatre cercles, en cuivre, et très-bien conditionnés, qui servent à l'emmagasinement des poudres; ils sont de 100 ou de 50 kilogrammes, et enchappés;

Et les barils semblables qui reçoivent les munitions des armes portatives, lesquels portent, sur l'une de leurs faces planes, une porte circulaire qui se ferme à la clef.

Les gargousses de la *marine* sont conservées, à bord, dans des caisses hermétiquement fermées, dont on présente plusieurs modèles. Elles sont en cuivre; les unes rectangulaires, les autres pentagonales; d'autres, à trois gargousses, sont en cuivre cannelé, ayant la forme d'un rectangle plus long que haut, avec les deux petites faces arrondies; d'autres enfin sont cylindriques, en zinc, et destinées à une seule gargousse.

Toutes les munitions et artifices sont conservés dans des caisses analogues, à fermeture hermétique; l'examen de ces fermetures, qui doivent intercepter complètement le passage de l'air ou de l'eau, laisse peut-être à désirer sous le rapport de la persistance de cette qualité spéciale.

FRANCE. — Le service de l'armée a exposé une collection intéressante, offrant les détails de la fabrication de ses capsules de fusils et de ses étoupilles, en cuivre, à friction; la fabrication y était représentée, à ses diverses phases d'avancement.

Les *étoupilles à canon* sont composées d'un tube de cuivre; en haut, ce tube, légèrement étranglé, porte le fulminate contenu dans un autre tube, de plus petit diamètre, et percé d'un canal central dans lequel passe la tige d'un rugueux; la partie barbelée du rugueux déborde dans l'intérieur; la tige sort à l'extérieur, y est coudée, et son extrémité est recourbée en boucle qui doit recevoir le crochet du *tire-feu*;

Le tube de l'étoupille est rempli de poudre à mousquet; le bas est fermé par un tamponnage de cire vierge.

Service de la marine. — Ce service emploie, à terre, les mêmes étoupilles que l'armée; mais, à bord, il se sert d'*étoupilles, à friction, en plume*, afin d'éviter le danger des projections des parties métalliques. Ces étoupilles sont semblables, comme principe et comme détails, à celles en cuivre, si ce n'est que le grand et le petit tube sont en plume d'oie; le petit tube est retenu par une petite tête en bois, sur laquelle le grand tube a été étranglé.

Ces étoupilles sont conservées, à bord et dans les magasins, dans des caisses en cuivre, pourvues d'une fermeture hermétique pareille à celle des caisses à gargousses; les dimensions seules, varient pour ces caisses spéciales.

M. Voruz. — Dans son exposition, M. Voruz avait compris une collection des étoupilles employées par le service de l'armée et par celui de la marine; ces étoupilles ont été fabriquées dans ses propres ateliers.

Il avait aussi présenté quelques sachets ou gargousses, fabriqués par lui.

ARTICLE IV.

FUSÉES DE GUERRE.

Les fusées de guerre ont été représentées, à l'Exposition de 1867, chez trois puissances seulement, l'Angleterre, l'Autriche et la France.

A certaines époques, cette arme qui constitue une espèce de projectile automoteur, lancé sans l'aide d'une bouche à feu, a joué un rôle ayant quelque importance, plus particulièrement dans la guerre de campagne. Il y a quinze ou vingt ans, cette importance s'était même étendue à la guerre de siège, grâce aux développements, en dimensions et en portées, qu'elle avait reçus et dont la France paraît avoir eu l'initiative. Elle préoccupait donc les esprits, et elle était l'objet de recherches très-suivies, lorsque survint l'artillerie rayée, dont les projectiles incendiaires et explosifs s'offrirent avec des portées plus grandes et une justesse de tir très-supérieure. Dès lors l'avenir de la fusée de guerre, plus encore celui de la fusée pour la guerre de siège, sembla devoir se fermer. Cependant les puissances qui avaient monté chez elles ces fabrications et celle du matériel de service sur de larges proportions les conservèrent, en dirigeant de préférence les études et les travaux vers les fusées de campagne.

On sait que les inconvénients principaux de cet engin de combat sont sa cherté, l'encombrement qu'il donne, les dangers de son emploi, surtout après des transports fatigants ou de longs séjours dans les magasins, et enfin l'extrême incertitude de son tir à toutes distances un peu éloignées.

C'est ce dernier défaut, dont une bonne part se rattachait, dans des circonstances atmosphériques défavorables, à l'usage d'une baguette directrice, que les gouvernements d'Angleterre et d'Autriche ont cherché à diminuer; l'un et l'autre ont supprimé la baguette, et la marche régulière du mobile est obtenue par le mouvement de rotation qu'il prend, dès le départ, autour de son axe. Le gouvernement anglais vient de payer, à un très-haut prix, le succès de ce perfectionnement, ce qui prouve en même temps qu'il persiste à attribuer une valeur assez sérieuse à l'engin lui-même.

Ces deux gouvernements n'ont présenté, au Champ-de-Mars, que des fusées de campagne.

S'il existait quelque amélioration intrinsèque dans ces fusées

et plus spécialement dans leur composition fusante, elle n'a pas été indiquée; au surplus, ces confections ont toujours été soumises à certaines exigences de secret.

Les fusées françaises ont encore leur même mode de direction, une baguette en bois, à plusieurs ailes; on en a exposé de tous les calibres admis; la plus forte pesait jusqu'à 90 kilogrammes.

FUSÉES DE GUERRE.

ANGLETERRE. — Le *gouvernement* a exposé trois modèles de ces fusées, de 24, 12 et 6 livres; plusieurs avaient été sectionnés en deux moitiés.

Elles sont du système *Hale*, à rotation et sans baguette. Elles se composent d'un chapiteau ogival, d'un cartouche, en tôle sans soudure, rempli de composition tassée, avec une âme tronconique, et d'un culot dont les dispositions particulières produisent la rotation en même temps que le mouvement de translation; ce culot est percé de trois événements parallèles à l'axe; trois ailettes de faible longueur, ayant la face intérieure demi-cylindrique, prolongent ces événements; les gaz qui s'échappent donnent le mouvement de rotation par leur pression latérale contre la face de ces ailettes.

Les résultats seraient très-satisfaisants; on obtient de plus grandes portées, avec de faibles écarts.

Ce système qui avait déjà été, en France, l'objet de quelques études provoquées par les propositions de M. Hale, est, assure-t-on, devenu réglementaire en Angleterre, et a valu à l'inventeur la plus généreuse récompense.

AUTRICHE. — Le *gouvernement* a exposé des *fusées de guerre*, d'un même diamètre de cartouche, mais pourvues de quatre armatures différentes.

Les cartouches ont 52 centimètres de diamètre extérieur, et 32 ou 38 centimètres de longueur suivant les armures.

Elles sont à *rotation*, sans baguettes; le mouvement de rotation est donné par quatre événements coudés, situés dans un plan perpendiculaire à l'axe et à l'avant de la fusée, aboutissant, à l'intérieur, dans un espace libre entre l'armure et le haut de la composition.

Cette composition, tassée fortement et à combustion vive suivant le système de cette nation, a une âme, large et tronconique, percée de part en part; le bras est fermé par un culot à large trou central, le haut aboutit à la chambre des événements; c'est par l'un de ces événements, muni d'un brin-de mèche, que le feu est mis et porté dans l'intérieur; enfin le haut des cartouches est pourvu d'un manchon qui sert à fixer l'armure.

Obus ordinaire. — Ces obus sont du calibre de 4 et de 6, pesant, chargés, 4 kil. 290 et 5 kil. 440; ils ont, à l'arrière, une chambre qui est vissée sur le manchon et qui reçoit les événements de rotation, et, à l'avant, la fusée de campagne; le feu mis à un événement se transmet à l'amorce de la fusée par un petit canal de communication, réservé dans la paroi extérieure de l'obus.

Boîte à mitraille. — Elle est en tôle de fer et rivée sur une douille en fonte, qui se visse sur le manchon du cartouche et reçoit les événements; elle pèse, chargée, 5 kil. 940.

Obus incendiaire. — Ils sont en fonte, remplis de composition incendiaire, percés de six événements et vissés sur une douille, à large base, fixée sur le manchon du cartouche; ils pèsent, chargés, 5 kil. 940.

Fusée éclairante. — Elle se compose d'un chapiteau conique, en tôle, rempli de composition éclairante, et d'un parachute, en toile, réuni à l'intérieur du chapiteau par des chaînettes, et enveloppé lui-même dans de la tôle très-mince; le chapiteau est fixé sur une douille en fonte, recevant les événements et entrant sur le manchon du cartouche; une charge de poudre,

logée dans le bas du chapiteau, produit sa séparation et ne doit s'enflammer qu'à une certaine hauteur.

Affût pour fusée. — On a aussi exposé l'affût qui sert au tir de ces fusées et qui présente des dispositions très-propres à son service. Il se compose d'un *tube*, recevant le cartouche, et muni en haut d'un appendice creux où se place l'étoupille; d'un *support de pointage*, sur lequel est fixé le tube et qui se meut verticalement autour de l'axe de deux montants que porte la tête du trépied; ce support est une plaque assez haute, dont le bas, de forme demi-circulaire, est taillé en dents de crémaillère et gradué en degrés, de 0 à 70; le mouvement est donné au moyen d'une petite roue dentée, dont l'axe est terminé par une tête ronde, bien à la main, et il est arrêté fixement par la pression de l'extrémité d'une vis latérale, à poignée extérieure, traversant l'un des montants; enfin d'un *trépied* en bois, dont le plateau, surmonté d'une plaque en cuivre, porte les montants du support de pointage et est percé d'un trou central par lequel passe l'axe vertical du corps des montants; cet axe est terminé par un œil où s'accroche un contre-poids destiné à donner de la stabilité à l'affût.

Tout le système, qui peut se démonter en quatre parties, pèse, avec le contre-poids, 19 kil. 880.

FRANCE. — Le service de l'armée a exposé quatorze fusées de guerre, des trois calibres employés, 6, 9 et 12 centimètres.

Le système général de construction de ces fusées, soit pour les enveloppes et les armures, soit pour les dispositions intérieures, soit pour le moyen de direction, est le même dans les trois calibres.

Ce système se compose d'un cartouche en forte tôle, armé, à sa partie supérieure, du projectile que doit porter la fusée et, à sa partie inférieure, fermé par un culot brasé; ce culot est percé, au centre, d'un trou fileté qui reçoit la baguette de

direction et de cinq trous ou événements donnant passage au gaz.

Le cartouche est rempli d'une composition fortement pressée, ayant une âme tronconique et terminée, en haut, par un massif plein, au-dessus duquel se trouve une rondelle en bois, solidement fixée.

La composition brûle avec une certaine lenteur, le mouvement s'accéléral pendant une partie de la course du mobile.

La baguette est en bois, à cannelures profondes; elle est protégée contre les gaz par sa douille, à bouton à vis, et une tôle de recouvrement.

Une *espolette* à plusieurs durées communique le feu du massif à la charge du projectile, ou à la composition incendiaire, si ce projectile est un obus incendiaire. Chaque canal de l'espolette se débouche au moyen de rubans, repliés de l'intérieur à l'extérieur du cartouche, pourvus des indications nécessaires et sur lesquels il suffit de tirer fortement pour ouvrir le canal désigné.

L'*obus ogival* est fixé à la fusée au moyen de trois ou quatre vis qui traversent une douille, enveloppant le haut du cartouche, la tôle du cartouche, et pénètrent dans la rondelle en bois.

Pour fixer la *boîte incendiaire*, l'extrémité antérieure du cartouche est engagée dans un dégorgement cylindrique, pratiqué dans la composition incendiaire de la boîte. Cette boîte est retenue par trois bouts de fil de fer, filetés, traversant la tôle et la composition de la boîte, la tôle du cartouche, et entrant dans la rondelle en bois; l'autre extrémité de ces fils est rivée sur la tôle de la boîte, à l'extérieur.

La *boîte à mitraille* porte, à sa partie inférieure, un diaphragme en bois; une rondelle de réunion, en tôle emboutie, est placée sur la face inférieure du diaphragme par des clous; la partie antérieure du cartouche est engagée dans cette rondelle, et la boîte est maintenue par trois vis traversant les oreilles de la rondelle, la tôle et la rondelle, en bois, du cartouche.

Les *fusées de 6 centimètres* portent les trois armures ci-

dessus et pèsent, avec leur baguette, de 7 kil. 700 à 6 kil. 950.

Les *fusées de 9 centimètres* portent l'obus ogival et la boîte incendiaire; elles pèsent 22 kil. 500 à 22 kil. 300.

Les *fusées de 12 centimètres* portent la bombe ogivale de 19 centimètres ou de 24 centimètres, et la boîte incendiaire ou éclairante de 16 centimètres ou de 23 centimètres; elles pèsent de 60 kilogrammes à 90 kilogrammes.

Le chevalet n'a pas été exposé; il n'offrirait d'ailleurs rien de saillant à signaler.

Le feu est mis aux fusées à travers l'un des événements et au moyen d'une *étoupille-lance*. Cette *lance-à-feu* est formée d'un tube, en laiton, garni de composition, et portant, à la partie supérieure, une étoupille à friction, en cuivre, dont le fil du rugueux passe par une fente du métal, laissant en dehors sa boucle sur laquelle s'exerce la traction du *tire-feu*.

CHAPITRE IV

APPAREILS ÉLECTRO-BALISTIQUES

ARTICLE 1^{er}.

APPAREILS ÉLECTRO-BALISTIQUES.

Les artilleurs de toutes les nations peuvent aujourd'hui saluer d'un adieu sympathique, et de profonde reconnaissance pour de grands services rendus, le vieux pendule balistique de *Robins* ; cet appareil encombrant, à ressources trop bornées, doit enfin disparaître de nos polygones où d'ailleurs, depuis quelques années, il n'était plus conservé que comme un témoignage des méfiances causées à quelques esprits trop prudents, par les défauts relatifs des premiers appareils électriques.

Déjà, en 1836, le prince *Louis-Napoléon*, dans son *Manuel d'artillerie*, comprenant quels précieux avantages la science de la balistique trouverait dans un appareil d'un emploi plus facile, plus varié et plus étendu, exprimait le désir qu'on s'occupât avec ardeur à rechercher cet instrument nouveau trente années plus tard, le prince devenu empereur a pu voir la réalisation de ses vœux, dans ce palais où le prestige de son nom et les efforts généreux qui l'ont secondé, avaient pu réunir toutes les merveilles des sociétés modernes.

L'Exposition de 1867 renfermait en effet cinq appareils électro-balistiques dont deux, et plus particulièrement celui de *MM. Navex et Leurs*, sont, chez plusieurs nations, passés dans

la pratique, se substituant à l'ancien pendule, et se sont imposés comme un instrument familier et nécessaire.

Les hésitations ont cessé; ces appareils sont arrivés déjà à un état de perfectionnement qui, sans exclure le progrès, suffit aux besoins des travaux; les résultats qu'ils donnent dans la recherche des vitesses doivent être considérés comme étant plus rapprochés de la vérité et surtout plus comparables entre eux, qu'ils ne l'étaient avec le pendule *Robins*, dont l'usage, difficile et lent dans l'expérimentation comme dans les calculs subséquents, obligeait à réduire à des minima les tirs et les observations.

L'intérêt si considérable qui était attaché à la réussite de ces applications des phénomènes de l'électricité à la balistique de l'artillerie a vivement excité l'esprit d'invention; il a donné lieu à des travaux théoriques et à des essais de construction, dont l'origine paraît remonter vers l'année 1840. Toutefois les noms des officiers qui ont pris part à ces travaux, ou du moins ceux de ces noms qui ont été honorés d'une certaine publicité ne sont pas très-nombreux; en outre, des luttes assez vives se sont produites, à diverses époques, quant aux droits de priorité soit dans les inventions initiales, soit dans les modifications dont celles-ci ont bénéficié.

Ce rapport ne saurait toucher à ces questions personnelles; il respectera ces débats qui, d'ailleurs, sont restés toujours généreux.

Mais, en appréciant à sa valeur élevée les résultats d'ensemble de ces beaux travaux et avant de parler des appareils même qui figuraient à l'Exposition, on ne peut se soustraire à la satisfaction de rappeler les études et les créations les plus saillantes, parmi celles qui ont concouru à l'œuvre commune, œuvre dont le développement se poursuit sans relâche.

Parmi les noms qui se présentent d'abord, dans la première période de ces études, de 1840 à 1847 environ, se trouvent ceux de *M. Wheastone*, qui se place en tête de ce mouvement intellectuel; plus tard, de *M. Bréguet*, du colonel *Constanti-*

noff et de *M. Hipp*; leurs efforts successifs ne furent pas consacrés par un succès suffisant, et leurs appareils n'ont pas eu d'applications suivies.

A la fin de cette période, *M. Pouillet* soumettait à l'académie son mémoire sur un chronographe électro-balistique; et *M. le capitaine Martin de Brettes*, qui a touché à toutes les parties vitales de ces questions, en adressait deux, de 1847 à 1851, l'un sur un chronographe à cylindre tournant, un compteur et un pendule électro-balistique, l'autre sur un pendule électro-magnétique à style oscillant.

Dans cette dernière année 1851, *M. le major Navez* publiait un mémoire sur son pendule électro-balistique, auquel il travaillait depuis plus de trois ans, et qui se fit vraiment connaître vers 1855, pour être accepté et employé dans les expériences d'artillerie. Après cet instrument, fondé sur la chute d'un corps oscillant autour d'un centre, idée qu'avait de même indiquée le capitaine *Martin de Brettes*, vint celui de *M. le lieutenant Le Boulangé*, qui applique la chute libre, débarrassée des reproches faits au pendule oscillant où la mesure des temps peut être faussée par les frottements.

C'est encore pendant cette seconde période, où la réussite récompensait déjà les efforts faits, que le professeur *Benton* construisait son pendule électro-balistique, similaire de celui du major *Navez*.

Enfin, dans cette série d'appareils, fabriqués ou proposés, qui se servent des courants directs pour fixer ou libérer les organes, pendules, poids, leviers, styles, etc., au moyen desquels s'obtient la mesure des temps correspondant au passage des projectiles dans des cadres-cibles, nous trouvons ceux que renfermait l'Exposition de 1867, lesquels résument, avec d'importantes améliorations, l'état actuel de cette science; ce sont :

Le pendule *Navez*, récemment modifié par le colonel *Leurs*, instrument qui jouit aujourd'hui des préférences les plus générales, grâce à sa simplicité pratique d'emploi et à la

justesse de ses indications, très-suffisante pour la balistique extérieure ;

Le même appareil de M. *Le Boulangé*, auquel cet officier a apporté des améliorations notables, qui lui assurent aussi la faveur des polygones d'études ;

Un autre appareil du même officier, fondé sur l'écoulement du mercure et permettant de mesurer la durée des plus longues trajectoires ;

Et un *chronographe*, de création tout récente et jusqu'ici très-peu connu, de M. le professeur *Bashforth*, lequel paraît pourvu de qualités essentielles et donne le moyen de mesurer, à tous les points de sa trajectoire, la vitesse d'un projectile par le passage de celui-ci à travers plusieurs cadres-cibles activés par un seul et même courant aboutissant au style enregistreur.

Dans une autre série, moins riche en spécimens, celle qui emploie les courants d'induction et la trace laissée par une étincelle électrique sur une surface métallique ou métallisée, méthode sur laquelle M. le capitaine *Martin de Brettes* paraît avoir publié le premier, on doit citer le mémoire et le chronographe que présentait cet officier vers 1857 ; un peu plus tard, celui de M. le capitaine *Vignotti*, dérivé du précédent ; et enfin l'appareil qui ferme cette série et qui se faisait remarquer au Champ-de-Mars, celui de M. le capitaine *Schulz*, datant de 1863, déjà fort estimé en Amérique, et dans lequel cet officier, profitant habilement des expériences de M. *Wertheim* sur l'usage du tracé graphique des vibrations du diapason, des recherches de M. *Lissajous* qui a su rendre ces vibrations électriquement isochrones, et utilisant, comme le capitaine *Martin de Brettes*, l'étincelle d'induction pour enregistrer le moment des passages dans les cadres-cibles, est parvenu à composer un ensemble des plus délicats, qui paraît apte à donner, avec une très-grande approximation et des sécurités intrinsèques de contrôle, la vitesse d'un projectile à tous les points de sa trajectoire, soit pour la balistique extérieure, soit pour la balistique intérieure.

En terminant cet exposé d'une situation aussi satisfaisante — pour les amis des sciences militaires, et en répétant que les deux chronomètres qui se partagent encore aujourd'hui la plupart des polygones d'artillerie sont dus à la Belgique, on est conduit à rendre un juste tribut d'éloges au mérite des officiers de ce pays.

ANGLETERRE. — M. *Francis Bashforth* avait exposé un chronographe électro-balistique.

Cet instrument n'était pas nomenclaturé, et n'a pas été signalé à la commission qui n'a pas été assez heureuse pour le voir.

On en parlera donc très-sommairement et d'après la description que contient le tome VI de la *Revue technologique belge*.

Le chronographe enregistre, sur un tambour qui est pourvu d'un double mouvement de translation parallèle et de rotation, les battements d'un pendule qui devra, autant que possible, donner la seconde, et les passages d'un projectile à travers plusieurs cadres-cibles.

L'enregistrement du temps est fait par la rupture d'un même courant électrique et dans les mêmes conditions; celui des passages est obtenu, de même, par un deuxième courant.

Le tambour vertical reçoit son double mouvement d'un balancier à la main, qui le fait tourner, et d'une corde, liée au système, qui le fait marcher parallèlement, en s'enroulant sur une poulie.

Deux marqueurs, en communication avec l'horloge, tracent, l'un une hélice, l'autre, par un trait en travers sur cette hélice, les secondes. Un autre marqueur, à pointe de diamant, en communication avec le courant des cadres, pointe les passages.

L'organisation des cadres-cibles est nouvelle et semble très-heureusement combinée.

Un seul et même courant, circulant dans deux fils seulement, passe par la partie supérieure des cadres pour revenir

à l'électro-aimant du marqueur; cette partie supérieure des cadres produit la circulation au moyen de plaques percées d'un trou à travers lequel passe un fil de cuivre, formant ressort, de telle sorte que cette circulation subsiste, soit que le fil touche le bord de son trou en haut ou en bas, et qu'elle cesse pendant le temps que ce fil mettra pour aller d'un bord à l'autre; or, avant le passage du boulet, ce fil de cuivre est retenu contre le bord supérieur de son trou, et, pendant l'intervalle de temps nécessaire, il y a interruption de courant et le marqueur pointe le passage.

Il y a autant de fils qu'il est utile; on remarque, en outre, que les fils de coton, dont la rupture cause l'interruption, sont tous également tendus et par conséquent se rompent de la même manière, tandis que dans les cadres-cibles ordinaires ces fils peuvent céder très-irrégulièrement avant d'être coupés.

Quand, l'expérience étant terminée ou le tambour rempli, on veut faire la lecture, on transporte celui-ci à un instrument spécial.

On peut avoir un nombre quelconque de cadres-cibles qui seront traversés successivement par un même boulet interrompant le même courant; c'est une condition essentielle, qui permet la mesure des vitesses à divers points de la trajectoire d'un projectile, en même temps qu'elle est un contrôle du fonctionnement.

On peut aussi mesurer les trajectoires les plus longues.

Les appareils *Navez-Leurs* et *Le Boulangé*, aujourd'hui employés dans les polygones, ne jouissent pas de cette double qualité; ils ne mesurent que des temps qui dépassent à peine 0,2 secondes; ils n'admettent l'emploi que de deux cadres-cibles, et, si l'on veut faire une observation à une autre distance, il faut un deuxième instrument et son couple de cadres, ce qui met l'opération dans des conditions différentes.

Une particularité du chronographe de *M. Bashforth* est la mise en mouvement du tambour par un balancier lancé à la

main. L'auteur considère comme très-difficile d'obtenir un mouvement mécanique suffisamment régulier ; dès lors, grâce au poids relativement fort du volant et aux précautions prises pour adoucir les frottements des axes, il suppose que la vitesse, acquise par une première mise en train à la main, décroîtra uniformément et régulièrement, suivant une loi qui pourra facilement être déduite de cinq ou six marques données par les battements de l'horloge.

Pour des expériences n'exigeant qu'une précision ordinaire, trois marques d'horloge et trois marques de cadres suffisent, avec une simple règle de proportion. Mais, pour des expériences très-déliçates, il faut un plus grand nombre de marques, six au moins, et des cadres équidistants, afin de juger plus sûrement si les marques sont bien en concordance et faciliter les calculs au moyen desquels on déduira les résultats cherchés ; ces calculs d'interpolation seront, non pas difficiles, mais un peu longs et minutieux ; l'opérateur pourra regretter que l'instrument n'y supplée pas mieux.

Quoi qu'il en soit, cet appareil, sur lequel on ne connaît qu'une expérience citée par l'auteur, a été très-habilement établi et par un esprit parfaitement maître de son sujet. Il faut d'ailleurs observer que plusieurs de ses dispositions principales existent dans le chronographe de M. le capitaine *Schulz*, lequel paraît-être son aîné.

BELGIQUE. — Appareils électro-balistiques Navez-Leurs.

L'appareil Navez-Leurs, qui est une modification très-séduisante de l'appareil *Navez*, faite par M. le colonel *Leurs*, était seul exposé.

On sait que l'appareil primitif *Navez* se composait de trois parties principales :

Un *pendule chronomètre*, comprenant un pendule, oscillant au tour de l'axe d'un limbe gradué, et entraînant avec lui, par liaison de frottement doux, une *aiguille* indicatrice ; le pendule et son aiguille, retenus, à la naissance de l'arc du limbe, par un

électro-aimant, tombent quand le circuit est rompu et, dans la course, l'aiguille est immobilisée devant une graduation, quand un second courant, activant un électro-aimant qui est placé au centre d'oscillation, l'attire et la retient subitement.

Dans cette combinaison, il suffit, pour avoir la mesure du temps sur le limbe, que le pendule et son aiguille tombent quand le boulet traverse le premier cadre-cible, en rompant un courant, et que l'aiguille soit immobilisée lorsqu'il traverse le deuxième cadre;

Deuxièmement, un *conjoncteur* destiné à activer l'électro-aimant de l'aiguille, cet effet étant produit par la chute d'un poids dont l'électro-aimant est neutralisé quand le boulet traverse le deuxième cadre, et qui, au bas de sa course, heurte une pointe à ressort et l'amène en conjonction avec une petite cuvette pleine de mercure, fermant ainsi le courant de l'aiguille;

Troisièmement, un *disjoncteur* traversé par les deux circuits qui activent le pendule et le poids conjoncteur, lesquels traversent aussi l'un le premier cadre, l'autre le deuxième; ce disjoncteur permet d'ouvrir ou de fermer simultanément ces deux circuits.

Si, le pendule et son aiguille ainsi que le poids conjoncteur étant en place, on opère une disjonction simultanée, l'aiguille sera immobilisée au moment de la conjonction, et l'arc parcouru donnera le temps de la chute du poids et celui nécessaire à l'aimantation de l'électro-aimant central de l'aiguille; si, au lieu d'opérer la disjonction à la main et simultanément, on la fait opérer par le projectile rompant successivement le circuit du pendule et du conjoncteur, au temps déjà connu s'ajoutera celui qu'aura mis le projectile à franchir l'espace séparant les deux cibles.

La différence des angles marqués par l'aiguille, à chaque opération, donnera donc l'angle ou le temps correspondant au parcours du boulet entre les deux cibles.

Cette différence des temps se lit immédiatement sur une

table calculée d'avance; elle donne la vitesse du projectile, supposée uniforme, au milieu de l'intervalle des deux cibles.

C'est cet appareil, très-estimé déjà, que M. le colonel *Leurs* a simplifié.

Le conjoncteur et son circuit spécial ont été supprimés.

L'appareil ne se compose plus que de deux parties :

Le *pendule*, tombant et circulant devant le limbe gradué en entraînant son *aiguille*, et un second *pendule*, placé de l'autre côté, circulant autour du même axe et en sens contraire; ils sont retenus chacun par un électro-aimant activé par un courant particulier. Le mode d'immobilisation de l'aiguille n'est plus le même, et ne se fait plus par contacts et frottements, ce qui était sujet à reproches; la rondelle de cette aiguille, où est percé le trou central d'oscillation, est comprise entre deux pinces fixes, à ressort; ces pinces sont ouvertes quand le pendule-chronomètre tombe, entraînant l'aiguille; elles se ferment et immobilisent celle-ci, quand le second pendule, mis en mouvement, vient heurter les deux pinces par un butoir qui les resserre.

Deuxièmement, un disjoncteur, à même usage que dans l'appareil primitif, mais plus simple; c'est une lame métallique flexible, fixée sur une base par l'une de ses extrémités où passe l'un des courants, et qui, pressée à l'autre extrémité au moyen d'une came, s'abaisse et se met, vers son milieu, en contact avec une pointe traversée par l'autre circuit.

Cet appareil modifié paraît jouir des mêmes avantages intrinsèques de régularité que l'appareil *Navez*; la suppression du conjoncteur à mercure, dont l'emploi exigeait du soin et des précautions, et, par suite, celle de son courant, ont rendu la manœuvre plus sûre et plus facile; on en prend l'habitude très-rapidement et sans peine. Il est accepté partout avec une très-grande faveur.

Il exige, comme le premier, l'emploi de tables calculées d'après la durée d'une oscillation très-petite du pendule de l'appareil, durée dont l'observation est longue et délicate;

mais, par un dispositif ingénieux qu'on lui applique, on peut déterminer le coefficient par lequel, pour avoir les tables qui lui sont propres, il faut multiplier celles calculées d'après la durée d'oscillation d'un pendule type.

Machine électro-balistique de M. le lieutenant *Le Boulangé*.

L'appareil exposé, très-avantageusement connu depuis plusieurs années, portait quelques perfectionnements introduits plus récemment.

La mesure des vitesses des projectiles est fondée sur la loi simple de la chute libre des corps.

Une tige, *chronomètre*, de longueur suffisante, enveloppée, dans sa partie inférieure, d'une douille mince et bien régulière de zinc, est suspendue par un électro-aimant, lié à un *montant* et un peu en saillie; de l'autre côté du montant est suspendu de même, un poids; le courant de l'électro-aimant du chronomètre passe par le deuxième cadre-cible, et celui du poids par le premier; ces deux courants traversent un *disjoncteur* qui permet à l'opérateur de les fermer ou de les ouvrir à volonté. Ce disjoncteur qui, dans le premier *chronomètre*, était attaché au montant lui-même, en a été heureusement isolé et forme un petit appareil séparé, qui sera décrit plus loin, à l'article de la *clepsydre*.

Si l'on interrompt les deux courants en même temps, le poids et le chronomètre se détachent ensemble et tombent; au pied du montant, le poids rencontre et fait jouer un levier qui retient, bandé par un ressort, un couteau à mouvement horizontal; ce couteau, en s'avancant, rencontre le chronomètre et fait une légère trace sur sa douille de zinc.

Après quoi, les circuits sont rétablis et les deux corps rattachés à leur électro-aimant; on fait feu; le projectile, en traversant le premier cadre, interrompt le courant qui active l'électro-aimant du poids, et celui-ci commence son mouvement descendant; le chronomètre commence le sien lorsque le boulet a traversé le second cadre, et se trouve par conséquent

en retard par rapport à l'autre ; quand le poids a heurté le levier du couteau, celui-ci fait une nouvelle trace sur la douille du chronomètre, laquelle est la mesure du retard par rapport à celle obtenue dans la première opération, où les deux chutes étaient simultanées.

On retire la douille en zinc ; on mesure, avec une règle à vernier, l'intervalle qui sépare les deux traces ; cet intervalle donne le temps, et le temps conduit aux vitesses. La formule pour les temps a été mise en tables calculées à l'avance ; on a même abrégé ces courtes opérations, la distance des cadres étant connue et la position de la trace donnée par la disjonction étant bien déterminée, en graduant la règle à vernier d'après la conversion des temps en vitesses qu'on peut ainsi lire immédiatement.

La précision des instruments est influencée par l'énergie de liaison des corps avec leur électro-aimant ; une disposition simple permet de la régler. Le poids et le chronomètre sont munis d'un petit poids additionnel convenablement choisi ; quand chacune de ces surcharges est en place, on tourne le bouton à vis de chaque bobine, jusqu'à ce que l'énergie de son électro-aimant ne suffise plus à soutenir le poids et le chronomètre avec leur surcharge. Dès lors, l'énergie des liaisons est réglée, puisqu'un même effort produit la séparation.

En outre, des circuits commutateurs renversent les pôles des électro-aimants à l'instant où les courants, passant par les cadres-cibles, sont interrompus, afin de détruire l'effet du magnétisme rémanent ; cette action est facilitée par l'aimantation des poids qui sont en acier, et qui ont dès lors des pôles permanents.

Cet appareil modifié paraît exempt de plusieurs des reproches qu'avait encourus le premier ; néanmoins quelques expérimentateurs préfèrent les lectures immédiates des arcs obtenus et des vitesses calculées, comme le permet l'appareil Navez-Leurs, au mesurage à la main sur des tubes de zinc isolés.

M. Le Boulangé a appliqué sa machine à la recherche des vitesses du projectile dans le canon; un essai cité, dans un canon de 4, semble avoir fourni des résultats bien concordants depuis 1 mètre jusqu'à 203 mètres de vitesse; la plus grande accélération de vitesse correspondait à un déplacement du boulet de 3 pouces environ, et c'est, en effet, à ce moment qu'a lieu la plus forte tension des gaz.

Clepsydre électrique.— M. Le Boulangé a exposé un second instrument destiné à remplacer le *compteur à pointage Bréguet*, employé habituellement pour mesurer le temps de la trajectoire d'un projectile; il le nomme *clepsydre électrique*.

Il est encore fondé sur la chute d'un corps tombant librement; on a choisi le mercure, métal, en effet, très-satisfaisant pour cet usage.

A la suite d'essais sur un premier appareil, l'auteur a constaté qu'on pouvait provoquer ou arrêter très-régulièrement, par l'ouverture ou la fermeture d'une soupape, l'écoulement de ce corps fluide, pourvu que l'ouverture fût faite par un choc, et la fermeture par la chute même libre de la soupape, ces deux effets étant produits par des organes électriques.

Dès lors, il suffit d'assurer le jeu de ces organes au commencement et à la fin d'une trajectoire, pour obtenir un écoulement de mercure dont le *poids*, mesuré et mis en rapport connu avec la *seconde*, donne la durée du mouvement.

Dans le calcul de ce rapport, on admet, ce qui est aussi exact qu'il est nécessaire dans les conditions où l'instrument est établi, que l'écoulement est constant pendant une même seconde, et que la différence de la quantité écoulée, d'une seconde à l'autre, est également la même.

L'appareil se compose de deux parties principales :

Un réservoir à mercure;

Et un disjoncteur, lequel est le même que le disjoncteur de l'autre appareil.

1° Le réservoir à mercure est circulaire; on lui a donné

une surface assez étendue par rapport à l'orifice d'écoulement, pour qu'on puisse négliger l'effet du dénivèlement pendant une seconde ; un disque, en fonte, recouvre le réservoir et porte les organes électriques ; le tout repose sur une colonne creuse qui se termine, en bas, par un orifice, à mince paroi, fermé par une soupape conique, à course libre et verticale.

Une tige verticale, fixée à cette soupape, traverse la colonne et le récipient et vient s'attacher à un levier articulé, placé sur le disque ; le jeu de ce levier est rattaché à celui de deux autres, dont chacun est activé par un électro-aimant, de telle sorte que l'un soulève la soupape quand le circuit du départ du boulet est ouvert par la rupture du premier fil, l'autre la fait retomber subitement quand le second circuit s'ouvre à son tour.

On obtient ainsi, entre les deux ruptures, un écoulement de mercure dont le poids mesuré donnerait l'intervalle de temps si, en effet, cet écoulement était constant pendant toute la durée, et si la soupape s'ouvrait et se fermait instantanément au moment de chaque rupture.

On corrige la deuxième cause d'erreur par l'emploi de la méthode d'une *disjonction* simultanée.

Les leviers sont réglés, d'après leur longueur, de manière que, en opérant une *disjonction* simultanée, la soupape soit ouverte un peu avant que le second levier ne la ferme ; la disjonction produit donc un petit écoulement qui représente, à la fois, les temps perdus par le jeu du mécanisme et par la désaimantation.

2° Le *disjoncteur* dont on se sert est le même que celui du *chronomètre modifié*. Il comprend un ressort horizontal, coudé, qui, au bandé opéré à la main, et maintenu par le bec d'une griffe verticale, permet à une lamette, placée à sa gauche et à sa droite, de rester en contact avec deux broches conductrices, ce qui ferme les circuits ; en appuyant sur la griffe, le ressort se débande et entraîne chaque lamette dont il est isolé, et dont la

position peut se régler de manière qu'elles soient rigoureusement soulevées en même temps.

Pour avoir la table des temps correspondants aux écoulements, il faut déterminer expérimentalement l'écoulement pendant une seconde, puis calculer le poids de la seconde suivante, d'où on déduit la différence constante d'écoulement, ce qui conduit aux poids correspondant aux secondes successives.

Cet instrument a été expérimenté en Belgique, où, paraît-il, il aurait donné des résultats très-satisfaisants ; à premier examen, son emploi, comme instrument de précision, semble demander des contrôles fréquents, des soins délicats, et une assez grande habileté de main.

FRANCE. — *Chronographe à diapason* de M. le capitaine Schulz.

Ce bel appareil est destiné à mesurer, aussi exactement que possible, les très-petits intervalles de temps, ou des intervalles plus grands, qui se produisent entre deux points de passage d'un projectile, soit dans l'air, soit, plus particulièrement, dans l'âme d'un canon ; ces intervalles peuvent varier de $\frac{1}{5000}$ ^e de seconde à 30 secondes ; la mesure s'en obtient avec le même degré d'approximation.

Il est fondé sur l'isochronisme des vibrations du *diapason* ; cette propriété, toutefois, n'étant pas absolue, mais n'étant altérée que par des variations très-petites, quand l'amplitude des vibrations varie dans des limites assez étendues ; si l'amplitude est sensiblement constante, et c'est la condition que l'appareil a réalisée, l'isochronisme peut être considéré comme parfait.

Dans cette condition, le *diapason* peut être employé pour diviser la seconde en parties égales et extrêmement petites, fournissant une nouvelle unité de temps, en rapport avec la seconde astronomique.

L'appareil se compose de trois parties principales :

1° Un *diapason*, faisant un nombre fixé de vibrations,

500 par seconde, et dont le mouvement est entretenu, d'une manière constante, par les attractions de deux petits électro-aimants, lesquelles ont une période limitée par l'interrupteur de M. *Foucault*. Ce *diapason électrique*, dû à M. Lissajous, lorsqu'il est convenablement réglé, prend un mouvement durable pendant plusieurs heures, d'une amplitude et d'une constance remarquables; le réglage se fait d'ailleurs très-aisément.

L'une des branches du *diapason* est armée d'un fragment, flexible et fin, de plume d'oie, qui, au moyen d'un petit excentrique, s'appuie légèrement sur la surface d'un *cylindre-enregistreur* placé à côté et parallèlement.

2° Un *cylindre*, près duquel est la plume, ayant sa surface bien polie, argentée, et recouverte d'une couche très-mince de noir de fumée, recevant en outre un double mouvement de rotation et de translation par un rouage et un contre-poids; la plume trace une hélice sur ce cylindre si le *diapason* est au repos; si, au contraire celui-ci vibre, elle trace une ligne sinueuse, chaque sinuosité entière correspondant à une vibration, et le commencement et la fin de cette vibration étant donnés par les intersections de la ligne sinueuse avec la ligne hélicoïdale mitoyenne; ce cylindre fournit donc le tracé d'une véritable échelle des temps, dans laquelle l'unité est la vibration, égale comme celle-ci, à $1/500^e$ de seconde, et cette échelle permettra de mesurer l'intervalle de temps entre les passages des deux étincelles qui traverseraient la surface du cylindre.

3° Une *bobine d'induction Rhumkorff*, dont le courant d'activité fait partie du circuit passant par les disjoncteurs, ou cadres-cibles, placés sur la trajectoire, et dont le circuit induit, en fil fin, se termine d'une part au cylindre et de l'autre à un fil, noyé dans un tube de verre et fixé très-près de la surface du cylindre et de la plume du *diapason*; chaque fois que le courant inducteur est rompu, une étincelle part de la pointe du fil et traverse la surface du cylindre, y laissant,

pour trace, une auréole circulaire d'anneaux colorés dont le centre est un point brillant, très-distinct; cette auréole est produite par le transport des particules de la surface argentée, projetées par l'étincelle.

4° Un *micromètre*, composé d'un microscope grossissant et d'un réticule, et dont le mouvement parallèle est donné par une vis de rappel, à tête graduée, sert à la lecture des intervalles; dans sa marche, ce micromètre divise en deux mille parties une double vibration et, comme celle-ci représente $1/250^{\circ}$ de seconde, il permet de lire les intervalles à $1/500,000^{\circ}$ de seconde près.

5° Les *disjoncteurs*, qui sont de deux sortes, pour les trajectoires dans l'air et dans l'âme. Quel que soit leur nombre, ils doivent satisfaire aux deux conditions essentielles d'être activés par un même courant, ce qui est une cause de régularité dans les phénomènes, et de simplification, et, par conséquent, d'être mis en communication dans le circuit, successivement, après chaque rupture effectuée dans le *disjoncteur* précédent; ils ont donc reçu des dispositions particulières.

Chaque cible se compose de deux parties; la cible même, formée d'un réseau de fils à circuit continu et, au-dessus de la cible, deux règles, isolées l'une de l'autre, auxquelles aboutit le circuit; à l'extrémité de chaque fil de la cible, traversant la règle inférieure, se trouve un ressort bandé par ce fil et qui, débandé quand ce fil est rompu par le boulet et donne une étincelle sur le cylindre, se met en contact avec la traverse supérieure qui établit le courant dans la cible suivante avec laquelle elle communique. Les mêmes effets se reproduisent, de la même manière, d'une cible à l'autre.

Il en résulte qu'avec une seule pile et une seule bobine, on peut suivre le projectile dans tout son parcours, et obtenir autant d'étincelles qu'on voudra placer de cibles; par suite, le courant doit rester dans des conditions identiques; les causes d'erreurs, provenant des retards dans la production de l'étincelle seront diminuées, et elles se réduiront aux différences

même entre ces retards, différences nécessairement faibles, et d'autant plus que l'identité des conditions sera plus complète.

Le *disjoncteur*, pour le mouvement dans l'âme, consiste en une tige d'acier placée au centre d'une vis métallique et isolée d'elle; la vis, fixée dans la paroi du canon, affleure l'âme; la tige fait saillie d'un millimètre, sous forme de couteau dont le tranchant est parallèle à l'axe de la pièce; ce couteau pénètre dans une plaque de plomb, que porte le projectile, lorsque celui-ci se présente et amène la plaque au contact. Plusieurs *disjoncteurs* pareils sont vissés le long de la paroi. Toutes les tiges communiquent avec un pôle de la pile, et le canon avec l'autre pôle; ce circuit ouvert est fermé quand le boulet entre en contact avec la tige, et il se trouve interrompu de nouveau, une étincelle se produisant en même temps, quand le contact cesse et que le projectile a franchi une tige; le même phénomène se répète quand sa plaque de plomb rencontre le couteau de la tige suivante.

À cause de la très-petite durée du circuit fermé, il faut, pour avoir une étincelle, des piles plus énergiques que pour l'autre expérimentation.

6° Enfin l'appareil est complété par un *pendule*, placé dans le même local, et qui a pour destination de servir de base à la détermination du nombre, par seconde, des vibrations du *diapason*. C'est lui qui fournit la vraie mesure du temps, la seconde astronomique que le diapason doit subdiviser; ce pendule, libre ou entretenu électriquement, porte à son extrémité inférieure un ressort, libre dans un sens et très-flexible; ce ressort rencontre et écarte, au bas de la course et par conséquent au moment de la plus grande vitesse, un autre ressort qui, à chaque écart se produisant à chaque battement double, donne lieu à une rupture dans un circuit électrique, et fournit une étincelle sur le cylindre.

Le fonctionnement de ce chronographe tel qu'il vient d'être décrit se comprend aisément. L'expérience faite, il reste à lire les temps, c'est-à-dire à rechercher le nombre de vibra-

tions entières et les fractions de vibrations, comprises entre deux étincelles.

Cette recherche n'est pas sans exiger une attention délicate lorsqu'il faut compter un grand nombre de ces traces, peu espacées, des vibrations, et y retrouver les marques des étincelles; néanmoins elle ne demande pas d'autres précautions spéciales, quant aux vibrations entières, et au cas où l'étincelle y correspond; mais, pour les fractions de vibration, on admet que, pendant la durée d'une vibration, le mouvement du cylindre est uniforme, et on démontre que cette hypothèse ne peut pas donner d'erreur supérieure à $1/1,000,000,000^e$ de seconde; par suite, les chemins parcourus par le cylindre seront proportionnels au temps, et la mesure des fractions de vibration sera transformée en une mesure de longueur. Cette mesure s'obtiendra par le rapport de la distance qui sépare l'étincelle de l'origine d'une vibration à la longueur même de cette vibration.

Cette détermination des distances fractionnaires peut se faire à l'estime, et, dans ce cas, il est aisé de ne commettre qu'une erreur de $1/10^e$ de vibration simple ou $1/5000^e$ de seconde, ou au *micromètre*, avec lequel on peut réduire cette erreur à $\frac{1}{500,000^e}$ de seconde.

Cette limite extrême, qui rend l'erreur négligeable, est due aux dispositions du micromètre, à la finesse du trait de plume et à la netteté de la trace de l'étincelle.

Les erreurs qui pourraient influencer sensiblement sur les résultats ne viendront donc pas de la lecture; deux autres causes sont susceptibles d'en produire: le défaut d'isochronisme dans le *diapason*, et les retards ou les déviations des étincelles.

On a supposé que le *diapason* faisait 500 vibrations par seconde, la vibration, ou le $1/500^e$ de seconde, devenant l'unité des temps; il est très-important de connaître et de bien vérifier ce nombre. C'est ce à quoi sert le *pendule*. La vérification se fait avec l'appareil lui-même, au moyen des étincelles données par ce pendule, lesquelles seront, le long de la trace

sinueuse du cylindre, espacées de seconde en seconde et permettront de compter les vibrations intermédiaires. Le micromètre faisant lire à $1/1000^e$ de vibration près, et le pendule pouvant marcher pendant 30 secondes, on déterminera le mouvement du diapason à $\frac{1}{30.000^e}$ près.

Pour indiquer l'extrême délicatesse de l'instrument, l'auteur cite une expérience, faite par lui avec une balle de fusil, traversant quatre cibles disjonctrices, espacées seulement de 0^m 30 ; on a mesuré le parcours entre ces cibles ; les différences de ces parcours ont été trouvées moindres que $\frac{1}{400.000^e}$ de seconde.

Cette extrême délicatesse est due à la triple subdivision du temps, la seconde astronomique, sa subdivision en vibrations et la subdivision de la vibration par le micromètre.

Ce chronographe n'a encore été expérimenté qu'en Amérique où il a été très-apprécié, ainsi qu'il a paru l'être par les personnes qui l'ont étudié dans le palais de l'Exposition ; il sera surtout appliqué aux recherches de la loi du mouvement dans l'âme, et à celles relatives à la résistance dans l'air ou dans des divers matériaux interposés qu'aurait à traverser un projectile. Il est probable cependant que, pour les expériences courantes destinées à donner, par une moyenne prise sur un grand nombre de coups, une vitesse qu'on voudrait connaître et qui se rattacherait à telle ou telle recherches sur les charges, les calibres, les mandrins des gargousses, les qualités des poudres, on préférera, pendant quelque temps encore, l'un ou l'autre des instruments belges, dont l'emploi est si facile et si rapide, et pour lesquels on peut d'ailleurs trouver un moyen de contrôle extérieur. Les chronographes, plus riches et plus complets, mais qui réclament plus de préparation et plus d'habileté d'emploi et de lecture, seront réservés pour les expérimentations délicates et à grande échelle.

ARTICLE II.

APPAREILS A ESSAYER LES POUDRES ET LEURS EFFETS.

L'importance qu'on attache à la recherche des propriétés des poudres, tant pour déterminer leur valeur balistique, variable avec les calibres des bouches à feu dans lesquelles on les emploie, que pour en apprécier les effets destructeurs contre les parois de ces bouches à feu, aurait fait supposer que l'Exposition de 1867 présenterait quelque nouveauté intéressante, relative à ces études. Cet espoir a été en grande partie déçu, et peut-être faut-il attribuer ce mécompte aux difficultés même qu'on rencontre dans ces travaux délicats.

L'exposition ne renfermait que deux instruments de ce genre.

L'un, celui de *M. Melsens*, n'a été exposé, en modèle réduit, que dans la collection des instruments de précision de l'artillerie française ; on ne croit donc pas devoir en donner une description méthodique. On se contentera de rappeler le principe et les dispositions générales, d'après lesquels il a été établi.

C'est un cylindre creux, véritable aréomètre, terminé, dans le bas, par un tronc de cône et une longue tige lestée, et, dans le haut, par une autre tige courte, portant un petit mortier de la contenance de quelques grammes. L'instrument est en équilibre dans une cuve, haute et remplie d'eau ; la poudre placée dans le mortier, enflammée au moyen d'une petite lumière verticale par laquelle s'échappent les gaz, le fait plonger dans le liquide.

La profondeur de la course, la durée du mouvement, l'emploi de mortiers ayant des vides intérieurs et des trous de lumière différents, fournissent des séries d'indications à l'aide desquelles on cherche à isoler et à apprécier chacune des propriétés principales des poudres essayées. Le principe de

cet appareil satisfait l'esprit, et on doit désirer vivement qu'il réalise ce qu'il semble promettre.

L'autre appareil, disposé pour deux applications, est la réunion de deux procédés déjà connus, *L'éprouvette* à essayer les poudres de chasse, et l'appareil de *M. Rodman*; il a été préparé et exposé dans des conditions très-régulières, et, avec beaucoup de soin; il convient de le décrire.

Le gouvernement autrichien a exposé deux appareils du *chevalier d'Uchatius*.

Eprouvette à essayer les poudres.

Cet instrument est destiné à éprouver, en même temps, la force balistique et la force brisante d'une poudre.

Il a aussi été disposé pour comparer l'influence, sur les effets qui précèdent, des divers modes de chargement, et mesurer la tension absolue des gaz dans une bouche à feu.

Il se compose de trois parties principales :

1° Un *canon de fusil* qui reçoit la charge et le projectile;

2° Un *ciseau* dont la tige sert de fermeture à la culasse du canon de fusil, et dont le tranchant, poussé par les gaz, doit faire, sur une plaque en bronze, une empreinte servant à mesurer l'effet de la poudre;

3° Un *récepteur* qui reçoit la balle et qui est mis en mouvement par elle, donnant la vitesse du projectile par l'amplitude de l'arc décrit.

C'est donc la réunion de l'appareil *Rodman* et du pendule.

Le *canon* est fixé dans des coussinets par deux portées tournées; il est alésé, dans le bas, pour recevoir la tige du ciseau, laquelle s'y place à frottement. La lumière est normale à l'axe du canon, et porte une cheminée ordinaire.

Le *ciseau* a un tranchant courbe, d'un rayon de courbure de deux pouces, le biseau ayant un angle de 60 centimètres; la tige a un pouce carré de section.

Le *récepteur* se meut sur un arc, autour d'un centre fixe; il est disposé de manière que son axe prolongé coïncide avec l'axe du canon; un diaphragme est placé entre ce récepteur

et la bouche du canon ; l'arc sur lequel se meut le récepteur est gradué, et muni d'adents qui empêchent celui-ci de retomber. Un *montant*, solidement fixé sur une table, porte le canon dans deux coussinets ; et, en arrière de celui-ci, dans une coulisse, se trouve la plaque de zinc.

Pour charger, on place une broche dans le canon, remplissant le vide qui correspond à la poudre et à la tige ; sur cette broche, on force une balle ordinaire à fusil, de 40 grammes, et cylindro-conique ; le forçement se fait par douze coups d'un fort maillet, le bout de la broche, façonné en téton, entrant dans l'évidement de la balle. Du reste, le nombre de coups est sans influence sur le tir, du moment où le forçement est suffisant.

Après quoi, on introduit la poudre, puis la tige qui est retenue par une vis de pression latérale, et on met le canon en place.

Un tableau donne la relation entre la longueur de l'entaille faite dans la plaque de zinc, et la force brisante de la poudre. On forme ce tableau soit en faisant tomber sur la tête du ciseau des poids variables, avec la vitesse constante de 0r.002 par seconde, et en convertissant ces efforts en atmosphères, soit à l'aide d'une presse très-précise.

Les lames de zinc sont coulées, puis laminées ; on vérifie leur identité en s'assurant qu'un *ciseau type*, agissant dans les conditions de poids et de vitesse fixées, donne l'empreinte normale.

Un autre tableau donne la conversion des degrés parcourus par le récepteur en vitesse de la balle.

On peut donc, à chaque épreuve, rapprocher les deux résultats obtenus, la vitesse du projectile et l'empreinte du ciseau.

Appareil balistique. — En allongeant le montant, on peut y adapter les armes en service, et mesurer la vitesse de leurs projectiles, en même temps que les actions destructives que

pourraient exercer sur elles les diverses poudres et les divers modes de chargement.

Quand on veut mesurer les pressions exercées non-seulement sur le fond de l'âme, mais aussi sur les parois, on se sert d'un troisième canon éprouvette, dans lequel des trous sont percés à plusieurs distances; le ciseau et la lame de zinc sont fixés dans chaque trou au moyen de deux tubes, dont l'un enveloppe et serre exactement le canon à l'endroit d'un trou, et l'autre est réuni à celui-ci, à angle droit, étant percé lui-même d'un trou du diamètre du trou du canon; le ciseau y est logé; la plaque est par-dessus; l'un et l'autre sont fixés et épaulés par un boulon, vissé dans le bout de ce tube, à angle droit.

Appareil pour les bouches à feu. — Cet appareil qui reproduit les dispositions générales de l'appareil américain de M. Rodman, se compose de trois pièces. L'une, de forme cylindro-conique, s'introduit au fond d'un trou, de même forme, pratiqué dans la paroi du canon; elle est percée suivant son axe pour recevoir le ciseau, et suivant une ligne transversale pour loger la lame de zinc. La seconde, dite pièce de rechange, se place sur la première; c'est un cylindre à deux diamètres; le plus petit entre dans le trou de la paroi, jusqu'à la lame de zinc, et donne appui à celle-ci; une vis, introduite par dessus, fixe et serre tout le système; enfin un canon percé de dix trous, pourvu d'un ciseau et de sa lame, fournit, à chaque épreuve, dix empreintes qui servent à comparer les tensions, aux emplacements choisis.

En Amérique et en Russie, on fait, des instruments de ce genre, un emploi qui est devenu presque réglementaire, sans que peut-être il soit bien prouvé que les résultats constatés aient une valeur absolue, ou même une valeur relative exacte; toutefois, dans les dispositions adoptées en Russie, lesquelles sont aussi simples que celles qui précèdent, on a pris quelques précautions pour éviter soit les fuites de gaz, soit la produc-

tion d'un choc par le ciseau, lesquelles ne s'aperçoivent pas dans l'appareil exposé par l'*Autriche*.

M. *Voruz* aîné a exposé un *chronographe* électro-magnétique, destiné à mesurer la durée de combustion des *fusées à projectiles creux*, lequel peut figurer dans cet article.

On s'est appliqué, par des dispositions spéciales et avec la précision que permet l'emploi de ces appareils, à comprendre, dans la durée mesurée, le temps que met la charge du canon à enflammer l'amorce, et celui que met la dernière couche brûlée de la fusée à enflammer la charge du projectile ; on s'est ainsi placé dans les circonstances même du tir.

L'ensemble de l'appareil se compose : de deux piles dont chacune fournit un courant, ces deux courants pouvant fonctionner ensemble ou séparément ; d'un compteur qui est mis en marche par l'un des courants ; d'une bobine d'induction dont le courant induit est donné par le courant de la seconde pile ; d'une petite boîte métallique d'explosion, dont la poudre est enflammée par le courant induit, franchissant, avec production d'étincelle, deux pointes qui traversent la poudre ; d'une fusée amorcée, dont l'amorce est proche de la petite boîte d'explosion, et qui est placée sur un projectile, chargé légèrement de poudre ; d'ailleurs le circuit du premier courant passe par un disjoncteur qui permet de l'établir ou de l'interrompre au moyen d'une touche ; à côté, une seconde touche agit de même sur le second courant ; une troisième touche commune permet aussi d'agir, en même temps, sur les deux ; enfin le premier courant traverse la tête de la fusée qui doit être métallique, ou garnie de métal, et une deuxième chambre d'explosion, ménagée à l'extrémité de la fusée, pouvant être enflammée à la fin de la combustion, fermée par une rondelle en plomb que traverse aussi le courant, et devant, à l'explosion, briser cette rondelle, rompre le courant et enflammer la charge du boulet.

Grâce à ces combinaisons, les deux circuits étant établis en même temps par la touche commune du disjoncteur, le comp-

teur et le courant induit fonctionnent ensemble, l'un pour marquer sur un cadran à aiguille, l'autre pour enflammer la première chambre d'explosion, et par suite, l'amorce de la fusée.

La fusée, en finissant de brûler, enflamme la charge du boulet au moment même où, interrompant le courant qui anime le compteur, elle arrête celui-ci.

On pourrait d'ailleurs mettre directement le feu à l'amorce de la fusée, en faisant passer le courant induit dans la tête de celle-ci, et supprimant la boîte intermédiaire d'explosion, laquelle fait la fonction de la charge du canon.

Cet appareil, peut-être un peu compliqué, est ingénieux, et semble devoir donner des résultats bien plus satisfaisants que les compteurs ordinaires, à pendule.

ARTICLE III.

INSTRUMENTS ET MODÈLES DE PRÉCISION.

L'Exposition renfermait un petit nombre de collections d'instruments ou modèles de précision, relatifs à l'artillerie, ainsi que des modèles de parties du matériel construits à une petite échelle; on se contentera de les citer comme spécimen de travaux délicats. *L'Étoile mobile* de M. *Whitworth* sera seule décrite; l'*Étoile mobile* française et d'autres instruments exposés sont bien connus, et n'offraient aucun intérêt de nouveauté.

D'ailleurs, aujourd'hui, ce genre d'habileté est assez répandu dans les ateliers spéciaux; le véritable mérite consisterait à produire les objets de grande précision par des moyens mécaniques, remplaçant, autant que possible, une main-d'œuvre lente et très-coûteuse.

ANGLETERRE. — Le gouvernement a exposé deux modèles d'affûts, à petite échelle, un de 12 et un de 68.

M. *Whitworth* a exposé une étoile mobile, appropriée à son système polygonal et d'une très-belle construction.

Le principe d'expansion des branches mobiles est le même que celui usité dans les instruments de ce genre; l'exécution a donné aux diverses parties un peu plus de solidité, avec un peu d'accroissement des dimensions et des poids.

Elle porte, au lieu de pointes, trois branches mobiles dont la partie extrême, en forme de T, présente une surface qui doit s'appliquer sur celle de l'âme, c'est-à-dire sur chaque face correspondante de l'hexagone; les T ont à peu près la longueur d'une demi-face.

La tringle intérieure qui, en avançant, produit l'expansion des branches, n'est plus poussée à la main; elle est filetée à l'extrémité de la douille qui, dès lors, lui sert d'écrou, et elle marche en tournant dans cet écrou; le mouvement de rotation est donné par une poignée qui tourne, en place, sur la douille.

Cette poignée est divisée en degrés, faisant connaître de combien elle a tourné; une autre échelle est tracée le long de la rainure où glisse l'index qui donne la marche de la tringle.

Or, en combinant ces deux divisions, ainsi que le pas des filets de la tringle, on obtient aisément l'indication de $1/400^{\text{me}}$ de millimètre.

L'auteur déclare cette extrême précision nécessaire à l'usage qu'il a voulu en faire; pour déterminer la charge que peut supporter, au maximum, l'un de ses canons, il lui fait tirer quelques coups, après lesquels il recherche si, à l'emplacement de la charge, l'âme a subi des dilatations, permanentes et très-petites, qui prouveraient que la limite d'élasticité du métal a été dépassée, et que la charge était trop forte.

M. *Whitworth* avait en outre exposé un petit instrument *étalon*, d'une construction très-fine et très-remarquable, qui décélait, dans une longueur à vérifier, des différences de millièmes de millimètres; on ne peut se défendre de le citer,

quoique son emploi ne soit pas directement utile aux travaux de l'artillerie.

AUTRICHE. — Le gouvernement a exposé deux affûts pour casemate, en modèles réduits et d'un système nouveau, lesquels seront décrits à leur article spécial.

ESPAGNE. — *Le musée royal de Madrid* a exposé un certain nombre de modèles de pièces, affûts et voitures d'artillerie, construits à l'échelle du dixième, savoir :

Une section d'artillerie de montagne, de deux canons de 8 centimètres courts, en bronze, rayés, avec ses affûts, roues, caisses à munitions ; le tout monté sur des mulets ;

Une section d'artillerie de campagne, de deux canons en bronze, rayés, de 8 centimètres, longs, avec affûts, avant-trains, caissons, forge, chariots de section et de batterie, le tout pourvu des chevaux attelés et harnachés, et conforme aux tracés réglementaires ;

Un canon de 8 centimètres, à âmelisse, modèle abandonné, avec affût, avant-train, harnachements et mulets ;

Un canon de 12 centimètres, de campagne, du dernier modèle, avec affût, avant-train, caisses à munitions, attelages ;

Un canon de 8 centimètres, en bronze, avec affût en fer, modèle en projet ;

Un canon de 24 antérieur, foré au calibre de 16 centimètres et rayé ;

Deux canons en fonte de fer, de 16 centimètres, rayés et frettés, nos 1 et 2, adoptés pour le service des côtes et des places ;

Trois mortiers en bronze de 32, 27 et 16 centimètres, les deux premiers sur affût en bronze, le dernier sur affût en bois ;

Un trique-balle à mulets, et deux pour le service à bras.

Tous ces modèles sont d'un très-beau travail ; il paraît que les dimensions ont été observées avec une grande précision. Ils

font honneur à l'atelier du musée, dirigé par M. le colonel Iruegas.

Une note a d'ailleurs donné, sur cette artillerie, quelques renseignements intéressants qui sont reproduits dans les chapitres spéciaux.

FRANCE. — Le *service de l'armée* a exposé divers produits de l'atelier de précision, dont le mérite est bien connu et apprécié; ce sont :

Deux collections complètes et remarquables des *instruments* nécessaires à la *vérification* des diverses parties des *armes portatives*, armes à feu et armes blanches;

Des hausses;

Une étoile mobile;

Des sondes de lumière;

Un mètre étalon, quarts de cercle, etc.;

Une éprouvette *Melsens*, pour les poudres.

En outre, le *musée d'artillerie* a exposé, comme produit de ses ateliers, une belle collection de matériel d'armée, construit à une petite échelle.

PRUSSE. — M. *Grüson* a présenté, à titre d'étude, un modèle réduit d'un canon sur son affût, le point de pivotement pour les pointages étant, comme les deux modèles autrichiens, au commencement de la volée.

ARTICLE IV.

MACHINES ET APPAREILS D'ATELIERS.

L'Exposition renfermait un certain nombre de *machines-outils* et *appareils*, d'un emploi particulier à l'artillerie, sur quelques-uns desquels il convient d'appeler l'attention.

Toutefois, ce rapport devra se contenter de citer, avec les

éloges qu'elles méritent, celles de ces machines qui, par leur construction même, ont dû être déjà l'objet de l'appréciation du jury de leur classe.

Ce sont :

La machine à raboter les faces des projectiles, de *M. Whitworth* ;

Un beau et grand tour à canon, de *M. Ducommun* ;

Une forte machine à percer les alvéoles des projectiles en acier dur, de *MM. Warrall-Elwell* et *Poulot* ;

Et quelques albums de ces derniers, de *MM. Zimmermann*, de *M. Hartemann* et de *M. Piette*.

APPAREILS A MOULER LES PROJECTILES.

Deux appareils à mouler les projectiles ont été exposés, l'un par *M. Whitworth*, en Angleterre ; l'autre par *M. Voruz* aîné, en France.

M. Whitworth. — Cet appareil se compose de deux demi-châssis et de deux demi-modèles ; les châssis, après le moulage de chaque demi-modèle, sont réunis avec une grande précision ; un mouvement mécanique, simple et ingénieux, permet de démouler les demi-modèles qui, à cause de la forme polygonale et en hélice des projectiles, doivent se retirer avec un double mouvement.

Les projectiles, pleins ou creux, sortent du moule avec des formes assez exactes pour qu'on pût les employer dans cet état ; cependant ils subissent, avant d'être mis au service, un rabotage sur la partie de leurs faces qui sera en contact avec les parois du canon.

M. Voruz. — Cet appareil, destiné à mouler les projectiles de l'artillerie montés dans les systèmes à tenons, outre les détails qu'il contient, est pourvu de dispositions bien entendues qui permettent d'exécuter mécaniquement une partie des opérations du moulage et du démoulage.

On moule deux projectiles dans le même châssis ; les mo-

dèles, bien guidés, montent ou descendent à l'aide d'un double levier, assez fort pour qu'on puisse démouler sans ébranler le sable.

Toutes les *portées* des alvéoles sont placées simultanément en saillie sur les modèles, ou rentrées de même, suivant les besoins du moulage, et par un mouvement mécanique; ce mouvement est obtenu au moyen d'un arbre vertical, placé dans l'axe du modèle, et qui porte, sur deux épaulements, à la hauteur du centre des alvéoles, six petites bielles horizontales; ces bielles sont liées à l'épaulement et à la portée correspondante par deux essieux verticaux; lorsqu'on imprime à l'arbre un léger mouvement de rotation, chaque bielle, obéissant autour de ses deux articulations, est entraînée vers l'intérieur ou vers l'extérieur, et entraîne en même temps et dans le même sens, le corps des *portées*, lequel glisse dans l'épaisseur de la paroi du modèle; ces *portées* sont donc réglées facilement, et bien fixées. D'ailleurs, leurs formes de détail, très-convenables, préservent le sable de toute dégradation.

Cet appareil paraît devoir donner un moulage sûr et rapide, des diamètres et des alvéoles très-exacts et de belles surfaces. Le moulage se fait encore à la main; mais M. Voruz le modifie de manière à faire cette opération mécaniquement.

APPAREIL A CHARGER LES FUSÉES.

Le gouvernement *Hollandais* avait exposé une petite machine simple et commode pour charger les fusées en bois, et pour mettre en place ces fusées sur les projectiles.

APPAREIL A EMPLOMBER LES PROJECTILES.

M. Gräson, en *Prusse*, a exposé un appareil très-maniable pour placer rapidement le manchon en plomb sur les projectiles qui doivent être préparés dans ce système.

Le projectile est placé dans un châssis, lequel n'a pas de

fond et porte seulement un rebord saillant ; il repose sur un plateau central d'un diamètre à peu près égal au sien ; ce châssis, très-bien entendu, est en deux moitiés, assemblées par une emboiture méridienne, et solidement bridées par une bride qu'on serre avec une poignée à excentrique.

Le boulet étant dans son châssis, on coule le plomb dans l'intervalle vide, et par le haut ; le plomb remplit les vides ; l'excédant passe entre le rebord et le plateau, et tombe dans un réservoir inférieur.

Les mouvements se font sur des rails, par des va-et-vient rectilignes ou excentriques, suivant des dispositions très-simples et pratiques.

MACHINE A PERCER LES CANONS DE FUSILS, EN ACIER FONDU.

Il a été exposé deux machines de ce genre ; l'une de *M. Jaspas*, en Belgique ; l'autre de *M. Kreutz-Berger*, en France ; et un canon double-percé, de *M. Whitworth*.

M. — Jaspas. Cette machine est disposée pour percer trois canons à la fois. Le travail est indépendant pour chaque canon, de manière à pouvoir en enlever un sans arrêter le perçage des autres. Il se fait au moyen de trois outils demi-ronds ; quand un canon est à moitié foré, on le retourne pour percer l'autre moitié, afin d'éviter la flexion des forets trop longs.

Cette machine est simple, peu coûteuse, mais elle travaille assez lentement ; elle ne fait que neuf canons par jour. En outre, à cause du défaut de coïncidence des axes pendant tout le cours de l'opération, on ne doit percer qu'un trou d'un faible diamètre, laissant le surplus à faire par l'alésage.

M. Kreutz-Berger. — Cette machine, plus perfectionnée et un peu moins simple que la précédente, perce six canons à la fois. Elle est composée de six perceuses semblables, placées sur un même alignement, et commandées par le même arbre moteur. Chaque perceuse comprend un canon tournant et un foret qui est guidé dans une lunette, appuyée à un montant, et

qui descend sous la poupée d'une crémaillère mue par un pignon.

Le mécanisme permet d'arrêter et de retirer un canon indépendamment des autres. On a réalisé cette faculté par l'emploi très-heureux de cônes à friction ; dans chaque perceuse le canon est porté par la tête d'un cône de ce genre, qui s'appuie, par le bas et par son arbre vertical, sur un fort ressort par lequel il est, au repos, légèrement soulevé et détaché du cône correspondant de la poulie motrice, de telle sorte que le contact des deux cônes et, par suite, l'entraînement de celui qui porte le canon, n'ont lieu que pendant le travail, c'est-à-dire quand le foret, poussé par sa crémaillère, fait pression sur le canon et sur son arbre, en surmontant la résistance du ressort.

Cette faculté de retirer aisément un canon est très-précieuse, parce qu'il faut souvent en profiter, soit pour vérifier le forage, et, au besoin, dresser le canon à sa demande, soit pour dégager les copeaux.

La machine de *M. Kreutz-Berger*, construite pour les ateliers de l'État, est d'un excellent service ; elle donne 26 canons par jour.

M. Whitworth n'a pas exposé sa machine à forer ; mais il a présenté un canon double, dont il a été parlé au chapitre des armes, et qu'on rappelle ici. Les deux canons sont percés dans un même morceau d'acier, sans qu'on ait pu, par conséquent, opérer des dressages successifs ; il faut donc que la machine employée ait une grande solidité et une parfaite exactitude de travail.

MACHINE A RAYER LES CANONS DE FUSILS.

Le gouvernement *Autrichien* a exposé une machine à rayer les canons de fusils.

Cette machine fonctionne automatiquement. Elle opère sur quatre canons à la fois à l'aide de quatre tringles ; chaque tringle porte six couteaux, placés les uns derrière les autres et ayant

une saillie et une largeur, croissant depuis le premier qui ouvre la rayure jusqu'au dernier qui la termine; on ne fait donc qu'une seule passe par rayure. Après cette passe, le chariot porte-canon donne aux quatre tringles un mouvement de rotation, correspondant à la position d'une autre rayure.

Cette machine est remarquable par sa simplicité et ses habiles dispositions; elle travaille vite, avec très-peu de frais de main-d'œuvre; elle est très-facile à installer.

On peut seulement lui reprocher de laisser frotter le dernier couteau, au retour; en outre, elle n'est pas appropriée à l'exécution des rayures progressives.

MACHINES A FAIRE LES BALLES PAR COMPRESSION.

Deux machines de ce genre fixent l'attention; celle de *M. Belliou*, en France; et celle de *M. Amsler-Laffon*, en Suisse.

M. Belliou. — La machine est horizontale; l'arbre moteur, manœuvré à bras ou mécaniquement au moyen de volants ou de poulies, porte, au milieu, un excentrique qui détermine, d'une part, le jeu direct d'un poinçon, et, de l'autre, celui des matrices rattachées à des bras articulés.

Le cylindre de plomb étiré est engagé dans un tube, en partie découvert, où il est retenu par le tranchant d'un fort ciseau à ressort.

Le tube conducteur amène le plomb entre les deux matrices, ouvertes par un ressort; elles se rapprochent sous l'action de l'arbre moteur, coupent le cylindre sur une longueur convenable; puis, le poinçon, entrant du côté opposé, comprime le métal, lui faisant prendre la forme du moule; après quoi, les matrices s'écartent, et la balle façonnée tombe dans un récepteur, détachée par la secousse d'un percuteur à ressort.

Cette machine, bien entendue, est simple dans ses dispositions d'ensemble; les organes sont peu nombreux. On peut lui reprocher de ne pas avoir un fonctionnement sûr; d'un côté, parce que le tranchant du ciseau à ressort ne fait pas

marcher le plomb avec une régularité constante ; de l'autre, parce que les matrices ont parfois à supporter un excès de résistance de la part du métal à comprimer, qui fatigue leurs bras.

M. Amsler-Laffon. — Elle est disposée verticalement. Le cylindre de plomb descend entre deux galets tournants, à gorge demi-cylindrique, qui le conduisent et le dressent ; il est saisi par deux mâchoires, à mouvement alternatif, qui l'entraînent, tout en lui faisant subir une compression très-forte pour le façonner cylindrique, et régler son avance avec précision. La partie du cylindre déjà passée s'introduit dans un conducteur formé de deux pièces superposées, lesquelles, en glissant latéralement l'une sur l'autre, coupent le plomb à la longueur voulue ; la balle, ainsi coupée, tombe dans un récipient à chariot, qui la transporte au-dessus de l'orifice du moule, encore formé de deux matrices ; un poinçon descend, la comprime dans ce moule ; puis, les deux matrices s'écartant, la balle tombe terminée.

Cette machine est ingénieuse, parfaitement réglée, donnant des produits exacts, et elle paraît susceptible de fonctionner longtemps. Elle est sans doute un peu complexe, ce qui tient au travail même qu'elle produit ; les organes doivent être réglés et entretenus avec soin. En résumé, c'est un très-bon instrument, qui, servi par deux hommes, produit près de 3,000 balles à l'heure.

CHAPITRE V

MATÉRIEL DE SERVICE DES BOUCHES A FEU. — AFFÛTS, VOITURES, FORGES, ENGINS DIVERS

L'Exposition de 1867 contenait une assez grande quantité des objets qui composent ce matériel ; les affûts des différents services en constituaient la partie principale et de beaucoup la plus intéressante, et c'est sur eux que l'attention était surtout appelée.

Les quatre grandes divisions du service des bouches à feu étaient représentées par des spécimens variés.

Les affûts de campagne et de montagne étaient les plus nombreux ; presque tous les gouvernements qui avaient exposé un matériel militaire, en avaient donné un ou plusieurs.

L'Angleterre et la France avaient, seules, envoyé des affûts de siège et de place, du service ordinaire ; mais on remarquait, en Prusse et en Autriche, trois affûts de casemate d'un modèle spécial et tout nouveau.

De même, l'Angleterre et la France seules avaient des affûts de côte.

Il en était encore ainsi pour les affûts marins.

Les descriptions de ce matériel seront classées suivant ces quatre divisions et dans un même chapitre ; les subdivisions qu'on pourrait établir, ainsi qu'on l'a fait pour les bouches à feu, conduiraient à des détails plus multipliés que ne le com-

porte l'étendue, déjà trop grande, de ce rapport. On comprend d'ailleurs que, dans ces détails de construction d'affûts et de leurs aménagements divers, il y ait plusieurs manières de bien faire, et le matériel exposé a prouvé la vérité de cette observation.

Il faut, en outre, ajouter que de nombreuses parties de ce matériel sont restées ce qu'elles étaient depuis longtemps, et sont nécessairement dans des conditions de similitude très-rapprochées.

Il est facile, en effet, de reconnaître qu'il en devait être ainsi, l'emploi de l'artillerie rayée, telle qu'elle est encore aujourd'hui à peu près partout adoptée, ne devant pas obliger à introduire dans la construction des principaux matériels exposés, ceux du service de l'armée, des modifications considérables motivées par des difficultés nouvelles.

Les dispositions de ces matériels étaient telles, soit comme tir, soit comme transport, qu'ils pouvaient recevoir immédiatement les anciennes pièces modifiées par le rayage ; ou, si ces pièces étaient de création spéciale, les conditions de construction restaient semblables, et même moins difficiles pour plusieurs genres de services où les calibres se sont abaissés.

Les recherches causées par cette artillerie rayée devaient surtout porter sur les aménagements des coffres à munitions et des voitures destinées aux transports ; quant au tir, aucun changement important n'était nécessaire, nonobstant même les plus grandes portées des projectiles, puisque les affûts étaient déjà préparés pour les tirs courbes sous les grands angles utiles.

Mais il en était autrement pour les services, ceux de mer et des côtes, qui avaient à combattre les navires cuirassés, et qui ont dû augmenter si rapidement les calibres et les poids de leurs canons ; là, les changements ont été radicaux et forcés, les masses à manœuvrer et les efforts à supporter étant devenus de beaucoup supérieurs.

Là encore s'est manifestée une tendance nouvelle, laquelle

toutefois n'a été démontrée que sur des petits modèles d'étude, la recherche d'un système d'affûts permettant, sans réduire l'amplitude des pointages, de tirer dans les embrasures des casemates ou dans les sabords de mer avec des ouvertures très-étroites; cette tendance n'est que trop bien justifiée par les dangers que présentent, soit contre la vie des hommes, soit contre les maçonneries et contre les murailles des navires, les balles et les puissants projectiles, pleins ou explosifs, qui pénétreraient sans avoir rencontré de résistance.

L'examen des matériels de campagne, de montagne et de siège ne laisse donc voir aucune nouveauté saillante dans les formes et les règles générales de construction; on retrouve surtout les vieilles dissemblances entre le système des affûts à flèche et celui des affûts à flasques convergents ou parallèles, dont les avantages et les inconvénients sont bien connus.

Cependant, dans les dispositions partielles qui offrent un intérêt de nouveauté, on remarque les efforts faits pour faciliter et améliorer les pointages, efforts correspondant bien à la plus grande justesse des tirs; la mécanique, qui s'impose aux plus grands affûts de mer, de côte et de casemate, commençait à se montrer dans les affûts de campagne exposés; c'est ainsi que, dans un affût autrichien, la vis de pointage est commandée par un érou mu par une vis sans fin à manivelle; qu'un affût anglais et que deux affûts de M. Krupp, fabriqués pour la Prusse et pour la Russie, sont, en outre, pourvus de dispositifs articulés et à engrenages, qui permettent de donner au canon, sans manœuvrer l'affût, un déplacement horizontal angulaire.

Mais ce qui vient d'être dit quant aux formes et aux règles générales de construction, ne s'applique qu'aux constructions en bois; il n'en est plus de même pour les constructions en fer qui, pour le service de campagne ou de montagne, se sont présentées, à l'Exposition de 1867, avec une assez grande autorité.

On sait que, depuis longtemps, la substitution au bois de la fonte ou du fer était regardée comme nécessaire pour le service des côtes, sauf pour certains postes très-compromis ; la valeur de cette substitution pour le service de campagne et de siège était mise en doute ; on y était néanmoins comme préparé, tant par quelques essais déjà faits, que par l'impulsion même communiquée par l'industrie qui remplace presque partout l'emploi du bois, encombrant et coûteux, par celui du fer. Beaucoup d'esprits militaires ont résisté et résistent encore à cette tendance dont le Champ-de-Mars a offert de nombreux exemples. Et, en effet, on se heurte, dans l'application, à des difficultés très-sérieuses, la conservation, sous le même poids, de la mobilité et de la solidité dans les transports ainsi que celles de l'élasticité contre les réactions du tir, une résistance équivalente contre les chocs des projectiles ennemis, le maintien des conditions de réparations faciles en campagnes, difficultés qui sont, il est vrai, compensées par des avantages importants et qui, d'ailleurs, semblent bien près d'être résolues si elles ne l'ont pas encore été.

Quoiqu'il en soit, l'Exposition paraissait indiquer une marche progressive et assez rapide dans cette voie ; l'Angleterre, la Prusse, la Russie, la Suisse s'y engagent, soit à titre d'essais suivis, soit définitivement pour l'affût de campagne ; l'Autriche fait de même pour son affût de campagne ; la France, peut-être avec plus de réserve, prend le même parti pour un affût de siège et pour un petit affût de 4 de casemates de place.

D'ailleurs, au moment d'entrer dans cette voie nouvelle et si l'on excepte les services qui emploient les bouches à feu à grande puissance pour lesquelles le bois n'a plus ni les dimensions ni la force suffisantes, il est encore permis de réfléchir, d'étudier et d'attendre sans crainte, car l'examen du matériel exposé dans les autres services prouve qu'on a pu satisfaire, avec plus ou moins de perfection et très-convenablement, aux diverses exigences d'emploi ; et la substitution

du fer ne devra pas, sous ce rapport, constituer une amélioration bien sensible de valeur.

A ces aperçus généraux s'ajouteront, pour les quatre divisions de ces matériels, qui vont être passées en revue, quelques considérations spéciales à chacune d'elles.

ARTICLE I.

ARTILLERIE DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE.

Les conditions principales que doit remplir une artillerie de campagne sont de deux sortes, et bien distinctes :

Elle doit, avec une solidité suffisante, avoir une grande mobilité, obtenue soit par la légèreté des organes de la construction, soit par leurs bonnes dispositions ;

Ces qualités étant réalisées, il faudra transporter sur le terrain du combat, avec le nombre de servants nécessaires, la plus grande quantité de projectiles possible ; de cette quantité dépendra parfois le succès.

Les autres conditions, subordonnées à celle-ci, ont assurément une importance très-réelle ; mais les moyens d'y pourvoir, autant qu'il est utile, peuvent être très-variés, et leur étude mérite un moindre intérêt.

La différence la plus tranchée dans les parties de la construction des affûts, qui ont une influence sur leur solidité et leur mobilité, est dans l'emploi des flèches ou des flasques pour former le corps de l'affût et sa liaison avec son avant-train.

Chaque système a ses avantages et ses inconvénients ; si l'on veut en juger par les chiffres, l'Exposition n'aura pas résolu la question sur la préférence à donner à l'un ou à l'autre système, car ils y figuraient à peu près dans des proportions équivalentes.

Quant à la quantité des projectiles transportés sur le terrain

du combat, elle dépend surtout d'aménagements de détails sur lesquels il serait trop long de s'arrêter; on se contentera d'en présenter les résultats dans un tableau où l'on a réuni, autant qu'on a pu se les procurer, et seulement pour les États qui ont exposé cette artillerie, quelques renseignements intéressants.

	ANGLETERRE.		AUTRICHE.		FRANCE.		ROUMANIE.	PRUSSE.		SUÈDE.
Calibre des canons. . . .	9	42	4	8	4	42	4	4	6	3
Poids des canons.	313 ^k	430 ^k	363 ^k	493 ^k	330 ^k	610 ^k	»	250 ^k	460 ^k	»
Poids de l'affût avec roues, armements, etc., y compris la pièce.	904 ^k	1,020 ^k	700 ^k	1,112 ^k	738 ^k	1,222 ^k	765 ^k	667 ^k	920 ^k	»
Poids de l'avant-train chargé.	687 ^k	723 ^k	304 ^k	613 ^k	333 ^k	715 ^k	760 ^k	»	700 ^k	»
Poids de tout le système.	1,381 ^k	1,807 ^k	1,204 ^k	1,725 ^k	1,297 ^k	1,937 ^k	1,465 ^k	»	1,630 ^k	»
Poids du caisson avec avant-train chargé.	2,046 ^k	2,443 ^k	1,448 ^k	1,786 ^k	1,335 ^k	1,844 ^k	»	»	»	»
Nombre de projectiles portés par l'affût et son avant-train.	34	34	40	34	44	48	32	40	36	25
Nombre de projectiles portés par le caisson.	90	90	116	94	120	34	»	144	96	»
Nombre total.	124	124	156	128	164	72	»	153	132	»
Nombre de sachets. { Tir direct.	»	»	156	128	164	72	»	153	132	»
{ Tir plongeant.	»	»	33	32	»	»	»	81	36	»
Nombre de servants montés sur les coffres. { Affût.	2 (B)	» (A)	4	5	2	3	»	5	5	»
{ Caisson.	2	»	3	3	4	6	»	»	»	»
{ Total.	4	»	7	8	6	9	»	»	»	»
Nombre de chevaux. { Affût.	6	3	4 ou 6	6	4	6	6	6	6	»
{ Caisson.	6	6	4 ou 6	6	4	6	»	6	6	»
Poids traîné par chaque cheval y compris les servants à 70 ^k chacun { Affût.	287 ^k	226 ^k	370 ^k ou 217 ^k	346 ^k	353 ^k	358 ^k	»	»	320 ^k	»
{ Caisson.	361 ^k	357 ^k	407 ^k ou 271 ^k	323 ^k	416 ^k	377 ^k	»	»	»	»

(A) Les servants des batteries de campagne sont à pied, à l'exception du n° 1, qui est monté.
(B) Les autres servants de l'artillerie à cheval sont montés.

MATÉRIEL DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE.

ANGLETERRE. — Le gouvernement avait exposé deux affûts de campagne, avec avant-train :

L'un pour canon de 12 centimètres;

L'autre pour canon de 9 centimètres.

Ce matériel, dont la construction est bien connue, est en bois.

Affût de 9 centimètres. — Cet affût est formé d'une flèche sur laquelle sont assemblés deux flasques portant la bouche à feu. La flèche est en deux parties jointives; les flasques sont aussi appliqués sur la flèche sans entretoises; un corps d'essieu, encastré dans la flèche et dans les flasques, embrasse, sur sa face supérieure et ses deux faces latérales, un essieu en fer dont la face inférieure affleure la sienne.

Les roues sont en bois, cerclées d'un même cercle; elles sont communes à l'affût et au caisson.

La flèche porte, à l'extrémité, une lunette de crochet cheville ouvrière, par laquelle la crosse de l'affût est suspendue à l'avant-train.

La vis de pointage traverse la flèche qui, à cet emplacement, est pourvue d'une surépaisseur dont le plan supérieur est horizontal; cette vis est liée au canon par le bouton de culasse; par suite, elle se meut en même temps dans une boîte tournant sur des tourillons, et au moyen d'un écrou à quatre branches, qui s'appuie sur la boîte.

Le corps d'essieu supporte, à gauche et à droite, deux petits coffrets, contenant l'un trois charges, l'autre divers ustensiles de nettoyage et d'entretien.

L'avant-train est en bois; il est commun à l'affût et au caisson; il reçoit deux coffres à munitions; entre ces coffres se trouve une petite caisse, renfermant des étoupilles et des fusées.

Cet avant-train porte une limonière, au lieu de timon; celle-ci peut se placer soit au milieu, soit sur le côté droit; lorsqu'elle est sur le côté, on accroche, à gauche, un palonnier auquel est attelé le cheval porteur; ce palonnier est accroché devant, si la limonière est au milieu.

A cette disposition qui distingue surtout le matériel de campagne, il faut ajouter que ces affûts et leur avant-train portent une grande quantité d'objets accessoires, tels que haches, pelles, palonniers de rechange, marmites contenant des ustensiles de cuisine et de table, etc.

D'ailleurs ce matériel, solide et mobile, a beaucoup d'analogie avec celui, similaire, adopté en France et chez quelques autres puissances.

Affût de 12 centimètres. — Cet affût est construit dans les mêmes conditions que celui de 9 centimètres; mais il en diffère par celles relatives au système de pointage.

Le système de pointage est pourvu des mêmes mouvements verticaux que dans l'autre affût; en outre, l'âme du canon peut prendre, sans qu'on remue la crosse, un mouvement horizontal de 6° environ, à gauche et à droite.

A cet effet, les tourillons sont placés dans un support mobile, glissant dans son encastrément, à queue d'aronde, pratiqué dans deux fortes et larges sous-bandes; un levier, fixé sur la flèche, s'attache, par son petit bras, au support mobile et, par son long bras, à un écrou commandé par une vis perpendiculaire à la flèche; cette vis, en tournant, fait marcher l'écrou et les deux bras du levier, le petit bras entraînant le support-tourillons. Les faces des encastréments dans les sous-bandes sont circulaires; leur centre commun est l'axe du pivot d'attache du levier à la flèche. La vis de pointage est encore reliée au canon; et, pour qu'elle puisse suivre les mouvements obliques, imprimés à celui-ci sur son affût, l'écrou qui la commande est à surface extérieure sphérique, se mouvant dans une boîte, de forme pareille, fixée à la flèche.

Forge portable. — Le gouvernement n'a exposé, comme matériel transportable à dos, qu'une forge portable; de même forme qu'en France, cette forge sert pour les réparations de l'artillerie de montagne et pour le ferrage de la cavalerie.

Cette forge se compose d'un âtre, porté sur quatre pieds reliés entre eux ; le soufflet, de forme ordinaire, est compris entre les pieds ; la branloire est formée d'une barre horizontale, fixée par des pistons contre l'un des longs côtés de l'âtre, et d'une petite bielle dont le bout libre est lié à la tringle du soufflet.

Sur le côté gauche est une caisse qui contient les outils.

Pour les transports, on place, sur le côté droit du bât, la bierge et son pied en bois et le marteau ; le côté gauche reçoit la forge repliée, l'âtre contre le bât, et la caisse d'outils en dessous.

Le chargement complet n'atteint pas 100 kilogrammes. — On peut forger des fers d'assez gros échantillon.

Sir Armstrong a exposé : un affût de campagne avec avant-train, une forge de campagne et une forge de montagne.

Affût de campagne. — Cet affût et son avant-train sont en fer ; leurs formes générales sont celles des affûts et avant-trains ordinaires, en bois ; ils comprennent les mêmes dispositifs pour manœuvre et armements.

L'affût est en tôle à cornières, et composé de deux flasques convergents ; ces flasques sont réunis par quatre plaques, deux de milieu, qui sont verticales et rivées sur des équerres fixées aux flasques et qui contiennent l'appareil de pointage, une de devant, et une de bout de crosse, lesquelles sont appliquées sur les cornières même de l'affût.

L'essieu en fer est relié aux flasques par deux forts tirants en fer rond ; le bout de chaque tirant traverse l'essieu, un peu avant l'épaulement des fusées, et reçoit un boulon fileté, au moyen duquel il est serré ; l'autre bout est fixé sur une plaque et sur la cornière de dessous du flasque correspondant.

L'appareil de pointage est une crémaillère, reliée au bou-ton de culasse, circulaire et conduite par un pignon monté sur un arbre traversant les flasques et portant une manivelle en dehors du flasque droit ; une vis de pression, placée à gauche,

permet d'arrêter le mouvement du pignon, et par conséquent d'assurer la fixité du pointage.

L'avant-train est aussi en fer, à l'exception du timon, du tasseau transversal de volée et des coffres à munitions ; ceux-ci, garnis en tôle aux angles et sur le couvercle, sont semblables à ceux des affûts ordinaires en bois.

Les roues sont composées de deux systèmes de huit rais en fer creux, figurant les arêtes de deux troncs de cône, qui auraient leur grande base commune sur le cercle en fer de la roue et leurs petites bases écartées de deux centimètres environ sur le moyeu. Les bouts de ces rais sont vissés sur le moyeu ; ils sont fixés sur le cercle, et en dedans, entre deux languettes saillantes et parallèles, au moyen d'un écrou. Ces rais se démontent, et peuvent se remplacer très-aisément.

Forge de campagne. — Cette forge et son avant-train n'offrent aucune disposition qu'il y ait intérêt à signaler.

Forge de montagne. — Elle sert aux réparations du matériel et au ferrage des chevaux de cavalerie. Elle est portée à dos de mulet, et son poids est inférieur à 100 kilogrammes. Dans le chargement, la bigorne, son bloc et le marteau à frapper sont attachés à droite du bât ; la boîte d'outils et la forge repliée sont attachées à gauche.

Les essais de cet affût ont donné, assure-t-on, de bons résultats.

Indépendamment de sa construction générale, il est à remarquer pour les modes d'assemblage des flasques et des roues et surtout pour son système de pointage en direction.

AUTRICHE. — Le gouvernement a exposé un affût de 4 et un affût de 8 de campagne, un affût de 3 et une forge portative de montagne.

Affût de 4 de campagne. — Il est en bois, et comprend deux

flasques parallèles, réunis par trois entretoises, une de devant, une de milieu et une de crosse, celle-ci portant la lunette de cheville ouvrière; il a un corps d'essieu, en bois, embrassant un essieu en fer.

L'appareil de pointage se compose d'un plateau, mobile autour d'un axe horizontal et sur lequel s'appuie le canon. Ce plateau est relié à une vis, logée dans un écrou, en bronze, assujéti dans l'entretoise du milieu; une vis sans fin dont l'extrémité, traversant le flasque gauche, est armée d'une manivelle, fait tourner cet écrou et mouvoir la vis.

Un coffret, placé entre les flasques, contient quatre boîtes à balles et quatre gargousses.

Le dessus de ce coffret est garni de cuir, et a une forme de selle pour recevoir un servant.

Parmi les armements on remarque l'*écouvillon*, portant, à l'avant, un tire-bourre, et le refouloir disposé, ainsi qu'il a été dit dans un autre article, pour faire tourner le projectile, rendu à son poste, au moyen de trois branches-ressort terminées par un tenon, lesquelles coiffent une partie de l'ogive où trois trous laissent pénétrer chaque tenon.

L'*avant-train*, servant aussi pour le caisson à munitions, la forge et le chariot de batterie, se compose d'un timon, de deux armons, d'une pièce de milieu, d'une volée fixe, à laquelle sont attachés deux palonniers, et d'une volée mobile qui s'accroche au bout du timon.

Les roues sont en bois et semblables à celles de l'affût, mais un peu plus petites.

Le coffre à munitions est entièrement recouvert de tôle; le couvercle s'ouvre par derrière, et il est tenu relevé par une crémaillère à deux crans; ce couvercle reçoit un coussin rembourré, pour trois servants.

Caisson. — Il a un avant-train pareil à celui de l'affût. Les parties principales de l'arrière-train sont : deux brancards portant l'entretoise de lunette de cheville ouvrière, un corps

d'essieu et son essieu, et le coffre à munitions en arrière duquel est une fourragère.

Les munitions sont renfermées dans des caisses, mobiles et portatives, contenant les unes 8 à 10 projectiles, l'une d'elles 72 grandes charges, et une autre 33 petites charges pour le tir plongeant.

Affût et caisson de 8. — Les dispositions sont les mêmes que dans le système de 4; l'avant-train est commun à l'affût et au caisson.

Le coffret de l'affût porte deux servants, et le coffre d'avant-train trois.

Tout ce matériel paraît fait et combiné avec un grand soin, et doit être à la fois solide et très-mobile; il a les inconvénients des affûts à flasques, mais on en a heureusement profité pour lui assurer quelques avantages appréciables.

Affût de 3 de montagne. — Il a toutes ses parties en fer, à l'exception de l'essieu qui est en bois.

Il se compose de deux flasques convergents, en tôle, renforcés par une bordure, et reliés, à l'avant, par deux équerres s'adaptant à l'essieu, et, à l'arrière, par l'entretoise de crosse.

La vis de pointage est placée entre les flasques; son écrou est fixé dans une plaque transversale à équerres. Cette vis est de forme ordinaire, avec manivelle à 4 branches.

L'affût n'a pas de limonière, il pèse 91 kilogrammes.

La caisse à munitions contient 8 coups, et pèse 53 kilogrammes.

Forge de montagne. — Elle sert aux petites réparations et au ferrage des chevaux.

Elle est portée sur 4 pieds réunis par des traverses; entre eux est compris le soufflet, de forme cylindrique.

Elle se démonte et se transporte, sur un bât de caisse, dans un sac en cuir qui contient aussi les outils. Le charbon est transporté dans des sacs, de même forme.

Une autre forge plus puissante a été établie pour la campagne ; elle est également démontable, pour les transports. L'âtre, en forme de caisse, contient le soufflet et les outils ; une autre caisse renferme la bigorne et son bâtis.

FRANCE. — Le service de l'armée avait exposé la plus grande partie des affûts et voitures, qui composent les deux systèmes d'artillerie de campagne, de 4 et de 12, ainsi que le système de 4 de montagne.

4 rayé de campagne :

Affût avec avant-train,

Caisson id.

Forge id.

Chariot de batterie .

12 rayé de campagne :

Affût avec avant-train,

Caisson id.

Deux haquets de l'équipage de pont de corps d'armée, avec leur matériel.

4 rayé de montagne :

Affût,

Forge,

Caisses.

Le système de 12 rayé date de 1827 ; celui de 4 de campagne, de 1858, et celui de 4 de montagne, de 1859.

Ce matériel est aujourd'hui très-connu chez les différentes puissances ; d'ailleurs il se trouve décrit dans les aide-mémoire très-détaillés et généralement consultés. Il convient donc de n'en parler que très-succinctement.

4 rayé de campagne. — L'affût est formé de demi-flèches séparées et réunies par deux entretoises, dont une de crosse et une de tête de flèche, et de deux flasques réunis à la flèche par quatre rondelles d'assemblage, dont deux du milieu et deux de devant. La flèche est terminée par un bout de crosse-lunette; elle porte la vis de pointage, qui passe entre les deux demi-flèches, et qui est placée dans un écrou fixé, en dessus, par une plaque à deux ailes; cette vis, sur laquelle s'appuie la culasse du canon, est de forme ordinaire et à manivelle.

Les flasques reposent sur un essieu en fer, un peu encastré, appuyé sur une sous-bande, et retenu par un étrier dans chaque flasque. Ils sont garnis, en dessus, de sous-bandes et de sus-bandes de tourillons.

L'avant-train est formé de deux armons; d'une fourchette avec entretoise; de trois coussinets, dont un crochet cheville ouvrière; d'une volée et d'un timon. Il repose sur un essieu en fer; il porte un coffre à munitions, disposé pour recevoir deux servants. Il est pourvu d'une prolonge.

Les roues, qui sont les mêmes que celles de l'affût, sont en bois, cerclées d'un seul cercle.

Le caisson a le même avant-train; il est formé de trois brancards, dont deux de côté, et un de milieu avec un coussinet. Il est réuni à l'avant-train par une lunette cheville ouvrière; il porte deux coffres à munitions, un timon de rechange retenu par un anneau et un étrier, une roue de rechange et quelques outils.

La forge est formée de deux brancards, quatre épars, un corps d'essieu, en bois, embrassant l'essieu en fer, et d'une flèche; elle porte un âtre en tôle, un soufflet et sa branloire attachée à deux montants en fer; à l'arrière est établi le coffre à outils.

Ce matériel est simple et solide; les bois de l'affût sont assemblés d'une manière très-favorable à leur conservation; toutes les voitures dont il se compose sont très-mobiles; il a subi, pendant la guerre du Mexique, où il a fait de si longs

trajets sans routes frayées, les épreuves les plus rudes, qui ont permis d'en constater toutes les qualités.

12 rayé de campagne. — Les formes générales, ainsi que les diverses parties de détails, bois et ferrures, sont les mêmes que dans le 4 rayé, sauf les dimensions.

Il en diffère par la flèche, qui est formée d'une seule pièce ou de deux pièces jointives; les flasques sont assemblés de même avec la flèche par des rondelles.

L'essieu est en fer; les roues sont en bois, cerclées d'un seul cercle.

Il est réuni à son avant-train par une lunette et un crochet de cheville ouvrière.

L'avant-train porte un coffre à munitions; il peut porter un coffre d'avant-train de chariot de batterie et de forge, s'il est affecté à l'une ou à l'autre de ces deux voitures; il en est de même dans le 4 rayé.

Les roues sont communes et servent à l'avant-train et à l'affût, ainsi qu'aux autres voitures.

Le coffre reçoit trois servants.

Le caisson est aussi établi dans les conditions déjà indiquées.

Il porte deux coffres semblables à celui de l'avant-train.

4 rayé de montagne. — L'affût est en bois. Il est formé d'un corps d'affût en deux parties jointives, dont une extrémité, creusée au milieu, reçoit les tourillons du canon par ses côtés en saillie, et dont l'autre porte le bout de crosse avec un arrêtoir de limonière; au milieu du corps, est placée la vis de pointage, dans un écrou traversant le corps.

L'essieu est en bois, pourvu d'un équignon, de frettes et de viroles; les roues sont en bois.

Pour les transports sur roues, l'affût comporte une limonière, en bois, laquelle s'attache au bout de crosse par une bande de support avec arrêtoirs, qui fait fonction de sellette en

reliant les deux bras, et une entretoise, placée un peu en avant, traversée par une cheville à chaînette.

Les *caisses* sont en bois, recouvertes de tôle et fortifiées par des équerres.

Forge de montagne. — Cette forge est destinée à l'entretien du matériel et au service de la cavalerie en campagne. Pour le transport, elle peut se replier et se renfermer dans une caisse avec son soufflet ; une autre caisse reçoit son outillage.

Elle repose sur trois pieds, dont un, de devant, est à fourche.

Les principales ferrures se démontent ; la plaque d'âtre se rabat.

Les caisses de transport sont en bois, fortifiées par des équerres.

Cette artillerie de montagne, sauf les cas particuliers où l'affût s'attèle avec la limonière, voyage à dos de mulet. Les poids des parties principales sont les suivants :

Affût, avec roues et limonière.	132 ⁵⁰
Caisse à munitions	51
Caisse avec la forge.	36 50
Id avec son outillage.	36 50
Sacoche à charbon.	12

M. Voruz aîné avait exposé : les affûts complets de 4 et de 12 de campagne, avec avant-trains et coffres chargés ;

L'affût de 4 de montagne, avec caisses à munitions ;

La forge de 12 de campagne et celle de montagne ;

Des caisses de transport d'outils ;

Un affût de mortier de 15 centimètres.

Tout ce matériel, bien exécuté, était conforme aux tracés de l'armée.

En outre :

Un affût, à échantignolles, de 16 centimètres rayé,

Et un affût à pivot, d'embarcation, pour canon de 4 rayé, conformes au tracé de la marine. Enfin, un affût en fer forgé pour son canon de 4 léger.

Cet affût se compose de deux flasques en fer, convergents, réunis, à l'arrière, par une crosse-semelle, et, à l'avant, par une forte entretoise qui assemble chaque flasque dans une emboiture, avec deux montants à peu près verticaux.

Ces montants ont la forme apparente d'une jambe. C'est sur chaque pied de ces jambes et sur la crosse qu'est porté l'affût et son canon, et que s'opère le recul.

L'entretoise, au moyen d'une manivelle extérieure, sert en même temps de frein pour presser les flasques contre le canon, et fixer celui-ci au pointage, et sans vis.

Le tout se démonte, en un instant, pour les transports.

Cet affût pèse 109 kil. ; le canon pèse 50 kil.

ESPAGNE. — Le *gouvernement*, ainsi qu'on l'a déjà rappelé, a exposé une belle collection de petits modèles, pièces et affûts, de l'artillerie qu'il emploie ; la nomenclature en a été donnée à l'article spécial.

Ce matériel présente une grande analogie avec le matériel français.

Les différences les plus saillantes se remarquent dans l'*affût de montagne* exposé. Il n'a pas de limonière, et il ne se transporte sur roues que pour les petits mouvements à opérer sur le champ de bataille ; en outre, l'essieu est en fer et le diamètre des fusées paraît assez petit ; enfin, dans l'appareil de pointage, c'est l'écrou qui porte les branches de la manivelle et qui tourne, maintenu par une goupille et faisant monter la vis.

Comme dans certains affûts anglais, la flèche a un excédant de hauteur, raccordé par un ressort brusque à l'arrière, pour le logement de la vis de pointage.

Le remplacement de l'essieu en bois par un essieu en fer à

petites fusées doit trop favoriser le recul, en même temps que cet essieu est plus exposé à se courber; aussi, dans l'affût en fer de l'Autriche, l'essieu seul est-il en bois.

HOLLANDE. — Le *gouvernement* a exposé un *affût* avec *avant-train* pour canon de 4 rayé de campagne.

L'*affût* est en bois, et présente les formes d'ensemble de l'ancien affût français.

Les flasques sont assemblés sur une flèche par un embrèvement à crémaillère; la flèche est formée de deux parties jointives. Ce mode de réunion sans entretoises, maintenant les faces des bois en contact, est, en général, considéré comme défectueux.

L'essieu, encastré dans un corps en bois par ses faces supérieures et inférieures, est logé dans le dessous des flasques et de la flèche.

Le bout de crosse et la lunette de crochet cheville ouvrière forment deux pièces distinctes, reliées entre elles par une ferrure intermédiaire; cette disposition permet de donner moins de jeu au crochet dans sa lunette, cette lunette ayant la faculté de se mouvoir verticalement par la ferrure intermédiaire.

PRUSSE. — M. *Krupp* a exposé un affût de 4, lequel est une modification de l'affût réglementaire en Prusse.

Il est entièrement en fer, à l'exception des roues, qui sont en bois; en outre, le moyen, la lunette de crochet cheville ouvrière et l'écrou de vis de pointage sont en bronze; l'essieu est en acier fondu.

Les flasques à cornières sont parallèles, écartés de 44 centimètres, et reliés par deux entretoises de crosse, deux boulons de milieu et deux boulons d'avant.

La plaque de crosse est fixée en dessous, traverse, en se relevant, l'intervalle des flasques, recouvre les deux entretoises et reçoit, sur son prolongement arrière, la lunette de cheville ouvrière.

Les roues, semblables aux dispositions réglementaires, sont composées de 12 rais, 6 jantes et un cercle.

Les rais sont assemblés, par tenons, avec le moyeu, entre deux disques dont l'un, extérieur, est mobile et relié à l'autre par six boulons; les bouts de moyeu portent deux boîtes intérieures, en fonte dure, où tournent les fusées.

L'appareil de pointage, réglementaire, repose sur deux coussinets placés à l'intérieur des flasques. La vis de pointage est double; la vis extérieure, servant d'écrou à celle intérieure qui est en acier, se termine par un pignon horizontal portant une poignée verticale; la vis intérieure est rattachée au plateau mobile sur lequel est appuyée la culasse. Les deux vis ayant le même pas, quand la vis extérieure descend d'un filet, celle intérieure qui, fixée au canon, ne peut tourner, descend de la même quantité que l'autre, lui servant d'écrou, et la culasse s'abaisse de deux filets.

Un petit coffret, renfermant une boîte à mitrailles, une charge et quelques menus outils, est placé entre les flasques.

Deux sièges, recevant chacun un servant, sont placés entre chaque flasque et la roue correspondante; ces sièges sont soutenus sur l'essieu par trois supports; l'un d'eux porte trois ressorts en caoutchouc.

Cet affût se distingue, indépendamment de sa construction générale en fer, par son appareil de pointage, le mode d'assemblage des roues, le nombre des projectiles qu'il transporte avec lui et l'emploi de sièges attachés à l'affût même pour deux servants; cette dernière disposition, qui permettrait de transporter rapidement l'affût avec le nombre de servants nécessaires au tir sans le caisson, ne semble pas, du moins dans la manière dont elle a été réalisée, inspirer une confiance suffisante.

Le poids de cet affût est de 400 kil.

PRUSSE (Russie). — M. Krupp expose aussi un affût de 6, destiné au gouvernement russe.

Cet affût est en fer et cornières, sauf les roues qui sont en bois.

Il se compose de deux flasques inférieurs, convergents, reliés entre eux par deux entretoises de crosses, deux boulons de milieu et une bande d'assemblage de devant; en outre, ces deux flasques, formant comme une espèce de châssis, portent deux flasques courts, qui reçoivent le canon et l'appareil de pointage, et constituent une sorte d'affût, mobile sur les faces supérieures des flasques, pivotant, à gauche et à droite, autour d'une forte cheville verticale fixée à l'avant des flasques inférieurs.

Le corps d'essieu passe dans une entaille pratiquée à la partie supérieure des flasques de dessous; il s'appuie sur les cornières et touche, par sa partie supérieure, les branches prolongées le long des flasques et jusqu'au bout des flasques courts de la bande d'assemblage de devant. Deux autres plaques horizontales, partant du dessus et du dessous de l'entaille prolongée des flasques, s'appuient, celle de dessous sur les cornières, et celle de dessus sur l'essieu auquel elle est reliée, se continuant jusqu'au moyeu de la roue.

Le pivot de pointage de l'affût mobile embrasse la partie inférieure du corps d'essieu, traverse les deux plaques horizontales, la bande d'assemblage de devant et la pièce d'assemblage de l'affût mobile, reliant la partie antérieure de ses deux flasques.

L'affût mobile reçoit son mouvement d'un arbre horizontal qui traverse le manchon d'un étrier, fixé à la partie inférieure de ce petit affût et qui sert d'écrou; une manivelle, placée, en dehors et à droite, à l'extrémité de l'arbre, fait tourner celui-ci; l'étrier et son manchon entraînent l'arrière de l'affût mobile, et peuvent lui faire décrire, autour de son pivot, un arc de 7 degrés à gauche et à droite.

On a ainsi un moyen de pointage horizontal, par un changement graduel de direction, sans qu'on soit obligé de déplacer tout le système de l'affût.

Le pointage en hauteur est aussi opéré mécaniquement, à l'aide d'une vis double tournant dans un écrou en bronze, lequel est contenu dans une boîte fixée entre les flasques de l'affût mobile.

L'écrou est mis en mouvement par une vis sans fin, traversant le flasque gauche et pourvue d'une manivelle ; les deux vis, qui se meuvent l'une sur l'autre, sont filetées en sens contraire ; celle extérieure porte la culasse du canon. La tête est reliée à une sole qui a elle-même un mouvement libre de rotation autour d'un boulon d'assemblage, passant dans les flasques.

Les roues sont à douze rais ; elles portent douze boulons de cercle, disposés par couples de chaque côté des joints.

Cet affût paraît très-solidement relié dans ses diverses parties ; il a d'ailleurs beaucoup d'analogie avec l'affût prussien de campagne modifié.

Il se distingue tout particulièrement par ses deux systèmes de pointage ; mais davantage par celui qui donne le pointage en direction. Toutefois la cheville et toutes les pièces de liaison ont à supporter des efforts très-fatigants quand le châssis mobile, placé obliquement, est brusquement entraîné par le recul du canon.

Ces dispositions et le principe lui-même doivent être l'objet d'études très-intéressantes ; nous avons vu que ce principe avait été aussi appliqué sur un affût anglais.

Le poids de cet affût est de 430 kilogrammes.

La Compagnie de *Carlsruhe* a exposé l'affût de 8, adopté en Suisse.

Cet affût a toutes ses parties en fer ; les roues sont en bois.

Il se compose de deux longs flasques en tôle et cornières, convergents et reliés par des plaques en tôle ; ces plaques sont, les unes appliquées sur le dessus des flasques par leurs cornières, les autres transversales, inclinées, et appliquées sur des équerres rivées aux flasques.

L'appareil de pointage, lequel est une vis et son écrou, est logé entre les deux plaques transversales du milieu.

Le bout de crosse-lunette est appliqué sur les cornières de l'extrémité des flasques.

D'ailleurs, les armements et les pièces accessoires sont attachés à l'affût, à peu près comme dans les affûts à flèches en bois, dont cet affût se rapproche beaucoup par les formes générales.

L'essieu des roues est fixé aux flasques par deux larges étriers et des boulons de serrage.

Cet affût, qui n'avait pas d'avant-train, a été très-favorablement apprécié.

SUÈDE ET NORWÈGE. — Le gouvernement a exposé un affût de 3 de campagne.

Cet affût est en bois, à flasques convergents, assemblés par rois entretoises et trois boulons.

Les flasques se continuent, au delà de la courbe d'appui de la crosse, par un prolongement en ligne droite, par lequel ils s'appuyent sur la sassoire de l'avant-train. La lunette de crochet cheville ouvrière est percée dans un étrier placé sous les flasques.

Par une disposition qui ne se rencontre pas habituellement et qu'il est difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante, le corps d'essieu, en fer, est encastré, par ses faces antérieure et extérieure, sur l'essieu en bois; celui-ci est aussi en partie encastré dans les flasques ainsi que dans l'entretoise de devant, et relié à ces pièces par une ferrure qui l'embrasse devant et dessous.

Un petit coffre, construit entre les flasques, un peu avant l'entretoise de crosse, est destiné à recevoir quelques menus objets; en outre, un coffret, contenant un coup à mitraille, est placé sur le corps d'essieu, près et en dehors de chaque flasque.

L'avant-train se compose de deux armons-fourchettes,

deux tirants parallèles aux armons, deux espars et deux planches perpendiculaires aux premières pièces et les reliant ; en avant est la volée, à laquelle s'accrochent deux palonniers ; à l'arrière se trouve une sassoire et la cheville ouvrière.

La cheville ouvrière jouit de la faculté de se mouvoir de haut en bas, la fourche sur laquelle elle est serrée par un écrou ayant ses deux branches mobiles autour de deux axes horizontaux, fixés sur la face intérieure des armons au moyen de deux plaques à oreilles. Ce mouvement de la fourche porte-cheville, et par conséquent celui de la cheville, est limité, en dessus et dessous, par la bande d'écartement et par la sassoire. Ces dispositions donnent assez heureusement, et malgré l'emploi de la sassoire, une certaine indépendance aux deux trains.

Sur l'*avant-train* est un coffre divisé en trois compartiments, dont les deux extrêmes reçoivent chacun vingt projectiles ; ces projectiles reposent sur des étoupes par le culot, et sont maintenus, en rangs de cinq, par une planchette, pressée par un ressort à l'une de ses extrémités, et attachée, de l'autre, par une charnière en cuir ; la tête des cinq projectiles traverse les cinq trous de chaque planchette. C'est l'un des rares exemples de l'utilisation des ressorts à cet usage.

La tête de l'écouvillon de l'affût est également fixée à l'aide d'une ferrure à ressort.

Le compartiment du milieu, divisé en deux cases, renferme, dans l'une, les charges de poudre, et, dans l'autre, les boîtes à mitraille.

ARTICLE II.

MATÉRIEL DE SIÈGE, DE PLACE ET DE CÔTE.

Il y aurait peu de remarques spéciales et intéressantes à présenter au sujet du matériel de siège et de place par le même motif, déjà rappelé au sujet du matériel de campagne,

que les bouches à feu rayées de ces services sont restées dans des conditions à peu près semblables, et n'ont pas encore subi cette loi d'accroissements parallèles en force, dans lesquels la muraille cuirassée a entraîné les matériels de mer, et commence à entraîner ceux des côtes.

Les seules particularités à signaler parmi les affûts exposés, lesquels étaient d'ailleurs en petit nombre, sont, dans une voie nouvelle, la construction en fer des affûts français de 24 de siège et de 4 de casemates de place, le dispositif de pointage sans vis ni coin de cette pièce de 24, qui est dépourvue de prépondérance, et, dans les systèmes antérieurs, un affût anglais de mortiers, servant en même temps de voiture pour les transports.

Mais il n'en est pas de même pour le service des côtes, lequel est représenté, comme triomphalement, par trois spécimens gigantesques, les canons de 32 centimètres anglais, 42 centimètres français et 35 centimètres de M. Krupp.

Le fer a dû remplacer le bois dans la construction de leurs affûts et de leurs châssis; les moyens simples de manœuvres à bras devenaient impuissants, et il a fallu recourir aux combinaisons mécaniques, que l'esprit militaire n'accepte encore qu'à regret, cédant peu à peu, et ne prenant que ce qui est rigoureusement nécessaire.

D'ailleurs, le mode général de construction est celui des affûts antérieurs de côte. Les Anglais ont adopté un système de frein pour modérer le recul. Les Français ont cru pouvoir se passer de cet organe, leur canon de 42 ne devant tirer que le boulet rond; mais ils ont adopté un mécanisme à chaîne galle pour la mise en batterie et hors de batterie, et un autre mécanisme, avec une chaîne semblable, pour le pointage en hauteur. Quant à l'affût du canon de M. Krupp, dont il ne sera pas parlé dans les descriptions, il était certainement incomplet, dépourvu de châssis, et ne servait qu'à supporter le canon.

Angleterre. — Le gouvernement avait exposé cinq affûts pour ces deux services :

Un affût de siège . . .	de 64 livres.
Un — — . . .	de 40 livres.
Un — pour mortier. .	de 10 pouces.
Un — de côte . . .	de 13 —
Un — de casemate . .	de 7 —

Les *affûts de siège* pour canons sont en bois, confectionnés très-solidement et bien appropriés à leur emploi ; ils n'offraient aucune disposition nouvelle ou spéciale, qu'il y aurait intérêt à signaler et à décrire.

Affût de mortier. — Il n'en est pas de même pour l'affût du mortier de 10 pouces, lequel comporte un affût de siège et de route, et un avant-train.

L'*affût* sert à la fois de chariot porte-corps et d'affût de tir. Lorsqu'on a séparé l'avant-train, on enlève les roues du chariot qui, dans cet état, devient l'affût de tir ; il se place directement sur le sol, si celui-ci est assez consistant ; sinon, on lui construit une plate-forme.

L'avant-train est disposé pour porter 10 bombes, avec le même nombre de charges, ou un certain nombre de coups à mitraille.

Ce système nouveau, et très-satisfaisant au premier aspect, a beaucoup attiré l'attention.

L'affût, avec son avant-train chargé, pèse 1,889 kilogrammes ; le mortier pèse 914 kilogrammes.

MATÉRIEL DE CÔTES.

Affûts de côtes de 13 pouces. — Cet affût est en fer et cornières ; il est établi dans les conditions générales de l'*affût de 9 pouces* de *sir Armstrong*, dont il sera parlé à l'article des affûts marins.

Le recul est modéré par un *frein* à neuf lames ; l'inclinaison des côtés du châssis, égale à 5 degrés, rend facile le retour en batterie, lequel s'opère sur roulettes, le recul ayant eu lieu à frottement.

Le *châssis* est aussi en fer. Les côtés, au lieu d'être, comme dans les affûts marins, à section constante, ont la forme du solide d'égale résistance ; leur hauteur, au milieu, est presque doublée.

Le châssis est supporté, à l'avant, par un lisoir et deux galets coniques, et, à l'arrière, par deux roulettes marchant sur une circulaire.

Le poids de l'affût est.	2,590 kilogrammes.
Celui du châssis	3,808 —
Hauteur de l'axe du canon. . . .	1 ^m 50

Affût de casemate de 7 pouces. — Cet affût est en bois, et préparé pour tirer dans une embrasure ayant 0 mètre 76 de hauteur de genouillère.

Cet affût et son châssis sont en bois de teck, d'une construction très-soignée ; ils n'offraient d'ailleurs aucune particularité saillante.

Le poids de l'affût est	2,031 kilogrammes.
Celui du châssis.	1,371 —

MATÉRIEL DE SIÈGE ET DE PLACE.

FRANCE. — Les parties exposées de ce matériel étaient :

Un affût avec avant-train de 12 rayé de siège,	
Un affût	de 24 court rayé,
Un affût de mortiers . .	de 32 centimètres,
id. id. . . .	de 27 id.
id. id. . . .	de 15 id.
Un chariot porte-corps,	
Un chariot de parc.	

Service de place :

Un affût de 12 rayé de place et son châssis,
 Un affût de casemate de 4 rayé ;

Service des côtes :

Un affût de 80 sur son châssis,
 Une chèvre de côtes.

L'adoption et l'emploi de plusieurs des affûts et voitures exposés remonte à une époque déjà reculée ; ce matériel est aujourd'hui très-connu, et il a donné des preuves nombreuses de ses excellentes qualités ; d'ailleurs, il ne présente aucune modification nouvelle qui ait été exigée par l'emploi de l'artillerie rayée ; il est donc permis de n'en parler que sommairement.

Toutefois on y rencontrait trois types, qui sont de création récente et pour lesquels il sera donné plus de détails ; ce sont : l'affût de 24 court rayé, celui de 4 rayé de casemate, et celui de 80 de côte, et sa chèvre.

SERVICE DE SIÈGE.

Affût et avant-train de 12 rayé. — Cet affût est le même que celui de campagne de 12, qui servait pour l'ancienne pièce à l'état lisse, laquelle est devenue la pièce de 12 rayé de siège.

Cet affût a reçu, pour sa nouvelle destination, des modifications peu nombreuses ; les modifications ont eu surtout pour but de consolider la flèche, les flasques et les ferrures d'attache de l'essieu, parties qui avaient été reconnues insuffisantes pour le tir des projectiles de la pièce rayée.

Affût de 24 court rayé, de siège. — Cet affût est destiné à la pièce de 24 court rayé, laquelle a été calculée sans prépondérance, le pointage angulaire étant maintenu par le frottement de deux tourillons, à grand diamètre, dans leurs encastremens ; il se compose de deux demi-flèches, en fer à T, sur lesquelles sont fixés deux flasques les prolongeant, et qui sont réunies par quatre entretoises, dont trois en fer, de devant et intermédiaires, et une de crosse, en bois, reliée par un boulon.

Les encastremens des flasques reçoivent les tourillons dans toute leur hauteur ; l'un d'eux porte une vis transversale dont la pression contre la face d'un tourillon fixe le canon pendant les transports.

Les roues sont celles de l'affût de siège, dont les cercles ont été renforcés afin de résister aux tirs sous les angles de 30 et 40 degrés.

L'entretoise de crosse a deux anneaux carrés, à sa partie supérieure, dans lesquels se place une fausse flèche par sa lunette à deux branches ; cette fausse flèche porte, à son autre extrémité, une lunette de cheville ouvrière, pareille à celle de l'affût ordinaire et s'adaptant sur le même avant-train.

Par suite de la construction spéciale de la bouche à feu, l'affût n'a ni coin de mire, ni vis de pointage.

Cinq hommes suffisent au tir et à la manœuvre.

L'affût avec roues pèse 1,450 kilogrammes.

Chariot porte-corps. — Ce chariot est destiné au transport des mortiers et de leurs affûts, et, au besoin, à celui des canons de siège et des gros projectiles.

Il est en bois et composé de quatre brancards, d'une entretoise de devant, de sept espars, d'un coussinet de culasse placé entre les brancards du milieu, d'un corps d'essieu et d'un treuil.

Le corps d'essieu embrasse un essieu en fer ; les roues sont celles de l'affût de 24 de siège ; une lunette de cheville ouvrière est placée entre les brancards du milieu, prolongés

au delà de l'entretoise de devant, et sert à lier le chariot à l'avant-train ; entre les brancards de côté, en arrière de l'entretoise de derrière, se trouve le treuil autour duquel s'enroule le cordage de brélage ; ce treuil porte, au milieu, une forte lunette d'embarrage et, à côté de celle-ci, deux crochets d'attache.

Lorsqu'on veut transporter des projectiles, on construit, au moment du besoin, un cadre en bois, consolidé par des équerres, lequel se place et se fixe sur le chariot au moyen de liteaux.

Avant-train. — Se compose d'une sellette-fourchette embrassant l'extrémité du timon, d'une volée de devant et d'une volée de derrière ; la fourchette-sellette porte, à l'arrière, une bande circulaire et une cheville ouvrière ; le tout repose sur un essieu en fer encastré, et qui reçoit les roues de siège.

Affût de mortier de 32 centimètres. — Cet affût est formé de deux flasques épais, en fonte de fer, profilés extérieurement et entaillés en dedans pour recevoir deux entretoises en bois, sur lesquelles il est assemblé ; l'entretoise avant sert de coussinet de pointage ; le pointage se fait au moyen d'un coin, placé entre cette entretoise et la plate-bande de la pièce.

Les flasques portent, devant et derrière, quatre boulons de manœuvre, pour l'embarrage des leviers.

Les *mortiers de 27 centimètres* sont montés sur des affûts semblables, sauf l'écartement des flasques.

Affût de mortiers de 15 centimètres. — Il est formé d'une forte semelle en bois, en une ou deux pièces, sur laquelle sont placés deux flasques en fonte, le tout relié par deux bandes de semelle et quatre boulons ; en avant est un support de pointage, composé de deux plaques dont l'une est fixe, l'autre mobile autour d'une charnière, au centre, et d'un arc de cercle, à son extrémité libre ; une chevillette, passée dans les

trous de cet arc de cercle la maintient au poste déterminé.

Quatre anneaux sont fixés aux quatre coins de la semelle.

Cet affût, avec son mortier, peut être transporté par deux hommes pourvus de bretelles ; il pèse 66 kilogrammes.

MATÉRIEL DE PLACE.

Affût de 12 rayé, sur son châssis. — Ce système d'affût à châssis, simple, solide et élégant, entièrement en bois, est commun, quant à l'ensemble, à tous les canons de place ; les dimensions diffèrent dans les quatre affûts ; pour trois de ceux-ci, destinés aux canons en fonte ou en bronze, le *grand châssis* est le même ; il en existe un spécial pour l'obusier de 22 centimètres ; le *petit châssis* est le même pour tous.

L'affût se compose de deux forts montants et de deux arcs-boutants, reliés par des entretoises ; au milieu, se trouve un tirant qui repose sur l'entretoise arrière et porte le coussinet de pointage et sa vis ; à l'avant, un essieu en fer, lié aux tirants par un corps d'essieu, reçoit sur ses fusées deux roues ayant un moyeu, d'un grand diamètre, en fonte de fer ; l'affût repose et glisse sur son châssis par ces deux moyeux et par l'entretoise de crosse, qui embrasse la poutrelle directrice de ce châssis.

On embarre, pour les mouvements de transport sur le châssis, entre les rais de la roue ; et, pour ceux de pointage, sur un support vertical appliqué contre l'un des arcs-boutants.

Le *grand châssis* est formé de deux côtés et d'une poutrelle directrice, reliés par des entretoises ; à l'avant, il repose sur un *petit châssis* par l'entremise d'un lisoir traversé par la cheville ouvrière de celui-ci ; à l'arrière, il repose sur deux roulettes dont la tige traverse l'extrémité des côtés ; l'essieu de ces roulettes débordé le fer de la chappe, et sert de boulon de manœuvre pour les pointages latéraux.

Le *petit châssis* comprend deux épaisses semelles assemblées en croix et à mi-bois, un plateau circulaire placé au centre et portant lui-même une cheville ouvrière.

Affût de casemates de place, pour canon de 4 rayé de campagne et de montagne. — Cet affût est en fer. Il est formé de deux flasques composés, chacun, de deux tôles jumelées et réunies par des entretoises, et d'une flèche, composée de deux demi-flèches, en fer à T, dont l'écartement est maintenu par des entretoises et par le support de la vis de pointage.

Les flasques représentent un triangle évidé ; près de l'angle supérieur est le logement des tourillons, renforcé par une bordure ; l'angle inférieur porte l'essieu et ses deux roulettes ; le troisième angle intermédiaire sert de point d'assemblage pour les flasques et la flèche terminée par une crosse.

Cet affût, destiné à battre les avenues et les fossés de corps de place ou à la défense des bastionnets de certains postes, n'exige que trois hommes pour son service.

La hauteur du canon au-dessus du sol est de 1 mètre 250.

Il pèse, avec ses roulettes, 525 kilogrammes.

MATÉRIEL DE CÔTES.

Affût de côte pour canon rayé de 80 en fonte de fer. — Cet affût, ainsi que la bouche à feu de 80 qu'il portait, a été exposé à titre de projet.

La *bouche à feu* est un obusier de 22 centimètres, qui a été rayé et auquel on a enlevé les tourillons pour lui appliquer une disposition spéciale ; à cet emplacement des tourillons a été fixé, par deux brides, un demi-manchon sur lequel repose la pièce et qui porte deux tourillons très-larges ; la prépondérance est supprimée, et le frottement dans l'encastrement des tourillons est assez fort pour que la pièce, pointée sous un angle quelconque, reste en équilibre sans être appuyée.

L'affût est formé de deux flasques en fonte, réunis par trois entretoises, d'un essieu en acier pourvu de deux rouleaux, et de deux galets.

Les fusées de l'essieu sont excentriques, de manière à pouvoir placer, à l'arrière, l'affût à frottement ou à roulement ;

une disposition analogue existe pour les galets de l'avant.

Le *grand châssis* se compose de deux longs côtés assemblés, devant, sur un lisoir, et derrière, par une entretoise ; le tout est en fonte.

Le lisoir repose et tourne sur une sellette par ses deux extrémités ; à l'arrière, l'entretoise ne repose sur sa circulaire que par une roulette, fixée au milieu.

Cette roulette, à gorge, est commandée par une roue dentée et une vis sans fin à manivelle.

La plate-forme, établie sans maçonnerie, comprend la sellette, à l'avant, et une voie circulaire en acier, à l'arrière, calée sur de forts coussinets en fonte.

La bouche à feu pèse	5,384	kilogrammes.
L'affût	2,544	—
Le châssis	2,364	—
La plate-forme	3,768	—

Ce système a été essayé, en 1862, avec des résultats assez satisfaisants ; les essais n'ont pas été poursuivis.

Chèvre de côtes. — Il a été établi, pour la manœuvre de force des pièces lourdes, une *chèvre de côtes* qui a été exposée avec cet affût. Elle a plus de puissance que la chèvre en usage, dont elle a d'ailleurs les formes et parties principales. Elle est pourvue d'un mécanisme élévatoire différent.

C'est un treuil monté sur un cadre en fer, lequel s'adapte sur le 2^e et le 3^e espars et à volonté ; il porte, au milieu, une noix avec coulisse inférieure et deux roues latérales à linguet ; la chaîne passant par les poulies de tête s'engage dans la noix et sa coulisse, où elle fonctionne à la manière des chaînes gallees ; aux deux extrémités du treuil sont deux disques, armés de dents extérieures servant de heurtoirs pour donner le mouvement de rotation aux griffes dont sont pourvues les boîtes où se placent les leviers d'embarrage.

Cette chèvre, équipée à deux ou trois brins, peut enlever un fardeau de 8,000 kilogrammes.

FRANCE. — *Le service de la marine* avait exposé un affût de côte pour canon lisse de 42 centimètres.

L'affût est formé de deux flasques creux, en tôle et cornières.

Il a la forme générale des affûts à châssis ; l'arrière des flasques a été évidé pour permettre, au besoin, d'embarrer sous la culasse.

Les dispositions de ses galets de relèvement et celles de son mode de pointage à chaîne galle sont les mêmes que pour l'affût marin de 24 centimètres, décrit plus loin.

Le châssis est aussi en tôle et cornières, formé de deux poutres creuses reliées par quatre entretoises ; celle de l'avant, chaussant un fort pivot placé au centre d'une sellette, sert de lisoir, et ses deux extrémités sont pourvues de galets, roulant sur la sellette pendant les mouvements horizontaux ; à l'arrière, le châssis repose sur deux autres roulettes à grand diamètre, lesquelles sont mises en mouvement au moyen de grands leviers, à téton latéral, engageant leur téton dans les trous latéraux de ces roulettes et pivotant sur l'axe de celles-ci ; un seul homme produit le déplacement, de chaque côté.

Le transport, à bras, de l'affût sur son châssis, s'exécute au moyen d'une chaîne galle longeant un des côtés du châssis, tendue sur deux pignons aux deux extrémités et commandée par un treuil à engrenages, placé sur l'arrière ; le canon étant au recul, une griffe attachée au levier de chaque galet arrière retombe et s'accroche sur l'un des fuseaux de la chaîne, reliant ainsi l'affût à cette chaîne ; cette griffe, entraînée par la chaîne, relève le galet et entraîne à son tour l'affût ; celui-ci étant en batterie, on tourne un peu la manivelle du treuil en sens contraire, les galets retombent, on décroche la griffe, et l'affût est prêt à reculer, à frottement.

Le fond du châssis est garni en tôle striée ; un large escalier placé à l'arrière, et deux plate-formes latérales donnent accès

pour le service de la pièce; le pointeur peut faire feu, restant sur l'extrémité du châssis.

Une potence, placée sur le côté gauche de l'affût, prend le boulet, soutenu par une griffe ou par une cuillère, le hisse à l'aide d'un palan et l'amène à l'entrée de la culasse sur la planchette de chargement.

Quatre hommes suffisent pour la mise en batterie et hors de batterie; deux suffisent pour les pointages en hauteur et en direction.

Le poids de l'affût et de son châssis est de 20,000 kilogrammes.

Cet affût n'avait pas encore subi l'épreuve du tir.

ARTICLE III

AFFÛTS SPÉCIAUX DE CASEMATE OU DE MER, A TRÈS-PETITE EMBRASURE.

Il n'avait été exposé que quatre affûts de ce genre; ils étaient à l'état de modèles à petite échelle.

Un, en Angleterre, était destiné au service de mer et pouvait aussi être employé à terre; deux, en Autriche, et un, en Prusse, étaient disposés pour les casemates à terre.

On s'est imposé ce problème difficile, de faire tirer une bouche à feu dans une embrasure très-étroite, circulaire, ayant un diamètre peu supérieur à celui de la volée, qui y est logée sur une très-faible longueur.

Dans cette position, la bouche à feu doit conserver tous les mouvements dépendants du tir; ceux du pointage horizontal, qu'il est très-facile d'obtenir en plaçant le *pivot* du châssis à l'aplomb même de l'ouverture; ceux de pointage en hauteur, et c'est là que se trouve le problème; enfin ceux de recul, qui doivent se faire sans briser les organes, nécessairement complexes, que réclame l'exécution du pointage en hauteur,

-telle du moins qu'elle a été obtenue dans les solutions exposées.

L'une de ces solutions consiste à faire tourner le canon autour d'un centre fictif situé, autant que possible, près de la bouche de la pièce et au milieu de l'épaisseur de l'embrasure ; le canon doit donc être soumis à deux mouvements généraux opérés à la fois, un soulèvement d'ensemble et une rotation autour du centre fictif.

L'autre solution, plus simple et plus pratique, mais moins complète, n'exige pas la rotation autour d'un centre fictif placé dans l'ouverture même, elle la fait faire un peu en arrière, autour d'un axe fixé à la partie antérieure de l'affût, qu'on rapproche de cette ouverture ; dès lors, la volée décrit elle-même, dans son embrasure, un mouvement angulaire plus ou moins étendu, et les dimensions de l'ouverture doivent être plus grandes que dans le premier mode.

Il est certain que les solutions présentées offrent des combinaisons ingénieuses, mais il n'est pas encore permis de considérer ces affûts comme étant susceptibles d'emploi.

D'ailleurs, on est peut-être en droit de douter que ces recherches soient utiles, lorsqu'on songe aux autres difficultés qui sont inhérentes à ces systèmes et parmi lesquelles, surtout pour l'artillerie rayée, il faut compter l'impossibilité presque absolue de pointer à travers un trou d'embrasure à peu près bouché par la volée du canon. Il est vrai que, pour ces pointages, on compte avoir recours à des opérations extérieures dont le résultat serait transmis rapidement à l'intérieur ; mais, là encore, on rencontrera des difficultés plus ou moins grandes suivant les localités et les circonstances.

ANGLETERRE. — L'exposition anglaise contenait un *affût spécial* de casemate, à petite embrasure, attribué au capitaine *Heatorm* ; cet affût était un modèle à petite échelle.

Il sera décrit, sans qu'il soit question du châssis.

Cet *affût* se compose de deux flasques métalliques, bas et robustes, ressemblant aux flasques d'affûts de mortiers.

A l'intérieur, et un peu sur l'arrière, sont deux autres flasques, plus hauts, fixés à chacun des premiers et reliés entre eux; l'ensemble peut être considéré comme ne se composant que de deux flasques très-élevés, dans lesquels le canon est entièrement renfermé, sauf pour une partie de la volée.

Dans la partie antérieure de chaque flasque, est pratiquée une entaille circulaire et verticale, ayant pour centre l'extrémité de l'axe du canon sur la bouche, où est censé le point de pivotement; c'est dans ces entailles que sont logés les tourillons, qui peuvent y glisser de haut en bas, et réciproquement.

Le canon lui-même est supporté par deux espèces de flasques ou larges leviers, reliés entre eux et mobiles, en entraînant le canon autour d'un essieu placé en avant de l'affût; ils sont traversés aussi par les tourillons; et comme ceux-ci, encastrés dans leurs rainures verticales fixes, ne suivraient pas leur mouvement, le lieu où passent ces tourillons est encore une glissière suffisamment longue, croisant la première; grâce à ces deux glissières, où ils doivent rester en même temps, les tourillons montent et descendent, formant le point de croisement.

L'arrière de ces deux leviers-supports et le canon avec eux sont soulevés par la vis de pointage, le mouvement, obligé par la glissière verticale, se faisant autour de la bouche.

L'avantage de ce tracé est de faire supporter l'effort du recul par le corps du châssis, sur la partie arrière des glissières verticales, partie que l'on peut rendre aussi solide qu'il est utile, le système mobile qui donne le pointage n'ayant rien à supporter de cet effort direct du recul.

D'un autre côté, la vis de pointage, qui est attachée par le haut et par le bas des flasques fixes, conduit le canon par son extrémité postérieure et doit avoir beaucoup de longueur; le mouvement à faire est très-étendu; en outre les pressions des glissières sur chaque tourillon sont sans doute des causes de frottement assez considérables.

AUTRICHE. — Le *gouvernement* a présenté, à titre d'étude ou d'essai, deux affûts spéciaux pour le tir dans les embrasures réduites ; ces affûts étaient exécutés à petite échelle.

Affût Lenk. — Il est placé sur un châssis en fer, lequel ne présente qu'une disposition à signaler : chaque côté repose sur trois roulettes, dont l'une, celle de devant, est orientée fixement pour le pointage en direction, et les deux autres, celles du milieu et de derrière, ont pour tige verticale une vis longue, à filets très-inclinés, montée sur la chape, et qui, par son mouvement de rotation dans son écrou, permet de changer la direction des roulettes et surtout de modifier l'inclinaison du châssis, en relevant ou abaissant, à volonté, sa partie postérieure.

Quant à l'affût, il est très-simple dans ses dispositions et dans ses formes ; il se compose de deux flasques fortement reliés entre eux, à l'avant et dans les intervalles, par des boulons et des entretoises, et, à l'arrière, où l'écartement de ces flasques est moindre, par une boîte contenant l'appareil de pointage.

Le montant de chaque flasque, à l'avant, a une forme courbe qui rapproche sa tête de l'embrasure et du trou percé dans cette embrasure pour laisser passer la volée du canon ; l'entretoise qui lie les deux têtes de flasque sert d'essieu à un second affût, composé aussi de deux flasques parallèles, lesquels portent le canon, et, à l'arrière, viennent s'appuyer, par une entretoise, sur la vis de pointage.

C'est le mouvement de cette vis qui fait monter ou descendre la culasse, le canon pivotant ainsi sur le second châssis, autour de l'entretoise-essieu placée vers l'extrémité de sa volée. La bouche du canon décrit elle-même, dans le trou de l'embrasure, des mouvements en divers sens, semblables à ceux du canon, mais plus courts, ce qui permet de réduire la grandeur de ce trou.

La vis de pointage est commandée par un pignon, à axe horizontal, muni d'une manivelle à quatre branches, engrénant dans la denture conique d'un écrou vertical.

La solution est simple et toutefois soumise à ce double inconvénient que, pour pointer en hauteur, il faut soulever par l'extrémité le poids du canon et du second châssis, et faire parcourir un long trajet à la culasse.

Affût Eads-Czadek. — Cet affût, présenté par M. Eads, ingénieur anglais, a été modifié et presque entièrement renouvelé par M. le capitaine autrichien Czadek.

Le système est encore composé d'un affût et d'un châssis.

Le canon doit avoir quatre tourillons, deux en avant et deux en arrière du centre de gravité. Ceux de l'arrière, plus forts, sont situés assez près de la culasse ; ceux de l'avant, plus faibles, le sont, environ, après la naissance de la volée.

Le châssis, composé de côtés parallèles, reliés entre eux, et de roulettes fixes, orientées pour les pointages latéraux, n'offre rien qui soit spécial ; il est attaché à un pivot placé dans la maçonnerie, à hauteur de la bouche du canon, c'est-à-dire au niveau de la surface extérieure du masque de l'embrasure.

L'affût est formé de deux flasques reliés entre eux et ayant, dans l'ensemble, l'aspect des flasques de côte en fonte de fer.

Le boulon de tête de flasque sert encore d'essieu, non plus à un châssis support de canon et mobile, mais à deux larges et fortes bielles dont l'autre bout est traversé par les tourillons arrière, de telle sorte que la vis de pointage, pressant le canon un peu en avant de ces tourillons, tendrait à le faire pivoter avec sa bielle autour du boulon de tête de flasque et en glissant sur lui, si cette bielle agissait seule. Mais, à petite distance de ce boulon de tête, la bielle, dans sa partie large, est attachée à une seconde bielle par un axe commun, central à l'articulation en forme de X. La seconde bielle reçoit, dans l'une de ses extrémités, les tourillons de l'avant et, dans l'autre, à l'arrière, une bielle verticale, laquelle est articulée sur elle, à ce point, et l'est en bas sur le flasque.

Le canon est donc comme en équilibre sur l'essieu central

de l'articulation, et soutenu par la vis de pointage. D'ailleurs le même système de bielle existe de l'autre côté, et pour les deux autres tourillons.

Pour que cette articulation ne soit pas invariable, le tourillon de la seconde bielle est logé dans un trou oblong, où il peut avancer ou reculer autant qu'il est nécessaire.

Dès lors cette articulation en X est libre de se fermer ou de s'ouvrir, et le canon peut tourner autour de l'essieu central de la première bielle, lequel a lui-même un mouvement de rotation autour de l'essieu de tête de flasque.

De ces deux mouvements, qui s'opèrent par l'élévation ou l'abaissement de la culasse à l'aide de la vis de pointage, il résulte que le canon tourne autour d'un axe fictif, situé à la volée, et que, le point d'appui de la vis de pointage étant rapproché de l'essieu central mobile et de l'essieu fixe de tête, autour desquels s'opèrent ces mouvements de rotation et de translation, la course de cette vis est relativement faible.

Un pareil dispositif a besoin, dans les liaisons, d'une solidité qu'il paraît difficile d'obtenir et de conserver pendant le tir. Cependant, après un premier essai mal réussi, il a été jugé digne d'études suivies et d'expériences nouvelles.

Le gouvernement autrichien se propose, dans ces études, d'ajouter un organe important qui permettra de se servir des canons habituels, à deux tourillons.

PRUSSE. — M. Gruson a exposé un modèle très-soigné, à échelle réduite, d'un *affût spécial* de casemate.

Il se compose d'un affût et d'un ehâssis.

L'*affût* est formé d'un bâti en fonte pourvu de deux flasques très-élevés; à l'intérieur des flasques sont ménagées deux coulisses circulaires qui reçoivent les tourillons du canon.

La volée du canon est prise dans un collier qui s'appuie sur un coussinet, lequel peut prendre un certain mouvement vertical. Il résulte de cette double disposition que le mouvement

du canon dans son affût est opéré par le déplacement des tourillons dans leurs glissières, et par celui de la volée avec son coussinet.

Ces déplacements, qui font tourner le canon autour d'un point fictif, à la bouche, sont effectués au moyen de petites presses hydrauliques dont la course est convenablement réglée, les pistons moteurs étant conduits par un même corps de pompe et un seul levier.

L'affût repose sur un châssis courbe, en fonte. Au recul, il monte à frottement sur la courbe et, s'il lui reste encore un peu de vitesse lorsqu'il arrive à l'extrémité, il heurte, par deux tampons élastiques placés à l'arrière des flasques, les bouts relevés des côtés.

Un système de cames, articulées ensemble devant et derrière, permet de mettre l'affût à frottement ou à roulement pour le recul ou pour le retour en batterie.

Le châssis tourne autour d'un pivot, placé à l'avant de la plate-forme, pour le pointage en direction; il s'appuie, devant, sur une circulaire et à glissement, derrière sur des roulettes commandées par deux roues dentées et deux pignons.

La plate-forme porte, à l'arrière, une forte bordure circulaire, contre laquelle le châssis serait arrêté si son pivot d'attache le laissait reculer.

ARTICLE IV.

AFFÛTS MARINS.

L'emploi de l'artillerie ne devait pas, par ses exigences spéciales, introduire des changements ayant quelque importance dans la construction des affûts du service de mer; ces affûts, dans leur état antérieur, comme ceux de campagne et de siège, pouvaient recevoir et tirer les bouches à feu de ce système, tant que ces bouches à feu restaient dans des conditions

de poids et de dimensions égales ou peu supérieures à celles de l'artillerie lisse.

Or, à l'époque où l'artillerie rayée a été placée à bord des navires, la pièce la plus lourde en service sur la flotte française était celle de 50, pesant 4,700 kilogrammes environ; elle était placée sur un affût marin ordinaire, du système dit à échantignolles, portant deux roues à l'avant et se mouvant à frottement sur l'arrière. On avait essayé un obusier de 27 centimètres, pesant 5,300 kilogrammes et qui avait été disposé sur un affût à châssis; cette pièce avait été abandonnée, comme étant trop fatigante pour les bâtiments.

Mais l'apparition des navires cuirassés modifia immédiatement les habitudes et fit disparaître les scrupules et les craintes; on comprit qu'il fallait, soit avec l'artillerie lisse, soit avec l'artillerie rayée, se préparer à porter et à manœuvrer des poids beaucoup plus considérables; il a déjà été dit que ces poids se sont élevés, depuis dix années, d'un minimum de 5,000 kilogrammes, à 8, 12, 16 et même aujourd'hui 20,000 kilogrammes, non compris les affûts.

Dès lors, le système de construction dût être changé, le bois remplacé par le fer, l'ancien affût marin, à quatre ou à deux roues, remplacé par l'affût à châssis.

Ce système d'affût à châssis décompose, comme on le sait, la manœuvre en deux parties quant aux pointages; les pointages latéraux, qui obligent au transport de la masse, se font à roulement par l'entremise du châssis et indépendamment de l'affût; en outre le châssis donne, sur ses côtés, une surface régulière pour le recul à frottement et le retour à roulement; enfin, il répartit, sur quatre points éloignés, les efforts du tir et des mouvements.

Mais il n'est pas possible à bord de compter, pour modérer le recul, sur une inclinaison fixe et suffisante des surfaces supérieures du châssis; les roulis font, à chaque instant, varier cette inclinaison, de telle sorte qu'un canon peut reculer au moment où l'inclinaison, changeant de sens, favoriserait ce

recul, et, de même, il peut être rejeté brusquement en batterie par un coup de roulis en sens contraire.

De tels accidents seraient très-dangereux avec de pareilles masses ; pour s'en rendre maître, il a fallu modérer le recul par des freins énergiques, et se donner des moyens de retenue pour les retours en batterie.

C'est dans ces conditions générales que sont construits les affûts exposés par l'Angleterre, parmi lesquels l'affût de *sir Armstrong* est un bel exemple de réussite.

Les affûts français sont aussi établis dans des conditions semblables, mais moins complètes quant à l'énergie des freins et des moyens de retenue ; on a cherché, et cette solution était difficile, à conserver une certaine facilité de recul et de retour en batterie, afin de profiter du chargement par la culasse, lequel n'exige pas que la pièce soit hors de batterie ; on a dû, plus tard, y renoncer.

ANGLETERRE. — L'exposition de l'Angleterre comprenait trois affûts pour le service de mer :

Un affût pour canon de 9 pouces, et un affût pour canon de 7 pouces, qui faisaient partie de l'exposition du *gouvernement* ;

Et un affût de 9 pouces qui faisait partie de l'exposition de *sir Armstrong*.

Ces trois affûts étaient construits dans des systèmes d'ensemble communs, dont celui de *sir Armstrong* était le premier type et le plus estimé ; ce sera donc par lui que commencera cette description.

Affût de 9 pouces de sir Armstrong. — Le système est en fer et se compose d'un affût et d'un châssis.

L'affût est en tôle et cornières. Les flasques en tôle sont bordés de cornières sur tout leur pourtour, et chacun d'eux se compose d'une seule tôle extérieure, doublée à l'extrémité

postérieure et renforcée, dans plusieurs parties, par les liaisons avec l'autre flasque.

A l'avant des flasques deux galets fixes, à l'arrière deux galets à excentrique, manœuvrés chacun à l'aide d'un levier s'engageant dans une douille fixée sur leur axe, permettent de placer l'affût à roulement pour le retour en batterie, le recul ayant eu lieu à frottement; une entretoise verticale, en tôle, réunit les flasques à l'avant, une autre horizontale les relie à l'arrière.

L'encastrement des tourillons est formé par un coussinet en bronze, soutenu par les cornières.

Le *châssis* est formé, de deux côtés, en fer à T, réunis, à l'avant, par des fourrures en bois; là, il est pourvu de deux fortes brides articulées, dont le point commun est une lunette qui passe sur une cheville ouvrière fixée dans le seuillet de sabord; c'est autour de cette cheville que s'exécutent les mouvements de rotation horizontaux, et c'est elle qui supporte l'effort général du recul.

Ces mouvements horizontaux sont facilités par quatre roulettes, assujetties aux quatre extrémités du châssis et dont les axes et les surfaces convergent vers le centre de rotation. Les roulettes de l'avant sont fixes; celles de l'arrière sont montées sur axe à excentrique pourvu, semblablement à ceux de l'affût, d'une douille où s'engage un levier avec lequel, en soulevant l'arrière, on met cette partie à roulement pour faire le pointage latéral; elle demeure à frottement pour le tir ou au repos.

Le *pointage* en hauteur se fait par l'emploi de deux crémaillères verticales, placées le long et à l'intérieur des flasques, et conduites par deux pignons dont l'axe, traversant les flasques, porte, à l'extérieur, des douilles d'embarrage; à gauche et à droite du canon, est attaché un petit tourillon, en bronze, qui s'engage dans un trou ménagé dans la partie supérieure de chaque crémaillère; c'est par ces tourillons que les crémaillères, en montant ou descendant, entraînent la culasse, et que l'effort vertical du tir est supporté; un frein serre les

pignons contre les flasques pour empêcher tout mouvement quand le pointage est donné.

Le châssis est légèrement incliné, afin de rendre plus facile le retour en batterie et de modérer le recul.

Mais cette inclinaison, d'ailleurs très-variable à cause des roulis, ne suffirait pas contre le recul si, par un moyen auxiliaire, le frottement de l'affût sur son châssis n'était pas considérablement augmenté.

L'organe de frottement, choisi par sir Armstrong et dérivé des constructions américaines, est un frein composé de cinq lames courtes, en fer, fixées sous l'affût et glissant, pendant le recul, entre six autres lames longues fixées aux deux extrémités du châssis; la résistance du frottement est réglée par la pression qu'on exerce sur les lames, et multipliée par le nombre même de ces couples; cette pression est obtenue au moyen de deux mâchoires qui embrassent latéralement le faisceau de couples par leur extrémité libre, et qui sont montées, chacune, sur l'une des parties d'un arbre transversal en deux moitiés, réunies par un manchon dans lequel chaque moitié peut se mouvoir suivant l'axe; ces mâchoires sont fixées sur chaque arbre par l'entremise de deux écrous robustes, lesquels, ainsi que leur logement sur l'arbre, sont filetés; les pas des filets de chacun d'eux sont contrariés, de telle sorte que leurs mâchoires s'éloignent ou se rapprochent, par un même mouvement de rotation, des deux parties de l'arbre.

Ce mouvement est produit par un levier fixé dans une douille extérieure à l'affût, soit à la main, soit automatiquement, au moyen d'une came qui prolonge ce levier en dessous, et qui, au recul, heurte un toc attaché au châssis. Un second levier, monté, de l'autre côté de l'affût, sur l'autre partie de l'arbre et faisant avancer ou reculer isolément l'écrou qui lui correspond, permet de modifier l'intervalle entre les deux écrous et leurs mâchoires, et, par suite, de rendre plus ou moins fort le serrage produit par le rapprochement simultané de ces deux mâchoires lorsque l'autre levier fait sa course limitée.

C'est ce qu'on nomme régler le serrage; pour indiquer la quantité dont on a réglé et pour fixer le levier régulateur, on a placé, à l'extérieur du flasque, un arc percé de trous dans chacun desquels un arrêtoir peut assujettir la tige de ce levier.

Pour le cas où l'appareil de frottement fonctionnerait mal, une brague de retenue relie l'affût à son châssis. Cette brague, attachée à l'avant du châssis et à l'intérieur, court parallèlement aux côtés et vient, à l'arrière, s'enrouler sur un demi-disque en bois, glissant dans le plancher du châssis et destiné à recevoir, sur sa face plane antérieure, le choc de l'affût à un recul extrême, ce choc se transmettant ainsi à la brague.

D'ailleurs deux trous, garnis de bronze et traversant les flasques de l'affût, paraissent préparés pour recevoir une autre brague, qui s'accrocherait à la muraille du navire par ses deux extrémités.

Les palans de côté pour la mise en batterie, accrochés par l'une des boîtes à la muraille, comme d'habitude, ont l'autre jeu de poulies placé aussi dans une boîte plate, attachée à chaque flasque de l'affût, et mobile autour d'une charnière verticale.

Des poulies de même forme, placées sous l'entretoise de crosse et correspondant à d'autres placées à plat sur le plancher du châssis, reçoivent un cordage de force moyenne, et forment un palan de retraite pour la mise hors de batterie ou de retenue pour modérer le mouvement de mise en batterie.

Enfin, comme précaution fort utile, l'avant et l'arrière du châssis portent une lunette horizontale, qui se présente au dessus d'un trou percé dans les circulaires des roulettes; en introduisant un boulon, dans chacune des lunettes et leur trou, on fixe aisément le châssis au pont.

Cet affût de mer renferme les dispositions les plus heureuses; il est à la fois solide et très-léger.

L'affût et le châssis pèsent 4,570 kilogrammes; son maniement est obtenu par des organes très-simples, alors même qu'on a dû leur appliquer des combinaisons mécaniques.

Affût de 9 pouces, système Scott. — Les dispositions générales de cet affût, confectionné avec un soin tout particulier, sont à très-peu près les mêmes que celles signalées dans l'affût de sir Armstrong; il est composé d'un *affût* et d'un *châssis*; l'affût est en tôle et cornières; le châssis en fer à T; les organes sont les mêmes.

La différence principale consiste dans le mécanisme destiné à opérer la mise en batterie ou hors de batterie.

Ce mécanisme se compose de deux chaînes galle, placées le long de la face intérieure des côtés du châssis et mises en mouvement par deux manivelles qui agissent sur des engrenages disposés à l'arrière; les chaînes galle, liées à l'affût, l'entraînent dans leur mouvement; elles sont liées à l'affût au moyen d'un compresseur qui les saisit quand on veut manœuvrer ou les abandonne quand le coup de canon est prêt à partir.

Les engrenages sont d'ailleurs enveloppés et protégés par des boîtes en cuivre.

Le poids de l'affût est 1,880 kilogrammes.

Celui du châssis. 2,935 —

L'exposition anglaise contenait encore un affût de 7 pouces, construit dans des conditions semblables à celles qui viennent d'être longuement développées, et un affût de 64, *en bois*, lequel, fait sur les anciens types, ne présentait aucune disposition à signaler que la différence de diamètre des roues de devant et de derrière qui, d'habitude, sont les mêmes.

FRANCE. — *Le service de la marine* avait exposé quatre affûts de mer :

Un affût pour canon de 24 centimètres.

—	—	19	—
—	—	16	—
—	—	4	—

Affût de 24 centimètres. — Le système de ces affûts est le

même dans l'ensemble que celui des affûts marins anglais décrits ci-dessus ; il se compose d'un affût, en fer et cornières, se mouvant sur un châssis, à frottement pour le recul, à roulement pour la mise en batterie ou pour la mise hors de batterie à bras. Mais les deux systèmes diffèrent essentiellement dans leurs principaux organes ; cette différence a déjà été motivée.

Affût. — Chaque flasque est formé de deux tôles parallèles, reliées par une cornière, sur tout le pourtour, et rivées avec elle.

Les galets de relèvement arrière sont commandés, non plus par une douille à levier, mais par un levier fixe dans lequel s'accroche le palan de côté, celui-ci agissant à la fois pour opérer le relèvement et pour tirer sur l'affût.

La brague, fixée à l'avant sur une gorge placée sur la tête du châssis et reliée, comme celui-ci, à la lunette de cheville ouvrière, est attachée à l'affût par une manille double terminant deux couples de boulons qui traversent une forte entretoise en fonte de devant d'affût ; chacun de ces boulons est placé au centre d'une boîte cylindrique ménagée dans la fonte et qui contient des couples de ressorts à disques ; au recul, la brague tendue comprime ces ressorts, lesquels réagissent pour le rappel en batterie.

Le pointage vertical s'exécute au moyen d'une chaîne galle qui passe sous la culasse et vient s'enrouler sur les dents d'un pignon logé dans le vide de chaque flasque ; ce pignon reçoit son mouvement d'une roue montée sur le même axe que lui et commandée par une vis sans fin dont l'axe, saillant à l'extérieur, est armé d'une manivelle.

Chaque flasque porte un frein pour modérer le recul ; ce frein est formé de deux grosses mâchoires verticales, articulées par le haut et ensemble, de manière à avoir un petit mouvement de transport horizontal, reliées au milieu par une forte vis qui les rapproche ou les éloigne, et, par le bas, serrant le

châssis à la manière des mâchoires d'étau; les bandes de fer du châssis, sur lesquelles s'opère ce serrage et le frottement qui en résulte, sont plus écartées l'une de l'autre au bout du recul qu'au départ, le serrage augmentant ainsi progressivement; en outre, les plaques de frottement que portent ces mâchoires sont appuyées contre des plaques élastiques en caoutchouc; enfin, le serrage, au départ, et le desserrage se font au moyen de quatre douilles placées à l'extrémité de la vis de pression et dans lesquelles on embarre un levier.

Le *châssis* est une boîte formée de deux poutres creuses, en tôle et cornières, reliées, à l'avant et à l'arrière, par deux entretoises; le dessus est garni d'une épaisse bande de fer rivée; sur les côtés sont les deux bandes de fer de frottement, à épaisseur inégale à l'avant et à l'arrière.

Ce châssis est, comme dans les affûts anglais, relié à la muraille par une lunette, passant dans une cheville ouvrière vissée dans la partie horizontale de la plaque double de la cuirasse.

Le pointage en direction se fait au moyen de palans accrochés près des roulettes de l'arrière; celles-ci ont, en outre, et sur leur face verticale extérieure, des adents profonds dans lesquels peut s'engager un levier qui leur imprime un mouvement graduel de rotation et de déplacement.

Le châssis porte, devant et derrière, un butoir garni par devant de disques élastiques en acier, par derrière de plaques en caoutchouc, pour amortir les chocs d'arrivée en batterie, ou ceux de recul, dans le cas où la brague se casserait.

D'ailleurs, la construction un peu complexe de cet affût a été soumise, à la suite d'expériences à la mer, à plusieurs modifications importantes qui le rapprochent de l'affût anglais.

L'affût et le châssis exposés pesaient environ 6,000 kilogrammes.

Affût de 19 centimètres. — Le système de cet affût a cherché à appliquer plus complètement encore les conditions qu'on

s'était imposées pour accélérer le tir des canons par la culasse et moins encombrer les batteries, c'est-à-dire un rappel très-facile en batterie, ou même un rappel automatique, et un châssis court ne laissant que peu de course au recul.

L'affût est en bois; il est relié par une entretoise-avant qui porte encore des ressorts à disques, dont le boulon central de traction reçoit les extrémités de la brague passée dans la gorge d'une ceinture qui surmonte la lunette de cheville ouvrière.

Il n'est pas pourvu de freins; au contraire, les galets de relèvement, qu'il porte à l'arrière, sont relevés, au bout du recul, par un toc que heurte leur levier; l'affût, placé ainsi à roulement et rappelé vivement par la réaction de la brague et des ressorts, revient en batterie et, au moment d'y arriver, retombe à frottement par un autre toc disposé à une distance convenable.

Le pointage s'exécute au moyen d'une vis verticale, qui monte ou descend par le mouvement d'un écrou commandé par une vis sans fin transversale, dont les deux extrémités portent une roue dentée logée dans chaque flasque, et commandée elle-même par une autre roue supérieure, qui est conduite par une manivelle.

Chaque côté de châssis est une boîte creuse, en tôle et cornière; l'entretoise-arrière de liaison est une forte tôle courbe, descendant presque au niveau du pont, afin que le pointeur puisse arriver aisément à la culasse.

A l'avant, le châssis est relié à la cheville ouvrière par une lunette, autour de laquelle se fait le pointage horizontal.

Il jouit, en outre, d'une faculté ayant quelque intérêt; il repose sur quatre roulettes dont la tige est une vis à filets très-inclinés; la tête de cette tige est pourvue de quatre trous dans lesquels peut s'engager un levier; en donnant à chaque vis un mouvement égal de torsion, on fait monter également son écrou et le châssis; par conséquent, grâce à cette disposition, il est permis soit de relever l'avant ou l'arrière du châssis pour changer les inclinaisons et augmenter le pointage, soit de

relever le châssis tout entier, soit encore de changer, à volonté, la direction des roulettes lorsqu'on veut transporter le système d'un sabord à un autre.

Comme pour l'affût de 24 centimètres, celui de 19 a été l'objet de modifications ultérieures, qui ont eu pour résultat de le consolider et de lui donner des organes de frottement, au moyen de freins latéraux; le système de pointage de 24 centimètres, jugé satisfaisant, lui a été appliqué.

L'affût et le châssis exposés pesaient ensemble 3,200 kilogrammes.

Affût de 16 centimètres, de 5 tonnes. — Cet affût est en bois et du système dit à échantignolles; le pointage se fait avec une vis ou avec des coins de mire.

Il n'offre à signaler que son entretoise en fonte, semblable à celle des affûts de 24 et de 19 centimètres, et portant des ressorts sur le boulon de traction desquels elle est attachée à la brague; cette brague a pu, par suite, être tenue plus courte.

Affût de 4 rayé, pour embarcation. — Cet affût et son châssis à coulisse sont en bois; l'affût glisse sur une semelle. Le coin de mire est maintenu par un boulon à T, guidé dans une coulisse

CHAPITRE VI

MINES SOUS-MARINES. — APPAREILS POUR METTRE LE FEU AUX MINES

MINES SOUS-MARINES.

SYSTÈME ADOPTÉ PAR LE COMITÉ DU GÉNIE I. R. D'AUTRICHE.

A l'exposition collective du ministère de la guerre I. R. d'Autriche on remarquait des tableaux et un modèle représentant la construction d'une mine sous-marine, inflammable à volonté.

On y voyait aussi, en grandeur naturelle, une torpille à inflammation spontanée, avec tous les appareils nécessaires pour l'immerger, l'ancrer, l'observer, et la mettre enfin en position de s'enflammer au moindre choc d'un navire ennemi.

La notice rédigée par M. le baron d'Ebner, colonel du génie autrichien, sur ces engins, en fait apprécier suffisamment le but et l'organisation dans les termes suivants :

« Lorsqu'il s'est agi, en 1859, de défendre les ports de Venise par des mines sous-marines, l'emploi des charges très-fortes nous parut avantageux. L'action à distance est, dans ce cas, assez énergique pour qu'on puisse défendre une ligne donnée avec un nombre restreint de ces appareils. Nous avons choisi des charges de 224 kilogrammes de poudre-coton, et de nombreuses expériences faites antérieurement ont prouvé que la sphère d'action s'étendait à dix pas du centre de la mine.

« Pour faire jouer ces mines (qu'on enflamme directement au moyen de l'étincelle électrique) à l'instant voulu, il faut connaître le moment de l'arrivée du vaisseau ennemi dans la sphère d'action. Ce problème a été résolu par l'emploi du toposcope (1) et des autres instruments électriques décrits précédemment. Dans certains cas, on pourrait aussi se servir d'une chambre obscure, disposée spécialement dans ce but, ou du stadiomètre électrique (2).

« Ce système exige des observatoires construits à l'avance, et des observateurs très-exercés, grave inconvénient, quand il s'agit d'établir la défense d'une côte étendue. En Istrie et en Dalmatie, l'an passé, nous avons donné, à cause de cela, la préférence à des torpilles électriques, que le choc du vaisseau peut faire éclater à la volonté du défenseur.

« Ce système exige un plus petit nombre d'observatoires que l'autre, et l'observation elle-même se réduit à reconnaître si le vaisseau entrant dans le port appartient à l'ennemi ou non.

« Un second avantage de la torpille sur les autres mines électriques, consiste en ce que l'amorce ne se trouve dans le circuit qu'au moment du choc ; on n'a donc pas à redouter d'explosions dangereuses provenant de l'induction de l'électricité atmosphérique.

« Il est évident qu'un tel système de torpilles demande un appareil électrique d'une force constante, prêt, de jour et de nuit, à donner le feu. Ce but est atteint par l'emploi d'une pile spéciale, munie d'une bobine. Le mécanisme de la torpille,

(1) Le Toposcope est décrit ci-après.

(2) Le stadiomètre électrique du capitaine du génie autrichien A. Koczka, consiste en deux planchettes A et B, mises en communication par un télégraphe électrique. On suit, de part et d'autre, le mouvement d'un vaisseau avec des lunettes, dont des aiguilles *a* et *b*, installées sur la planchette A, reproduisent la direction ; pour cela, l'aiguille *a* est mise en mouvement par l'arc qui supporte la lunette A et l'aiguille *b* par un système semblable à celui du télégraphe à aiguilles. On a toujours ainsi, sur la planchette A, où sont marqués les emplacements des torpilles, le point exact occupé par le vaisseau.

mis en mouvement par le choc du vaisseau, développe, au moment même où l'amorce est introduite dans le circuit, l'extra courant de la pile, doué d'une forte tension, qui met le feu.

« Un autre appareil est encore nécessaire pour permettre au courant électrique de parvenir à toutes les torpilles de la ligne. Le même appareil sert aussi à reconnaître si l'isolement de chacune d'elles est suffisant, et à vérifier quelles sont celles qui ont fait explosion, afin de couper immédiatement leur câble qui, sans cela, affaiblirait d'une manière nuisible l'énergie du courant électrique. Nous avons réduit la charge d'une torpille à 168 kilogrammes de poudre de chasse, car elle ne fait explosion qu'au contact du vaisseau ennemi. »

Les explications qu'on vient de reproduire suffisent pour faire comprendre l'ensemble du mécanisme des torpilles autrichiennes ; mais elles ne donnent pas une idée de tous les détails ingénieux qui assurent la régularité et la sûreté de leur fonctionnement.

Parmi ces détails, nous citerons l'emploi d'une table d'explosion, semblable à celles dont on a fait usage dans les écoles régimentaires du génie en France, mais bien autrement perfectionnée.

Les fils des torpilles aboutissent tous à cette table dont la communication avec la source de l'électricité se trouve ouverte ou fermée, suivant que l'on place une clef en cuivre dans l'un ou l'autre des deux trous destinés à la recevoir. Un simple déplacement de cette clef suffit donc pour rendre les torpilles inoffensives, et n'avoir plus d'explosion à redouter, quand il n'y a que des bâtiments amis en vue de l'entrée du port.

Sur cette table d'explosion chaque conducteur peut être mis en communication avec le courant électrique ou en être isolé, si bien qu'on peut soustraire à son influence une ou plusieurs torpilles, ou le faire passer successivement par chacune d'elles.

A l'aide d'une pile accessoire, d'un seul élément, on peut aussi s'assurer du fonctionnement régulier du courant sur elle ou telle torpille ; s'il passe, c'est que la torpille a sauté ou qu'il est survenu quelque avarie au conducteur.

Enfin le dispositif qui sert à placer l'amorce dans le courant électrique, au moment du choc d'un navire contre la torpille, est très-ingénieux. On ne saurait en indiquer ici le détail sans entrer dans des développements assez longs, et surtout sans recourir à la production de croquis assez compliqués. La complication de ce dispositif résulte surtout de la préférence donnée par le comité du génie autrichien à l'emploi de l'électricité statique, car il ne faut pas perdre de vue, en lisant tout ce qui précède, que l'électricité donnée par l'appareil voltaïque a été transformée par la bobine d'induction qui lui est annexée, ce qui permet de supprimer les fils conducteurs de retour.

En résumé, les torpilles autrichiennes paraissent une heureuse solution du problème de la défense des côtes, au moyen des mines sous-marines, dans une mer où la hauteur des marées est sans importance.

TOPOSCOPE.

Système de S. A. I. l'archiduc Léopold, inspecteur général du génie.

Cet instrument est destiné à assurer l'explosion d'une mine sous-marine, lorsqu'un bâtiment ennemi entre dans sa sphère d'action.

Son emploi suppose que toutes les mines ont été immergées suivant une ligne droite, dont le plan vertical passe par une lunette fixe, installée dans une station où se trouve aussi l'appareil électrique destiné à donner le feu, aussitôt qu'un vaisseau ennemi apparaît au foyer de la lunette.

Le fil électrique, avant d'arriver aux mines, passe par une autre station où se trouve le toposcope, sorte de table d'ex-

plosion analogue à celle dont on a parlé à l'occasion des torpilles, et sur laquelle sont marquées les traces des rayons visuels allant à chacune des mines sous-marines.

Le toposcope est muni d'une lunette avec laquelle on suit un vaisseau ennemi aussitôt qu'il paraît aux environs de la ligne des mines. Avec cette lunette, se meut une alidade parallèle à son axe optique, et qui glisse sur une règle où elle rencontre successivement les traces numérotées de rayons visuels menés dans la direction de chaque mine. Dès que l'alidade a dépassé le n° 1 on dirige le courant sur la mine n° 2 et ainsi de suite.

Le courant électrique se trouve ainsi constamment dirigé, à l'avance, sur la mine, dans le rayon d'action de laquelle le vaisseau peut franchir la ligne, et, au moment où il la franchit en effet, on donne le feu de la première station.

Le procédé est ingénieux, mais il est inadmissible dans le cas de fortes marées, ou même de courants qui pourraient infléchir la ligne formée par les mines sous-marines. D'un autre côté, les observateurs ne risqueraient-ils pas de se méprendre, si plusieurs bâtiments se présentaient à la fois pour franchir la passe ?

Ces considérations ont sans doute été celles qui ont fait préférer aux Autrichiens l'emploi des torpilles prenant feu au choc des bâtiments ennemis.

APPAREILS POUR METTRE LE FEU AUX MINES.

DE L'EXPOSITION COLLECTIVE DU MINISTÈRE DE LA GUERRE I. R.
D'AUTRICHE.

1^{re} Machines électriques à frottement.

Le colonel du génie autrichien, baron d'Ebner, s'est occupé depuis quinze ans, avec un esprit de suite remarquable, de l'emploi de l'électricité pour mettre le feu aux mines.

Persuadé que des courants électriques d'une forte tension conviendraient plus particulièrement à cet usage, il a fait adopter successivement pour le service militaire cinq machines électriques à frottement qui figuraient toutes à l'Exposition universelle.

La première emploie deux plateaux en glace de 63 centimètres de diamètre, avec condensateur en verre. C'est la machine ordinaire, légèrement modifiée; elle est d'une grande puissance; mais il est évident qu'on ne peut s'en servir que dans une station bien abritée.

La seconde, de même nature, mais dont les plateaux n'ont que 26 centimètres de diamètre, est déjà plus facile à transporter, et pourrait, avec un temps favorable, être employée en pleine campagne.

Dans la troisième, qui constitue déjà un instrument assez portatif, les plateaux en verre ont été remplacés par des disques en caoutchouc durci et, au lieu de la bouteille de Leyde, on a employé un condensateur en caoutchouc flexible.

Les supports creux des coussins peuvent être remplis d'eau chaude, dans le cas où l'humidité pourrait contrarier le fonctionnement de cet appareil, adopté, comme le précédent, pour le service des places fortes autrichiennes.

La quatrième machine fait partie de l'outillage dont est pourvue chaque compagnie des régiments du génie autrichien. Sa construction est semblable à celle de la troisième machine, toutefois, ses plateaux en caoutchouc durci n'ont que 26 centimètres de diamètre au lieu de 32. La caisse qui la renferme contient un approvisionnement de 700 mètres environ de fils conducteurs enduits de gutta-percha, 200 amorces électriques, et tous les outils nécessaires à leur pose ainsi qu'à l'entretien de la machine. Cette caisse peut être portée à dos d'homme.

La cinquième machine, enfin, a été construite dans le but de se soustraire à toutes les influences atmosphériques. L'électricité y est produite par le frottement d'un cylindre en caout-

choue durci contre des coussins en fourrure, et on l'a renfermée dans une boîte hermétiquement fermée. Elle peut fonctionner à la plus grande humidité, sans perdre de son énergie, pendant vingt-quatre heures; mais elle n'a pas la puissance des machines précédemment décrites qui, grâce à la haute tension de leurs courants peuvent, sans que la longueur des conducteurs ait grande influence sur l'effet produit, mettre le feu simultanément à un grand nombre de mines placées dans le même circuit électrique.

2^o Amorces électriques.

Les machines électriques à frottement dont on vient de parler servent à enflammer des amorces, qui diffèrent peu de celles qu'on fabrique en France et en Angleterre, mais dont la composition et la confection ont été si méthodiquement réglées par M. le baron d'Ebner, qu'elles sont, pour ainsi dire, infaillibles.

Leur excellente qualité résulte surtout des procédés employés à leur fabrication, pour assurer l'invariabilité de la distance des deux fils entre lesquels doit jaillir l'étincelle, distance obtenue par le trait d'une scie excessivement mince qui vient couper en deux le fil de l'amorce, noyé dans une cartouche en gutta-percha.

La nature du mélange inflammable et sa constante homogénéité sont aussi des conditions essentielles de l'infaillibilité de ces amorces; elles sont composées de parties égales de sulfure d'antimoine et de chlorate de potasse, additionnées d'un peu de plombagine.

3^o Machines magnéto-électriques.

La sensibilité extrême des amorces du colonel d'Ebner a permis de moins se préoccuper de la tension des courants destinés à les enflammer, et il a songé à substituer aux machines à frottement des machines magnéto-électriques qui

ne sont pas sensibles à l'action de l'humidité, qui exigent peu de soins pour leur entretien, et qui, par suite, sont mieux appropriées aux besoins de la guerre.

Il a proposé, dans ce but, un appareil à mouvement rotatoire, dont on voyait à l'exposition autrichienne deux spécimens de grandeur différente.

Elles fonctionnent avec une grande puissance, et ne font jamais défaut quand il s'agit d'une explosion unique; mais, pour le compassement des feux, elles sont inférieures aux machines à frottement.

On pouvait cependant en obtenir d'assez puissants pour mettre simultanément le feu à plusieurs amorces disposées dans le même circuit. Le mécanicien S. Marcus, de Vienne, sur les indications du comité du génie autrichien, a fabriqué trois de ces machines qui figuraient à l'Exposition universelle.

Elles sont à mouvement instantané; la plus forte peut enflammer jusqu'à quinze amorces disposées dans un même circuit, la plus faible six, et la moyenne huit, et cela, pour des circuits beaucoup plus étendus que ceux dont on fait ordinairement usage dans la guerre souterraine.

Ce sont là de véritables machines de guerre.

1^o Cordeau porte-feu.

A l'exposition autrichienne figurait un appareil pour la fabrication du cordeau porte-feu à grande vitesse, de l'invention de M. le colonel du génie baron d'Ebner, et dont l'idée lui a été suggérée par l'examen de rubans porte-feu apportés des États-Unis.

A l'aide de l'appareil exposé, on fait passer un fil de laine, composé de plusieurs brins, à travers un mélange alcoolique, composé de parties égales de ferro-cyanure de plomb et de chlorate de potasse. Le fil imprégné de cette substance est enveloppé automatiquement dans un ruban. Quand il est

parfaitement sec, on l'enduit de gutta-percha, et on le munit d'une seconde enveloppe de fil goudronné.

Le cordeau porte-feu, ainsi obtenu, transmet le feu avec une vitesse de 20 mètres par seconde, et remplace avec avantage l'ancien saucisson.

L'exposition collective du ministère de la guerre I. R. d'Autriche a offert une collection remarquable d'objets destinés à mettre le feu aux mines ; ils constatent d'importants perfectionnements apportés à cette partie de l'art militaire, dus, pour la plupart, aux études persévérantes et sagaces de M. le colonel du génie baron d'Ebner.

CHAPITRE VII

CONSTRUCTIONS MILITAIRES ET FORTIFICATIONS. EXPÉRIENCES DE TIR CONTRE LES CASEMATES EN MAÇON- NERIE ET LEURS CUIRASSES

CONSTRUCTIONS MILITAIRES

Il était difficile de présenter à l'exposition des spécimens de constructions militaires importantes, autrement que par des plans où des modèles en relief de proportions restreintes. C'est ce qu'ont fait plusieurs gouvernements ; cependant, en ce qui concerne les constructions de nature légère, où d'un caractère provisoire, telles que des baraques de camps où des établissements de campagne, on a pris quelquefois la peine de faire élever des modèles de grandeur naturelle.

ANGLETERRE.

Angleterre. — Dans une grande baraque, construite tout exprès et qui avait 35^m42 de longueur sur 11^m58 dans sa plus grande largeur, le gouvernement anglais avait fait reproduire avec leur mobilier réglementaire :

1^o Une chambre de baraque pour soldats, avec ses dépendances ordinaires, telles que salle de toilette (lavatory), latrines et magasin ;

Dans cette chambre avaient été réunis les objets destinés à l'instruction des hommes à pied et à cheval, à la gymnastique et aux exercices d'équitation, objets dont il sera parlé dans un autre chapitre. — Cette pièce avait 7^m11 sur 7^m20. Un

petit corridor, percé à ses extrémités de deux fenêtres, et perpendiculaire à la façade principale, la séparait de ses accessoires.

2° Une chambre de sergent ou de soldat marié. Cette pièce pourvue d'une grande cheminée, avait environ 5^m40 sur 4^m10;

3° Un modèle d'écurie présentant deux stalles d'écurie avec leur mobilier ;

4° Une salle de récréation pour les soldats, ayant 8 mètres sur 7. On avait placé dans cette salle; le fourneau et le mobilier des cuisines, le mobilier des cantines, et tous les jeux en usage dans les salles de récréation des soldats;

5° Une salle d'hôpital de régiment ayant 8^m20 sur 8 mètres, mais sur laquelle on avait prélevé en partie, d'une part, les salles de toilette et de bains, de l'autre, le cabinet de latrines. Ces deux accessoires de forme rectangulaire avaient 3^m87 sur 3^m45 et occupaient les angles de la baraque, de manière à faire saillie de 2 mètres sur la façade de 1 mètre sur le pignon. Cette dernière saillie est destinée à protéger la porte principale d'entrée contre le vent.

La largeur totale de la baraque, qui, à l'extrémité opposée du côté des latrines de la troupe, n'était que de 5^m49, avait été portée à 11^m58 du côté de l'hôpital.

Quelques détails sur le casernement des troupes anglaises semblent ici nécessaires pour apprécier le spécimen qui a été placé sous nos yeux.

Casernement.

Au mois de mai 1867, l'armée royale anglaise s'élevait à l'effectif approximatif de cent trente-huit mille hommes (1), non compris soixante-sept mille matelots

(1) Le budget de 1868 est établi sur la base d'un effectif de cent vingt-sept mille deux cent cinquante hommes pour l'armée anglaise, et s'élève à quatorze millions sterling, ou 350 millions de francs. (Projet de budget déposé à la Chambre des Communes par sir Pakington, secrétaire d'État de la guerre, le 23 mars 1868.)

ou soldats de l'armée de mer; mais plus des deux tiers de l'armée royale, étant en service dans les colonies, ce n'est que cinquante mille hommes, troupes de dépôt comprises, qui sont casernés dans le Royaume-Uni.

Les cent trente-quatre mille hommes composant en Angleterre et en Écosse les régiments de milice, et les cent soixante-dix mille volontaires ne paraissent qu'accidentellement dans des camps d'instruction. La saison des exercices exécutés par ces troupes, sous la direction d'officiers de l'armée royale, dure environ un mois chaque année.

Les régiments de l'armée occupent des casernes en pierre, construites en petit nombre auprès des grandes villes, et trois camps permanents, pouvant recevoir chacun environ dix mille hommes de toutes armes, établis à Torncliffe et Aldershot en Angleterre, à Curragh dans le comté de Kildare en Irlande.

Obligé d'installer des troupes sous les climats les plus variés et les plus rigoureux, en Europe, dans la nouvelle Zélande, en Australie, dans l'Inde, au Canada, le gouvernement anglais a pris des soins minutieux pour concilier les considérations hygiéniques les mieux entendues, avec le confort, l'agrément même des habitations, et n'a reculé pour cela devant aucune dépense (1). En 1860, le chiffre des troupes étrangères où indigènes servant dans les colonies s'élevait à deux cent dix-huit mille hommes.

Le choix des emplacements, l'étendue du terrain occupé, le système des constructions, l'aération constante de toutes les parties des locaux occupés soit par les hommes, soit par les chevaux, tout prouve avec quelle libéralité l'on a pourvu à des besoins que les habitudes de la population et les traditions militaires rendent encore plus grands en Angleterre que partout ailleurs (1).

(1) L'Angleterre a payé en 1863-1864, pour l'entretien d'une armée de cent quarante-sept mille hommes et quatorze mille chevaux : 336,050,000 francs. La France a payé pendant la même période pour

Ainsi, l'on admet en général dans les troupes royales anglaises six hommes mariés sur cent, et il a fallu préparer dans cette proportion les logements de ménage dont on nous a présenté le spécimen. Les dépendances du casernement, telles que cuisines, mess, cantines, hôpitaux régimentaires, salles de toilette, latrines de jour et de nuit, salles de récréation, d'escrime etc., exigent un espace très-considérable, de telle sorte que la belle caserne de Colchester, nouvellement construite pour un régiment de cinq cent chevaux, occupe une surface d'environ 10 hectares.

Les Anglais ont expérimenté deux systèmes de casernement pour les troupes de cavalerie.

Le premier est employé indistinctement pour la cavalerie et l'infanterie; les hommes sont alors logés dans des bâtiments composés d'un rez-de-chaussée et d'un étage, et séparés des écuries. Dans l'autre système, les hommes sont logés au-dessus des écuries. Les sous-officiers mariés habitent auprès de la mess des sergents; les soldats mariés occupent en général des bâtiments distincts.

Les cuisines sont réunies dans des bâtiments séparés du casernement, il en est de même des latrines de jour. Il y a, en outre, à proximité des chambrées, des urinoirs et des latrines dont il n'est fait usage que la nuit.

Les cuisines sont pourvues de fourneaux en fonte, chauffés à la houille, du système Galton, ils contiennent deux marmites, une cuve à eau chaude, et chauffent un four pour les rôtis ou le pudding.

Les latrines sont très-proprement établies et avec un grand luxe d'eau; elles sont à syphon, cuvettes en porcelaine et

une armée de quatre cent mille hommes et quatre-vingt-cinq mille chevaux: 376,587,000 francs. Dès lors, si l'armée anglaise était aussi nombreuse que la nôtre, son entretien exigerait plus d'un milliard. (Discours de M. le comte de Casabianca, procureur général de la Cour des comptes en audience solennelle de rentrée, le 4 novembre 1867.)

clapet à bascule. Ce mécanisme, un peu compliqué, est susceptible de se déranger souvent.

Dans le modèle de casernement le plus récemment adopté, les pavillons sont de même dimension. On trouve, au rez-de-chaussée, une écurie pour cinquante-six chevaux; au premier étage des chambres pour huit sous-officiers et soixante-douze hommes de troupe. Le plancher est supporté par des colonnes en fonte qui limitent la stalle de chaque cheval. Elles sont espacées de 1^m68. Tout le mobilier des écuries est en fonte, fer ou tôle, par conséquent à l'abri de l'incendie. Il se compose de bat-flancs en tôle supportés par une chaîne avec sauterelle, d'une mangeoire en fonte et d'une grille à fourrages. Les chevaux sont habituellement placés tête à tête contre les murs de refend de l'édifice, quelquefois perpendiculairement aux grands côtés du rectangle. Le pavage est formé de cubes en briques dures vitrifiées, taillées en pointe de diamant, de manière à donner beaucoup de prise aux pieds du cheval. Ces briques sont formées d'un mélange de terre et de scories de charbon et laitiers de hauts-fourneaux pulvérisés. Elles sont reliées à joints très-serrés avec du ciment, et ont 0^m114 de côté. Le pavé est incliné de la tête vers les pieds du cheval; il présente, en outre, au milieu de la stalle, une rigole de 0^m15 de largeur. Les stalles ont 3 mètres de profondeur, le passage libre entre les deux rangées de colonnes est de 2^m60. La hauteur de l'écurie, du pavé au plafond, est de 3^m65.

De petits magasins pour les effets de sellerie disponibles sont établis aux extrémités; les selles et les effets de pansage restent habituellement dans les écuries; les auges d'abreuvoir, en zinc, sont au dehors.

Autour des écuries règne toujours une galerie couverte, servant de hangar à litière; la litière est relevée tous les matins, et demeure ainsi exposée à l'air toute la journée. Cette galerie supporte au premier étage une galerie semblable formant verandah, corridor et promenoir fermé. On prend de la

litière un soin tout particulier; 3^x 620 de paille sont exclusivement employés chaque jour à son entretien. Quand les écuries ne supportent pas le logement des hommes et en sont séparées, le hangar à litières n'en existe pas moins sur l'une des faces de l'écurie.

L'aération des écuries a été établie avec grand soin, d'après les travaux d'une commission spéciale de perfectionnement qui s'est occupée également en 1863, de l'aération du logement des hommes et des hôpitaux.

Il existe des deux côtés des écuries, des fenêtres élevées, percées au-dessus ou au-dessous des hangars à litière, suivant que les logements des hommes sont séparés des écuries ou situés dans les mêmes pavillons. On a pratiqué, en outre, dans l'épaisseur des murs, et un peu au-dessus du pavé, des orifices de ventilation. Sous les sablières, règne dans toute la longueur de l'édifice, un orifice longitudinal continu de ventilation; enfin, quand l'écurie ne supporte pas de logements, il existe encore, dans toute la longueur du faite, un large orifice de ventilation fermé par des persiennes, et couvert par un petit toit spécial.

On monte aux chambrées, dans la plupart des casernes, comme dans les baraques des camps, au moyen d'escaliers extérieurs couverts appliqués contre les pignons. La galerie extérieure qui surmonte les hangars à litières donne accès dans les diverses chambres d'une manière indépendante. Les chambres de troupe reçoivent dix-huit hommes, et à chacune est attenant un water-closet ouvert la nuit seulement.

La partie centrale d'un pavillon contenant quatre chambrées, ou soixante-douze soldats, est occupée par quatre chambres de sergents et par les lavoirs. Ces derniers, dont on nous a présenté les échantillons, sont établis avec luxe. Chacune des dix-huit cuvettes en porcelaine, reçoit l'eau par un robinet, et la laisse échapper par un clapet. Chaque lavoir contient en outre quatre bains de pieds, avec un siège en bois à côté, et trois cabinets de

bains. Les bains de pieds et les baignoires ne reçoivent habituellement que de l'eau froide.

Le dallage des lavoirs est en bitume, permettant le lavage et la toilette à grande eau ; devant les bassins se trouvent des planchéiages à claires-voies, pour que les hommes ne demeurent pas les pieds dans l'eau.

Les bâtiments qui ne comprennent pas d'écurie, ou qui sont destinés à l'infanterie, ont un rez-de-chaussée et un étage. On trouve à chaque étage deux chambrées pour dix-huit hommes, deux chambres de sergents, deux lavoirs, et pour chaque chambrée, un cabinet d'aisance et un urinoir de nuit. Les lavoirs sont ici plus petits, et ne renferment chacun que quatre cuvettes et deux bains de pieds sans baignoire, mais chaque chambrée a le sien.

Dans les pavillons de ce modèle, les escaliers sont intérieurs, et une verandah, formant promenoir couvert, règne le long de la façade. Nous verrons, plus loin, que les Américains du Nord ont imité ce système de casernement. Nous décrirons aussi, dans un autre chapitre, le mobilier des casernes anglaises.

Camps permanents.

Les deux camps permanents de Curragh et d'Aldershot ont été établis au moment de la guerre de Crimée. Le programme donné aux ingénieurs était de mettre ces camps en état de recevoir dix mille hommes de toutes armes ; de les construire au point de vue d'une existence prolongée ; de séparer les régiments pour rendre la police plus facile, et d'éviter autant que possible la propagation de l'incendie.

On a adopté les constructions en bois.

Les baraques sont disposées en dix carrés pour mille hommes chaque, séparés par un espace de 28 mètres. Sept de ces carrés sont pour un régiment de cinq cents hommes, trois pour un régiment de mille hommes. Dans chaque carré, une cour intérieure de 145 mètres sur 100 mètres, est destinée aux exercices de détail.

Comme protection contre l'incendie, les deux lignes de baraques sur les côtés sont interrompues par des baraques en fer doublées de bois, ou en briques, avec toits en fer. Les espaces qui séparent les régiments sont divisés par des traverses de terre de huit pieds d'élévation, terminées aux deux extrémités par des murs de soutènement, en briques.

Les baraques sont construites en sapin d'Amérique, et les montants des ouvertures en pin rouge du Nord. Les murs sont doubles, laissant l'air circuler entre les deux murailles; celle extérieure est peinte à la peinture minérale. Les toits sont recouverts de feutre asphalté, sur lequel on étend, tous les deux ans, une couche de goudron mélangé de sable et de chaux. Des trottoirs en briques donnent accès aux portes.

La dimension habituelle des baraques est de 13 mètres sur 7. Celles des soldats n'ont qu'une seule chambre contenant vingt-cinq lits en fer. Un poêle du Canada est au centre.

Les baraques de sergents comprennent six pièces, dont deux grandes et quatre plus petites. Les logements de soldats mariés, dont le nombre est de six pour cent hommes dans les casernes, ont été réduits dans les camps à seize pour mille hommes. Ils sont placés dans des baraques spéciales.

Toutes les baraques d'officiers, de sergents et de ménages, ont des cheminées en briques avec foyer ouvert et grille pour la houille, semblables à celles qui ont été présentées à l'Exposition.

Les mess des officiers sont spacieuses (13 mètres sur 7), elles sont précédées d'une antichambre et de verandahs en avant et en arrière. On trouve, auprès d'elles, une belle cuisine, un magasin, des offices, une salle pour les domestiques, des caves et des celliers pour les provisions.

Les cuisines des soldats sont en fer corroyé, et dallées. On y a placé des fourneaux en fonte avec chaudière, marmites et four pour quarante hommes.

Chaque cuisine contient seize fourneaux semblables à celui qui a été exposé.

En arrière du camp de chaque division se trouve une boulangerie, un abattoir et une buanderie.

Des lavoirs pour les hommes existent toujours à proximité de leurs baraques. Ils renferment, comme ceux des casernes dont nous avons parlé, des cuvettes, des bains de pieds, et une baignoire. Un fourneau permet d'y faire, au besoin, chauffer un bain.

Les latrines sont à fosses mobiles. Les cabinets sont séparés par un corridor couvert. Des cuves en fonte, placées au-dessous des sièges, roulant sur des galets et sur des rails, peuvent être entraînées au loin. Des voitures fermées les transportent à un dépotoir, où leur contenu est immédiatement mélangé avec des cendres, des débris de paille, et des substances minérales, qu'elles transforment en engrais fort estimés.

La ventilation de toutes les baraques est soigneusement établie. Outre les portes et les fenêtres, très-nombreuses dans la baraque-modèle construite à l'Exposition, il existait dans chaque pièce habitée, sous les sablières, et dans chaque trumeau, un orifice d'aération, carré, d'environ 0^m20 de côté, fermé par de petites persiennes en tôle. Dans les plafonds avaient été percées des cheminées d'aération, quelquefois engagées dans les cheminées ordinaires, quelquefois isolées, et allant toujours déboucher sur le toit. Pour éviter l'échauffement dans les baraques, l'air circule librement, quand la saison l'exige, entre les deux parois en bois des murailles. Sur la surface extérieure, les planches se recouvrent de haut en bas ; à la surface intérieure, le recouvrement se fait de bas en haut. On peut alors faire des lavages au lait de chaux dans les joints, de manière à détruire tous les insectes parasites.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

L'exposition américaine comprenait plusieurs dessins et plans en relief des constructions militaires élevées pendant la guerre de la sécession.

Le docteur Evans avait exposé au nom de la commission sanitaire :

1^o Une vue lithographique de l'hôpital général de Chesnut-Hill, près Philadelphie ;

2^o Un diagramme du plan horizontal de l'hôpital de l'Ouest, à Philadelphie ;

3^o Un modèle en relief de l'hôpital général de Philadelphie, donnant une vue générale des terrains, pavillons et cuisines dépendant de cet hôpital ;

4^o Un modèle *fac-simile* de baraques en bois employées dans la construction de l'hôpital général des États-Unis de City-Point ;

5^o Un modèle de l'hôpital de Chesnut-Hill, et un modèle au 1/24^e d'un pavillon de ce même hôpital ;

6^o Le plan d'un vaste hôpital pour les soldats blessés, à Philadelphie ;

7^o Une baraque de caserne d'infanterie ;

8^o Une lithographie donnant la vue extérieure du steamer-hôpital des États-Unis, Elm-City.

Le gouvernement des États-Unis, n'ayant pour ainsi dire pas d'armée permanente, en 1861, au début de la guerre civile, possédait très-peu de casernes et d'hôpitaux militaires.

Lorsqu'il fallut pourvoir au logement et à l'installation de plus de cinq cent mille volontaires, le gouvernement adopta deux systèmes.

Des camps d'instruction, formés de baraques en bois pour les hommes de nouvelle levée, des camps de tentes ou de tentes-abris pour les troupes en opération. Nous parlerons plus loin des divers systèmes de tente ou d'abris de campagne.

Les camps d'instruction baraqués étaient construits par des entrepreneurs et des ouvriers civils, sous la surveillance des quartiers-maitres. Ces camps étaient établis d'après un modèle uniforme, adopté pour un régiment d'infanterie de dix

compagnies, ou pour un régiment de cavalerie. Chaque baraque devait généralement recevoir deux compagnies d'infanterie.

On trouve sur le front de bandière deux baraques de troupes, comprenant entre elles le corps de garde de police. Perpendiculairement, en arrière, à gauche, deux baraques de troupes; à droite, deux baraques semblables, dont une contient l'hôpital régimentaire. Cet hôpital possède une cuisine séparée et reliée à l'édifice par un passage couvert. Cette première partie des constructions occupe trois des côtés d'un carré comprenant une grande cour destinée aux exercices. Sur la quatrième face, parallèle et opposée au front de bandière, se trouvent deux autres baraques destinées, l'une au logement des officiers, l'autre à leur mess, et à des accessoires, cuisine, cave, logement des domestiques.

En arrière de cette face, et par conséquent en troisième ligne, on trouve les voitures parquées et, sur le même alignement, les cordes à chevaux.

Enfin, en quatrième ligne, le magasin, les logements d'officiers, une baraque-écurie, et aux deux extrémités, des latrines pour la troupe.

Il est facile de reconnaître qu'en choisissant leur système de casernement, les Américains ont pris pour modèle les campements régimentaires d'Aldershot et de Curragh.

Aux États-Unis, comme en Angleterre, les baraques sont en bois. Elles présentent un rez-de-chaussée et un étage, comme le modèle exposé. Une galerie règne jusqu'à la hauteur du premier étage, tout le long de l'édifice, du côté de la cour intérieure. On peut y faire les appels et les prises d'armes à couvert.

Chaque baraque est partagée, par son milieu, en deux parties égales et semblables; chacune de ces moitiés doit recevoir une compagnie complète, séparée de sa voisine de telle sorte que, dans le campement du régiment, les cinq baraques de troupe reçoivent les dix compagnies.

Chaque compagnie possède, au rez-de-chaussée, une cuisine spacieuse, un office, une mess pour les soldats, un lavoir pour la toilette des hommes, un petit magasin de vivres, une chambre d'officiers, des chambres de sous-officiers. On entre au rez-de-chaussée par des porches ou perrons couverts, situés sur les deux pignons. Ils donnent accès dans un long et large corridor, à l'extrémité duquel est l'escalier qui conduit au premier étage. Toutes les baraques sont, aux deux étages, percées de nombreuses fenêtres. Une grande cheminée commune aux deux cuisines se trouve au centre de l'édifice.

Une seule grande chambre occupe chacune des moitiés du premier étage et constitue le dortoir de tous les soldats et caporaux de la compagnie. Les lits, au nombre de quatre-vingt-quinze y sont superposés trois à trois comme dans les cabines des navires, et jointifs deux à deux. Les pieds sont tournés vers l'intérieur de la pièce, et il existe entre les deux rangées de lit un espace libre de huit pieds.

Dans chaque chambre, deux poêles en fonte d'un modèle particulier sont destinés à la fois au chauffage et à l'aération, qui est, aux États-Unis, aussi soignée qu'en Angleterre. Dans ce but, l'on a pratiqué le long du faite de la toiture, et dans toute la longueur de la chambre, une ouverture longitudinale d'environ 0^m30 de largeur, qui permet à l'air échauffé de s'échapper au dehors. Cette baie, protégée par un petit toit à pentes parallèles au toit principal, est tenue constamment ouverte dans la saison où la température extérieure le permet. L'air qui s'échappe ainsi des chambres est remplacé par de l'air frais et pur amené par des orifices existant tout autour du bâtiment à hauteur du plancher, qui est double. L'air pur arrive ainsi entre les lambourdes qui supportent le plancher de l'étage et le plafond du rez-de-chaussée. Ce système d'aérage fonctionne jour et nuit pendant la belle saison ; en outre, les nombreuses fenêtres de l'édifice permettent d'aérer les chambres pendant la journée. Les hommes sont ainsi dans un courant d'air continu dont on peut faire varier l'intensité.

Pendant l'hiver, l'aérage se combine avec le chauffage. Deux grands poêles en fonte se trouvent, avons-nous dit, aux deux extrémités de chaque chambre. Chacun d'eux est en grande partie renfermé dans une enveloppe en zinc qui communique avec la prise d'air du plancher. La couche d'air comprise entre le poêle et son manchon s'échauffe et se répand dans la chambre ; elle est immédiatement remplacée par l'air pur venant de l'extérieur, en suivant la voie indiquée. On détermine ainsi un courant d'air continu à la fois pur et chaud. Cet air vient remplacer l'air vicié de la chambre, qui, entraîné par une cheminée d'appel, est lancé sur le toit. Cette cheminée est formée par quatre planches, entourant la partie supérieure du tuyau de poêle, deux fois coudé à deux mètres du sol, de manière à présenter une portion horizontale. Les planches qui enveloppent la seconde partie verticale du tuyau constituent ainsi une gaine qui va déboucher sur le toit.

L'aspect extérieur de la baraque indique très-bien ce système de chauffage et d'aérage combinés. Au centre, la cheminée des cuisines ; à droite et à gauche, les quatre cheminées d'appel renfermant les quatre tuyaux de poêle. L'hiver, l'ouverture du faîte est soigneusement calfeutrée.

Les latrines sont établies avec soin. Quand on ne peut profiter du voisinage d'un cours d'eau, on se sert de récipients mobiles avec cuvettes à l'anglaise.

L'hôpital de régiment qui remplace notre infirmerie régimentaire, n'a qu'un rez-de-chaussée auquel on parvient par deux porches placés à ses extrémités. Sur toute la façade intérieure, comme sur celle des baraques, règne une galerie couverte qui peut servir de promenoir aux malades. La salle des malades contient trente-deux lits qui ne sont ici ni superposés ni juxtaposés, mais au contraire assez espacés. Cette salle est chauffée et ventilée comme les chambres de troupe. Aux deux extrémités se trouvent quatre pièces séparées. L'une, sert de réfectoire aux malades qui peuvent marcher ; la seconde, de salle de bains ; la troisième de latrine ; la qua-

trième de dépôt de médicaments. Les malades atteints de maladie contagieuse sont envoyés à un hôpital général.

La cuisine, dont on a cherché à éviter les émanations désagréables, est placée dans un petit bâtiment carré situé dans le prolongement de l'hôpital, auquel il est relié par une galerie couverte.

Les écuries sont également construites en planches, avec des séparations fixes formant stalles. Elles sont aérées par le faite, comme les chambres des hommes. Le harnachement de chaque cheval est placé sur une potence, en arrière de la stalle qu'il habite. Pendant les belles journées, les chevaux sont souvent attachés au cordeau et demeurent exposés au soleil et au grand air.

Hôpitaux.

Le gouvernement des États-Unis dut prescrire en même temps que la construction des casernes celles d'un grand nombre d'hôpitaux. Leur nombre atteignit, en 1863, le chiffre de deux cent trente-trois ; ils présentaient ensemble cent trente-six mille huit cent quatre-vingt-quatorze lits, et les précautions hygiéniques furent si bien prises que l'on put, sans le moindre inconvénient, dépasser le chiffre de trois mille malades dans le même hôpital.

Tous ces établissements portaient, dans le mode même de leur construction, le caractère d'un besoin temporaire. Ils se composaient d'une réunion de baraques en bois. Du reste, une idée très-répandue chez les hygiénistes américains conduit à donner ce caractère temporaire à toutes les constructions destinées à cet usage. Ils sont persuadés que, malgré les soins les plus minutieux, l'hôpital le mieux construit, est, après cinq années de service seulement, imprégné de miasmes dangereux. On prend alors le parti de le démolir et d'en construire un autre ailleurs.

Les hôpitaux militaires américains étaient de véritables petites villes formées de baraques en bois commodément groupées autour des bâtiments de l'administration.

Les plans adoptés pour la disposition des baraques et des locaux accessoires étaient fort différents.

A l'hôpital de l'Ouest, à Philadelphie, elles étaient rangées les unes derrière les autres, parallèlement, en deux groupes.

A Point-Lookout, elles étaient disposées suivant les rayons d'un grand cercle.

A Chesnut-Hill, elles étaient établies suivant les rayons d'une sorte d'ellipse, ou plutôt d'un carré à angles arrondis. Leur nombre était de cinquante, présentant chacune un rez-de-chaussée un peu élevé au-dessus du sol naturel. Toutes les baraques débouchaient, par l'une de leurs extrémités, dans une galerie fermée et couverte, qui servait à la fois de moyen de communication et de promenoir pour les malades. Cette galerie elliptique avait deux mille quatre cents pieds de long sur seize de large, et entourait une cour de plus d'un hectare de superficie.

Dans cette cour se trouvaient les bâtiments de l'administration, les réservoirs d'eau, la bibliothèque, la chapelle, l'amphithéâtre et les salles d'opérations. Une longue galerie couverte, conduisant de la porte d'entrée aux bâtiments du centre, formait, avec une galerie perpendiculaire et le logement des médecins situés dans son prolongement, une croix latine.

Un chemin de fer, longeant l'une des faces de l'établissement, le desservait au moyen d'un petit débarcadère spécial.

Tous les bâtiments avaient été élevés en soixante-dix jours.

Les baraques, construites en bois, reçoivent d'ordinaire, à l'intérieur, un enduit à la chaux. Quand le temps ou la saison s'oppose à ce que cet enduit puisse sécher dans le délai voulu, on le place à l'extérieur; la paroi de bois forme alors le lambris des salles.

Les baraques, qui sont habituellement semblables pour un même hôpital, ont, à Chesnut-Hill, les dimensions suivantes : longueur 43^m50, largeur 7^m20, hauteur 4^m25 aux sablières, 5^m75 sous le faîte. Elles sont percées de soixante fenêtres et de quatre portes, et contiennent soixante lits de malades, un pour le chef de chambrée, qui est habituellement un convalescent, deux

pour les infirmiers de garde. On pénètre dans toutes les baraques par la galerie de ceinture, et l'on traverse d'abord un petit réfectoire pour les hommes qui peuvent se lever, qui sert d'antichambre; une office y est attenante. On entre ensuite dans la salle des malades, et à son extrémité, du côté extérieur de l'hôpital, on trouve plusieurs cabinets formant :

La chambre du chef de salle ;

Le lavoir (lavatory) des malades ;

La salle de bains ;

Les latrines.

Le cube d'air minimum déterminé dans chaque salle, pour chaque lit de malade, était variable suivant les conditions hygiéniques de l'emplacement choisi. Il devait être compris, à part les circonstances exceptionnelles, entre 35 et 42 mètres cubes, et, en outre, l'air était sans cesse renouvelé par une active ventilation.

Le plancher des salles est établi à 0^m45 au-dessus du sol naturel, de manière à éviter toute trace d'humidité, et il présente des prises d'air qui, suivant la saison, donnent accès à l'air extérieur, soit directement dans les salles, soit dans les appareils de chauffage.

Les lits sont largement et régulièrement espacés d'environ 0^m80. L'aération et le chauffage sont organisés, suivant les saisons, comme nous l'avons dit en parlant des casernes.

Les toits de tous les bâtiments en bois sont recouverts d'un carton bitumé incombustible, et, d'ailleurs, des précautions infinies sont prises contre l'incendie. Au centre de la cour, est un énorme réservoir d'eau; des tuyaux souterrains conduisent cette eau dans toutes les salles. D'autres tuyaux y apportent de l'eau chaude provenant de la machine à vapeur de la buanderie. Une usine à gaz de Philadelphie dessert toutes les parties de l'hôpital. Des pompes à incendie puissantes sont remisées au centre des constructions, et des sonnettes électriques les mettent en communication avec toutes les parties des édifices. Des rails posés dans tous les corridors permettent

d'effectuer sans bruit, au moyen de petits chariots fort commodes, les transports de toute nature relatifs aux distributions et aux mouvements de matériel. On effectue de même, sans secousses, le transport des hommes invalides aux appareils thermaux ou aux salles d'opérations.

Tous les accessoires, tels que bureaux, logements des médecins et des employés, bibliothèque, chapelle, magasins, dépense, cuisine, appareils thermaux, bureau de poste, sont placés dans les bâtiments du centre. On a également préparé dans la cour une rotonde couverte sous laquelle une musique militaire vient jouer tous les jours pour distraire les malades. Une bibliothèque de six mille volumes, soigneusement choisis en vue de l'amélioration morale des hommes en traitement, leur est ouverte; ils peuvent y faire demander des livres qu'ils conservent dans leurs salles.

Le docteur Évens avait exposé des modèles et des catalogues de bibliothèques pour camps et hôpitaux, fournis par la compagnie chrétienne des États-Unis. Les sociétés privées joignent ainsi leurs efforts à ceux du gouvernement, pour prendre soin à la fois du corps et de l'esprit d'hommes forcément inactifs, pendant un temps quelquefois fort long.

FRANCE. — CAMP DE CHALONS.

Le camp de Châlons était représenté à l'Exposition universelle par deux plans topographiques, un plan relief et neuf petites reproductions, à l'échelle de $1/20^e$, de quelques-uns des principaux établissements du camp.

Les plans, bien dessinés, représentent, l'un, l'ensemble du camp au $1/10,000^e$, l'autre, l'emplacement occupé par les troupes au $1/3,000^e$; ils sont l'œuvre d'un sous-officier du génie.

Le plan relief a été fait à l'atelier des plans reliefs, à l'hôtel des Invalides, et comprend le quartier impérial et la ferme impériale voisine.

Les reproductions au 1/20^e, représentent : la baraque de S. M. l'empereur, le bâtiment qui renferme le salon et la salle à manger de Sa Majesté, avec logements d'invités, la bibliothèque, l'autel où se célèbre la messe militaire du camp, le temple protestant, une baraque de troupe, une baraque d'officiers, une baraque-cantine et une latrine.

Ces différents spécimens, œuvre d'un soldat du génie, se recommandaient à l'attention par une scrupuleuse exactitude d'ensemble et de détails ; on donnera plus tard la description sommaire de quelques-unes de ces constructions élémentaires du camp de Châlons, dont il convient au préalable de faire connaître la destination.

Les troupes y sont appelées, les unes pour y passer toute l'année, les autres pour n'y rester que pendant la saison des manœuvres. Les premières gardent, pendant l'hiver, tous les établissements du camp et concourent aux travaux d'entretien ou d'amélioration qui s'y font ; il faut les abriter d'une manière complète et leur procurer un casernement qui réunisse des conditions de bien-être dont n'ont pas besoin les troupes qui viennent au camp passer deux ou trois mois de la belle saison.

Celles-ci couchent sous la tente, officiers et soldats ; quelques abris en planches, d'une construction rapide et peu coûteuse, sont installés pour elles ou bien improvisés, quand un nombre de divisions plus considérable que celui des années ordinaires doit prendre part aux manœuvres.

Le baraquement des troupes qui restent au camp pendant l'hiver a au contraire un caractère permanent ; il a été construit pour une division d'infanterie. Il est composé de deux rangs de baraques destinées à la troupe ; derrière, et sur un troisième rang, sont les cantines et les cuisines ; une quatrième ligne est occupée par les baraques des officiers et leurs mess ; enfin, à la queue du camp, sont disposées les latrines.

L'intérêt doit surtout s'attacher à la disposition de chacune de ces parties constitutives du baraquement de la troupe,

dont on a déjà dit que des spécimens avait figuré à l'Exposition universelle. Nous allons à ce sujet entrer dans quelques détails.

Les baraques des sous-officiers et soldats sont assises sur une fondation en pierre meulière, surmontée d'un soubassement en briques, sur lequel reposent des poteaux surmontés de fermes en charpente. L'intervalle des poteaux a été garni, pour une moitié environ du camp, par des murs d'une demi-brique d'épaisseur; mais, pour le reste, on a fait usage d'un pisé, composé de carreaux de terre de 45 centimètres d'épaisseur, ce qui met l'intérieur des baraques plus à l'abri des brusques variations de la température extérieure. Elles sont couvertes en ardoises, plafonnées et planchées en sapin posé sur gîtes en chêne. Le plancher est élevé de deux marches au-dessus du sol extérieur, relevé d'ailleurs de 30 centimètres environ à l'emplacement de chaque baraque de manière à les mettre complètement à l'abri de l'humidité.

Leur longueur dans œuvre est de 30 mètres, sur 6 de largeur. Vers l'un de leur pignon on a isolé, par une cloison, un compartiment de 3^m60, pris sur la longueur de la baraque, pour une chambre destinée à recevoir les sergents ou les sous-officiers comptables d'une compagnie. Le reste est affecté au logement de cinquante soldats qui s'y trouvent à peu près dans les mêmes conditions que dans les casernes de leur garnison. Chacune de ces baraques coûte 7,500 francs, soit 141 fr. 50 par hommes, et 42 fr. 05 par mètre carré.

Les baraques d'officiers contiennent ordinairement vingt pièces : deux pour un capitaine, une pour un lieutenant et sous-lieutenant. Elles sont construites en maçonnerie. Les baraques nécessaires au logement de tous les officiers d'un régiment, avec la salle de rapport, les bureaux de l'officier-payeur et de l'officier de détail, et la salle de visite de l'officier de santé, coûtent 80,000 francs, soit 1,334 francs par officier logé.

Les cuisines suffisent pour un bataillon de six compagnies,

elles sont construites comme les baraques de la troupe, et coûtent 6,000 francs.

Les latrines sont à tonnes mobiles, placées au niveau du sol dans un compartiment en maçonnerie ouvert du côté opposé au camp. C'est par cette ouverture que se fait le service de l'enlèvement des tonnes par l'entrepreneur de la vidange. Au-dessus de chacun de ces compartiments existent les trous de chute, disposés comme dans toutes les latrines à la turque. Il y a par régiment deux latrines contenant chacune douze trous de chute. Leur sol est constitué, d'une part, par des dalles qui recouvrent les compartiments dont il a été parlé plus haut, et, en avant, par une aire en asphalte qui recouvre un massif en pierraille, compris entre deux murs parallèles. Le sol des latrines se trouve ainsi élevé de 1^m13, et on y accède par des escaliers. Elles sont couvertes en tuiles, et coûtent chacune 2,700 francs, soit 5,400 francs pour un régiment d'infanterie.

En adoptant le système de construction en pisé qu'on a décrit plus haut, le baraquement entier d'un régiment d'infanterie, coûte avec tous les accessoires, 396,800 francs, en supposant un effectif de dix-sept cent soixante-cinq sous-officiers et soldats, et un personnel de soixante-six officiers de tous grades. Les accessoires comprennent le logement de tous ces officiers, leur mess, les cantines, les cuisines, les latrines et les salles de police. Le prix de revient par homme de troupe, serait donc de 225 francs environ. La durée de semblables constructions peut être évaluée à trente années au moins, sans réparations bien coûteuses. Si donc on disposait de terrains sans valeur, ou n'ayant que celle des terres rurales ordinaires, il y aurait avantage à substituer de semblables baraquements à des casernes dont la construction ne coûte jamais moins de 675 francs par homme, c'est-à-dire, trois fois autant.

CASERNE SAINT-CHARLES, A MARSEILLE.

La caserne Saint-Charles, à Marseille, était représentée à

l'Exposition universelle par des vues photographiques d'une fort belle exécution. L'aspect monumental de cet édifice n'est pas précisément en harmonie avec sa destination qui commandait plus de simplicité, mais cette recherche était la conséquence de conventions faites avec la ville, qui pourvoyait à une partie notable de la dépense, et désirait voir s'élever sur l'emplacement qu'elle mettait à la disposition de l'État, une construction monumentale qui frappât les yeux des voyageurs arrivant à Marseille par le chemin de fer, et qui fit aussi point de vue du côté de la mer.

On a d'ailleurs adopté pour cette caserne les dispositions les plus récemment préconisées en France, pour l'installation des troupes, et c'est surtout par ce motif, qu'il est intéressant d'entrer dans quelques détails au sujet de sa construction.

Le corps de logis principal, élevé de deux étages au-dessus du rez-de-chaussée et surmonté de mansardes, est destiné au logement de la troupe et à l'installation des principaux accessoires. Il est terminé par deux ailes, ayant sur la façade une saillie de 52 mètres, et qui encadrent une cour qui se prolonge encore de 23 mètres jusqu'à la clôture du quartier, formée d'un mur qu'on a eu soin de remplacer par une grille au droit des bâtiments principaux, de manière à ne pas en masquer l'ordonnance. Dans le même but, on a réduit autant que possible les dimensions des deux pavillons élevés à droite et à gauche de l'entrée du quartier, et qui sont affectés au corps de garde et au logement du concierge.

Le bâtiment principal est d'ailleurs bien aéré par une rue intérieure de 10 mètres de largeur, qui longe son aile gauche, par une rue de 19 mètres, ou plutôt une cour, régnant derrière le pavillon central. Enfin, l'aile de droite est tout à fait dégagée par une large cour latérale, dans laquelle ont trouvé place : les locaux disciplinaires, l'écurie des chevaux des officiers supérieurs et les cuisines. Deux bâtiments à simple rez-de-chaussée sont affectés à ces accessoires, et deux latrines

sont placées dans les angles rentrant du mur de clôture, du côté opposé à l'entrée du quartier.

Les chambres de troupe, éclairées par trois fenêtres, ont 13 mètres de largeur. Elles sont divisées dans le milieu par une cloison transversale, arrêtée à 1^m10 de chacun des murs de façade, afin d'assurer la circulation le long de ces murs. Elles contiennent quatre rangs de lits; deux, adossés à cette cloison et garantis à leurs extrémités par un écran contre les courants d'air venant des fenêtres; deux, adossés aux murs de refend, mais interrompus dans leur milieu, à l'emplacement des portes ouvertes dans chaque refend, par un passage de 1^m80, dont les côtés sont garnis d'un écran.

Ces chambres ont une longueur, de 15 mètres d'une façade à l'autre; leur hauteur sous plafond varie de 5^m90, au rez-de-chaussée, à 3^m83 dans les mansardes; elles contiennent cinquante-quatre lits, et leur capacité cubique, pour chaque homme, occupant une surface de 3^m60, varie de 13^m800 à 16^m670.

Les dégagements sont assurés par de nombreux escaliers; il est cependant à regretter qu'on ne les ait pas encore multiplié davantage, et qu'on n'en ait pas accolé un, ainsi qu'on l'admet généralement dans les constructions plus récentes, à tous les murs de refend de chaque grande chambre de troupe.

On ne parlera point ici de la disposition architectonique de la caserne Saint-Charles, dont les photographies exposées donnaient une idée suffisante; il convient cependant d'en faire ressortir quelques détails sans lesquels on ne comprendrait pas comment on a pu y loger autant de monde. Le bâtiment du fond, du corps de logis principal, comporte en son milieu un pavillon monumental avec dôme et fronton, et à sa jonction avec les deux ailes, deux pavillons d'angle qui se répètent aux extrémités de ces ailes. Ces cinq pavillons ont un étage de plus que le reste du corps de logis, et on a obtenu ainsi une surface disponible pour le logement des troupes ou les accessoires, d'environ 1,400 mètres carrés.

En compensation, la galerie qui règne au rez-de-chaussée tout autour de la cour intérieure, et qui s'arrête toutefois aux pavillons qui terminent les ailes, fait perdre pour l'habitation une surface d'environ 475 mètres carrés; mais elle offre un précieux avantage pour les rassemblements partiels, et pour assurer en tout temps un promenoir aux hommes retenus au quartier.

La superficie du terrain qu'il occupe est de 2 hectares 40 ares, et celle de tous les étages réunis de 22,328 mètres carrés.

La contenance du quartier est de deux mille deux cent cinquante hommes dont cent quarante-six sous-officiers.

A chaque homme correspond 8^m76 de surface d'étage et 5^m59 de surface de locaux utilisés.

La dépense totale qu'a occasionnée le quartier, est de 2,013,000 francs, non compris les acquisitions de terrain mais y compris 200,000 francs environ, qui ont été employés aux mouvements de terre nécessités par le nivellement de l'emplacement, le déblai des rues avoisinantes et la construction des murs de soutènement.

Chaque place d'homme y revient donc à. . .	840 fr.	14
Le mètre superficiel de surface d'étage à. . .	90	52
Le mètre superficiel de local utilisé à. . .	141	23

PONTS-LEVIS A BASCULE EN DESSOUS.

(Armée française).

Un petit modèle de la porte Randon, exécutée à Arras, en 1862, figure à l'Exposition, et fait connaître tous les détails de cette construction, intéressante surtout à cause de son pont-levis, qui est du système à bascule en dessous et, de plus, à bras indépendants en fer.

Les ponts à bascule en dessous avaient été, malgré leurs avantages, abandonnés en France, surtout parce que leurs

contre-poids en bois exigeaient une chambre considérable sous le passage, et, par suite, une forte réduction de l'épaisseur de l'escarpe à cet endroit. En outre, il fallait organiser, au-dessus de cette chambre, un plancher dont la construction était difficile lorsqu'il s'agissait de supporter de lourds fardeaux, et dont l'entretien était dispendieux quand la route était très-fréquentée. Ces deux défauts sont évités dans le nouveau pont, où la chaussée du passage repose sur un massif plein, et où l'escarpe n'est affaiblie que par les très-petites entailles dans lesquelles se logent les flèches et les contre-poids. Ce double résultat est dû à l'emploi des fers dits spéciaux, qui permettent : 1° d'avoir, sous un volume et sous un poids relativement très-faibles, des flèches capables de porter isolément es contre-poids ; 2° d'établir, dans le tablier même du pont, des liaisons qui suppléent à l'indépendance des bras.

Le tablier de ce pont présente une chaussée et deux trottoirs. La chaussée est soutenue, à la manière ordinaire, par cinq longerons en bois. Sous chaque trottoir règne une flèche formée par une forte pièce de fer à double T, dont le prolongement forme l'un des bras. Le plancher du trottoir repose sur un système de consoles en fer, fixées à la flèche et au longeron externe de la chaussée.

Aux extrémités des bras, sont placés les contre-poids, composés de masses de plomb fixées sur les joues des flèches, et de deux petites boîtes en fonte, contenant des morceaux de plomb, dont on fait varier la quantité pour obtenir l'équilibre.

Les bras se meuvent dans deux rainures ménagées sous les trottoirs du passage voûté de la porte, et recouvertes de plaques de fonte.

Un système de deux supports montés sur un arbre commun vient, à la position horizontale du pont, se loger sous l'extrémité postérieure des bras. Dans cette même position, le pont porte sur le chevet de tête et, en outre, sur un sommier formé d'une bande de fer fixée à la maçonnerie du soubassement de

la porte, un peu en avant de l'essieu ; de sorte que ce dernier n'a à supporter aucun des fardeaux qui passent sur le pont, et ne sert que pour la manœuvre.

La manœuvre se fait au moyen d'une chaîne légère, dont on fixe les extrémités aux deux bouts de l'une des flèches, et qui passe, par un trou ménagé à cet effet, dans une plaque du trottoir. La résistance à vaincre, pour faire marcher le pont dans l'un ou l'autre sens, ne doit pas dépasser 20 kilogrammes, si l'équilibre est convenablement établi.

EMPLOI DU FER FEUILLARD POUR LA CONFECTION DES GABIONS ET DES PONTS SUSPENDUS.

Système de M. Jones, officier de casernement du génie de l'armée anglaise.

Gabions. — Le clayonnage de ces gabions est fait en bandes de fer feuillard, zinguées, de 2 mètres de longueur environ, de 0^m08 de largeur et de 0^m001 d'épaisseur. Elles portent, à chacune de leurs extrémités, deux boutons et deux fentes qui permettent de les relier les unes aux autres.

Les piquets sont en sapin, il y en a douze pour chaque gabion. Ils ont 0^m90 de largeur, et leur équarissage est de 4 à 5 centimètres, sur 15 à 20 millimètres.

Deux hommes exercés pourraient faire un de ces gabions en cinq minutes.

Ce système est, assure-t-on, employé en Angleterre.

Au siège de Sébastopol il a été mis en essai. On se servait alors des fers feuillards employés à relier les bottes de foin comprimé, ou à consolider les caisses à biscuit. On a trouvé quelque inconvénient à leur emploi ; les projectiles ennemis en détachaient des éclats dangereux.

D'un autre côté, il ne paraît pas sans inconvénient d'augmenter le matériel de campagne, d'objets destinés à faire des gabions, quand on trouve presque partout les matériaux nécessaires à leur confection.

Aussi, le procédé dont-il s'agit, ne devrait-il être employé qu'en prévision d'un siège à faire dans un pays tout à fait dépourvu de bois de fascinage.

Ponts suspendus. — Il est difficile de se rendre un compte exact des ponts fabriqués à l'aide de fers feuillards en Angleterre, par le seul examen des lithographies qu'on voyait à l'exposition de l'arsenal de Woolwich.

L'une d'elles représentait un pont suspendu pour le passage de l'artillerie de campagne, et l'on y avait joint une note libellée de la manière suivante :

« Ce pont a 30^m48 de longueur, sur 2^m24 de largeur ; sa flexion est de 1^m30. Il entre dans sa composition six cent soixante-douze bandes formant huit poutrelles ou chaînes de suspension, de vingt et une bandes en longueur et de quatre en épaisseur, trois cent trente-cinq écrous et autant de boulons et de rondelles.

« Le pont pèse 2,298 kilogrammes ; le poids nécessaire pour le rompre est de 49,303 kilogrammes.

« Deux sous-officiers et vingt-six hommes peuvent le construire en six heures. »

Dans un mémoire de M. Jones, inséré au treizième volume des *Professional paper of the corps of royal Engineers*, on trouve, sur ce pont, des détails que l'on va résumer.

Il est formé d'une série de chaînes-poutrelles, espacées de 0^m 30 à 0^m60, tendues au moyen d'un système de mouffles, dans la longueur du pont, et destinées à supporter les madriers qui forment son tablier.

Ces chaînes sont enroulées, à chacune de leurs extrémités, autour d'un corps mort, retenu lui-même par un cours de pilots.

Des cordages relient solidement les chaînes extrêmes à des points choisis, de manière à empêcher les déviations latérales.

Le même recueil donne la description de plusieurs autres

ponts construits avec les mêmes matériaux. Il est intéressant de mentionner celui qui est décrit sous le n° 7.

Il est destiné au passage de l'infanterie, et sa longueur est de 30 mètres. Les chaînes de suspension sont des bandes en fer feuillard, non redoublées et juxtaposées, formant une sorte de treillis avec des piquets en sapin semblables à ceux des gabions précédemment décrits.

Ces ponts sont adoptés dans l'armée anglaise sur la proposition du comité du génie.

C'est une idée fort ingénieuse sans doute d'avoir un matériel propre à faire à la fois des gabions et des ponts de campagne ; mais n'est-il pas à craindre qu'il ne convienne parfaitement à aucun de ces deux usages.

On a dit précédemment l'inconvénient que présentait le fer feuillard pour le clayonnage des gabions ; n'est-il pas à craindre, qu'employé à faire un premier pont, il ne se trouve tellement dégradé, qu'on soit obligé de le mettre hors de service.

EXPÉRIENCES SUR LA RÉSISTANCE DES MAÇONNERIES AU TIR DE L'ARTILLERIE.

Expériences anglaises. — Le département de la guerre anglais a exposé quelques photographies indiquant le résultat du tir de pièces de différents calibres contre une des tours Martello, destinées autrefois à la défense des côtes de la Grande-Bretagne.

La série de ces photographies fait parfaitement voir la marche des expériences, et en les rapprochant des tableaux, également exposés, qui donnent pour chaque période du tir le calibre employé, le nombre de projectiles lancés, avec les distances et les charges de poudre correspondantes, on se rend un compte exact des résultats obtenus et des effets qui les ont produits. Ces expériences n'offrent d'ailleurs d'intérêt qu'au point de vue de la puissance de pénétration des projec-

tiles employés, car il n'y avait aucune incertitude à *priori* sur la possibilité de détruire à distance le massif de maçonnerie contre lequel on agissait.

Expériences françaises. — Des expériences plus variées ont été faites en France, au fort Liédot, et les vues photographiques qui ont servi à en constater les résultats, figuraient aussi à l'Exposition universelle.

Elles représentaient : 1° des brèches obtenues à 1,200 mètres, avec du 12 rayé, et à 1,470 mètres, avec du 24 court, rayé, dans des escarpes découvertes sur la moitié de leur hauteur ; 2° des brèches obtenues à 1,200 mètres, et à 670 mètres, avec le 12 et le 24 rayés, dans des escarpes découvertes sur 1 mètre de hauteur ; 3° des brèches obtenues aux mêmes distances, et avec les mêmes canons, dans des escarpes entièrement dérobées à la vue.

D'autres photographies font voir les résultats obtenus au fort Liédot par l'artillerie, contre des blindages de diverses natures, soit en employant les feux courbes, soit avec le tir de plein fouet.

De l'ensemble de ces expériences se dégagent des conséquences incontestées : 1° des escarpes dont on aperçoit le sommet, sont facilement battues en brèche à longue distance ; 2° des escarpes totalement couvertes des vues éloignées, pourraient encore être détruites par des feux assez plongeants pour les atteindre à la moitié de leur hauteur ; 3° les blindages peuvent résister aux feux courbes, lorsqu'ils sont surmontés d'une couche de terre suffisante, mais leur tête exposée au tir de plein fouet est facilement détruite, et leur embrasure présente un but trop facile à atteindre.

Cette dernière considération démontre l'importance de l'emploi des cuirasses métalliques qui garantiraient la tête des casemates, et permettraient de réduire les dimensions de l'embrasure. Elles ont été aussi l'objet de nombreuses expériences, dont une série de photographies a représenté les

principaux résultats à l'Exposition universelle; il en sera rendu compte au rapport de la Commission.

EXPÉRIENCES SUR LA RÉSISTANCE DES CASEMATES CUIRASSÉES
AU TIR DE L'ARTILLERIE.

Expériences anglaises. — Les expériences ont été faites en Angleterre sur des casemates en maçonnerie de granit, construites en vue des épreuves qu'on voulait tenter. Le granit seul constituait les pieds-droits et la tête de la casemate et, comptant sur sa résistance, on s'était contenté de cuirasser l'embrasure des casemates, plus particulièrement destinée à servir de but aux projectiles ennemis.

Dans cette pensée on avait muni la casemate d'un bouclier en fer, placé au dedans de l'embrasure en pierre. Il consistait en une plaque de fer, n'ayant pas moins de 34 centimètres d'épaisseur, arc-boutée par des contre-forts, analogues à ceux des boucliers Lancastre.

Les plus puissants calibres ont été employés à ces expériences, et le masque en fer aurait fini par être détruit, si les maçonneries de granit n'avaient pas d'abord été si bien ruinées par les projectiles, que sous les décombres avaient disparu l'embrasure et la tête de la casemate.

D'où il faut conclure, que pour avoir des casemates très-résistantes, on ne doit pas se contenter de cuirasser leur tête aux abords de l'embrasure, mais qu'il faut aussi préserver leurs pieds-droits, dont la destruction par le canon, finirait par mettre en prise à l'artillerie ennemie l'armement et les défenseurs abrités sous les casemates.

Quant à tirer de ces expériences une conclusion sur l'épaisseur à donner aux cuirasses, cela est fort difficile, car dans le tir d'épreuve, dont la plaque de 32 centimètres a été l'objet, on s'est placé dans des conditions qu'on aurait peine à réunir devant un ennemi qui rendrait coup pour coup.

Quoi qu'il en soit, ces expériences ont été parfaitement

conduites, et les photographies exposées ont le mérite d'en rendre un compte véridique et circonstancié. Sous chacune d'elles on a pris soin de numérotter les coups, consignés d'autre part, avec les mêmes indices, sur des tableaux qui donnent le calibre, la nature du projectile, la distance à laquelle on l'a tiré et la charge de poudre employée.

C'est un compte rendu des plus clairs et des plus précis.

Expériences autrichiennes. — La cuirasse essayée en Autriche était appliquée à la tête d'une casemate en maçonnerie, construite en vue d'expériences dont le programme avait été arrêté à l'avance.

La partie extérieure de la cuirasse était formée d'une plaque en fer forgé, de 6 pouces d'épaisseur. L'épaisseur de la paroi intérieure n'était que d'un pouce et demi. Elles étaient reliées par de forts boulons et laissaient entre elles un vide occupé par de fortes plaques de tôle verticales et horizontales, formant des cellules remplies d'un mélange d'asphalte et de sable. Le tout avait 2 pieds 10 pouces d'épaisseur, 9 pieds de hauteur, et 11 pieds 6 pouces de largeur.

Cette dernière dimension était celle du diamètre de la casemate, rétrécie toutefois vers sa partie antérieure, à l'emplacement du canon dont elle était armée. Ce rétrécissement avait permis d'organiser deux feuilures, inclinées de 6 pouces vers l'intérieur, et contre lesquelles s'appuyait la cuirasse métallique, soutenue en outre par quatre cours de fers à T, rivés à sa paroi intérieure, reliés entre eux et aux pieds-droits de la casemate par de forts boulons, espacés de 18 pouces, et supprimés seulement au droit de l'embrasure.

La cuirasse était loin, d'ailleurs, d'offrir toute sa surface aux coups dirigés contre elle, car elle était complètement protégée, sur le tiers inférieur de sa hauteur, par le massif du parapet, et latéralement sur le reste de sa hauteur par les merlons ménagés dans ce même massif. C'était une organisation analogue à celle des casemates du général Haxo.

Le masque, ainsi disposé, a été détruit par un très-petit nombre de projectiles employés contre lui, ainsi que le constatent les photographies exposées, et n'a certainement pas offert autant de résistance qu'en aurait présenté une plaque unique ayant le poids de tout le fer mis en œuvre pour la création des parois successives et des cellules de la cuirasse expérimentée en Autriche.

Expériences françaises. — Les services de l'artillerie et du génie ont fait de concert, en France, sur la résistance des cuirasses métalliques, des expériences qui ont eu pour théâtre le fort d'Enet, en rade de l'île d'Aix, et qui ont été l'objet de photographies exposées par le ministère de la guerre.

Le masque métallique, adapté à l'une des casemates du fort, se composait de madriers en fer laminé, de 10 centimètres de hauteur, sur 25 de largeur, superposés et assemblés entre eux au moyen d'une nervure longitudinale, formant saillie sur la face supérieure d'un madrier et destinée à se loger dans une rainure correspondante pratiquée dans la face inférieure du madrier suivant.

L'assemblage des cinquante-quatre madriers formant le masque était en outre consolidé par quatre grands boulons qui le traversaient dans toute sa hauteur.

Il reposait par sa base sur la maçonnerie qui le débordait, vers l'extérieur, de 1^m30 ; mais comme on craignait encore de voir cette maçonnerie détruite par le canon, le masque était en outre porté par l'extrémité de quatre barres de fer de 3 mètres de longueur, noyées de champ dans la maçonnerie des pieds-droits et présentant une section de 8 centimètres sur 16.

Le masque était sur ses quatre côtés, encadré dans une feuillure, large de 70 centimètres, sauf à la base où elle était réduite à 40 ; mais, afin d'empêcher la destruction de la maçonnerie, on avait interposé entre le tableau de la feuillure et le masque des matelas élastiques en cordages.

Enfin, pour s'opposer aux effets de contre-coup qui pouvaient amener le renversement du masque dans la mer, il était muni de huit chaînes de retenue, assujetties, d'une part, aux madriers en fer, par des tenons à queue d'aronde, et fixées, d'autre part, à des barres de fer scellées dans les pieds-droits de la casemate.

L'embrasure consistait en une ouverture carrée de 0^m60 de côté; sa base affleurait le treizième madrier, qui était en fer au bois, ainsi que les douze madriers inférieurs et les demi-madriers encadrant l'embrasure de droite et de gauche. Tous ceux de la partie supérieure étaient au contraire en fer au coke.

Dès le début du tir, ces derniers ont éprouvé des avaries notables, tandis que les madriers en fer au bois résistaient parfaitement aux obus oblongs de trente tirés à des distances variant de 800 à 400 mètres, et aux boulets ronds de cinquante tirés de 800 à 300 mètres avec des charges de 8^k 333.

Le masque n'a été ouvert dans sa partie inférieure, formée de madriers en fer au bois, que par l'emploi de boulets de choc en acier, du poids de 45 kilogrammes, tirés aux distances de 400, 300 et 200 mètres; encore ce résultat n'a-t-il été obtenu qu'après le tir de deux salves simultanées de huit coups, exécutées l'une à 400, et l'autre à 300 mètres; mais c'est là un tir à outrance, peu à redouter de la part de navires ennemis qui hésiteraient sans doute à engager la lutte à si courte distance, contre un fort cuirassé dont les batteries domineraient leur pont.

Ces expériences ont d'ailleurs révélé certaines améliorations à apporter à l'organisation du masque : la plus importante est l'emploi exclusif du fer au bois, dont on a déjà parlé; vient ensuite la réduction du nombre des madriers, en augmentant leur hauteur autant que le permettront les progrès de l'industrie, et la possibilité de manier facilement ces grandes poutres de métal. Parmi les améliorations secondaires, proposées par la commission d'Enet, il y a encore à citer le remplacement des grands boulons, traversant chacun tous les madriers,

par des boulons alternés par groupe de trois ou quatre mardriers, et la substitution de cordages aux chaînes de retenue dont la chute pourrait blesser les défenseurs.

Mais le plus grand danger révélé par les expériences d'Enet, c'est la possibilité pour l'artillerie des vaisseaux, surtout quand elle agit contre des maçonneries de peu de résistance, de détruire soit les pieds-droits des casemates, soit le massif qui supporte le masque métallique. Il en résulte la nécessité d'étendre la cuirasse en fer, aux abords des casemates, sur toutes les maçonneries dont la destruction n'exigerait pas un tir trop prolongé, et pourrait découvrir les défenseurs et leurs pièces.

CHAPITRE VIII

TÉLÉGRAPHIES MILITAIRES ET SIGNAUX

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES DE L'EXPOSITION COLLECTIVE
DU MINISTÈRE DE LA GUERRE I. R. D'AUTRICHE.

1^o Télégraphe électrique de guerre.

Il est destiné aux grandes opérations et surtout à relier la station du quartier général avec le réseau télégraphique de l'État.

Les poteaux de la ligne sont espacés de 100 à 125 pas ; ils sont terminés en pointe et goudronnés à leur extrémité que l'on enfonce dans des trous faits avec une pince en fer. On les y consolide au moyen de coins en bois chassés à la masse. Leur hauteur est calculée de manière à permettre le passage des troupes à cheval.

Les fils sont en cuivre, ce qui permet de réduire leur diamètre et leur poids ; ils sont enroulés sur des dévidoirs portés sur de petits chariots, chargés chacun de 4 kilomètres de fils.

Les isolateurs sont des chapeaux en caoutchouc vulcanisé.

Les appareils en usage sont ceux de Morse réduits à de plus petites dimensions que ceux dont on fait usage dans les grandes lignes. On les a d'abord transportés dans des voitures qui servaient elles-mêmes de station télégraphique et dont un spécimen figurait à l'Exposition ; mais on a reconnu qu'elles

étaient lourdes et embarrassantes, et le bureau s'installe actuellement partout où il peut trouver un abri ; au besoin, sous une tente.

La construction, l'entretien et la démolition des lignes télégraphiques militaires sont en Autriche l'objet d'un règlement spécial fort détaillé.

Le colonel du génie autrichien, baron d'Ebner, dans la notice sur les objets formant l'exposition collective du département de la guerre, impérial et royal, estime à une demi-journée le temps nécessaire pour organiser 15 kilomètres d'une semblable ligne.

Dans l'opinion de cet officier supérieur, un corps télégraphique militaire permettrait de perfectionner sans cesse, au point de vue militaire, les procédés télégraphiques et surtout d'obtenir sous le feu de l'ennemi, des résultats qu'on ne peut exiger d'employés civils. Il regrette donc que le service de la télégraphie militaire ait été laissé, en Autriche, à l'administration du télégraphe de l'État.

Quelle que soit l'administration ou le corps chargé de l'organisation des lignes télégraphiques militaires en Autriche, il est juste de reconnaître qu'elle atteint un degré de perfection remarquable, l'exposition en a fait foi.

Mais la construction de lignes télégraphiques aussi perfectionnées dépasse le but qu'on doit rechercher devant l'ennemi. Elles sont surtout destinées, comme le mentionne la brochure précitée, à mettre le quartier général en communication permanente avec le réseau télégraphique de l'État. Ce n'est pas affaire du champ de bataille, et cette mission pourrait bien être confiée à des employés civils. Celle qui est véritablement du domaine militaire et pour laquelle il faut des officiers et des soldats, c'est la création, sur le terrain du combat même, de communications télégraphiques entre le commandant en chef et ses lieutenants ; mais il faut qu'elle puisse s'opérer plus rapidement encore que celle des lignes dont on vient de donner la description.

L'exposition autrichienne renfermait un appareil qui pourrait remplir ce but, on va reproduire ce que dit la note précitée de M. le baron d'Ebner.

« Le télégraphe magnéto-électrique de guerre, du système du mécanicien S. Marcus, de Vienne, adopté par le comité du génie, présente un double avantage, la correspondance télégraphique s'apprend en peu de temps, et il est très-transportable parce qu'il n'exige pas de piles à liquides.

« Il est employé pour unir le centre de nos grandes places avec les forts détachés, et l'artillerie s'en sert pendant le tir à la cible, pour mettre la cible en rapport avec les tireurs.

« Les deux stations sont mises en communication, par un fil enduit de gutta-percha, et qu'on déroule à l'aide de la charrette mécanique en le laissant poser à terre. »

Il y a évidemment là l'élément du véritable télégraphe de combat ; il suffit de préserver l'enduit qui recouvre le fil de transmission du choc des roues et du piétinement des chevaux soit en l'enterrant dans un très-mince sillon, soit en le recouvrant d'une enveloppe assez résistante, mais assez souple pour ne pas s'opposer à l'enroulement du fil télégraphique.

20 Télégraphe optique de guerre, système du colonel du génie autrichien, baron d'Ebner.

Le télégraphe optique de guerre qui figurait à l'exposition du ministère de la guerre I. R. d'Autriche, est un des plus simples et présente le grand avantage de pouvoir être également utilisé de jour et de nuit.

Trois signaux élémentaires servent à constituer un alphabet : ce sont des disques, en partie rouges ou blancs qu'on manœuvre au moyen de trois leviers indépendants, placés sous la main du télégraphier ; amenés à la position verticale, ils deviennent visibles, ils disparaissent au contraire quand on les rabat horizontalement ; ils servent ainsi pour les signaux de jour.

Pour la nuit, au contraire, chaque disque dans sa position verticale masque une lampe, qu'il découvre lorsqu'on le rabat horizontalement.

Les trois disques sont disposés de manière à former un triangle équilatéral et de leur position respective, de l'ordre dans lequel ils y sont amenés, ainsi que des intervalles qui séparent leur apparition résulte un alphabet et des signes différents pour toutes les communications.

Ce système de télégraphe est en usage en Autriche, où il est surtout utilisé pour la correspondance entre les places fortes et leurs ouvrages détachés. On ajoute, dans la notice relative aux objets formant l'exposition collective du ministère de la guerre autrichien, que ce télégraphe pourrait aussi être employé en campagne en raison de la solidité, de la rapidité de son installation et de la facilité de le transporter sur une voiture à quatre chevaux.

La simplicité du fonctionnement de cet appareil paraît à la Commission un motif suffisant pour en recommander l'emploi dans le cas où l'on ne pourrait faire usage du télégraphe électrique et où il serait utile d'établir une correspondance alphabétique, au lieu d'employer une série de signaux à significations déterminées à l'avance, comme on le fait dans la marine.

NOUVEAU SYSTÈME DE SIGNAUX A L'USAGE DE L'ARMÉE,

par M. Gallotti, capitaine au corps d'état-major (armée française).

Le capitaine Gallotti prend un appareil de Chappe réduit à ses éléments, c'est-à-dire à l'indicateur simplement placé au sommet d'un poteau vertical, et pouvant tourner librement dans un plan vertical, par l'action d'une manivelle placée à portée de la main de l'opérateur. Cet indicateur peut être noir ou blanc, à volonté.

L'auteur n'admet, comme bien distinctes, que les huit positions suivantes de l'indicateur, savoir :

Verticales.	2	} 8.
Horizontales.	2	
A 45 degrés	4	

De plus, l'indicateur peut arriver à ces huit positions, en tournant dans un sens ou dans l'autre, ce qui, d'après l'auteur, se distingue parfaitement aussi ; d'où résultent seize positions bien distinctes, qui lui paraissent suffisantes pour télégraphier, en épelant les mots. A cet effet, il admet que les huit positions, correspondant à l'un des sens dans lequel tourne l'indicateur, signifient les consonnes groupées de la manière suivante :

(B. P), (R. Z), (G. C), (Z. S), (N), (D. T), (H. M) et (V. F).
 (J. QK) (X)

Les huit positions de l'autre sens signifient les voyelles, en laissant disponibles trois positions que M. Gallotti destine au service de l'appareil.

Pour désigner les chiffres, l'auteur admet que les huit positions de l'indicateur déjà affectées aux consonnes représenteront aussi les chiffres de 1 à 8, tandis que le 9 et le 0 correspondront à deux positions dans le sens adopté pour les voyelles, par exemple les deux positions horizontales de l'indicateur dans ce sens-là.

Il reste bien entendu que, parmi les signaux de convention adoptés pour le service de l'appareil, il y en a un qui servira à faire connaître si l'on télégraphie par lettres ou par chiffres.

Pour éviter toute confusion, un tableau des signes est placé sous la manivelle même, et en assure ainsi le maniement. Ce tableau, plan et circulaire, est divisé en quatre zones concentriques, dont deux pour les lettres et deux pour les chiffres. Les deux zones, l'une de lettres, l'autre de chiffres, qui correspondent à l'un des sens dans lesquels marche l'indicateur, sont noires ; les deux autres zones sont blanches.

M. Gallotti indique des signaux spéciaux pour les mots *attention*, *fin de mot*, *bien compris*, *repos*, etc.

L'auteur a fait deux types de son instrument :

1^o Un *télégraphe fixe*, très-solide, destiné aux forts, aux ouvrages détachés, aux postes permanents, etc.

2^o Un *télégraphe mobile*, très-léger, pouvant être transporté dans une voiture, sur un cheval, et même à dos d'homme, soit à la suite d'une troupe, soit à la suite d'un officier chargé d'une mission spéciale.

Ces instruments ont besoin de la sanction de l'expérience : elle conduirait sans doute à diminuer le nombre des signes employés, dont la multiplicité peut être une source d'erreurs.

CHAPITRE IX

INSTRUMENTS DE GÉODÉSIE, DE TOPOGRAPHIE ET DE PHOTOGRAPHIE APPLIQUÉS AUX BESOINS DES ARMÉES EN CAMPAGNE

APPLICATION DE L'HÉLIOSTAT A LA GÉODÉSIE,

par M. le capitaine Beaux, du corps d'état-major (armée française).

L'héliotrope que Gauss avait proposé d'employer pour les signaux géodésiques renvoie, par une réflexion simple, les rayons solaires suivant une direction quelconque ; mais il arrive quelquefois que leur faisceau lumineux n'est pas assez large pour être vu de l'observateur, notamment lorsque le soleil n'est pas très-élevé au-dessus de l'horizon.

M. le capitaine Beaux a proposé pour signal géodésique l'héliostat de Farenheit légèrement modifié dans le but de son emploi à cette destination. Le dépôt de la guerre l'a adopté comme répondant parfaitement aux besoins de la géodésie, parce qu'il est d'un emploi facile et qu'il n'exige pas, comme, l'appareil de Gauss, les soins et l'attention de l'observateur.

L'emploi de l'héliostat géodésique doit être recommandé pour les travaux de triangulation, et M. le capitaine Beaux doit être cité honorablement dans le rapport de la Commission.

STADIMÈTRE DE MM. LES CAPITAINES DU GÉNIE PEACELLIER
ET WAGNER.

(Armée française).

Cet instrument est basé sur le principe de la stadia ; mais il se différencie de tous ceux destinés au même usage par des avantages qui lui sont propres.

Il consiste en une règle horizontale composée de deux moitiés symétriques, l'une fixe, l'autre mobile dans le sens de sa longueur. Cette règle est divisée uniformément par des lignes de foi numérotées dans les deux sens, 1, 2, 3. . . , l'origine commune 0 étant au milieu de la règle. Ces divisions sont telles que le stadimètre étant placé à 10, 20, 30. . . mètres de la lunette, les fils extrêmes du micromètre correspondent exactement aux divisions 1-1, 2-2, 3-3. . . qui expriment ces distances en décamètres.

Pour des distances non décamétriques, cette correspondance n'existera évidemment plus. Mais on peut la rétablir grâce au déplacement dont la partie mobile du stadimètre est susceptible, et c'est justement ce déplacement qui sert à mesurer le nombre de mètres et la fraction de mètre complémentaires des décamètres contenus dans la distance cherchée. Pour apprécier ce déplacement, on a recours à la transmission même qui l'opère. Elle consiste en une crémaillère, commandée par un pignon dont chaque tour correspond à un mètre de la distance ; on lit, sur une échelle graduée que découvre progressivement le voyant mobile, le nombre de tours, c'est-à-dire le chiffre des mètres, et, sur une graduation circulaire concentrique avec le pignon précité, les dixièmes de tours, c'est-à-dire le chiffre des décimètres de la distance.

Ainsi, l'opérateur ayant effectué son double pointé, au moyen des fils extrêmes du micromètre, lira successivement le nom-

bre de décamètres, de mètres et de décimètres contenus dans la distance cherchée.

Pour mesurer ainsi une distance, l'opérateur et le portestadimètre correspondent par des signes de la main, comme pour un nivellement avec la mire à coulisse.

Le stadimètre peut être employé avec une lunette micrométrique quelconque, et donne alors les distances réelles avec une bien plus grande approximation, et beaucoup moins de chances d'erreurs, que ne les donne le mesurage à la chaîne ordinaire. Aussi la brigade topographique du génie ne fait-elle plus usage que du stadimètre.

L'usage de cet instrument mérite d'être vulgarisé, et les noms des inventeurs sont à citer honorablement dans le rapport de la Commission.

LUNETTE RÉDUCTRICE DE MM. LES CAPITAINES DU GÉNIE
PEAUCELLIER ET WAGNER.

(Armée française).

Cette lunette a l'avantage de donner à volonté les distances réelles ou leurs projections horizontales. La propriété de réduire ainsi *automatiquement* les distances à l'horizon résulte de la variabilité du système objectif de la lunette, selon les pentes des visées.

Cet instrument, en effet, ne possède pas un objectif achromatique unique et fixe, ainsi qu'on l'observe dans les lunettes topographiques ordinaires, mais bien un *système objectif*, composé de deux lentilles achromatiques mobiles, l'une et l'autre, suivant une certaine loi, qui dépend uniquement de la pente des visées. Cette loi découle du calcul sous une forme aussi simple que pratique. Des considérations théoriques prouvent, en effet, que si l'écartement de deux des foyers principaux des lentilles mobiles varie comme la projection horizontale d'une longueur déterminée de l'axe de la lunette, les

lectures sur un stadimètre ne correspondent plus aux distances réelles, mais bien aux distances réduites à l'horizon.

C'est cette loi qui a été réalisée mécaniquement dans la lunette réductrice de MM. Peaucellier et Wagner. Chacune des lentilles mobiles y est guidée par l'extrémité libre d'une petite manivelle, les centres de rotation fixes étant situés dans le plan horizontal qui passe par l'axe de rotation de la lunette. Par l'effet de cette liaison, les lentilles se rapprochent ou s'éloignent, selon qu'on augmente ou qu'on diminue la pente des visées, et ce mouvement s'effectue avec une rigueur presque géométrique.

Ainsi, grâce à l'action de deux petites manivelles sur les lentilles qui constituent le système objectif, on lit directement les distances horizontales, qui, presque toujours, intéressent seules le topographe.

Un dispositif simple permet, d'ailleurs, de suspendre le jeu de ces manivelles, et de mesurer, s'il y a lieu, les distances réelles.

Cet instrument est en service depuis plus de trois ans à la brigade topographique du génie, et son emploi, joint à celui du stadimètre, des mêmes inventeurs, a réduit de moitié le temps consacré aux opérations des levés. Il constitue une invention très-remarquable, digne, au plus haut degré, de l'attention de la Commission.

LEVERS PHOTOGRAPHIQUES,

par M. le chef de bataillon du génie Laussedat (armée française).

L'idée de combiner plusieurs perspectives d'une même position militaire, prises de points de vue différents, et d'étudier ainsi le plan et le relief du terrain, est une idée ancienne : elle avait été appliquée à la reconnaissance des places étrangères. Le commandant du génie Laussedat avait lui-même fait usage de ce procédé, il y a environ dix-huit ans, et avait imaginé, pour

plus d'exactitude, de prendre ses perspectives au moyen d'une chambre claire de Wollaston, modifiée par lui pour cet usage.

Plus tard, cet officier s'est occupé de l'application de la photographie au même problème, et, depuis l'année 1863, des expériences se poursuivent à ce sujet, sous sa direction, au dépôt des fortifications. Le principal résultat a été obtenu en 1866, et figure à l'Exposition universelle. C'est la carte d'une partie de la région montagneuse des environs de Faverges, en Savoie, dressée par le capitaine du génie Javary, aidé du garde du génie Galibardy.

La superficie du terrain étudié est de 12,000 hectares ; le plan est dessiné à l'échelle du $\frac{1}{5000}$ ^e, et le nivellement, qui accuse des différences d'altitude de 2,000 mètres, y est figuré par des courbes horizontales, verticalement équidistantes de 5 mètres. Le travail graphique, qui couvre une feuille de 5 mètres carrés, a été entièrement exécuté à Paris pendant les mois d'hiver, au moyen de documents photographiques (plus de cent vues), et d'un petit nombre de croquis à la main. Le travail sur le terrain n'a duré que *dix-huit jours*.

Bien que les levers de cette espèce ne renferment pas et ne puissent pas présenter des détails aussi complets que ceux que l'on trouve sur les plans exécutés par la brigade topographique du génie, on peut néanmoins les prendre pour base d'avant-projets de travaux militaires, de voies de communications, etc. Mais cette nouvelle méthode ne paraît susceptible de pouvoir être employée ni à des levers exacts, ni à des levers de reconnaissance militaire dont la minute doit se faire rapidement sur le terrain.

Il est à craindre aussi que dans un terrain de plaine, couvert de plantations nombreuses, circonstance qui se présente souvent autour des places fortes du Nord, on ne réussisse pas avec ce procédé, par suite de la confusion qu'offriront les images photographiques.

Néanmoins, ce procédé présente une heureuse application de la photographie à l'art des levers, et les perfectionnements

dont il est susceptible permettront sans doute de le rendre usuel. Les résultats déjà obtenus sont donc dignes d'être encouragés d'une manière toute particulière et permettent d'indiquer les services que rendrait à la marine l'appareil du commandant Laussedat, en l'utilisant pour le lever des parties de côtes qui figurent sur les cartes hydrographiques.

PLANCHETTE DE M. FÈVRE,

chef d'escadron au corps d'état-major (armée française).

La planchette du commandant Fèvre est surtout destinée aux levers de reconnaissances militaires à exécuter à cheval.

Au centre de sa surface inférieure existe un manche à articulation, par lequel l'opérateur la tient en main.

Le déclinatoire et l'alidade sont réunis par une vis qui traverse à la fois un appendice que porte le déclinatoire et l'extrémité de la règle de l'alidade. Leurs mouvements d'orientation sont indépendants, tant que cette vis n'est pas serrée au moyen de l'écrou dont elle est munie à sa partie supérieure.

Elle est terminée à son autre extrémité par un tenon qui s'encastre à volonté dans une rainure qui encadre la planchette.

De cette façon le déclinatoire peut glisser tout autour de la planchette, l'alidade suivant son mouvement, mais pouvant prendre toute espèce de direction.

Ce dispositif permet de donner le coup d'alidade et de s'assurer en même temps de l'orientation de la planchette, tout en maintenant la tige de foi de l'alidade sur le point graphique de la station. Un peu de pratique suffit pour saisir facilement l'instant où toutes les conditions sont remplies. Alors, on serre l'écrou, et l'on peut ensuite, tout à son aise et sans crainte de voir la règle se déranger, tracer au crayon la direction du coup d'alidade donné.

Cet instrument est ingénieux et permet d'opérer à cheval avec plus de précision qu'en employant une planchette ordinaire munie d'un déclinatoire à position invariable.

L'invention de M. le commandant Fèvre constitue donc un progrès que la Commission doit signaler.

TÉLOMÈTRE A PRISMES,

de M. le chef de bataillon du génie Goulier (armée française).

L'appareil se compose de deux instruments, A et B, qui contiennent chacun un prisme à double réflexion, au moyen duquel sont vus, dans des directions perpendiculaires à leurs directions réelles, les objets qui pour A sont à la droite et pour B sont à la gauche de l'observateur.

A l'instrument A est fixée une bobine portant un fil métallique qui se déroule à 20 ou 40 mètres, suivant la précision qu'on veut obtenir.

L'instrument B porte deux fragments de lentille, de même foyer : l'une, plane-concave, qui est fixe ; l'autre, plane-convexe, peut se déplacer latéralement. Ces deux lentilles produisent, pour les rayons lumineux qui les traversent directement, l'effet d'un prisme réfracteur à angle variable.

Pour mesurer la distance d'un point à un but donné, l'opérateur laisse, en ce point, son aide muni de l'instrument A ; puis il s'en éloigne de 20 ou 40 mètres, dans une direction à peu près perpendiculaire à la ligne à mesurer, et à gauche de cette ligne.

Il reste alors immobile, regardant son aide qui se déplace latéralement jusqu'à ce qu'il voie, au moyen de l'instrument A, l'image doublement réfléchie du but coïncider avec la ligne de foi du voyant de l'instrument B, que l'opérateur tient immobile, en ayant soin de tendre légèrement le fil développé qui relie les deux instruments et assure leur écartement à 20 ou 40 mètres.

Ceci fait, l'opérateur, au moyen de l'instrument B, détermine, sur sa droite, la ligne suivant laquelle il aperçoit l'image du but par double réflexion. puis il déplace la lentille mobile, de manière à dévier, sur cette même direction, la ligne de foi du voyant de l'instrument A, que son aide tient toujours immobile.

L'opérateur lit alors la distance cherchée sur son instrument, en regard d'un index porté par la lentille mobile.

En se déplaçant latéralement de quelques centimètres, il peut faire, en moins d'une minute, une seconde observation, indépendante de la première, et qui sert de contrôle à celle-ci.

Cet instrument est simple et solide; il permet de mesurer des distances de 1,000 mètres, à 10 mètres près, et les plus longues distances, avec des erreurs qui croissent comme leurs carrés. Le télomètre nous paraît donc devoir entrer dans la pratique, aux armées, surtout quand il s'agit d'opérations dont l'exécution exige quelques dispositions préparatoires.

Mais, sur le champ de bataille, quand on manœuvre, ou quand on veut ouvrir son feu, il faut, pour apprécier les distances, un instrument qu'on ait toujours sous la main. En raison de son volume, le télomètre du commandant Goulier n'offrirait pas cet avantage.

En restreignant ainsi le cercle des opérations dans lesquelles on peut s'en servir à l'armée, la Commission pense que le télomètre à prismes est un instrument fort ingénieux, suffisamment exact et pratique, et qui fait honneur à son inventeur.

TÉLÉMÈTRE DE POCHE ,

de M. Gautier, capitaine d'artillerie (armée française).

Ce télomètre est un petit instrument à double réflexion, comprenant deux miroirs dont une vis de rappel permet de

faire varier l'angle de 40 à 50 degrés environ, et un prisme achromatique interposé entre l'œil et l'objet qu'il voit directement. Ce prisme, qui produit une déviation de $1/40$ environ, est monté sur une virole par la rotation de laquelle on change le sens de la déviation, de telle sorte que la *composante latérale* de cette déviation peut varier de $\times 1/40^\circ$ à $- 1/40^\circ$. Si l'on compare les positions apparentes de l'objet visé, pendant la première direction et une direction quelconque du prisme, la *déviation relative* peut donc varier de 0 à $1/20^\circ$. Les sinus de ces déviations relatives sont marqués par un index, sur une graduation portée par la virole mobile.

Pour mesurer la distance à un but donné, on plante un jalon au point de départ, et l'on avise, dans la campagne, un point remarquable très-éloigné, situé dans une direction à très-peu près perpendiculaire à la ligne à mesurer, et destiné à servir de point de repère. On se sert alors de l'instrument dont l'index est au zéro, et l'on modifie l'angle des deux miroirs de manière à amener dans la direction du jalon et des points de repère l'image doublement réfléchie du but à atteindre.

Cela fait, on amène la division 50, par exemple, de la virole du prisme, en regard de l'index, et visant alors, on voit le point de repère dans une direction qui fait avec sa direction réelle un angle dont le sinus est $1/50^\circ$.

Suivant cette nouvelle direction, l'opérateur se porte en arrière du jalon planté au point de départ, jusqu'à ce qu'il aperçoive l'image doublement réfléchie du but dans la direction de l'image déviée du point de repère. Il s'arrête alors, et mesure la distance qui le sépare du jalon, et, la multipliant par 50, il obtient la distance cherchée.

Quand le terrain ne fournit pas le point destiné à lui servir de repère, dans une direction à très-peu près perpendiculaire à la ligne à mesurer, on fait usage d'un voyant, fixé contre un arbre ou porté par un homme, à une distance de 100 mètres au moins.

Le télémètre de poche est basé sur un principe très-élégant dont l'auteur a su tirer un très-bon parti. Cet instrument joint à beaucoup de précision celui d'être d'un très-petit volume, ce qui permet d'en faire un usage habituel en campagne. On peut se passer, en vue de cette destination, du jalon, du voyant et même du décamètre, accessoires obligés du télémètre, quand on veut obtenir une assez grande précision. Celle que l'on obtiendrait en mesurant la base au pas, pourrait être encore suffisante sur le champ de bataille.

La Commission est donc d'avis que le télémètre de poche du capitaine Gautier est un instrument dont on pourra tirer très-bon parti en campagne.

TÉLÉMÈTRE DE M. LE COLONEL D'ARTILLERIE CLERCK,

de l'armée anglaise.

Le télémètre du colonel Clerck sert à mesurer directement les distances.

Il se compose d'un tube solide de 2 pieds de longueur environ; à chaque extrémité est disposé un petit miroir incliné à 45° sur l'axe du tube, et, au milieu, deux autres miroirs se croisent à angle droit. Une lunette, avec un oculaire muni d'un micromètre, est fixée au milieu du tube, de manière que l'axe de la lunette soit perpendiculaire à celui du tube et dans le même plan.

L'image d'un objet éloigné est réfléchié par chacun des miroirs extrêmes vers les miroirs du milieu, et par ceux-ci vers la lunette, dans laquelle on observe deux images de l'objet.

La distance absolue des deux miroirs extrêmes du tube est connue, ainsi que la distance focale de la lunette; ces deux données, ensemble, constituent la base de l'opération. La distance des deux images, lue d'après l'indication du micromètre, se trouve ainsi être dans un certain rapport avec la distance de l'objet à la station, et cette distance se calcule au moyen

d'une petite table qui accompagne la brochure de l'auteur.

Cet instrument ne donne d'approximation suffisante que pour les distances de moins de 200 mètres. D'un autre côté, sous l'action des rayons solaires, le tube se dilate inégalement. En outre, la déformation de l'instrument est à craindre par le choc dans les transports. Enfin, l'emploi d'une vis micrométrique constitue généralement un appareil délicat et fragile. En résumé, le télémètre dont il s'agit ne paraît pas être un instrument très-propre aux usages militaires.

STADIOMÈTRE PORTATIF,

du major Klockner, de l'armée autrichienne.

Ce stadiomètre est un instrument à double réflexion dont les deux miroirs sont mobiles séparément, et qui est muni d'une lunette.

Pour déterminer la distance d'un point A à un point C, on vise du point A, dans la campagne, au moyen de la lunette, un point D très-éloigné qui coïncide avec l'image réfléchie du point C. On mesure sur la ligne AD, perpendiculaire à AC, 25 mètres à partir du point A, et du point B, ainsi déterminé, on vise de nouveau le point D, en rétablissant, au moyen d'une vis, la coïncidence des images des points C et D. L'indicateur que fait mouvoir cette vis donne alors la distance AC, en unités de même longueur que celles dont on s'est servi pour mesurer la base.

Ce même instrument peut être également employé dans le cas, assez fréquent, où l'on ne découvrirait pas avec sa lunette un point éloigné dans la direction perpendiculaire à AC. Il permet alors de mesurer l'angle que fait AC avec une ligne quelconque AE déterminée par un autre point remarquable visé au loin dans la campagne. Dans ce cas, au lieu de mesurer 25 mètres comme on l'avait fait sur l'alignement AD perpendiculaire à AC, on porte dans la direction AE une longueur

que donne une table annexée à l'instrument pour chaque valeur de l'angle CAE. On opère, au moyen de cette nouvelle base comme dans le cas précédent. Toutefois, il faut encore faire subir à la distance, ainsi obtenue, une légère rectification indiquée par une seconde table.

Le stadiomètre du major Klockner est un instrument bien conçu, un peu volumineux peut-être, mais son principal inconvénient est d'exiger un opérateur très-exercé, ce qui tient surtout au grossissement exagéré de sa lunette. En le simplifiant à ce point de vue, il serait d'un emploi plus rapide et plus facile, sans assez perdre de son exactitude pour ne pas être très-utilement employé en campagne.

PLANIMÈTRE POLAIRE,

de M. Amsler, professeur de mathématiques à Schaffhouse.

Cet instrument se compose de deux tiges articulées, l'une terminée par une pointe que l'on fixe dans le plan d'une courbe dont on veut déterminer la surface, l'autre terminée par un style avec lequel on suit le contour de la courbe.

Pendant ce mouvement, la tige décrivante subit des déplacements transversaux successifs, dont la somme varie comme l'aire de la courbe décrite et peut lui servir de mesure.

Ces déplacements sont mesurés par la rotation d'une petite roue dont l'axe est parallèle à la tige décrivante. Elle prend appui sur le plan de la courbe et tourne sur elle-même par l'effet du frottement contre ce plan. Elle est divisée en cent parties égales et l'on peut régler l'instrument de manière que chacune corresponde à un centimètre carré par exemple. Un compteur enregistre chaque tour de roue, c'est-à-dire chaque centaine de centimètres et un vernier fixe, placé en regard de la roue mobile, donne les fractions de tours.

Cet instrument est d'un emploi facile, d'une extrême préci-

sion et d'un prix très-modique. Il est appelé à rendre de grands services aux ingénieurs.

Le nom de M. Amsler doit être très-honorablement cité dans le rapport de la Commission.



CHAPITRE X

CARTES ET PLANS-RELIEFS

CARTES.

ANGLETERRE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Minutes et réduction des minutes exécutées à la main. — Carte gravée en courbes. — Carte gravée en hachures. — Carte chromolithographiée. — Plan de Jérusalem exécuté à la main.

Minutes exécutées à la main, échelle $\frac{1}{10360}$. — Ces minutes, comme on peut le penser d'après la grandeur de leur échelle, sont excessivement complètes, tant comme planimétrie que comme figuré du terrain. La planimétrie doit, d'ailleurs, avoir été réduite d'après les levers à $\frac{1}{2500}$, dont nous parlerons plus bas. Le figuré, exécuté en éléments de courbes discontinus, est fait à la plume, à l'encre de Chine ; l'exécution en est très-belle et très-hardie ; le rendu des formes est excessivement fouillé et détaillé, et le modèle fait un bel effet de relief.

C'est un excellent travail sous tous les rapports.

Réduction de ces minutes à $\frac{1}{63360}$. — La réduction de ces minutes, exécutée à la main, à l'échelle de $\frac{1}{63360}$, pour servir à la gravure, est dessinée d'une manière en tout semblable aux originaux et reste bien lisible malgré la petitesse de l'échelle. — Bonne exécution.

Carte gravée en courbes, sur cuivre, à $\frac{1}{10500}$. On n'y trouve que la planimétrie et les courbes régulières à une équidistance de 100 en 100 pieds ; cette carte est gravée d'après une photographie réductrice de la carte lithographiée à $\frac{1}{2500}$. L'exécution de la gravure est très-fine.

Carte gravée en hachures d'après la réduction à $\frac{1}{63500}$, sur cuivre. Cette carte est le résultat final des autres travaux ; on voit que l'échelle en est suffisamment grande pour qu'on y puisse introduire tous les détails importants.

Le figuré de terrain est fait en hachures (lumière zénithale). Les hachures sont légèrement tremblées : il y a quelques cotes d'altitude.

L'exécution est très-jolie, et quoique le relief soit bien accusé, l'aspect général est très-doux, ce qui tient à la finesse et au tremblé léger de la hachure, et en même temps à la façon grasse dont elle est faite. Toutefois, comme on a voulu faire entrer dans cette carte à $\frac{1}{63500}$ tous les détails de mouvements de terrain figurés sur la minute six fois plus grande, il en résulte quelquefois un peu d'obscurité dans le rendu des accidents faibles ; cet inconvénient, il est vrai, n'a pas lieu dans la réduction faite à la main, à $\frac{1}{63500}$, mais c'est que le figuré en éléments de courbes se prête bien mieux que le figuré en hachures à l'expression de menus détails très-serrés.

En somme, cette carte est très-jolie et bonne.

Carte chromolithographiée à $\frac{1}{2500}$. Cette carte est un véritable cadastre, comme l'indique son échelle. Sa planimétrie est excessivement détaillée ; quant au nivellement, il n'est représenté que par des courbes de niveau de 100 en 100 pieds anglais, et quelquefois de 50 en 50 pieds, qui paraissent avoir été levées avec une grande exactitude.

Le trait planimétrique est noir, ainsi que les courbes de niveau, les bois sont figurés par un feuillé noir : les maisons sont en rouge, les chemins en jaune brun, les eaux en bleu.

L'exécution de cette carte est des plus ordinaires ; mais elle suffit parfaitement pour le but qu'on a voulu atteindre.

Plan de Jérusalem exécuté à la main. Ce plan est exécuté en éléments de courbes brisés, faits au pinceau avec une encre assez pâle ; la facture est tout à fait conforme à celle des minutes reconnaissances, exécutées à $\frac{1}{10000}$. Il paraît bien levé, et est très-soigné comme exécution.

AUTRICHE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Cartes spéciales gravées sur cuivre. — Carte spéciale de la Hongrie, partie

N. O. — Carte spéciale de la Bohême. — Carte spéciale de la Dalmatie. Lithographies : Carte spéciale de l'Italie centrale.

Cartes générales, gravées sur cuivre : Carte générale de la Bohême. —

Carte générale de la Valachie. — Monarchie autrichienne, par Scheda. Chromolithographies : Carte générale de l'Allemagne du Sud-Ouest. —

Europe par Scheda.

Cartes particulières lithographiées : Environs de Vienne, en huit feuilles.

CARTES SPÉCIALES GRAVÉES SUR CUIVRE.

Carte spéciale de la Hongrie, partie N. O. à $\frac{1}{144,000}$. — La planimétrie y est très-lisible : les bois y sont figurés par un travail conventionnel fort léger, de sorte qu'il laisse bien lire les formes du terrain qui se trouvent sous lui. Les villages sont indiqués par la forme de leurs massifs de maisons.

Le figuré de terrain, fait en hachures (lumière zénithale), est très-joli, bien compris et bien rendu, surtout dans les crêtes, qui ressortent parfaitement, bien qu'on n'ait employé aucun artifice de lumière oblique ; les tons sont bien gradués et la finesse du détail n'empêche pas l'effet d'ensemble de se produire. En somme, cette carte est un très-beau spécimen de la gravure autrichienne et elle satisfait pleinement à toutes les exigences.

Carte spéciale de la Bohême, à $\frac{1}{143,000}$. Même espèce de carte que la précédente. L'exécution est fine et jolie. Elle est cependant plus difficile à lire que celle de Hongrie, parce que les mouvements de terrain sont moins bien groupés et plus petits, mais c'est la faute du terrain et non celle de la carte.

Carte spéciale de la Dalmatie, à $\frac{1}{143,000}$. Même espèce de carte que les deux premières, mais en quelques endroits difficile à lire, à cause de la nature du pays, tout coupé de crevasses et de vallées sans issues, et n'ayant pas de mouvements généraux qui puissent servir de guide. Dans l'impossibilité de supprimer ces petits détails, qui sont justement caractéristiques, il a bien fallu les exprimer, au risque d'un peu de confusion; on n'eût pu l'éviter qu'en agrandissant l'échelle ou en employant le système de la lumière oblique, ce qui eût causé un manque d'unité dans le travail, dans l'un et l'autre cas.

En résumé, cette carte est aussi bonne que possible, étant donné son échelle et le terrain à représenter. La gravure en est, comme celle des cartes précédentes, remarquablement fine et jolie.

CARTES SPÉCIALES LITHOGRAPHIÉES (EN NOIR).

Carte spéciale de l'Italie centrale, à $\frac{1}{80,000}$. Elle paraît complète, bien détaillée et est très-lisible, tant comme planimétrie que comme nivellement; les mouvements de terrain sont corrects, mais l'exécution lithographique laisse à désirer et la carte ne produit pas d'effet de relief.

CARTES GÉNÉRALES GRAVÉES SUR CUIVRE.

Carte générale de la Bohême, à $\frac{1}{288,000}$. — Cette carte, quoique deux fois plus petite que la carte spéciale du même pays, est presque aussi complète qu'elle, comme planimétrie et comme

nivellement. Le figuré de terrain est bien rendu, l'exécution est fort jolie. Très-bonne carte sous tous les rapports.

Carte générale de la Valachie, à $\frac{1}{288,000}$. Carte de même espèce que la précédente et d'une exécution aussi jolie : l'effet général est plus agréable, parce que la disposition du terrain s'y prête mieux. Carte très-complète.

Monarchie autrichienne, par Scheda, à $\frac{1}{576,000}$. — Malgré sa petite échelle, cette carte est complète et claire, ce qui tient à une intelligente simplification de la planimétrie et du nivellement ; de près, le détail est finement exprimé ; de loin, les masses ressortent bien. L'exécution est très-bonne.

CARTES CHROMOLITHOGRAPHIÉES.

Carte générale de l'Allemagne du Sud-Ouest, à $\frac{1}{576,000}$. — La planimétrie est imprimée en quatre couleurs : les routes sont *rouges* ou *brunes*, suivant leur importance ; les villes et les villages sont *rouges*, les lacs et les fleuves *bleus*, et les petits cours d'eau *noirs*. Le figuré du terrain est en hachures *bistre* (lumière zénithale). Ce figuré est bien rendu ; on saisit bien les masses montagneuses, et on se rend bien compte du détail : des cotes nombreuses indiquent l'altitude des principaux points au-dessus de la mer. Grâce aux différences de couleur, la planimétrie et le nivellement ne nuisent pas à leur clarté réciproque : l'aspect est doux et harmonieux, l'exécution excellente. Cette carte est une des meilleures qu'on puisse trouver.

Europe, par Scheda, en quatre couleurs, à $\frac{1}{2,592,000}$. Quoique cette carte, par son échelle, appartienne plutôt à la géographie qu'à la topographie, elle est néanmoins tout à fait topographique par son exécution.

Les routes et les villes sont en *rouge*, les eaux en *bleu* ; on a fait également en *bleu* les chemins de fer : quoique le trait

qui les représente ne puisse être confondu, en y regardant de près, avec le trait des cours d'eau, il est fâcheux qu'on ait été forcé de le tracer en cette couleur : le rouge des villes et des routes n'est pas non plus toujours assez vif pour se bien détacher. Les divisions politiques sont aussi bordées d'un liséré colorié.

Le figuré de terrain est en hachures *bistre* (lumière zénithale) et rendu tout à fait à la façon topographique. Des cotes donnent l'altitude des principaux points.

La lecture de cette carte est facile, tant comme ensemble que comme détails : l'exécution est bonne et l'aspect joli. En somme, c'est une œuvre remarquable, et qui indique une tendance heureuse à substituer un figuré topographique du terrain à l'ancien figuré géographique, faux et incomplet : au grand avantage de la vérité, les mouvements de terrain seront désormais rendus, par ce moyen, avec leurs vraies formes et leur importance relative réelle ; tandis que jusqu'à présent on se contentait, en général, de figurer les *lignes de partage* des eaux par une espèce d'arête, ce qui donnait quelquefois lieu de supposer des montagnes là où il n'y en a souvent pas trace, et n'en indiquait pas dans des endroits formant de grands massifs.

CARTES PARTICULIÈRES, GRAVÉES SUR PIERRE EN NOIR.

Carte des environs de Vienne, en huit feuilles, à $\frac{1}{43,200}$. Cette carte est très-détaillée ; les mouvements sont bien rendus, corrects et distincts, mais la hachure est un peu maigre, et la pierre paraît usée en quelques endroits.

L'exécution est passable : ce sont de bonnes cartes ordinaires.

GRAND-DUCHÉ DE BADE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

(Direction supérieure des eaux et routes).

Il n'y a pas de cartes gravées, mais seulement des reproductions ou réductions photographiques.

Minutes exécutées à la main. — Cartes levées avant 1832 — cartes levées de 1832 à 1837 — cartes levées de 1837 à 1845 — carte générale du grand-duché de Bade.

Cartes levées avant 1832, à $\frac{1}{10,000}$. Elles sont très-détaillées et très-complètes. Le figuré de terrain est exprimé en hachures (lumière zénithale). Le travail paraît bien étudié, les mouvements sont correctement rendus. Ces minutes sont lisibles, mais d'un aspect un peu maigre et ne font pas d'effet d'ensemble.

Cartes levées de 1832 à 1837, à $\frac{1}{10,000}$. Ici, le terrain est rendu par des courbes régulières horizontales équidistantes (2^m d'équidistance), et l'effet de relief est produit par un lavis assez vigoureux en lumière zénithale ; ces cartes sont fort claires, le lavis masquant moins la planimétrie que ne le fait la hachure. Elles ont, en outre, l'avantage de pouvoir servir de base aux nombreux travaux qui s'appuient sur la connaissance mathématique du relief. Ces minutes sont d'une bonne exécution graphique.

Cartes levées de 1837 à 1845, à $\frac{1}{25,000}$. Ces cartes ne diffèrent des précédentes que par l'échelle ; le système de figuré du terrain est le même ; seulement l'équidistance est plus petite, et les mouvements de terrain plus faibles que l'équidistance, qui, par suite, ne peuvent être rendus par une courbe, sont exprimés en hachures : on ne saisit pas bien la raison du mélange de ces deux éléments ; l'effet n'en est pas agréable à l'œil. Sauf cette singularité, ces cartes sont bonnes et fort lisibles.

En général, les minutes badoises paraissent avoir été levées avec grand soin et sont bien exécutées.

Carte générale du grand-duché de Bade. — Carte d'ensemble en six feuilles, d'après le travail de l'état-major général grand-ducal, à $\frac{1}{200,000}$. — On n'en a exposé que la photographie, réduite à $\frac{1}{400,000}$. Cette carte, gravée sur pierre à $\frac{1}{200,000}$ au bureau de l'état-major, a son figuré de terrain en hachures, lumière zénithale ; mais l'échelle de la photographie est trop petite pour qu'on puisse bien juger par elle de la facture de l'original ; les mouvements paraissent assez bien rendus, mais les hachures semblent être un peu trop écartées par rapport à leur longueur.

BELGIQUE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Cartes gravées : Carte gravée au dépôt de la guerre d'après les levés de l'état-major belge.

Cartes lithographiées : Cartes photolithographiées avec impression en couleur. — Cartes autographiées avec impression en couleur.

CARTES GRAVÉES.

Carte gravée au dépôt de la guerre, d'après les levés de l'état-major belge, à $\frac{1}{40,000}$. Cette carte est réduite d'après les planchettes minutes levées à $\frac{1}{20,000}$, dont nous aurons occasion de parler plus loin, à propos de leur reproduction par la photolithographie.

La planimétrie est très-complète, et même d'une grande minutie de détails, nécessaire, du reste, dans un pays aussi plat, où les accidents artificiels acquièrent une grande importance au point de vue militaire.

Le figuré du terrain est représenté en courbes à une équidistance de 5^m ; aussi la lecture en est-elle difficile, même quand il y a d'assez fortes différences de niveau. Du reste, il serait peut-être encore plus difficile de rendre ce figuré de terrain en hachures, car il faudrait appuyer ces dernières sur des courbes distantes souvent de 5 ou 6 centimètres en projection horizontale, et ayant fréquemment des formes très-

contournées : ajoutons à cela la confusion qui résulterait de l'entre-croisement de hachures longues et minces avec une planimétrie très-serrée.

La gravure est d'une bonne exécution et fort nette.

CARTES LITHOGRAPHIÉES.

Cartes photolithographiées avec impression en couleur, amplifiées, à $\frac{1}{10,000}$ (1). La carte belge a été reproduite par la photolithographie, c'est-à-dire par un procédé qui consiste à obtenir directement sur la pierre la reproduction du dessin, à l'aide de la photographie. Dans ce procédé, on ne reproduit pas directement la minute même du levé à son échelle de $\frac{1}{20,000}$, pour éviter la confusion qui résulte de la surcharge existant quelquefois sur les minutes, le disparate entre les différentes feuilles provenant des manières différentes de travailler particulières à chaque officier, et enfin parce que l'imperfection du trait obtenu par la photolithographie ne permettrait pas de bien rendre toujours les endroits un peu chargés comme dessin ; voici quel est le procédé employé :

Un dessinateur calque, sur la minute, la planimétrie, les écritures et les courbes, et les retrace sur du papier blanc ; ce travail fait à $\frac{1}{20,000}$, comme la minute, est porté par la photographie à l'échelle de $\frac{1}{10,000}$, sur une pierre sensibilisée. On encre le trait ainsi obtenu, et on reporte ce trait sur autant de pierres qu'il y a de couleurs ; puis, sur chaque pierre, on efface toutes les portions du trait, qui ne doivent pas être reproduites par la pierre dont il s'agit. Pour apprécier le progrès réalisé ici par le dépôt de Bruxelles, il convient de rappeler que, jusqu'ici, on exécutait, avant tout, le trait complet sur une pierre dite *pierre-matrice*, puis on effectuait les reports des parties convenables sur les autres pierres destinées à recevoir les couleurs.

(1) Ces détails sont empruntés à une notice de M. le colonel d'état-major Borson.

Dans le tirage de la carte qui nous occupe, il y a en tout sept pierres, correspondant à autant de couleurs :

1° *Noir*, pour les chemins d'importance secondaire, les chemins de fer, les écritures ;

2° *Rouge*. — Édifices publics et grandes routes ;

3° *Rose*. — Massifs de constructions des plans de villes ;

4° *Vert*. — Bois figurés par un feuillé ;

5° *Vert clair*. — Prés ;

6° *Bleu*. — Eaux ;

7° *Bistre très-pâle*. — Terres labourées (les routes restent en blanc).

Dans les jardins, il y a alternativement des carrés roses et des carrés lilas, ceux-ci obtenus par superposition du bleu et du rose.

Ces teintes sont plates, à l'exception des bois, représentés, comme nous l'avons dit, par un feuillé imitatif. Grâce à ces couleurs distinctives, les détails minutieux de la planimétrie ressortent très-clairement.

Figuré du terrain. — Il est exprimé en courbes *bistre foncé*, chaque 5^m la courbe étant *noire* et plus grosse que les autres. L'équidistance est de 1^m. Aucune carte topographique embrassant un État tout entier (sauf peut-être celle de l'*ordnance office* d'Angleterre) n'est établie dans des conditions d'exactitude supérieures. Les cotes d'altitude sont nombreuses : elles sont inscrites en noir, excepté quelques-unes écrites en *rouge*, placées sur les routes. Le nivellement se détache fort bien sur la planimétrie, à cause de la coloration des traits, et aussi parce que les courbes sont proportionnellement bien plus serrées que dans la carte gravée. Ces causes rendent la carte photolithographiée en couleur bien plus lisible que la carte gravée correspondante. Grâce à la richesse des tons, tous les détails de la planimétrie, routes, cours d'eau, natures de culture, etc., ressortent sur la carte belge avec une grande clarté. Il serait impossible, assurément, sans le secours des procédés polychromes, de reproduire les mêmes indications sur une

carte, sans la charger outre mesure et en rendre la lecture à la fois pénible et confuse.

Ainsi, pour rendre son œuvre utile et accessible à tous, le dépôt de Bruxelles n'a pas reculé devant les difficultés inséparables de l'accumulation d'un aussi grand nombre de pierres, et devant les frais considérables qui en résultent. Les vingt feuilles de la carte de Belgique qui ont paru représentent déjà cent quarante pierres.

Ce tribut d'éloges payé, il convient de faire quelques réserves : la variété des teintes sert un peu à masquer le défaut de précision et de netteté de certaines parties du trait, dont les bavures font un effet désagréable à l'œil, bien que l'échelle soit le $\frac{1}{20,000}$; ces défauts ne nuisent pas à la clarté de la carte. Des imperfections peuvent être encore signalées dans le repérage des teintes.

Quoi qu'il en soit, les cartes belges ont une grande valeur, au point de vue de l'utilité publique ; elles ont atteint le but qu'elles se proposaient : elles sont exactes, claires et à bon marché.

Cartes autographiées avec impression en couleur, $\frac{1}{10,000}$. Ce sont les mêmes que les précédentes, avec les mêmes couleurs pour la planimétrie ; mais toutes les courbes sont noires, ce qui rend le figuré du terrain un peu moins clair. Les routes ne sont pas ménagées en blanc, comme dans la carte photolithographiée, circonstance qui les rend bien moins visibles. L'exécution est peu soignée ; on n'a eu évidemment en vue que la vulgarisation à bon marché de cartes utiles et très-suffisamment claires, et ces cartes remplissent parfaitement le but proposé.

DANEMARK.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Cartes gravées : Carte du royaume de Danemark, par l'état-major danois.
— Même carte, planimétrie adoucie.

Cartes lithographiées : Cartes photolithographiées imprimées en couleur.
— Cartes reproduites par une photographie positive prise par contact et coloriées.

CARTES GRAVÉES.

Carte du royaume de Danemark, par l'état-major général danois, à $\frac{1}{80,000}$. La projection de cette carte est celle du dépôt de la guerre français, et l'échelle de publication est aussi la même. Les levés sur le terrain sont faits à $\frac{1}{20,000}$.

La planimétrie est tellement complète que, même à $\frac{1}{80,000}$, c'est un véritable cadastre ; les natures de culture sont distinguées par un figuré léger : toute cette gravure est d'une finesse et d'une délicatesse excessives. Elle semble faite à la loupe.

Le figuré du terrain est en courbes de niveau à l'équidistance de 10 pieds ; de cinq en cinq courbes, il y en a une plus grosse ; le terrain a été évidemment levé avec le plus grand soin ; aucune inflexion un peu forte du sol n'a été négligée, et ce n'est pas une petite besogne pour le topographe, dans un terrain de cette espèce.

Il est fâcheux qu'on n'ait pas adopté pour la publication une échelle plus grande, car la quantité énorme de détails qu'il a fallu conserver dans la carte en rend la lecture difficile, par suite de la confusion possible entre la planimétrie et le nivellement. En somme, carte très-bien faite et parfaitement gravée.

Même carte avec planimétrie adoucie. — C'est probablement pour éviter le défaut dont nous venons de parler qu'on a gravé les cartes avec la planimétrie adoucie : dans celles-ci, la planimétrie étant excessivement pâle, les courbes de niveau ressortent parfaitement, et alors on suit les mouvements du terrain aussi bien que le permet le système employé : on voit d'ailleurs qu'une équidistance de 10 pieds (3 mètres environ) est très-petite pour une échelle de $\frac{1}{80,000}$, puisqu'elle correspond à une équidistance graphique d'environ 0^m³⁰41, tandis qu'il est rare de voir cette équidistance graphique au-dessous de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Il a fallu choisir cette équidistance, sans quoi le terrain n'eût pas pu être suffisamment exprimé. L'exécution de ces cartes est également excellente.

CARTES LITHOGRAPHIÉES.

Carte photolithographiée avec impression en couleur, à $\frac{1}{20,000}$. Ces cartes sont la reproduction des levés à $\frac{1}{20,000}$. Le trait planimétrique est *noir*; les chemins à deux traits teintés en *brun*; les bois et les prés sont *verts*, mais d'une nuance différente; en outre, dans les bois, il y a un feuillé en *noir*. Le figuré du terrain est exprimé par des courbes noires à une équidistance de 5 pieds ($1^m 15$ environ). Aussi le nivellement est-il bien lisible.

Cette carte, d'une exécution commune, est cependant très-claire sous tous les rapports, et par conséquent très-bonne pour le but qu'on a voulu atteindre.

Cartes reproduites par une photographie positive prise par contact et coloriées, $\frac{1}{20,000}$. Elles sont à peu près semblables aux précédentes, ont la même échelle, et sont aussi très-faciles à lire. L'exécution est du même genre que celle des cartes en photolithographie.

ESPAGNE.

Atlas des provinces d'Espagne, par le colonel du génie F. Coello, à des échelles différentes, de $\frac{1}{1,000,000}$ ou $\frac{1}{200,000}$. Cet atlas se compose de cartes détachées sur chacune desquelles est une province circonscrite, comme figuré de terrain, dans les limites administratives. Certaines de ces cartes sont à $\frac{1}{200,000}$, d'autres à $\frac{1}{1,000,000}$, suivant les dimensions de la province à représenter.

La planimétrie paraît bien simplifiée; le nivellement est figuré par des éléments brisés de courbes: le détail semble, dans quelques parties, avoir été assez finement étudié; mais, quoique le pays présente des masses montagneuses considérables, ces cartes ne produisent pas d'effet d'ensemble, ce qui tient à ce que le figuré est trop pâle et un peu confus. Il n'y a pas de cotes.

Dans les coins de chaque carte sont placés les plans à $\frac{1}{10,000}$ et à $\frac{1}{20,000}$ des principales villes de la province représentée ; le terrain y est figuré d'après le même mode de représentation. Une légende autour de chaque page donne des renseignements topographiques, géologiques, statistiques, etc., et indique les documents d'après lesquels ont été dressés les plans et la carte de la province.

Cet atlas, en effet, n'est pas le résultat d'un travail général entrepris par le gouvernement ; c'est une compilation de matériaux divers faite par un particulier, et comme telle, cette œuvre est aussi bonne et aussi complète que possible. La gravure est assez fine, mais pâle et sans vigueur. En somme, et à défaut d'une carte officielle, cet atlas est important, puisqu'il est l'unique renseignement qu'on ait sur l'Espagne. Les cartes qu'il contient sont d'ailleurs assez lisibles, quoique peut-être pas très-exactes ni très-complètes.

L'Espagne n'a envoyé aucune carte officielle et régulière.

FRANCE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Dépôt de la guerre : Minutes de la carte de France exécutées à la main.

— Cartes gravées : Carte de France de l'état-major à $\frac{1}{80,000}$. Cartes lithographiées : Carte provisoire de la Corse. Cartes des batailles de la campagne d'Italie en 1859. Carte du massif du mont Blanc. Carte du Liban. Carte des Gaules.

Dépôt de la marine : Cartes marines gravées sur cuivre.

Travaux exposés par des particuliers : Cartes gravées sur pierre. — Cartes chromolithographiées.

Dépôt de la guerre : Minutes de la carte de France exécutées à la main. Ces minutes ont pour base le cadastre réduit à $\frac{1}{40,000}$ et assemblé d'après une triangulation géodésique ; sur le terrain, le topographe complète et rectifie la planimétrie, et fait le figuré du terrain, tout en prenant avec l'éclimètre les cotes d'altitude ; il construit ensuite, au moyen de ces cotes

et de son figuré, les courbes de niveau le plus exactement possible, puis exécute sur la minute définitive les mouvements de terrain en hachures appuyées sur ces courbes.

Les minutes exposées sont assez bien exécutées et très-lisibles, tant comme planimétrie que comme nivellement.

Cartes gravées : Carte de France de l'état-major, à $\frac{1}{80,000}$.— Cette carte est gravée sur cuivre d'après le tracé exact réduit à $\frac{1}{80,000}$ des courbes de niveau et de la planimétrie de la minute, au moyen de la photographie.

La planimétrie est très-complète et très-détaillée ; quelquefois un peu trop chargée de noms : les figurés de culture, surtout les bois, sont trop fortement rendus, de façon qu'ils masquent un peu les mouvements du terrain.

Le nivellement est exprimé en hachures (lumière zénithale). Il est bien compris et bien rendu ; malheureusement, il a fallu, à $\frac{1}{80,000}$, indiquer tous les détails un peu importants, et, parfois, cela charge trop la carte. Les cotes sont très-nombreuses.

Quoiqu'on se soit astreint le plus possible à faire les hachures d'après le tracé régulier des courbes, les différentes tranches se confondent quelquefois, et même quand elles sont bien distinctes, on a de la peine à les suivre, pour peu qu'elles soient serrées. Cette carte ne peut donc remplacer une carte en courbes, à grande échelle, (à $\frac{1}{40,000}$ par exemple, échelle du levé), et il serait à désirer qu'on publiât une édition chromolithographiée de cette espèce. Toutefois, la carte à $\frac{1}{80,000}$ est, en somme, une œuvre très-remarquable sous tous les rapports ; le levé en est généralement exact et l'exécution de la gravure est excellente, surtout dans les dernières feuilles publiées, qu'on a faites moins noires que les précédentes, et avec raison, car l'intensité du ton de la hachure rendait alors difficile la lecture de la planimétrie.

Cartes lithographiées : Carte provisoire de la Corse, photolithographiée, à $\frac{1}{80,000}$. Cette carte, lithographiée rapidement,

n'a pour but que d'avoir une carte complète de la Corse, en attendant la gravure qui ne pourra être faite que dans plusieurs années ; c'est la réduction à $\frac{1}{80,000}$ des minutes des officiers, d'après des photographies de ces minutes retouchées au pinceau. La planimétrie est lithographiée en noir ; les mouvements de terrain sont imités à peu près par un travail ressemblant à un travail à l'estompe, et donnant les inflexions générales et caractéristiques. L'exécution est médiocre, mais suffisante pour le but à remplir.

Cartes des batailles de la campagne d'Italie à $\frac{1}{20,000}$ (chromolithographie). Ces plans sont en *noir* pour le trait, en *bleu* pour les eaux, en *rouge* pour les maisons, en *bistre* pour le figuré du terrain, rendu en hachures (lumière zénithale), en *vert d'une seule nuance* pour les bois et les prés qui se distinguent, les premiers, par un feuillé, les seconds, par un pointillé. Les mouvements de troupes y sont indiqués. Ces cartes sont très-claires et leur exécution est bonne. Les pierres paraissent quelquefois un peu usées.

Carte du massif du mont Blanc, à $\frac{1}{40,000}$, (chromolithographie). Cette carte a été exécutée en chromolithographie à l'échelle même des levés faits en 1863 et 1864, par le capitaine d'état-major Mieulet. Son exécution est identique, pour les couleurs, avec celle des cartes précédentes. Les glaciers sont indiqués en courbes bleues. Le travail original était de la plus scrupuleuse exactitude ; la carte est donc excellente à ce point de vue ; mais les hachures sont beaucoup plus pâles que celles des minutes, et par conséquent semblent indiquer des pentes beaucoup plus faibles que celles de la nature.

L'exécution matérielle est d'ailleurs très-bonne, et la carte est d'une lecture très-facile. On peut lui reprocher de n'être pas assez étendue vers la gauche, ce qui a empêché d'y représenter le col de Balme, passage ordinaire pour entrer dans la vallée de Chamounix.

Carte du Liban — Carte des Gaules (chromolithographiées). La carte du Liban, à $\frac{1}{200,000}$, et la carte des Gaules, toutes deux en chromolithographie, sont de beaux spécimens de ce genre de cartes. La hachure est fine, légère sans être maigre ; le trait est net, les teintes sont harmonieuses. Le figuré est rendu avec intelligence. Ces cartes, ainsi que celles de la campagne d'Italie et celle du mont Blanc, sont, du reste, l'œuvre du même artiste, M. Erhard-Schièble, qui a porté son art à un haut degré de perfection.

Dépôt de la marine : Cartes marines gravées sur cuivre. On ne peut passer sous silence ces cartes, quoiqu'elles ne soient pas, proprement dites, des cartes topographiques, à cause de leur remarquable exécution comme gravure.

Le figuré de terrain, qui embrasse une certaine zone à partir de la mer, pour servir de points de repère aux marins, est exprimé en hachures (lumière oblique). Les formes générales sont rendues suffisamment et faciles à saisir, quoique les détails, et particulièrement les cols, ne soient pas toujours corrects ; mais, vu l'usage auquel sont destinées ces cartes, ces défauts sont insignifiants.

L'effet général est très-doux et très-joli, ce qui tient en grande partie à ce que toute la portion terrestre est couverte d'un pointillé très-fin, très-serré et très-léger ; ce travail produit, en éteignant les clairs trop vifs, un effet d'adoucissement analogue à celui d'un lavis passé sous la hachure ; en outre, la facture de celle-ci est douce, fine et légèrement tremblée, ce qui l'adoucit encore. Comme gravure, ces cartes sont, pour ainsi dire, parfaites ; il est difficile de trouver mieux.

Travaux exposés par des particuliers : Cartes gravées sur pierre — Carte de l'île de Saint-Domingue, à $\frac{1}{370,000}$. Cette carte est faite en hachures (lumière oblique). L'effet d'ensemble est passable, mais le détail est défectueux. L'exécution lithographique n'est pas bien réussie, sans être mauvaise.

Plan de Boulogne-sur-Mer, à $\frac{1}{2,000}$. Ce plan, levé par M. Lens, conducteur des ponts et chaussées, est très-complet comme planimétrie. Le figuré du terrain y est exprimé en hachures (lumière zénithale). Il est bien fait, mais à cette échelle, le nivellement devrait être géométrique et non approximatif; l'exécution est fort bonne.

Copies des cartes du dépôt de la marine. L'exécution en est excellente et ressemble beaucoup à de la gravure sur cuivre; les modèles ont été imités avec une grande perfection.

Cartes en chromolithographie : Plan de la Loire aux abords de Chalonnès, à $\frac{1}{10,000}$. Les chemins, maisons, cultures, en *noir*, les eaux en *bleu*; le figuré de terrain en courbes *rouges* d'une équidistance de 5 mètres. La carte est très-lisible, l'exécution fort bonne.

Plan d'Orléans, à $\frac{1}{20,000}$. Chemins, maisons, cultures, en *noir*; eaux en *bleu*. Le figuré est exprimé en *rouge*, simultanément, en courbes horizontales à 10^m d'équidistance, et en hachures, dont il y a deux tranches dans chaque équidistance, (lumière zénithale). Ce système a l'avantage de donner, par la hachure, le relief pour l'œil, et par la courbe, l'élément géométrique.

L'exécution de cette carte est très-bonne, et la lecture en est des plus faciles.

Tels sont les deux spécimens les mieux réussis des différentes cartes chromolithographiées exposées par des particuliers.

Ces cartes, à l'exception de la carte de Saint-Domingue, sont toutes exécutées par MM. Régnier et Dourdet.

Nous ne parlons pas ici des cartes de M. Erhard que nous avons examinées à propos du dépôt de la guerre.

NORWEGE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Cartes des bailliages à $\frac{1}{200,000}$. — La planimétrie paraît assez complète et bien nette. Le figuré de terrain est rendu en éléments brisés de courbes très-serrés ; il est fait hardiment, et pour ainsi dire à main levée ; il produit un joli effet, est complet, clair, et bien approprié à l'échelle choisie, ainsi qu'à la nature découpée du terrain à rendre, où il y a de hautes montagnes et des parties plates. A la carte de chaque bailliage est joint le plan, à grande échelle, de la ville principale, exécuté d'après le même système que le corps de la carte.

Une particularité de ces cartes, c'est qu'on y a marqué sur les côtes les principaux sondages et indiqué les passes. L'exécution est soignée, l'aspect général joli, la lecture très-facile.

Carte géologique de la Norwége, à $\frac{1}{400,000}$, (lithographiée en couleurs). C'est la copie réduite à moitié de la carte précédente ; la partie topographique est lithographiée en noir ; la nature géologique des terrains y est indiquée par des couleurs. L'exécution est satisfaisante, et la topographie est encore bien lisible à cette échelle.

Cartes marines (gravées sur pierre). La portion voisine des côtes est figurée en hachures (lumière oblique). La facture des cartes est bonne et la gravure d'une jolie exécution.

PAYS-BAS.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Cartes lithographiées en noir : Carte topographique des Pays-Bas à $\frac{1}{50,000}$. Carte topographique des Pays-Bas, réduite à $\frac{1}{200,000}$.

Cartes chromolithographiées avec gravure à l'eau forte : Cartes des résidences hollandaises dans l'île de Java. — Reproduction de la carte à $\frac{1}{50,000}$ des Pays-Bas pour le service des ponts et chaussées. — Atlas du matériel d'artillerie.

CARTES EXPOSÉES PAR DES PARTICULIERS.

Plan de Batavia, en chromolithographie à l'eau forte. —
Atlas des provinces des Pays-Bas.

Cartes exposées par l'État, gravées sur pierre en noir : Carte topographique des Pays-Bas, à $\frac{1}{50,000}$. Comme planimétrie, cette carte est des plus complètes ; toutes les divisions de culture, les sentiers, canaux, digues, écluses, etc., y sont indiqués ; c'est un véritable cadastre : les natures de culture sont exprimées par un figuré assez vigoureux ; mais ici, comme il n'y a pas de mouvements de terrain, cela n'a pas d'inconvénients.

Comme figuré du terrain, il n'y a que quelques mouvements très-rares, très-peu étendus et très-peu élevés (quelques mètres) ; ils sont exprimés en hachures (lumière zénithale).

Tout cela est levé avec la plus grande minutie et doit être très-exact. Quant à l'exécution matérielle, elle est très-belle, et si nette qu'il faut y regarder de très-près pour voir que ce n'est pas de la gravure sur cuivre.

Cette carte est très-jolie, très-complète et très-lisible.

Réduction de la carte précédente, à $\frac{1}{200,000}$. Cette réduction donne lieu aux mêmes remarques que la précédente carte. Elle est très-détaillée eu égard à son échelle, et reste cependant très-claire. L'exécution est aussi bonne qu'il est possible de l'obtenir en gravure sur pierre.

Cartes chromolithographiées avec gravure à l'eau forte : Cartes des résidences hollandaises dans l'île de Java, à $\frac{1}{100,000}$. Le bureau topographique de La Haye, dirigé par M. le colonel Besier, a exposé différentes cartes des possessions hollandaises dans l'île de Java, dressées à l'échelle de $\frac{1}{100,000}$. Ces cartes tiennent à la fois de la gravure sur pierre avec impression en couleur et du report lithographique ; elles sont remarquables

à première vue, par leur netteté et par la variété des couleurs employées pour les lignes de la planimétrie et les natures de culture.

Le nombre des pierres qui concourent au tirage est de cinq, savoir : jaune, bleu, rouge, noir et bistre ; mais on obtient par la superposition des teintes plusieurs couleurs composées (jaune et bleu), (jaune et rouge), (bleu et rouge) ; ce qui donne lieu à des combinaisons très-variées.

On y voit aussi plusieurs nuances de la même teinte ; ainsi, le bleu des eaux est dégradé à partir du bord de la mer ou des rives des cours d'eau, par bandes parallèles ou rubans qui rappellent les effets du lavis.

Ces résultats ont été obtenus par l'association ingénieuse de plusieurs procédés.

Emploi de la photographie pour assurer l'identité du trait sur les différentes pierres qui concourent au tirage, et par suite, la superposition parfaite des lignes ou du repérage (1).

Le dessin, préparé à l'échelle même de la carte, est photographié directement sur pierre, et donne l'empreinte du linéaire de la carte. Cette empreinte sert de guide au travail de la gravure et même à celui des retouches que nécessiteraient plus tard les corrections.

Il y a donc ici tout à la fois économie de temps (puisqu'on supprime la gravure du trait qui se faisait jusqu'à présent sur la pierre matrice, trait destiné à être ensuite reporté sur les autres pierres) et une plus grande sûreté d'exécution.

Procédés nouveaux pour griser la pierre et dégrader les teintes. La teinte plate s'obtient dans la gravure en couleur, au moyen de sillons ou d'entailles parallèles, très-serrées, creusées dans la pierre, à la pointe sèche, par l'intermédiaire d'une machine appelée machine à griser. Cette machine est

(1) Ces détails sont empruntés à une notice de M. le colonel d'état-major Berson.

mue par un ouvrier, qui tient à la main le style armé de la pointe en diamant, et en règle la marche. Cette dernière manœuvre exige une attention très-soutenue et absorbe le temps d'un ouvrier habile.

A ce procédé, M. le colonel Besier a substitué le suivant : après avoir recouvert la pierre d'une couche de vernis capable de résister à l'action de l'acide, on la place sous la machine à griser et on l'y abandonne. Cette machine fonctionne jour et nuit par un mouvement automoteur.

La pointe en diamant perce la couche de vernis qui est ainsi striée sur toute sa surface, sans que la pierre ait été entamée. On procède alors comme pour la gravure à l'eau forte, en faisant attaquer par l'acide les portions qui doivent recevoir la coloration, et sur lesquelles seulement la pierre doit être gravée.

On peut de même, par des acidulations successives, obtenir sur une seule pierre des tons plus ou moins forts dans la même couleur ; il suffit pour cela de recouvrir à chaque fois les parties de la pierre qui, étant assez creusées, ont atteint le but voulu. On sait en effet que lors de l'impression, la matière colorante pénètre dans les entailles à l'aide d'un tampon ou d'un rouleau, et que, par suite, plus les entailles ont été creusées profondément par l'action de l'acide, plus le ton sera intense.

Gravure de la montagne. La montagne est gravée en hachures, sur une pierre à part, selon la méthode ordinaire, et tirée en couleur bistre. Ici, aucune économie de temps n'a pu être apportée aux procédés ordinaires.

Écritures. La gravure des noms d'une carte est, comme on le sait, une opération très-longue, et qui exige des artistes habiles. Le colonel Besier l'a remplacée par une sorte d'impression mécanique à la main et par un report lithographique.

L'ouvrier chargé de ce travail a pour guide une épreuve photographique sur papier amidonné : il a ainsi sous les yeux le dispositif des écritures, leur grosseur, leur espacement, etc. Il forme les mots successivement dans de *petites cases droites ou courbes*, au moyen de types ou caractères d'imprimerie, et les estampe à leur place, à l'aide d'une presse à main. Le travail des écritures ainsi préparé, on en effectue le report sur pierre.

Le tirage de la carte s'opère ainsi au moyen de cinq pierres, dont quatre *pour la gravure*, destinées à recevoir la couleur, et une pour le *dessin lithographique en noir*.

Tels sont, dans leur ensemble, les procédés employés par le bureau topographique de la Haye, pour la reproduction des cartes topographiques. On voit que des progrès importants y ont été réalisés et qu'on a réussi à assujettir à une marche sûre et régulière des méthodes jusqu'ici isolées, ou à l'état de simple essai. En les associant, on a formé de l'ensemble un système de reproduction complet, tout à la fois rapide et économique, et qui satisfait, par l'emploi de la couleur et la variété des moyens d'expression, aux exigences de la topographie nouvelle. Cette méthode, aujourd'hui en pleine activité, a déjà donné des œuvres importantes, car on voit figurer à l'exposition trois cartes qui représentent, réunies, une surface de 2^m 40.

On ne peut refuser un juste tribut d'éloges au bureau topographique de la Haye, quand on réfléchit que ces produits sont sortis, complètement achevés, d'un établissement qui ne compte qu'un directeur, un adjoint et dix employés.

Les cartes de Java ont un aspect très-joli ; la lecture en est excessivement facile, malgré leur détail, et l'exécution est excellente.

Reproduction en chromolithographie à l'eau forte de la carte des Pays-Bas, à $\frac{1}{50,000}$. Ces cartes très-complètes sont la copie exacte, mais coloriée, des cartes noires des Pays-Bas, à

$\frac{1}{50,000}$. Elles sont spécialement destinées au service des ponts et chaussées.

Sur la carte on trouve inscrits en *rouge* des chiffres et des indications importantes. Au milieu de chaque surface d'une même teinte, on trouve des nombres suivis d'un B : c'est l'évaluation de la surface du terrain teinté, mesurée d'après la carte.

D'autres chiffres, précédés de l'indication Z. P. et du signe + ou —, donnent la hauteur du terrain au-dessus ou au-dessous d'un repère.

Des renseignements sur le régime des eaux sont encadrés dans des rectangles *rouges*.

En outre, une légende très-complète, en marge, fournit une foule de données sur les écluses, les polders, les dessèchements, les signes conventionnels, etc.

Ces cartes ont cette particularité que rien n'y est imprimé en noir, pas même les écritures : tout est en violet, ainsi que le trait planimétrique. Elles sont exécutées d'après le même procédé que les cartes de Java, si l'on en excepte l'impression des écritures : ici, les écritures ont été gravées.

En résumé, ces cartes, quoique moins jolies que les précédentes, sont encore fort bonnes comme exécution et très-utiles pour leur destination spéciale.

Atlas du matériel d'artillerie, par le même procédé. — Le procédé de la gravure à l'eau forte a été aussi appliqué à la reproduction économique et rapide du matériel de l'artillerie. On a ainsi obtenu des copies des photographies originales d'un effet charmant, en employant seulement les diverses dégradations de ton de la teinte bistre. Ce procédé fournirait aisément des modèles précieux comme exactitude et vérité de relief.

Cartes exposées par des particuliers : *Plan de Batavia levé en 1864, par le colonel du génie Cronenberg, à $\frac{1}{20,000}$* . Ce plan, gravé d'après le système des cartes précédentes, présente une

grande variété de couleurs : l'exécution en est moins fine que celle des cartes de Java, mais l'ensemble est bon et fort lisible ; du reste, il n'y a absolument que de la planimétrie.

Atlas des provinces des Pays-Bas, en chromolithographie ordinaire, à $\frac{1}{200,000}$. Cet atlas est lithographié en noir, les eaux en bleu. Le figuré du terrain est exprimé en hachures (lumière zénithale) à la manière topographique, et il y a des cotes assez nombreuses.

L'exécution est satisfaisante et la lecture facile.

PORTUGAL.

Cartes gravées sur cuivre : Carte du royaume de Portugal, à $\frac{1}{400,000}$. La planimétrie paraît bien complète ; les bois sont rendus par une espèce de feuillé.

Le nivellement est exprimé par des courbes horizontales équidistantes, qui sont toutes d'égale grosseur, circonstance peu favorable à la facilité de la lecture ; le figuré de terrain est très-généralisé et la lecture des formes n'est pas commode, surtout comme ensemble, les courbes se confondant un peu avec le trait planimétrique.

La gravure est nette, l'aspect général est un peu grêle.

Cartes marines. — En hachures (lumière oblique) ; l'exécution en est assez satisfaisante.

PRUSSE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Ces cartes sont toutes comprises dans l'atlas exposé par M. le lieutenant Liebenow, et ainsi divisé :

Modèles et dessins topographiques pour l'enseignement dans les écoles militaires ;

Plans géométriques ;

Dessins autographiques et photolithographiques ;

Travaux de levé, exécutés par l'état-major prussien pour la carte de Prusse ;

Travail officiel sur Hohenzollern, par l'état-major prussien.

TRAVAUX EXPOSÉS PAR DES PARTICULIERS.

Travaux de M. Liebenow. — Cartes d'atlas géographiques. Travaux cartographiques divers sur les volcans de l'Eifel. Plan de Berlin. Carte spéciale du N. O. de l'Allemagne, chromolithographiée. Carte générale de la Silésie, etc.

Divers géographes. — Carte topographique de l'Europe centrale de Reyman, à $\frac{1}{499,028}$. Exposition cartographique de Justus Perthes.

Cartes exposées par l'État. Atlas de M. le lieutenant Liebenow : Planche lithographiée des modèles et signes conventionnels. — Cette planche est importante en ce qu'elle donne les conventions topographiques usitées en Prusse ; nous allons entrer à ce sujet dans quelques détails, pour les parties qui offrent des différences avec les procédés généralement adoptés.

En haut de la page sont les signes conventionnels pour les villes, villages, routes, ponts, etc., qui ne diffèrent pas sensiblement des signes usités partout. On trouve après les diverses échelles de mesure et de pente.

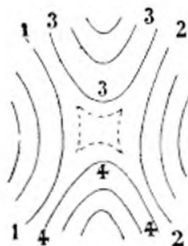
Viennent ensuite les divers procédés pour la représentation du terrain ; ils sont au nombre de trois.

Représentation du terrain en courbes horizontales équidistantes. — Ce procédé est celui employé partout ; signalons

pourtant une particularité qui ne se rencontre que dans le système prussien, à propos de la manière d'exprimer les cols.

D'après le système généralement adopté, un col est représenté par quatre courbes, les nos 1 et 2, de même cote, à peu près parallèles, situées au-dessous du col et exprimant la forme du terrain inférieur des deux côtés ; les nos 3 et 4, aussi de même côté,

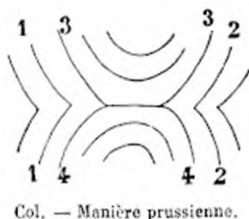
se présentant l'une à l'autre leur convexité, et exprimant le commencement des pentes au bas desquelles et entre lesquelles passe le col ; des courbes auxiliaires, à peu près pa-



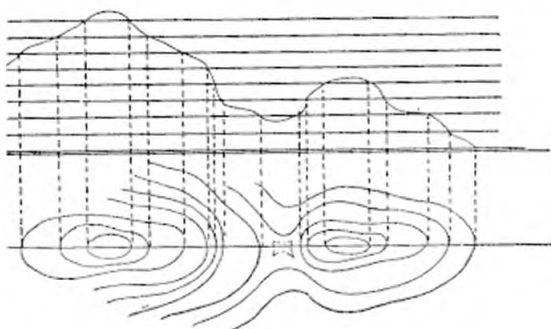
Col. — Manière française.

rallèles à ces quatre courbes, et tracées en pointillé, forment une espèce de selle indiquant la partie plane du col.

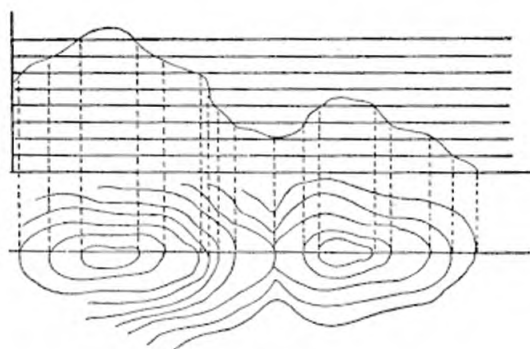
Dans le procédé prussien, les courbes 3 et 4 sont rejointes par un trait passant au col même, trait qui indique que chaque courbe passe aussi par le col.



Ce procédé suppose donc, par la construction (voir les deux figures ci-contre) : 1° qu'un des plans équidistants de section



Figuré français.



Figuré prussien.

coupe toujours le terrain juste à la cote du col ; 2° que le col n'est qu'une arête creuse en forme de V ou d'angle aigu, et qu'il n'y a là aucune surface plane.

Or, il est évident que la première hypothèse est un cas particulier qui se présentera très-rarement, car il faudrait que la cote du col fût juste multiple de l'équidistance.

La deuxième hypothèse est également un cas particulier qui ne se présente presque jamais, même dans les arêtes purement rocheuses.

Ainsi, pour que la représentation selon la méthode prussienne soit vraie, il faut la réunion de deux conditions, dont la première, due au hasard, est rare, tandis que la seconde est un phénomène naturel qu'on ne rencontre pour ainsi dire jamais.

Ce procédé de représentation du col est donc moins logique que le procédé général, qui a du reste la faculté de rendre le cas particulier, si par hasard il se présentait.

Toutefois, quand le terrain est rendu seulement en courbes, le procédé prussien n'a pas de graves inconvénients.

Représentation du terrain en courbes horizontales équidistantes, avec lavis dans l'hypothèse de la lumière oblique. Le deuxième procédé se compose du premier auquel on a ajouté un lavis dans l'hypothèse de la lumière oblique ; il donne des résultats très-clairs, très-lisibles, ne charge pas le dessin, laisse parfaitement distincte la planimétrie, ce qui lui donne un grand avantage sur la hachure, et a tout autant et même plus de relief que cette dernière ; en lui-même, d'ailleurs, le lavis est plus doux que la hachure, et exprime mieux le terrain. Ici le défaut de la lumière oblique, qui peut causer des erreurs dans l'appréciation des pentes, est annulé par la présence des courbes de niveau, qui rectifient les impressions de l'œil. — On a l'avantage de distinguer à première vue les creux des reliefs, ce qui est souvent difficile avec la lumière zénithale, enfin, on a plus d'effet de relief qu'avec cette dernière.

Représentation du terrain en hachures assujetties à des courbes équidistantes (lumière zénithale). Les conventions des topographes prussiens pour la représentation du terrain en

hachures ne sont pas en tout semblables aux nôtres, quoique le système actuellement en usage en France dérive du système allemand.

La première différence est dans la proportion du noir au blanc ; en France, on a pris pour règle la proportion suivante :

X étant l'angle de pente d'un terrain, on a $\frac{\text{Noir}}{\text{Blanc}} = \frac{3}{2} \text{Tang } x$. De là il résulte : 1° qu'à 50°, on n'a pas le noir absolu, mais 2 parties de blanc pour 3 de noir ; 2° que pour les pentes faibles, l'accroissement du noir est proportionnellement plus grand que pour les pentes fortes, ce qui est avantageux puisqu'on se ménage plus de teintes pour rendre les pentes les plus fréquentes et les plus utiles à connaître avec précision. En Prusse, la proportion du noir au blanc est réglée par la formule $\frac{\text{Noir}}{\text{Blanc}} = \frac{x}{45-x}$, qui donne lieu, comme on le voit aisément, à une augmentation de noir proportionnelle à l'angle, et fournit le noir absolu pour l'inclinaison de 45° ; ici c'est dans les pentes les plus faibles que l'accroissement de la teinte est le moins rapide, et vers 45° que cette teinte augmente d'une façon proportionnellement plus considérable.

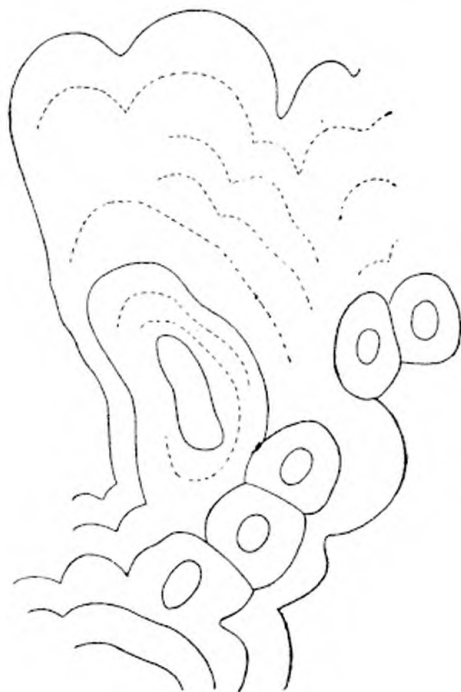
La deuxième différence consiste dans la façon dont est réglé le nombre des hachures ; en France, les hachures doivent être écartées environ de $\frac{1}{3}$ de leur longueur. En Prusse, le nombre des hachures est fixé, pour chaque échelle, par pouce décimal.

Systèmes de hachures de Lehmann et de Muffling. — Il y a deux systèmes de hachures employés : le système Lehmann et le système Muffling.

Le système Lehmann consiste en hachures droites, grossies de plus en plus selon la loi du noir et du blanc, et toutes égales entre elles dans la même tranche : elles sont tout à fait analogues aux hachures employées habituellement.

Le système Muffling, adopté par l'état-major prussien, a

cela de particulier, qu'il emploie simultanément diverses espèces de hachures, pointillées seules; une pointillée, une pleine alternativement; toutes pleines égales; une pleine, une tremblée; deux pleines, une tremblée; toutes pleines, une forte, deux faibles; toutes pleines, une forte, une faible; toutes pleines, fortes; toutes pleines, de plus en plus fortes. Cet ordre est celui suivi par le diapason en allant de 0° à 45°. Ce système paraît assez difficile d'exécution et les spécimens exécutés de cette manière à la main laissent à désirer. Gravées, les hachures de cette espèce sont jolies et douces. On peut reprocher au diapason, soit Lehmann, soit Muffling, des ha-



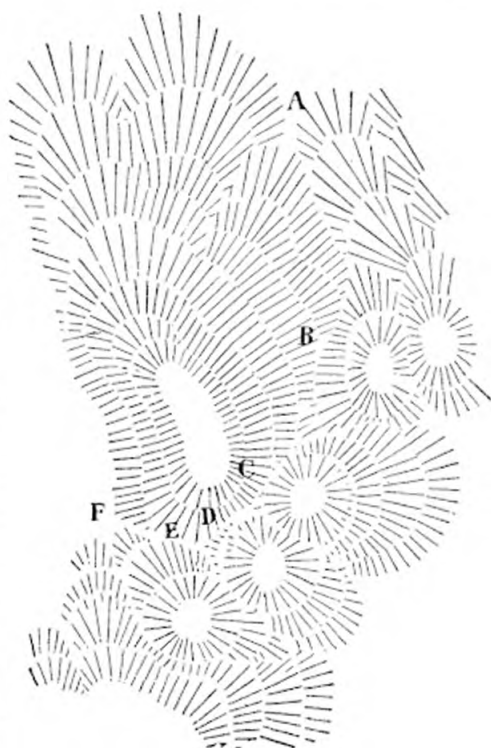
Fragment copié sur un dessin à la main de l'Atlas de Liebenow, montrant le rendu en courbes de plusieurs cols, d'après la manière prussienne.

chures trop épaisses près de 45°, ce qui tient à ce que le nombre des hachures étant fixé suivant l'échelle, on ne peut, pour avoir la proportion voulue de noir, les rapprocher, et il faut se contenter de les grossir. Ce procédé charge trop le dessin et ne permet plus de lire la planimétrie qui se trouverait dessous : l'effet de pareilles hachures, surtout quand elles sont longues, est d'ailleurs peu agréable;

on peut le constater sur un plan à grande échelle de la ville de Laon, exécuté d'après ce système.

Figuré des cols en hachures. — De même que le figuré en courbes des cols présente une particularité, de même leur exécution en hachures est toute spéciale.

La courbe de niveau passant par le col, il s'ensuit que les hachures arrivent des deux côtés jusqu'à cette courbe et que le col ne reste pas en blanc; les thalwegs qui sont de chaque côté semblent en conséquence se rejoindre et n'en former qu'un seul; il en résulte, quand il y a plusieurs mamelons



et plusieurs cols De A en F, il est impossible de savoir à quel endroit est le col si c'est en B, C, D, ou E.

ne lit pas avec facilité le figuré du terrain, et qu'on ne sait pas au juste s'il y a un col ou si ce n'est qu'un thalweg passant entre des croupes ou des mamelons. Cet inconvénient est assez considérable pour mériter l'attention. On constate ces résultats sur plusieurs dessins à la main qui sont, du reste, assez bien exécutés.

Dessins autographiques. — Ces dessins, fréquemment usités par l'état-major prussien pour les plans de manœuvres et de batailles, sont tantôt complètement noirs, tantôt coloriés

en partie : le terrain y est rendu en hachures du système Muffling. Ces cartes, employées quand il s'agit seulement de vitesse et de bon marché, sont d'une exécution grossière, mais très-lisibles, et atteignent, par conséquent, parfaitement le seul but qu'on se soit proposé.

Photolithographies. — Le dessin photolithographique exposé est le plan de la bataille de Königgratz à $\frac{1}{20,000}$.

Le trait planimétrique est *noir*, les cultures sont colorées avec *trois verts* différents, du *rouge*, du *jaune* et du *brun*. Le nivellement est exprimé à la fois par des courbes *noires* et par des hachures *bistres*.

Cette carte, quoique n'étant pas d'une jolie exécution, est cependant bien supérieure aux autographies. La lecture en est très-facile sous tous les rapports, et c'est là sans doute la seule chose qu'on ait voulu obtenir.

Travaux de levé exécutés par l'état-major prussien pour la carte de Prusse. — Cette importante section se divise en trois groupes de travaux exécutés par des procédés différents.

1^{er} groupe. — *Levés à la planchette en Westphalie, terminés en 1850, et ayant pour base les cadastres, à $\frac{1}{25,000}$: Minutes à $\frac{1}{25,000}$.* Le cadastre réduit à $\frac{1}{25,000}$ a été donné comme base de travail aux topographes qui ont complété et rectifié la planimétrie en même temps qu'ils ont fait à vue le figuré du terrain.

Le calque d'une minute a été exposé; ce travail paraît assez complet et soigneusement étudié; les cols présentent le défaut déjà signalé.

Carte lithographiée à $\frac{1}{80,000}$. — La publication de ces travaux a été faite en feuilles lithographiées à $\frac{1}{80,000}$; l'exécution de cette carte est bonne et le terrain y est bien rendu; peut-être est-il un peu noir.

2^e groupe. — *Levés à la planchette en Westphalie, exécutés sans l'aide du cadastre (suite des premiers travaux) à $\frac{1}{25,000}$: Minutes $\frac{1}{25,000}$.* Ici, on a dû tout lever, planimétrie et nivellement. La planimétrie paraît très-minutieusement levée et est exécutée finement, mais d'une manière un peu raide. Le figuré du terrain est au crayon, en courbes horizontales équidistantes; il paraît bien fouillé et est lisible, mais un peu raide également.

Cartes lithographiées, à $\frac{1}{25,000}$, en chromolithographie. On a publié ces cartes à l'échelle même du levé, en chromolithographie. Le trait planimétrique est noir, les divisions de culture sont teintées. Le terrain est rendu par des courbes régulières noires, à l'équidistance de 25 pieds décimaux, et par des courbes auxiliaires pointillées à demi-équidistance. L'exécution est bonne et la carte lisible.

Idem (lithographiées en noir). — Une autre édition est lithographiée entièrement en noir, ce qui la rend beaucoup moins claire que la précédente.

3^e groupe. — *Levés récents dans les provinces de l'est de la Prusse exécutés à la planchette et « Kippregel » (probablement une espèce d'alidade nivellatrice).*

Feuille d'instruction pour les levés. — Cette planche est imprimée moitié en couleur et moitié en noir, afin de donner les exemples pour tous les cas. Le figuré du terrain est en courbes à l'équidistance de 12 1/2 pieds décimaux, avec emploi facultatif de courbes auxiliaires aux équidistances de 8, 4 et de 4, 2 pieds décimaux.

Carte gravée sur cuivre, à $\frac{1}{100,000}$. Une feuille gravée à $\frac{1}{100,000}$ d'après les minutes est exposée. La planimétrie est en noir; toutefois, on a passé des teintes bleues sur la mer et sur les cours d'eau à deux traits: cette teinte augmente la clarté de la carte en dessinant les contours ainsi que les principales artères

fluviales. Les prés, bois, sables sont figurés par un léger travail de gravure, qui laisse facilement lire ce qui est dessous. Le figuré du terrain est en hachures Muffling (lumière zénithale) : il est bien compris et bien rendu ; on n'y remarque pas dans les cols le défaut signalé dans les minutes à la main. Le pays est fort plat, en sorte que dans cette feuille les mouvements sont tous en hachures pointillées : cette particularité donne au figuré un aspect très-doux ; mais il y aurait à craindre un peu de confusion si l'on avait à rendre beaucoup de petits accidents de terrain.

En somme, cette carte est bien lisible, quoique la planimétrie soit très-chargée, parce qu'il y a peu de nivellement.

L'exécution de la gravure est très-bonne.

Travail officiel sur Hohenzollern, par l'état-major prussien, à $\frac{1}{50,000}$. — Ce travail est indiqué par une notice jointe à l'atlas comme la plus propre à donner une idée de la manière dont sont exécutés les travaux de l'état-major prussien.

Quatre éditions différentes de ce travail. On l'a lithographié en couleur de quatre manières différentes :

1° Comme carte planimétrique, avec les divisions politiques coloriées, sans hachures ni courbes de niveau ;

2° Comme carte de nivellement, avec les courbes en rouge ;

3° Comme carte du figuré de terrain, avec les hachures en brun, sans courbes de niveau ;

4° Comme carte des formes du terrain et du nivellement, avec les hachures en gris-bleu, et les courbes de niveau en rouge.

De ces quatre éditions, on n'a exposé que les deux dernières, nos 3 et 4.

N° 3. La planimétrie y est entièrement noire ; les natures de culture y sont représentées par un travail de gravure. Le figuré du terrain est en hachures couleur bistre (lumière zénithale). Ce travail a dû être étudié avec grand soin ; les mouvements de terrain sont bien faits, à l'exception des cols.

La hachure est bonne également; on peut lui reprocher de finir un peu brusquement en haut et en bas des pentes, et d'avoir quelquefois des inflexions singulières, qui donnent à ces endroits un aspect filamenteux.

On peut aussi constater un léger défaut d'ajustage dans les deux pierres servant à l'impression.

Comme ensemble, cette carte est assez bien réussie, lisible et très-satisfaisante; l'aspect en est doux et agréable et les mouvements du terrain ressortent bien.

N° 4. La présence des courbes, sans nuire à la clarté de ces cartes, leur donne le grand avantage de servir pour les évaluations des hauteurs. On peut reprocher aux hachures leur teinte gris-bleu bien moins jolie que la couleur bistre. Mêmes observations d'ailleurs que pour l'édition n° 3.

Travaux exposés par des particuliers : Atlas de M. Liebenow. — Ces cartes composent un atlas géographique complet; elles sont exécutées à la manière ordinaire, excepté la carte n° 12, représentant la Suisse à l'échelle de $\frac{1}{1,500,000}$. Elle est très-complète comme planimétrie, et le figuré des montagnes y est fait, à la manière topographique, par des éléments brisés de courbes, comme pour une reconnaissance; ce procédé permet de rendre bien plus de détails que la hachure, tout en chargeant moins le dessin. L'exécution lithographique est assez bonne.

Carte en courbes et lavis, à $\frac{1}{40,000}$, en chromolithographie. — Le trait planimétrique est noir; les teintes expriment la nature géologique du sol. Le figuré est exprimé en courbes horizontales rouges, rehaussées par une imitation de lavis couleur bistre, selon la lumière oblique, procédé que nous avons apprécié plus haut, et qui joint à un joli effet la rapidité d'exécution et l'exactitude. Ces cartes sont excessivement claires et lisibles; l'exécution en est assez bonne.

Réduction chromolithographiée de la précédente, à $\frac{1}{80,000}$. — L'exécution de cette réduction est en tout conforme à celle de l'original, et ce qui prouve bien l'avantage du mode de représentation, c'est que cette réduction à une échelle huit fois plus petite est aussi claire que l'original comme mouvements de terrain ; on ne pourrait arriver à un pareil résultat, si la représentation du terrain était en hachures.

Réduction à $\frac{1}{80,000}$, en courbes seulement. — Cette réduction ne diffère de la précédente qu'en ce qu'il n'y a pas d'ombres ; on n'y peut suivre que difficilement les mouvements de terrain, et l'aspect général est confus ; ceci prouve une fois de plus combien un travail en ombres au lavis ou même en hachures est utile pour faire ressortir le terrain et donner un effet d'ensemble.

Plan de Berlin, lithographié en noir $\frac{1}{6250}$. — Ce plan est très-détaillé, le figuré du terrain est exprimé en hachures du système Lehmann : ces hachures sont assez bien faites comme direction, mais elles sont un peu grêles, eu égard à l'échelle ; l'exécution de la lithographie est passable.

Carte spéciale du nord-ouest de l'Allemagne (chromolithographie). — La planimétrie est noire ; les mouvements sont figurés par une imitation au crayon lithographique de travail à l'estompe en couleur bistre : c'est assez confus, comme toute carte faite par ce procédé. Ce n'est, du reste, qu'une carte provisoire.

Carte générale de la Silésie à $\frac{1}{400,000}$ (chromolithographie). — Les routes importantes, ainsi que les villages, sont en rouge ; les eaux sont bleues ; le figuré du terrain est en hachures bistres, système Lehmann. La carte est assez détaillée et bien lisible. Des parties importantes, comme les passages du Riesengebirge qui conduisent de Silésie en Bohême, sont traitées à des échelles plus grandes, et d'après le même mode de représen-

tation, dans les angles de la carte. L'exécution est assez bonne; toutefois l'ajustage de la planche *bleue* laisse un peu à désirer. En somme, bonne carte.

Travaux exposés par divers géographes : Carte topographique de l'Europe centrale par Reymann, à $\frac{1}{499,028}$, gravée sur cuivre. — Cette carte a une grande étendue. Elle représente les pays situés d'une part entre la frontière est de la Prusse et Paris, et de l'autre entre la mer du nord et les Alpes.

L'exécution planimétrique est fine. Le figuré du terrain est en hachures (lumière zénithale); il est très-détaillé pour l'échelle, et les mouvements sont bien lisibles, malgré leur petitesse. En résumé, l'exécution est très-bonne, la carte est claire et détaillée; c'est, sous tous les rapports, une excellente carte générale.

Exposition de M. Justus Perthes, à Gotha. Cette exposition comprend de très-bons atlas géographiques et quelques plans topographiques en chromolithographie, parmi lesquels on remarque une étude de haute montagne fort bien réussie; la hachure est *bistre*, et le glacier est figuré non pas en courbes, mais en hachures *bleues*: l'effet est très-joli.

Autres exposants. MM. Dietrich et Reimer de Berlin ont aussi exposé des atlas géographiques remarquables comme exécution et comme bon marché.

RUSSIE.

Grande carte topographique de la Russie d'Europe, par l'état-major russe, à l'échelle de $\frac{1}{426,000}$, gravée sur cuivre. — Les feuilles exposées font partie du gouvernement de Kursk. La planimétrie est bien détaillée et nettement gravée.

Le figuré du terrain est exprimé en hachures, d'après le système de la lumière zénithale; le terrain est bien compris et bien rendu, fort détaillé eu égard à l'échelle employée. La gravure est nette, mais un peu dure, ce qui a, du reste, l'avantage de bien faire ressortir le nivellement, malgré le travail figuratif

des bois qui couvrent quelquefois d'énormes étendues de pays.

En somme, c'est une très-bonne carte, bien gravée et facile à lire.

SUÈDE.

Carte topographique de la Suède, par le corps des topographes : Minutes faites à la main. — On a exposé un fragment de minutes faites à la main ; les cultures sont coloriées. Le figuré du terrain est en hachures (lumière zénithale). Le terrain est parfaitement rendu, l'exécution est magnifique ; douce et vigoureuse à la fois, elle est évidemment l'ouvrage d'une main des plus exercées.

Carte topographique de la Suède, gravée sur cuivre, à $\frac{1}{100,000}$. — La planimétrie paraît soignée et complète ; les natures de culture sont exprimées par un travail de gravure ; les divisions politiques et administratives ont des lisérés de couleur.

Les lacs et la mer ont leurs contours entourés d'une teinte bleue dégradée ; ces teintes font très-bien dans la carte d'un pays tel que la Suède, où il y a une grande étendue de côtes et beaucoup de lacs dans l'intérieur, parce qu'elles détachent les parties submergées d'une manière aussi nette et bien plus douce à l'œil qu'un filé en traits noirs.

Le figuré du terrain est en hachures (lumière zénithale). Le terrain est bien détaillé et bien rendu, malgré le nombre assez considérable de petits mouvements. La gravure est nette et jolie. La carte est très-lisible et d'un aspect agréable.

SUISSE.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Carte fédérale suisse du général Dufour, à $\frac{1}{100,000}$ gravée sur cuivre.

CARTES EXPOSÉES PAR DES PARTICULIERS.

Par MM. Wursten et Randegger, de Winterthur :

Cartes pour servir aux excursions du club Alpin suisse (en chromolithographie) ;

Carte topographique d'un massif montagneux (en chromolithographie);
 Carte pour les manœuvres du camp d'instruction fédéral en 1863, extraite de la carte de Zurich (chromolithographie);
 Carte générale du canton de Saint-Gall, par Ziegler, lithographiée en noir).

TRAVAUX EXPOSÉS PAR DIVERS GÉOGRAPHES.

Carte géologique des Alpes suisses, de Théobald (chromolithographie);
 Carte des environs de Lucerne, par Mulhaupt (chromolithographie).

Cartes exposées par l'État : carte fédérale suisse du général Dufour, à $\frac{1}{100,000}$, gravée sur cuivre. — La carte fédérale a été levée à l'échelle de $\frac{1}{25,000}$ à la planchette et à l'éclimètre, d'après une triangulation géodésique. Les minutes en sont très-détaillées et très-soignées. Elles n'ont pas été exposées. Pour la publication, le gouvernement fédéral s'est chargé de l'édition d'une carte générale à $\frac{1}{100,000}$, et c'est le général Dufour qui a dirigé l'exécution et la publication de cette œuvre remarquable. La planimétrie est très-fine et très-complète.

Le figuré du terrain est en hachures (lumière oblique); le terrain est très-fouillé et les mouvements rendus d'une manière parfaitement correcte; le détail se lit avec facilité et l'ensemble est d'un effet de relief saisissant. Remarquons ici qu'on ne s'est pas servi partout de la lumière oblique, et que, dans les parties peu accidentées, on a employé la lumière zénithale: c'est là un défaut d'unité, qui, pour ne pas frapper beaucoup, n'en existe pas moins. Les glaciers sont exprimés par des éléments de courbes horizontales qui laissent leur surface très-blanche et par suite très-distincte, relativement au terrain figuré en hachures.

On a, dans l'exemplaire exposé, légèrement teinté au pinceau les lacs en bleu, et donné quelques retouches bleues aux glaciers.

La carte suisse présente une particularité utile, c'est de donner le figuré du terrain des pays limitrophes jusqu'à une distance de la frontière assez grande pour permettre de voir

l'ensemble des mouvements coupés par la limite du pays, limite qui souvent est artificielle, et divise par conséquent les accidents du sol d'une manière bizarre. Pour distinguer à première vue cette partie étrangère de la partie suisse, on l'a gravée bien plus légèrement, et pour ne pas avoir une brusque différence de teinte, on est arrivé à cette légèreté de ton progressivement en partant de la frontière ; un pointillé à la roulette, placé sous la partie étrangère, remplit les vides laissés par une hachure très-lâche, et adoucit l'effet désagréable qu'aurait cette hachure, si elle était seule.

Dans la partie suisse, l'exécution est très-bonne. La hachure est fine et très-douce, tout en ayant beaucoup de vigueur, et la planimétrie reste très-distincte par dessous ; toutefois, elle présente assez souvent des escaliers.

En somme, la carte suisse est des meilleures comme levé, et des plus jolies comme exécution ; elle produit un puissant effet de relief à quelque distance ; mais cela tient à ce que d'abord le pays divisé par grandes masses montagneuses offre un figuré où le détail se perdant, l'ensemble n'en ressort que mieux à l'œil. Ensuite les glaciers détachent en blanc presque toutes les arêtes, ce qui dessine parfaitement la charpente du pays au premier coup d'œil.

D'ailleurs, glaciers et lacs font paraître, par leur blancheur relative, les hachures qui les environnent, encore plus noires : ce sont là, pour l'effet de la topographie, deux avantages *naturels* refusés aux autres pays.

La troisième cause de l'effet de relief produit par la carte suisse, et la plus importante, est le choix du système d'éclairage oblique, qui fait saillir les crêtes avec une vigueur impossible à atteindre dans les cartes où l'on s'est servi de la lumière zénithale ; n'oublions pas toutefois que cet effet superbe causé par l'éclairage oblique est obtenu aux dépens de la vérité de l'aspect ; car ici *l'absence des courbes de niveau* ne permet pas de rectifier l'erreur que produit toujours involontairement sur l'œil la teinte plus noire d'un des versants.

Cartes exposées par des particuliers : Atlas exposé par MM. Wursten et Raudegger, à Winterthur (Suisse, canton de Zurich). Parmi les nombreuses cartes topographiques contenues dans cet atlas, nous citerons les suivantes comme types principaux :

Cartes pour servir aux excursions du club Alpin Suisse, à $\frac{1}{50,000}$ (chromolithographie). Il y en a deux : elles sont rédigées d'après les levés fédéraux à $\frac{1}{25,000}$. Le trait planimétrique est noir, les bois verts. Le figuré du terrain est exprimé en courbes horizontales non régulières et très-serrées, en couleur *bistre* pour les terres, *noire* pour les rochers, *bleue* pour les glaciers. Les massifs rocheux sont dessinés en noir.

Ces cartes sont parfaitement lisibles et d'un joli aspect. Exécution soignée.

Carte d'un massif montagneux en chromolithographie. Le trait planimétrique est *noir*, les eaux sont *bleues*. Le figuré est exprimé simultanément en courbes de niveau *noires* et en hachures *bistres* (lumière oblique). Les glaciers sont en courbes *bleues*, avec frottis bleu. Carte bien lisible, assez bonne exécution.

Carte pour le camp fédéral, en 1865, extraite de la carte du canton de Zurich, à $\frac{1}{25,000}$ (chromolithographie). Trait *noir*, eaux *bleues* ; les diverses cultures teintées. Le figuré du terrain est en courbes horizontales *bistres*, ayant une équidistance de 10 mètres, et rehaussées par des ombres d'après la lumière oblique, en frottis gris-brun.

Nous avons déjà parlé avantageusement de ce système ; ici le détail est soigné, l'exécution excellente, et l'effet général est des plus jolis ; quoique les mouvements du terrain soient peu élevés, on les suit parfaitement. En résumé, très-bonne carte sous tous les rapports.

Carte générale du canton de Saint-Gall, à $\frac{1}{125,000}$, par Ziegler, d'après la carte à $\frac{1}{25,000}$ (gravure sur pierre). La planimétrie est excessivement détaillée et cependant claire. Le figuré du terrain est en hachures (lumière oblique); il est très-soigné comme petits détails, tout en conservant un excellent ensemble : l'effet est doux et joli, l'exécution parfaite, et la carte est, en somme, très-remarquable. Observons, en passant, que dans ces cartes à petite échelle, comme celle-ci, la lumière oblique a moins d'inconvénients, parce qu'il importe bien moins de voir le détail des pentes que l'ensemble de l'orographie du pays, ce à quoi la lumière oblique est particulièrement propre par le relief qu'elle donne aux crêtes.

Travaux exposés par divers géographes : Carte géologique des Alpes Suisses, de Théobald, dressée à $\frac{1}{100,000}$, sous la direction du général Dufour. — Les teintes indiquent la géologie du pays. La partie topographique est entièrement noire : c'est une copie de la carte fédérale à $\frac{1}{100,000}$, exécutée d'une manière satisfaisante.

Carte des environs de Lucerne, par Müllhaupt. Cette carte, faite d'après les minutes fédérales, a son figuré de terrain en courbes de niveau, avec ombres *gris-brunes* dans l'hypothèse de la lumière oblique, système que nous venons de voir employé dans la carte pour le camp fédéral. L'effet général est très-beau, et la carte est fort grande.

WURTEMBERG.

CARTES EXPOSÉES PAR L'ÉTAT.

Réduction photographiée officielle à $\frac{1}{125,000}$ des cinquante-cinq cartes à $\frac{1}{50,000}$, formant l'atlas topographique du royaume de Wurtemberg. Cet atlas a été publié de 1821 à 1851 par le bureau topographique et statistique, d'après des levés exécutés à l'échelle de $\frac{1}{25,000}$.

CARTES EXPOSÉES PAR DES PARTICULIERS.

Carte géologique, à $\frac{1}{50,000}$ réduite d'après les feuilles minutes originales à $\frac{1}{25,000}$ du bureau topographique statistique (en chromolithographie).

Plan des environs de Stuttgart à $\frac{1}{25,000}$ (chromolithographie).

Cartes exposées par l'État : Réduction photographiée officielle à $\frac{1}{125,000}$ de l'atlas à $\frac{1}{50,000}$ du royaume de Wurtemberg. On n'a exposé ni minutes, ni cartes à $\frac{1}{50,000}$ de cet atlas ; la seule donnée d'après laquelle on puisse juger la topographie du Wurtemberg est la collection de ces réductions photographiées, extrêmement petites. Le figuré du terrain est en hachures (lumière zénithale). Autant que la petitesse du spécimen permet d'en juger, les cartes originales doivent être bonnes, très-lisibles, et assez jolies comme effet d'ensemble.

Cartes exposées par des particuliers : Carte géologique à $\frac{1}{50,000}$, d'après les minutes originales à $\frac{1}{25,000}$. Les couleurs ne servent que pour les indications géologiques. La partie topographique est lithographiée en noir. La planimétrie paraît complète. Le figuré du terrain est en hachures (lumière zénithale). Les mouvements sont en général bien compris ; cependant les cols sont quelquefois peu visibles, et les arêtes ne sont pas toujours d'une exécution bien correcte ; la hachure un peu trop uniforme comme grosseur donne un aspect monotone à cette carte, qui est pourtant parfaitement lisible.

L'exécution matérielle est médiocre.

Si l'on s'est autant étendu sur cette carte, c'est qu'à défaut des minutes originales et de leurs copies à $\frac{1}{50,000}$, la carte réduite dont il s'agit peut servir d'élément d'appréciation ; il ne faut cependant pas oublier que ce n'est qu'une carte géologique, et que, par conséquent, la topographie a pu y être né-

gligée, la vérité des mouvements étant ici suffisante pour le but qu'on s'est proposé.

Plan des environs de Stuttgart, à $\frac{1}{25,000}$, en chromolithographie. Le trait planimétrique est noir ; les cultures sont teintées, mais on n'a employé qu'un *vert*, ce qui a forcé de distinguer les bois des prés au moyen d'un travail de gravure ; il est vrai que ce travail, étant distinct de la couleur du travail de nivellement, il ne peut y avoir confusion entre eux comme cela arrive en gravure noire. Le figuré du terrain est en hachures d'un gris violet (lumière zénithale) ; les formes sont correctement exprimées, et la hachure est assez jolie. En résumé, cette carte est bien complète, claire, d'un aspect agréable, d'une exécution assez bonne, et son ensemble est satisfaisant.

PLANS-RELIEFS.

AUTRICHE.

Reliefs en papier estampé. — Reliefs à échelons en courbes.

Reliefs en papier estampé. L'Autriche a exposé des reliefs en fort papier sur lequel est lithographié le terrain à représenter, avec le figuré en courbes horizontales équidistantes. Ce papier est estampé de façon que chaque courbe forme un échelon en relief sur le précédent et se trouve ainsi tracée en saillie sur tout le travail. Ces reliefs sont passablement faits ; ils ont évidemment un grand avantage comme économie sur les reliefs en plâtre ou en métal, mais aussi ils n'ont pas leur fidélité et leur netteté ; ils ont surtout l'inconvénient de ne pas avoir les courbes parfaitement coïncidentes avec l'estampage qui devrait les mettre en relief, soit que cela provienne d'un mauvais ajustage dans l'estampage ou d'une

distension du papier. C'est une tentative estimable, mais qui n'est pas tout à fait réussie comme exécution.

Reliefs à échelons en courbes. — Un petit relief en courbes superposées, découpées dans du bois, placé à côté des reliefs en papier estampé, leur est supérieur comme netteté, tout en partant du même principe, celui de rendre les courbes sensibles à l'œil. Comme prix, il ne doit pas être plus cher que les précédents, et il est bien plus précis ; ce relief est tout à fait l'analogue des reliefs français en échelons de courbes de M. Bardin, dont il sera question plus loin.

PRUSSE.

Reliefs géographiques et globes terrestres en relief.

Relief du mont Étna, modelé par Dickert, d'après le baron de Walters-hausen $\frac{4}{50,000}$.

Reliefs géographiques et globes terrestres en relief. — Divers exposants ont envoyé des reliefs assez bien faits au point de vue géographique, c'est-à-dire à une petite échelle, mais qui ont tous le défaut d'avoir les hauteurs exagérées.

Relief du mont Etna. — Ici on a gardé aux hauteurs leur proportion naturelle : le modelé est minutieusement fait ; les différentes natures de culture et les diverses espèces de terrain sont indiquées par des couleurs qui les font distinguer au premier coup d'œil. Toutefois, comme il n'y a pas de cotes marquées, et qu'on n'a aucun point de repère pour se rendre compte des hauteurs, leur évaluation ne peut se faire qu'à l'œil, et reste, par conséquent, dans un vague fâcheux.

En somme, malgré cet inconvénient, c'est un bon travail.

SUISSE.

La Suisse a exposé quelques petits reliefs de peu d'importance, parmi lesquels on remarque une Suisse et un Mont-Blanc.

FRANCE.

Carte de France en relief par M. Sanis. — Plan relief du département du Jura, à $\frac{1}{40,000}$. — Plans-reliefs de M. Bardin, ancien professeur des écoles d'artillerie et polytechnique.

Carte de France, par M. Sanis. — Cette carte est établie avec assez de soin, et vaut mieux certainement que des cartes d'atlas, pour donner une idée du pays ; malheureusement, pour faire mieux ressortir le relief, on a donné aux hauteurs une grandeur double de la réalité, ce qui fausse la représentation ; cet inconvénient est du reste moins grave en géographie qu'en topographie. En somme, relief intéressant.

Plan-relief du département du Jura, à $\frac{1}{40,000}$. — Ici encore, l'échelle des hauteurs est doublée, et comme il s'agit de topographie à une grande échelle, le défaut acquiert toute sa force ; le Jura est certainement assez mouvementé ; mais le relief en fait un pays aussi découpé que les Alpes, ce qui est inexact. Il serait bien à désirer qu'on conservât aux hauteurs leurs vraies dimensions, d'autant plus qu'on est toujours porté à s'exagérer l'importance des accidents de terrain.

L'exécution est médiocre ; les formes y sont trop généralisées et trop empâtées pour l'échelle de $\frac{1}{40,000}$.

Plans-reliefs de M. Bardin. — L'Exposition universelle ne possédait qu'un spécimen des reliefs de M. Bardin ; il était classé, avec les appareils de géographie et de cosmographie, à la treizième classe du deuxième groupe ; mais les productions nombreuses de l'œuvre de l'habile topographe avaient été réunies, avec l'autorisation du ministre de la guerre, dans une des salles de l'Hôtel des Invalides.

La réunion des principaux reliefs de M. Bardin faisait ressortir, d'une manière frappante, le parti précieux à tirer de leur rapprochement pour l'enseignement de la topographie. Leur examen rendait, en effet, saisissantes, pour l'œil le moins

exercé, les formes caractéristiques des divers terrains, dont il voyait des images vraies, ne comportant aucune altération des reliefs par rapport aux surfaces. Or, la connaissance des formes habituelles du terrain étant indispensable au topographe, rien ne paraît plus propre à faciliter ce genre d'étude qu'une collection de reliefs tels que ceux exposés par M. Bardin.

Ils offrent au point de vue militaire un autre avantage très-précieux, dont on est frappé quand on examine le relief des environs de Grenoble, sur lequel on peut reconnaître, presque du premier coup d'œil, les positions à occuper, suivant qu'on veut plus ou moins agrandir le rayon de défense de cette place forte. Il serait donc avantageux de posséder une semblable étude pour toutes les places fortes importantes, situées en pays de montagne.

On ne donnera point ici d'indication sur le procédé très-ingénieux employé par M. Bardin pour créer ses plans en relief d'après une carte topographique ; l'auteur l'a décrit dans une brochure publiée à l'occasion de l'Exposition universelle ; il suffit de dire que le relief reproduit mathématiquement le terrain représenté par la carte. Tant vaut la carte, tant vaut donc le relief.

L'œuvre de M. Bardin se recommande par le parti qu'on peut en tirer pour toutes les études qui ont pour élément la représentation du terrain. Il la poursuivait avec une ardeur digne des plus grands encouragements ; mais si l'Exposition universelle lui fait atteindre le but désiré, combien n'est-il pas à regretter qu'il ait succombé avant de recueillir le fruit de ses efforts et de ses sacrifices !

FORTIFICATION.

Plans en relief de la Fortification. La collection des plans en relief des places fortes de l'empire français a été ouverte au public pendant toute la durée de l'Exposition universelle.

Elle était représentée au champ de Mars par les reliefs du fort de l'Ecluse et par celui de la place de Laon.

On y avait aussi fait figurer un plan relief des attaques dirigées contre un des fronts qui sert de type, pour l'étude de la fortification, à l'École impériale d'application de l'artillerie et du génie.

Rien ne saurait mieux faire ressortir les formes et les détails des ouvrages que de tels reliefs ; ils ont, sur des plans géométriques, l'avantage d'épargner à l'esprit le travail nécessaire pour se rendre un compte exact des commandements des ouvrages les uns sur les autres, de la protection qu'ils se prêtent naturellement, et de l'action qu'ils exercent sur leurs dehors et sur la campagne. A ce point de vue, les spécimens de la collection envoyés à l'Exposition méritent de fixer l'attention, et doivent encourager à la continuation d'une œuvre commencée sous Louis XIV.

Ils méritent aussi d'être cités avec éloge pour leur exactitude rigoureuse et le fini de leur exécution.

CHAPITRE XI

EFFETS D'HABILLEMENT, D'ÉQUIPEMENT, DE CHAUSSURES; HARNACHEMENT.

ANGLETERRE.

Dans la collection remarquable de matériel de guerre qu'il a envoyée à l'Exposition, le gouvernement anglais a compris des spécimens d'uniformes divers ajustés sur des mannequins de grandeur naturelle. Voici la liste de ces uniformes :

- 1° Fusiliers royaux du Canada ;
- 2° 92^e régiment écossais (gordon highlander) ;
- 3° Infanterie de ligne de l'Inde (uniforme des pays tropicaux) ;
- 4° Régiment de cipayes indigènes de l'Inde ;
- 5° 60^e régiment de chasseurs à pied (rifle régiment) ,
- 6° 41^e régiment d'infanterie de ligne anglaise ;
- 7° Grenadiers des gardes du corps ;
- 8° Régiment royal du génie ;
- 9° Régiment royal d'artillerie ,
- 10° Hussards :
- 11° Dragons de la garde ;
- 12° Artillerie à cheval.

Tous semblent en général fabriqués avec des draps solides, bien confectionnés, et convenablement appropriés aux climats si différents sous lesquels ils doivent servir. Deux d'entre eux sont particulièrement remarquables, celui des fusiliers du Canada, et celui des régiments indigènes de l'Inde.

On a joint à ces uniformes une collection des effets de petit équipement et de chaussures contenus dans le sac du fantassin et le porte-manteau du cavalier. Elle comprend :

- 2 chemises de coton ;
- 2 gilets longs ou chemises de flanelle bleue ;
- 2 caleçons en tricot de coton ;
- 2 paires de chaussettes en laine grise ;
- 1 paire de souliers d'infanterie ;
- 1 paire de bottines pour la cavalerie ;
- 1 paire de bretelles en laine blanche ;
- 1 col en cuir verni noir ;
- 1 paire de gants en laine blanche (infanterie) ;
- 1 — en daim blanc (cavalerie) ;
- 2 serviettes de toilette ;
- 4 brosses et une patience en cuivre ;
- 1 peigne, un rasoir, un pinceau à barbe ;
- 1 cuiller, une fourchette, un couteau de table ;
- 1 havresac en cuir verni ou un porte-manteau en drap.

Les prix et les poids de ces divers objets n'étaient pas indiqués ; toutefois, il résulte des renseignements qui nous ont été communiqués, que la charge du soldat d'infanterie sous les armes en temps de paix, est de 20 kil. 748.

En campagne, avec tous les effets dont il est porteur, y compris les cartouches, mais sans vivres, elle s'élève à 23 kil. 242.

Le porte-manteau garni de cavalier, pèse 8 kil. 151.

Les souliers paraissent fabriqués avec des cuirs de bonne qualité ; ils sont complètement cousus, faits sur deux formes, et recouvrent le coude-pied et les chevilles en forme de bottines lacées. La semelle, qui ne porte aucune trace de vis, est protégée par sept rangs de broches en fer. Ces souliers portent au talon un fer demi-circulaire et un rang de broches.

Les bottines des cavaliers sont maintenues sur le coude-

pied par une courroie à boucle, serrée à volonté. Elles portent un éperon en fer poli.

Le gouvernement anglais a exposé également des spécimens très-remarquables d'objets de harnachement ; ils comprennent :

- 1° Une selle d'homme de troupe de cavalerie et un arçon nu ;
- 2° Une selle d'officier de cavalerie et un arçon nu ;
- 3° Un harnais complet d'artillerie de campagne pour quatre chevaux.

Les arçons sont en bois verni, celui de derrière demeurant visible. La selle est munie de deux prolongements des bandes vers le rein.

L'arçon de devant porte deux sacoches.

A l'arçon de derrière sont suspendues :

A droite, une fonte de mousqueton ;

A gauche, une poche à fers.

La selle repose sur un tapis en feutre fauve, épais et recouvert, du côté opposé au dos du cheval, d'une toile imperméable également fauve. La selle est maintenue par des sangles et par un surfaix de charge en cuir.

Le poitrail vient se rattacher, au moyen d'anneaux, à l'arçon de devant.

Le licol est remplacé par une chaîne d'attache en fer poli.

Le porte-manteau, en drap, doublé de couil imperméable, est fixé au prolongement de l'arçon de derrière par trois courroies de charge.

Le mors de la bride est à longues branches recourbées en S, avec bossettes en cuivre estampé.

Le filet est un pelhum.

La selle d'officier est analogue à la précédente ; elle en diffère en ce que l'arçon de derrière est garni en cuivre poli. Elle porte aussi une poche à fers.

Le harnais d'artillerie est établi avec le plus grand soin. Il comprend des colliers en cuir soutenus par un arc en fer, et ajustés au moyen d'une courroie.

Les traits sont en corde recouverte de cuir.

L'étrivière des conducteurs est, du côté hors-montoir, munie d'un houzeau garni d'acier et destiné à préserver la jambe du cavalier des chocs du timon.

Toutes les parties des harnachements exposés par l'Angleterre sont réellement très-remarquables; mais il eut été désirable d'en connaître les prix qui n'étaient pas indiqués.

AUTRICHE.

Le gouvernement autrichien n'a pas envoyé à l'Exposition des échantillons d'étoffes ou des spécimens d'uniformes. On voyait cependant dans la galerie des vêtements, des pièces de draps portant ces mots :

Draps de l'armée autrichienne. — Ces draps, très-remarquables comme qualité, étaient d'un grand nombre de nuances adoptées pour l'habillement des troupes. Ils étaient exposés par MM. Ênock, Kerns et fils, de Vienne, et Jacob Quittner de Troppau (Silésie).

Le tissu était très-plein, souple et fin, et provenait de laines de première qualité. Les couleurs étaient franches.

En 120 centimètres de large, ces draps étaient cotés ainsi qu'il suit :

Gris-bleu (pour soldats), le mètre	5 ^f 78
Blanc — —	6 42
Noir pour guêtres, —	5 59

Les draps de M. Jacob Quittner, à la fois plus forts et plus fins que les premiers, semblent destinés à l'habillement des sous-officiers; nous ne pourrions comparer, en France, à ses draps blancs, que les doubles croisés blancs quarante-trois ains, employés à faire les culottes des cuirassiers de la garde impériale.

Deux fabricants autrichiens ont exposé des pardessus im-

perméables, destinés aux troupes d'infanterie et de cavalerie.

Les premiers, qui sont courts, ont été employés avec beaucoup de succès, dit-on, par la légion autrichienne, au Mexique. Exposés par MM. Elsinger et fils, de Vienne, ils coûtent de 15 à 21 francs. On affirme qu'ils sont solides, ne se déchirent pas, et conservent l'enduit, sans jamais se coller comme les tissus ordinaires revêtus de caoutchouc.

Les autres, exposés par M. Paget, de Vienne, sont longs. Ils sont en croisé de coton, imperméabilisé sans l'emploi du caoutchouc, dont ils ont cependant l'apparence, et coûtent de 20 à 24 francs.

Le gouvernement autrichien a présenté un harnais d'artillerie complet pour six chevaux. Les parties diverses du harnais et la bride sont en cuir de bœuf passé en alun; le collier est en cuir de cheval, la selle et l'équipement en cuir de vache.

Le poids du harnachement pour six chevaux avec trois selles, est de 147 kilogrammes, son prix est de 496 francs.

Le harnachement pour quatre chevaux, avec deux selles, ne pèse que 96 kilogrammes, et coûte 372 francs.

BELGIQUE.

M. Dardenne, fabricant d'uniformes en Belgique, a exposé de nombreux effets, destinés à des troupes d'armes diverses de l'armée belge.

Comme qualité de draps, et comme aspect général, ces uniformes ont beaucoup de rapports avec les uniformes français. Ils sont en partie cousus à la mécanique; cependant les effets présentés semblent solides et aptes à faire un bon service.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Le gouvernement des États-Unis a envoyé à l'Exposition de

nombreux échantillons des effets d'habillement, d'équipement et de chaussures en usage dans l'armée américaine du Nord, pendant et depuis la guerre civile. Le département des quartiers-maîtres a eu soin de placer sur chaque objet une étiquette indiquant les prix maxima et minima payés de 1861 à 1866, le nombre des effets de chaque espèce alloués à chaque homme pendant la durée de son service normal qui est de cinq ans, enfin le nombre total des objets de même nature distribués pendant la guerre civile.

Voici comme exemple quelques-uns de ces effets et leurs prix.

1 ^o Capote de fantassin, bleu ciel, avec collet à ronde, doublée en flanelle bleu foncé, et aux manches en toile de coton. — Une pour cinq années de service.....	} Minimum. 26 ^f 25 Maximum. 42 20
2 ^o Capote-manteau pour cavalier, avec grande ronde, doublure en flanelle bleu foncé, boutons à l'aigle. — Une pour cinq années.....	
3 ^o Tunique d'infanterie bleue foncé, doublée en alpaga noir, les manches en toile de coton. — Huit pour cinq années.....	} Minimum. 31 » Maximum. 52 »
4 ^o Pantalon de fantassin, bleu-ciel. — Treize pour cinq années.....	
5 ^o Jaquette de flanelle doublée, pour les corvées. — Dix pour cinq années.....	} Minimum. 20 40 Maximum. 33 95
6 ^o Chemises de laine. — Trois par année.....	
7 ^o Souliers.....	} Cousus : quatre paires par an.. Moyenne.. 9 » Cloués : quatre paires par an.. Moyenne.. 16 »
8 ^o Bottes.....	
9 ^o Puncho ou couverture de caoutchouc. — Quatre pour cinq années.....	} Cousues : une paire et deux paires de souliers par an..... Moyenne.. 8 47 Clouées : — — Minimum. 10 50 Minimum. 2 34 Maximum. 6 13
	} Minimum. 6 25 Maximum. 11 50

Les draps employés pour la confection de ces effets sont de qualité médiocre; on semble avoir introduit dans leur fabrication une forte proportion de déchets et d'effilochages de vieux tissus. Ces draps sont mous, lâches, creux, sans résistance, et ils ne paraissent pas susceptibles d'un bon service.

Les effets, généralement cousus à la mécanique, sont d'une confection un peu négligée et peu solide.

On trouve dans l'examen de ces échantillons la trace de la précipitation avec laquelle le gouvernement du Nord a dû satisfaire à d'immenses besoins.

Le grand nombre des effets distribués chaque année suffirait, d'ailleurs, pour prouver leur défaut de durée. Il faut cependant reconnaître que ces effets ont été mis en service pendant une guerre très-active, et que le désir de recruter une armée par des volontaires oblige le gouvernement à les pourvoir libéralement de toutes choses.

Si, pour apprécier la différence des prix payés aux États-Unis et des prix en Europe, nous adoptons pour bases les prix de l'armée française que nous connaissons mieux, et qui demeurent dans la moyenne européenne, nous trouverions, en les rapprochant des effets à peu près similaires :

ÉTATS-UNIS.

Capote d'infanterie.....	{	Prix moyen..	33 ^f »
	{	Durée.....	5 ans.
Tunique d'infanterie.....	{	Prix moyen..	28 ^f »
	{	Durée.....	8 mois
Jacquette d'artillerie en drap bleu (sorte de tunique).....	{	Prix moyen..	21 ^f 81

FRANCE.

Capote d'infanterie.....	{	Prix moyen..	28 ^f »
	{	Durée.....	3 ans.
Tunique d'infanterie.....	{	Prix moyen..	20 ^f »
	{	Durée.....	3 ans.
Habit d'infanterie.....			20 ^f »

Il faut ajouter que les confections françaises exécutées, soit dans les corps, soit dans les ateliers civils, paraissent bien supérieures aux confections américaines.

Les bottes et les souliers sont peut-être un peu meilleur marché aux États-Unis, mais ils ne sont pas non plus de

qualité équivalente aux chaussures françaises. Voici les prix moyens comparés :

ÉTATS-UNIS.

Souliers cousus.....	Prix moyen.	8 ^f 90
Souliers cloués.....	Prix moyen.	6 03
Bottes cousues.....	Prix moyen.	13 54
Bottes clouées.....	Prix moyen.	11 82

FRANCE.

Souliers cousus....	Dans les corps.....	6 ^f 30
	Ateliers civils.....	7 91
Souliers cloués (non employés).		
Bottes cousues....	Dans les corps.....	16 40
	Ateliers civils.....	18 »
Bottes clouées (non employés).		

Les formes des modèles adoptés ne paraissent pas, en général, supérieures aux formes françaises, à l'exception du chapeau en feutre noir, portant un cordon de distinction par grade et par arme, qui semble préférable au schako, pour abriter l'homme qui le porte.

En fait de harnachement, on a remarqué un modèle d'étrier en bois, dépendant de la selle Mac-Clelan en usage au États-Unis. Il est fermé en avant, par une sorte de sabot en cuir noir verni, qui empêche le pied de s'enfoncer outre-mesure. Cet étrier est, dit-on, excellent pour préserver les pieds du cavalier de la pluie ou de la neige, du soleil, du froid et des broussailles.

FRANCE.

La France a exposé des échantillons des draps employés pour l'habillement des troupes, des toiles à doublure et des effets divers de petit équipement, mais elle n'a pas cru nécessaire d'y joindre des modèles d'effets confectionnés, parce que les nombreux étrangers, appelés à Paris par l'Exposition,

avaient une foule d'occasions de les examiner sur les soldats eux-mêmes.

On sait que le système adopté pour l'habillement des troupes françaises consiste dans l'achat par adjudications publiques de toutes les étoffes de laine, toiles à doublure, et velours destinés au service de l'habillement de l'armée.

La confection des effets est confiée, en partie, et pour les $\frac{2}{3}$ environ, aux ouvriers militaires des corps de troupes. L'autre tiers est fabriqué par les ateliers Godillot, qui sont tenus de n'employer que des draps provenant exclusivement des magasins de l'État, et qui, après s'être conformés aux modèles-types et aux devis ministériels, doivent même restituer à l'État les économies de coupe.

Les étoffes de laine mises en adjudications sont partagées en quarante lots, réservés à des fabricants français ou étrangers, mais justifiant qu'ils possèdent en France des établissements pourvus d'un outillage complet. Le département de la guerre se réserve de faire surveiller la fabrication, par ses agents, dans les ateliers des fournisseurs, aussi souvent qu'il le juge convenable. Chaque lot est, suivant les besoins, de 22,000 à 66,000 mètres ; l'entrepreneur de chaque lot doit verser préalablement dans les magasins de l'État, à titre de cautionnement en matières, 14,000 mètres d'étoffes, qui, ne lui étant pas remboursés pendant la durée de son marché, représentent pour lui un capital improductif d'environ 125,000 francs par lot, mais qui peuvent être, pour le gouvernement, d'un précieux secours au moment d'un besoin imprévu.

La réception des draps est prononcée par une commission composée d'un chef de bataillon, président, de trois capitaines, et d'un officier d'administration, inspecteur des manufactures. La réception des effets confectionnés de toute nature, provenant des ateliers civils, est également prononcée par des commissions composées, comme celle-ci, d'officiers de troupes choisis dans les corps et renouvelés à tour de rôle.

Les draps sont appréciés sous le rapport de leur force, de

leur finesse, du mérite de la fabrication et de la nuance, en les comparant à des échantillons-types arrêtés par le ministre, qui ont servi de base aux adjudications.

La résistance des toiles de lin, de chanvre et de coton, est mesurée avec un dynamomètre. Elles doivent résister à des tensions exprimées en kilogrammes, soit dans le sens de la chaîne, soit dans le sens de la trame. On n'opère pas ainsi pour les draps, parce que les différentes parties d'une même pièce dans ce genre d'étoffe, peuvent donner des résistances très-différentes; ensuite, parce que la résistance absolue d'un drap à la traction, ne constitue pas une preuve de sa qualité. On a jugé préférable de déterminer un minimum de poids par mètre courant en 119 centimètres de large.

Ce poids est 600 grammes pour le drap de sous-officier, et de 690 grammes pour le drap de soldat.

La largeur normale des draps de troupe, est 119 centimètres.

On emploie en France des draps de vingt-trois ains pour l'habillement de la garde impériale et des sous-officiers de la ligne; des vingt et vingt et un ains comme couleurs distinctives; enfin, des draps dix-neuf ains, comme drap de fond pour la troupe.

Voici les prix actuels de ces draps, ramenés en 119 centimètres de large :

Draps 23 ains.....	Vert foncé.....	11 ^f 37	le mètre.
	Blanc blanchi.....	10 33	—
	Ecarlate.....	14 29	—
	Jonquille.....	19 33	—
	Bleu de ciel.....	10 75	—
	Bleu foncé.....	11 59	—
	Garance.....	11 12	—
Draps 19 ains.....	Bleu foncé.....	9 ^f 63	le mètre.
	Gris argentin.....	8 27	—
	Gris de fer foncé.....	8 78	—
	Garance.....	9 16	—
	Vert clair.....	9 41	—
	Bleu de ciel.....	8 78	—
	Blanc piqué de bleu.....	8 *	—

Les toiles sont appréciées, quant à leur résistance, ainsi que nous l'avons dit, avec un dynamomètre, et sous le rapport de leur finesse avec un compte-fil.

La chaussure de l'armée française, est, comme les effets d'habillement, fabriquée en partie dans les corps, en partie par l'atelier Godillot ou l'industrie privée. Les uns et les autres emploient des cuirs français ou étrangers.

Les cuirs pour chaussures, les plus remarquables, proviennent de Belgique, de Suisse, d'Angleterre ou de France. Viennent ensuite la Prusse et l'Autriche. La maison Cornélius de Worms (Hesse) a exposé une magnifique collection de veaux cirés et vernis. En général pour cette sorte de produits, l'Allemagne l'emporte sur la France, la Belgique et l'Angleterre.

Le ministère de la guerre français a exposé, en fait de harnachement, des arçons et des selles, et un harnais d'artillerie pour quatre chevaux, en cuir noir, dans lequel les colliers sont remplacés par des bricolles ou poitrails en cuir fort. Les chevaux sont attelés traits sur traits. Ceux-ci sont en cuir. Tous ses objets semblent satisfaisants comme forme et comme qualité.

Les selles et les arçons, avec ou sans siège, proviennent de l'atelier d'arçonnerie de Saumur.

ITALIE.

Le général Angiellini est l'inventeur d'un système de selle présenté à l'Exposition. Il consiste en une selle hongroise ordinaire, sous laquelle on a placé des tubes en caoutchouc vulcanisé, juxtaposés, formant panneaux. Ces tubes qui ont environ 0^m015 de diamètre, sont coupés à des longueurs variables suivant leur emplacement. Ils sont disposés perpendiculairement à l'arête dorsale de l'animal. Ils laissent une grande liberté de garrot, résistent par leur élasticité, et permettent la circulation continuelle de l'air entre la selle et le

dos du cheval. Ils préviennent ainsi l'échauffement et les blessures qui en sont la conséquence.

On peut appliquer encore ces tubes aux bâts des mulets, aux poitrails et aux colliers des chevaux d'attelage. Le prix de cet appareil est, pour une selle, de 18 à 20 francs, et s'il était appliqué sur une grande échelle, on pourrait probablement le réduire au prix de 15 francs par selle.

On affirme que ce système de selle a été expérimenté par un régiment de cavalerie italienne qui a pu faire ainsi de très-longues marches sans avoir de chevaux blessés. Il semble positif que, par suite de l'élasticité des tubes, la selle doit mieux adhérer au dos du cheval dans ses divers mouvements, et que l'animal doit être moins gêné par les sangles. Mais on ne saurait considérer comme un avantage la suppression de la couverture qui, lorsqu'elle est bien placée, suffit presque toujours pour prévenir les blessures, et qui est fort importante pour préserver le cheval au bivouac de la fraîcheur des nuits. Si l'on adoptait le système Angiellini, il faudrait trouver dans le paquetage, un autre emplacement pour la couverture, et par conséquent, renoncer à obtenir, par la suppression de la couverture, une diminution de la charge.

L'expérience seule, et une expérience suffisamment prolongée, pourra prononcer sur la durée des tubes de caoutchouc affectés à cet usage, et par conséquent sur la dépense relative à ce système.

RUSSIE.

Le gouvernement russe a envoyé à l'Exposition de nombreux échantillons de draps, de toiles, de cuirs pour la chaussure et l'équipement, d'effets d'équipement, et même de machines servant à la réception des effets. Un catalogue fort détaillé et intéressant accompagne ces objets. Toutes les personnes qui ont pu examiner les draps employés pour l'habillement des troupes russes à l'époque de la guerre de

Crimée, doivent reconnaître que la Russie a fait, depuis cette époque, de grands progrès dans cette importante industrie.

L'administration russe a adopté, sous l'influence de la commission technique, le système de réception en usage en France et, d'après le document publié par le gouvernement lui-même, cette amélioration a suffi pour faire cesser de grands abus. On lit en effet ce qui suit dans l'introduction du catalogue :

« L'économie, ou plutôt le remboursement à la couronne
« de la somme que les fabricants avaient en vue pour couvrir
« les abus de la réception dans la fourniture de l'année 1864,
« est le meilleur exemple du progrès. Quatre fabricants qui
« avaient fourni dans ladite année un million d'archines de
« drap, ont remboursé à la couronne une somme de cent
« mille roubles (304 000 francs) du payement qui leur a été
« fait pour ce drap. »

Ainsi, la couronne a bénéficié dans une large proportion des remises abusivement faites autrefois aux intermédiaires.

Pendant les trois dernières années, toutes les commissions de vérification russes ont adopté des machines à mesurer et à peser les étoffes, aussi bien que des machines pour la rupture des étoffes adoptées par la commission de vérification à Pimlico (Angleterre); des appareils de décatissage, semblables à ceux du dépôt central de Paris; des machines pour mesurer et plier les bandages et les toiles faites à la main. Ces deux dernières machines, inventées en Russie, se trouvent dans la collection présentée par le ministère à l'Exposition.

Les draps en usage dans l'armée russe, dont les types ont été envoyés à l'Exposition, comprennent quatre catégories distinctes.

Savoir :

1^o Les draps de la garde impériale, fabriqués avec des laines, dites mérinos;

2^o Les draps simplement feutrés, non tirés à poils, fabriqués avec la même sorte de laine que les précédents;

3° Les draps demi-mérinos, de couleur verte foncée pour pantalons ;

4° Les draps pour troupes de lignes, fabriqués en laines communes.

L'examen de la couleur des draps russes se fait sur deux échantillons, l'un de nuance claire, l'autre de nuance foncée, entre lesquels la pièce doit être comprise ; ce système est moins précis que l'examen fait en France sur un type unique.

Les draps de la garde impériale sont fabriqués avec des laines de très-bonne qualité ; plus fines que les laines françaises, elles sont convenablement tirées à poils et tondues.

Cependant, à superficie égale, le drap de vingt-trois ains français de sous-officier pèse 48 grammes de plus que le drap russe de la garde.

Pour comparer les prix, il faut ramener par le calcul les draps russes au même poids de l'unité superficielle, et l'on trouve :

Drap noir et vert-foncé de la garde russe.....	9 ^f 16
Drap écarlate —	10 38
Drap garance mélangé de noir.....	13 83

En France, les draps analogues coûtent :

Drap vert foncé.....	11 ^f 37
Écarlate.....	11 29
Garance.....	11 12

Les draps lisses, improprement nommés feutrés sans poils, sont filés et tissés, mais non tirés à poils et tondus. Ils sont, quant à la laine et à la teinture, de qualité à peu près égale aux précédents, mais ils sont simplement feutrés et sans apprêt.

Les draps demi-mérinos, pour pantalons, n'ont pas encore de types adoptés et de description technique définitive.

Les draps destinés aux troupes de ligne sont bien inférieurs

à ceux dont nous venons de parler. Les laines employées à cette fabrication sont grosses, communes, assez mal nettoyées, chargées de poils jarreux et de pailles. C'est pour ce genre de produits que la Russie, qui possède des laines fines et ordinaires en si grande quantité et à des prix modérés, peut encore améliorer sa fabrication. Mais ces draps sont livrés à des prix très-bas, comparativement à ceux de l'Europe occidentale.

Le drap russe vert foncé, ramené à 119 de large et au poids de 0 ^k 889,		
coûterait, le mètre.....	4 ^f	87
Le drap gris mélangé, en 119, pesant 0 ^k 915, le mètre.....	4	87
Le gris argenté, en 119, pesant 0 ^k 889	—	7 28
Le blanc blanchi, en 119, pesant 0 ^k 883	—	8 11
Le drap de poil de chameau pour caban, en 119, pesant 0 ^k 792.	3	84

Le bon marché a ici une véritable importance, quand il s'agit de vêtir 1,200,000 hommes.

Les toiles à chemises, toiles à doublure, toiles à tentes et toiles d'hôpitaux sont fabriquées avec du lin russe, que l'on cultive sur une grande échelle dans ce pays; elles sont, en général, filées et tissées à la main. Elles sont faites avec des fils de gros numéros, ce qui donne lieu à un tissu clair et lâche. Elles semblent moins solides et plus perméables que les bonnes toiles fabriquées à la mécanique. Leurs prix sont aussi très-bas. Ainsi, la toile à chemise coûte 0 fr. 92 par mètre carré.

Les cuirs de Russie ont une réputation universelle en ce qui concerne les cuirs souples destinés à la confection de la sellerie, des chaussures de luxe et des sacs de voyage. Ces cuirs sont tannés à l'écorce de bouleau, puis colorés au rouge brun par l'emploi du santal odorant. La Russie fait un commerce d'exportation considérable de ces sortes de cuirs. On fabrique aussi très-bien dans ce pays les veaux blancs, pour empeignes et tiges de chaussures de luxe.

Les cuirs pour empeignes et pour tiges de chaussures de troupe sont souples, bien tannés et bien corroyés; peut-être devaient-ils être un peu plus imprégnés de corps gras.

Les cuirs forts de bœuf pour semelles sont moins satisfaisants.

L'exposition russe comprend encore des peaux remarquables, pour gants, de castor ou de daim blanc.

SUISSE.

Le sieur Delacretaz, de Lausanne, fabricant d'uniformes pour le gouvernement suisse, a exposé plusieurs modèles d'uniformes, et particulièrement d'uniformes d'officiers.

Les draps employés sont fins mais tondus d'un peu près. Les confections semblent satisfaisantes. Les formes se rapprochent des formes françaises. L'uniforme d'infanterie se compose d'une tunique bleue avec pantalon gris. Au bras se montre le brassard fédéral.

Le chapeau des chasseurs semble fort commode; il est en feutre noir avec écusson en cuivre, et cocarde surmontée d'un petit plumet en plumes de coq noires. Les bords ont à peu près partout 0^m08 de large. Ce chapeau est maintenu par une mentonnière légère.

En résumé, l'aspect de cette partie de l'Exposition montre que tous les gouvernements rivalisent d'efforts pour faire participer leurs troupes aux progrès de l'industrie, et pour accroître leur bien-être.

CHAPITRE XII

TENTES, EFFETS ET USTENSILES DE CAMPEMENT

ANGLETERRE.

Le gouvernement anglais a exposé deux tentes en toile. L'une, conique, est semblable à la tente actuellement adoptée en France, et autrefois appelée tente turque. Elle est à un seul support et peut être maintenue par des piquets à 0^m30 du sol, distance suffisante pour favoriser l'aération. Elle est destinée à recevoir huit hommes.

La seconde, tente de grande dimension, est ovale ; les deux axes de l'ellipse qui en forment la base sont de 9 mètres et 4 mètres. Soutenue par trois supports, elle est double dans toutes ses parties, mais comme elle a été présentée sous le nom de tente d'ambulance, nous y reviendrons en traitant de ce matériel spécial.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Le gouvernement des États-Unis et le docteur Evans ont exposé, tous les deux, une tente-abri en tissu de coton, enduit de caoutchouc, qui a rendu, dit-on, les plus grands services pendant la guerre civile, mais bien plus encore comme surface préservatrice de l'humidité du sol, au bivouac, que comme abri.

Ce morceau rectangulaire d'étoffe imperméable épaisse, a environ 2 mètres sur 1 mètre, et couvre ainsi à peu près deux

mètres carrés du sol. Il porte sur ses bords des boutons et des boutonnères comme les tentes-abris ordinaires. On a pratiqué en son milieu une fente assez grande pour laisser passer la tête d'un homme, fente susceptible de se fermer avec deux boutons. En marche, quand il fait mauvais temps, le fantassin porte cette pièce d'étoffe imperméable par-dessus son sac, son équipement et ses armes; elle le préserve ainsi tout entier à l'exception de la tête. Cet objet peut être employé de trois manières :

- 1° Comme tente-abri ;
- 2° Comme manteau de marche ;
- 3° Comme surface isolante de l'humidité.

La tente-abri de toile, perméable à l'air, doit être préférable à celle de caoutchouc dans tous les pays tempérés ou chauds. Ce n'est que par les grands froids et la neige que celle-ci pourrait reprendre la supériorité ; dès qu'elle est exposée à un soleil un peu vif elle doit devenir étouffante.

Portée flottante, comme couverture de marche, elle protège très-bien l'homme et son bagage, sans lui tenir très-chaud, et sans s'opposer à l'évaporation de la transpiration au travers des vêtements.

Mais c'est comme plancher de bivouac qu'elle a rendu les plus grands services.

La tente-abri en toile suffit pour préserver de la pluie lorsqu'elle a été dressée sur un terrain sec; mais quand on vient établir, à la nuit tombante, un bivouac sur une terre détrem-pée, les hommes passent la nuit dans la boue, et les épidémies en sont la conséquence inévitable et prochaine. Le soldat américain place alors son caoutchouc sur le sol, se couche dessus, et se recouvre ensuite avec une couverture de marche ordinaire en bonne laine.

Cette tente pèse environ 1,500 grammes, elle a coûté pendant la guerre de 6 fr. 25 à 11 fr. 50. Elle semble avoir, au point de vue hygiénique, une véritable importance. On la nomme en Amérique : *Rullen Puncho*.

FRANCE.

Le gouvernement français a fait exposer cinq modèles divers de tentes :

- 1° La tente-abri ordinaire ;
 - 2° La tente de marche pour officier ;
- Destinées toutes les deux aux troupes en opération.
- 3° La tente ordinaire de troupes, pour les camps ;
 - 4° Le manteau d'arme de piquet, pour les camps ;
 - 5° La tente de conseil, pour les camps.

Ces trois derniers modèles sont employés dans les camps d'instruction à l'intérieur, et en campagne pendant les sièges, ou lorsque les troupes doivent occuper pendant un temps suffisamment prolongé une position militaire. Ces tentes sont transportées sur des voitures.

Tente-abri ordinaire.

Quoique la tente-abri ordinaire ait été envoyée à l'Exposition universelle, nous ne la décrivons pas par cette raison, qu'adoptée aujourd'hui par un grand nombre de nations militaires, elle est suffisamment connue.

Chaque soldat d'infanterie porte en campagne l'abri qui lui est nécessaire, ainsi composé :

Une tente-abri.	1 kil. 070
Un support.	0 470
Trois piquets	0 150
Une couverture de marche. . . .	1 600
Ensemble.	3 kil. 290

Ces tentes, qui peuvent encore servir de sac de couchage, forment, en les réunissant par six, une tente fermée de toutes parts.

Tente de marche pour officiers.

Cette tente, exclusivement destinée aux officiers, est transportée en campagne par les voitures d'équipages qui suivent les bataillons, à raison de une pour deux compagnies.

Elle peut servir d'abri à deux officiers ; elle pèse 12 kil. 80 et ne coûte que 46 francs.

L'industrie privée n'a rien offert d'aussi convenable pour cet usage. La tente de Walker pèse aussi 12 kilogrammes, mais elle coûte 170 francs.

Les tentes des autres modèles sont distribuées en même temps que les outils de campement, qui ne sont généralement plus aujourd'hui portés par le soldat d'infanterie. Ces outils sont transportés, comme les tentes et leurs accessoires, par des voitures. Ils consistent en pelles, pioches, haches, serpes et faux, destinés au défrichement et au nivellement du terrain choisi pour le campement des troupes, ainsi qu'à la récolte des fourrages sur pied.

Tente ordinaire modèle 1863.

Cette tente, conique, à un seul support, est aujourd'hui indistinctement destinée dans les camps aux officiers et à la troupe, ainsi qu'aux ambulances de campagne. Elle est fixée au sol par vingt-six grands piquets et vingt-quatre petits, tous en bois. Elle a deux portes opposées, que quatre montants de 2 mètres peuvent tenir ouvertes au moyen de cordeaux tendus. Le rayon du cercle de base est de 3 mètres ; la tente protège ainsi efficacement plus de 27 mètres carrés. Elle pèse, sèche, avec tous ses accessoires, 72 kilogrammes, et coûte 239 francs.

Cette tente est destinée à recevoir :

Un officier supérieur,

Ou deux officiers subalternes,

Ou seize hommes d'infanterie,

Ou huit hommes de cavalerie avec leurs harnachements.

Elle est solide et a été adoptée après les expériences concluantes faites pendant la campagne de Crimée.

Pour la transformer en tente d'ambulance, il convient de doubler la toile; on n'y doit placer que huit malades ou blessés.

Manteau d'armes.

Ainsi que l'indique leur nom, ces appareils sont destinés à protéger dans les camps les fusils des troupes d'avant-postes et de grand'gardes. On les met en service en même temps que les grandes tentes dont nous venons de parler. Ce sont des tentes elliptiques, basses et étroites qui ne peuvent recevoir d'autre destination que celle indiquée par leur nom. Elles pèsent avec le râtelier d'armes 25 kil. 300 et coûtent 55 fr. 64.

Tentes de conseils.

Cette tente est destinée dans les camps aux officiers généraux, aux chefs des corps de troupe et aux intendants et sous-intendants militaires.

Elle est en toile grise garnie de bleu, de forme conique, à un seul support comme la tente de troupe. Elle est fixée au sol par vingt-cinq grands piquets. Elle a aussi deux portes. Une table circulaire est supportée par le montant; cette table est entourée de huit pliants sanglés.

Le rayon du cercle à la base est 2^m50. La surface couverte est de 49 mètres carrés. La tente pèse, sèche, avec tous ses accessoires, 121 kilogrammes, son prix est de 368 francs.

Les troupes qui entrent en campagne reçoivent, avec les effets de campement que nous venons d'indiquer, des ustensiles dont les spécimens ont été exposés.

Chaque homme d'infanterie porte un petit bidon de fer battu dont la contenance est d'un litre. Il est à deux tubulures et recouvert de drap bleu. Il coûte 1 fr. 80. Le soldat y ajoute une mesure en fer battu de 1/4 de litre, habituellement

appelée *quart*, qui lui sert comme mesure lors des distributions, et une petite gamelle individuelle qui coûte 1 fr. 10.

On remet en outre à chaque escouade de huit hommes d'infanterie :

Une grande gamelle coûtant. . . .	1 fr. 92
Une marmite de 8 litres.	3 15
Un bidon de 8 litres.	2 70

Ces ustensiles sont portés sur le sac, à tour de rôle, par les hommes de l'escouade.

Le bidon destiné à la cavalerie est de 4 litres seulement.

Nous avons dit que le soldat d'infanterie en marche porte avec sa tente-abri sur le sac une couverture de marche en laine grise qui pèse 1 kil. 600 et coûte 8 fr. 12.

On remplace cette couverture, pour les troupes campées sous la grande tente, par une couverture de campement plus grande qui pèse 2 kil. 200 et coûte 15 fr. 39.

Les types de tous les effets, ustensiles et outils de campement en usage figuraient à l'Exposition dans le pavillon du Ministère de la Guerre français.

PRUSSE.

La Prusse a exposé un modèle de tente à base rectangulaire dont le faite, les montants et les arbalétriers sont en fer. Elle a l'avantage de présenter une assez grande capacité intérieure parce que les parois latérales sont verticales, ce qui permet de placer facilement un lit en fer et toile métallique; mais tout cet ensemble est lourd et cher.

Société internationale de secours.

COMITÉ FRANÇAIS.

La Société internationale de secours pour les blessés, préoccupée d'adopter un matériel de guerre particulier pour

le personnel qu'elle compte envoyer aux armées, s'est arrêtée à la tente-abri à lacets de M. Vannier, qu'elle a exposée.

Ces tentes sont en toile, de forme carrée. La toile a 1^m63 sur 1^m53; elle est doublée sur les bords et porte de chaque côté une rangée d'œillets en cuivre. On réunit les tentes en les lançant au moyen d'une corde; quatre toiles recouvrent plus de six mètres carrés. La tente ainsi formée présente une section verticale triangulaire dont la base est de 2 mètres et l'apothème 1^m10.

On la ferme au fond par une cinquième toile pliée en triangle, et elle peut abriter six hommes.

Ce système, présenté depuis longtemps au Département de la Guerre et expérimenté, n'avait pas semblé préférable au système des boutons, qui a été conservé.

CHAPITRE XIII

ALIMENTATION DES TROUPES

En principe, les armées en campagne doivent adopter un régime alimentaire qui se rapproche autant que possible du régime habituel des populations qui les entourent, par la raison qu'elles peuvent ainsi utiliser les denrées les plus communes dans le pays.

Mais, comme l'on ne peut changer brusquement les goûts et les habitudes d'une armée, il est nécessaire de la préparer graduellement aux modifications de son régime. Quels que soient d'ailleurs les aliments adoptés, il importe de les rationner et de les distribuer dans la forme ordinaire, et pour cela il est indispensable de disposer des appareils qu'exige cette transformation. Chaque armée possède à cet effet des ustensiles particuliers, et nous en avons trouvé un certain nombre à l'Exposition.

ANGLETERRE.

Le gouvernement anglais a exposé, dans son spécimen de casernement, les ustensiles de cuisine et de cantine en usage pour les troupes en station.

En ce qui concerne les troupes en campagne, il a présenté des cantines d'ustensiles de campement, un pétrin en bois de sapin et un four portatif, employé, dit-on, au camp d'Aldershot.

Ce four se construit en un instant au moyen de surfaces cy-

lindriques en forte tôle, ayant la forme d'un quart de cylindre. Deux de ces surfaces, réunies par un crochet et placées sur le sol, constituent un demi-cylindre, ayant 1^m40 de diamètre et 0^m78 de long. Cette portion de cylindre s'unit à une surface semblable par un recouvrement et un crochet, et l'on peut ainsi en placer plusieurs à la suite les uns des autres. Toutes ces pièces sont maintenues en place par des piquets en fer enfoncés dans la terre. La sole de ce four est formée d'une longue feuille de tôle, aussi longue que le four que l'on veut construire, et ayant 1^m30 de large. Le four, ayant ainsi de 4 à 5 mètres de long, demeure provisoirement ouvert par ses deux extrémités et n'a ni cheminée ni houras. On peut fermer à volonté les deux orifices avec des plaques demi-elliptiques dont le grand diamètre est horizontal, et dont le petit dépasse de 0^m20 environ la partie supérieure du four. On recouvre ce four de 30 ou 40 centimètres de terre, puis on y entasse du bois, et on le chauffe en laissant les extrémités ouvertes. Quand le four est chaud, on retire la braise et les cendres par les deux extrémités, puis on enfourne; enfin on ferme les orifices en réunissant les cendres devant chacun d'eux. Les pains sont, avant l'enfournement, placés dans des moules en tôle qui leur donnent la forme d'un parallépipède.

Un pétrin léger, un rable et deux pelles, composent l'armement de ce four.

Cet appareil est très-simple. Ses parties, peu fragiles, s'engrèvent facilement pour le transport; il n'est ni volumineux ni lourd; mais il doit être assez difficile à chauffer avec du bois vert comme celui que l'on emploie en campagne, parce qu'il est difficile d'y régulariser le tirage; il doit, en outre, perdre par ses deux bouches une grande quantité de calorique, et par suite consommer beaucoup de combustible. Or, le combustible est souvent rare en campagne. Il est à regretter que l'on n'ait pas fait une expérience comparative de ce four avec le four français Espinasse.

Four Perkins.

M. Perkins a exposé un four à vapeur sur roues muni d'un pyromètre. L'inventeur a présenté des certificats favorables de l'administration militaire anglaise.

Ce four pèse, avec ses quatre roues, 2,090 kilogrammes, non compris le poids de son armement (pétrin, moules, pelles, etc.) qu'il faut placer sur une seconde voiture.

Il coûte 7,500 francs.

Ce four a la forme d'un long cylindre dont la génératrice est légèrement inclinée vers le sol, d'arrière en avant. On le chauffe par l'arrière et l'on enfourne par l'avant. De l'eau chaude et de la vapeur circulent dans deux rangées de tuyaux en fer forgé, parallèles, et disposées, l'une sous la sole, l'autre dans le massif de la voûte. Le combustible peut être indifféremment la houille ou le bois.

Le four Perkins a été expérimenté à la manutention de Paris, en présence de l'inventeur et d'une commission spéciale. Le combustible choisi a été le bois, comme le plus habituel en campagne.

La première fournée fut jugée un peu pâle et lourde; les autres furent un peu mieux réussies. Son produit a été de dix-sept cents rations de 750 grammes par vingt-quatre heures.

La consommation du bois s'est élevée à 150 kilogrammes pour mille rations.

On a allégué en faveur de ce four qu'il peut chauffer en marchant, de manière à être prêt pour l'enfournement en arrivant à l'étape; mais ceci est de peu d'importance, puisqu'il faut plus de douze heures pour préparer les levains et la pâte.

Ce four est encombrant et lourd, ce qui oblige d'y atteler quatre chevaux, et comme il a une voie de 2^m18, quand la voie des voitures françaises est de 1^m77, il passerait difficilement par les mauvais chemins dans notre pays.

Comparé au four Espinasse, il consomme 20 p. 100 de com-

bustible en plus, cuit moins bien et coûte 7,500 francs quand le second revient à 1,050 francs.

FRANCE.

Le gouvernement français a exposé :

- 1° Les séries divisionnaires du service des subsistances en campagne ;
- 2° Une boulangerie de campagne avec four portatif en tôle ;
- 3° Une table à levier avec les instruments nécessaires pour la fabrication du biscuit ;
- 4° Des échantillons du pain et du biscuit réglementaires ;
- 5° Les règlements et les nomenclatures relatives au service des subsistances.

On appelle, en France, série divisionnaire, la réunion des objets mobiliers nécessaires pour préparer en campagne toutes les distributions de denrées rationnées destinées à une division d'infanterie ou de cavalerie.

Ces séries comprennent donc des outils de boucher, de tonnelier, de botteleur, des instruments de pesage et diverses séries de poids et mesures de capacité.

Le tout est contenu dans deux caisses, en forme de cantines, susceptibles d'être transportées en voiture ou même à dos de mulet. Afin d'alléger autant que possible le matériel qui accompagne les troupes, on a composé deux séries distinctes : la série de marche et celle de station. Des nomenclatures indiquent avec détail le contenu de chaque caisse.

Les docks de la guerre renferment toujours des séries divisionnaires tout emballées et prêtes à partir. On y rencontre encore, pour les besoins des armées actives, des collections et assortiments d'outils, déterminées par des nomenclatures officielles.

La boulangerie de campagne exposée comprenait :

Un four Espinasse monté, avec trou du brigadier, revêtu en briques, et surmonté de sa tente. En arrière, une tente du

service des subsistances formant la boulangerie. On trouvait sous cette tente le pétrin, le panier à levain, les pannetons, le tour à pâte, la balance, enfin tous les accessoires du four et les caisses destinées à renfermer ses diverses parties.

L'armée française fait usage, pour l'établissement des boulangeries de campagne, de deux sortes de fours :

1° Les fours de construction établis en général sur la base principale d'opérations et sur les lignes d'étapes de l'armée,

2° Les fours Espinasse, mobiles, employés sur les bases d'opérations secondaires ou accidentelles, dans les camps et dans les armées de siège.

Les premiers sont, ainsi que l'indique leur nom, destinés à être construits sur les lieux. L'armée ne transporte pour chaque four de cette espèce que les objets suivants :

Pour les fours chauffés au bois ;

1 châssis de bouche en fonte dans une caisse ;

1 bouchoir en forte tôle ;

2 hourras avec trappe à la russe ;

2 tringles de houras.

Pour les fours chauffés à la houille ou au coke, on ajoute à ce qui précède :

1 fourneau comprenant un châssis avec porte ;

1 grille avec support ;

1 ringard ;

Enfin, les pelles et râbles nécessaires pour le service du four.

Ces fours sont construits avec les matériaux que l'on peut trouver sur les lieux, tels que briques cuites, carreaux, tuiles, moellons, etc.

Tous les outils nécessaires pour cette construction son renfermés dans une caisse pesant 108 kilogrammes.

Le travail est exécuté par un atelier de quatorze ouvriers militaires, fournis par la première section d'ouvriers des subsistances (*section des ouvriers d'art*), composé ainsi qu'il suit :

1 chef d'atelier;

2 maîtres surveillants;

6 maçons;

2 fumistes;

1 charpentier;

1 menuisier;

1 serrurier;

Quand, le 14 mai 1859, le quartier général de l'armée française en Italie fut porté à Alexandrie, vingt fours de cette espèce, de trois cents rations chacun, furent construits en six jours sur la place de la citadelle par les ouvriers militaires d'administration, et ils produisirent ensuite quarante mille rations de pain par jour.

Four portatif Espinasse.

Le four portatif en tôle, du système Espinasse, a rendu aussi de grands services en Crimée, en Italie, et dans nos expéditions lointaines. Quoique construit en tôle assez mince, ce four résiste très-bien à un usage continu de six mois.

Il se compose d'un bâtis en fer supportant par des crochets une voûte en tôle. Le bâtis comprend une bouche en fonte, quatre fermes et six cours de pannes reliant les fermes. Les fermes sont maintenues par huit grands piquets en fer, enfoncés en terre et portant des rondelles. Les pannes sont munies d'anneaux correspondant aux trous de la voûte; celle-ci est formée de feuilles de tôle avec recouvrement. Les rives sont également en tôle pliée suivant le dessin du four et maintenues par des piquets en fer tant en dehors qu'en dedans, la sole est formée soit de terre battue, soit de carreaux de terre cuite quand on en trouve sur les lieux.

Pour monter le four, on exécute d'abord l'épure sur le sol, on place la bouche et les rives, puis la voûte. Dans chacun des trous de celle-ci on engage un crochet portant un disque en fer d'un diamètre un peu plus grand que celui du trou. Après que ce crochet est fixé à la panne, le poids de la voûte suffit pour faire adhérer complètement le disque. On place

ensuite deux cheminées en tôle, munies chacune d'un houras à tringle. On creuse devant la bouche le trou du brigadier, avec trois marches de franchissement. Ce trou cube plus de $1^m 1/2$, et la terre provenant des déblais sert à recouvrir la voûte et les rives du four jusqu'à la hauteur des fermes, soit environ 40 centimètres.

Dans l'expérience comparative faite entre ce four et le four Perkins, à la manutention de Paris, le four Espinasse a été amené en caisses et chargé sur un chariot du train. En une heure et 55 minutes, il était déballé, déchargé, et si complètement monté que le feu y était allumé. Six heures après, ce four était prêt pour l'enfournement.

Le pain y cuit à peu près aussi bien que dans les fours ordinaires en briques.

La consommation du bois a été, dans l'expérience comparative, de 126 kilogrammes pour mille rations. Le four Espinasse est de deux cents rations par fournée; il a produit, le jour de l'expérience, trois mille deux cents rations par vingt-quatre heures; mais quand à l'armée on a du bois moins sec et une installation moins commode, le produit peut descendre à deux mille six cents rations.

Ce four pèse, tout emballé, avec ses caisses et son armement complet, environ 1,400 kilogrammes, et avec le chariot de parc qui le porte, 2,000 kilogrammes, soit 90 kilogrammes de moins que le four Perkins, mais il a encore cet avantage qu'après qu'il est monté, la voiture devient disponible pour tout autre service.

Il coûte complet environ 1,200 francs, et 1,050 francs, si, pour le comparer au four Perkins, on retranche la valeur du pétrin et des accessoires.

Le four Espinasse a subi victorieusement trop d'épreuves pour que l'on ait à en faire l'éloge ici. Son seul inconvénient est la complication qui résulte du grand nombre de pièces qui le composent et qui exige beaucoup d'ordre et de soin dans tous les mouvements.

Conserves alimentaires.

On a présenté à l'Exposition un grand nombre de conserves de viandes ou de légumes, dont on a proposé l'introduction dans l'alimentation des troupes en campagne. Quels que soient les procédés employés, la plupart de ces produits reviennent à un prix trop élevé pour être d'un usage habituel. On peut citer cependant, comme susceptibles d'entrer dans la composition des approvisionnements de siège :

1^o Les conserves de légumes de Chollet :

Pommes de terre en tablettes ;
Semoules de pommes de terre ;
Tablettes de julienne n^o 2 ;

2^o Les conserves de viande désossée et comprimée de Lignac, renfermant dans les mêmes boîtes du bouillon concentré ;

3^o Les conserves de viande par le procédé Appert, préparées par l'administration de la marine dans l'usine centrale de Rochefort, d'où elles sont expédiées dans tous les ports de guerre.

Ces dernières conserves sont certainement les moins coûteuses de toutes.

Appareil Louvel.

L'exposition française comprenait encore un appareil destiné à la conservation des denrées alimentaires, telles que céréales, farines, biscuits, qui peut avoir une importance réelle pour la conservation des approvisionnements de siège dans les places de guerre. C'est l'appareil Louvel.

Il consiste en de grandes capacités cylindriques en tôle, de 0^m07 d'épaisseur, solidement boulonnées et recouvertes de plusieurs couches de peinture. Les joints sont faits avec assez de soin pour que le vase conserve longtemps un vide représenté par 0^m15 de mercure.

On sait que tous les insectes qui attaquent les substances alimentaires succombent quand ils sont privés d'air, et que l'oxygène de l'atmosphère est le principal agent de fermentation et de décomposition; que, par conséquent, les substances organiques se conservent indéfiniment dans le vide. C'est ce que les expériences faites du procédé du docteur Louvel ont clairement démontré. (*Moniteur universel* du 11 mars 1863.)

Il a exposé deux cylindres d'une capacité de 100 hectolitres chacun, et une pompe aspirante mue par une faible machine locomobile.

Un manomètre à cadran surmonte chaque appareil.

Au point de vue militaire, ce système aurait les avantages suivants :

Préserver les approvisionnements si précieux des places fortes contre les causes ordinaires d'avaries et de destruction ;

Les mettre à l'abri des chances d'incendie de magasins, si nombreuses pendant un bombardement ;

Présenter des garanties précieuses contre les détournements, car dès qu'un cylindre a été ouvert, l'aiguille du manomètre revient à 0 ;

Se prêter d'une manière toute particulière à l'emmagasinement dans des casemates, même les plus humides ;

Enfin, permettre de réunir une grande réserve de vivres sous son minimum de volume, dans un lieu quelconque, abrité contre les feux directs de l'ennemi, et susceptible d'être préservé des feux courbes, comme un magasin à poudre, par un blindage couvert de 1 mètre de terre.

Quant à la dépense, elle n'aurait rien d'exagéré. Par suite d'un traité avec l'usine du Creusot, l'inventeur pourrait livrer des appareils de 100 hectolitres, à raison de 11 fr. 11 c. par hectolitre. Ici l'on n'a à faire qu'une dépense de premier établissement, l'entretien des appareils se bornant au graissage de la pompe, et à une couche de peinture appliquée tous les cinq ans sur les récipients.

La création d'édifices destinés à la conservation du blé sur plancher, procédé le plus communément employé, entraîne une dépense de 19 fr. 87 c. par quintal métrique.

Les greniers Huart reviennent à 20 fr. 65 c., aussi par capacité de 100 kilogrammes de grains.

En outre, ces deux systèmes exigent pour les grains des manutentions périodiques, qui portent la dépense de conservation par quintal métrique à 0 fr. 60 c. pour le premier, et à 0 fr. 40 c. pour le second.

La création des silos Doyère coûte 11 fr. 43 c. par quintal, et ici, comme dans le procédé Louvel, il n'y a plus de manutention.

D'après les prix actuels, indiqués par M. Louvel, il pourrait livrer ses appareils au prix de 14 fr. 81 c. ou 15 francs, pompe comprise, par quintal métrique de denrée conservée.

Trémie conique.

Le département de la guerre français a encore exposé une trémie conique, appareil destiné à apprécier le poids des blés à l'hectolitre au moment des réceptions. Ce poids est un indice certain de la qualité, et l'appareil, fort simple d'ailleurs, n'a d'autre but que de rendre impossibles les fraudes qui se produisent si souvent dans les marchés de céréales.

RUSSIE.

L'administration des domaines de l'État, en Russie, a envoyé une machine bien plus compliquée que la précédente, destinée à mesurer les céréales. Cette machine est ingénieuse, mais se compose de tant de parties, susceptibles de mouvements différents, qu'elle doit être fort coûteuse. Une aiguille mobile autour d'un cadran indique le nombre de mesures qui passent.

CHAPITRE XIV

CHARGES DES HOMMES ET DES CHEVAUX EN CAMPAGNE ÉQUIPAGES MILITAIRES. — TRANSPORT DES POSTES, DU TRÉSOR ET DE LA TÉLÉGRAPHIE

Les transports du matériel des armées en campagne doivent être divisés en deux portions inégales et distinctes.

1° L'une comprenant les objets qui doivent partout accompagner les troupes et marcher à la suite des colonnes ; c'est ce que l'on nomme habituellement les équipages.

2° L'autre formant les transports généraux qui sont destinés à suivre de loin seulement les mouvements de l'armée, et dont la mission est de la ravitailler sans cesse, en évitant d'encombrer les routes qui lui sont nécessaires pour manœuvrer.

L'Exposition universelle a présenté plusieurs spécimens de véhicules appartenant aux deux espèces de transports. Nous ne parlerons ici que des premiers, nous réservant d'examiner les autres dans un chapitre suivant.

Quelque perfectionnés que soient les équipages, il faut toujours, dans les armées nombreuses, charger les hommes et les chevaux de leurs ustensiles de campement, et d'une portion des vivres et des munitions qui leur sont indispensables. Les forces disponibles pour cela dépendent de l'effort déjà exigé pour le transport de la charge ordinaire. Ainsi le soldat français portant sur le pied de paix 20 k. 092 en effets d'habillement, d'équipement et armes, on ne peut y ajouter que

9 kilogrammes pour les cartouches, les objets de campement dont nous avons parlé et quatre jours de vivres.

Avec sa grande expérience de la guerre, l'empereur Napoléon I^{er} a pu dire à Sainte Hélène :

« Il est cinq choses qu'il ne faut jamais séparer du soldat :
« son fusil, ses cartouches, son sac, ses vivres pour au moins
« quatre jours, et un outil de pionnier. »

Cependant, pour se conformer rigoureusement à cette prescription, il eût fallu imposer au fantassin une charge excessive dépassant 32 kilogrammes.

On l'a donc débarrassé des outils de campement, en laissant au service du génie le soin de faire transporter un certain nombre d'outils véritables de pionniers. L'on s'est préoccupé ensuite de déterminer le nombre et la nature des effets de toute sorte et des armes que l'homme doit porter en campagne. Des recherches faites avec soin ont appris que l'on doit considérer 29 ou 30 kilogrammes comme le maximum de la charge de la grande majorité des hommes d'infanterie. L'on s'est arrêté alors aux chiffres suivants :

Le soldat français porte en temps de paix.....	29 ^k 092	
A l'armée avec 99 cartouches et 4 jours de vivres.....	29 ^k 401	
Le soldat anglais.	}	23 ^k 241
(avec 60 cartouches, mais sans vivres).		
Le soldat russe.	} En garnison.....	21 ^k 903

Les chevaux, ceux de cavalerie légère surtout, ne doivent pas non plus être trop chargés ; or, ils portent en campagne, le poids du cavalier compris :

EN FRANCE. (avec cartouches et sans vivres).	{	Chasseurs.....	124 ^k 86
		Hussards.....	127 ^k 36
		Dragons.....	131 ^k 06
		Cuirassiers.....	142 ^k 86
EN ANGLETERRE. sans cartouches ni vivres).	{		128 ^k 34

EN RUSSIE. (avec 9 kilogr. d'avoine et 40 cartouches).	{	Dragon de la ligne.....	133 ^k 374
		Dragon éclaireur.....	135 ^k 330
		Lancier de la ligne.....	131 ^k 411
		Lancier éclaireur.....	134 ^k 617
		Hussard de la ligne.....	130 ^k 514
		Hussard éclaireur.....	183 ^k 720

Il semble donc nécessaire de ne pas charger les hommes d'infanterie de plus de quatre jours de vivres (3 k. 394) la viande suivant sur pieds, et les chevaux de plus de quatre jours d'avoine.

Cependant la nécessité d'attendre un convoi tous les quatre jours au moins, pouvant nuire à la mobilité des troupes, on a songé à faire suivre chaque corps et surtout chaque bataillon d'infanterie, d'une petite réserve de biscuit sucre et café, portant ainsi son approvisionnement à six jours.

L'on a dans ce but fait construire en France la voiture exposée sous le nom de *voiture auxiliaire des subsistances*, modèle 1867.

Voiture auxiliaire des subsistances.

Cette voiture est à deux roues, elle est attelée d'un seul cheval. Les roues ont 1^m57 de diamètre. La voiture, complètement fermée, est à claires-voies. Elle ne pèse que 285 kilogrammes et ne coûte, fabriquée au parc de Vernon, que 220 francs. Cette voiture n'est pas suspendue, elle est couverte en toile peinte imperméable, elle peut être chargée à cinq ou six quintaux. Deux de ces voitures porteront facilement un jour de vivres en biscuit, sel, sucre et café pour un bataillon de 1,000 hommes. Elles pourront, suivant les besoins, être attachées aux bataillons, ou former des compagnies d'équipages auxiliaires.

Un de leurs mérites est de se démonter facilement pour le transport par chemins de fer. Un train ordinaire peut ainsi transporter 300 voitures de cette espèce, jusqu'à un point d'interruption de la voie ferrée. Cette sorte de voitures est destinée à former le complément du système de transport par

chemins de fer, en suppléant aux destructions partielles de la voie. Accompagnant les troupes et très-mobiles, elles pourront venir demander leurs chargements presque périodiquement, ainsi qu'on l'a fait pendant la guerre d'Amérique, aux convois de lourdes voitures restés en arrière, ou aux magasins voisins.

Le ministère de la guerre français a exposé encore trois autres voitures d'équipages.

- 1° La voiture régimentaire ;
- 2° La voiture d'état-major ;
- 3° La voiture du Trésor et des postes.

Toutes les trois ont été exécutés au parc de construction de Vernou, sous la direction de M. le sous-intendant militaire Rousseau, directeur de cet établissement.

Voiture régimentaire.

La voiture régimentaire, modèle 1867, est destinée au transport des bagages et tentes des officiers des corps de troupes, ainsi qu'au transport des archives des chefs d'état-major et des sous-intendants militaires des divisions.

Cette voiture est à deux roues elle sera attelée de un ou deux chevaux à volonté. Elle pèse vide 320 kilogrammes et coûte 250 francs. Elle porte une pelle, une pioche et deux palonniers. Sa capacité a été calculée de manière à ce qu'elle puisse recevoir 8 cantines et trois tentes de marche pour les six officiers de deux compagnies. Chaque officier ayant une cantine d'effets, une cantine d'ustensiles de cuisine est en outre destinée aux trois officiers de chaque compagnie. On accordera ainsi trois voitures par bataillon d'infanterie à six compagnies, plus deux pour le grand état-major du régiment, en tout onze voitures par régiment d'infanterie.

Cette voiture possède un système d'enrayage à vis. Son chargement, avec un seul cheval, sera limité à 500 kilogrammes. Elle paraît bien entendue et susceptible de rendre de bons services sur les routes de l'Europe occidentale.

Longtemps on n'a affecté à cet usage que des mulets de bât, mais comme un cheval traîne facilement la charge de cinq mulets, il y a économie très-grande à substituer la voiture à l'animal de bât toutes les fois que l'état de la viabilité locale le permet.

Voiture d'état-major.

La voiture d'état-major, plus grande que la précédente, est du modèle de 1859. Elle est destinée au transport des archives et du matériel appartenant à l'Etat confié aux chefs d'état-major des corps d'armée, aux intendants militaires, et aux chefs de service du grand quartier général.

Cette voiture n'est pas suspendue, elle possède un tournant complet. Elle enraye au moyen d'une vis.

Elle pèse vide 550 kilogrammes, coûte, à Vernon, 600 francs. Le poids du chargement est de 800 à 1,000 kilogrammes. Elle doit être attelée de deux chevaux, conduite par un homme assis sur le siège.

Cette voiture est solide, mais il est fâcheux qu'elle ne soit pas suspendue ; beaucoup d'objets ou d'instruments souffriront des secousses continuelles qu'ils y éprouveront, et il sera prudent d'adopter pour eux un mode d'emballage particulier.

Voiture du Trésor et des Postes.

La voiture de poste, modèle 1866, construite également à Vernon, a été acceptée comme type par l'administration des postes.

Cette voiture, un peu élevée sur ses quatre roues, a un tournant complet ; elle est d'une traction facile et susceptible d'une assez grande vitesse. Elle est bien suspendue et doit être attelée de quatre chevaux conduits en Daumont. Elle présente deux compartiments, un cabriolet et un intérieur susceptibles de contenir, le premier, trois, et le second, deux employés.

On trouve dans l'intérieur une caisse à argent et deux ar-

moires à casiers, deux banquettes pour les employés, enfin une boîte aux lettres ouvrant à l'extérieur.

Cette voiture pèse vide 945 kilogrammes; elle coûte, fabriquée à Vernon, 1,300 francs. On sait qu'en temps de guerre le Département de la Guerre fait cession au Département des Finances des voitures de cette sorte tout attelées, qui sont nécessaires pour l'organisation de la Trésorerie dans les divisions et les quartiers généraux.

Les voitures destinées au service de la télégraphie militaire devront faire partie des équipages. Ces voitures ont été également construites au parc de Vernon, à la demande de M. le Directeur général des télégraphes; elles sont aujourd'hui prêtes à fonctionner; mais comme elles n'ont pas figuré à l'Exposition, nous ne croyons pas devoir les décrire ici.

CHAPITRE XV

TRANSPORTS GÉNÉRAUX AUX ARMÉES

La nécessité de conserver aux troupes leur liberté de manœuvre et toute la mobilité dont elles sont susceptibles, a conduit, comme nous l'avons dit, à réduire autant que possible les équipages qui les accompagnent. Mais l'intérêt puissant de cette même mobilité ne permet pas non plus de lier une armée nombreuse à une place forte, à un grand magasin, et même à une ligne de magasins formant une base secondaire d'opérations. Il semble donc préférable aujourd'hui de ne pas avoir de grands magasins, et d'en créer un grand nombre de petits, à la condition de disposer de moyens de transport assez considérables pour les ouvrir et les fermer suivant les besoins des opérations militaires, en les vidant promptement et en versant le contenu des uns sur les autres.

Il faut encore d'ailleurs de nombreux transports pour les équipages de siège, les réserves de vivres et de munitions, pour l'organisation des convois de ravitaillement; et comme il serait imprudent de compter beaucoup sur les voitures du pays que l'ennemi aura intérêt à emmener, et qu'il ne manquera pas de mettre en réquisition pour ses propres besoins, on peut dire qu'une grande armée ne saurait avoir trop de voitures de transport.

D'un autre côté, la nature, la forme, les dimensions des véhicules, leur système d'attelage doivent être déterminés d'après la nature du pays et l'état des routes qu'ils seront

appelés à parcourir, et comme ces conditions sont très-dissemblables en des lieux quelquefois très-rapprochés, une nation militaire doit avoir plusieurs types de voitures et des équipages de mulets ou de chevaux de bât.

En dehors des moyens de transport par chemins de fer, et des transports de l'artillerie, qui ont un caractère spécial, nous n'avons rencontré à l'Exposition de 1867 des voitures de transports généraux, que chez deux nations, les États-Unis et la France.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

La guerre civile de 1861 a envahi aux États-Unis une surface territoriale aussi considérable que l'Europe tout entière; les armées américaines, quoique disposant déjà d'un réseau ferré très-important, ont été obligées de créer d'immenses moyens de transport. Elles ont disposé souvent de quatre mille voitures par cent mille hommes. Les chemins dans certains États, et particulièrement en Virginie et en Géorgie, traversent des contrées si marécageuses qu'ils ont été formés, comme dans quelques parties de la Russie d'Europe, de troncs d'arbres juxtaposés sous forme de rondins. Cette nature de chemins exigeait des voitures très-solides et puissamment attelées. Les Américains du Nord se sont arrêtés à deux types fort différents, tous deux exposés, le premier sous le nom de *gros wagon des quartiers-maitres*, le second sous le nom d'*ambulance réglementaire*.

Gros wagon américain.

Le gros wagon des quartiers-maitres était affecté aux transports de toute nature, y compris celui des munitions d'infanterie et d'artillerie. Cette voiture, quoique très-solide et d'une grande capacité, n'est pas très-lourde; elle est couverte par une bâche de coton. Voici ses dimensions : longueur

de la caisse 3^m20; largeur 1^m10; hauteur des ridelles 0^m65; hauteur des cerceaux au point le plus élevé 1^m65. Cube intérieur approximatif 5 mètres. Son poids est de 850 kilogrammes; ce chariot a quatreroles, il tourne incomplètement (à 40 degrés seulement) et enraye avec un levier qu'une corde met à la disposition du conducteur. Il est attelé de quatre chevaux ou de six mules, conduites à grandes guides par un seul homme monté sur le porteur de derrière. L'on a exposé avec la voiture le harnachement complet de ces six animaux.

La solidité de ce genre de voitures est suffisamment prouvée par l'histoire du wagon exposé, écrite sur ses flancs ainsi que ses états de services.

Construit à Philadelphie à la fin de 1860 par H. Simon, cette voiture a coûté 915 francs. En quatre années et neuf mois de guerre, elle a parcouru, en suivant les armées, mille quatre cent soixante-quatorze lieues et n'a exigé pendant ce temps que pour 35 francs de réparations. Attachée à la 2^e division du 20^e corps, cette voiture a été employée, de 1861 à 1863, à l'armée du Potomac, elle est allée ensuite à Nashville, et, accompagnant le général Sherman dans sa longue marche en Géorgie, elle a vu Chattanooga, Atlanta, Milledgeville, Millen, Savannah, Charleston.

Au premier aspect, cette voiture rappelle nos grands chariots agricoles, elle semble grossièrement construite; mais l'expérience a montré qu'elle était très-bien appropriée à la nature de terrain des États-Unis et à l'organisation de leurs armées.

Pendant la campagne de 1864 en Virginie, le général Grant a habilement combiné l'emploi de ces lourdes voitures qui marchaient à six ou huit lieues sur son flanc gauche, avec celui des voitures légères appelées *ambulances*. Celles-ci, qui sont suspendues, ne sont pas exclusivement affectées au transport des blessés; au retour de chaque évacuation elles allaient puiser dans le grand convoi du biscuit, des cartouches et des effets divers. Outre ses quatre mille gros wagons, le général

Grant possédait plusieurs centaines de voitures légères d'ambulance.

L'armée française a fait elle-même l'expérience du wagon américain pendant la campagne du Mexique. A la date du 1^{er} février 1864 elle en possédait cent trente-deux, construits à New-York; les rapports officiels ont constaté qu'ils ont rendu de bons services.

FRANCE.

Le parc de construction de Vernon a exposé deux voitures de transports généraux :

- 1^o Le caisson à roues égales, modèle 1863;
- 2^o Le chariot de parc avec exhaussement.

Caisson modèle 1863.

Le caisson modèle 1863 est une voiture fermée, non suspendue, supportée par quatre grandes roues égales. Si on la compare au caisson modèle 1848, elle présente des améliorations importantes. Elle pèse 780 kilogrammes, au lieu de 950; sa capacité est plus grande. Elle roule mieux, car, avec une charge de 1,400 kilogrammes, elle n'exige qu'un effort de traction égal à celui du caisson de 1848 avec 750 kilogrammes de charge seulement.

On a pour cela sacrifié le tournant en augmentant le diamètre des roues de devant, mais enfin les deux essieux peuvent encore faire un angle de 46 degrés, ce qui permet à la voiture de tourner sur un demi-cercle de 16 mètres.

Cette voiture coûte, à Vernon, 800 francs; le poids de son chargement varie de 500 à 2,500 kilogrammes, suivant l'état des routes. Comme l'ancien caisson, elle est destinée à être attelée de quatre chevaux conduits en Daumont; on obtiendrait la même puissance de traction avec trois chevaux seulement, dont un en flèche, conduits par un conducteur assis sur le siège

Cette voiture sera employée de préférence au chariot de parc pour les transports du mobilier des ambulances, du pain, des effets d'habillement et des objets qui craignent l'humidité.

C'est une bonne voiture, mais dont le perfectionnement ne sera complet que lorsque l'on aura changé son système d'attelage.

Chariot de parc.

Le chariot de parc est une voiture très-solide, non suspendue, à quatre roues, et destinée au transport du gros matériel de tous les services.

Elle possède des ridelles à claire-voie susceptibles de recevoir un exhaussement quand la nature du chargement l'exige; celui-ci est protégé par une bâche hystasapée.

Le poids de la voiture est de 915 kilogrammes; le poids du chargement varie suivant l'état des routes de 700 à 3,000 kilogrammes. Ce chariot peut être attelé de deux, trois ou quatre chevaux, suivant les circonstances.

Le prix de cette voiture, à Vernon, est de 900 francs. Le chariot de parc, attelé de six mules, comme la voiture américaine, a aussi très-bien résisté aux mauvais chemins du Mexique.

Il convient parfaitement, ainsi que le caisson de 1865, au service des transports généraux, et il ne réclame comme lui d'autres perfectionnements que le changement du mode d'attelage.

Si l'on veut bien considérer que ces voitures de transport sont destinées à suivre les grandes routes en marchant toujours au pas, on reconnaîtra qu'il n'est nullement nécessaire de copier en ce qui les concerne l'attelage des voitures d'artillerie, appelées souvent à évoluer aux allures vives sur tous les terrains. Ce qu'il faut au service des transports généraux, ce sont simplement de bonnes charrettes.



CHAPITRE XVI

MOBILIER DES CASERNES ET DES HOPITAUX SÉDENTAIRES

ANGLETERRE.

Le gouvernement anglais avait réuni dans une grande baraque du modèle adopté pour les casernes :

1° Le mobilier réglementaire destiné à un sous-officier ou au ménage d'un soldat marié ;

2° Le mobilier d'une chambre de troupe, de soldat, avec magasin, salle de toilette (*lavatory*; ce mot n'a malheureusement pas de traduction textuelle dans notre langue militaire), et les latrines qui en dépendent ;

3° Le mobilier des salles de récréation et d'exercices, à l'usage des soldats; le mobilier de la cuisine et celui des cantines ;

4° Deux stalles d'écurie ;

5° Le mobilier d'une salle d'hôpital de caserne (infanterie régimentaire) avec des jeux et objets de récréation pour les malades, et, comme dépendances : la salle de toilette, la salle de bains et les latrines.

Tous les objets exposés sont d'un usage réglementaire dans l'armée anglaise; ils sont en général de bonne qualité, mais ils portent par leur grand nombre même un certain caractère de libéralité qui doit être la source de bien grandes dépenses.

La chambre de sous-officier ou de soldat marié contenait deux lits semblables à ceux de la troupe, une table, un fau-

teuil et une chaise en bois de forme élégante; une pendule, un fourneau de cuisine, une caisse à charbon en fonte. Cette pièce était, comme les chambres de troupe, soigneusement aérée au moyen de vasistas à persiennes placés près du plafond.

Le lit des soldats est en fer, supporté par six pieds munis de roulettes. Le chevet est garni en tôle. Ce lit est formé de deux parties qui, glissant l'une sous l'autre, réduisent le lit à la moitié de sa longueur. La partie fixe demeure alors solide sur quatre pieds. Déplié, ce lit a 1^m90 sur 0^m68 de large.

La fourniture se compose : d'une paillasse, d'un matelas épais en laine, d'un traversin en crin, d'une paire de draps en toile de lin ou chanvre, de deux couvertures en laine blanche, et d'un couvre-pieds d'uniforme écossais, en coton. Une courroie en cuir sert à maintenir tous ces objets roulés sur le lit lorsqu'il est replié, ce qui rend la circulation plus facile dans la chambrée.

Les tables et les bancs sont en bois de sapin verni. Ils sont montés sur des pieds en fer, leurs angles sont protégés par des bandes en fer feuillard. Ces meubles sont beaucoup moins lourds et moins massifs que les nôtres, mais ils sont aussi moins solides.

Les cuvettes des lavoirs pour la tête, les mains et les pieds, sont en porcelaine blanche. Il en est de même de celles des urinoirs et des latrines.

L'ameublement des cuisines comprend : un grand fourneau en fonte, chauffé à la houille, donnant sans cesse de l'eau chaude, permettant de faire rôtir de la viande, avec four, pour le pudding ou la pâtisserie, suffisant pour quarante hommes.

Une table de cuisine avec couteaux de boucher, une balance à plateaux et une série de poids.

Un moulin à café et d'autres ustensiles.

La cantine possède aussi des poids, des balances, et une série de pots ou mesures de capacité en étain.

Le mobilier des salles de récréation se compose de tous les

appareils nécessaires pour l'escrime du sabre, de la baïonnette, du bâton, de la boxe ; de séries de massues et d'haltères ; d'un modèle servant à démontrer la forme de la trajectoire des armes à feu ; enfin, d'un fauteuil-bascule pour peser les hommes. Le tout très-bien conditionné.

L'on voyait, à l'extérieur, le mobilier des manéges et les appareils destinés à l'escrime, à cheval, du sabre et de la lance.

Hôpital de caserne.

L'infirmerie régimentaire a reçu en Angleterre un développement qui lui a fait donner le nom d'*hôpital de caserne*. Les hôpitaux externes reçoivent les hommes atteints de maladies contagieuses.

L'hôpital de caserne est établi, comme les autres pièces, au rez-de-chaussée d'une baraque plafonnée, et il a pour dépendances spéciales une salle de toilette, une salle de bains, et des latrines avec siège à l'anglaise.

On y avait placé deux lits de modèles différents.

Le premier, en fer et tôle, large de 0^m90, portait vers le tiers supérieur de son fond une charnière qui permet d'asseoir graduellement le malade au moyen d'une manivelle et d'une crémaillère. Le fond de ce lit est sanglé. On y trouve une pailleasse, un matelas en laine et crin, un oreiller en crin, deux couvertures en laine pour l'hiver, une en coton pour l'été, un couvre-pieds écossais d'uniforme. Ce lit semble très-commode.

Le second lit porte un matelas épais, percé en son centre d'un trou circulaire qui s'ouvre à volonté, et se ferme au moyen d'un tampon semblable au matelas. Lorsqu'un levier en fer enlève le tampon, un autre le remplace par un sceau de métal. Ce mécanisme est compliqué et le malade doit être habituellement assez mal couché sur son tampon.

On voyait encore à l'hôpital un lit léger en fer, se repliant aux pieds et à la tête, pouvant servir de lit de repos aux malades pendant que l'on fait le lit ordinaire.

Au centre de la pièce se trouvait un grand poêle en fonte ouvragé, fort élégant, dont le tuyau n'était pas apparent.

Sur les lits on avait exposé les vêtements de toutes sortes destinés aux malades ; ils ont beaucoup de rapport avec les vêtements d'hôpital français.

Enfin, on voyait, dans la salle, des jeux de toute sorte et des livres destinés aux convalescents.

La salle de bains contenait une grande baignoire en fonte doublée de porcelaine, mais l'on n'avait pas présenté le fourneau qui sert au chauffage des bains.

En résumé, ces divers objets sont certainement commodes et bien choisis, mais ils sont bien nombreux et constituent par conséquent des mobiliers fort coûteux. Le mobilier de l'hôpital de caserne est très-supérieur à celui de l'infirmierie régimentaire française, mais celle-ci n'est qu'un simple poste hospitalier, et dès qu'un homme est réellement malade, il est envoyé à l'hôpital, où il trouve tous les secours nécessaires aussi bien que dans l'hôpital de caserne anglais.

FRANCE.

La France n'a pas exposé d'échantillons de ses casernes.

Les grands hôpitaux militaires français sont trop considérables pour que l'on ait pu représenter une de leurs salles à l'Exposition universelle. Le Département de la Guerre s'est borné à produire des échantillons d'un certain nombre d'effets mobiliers des hôpitaux, en indiquant leur nature, leur but et leurs prix.

C'était d'abord la collection complète des instruments de chirurgie, constituant ce que l'on appelle l'arsenal chirurgical d'un hôpital militaire.

Puis les types des couvertures de laine, blanches et grises. La toile pour draps, serviettes, torchons, etc.

Les diverses pièces du vêtement des officiers, des sous-officiers et des soldats malades.

Les échantillons de tous les vases et ustensiles en étain.

Pour bien juger ce mobilier, il faudrait le voir en place dans un de nos grands hôpitaux; il faudrait suivre les détails du service intérieur, et l'on rapporterait de cette visite cette conviction, que si la France fait simplement les choses, elle ne néglige rien cependant de ce qui peut soulager ceux qui souffrent en leur accordant tout le confort raisonnablement désirable.

CHAPITRE XVII

MATÉRIEL ET MOBILIER DIVERS DES AMBULANCES

Après les armes et les munitions, le matériel des ambulances est celui dont toutes les nations semblent poursuivre le perfectionnement avec le plus d'activité et de persévérance. La France a certainement marché l'une des premières dans cette voie, mais aujourd'hui d'autres peuples et les commissions internationales se sont fait auprès d'elle une place honorable.

ANGLETERRE.

Le gouvernement anglais a fait dresser une tente d'ambulance de grande dimension, en toile de chanvre, très-perfectionnée et très-remarquable. Elle est de forme elliptique, terminée par deux culs-de-lampe. Les deux axes mesurés intérieurement ont 9^m20 et 4^m50. Le faite est à 3^m70 du sol. Il est soutenu par trois montants ronds, en bois verni, faits chacun de deux pièces, coupées en biseau, et reliées par un manchon en cuivre. Les parois latérales de la tente sont verticales sur une hauteur de 4^m70. Cette tente est formée de deux enveloppes de toile, partout équidistantes et espacées d'environ 0^m25, de manière qu'une couche d'air interposée et sans cesse renouvelée, prévienne l'échauffement et l'hu-

midité de la toile inférieure. Le tout est maintenu par un très-grand nombre de longues cordes accrochées à des piquets. Cette tente a deux portes opposées, placées aux sommets du petit diamètre de l'ellipse; dans le toit des deux tentes s'ouvrent, en forme de fenêtres, quatre larges ventouses manœuvrées par des cordes. Il y a lieu de craindre que ces ventouses n'occasionnent des fuites lors des grandes pluies. Les portières peuvent se tenir ouvertes et soulevées comme à l'ordinaire.

Cette tente pèse, dit-on, avec ses accessoires, 80 kilogrammes, ce qui doit être au-dessous de la vérité; il ne nous a pas été possible de connaître son prix qui est probablement très-élevé. C'est certainement ce qu'il y a jusqu'ici de plus parfait en ce genre, mais cette tente doit être trop chère pour être d'un usage habituel.

Ses parois verticales permettent d'y placer des lits. Le gouvernement anglais a exposé plusieurs systèmes de lits de campagne en fer. En général ils sont légers et se replient. L'un des plus remarquables est un lit pliant en fer, qui se réduit à la longueur de 1^m05. Il a deux pieds en forme d'X, et quatre bras à coulisses qui permettent de le porter comme un brancard.

Un autre se compose de deux tréteaux en fer sur lesquels on étend, comme dans le lit d'ambulance américain, des planchettes flexibles en bois de sapin.

Tous ces lits semblent un peu fragiles.

Les brancards exposés ont des pieds en bois ou en fer et ressemblent aux brancards français.

Le gouvernement a encore exposé une collection d'instruments de chirurgie et des cantines d'ambulance en osier.

Les instruments sont dignes de la réputation de la coutellerie anglaise.

Les cantines en osier, recouvertes en peau de bœuf avec poil, sont légères, mais fragiles. Elles renferment des casiers en bois mince, qui paraissent trop faibles pour assurer la conservation des flacons qu'ils contiennent. Le récipient lui-même doit être d'une conservation difficile dans les pays chauds, et

il suffirait d'un fort coup de pied de cheval pour amener de grands désordres dans l'intérieur.

Comme moyen de transport du matériel hospitalier, l'Angleterre a exposé une voiture destinée à remplacer notre caisson d'ambulance de chirurgie et de pharmacie ; elle est désignée sous le nom de *voiture à médecine*.

C'est une voiture à deux roues fort grandes (1^m52 de diamètre), munie d'un long brancard. Elle est trainée par un ou deux chevaux, à volonté, dont un hors des brancards, attelé au moyen d'un palonnier à tiroir, qui s'unit par une chaîne à la fusée de la roue du même côté. On peut encore atteler le second cheval sur les brancards en avant du premier. Cette voiture a une chambrière sous chaque brancard et une à l'arrière, ce qui permet de la laisser debout quand on a dételé.

La caisse est suspendue au moyen de deux longs et forts ressorts placés sur l'essieu. Elle porte en avant un coffre avec siège ; elle est fermée latéralement par des ridelles mobiles, et se termine en arrière par une fourragère. Elle est recouverte par une bâche goudronnée soutenue par quatre cerceaux en bois. Cette caisse peut s'ouvrir sur ses quatre faces.

Deux seaux en bois sont suspendus sous la voiture ; elle porte sur le siège de l'avant une pelle, une pioche, une hache, une scie et six faucilles ; ces outils, très-utiles en campagne, manquent généralement aux voitures des autres nations.

On trouve dans l'intérieur des caisses en bois et des cantines renfermant le matériel de pansement, les médicaments et les vivres ; des ballots de couvertures, des lits portatifs et leurs accessoires, enfin la tente double que nous avons décrite.

Cette voiture est très-solide ; elle doit rouler facilement et est commodément attelée. La bâche, très-ample, protège suffisamment son chargement. Elle pèse 1,016 kilogrammes.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Le gouvernement des États-Unis a envoyé à l'Exposition une tente spacieuse en toile de coton, qui a été em-

ployée en Amérique, ou comme tente d'officiers, ou comme tente d'ambulance.

Voici ses dimensions :

Longueur	4 ^m 27	} Surface couverte, 18 mètres carrés.
Largeur	4 ^m 27	
Hauteur (au faite). .	4 ^m 45	

Cette tente est en toile blanche de coton forte et serrée. Elle a la forme d'une baraque, dont les parois sont verticales sur une hauteur de 1^m30. Elle est fermée à ses deux extrémités par des stores. Le faite est soutenu par deux montants en bois de sapin de 3^m40. Le toit est double; il est protégé par une seconde surface, montée sur le même faite, qui, tendue séparément, dépasse de 0^m50 au moins les arrêtes du toit réel, en protégeant ainsi les parois verticales contre le soleil et les eaux pluviales. Les deux toitures sont maintenues et tendues par un grand nombre de cordes et de piquets qui ont le même inconvénient que ceux de la tente anglaise, c'est d'encombrer le terrain au loin, en créant autour de la tente ce que les soldats appellent des cordes à guitare. Lorsque cette tente est employée comme tente d'ambulance, on lui donne 0^m50 de plus dans toutes ses dimensions. L'officier, quand la saison le permet, la dédouble, et, plaçant la toiture sur des perches, se fait un salon d'été en avant de sa tente.

La tente d'ambulance reçoit un plancher, toutes les fois que l'on trouve des planches sur les lieux, mais il importe qu'il soit établi avec soin, pour éviter aux blessés l'ébranlement produit par les personnes qui marchent autour d'eux. On peut placer dans cette tente quatre lits de chaque côté; en général, on dresse à la suite deux tentes contiguës, et l'on a ainsi une petite salle d'hôpital, ouverte à volonté par les deux extrémités, très-aérée et contenant seize lits.

Les lits sont en fer, susceptibles de se replier. Leur fond est formé de planchettes de sapin flexibles engagées par une sorte de boutonnière aux pieds et à la tête du lit. Ces planchettes,

quoique très-légères et très-flexibles, supportent un homme debout par suite de leur système d'attache. La tête et les pieds des lits sont élevés. On trouve dans le lit d'hôpital : un matelas en laine et crin, un oreiller en crin, une paire de draps, une couverture en laine ou en coton suivant la saison.

Le lit en fer pèse.	18 kilogr.
Son contenu	10
Ensemble.	28 kilogr.

Chaque lit est garni d'un moustiquaire en gaze rose ou verte.

Nous n'avons pu obtenir le poids et le prix de cette tente, prix, dit-on, très-variable aux États-Unis.

La tente d'hôpital américaine, beaucoup plus simple et certainement moins coûteuse que celle des Anglais, mérite un sérieux examen. Elle est très-supérieure, comme tente d'ambulance, à la tente française, qui, n'étant pas distincte de la tente de troupe, manque d'élévation et d'air et ne peut recevoir de lits. Cette tente semblerait parfaitement convenable pour établir dans la belle saison des hôpitaux temporaires, et des gîtes d'étapes hospitaliers sur les lignes d'évacuation des armées actives. On pourrait en comprendre un certain nombre dans le matériel des réserves d'ambulance aux quartiers généraux des corps d'armée.

Le gouvernement a exposé une voiture de médicaments et objets de pansement portant ce titre : *Département médical des États-Unis*, et habituellement désignée sous le nom de *wagon à médecine réglementaire*.

Cette voiture est à quatre roues et suspendue sur trois ressorts courts et durs, celui de devant parallèle à l'essieu, ceux de derrière perpendiculaires à celui-ci. La voiture est fermée de toutes parts par une toile de coton montée sur un léger châssis ; elle est destinée à être attelée de deux chevaux.

La voiture, qui a été exposée vide, doit recevoir de grandes

armoires en bois, qui s'ouvrent avec des portes, et dans les cases et tiroirs desquelles se trouvent les médicaments et objets divers de pansement.

Mais à côté du gouvernement fonctionnait, pendant la guerre, la commission sanitaire, qui possédait un matériel distinct et quelquefois plus perfectionné, parce que l'on n'hésitait pas à le payer cher. Le docteur Evans a envoyé à l'Exposition deux de ces voitures de matériel ou wagon à médecine. L'une, appelée wagon d'Autenrieth, construite à New-York, l'autre construite par M. Morris-Perot, à Philadelphie.

Toutes les deux sont à quatre roues, bien suspendues. Les armoires laissent beaucoup d'espace libre dans l'intérieur; elles s'ouvrent en roulant sur des galets, et présentent leur contenu exposé sur des rayons, dans des cases. Une bâche mobile en toile de coton, comme la couverture de la voiture, s'abat à l'arrière en forme de cabriolet, de manière à permettre de faire la distribution ou les préparations à l'abri de la pluie. Tous les détails de ces voitures sont très-soignés. Les médicaments sont contenus dans des flacons que des ressorts, fixés dans la partie supérieure des cases, empêchent de s'ouvrir accidentellement. Elles sont commodes, mais elles contiennent bien peu d'objets; aussi délivrait-on deux voitures à médecine à chaque brigade. La voiture devait coûter cher, et la place perdue augmentait encore son prix. Cependant elle a, relativement au caisson de pharmacie français, ce grand avantage, qu'il est facile d'atteindre ce que l'on désire sans décharger toutes les caisses ou paniers qui se trouvent sur cet objet.

La commission sanitaire, ou plutôt le docteur Evans, a aussi exposé une cuisine d'ambulance mobile de Dunton à Philadelphie.

Elle est à deux trains réunis par une cheville ouvrière comme un canon à son avant-train. Dans un coffre placé sur l'avant-train se trouvent quatre boîtes en fer-blanc contenant du café, du thé, du sucre et une conserve de lait concentré. Une trémie adossée à ce coffre, porte une réserve de combus-

tible. Le train de derrière supporte un fourneau dans lequel s'engagent trois marmites de vingt gallons chacune, se réduisant dans la pratique à quinze par suite des cahots.

Cette étrange voiture est assez lourde, et doit être difficilement traînée par deux chevaux. C'est là bien plus un objet d'exposition qu'un système pratique. A quoi bon traîner tout ce matériel fort encombrant ? Il suffirait d'emporter les marmites et les denrées ; il est bien peu de pays, surtout en Amérique, où l'eau et le bois ne se trouvent pas sur place.

FRANCE.

Le matériel d'ambulance française se compose de deux parties :

- 1° Le matériel des corps de troupes ;
- 2° Le matériel des ambulances divisionnaires.

Il existe dans chaque corps de troupes deux ou trois officiers de santé. Chacun d'eux porte dans une giberne d'uniforme, recouverte, en marche et en campagne, d'un étui de maroquin rouge, une trousse réglementaire d'instruments de chirurgie. Cette trousse a été exposée par le Département de la Guerre.

Toutes les fois qu'un médecin accompagne les troupes, il est suivi d'un soldat d'ordonnance portant, dans l'infanterie, un havre-sac d'ambulance, et sur son cheval, dans les troupes à cheval, une paire de sacoches d'ambulance.

Le modèle de sac adopté a été présenté par M. Charrière. Il renferme des bandes, des compresses, de la charpie, quelques instruments de chirurgie. Ce sac pèse avec tout son contenu 9 kil. 600.

Les sacoches réglementaires sont aussi du modèle Charrière. Elles contiennent plus d'objets que le sac, et quelques attelles pour fractures. La paire de sacoches coûte 206 fr. 47.

Ce matériel est en usage aussi bien en temps de paix qu'en temps de guerre. On y ajoute, pour les troupes en campagne,

une paire de cantines régimentaires, portées par un mulet, à la suite de chaque bataillon d'infanterie ou de deux escadrons de cavalerie.

Ces cantines, qui ont été exposées, contiennent divers médicaments et un assez grand nombre d'objets de pansement. Elles accompagnent les troupes sur le terrain et servent au médecin pour donner les premiers secours ou poser un premier appareil, les opérations devant être ajournées jusqu'à l'arrivée à l'ambulance divisionnaire.

Ces cantines pèsent, vides, 18 kil. 700 chacune; peut-être pourrait-on les faire plus légères sans nuire à leur solidité. Elles contiennent environ deux cents pansements divers.

M. Arrault, qui a déjà présenté les cantines vétérinaires adoptées par le Département de la Guerre, a exposé des cantines régimentaires en osier rembourrées et doublées de toile. Ces cantines sont plus légères que les cantines en bois, et peut-être plus commodes, parce que le devant s'abat et permet d'atteindre ainsi facilement toutes les parties du contenu.

Le prix de la paire de cantines régimentaires en bois, avec leur contenu réglementaire, est de 349 fr. 66.

Les cantines vétérinaires de M. Arrault coûtent 325 fr. la paire.

Ambulance divisionnaire.

L'ambulance divisionnaire d'infanterie se compose de deux parties :

1° L'ambulance légère;

2° La réserve d'ambulance.

On trouve à l'ambulance légère ;

2 cantines de chirurgie n^{os} 1 et 2.

2 cantines de pharmacie n^{os} 1 et 2.

2 cantines d'administration.

6 cantines d'approvisionnement.

20 couvertures de laine grise.

8 brancards non articulés.

6 tonneaux de 50 litres avec chaînes.

16 bretelles de brancards.

2 étuis pour brancards.

A la réserve d'ambulance figurent :

4 caissons d'ambulance présentant chacun deux cents pansements.

32 brancards non articulés.

10 draps de lit en coton.

5 paillasses.

3 sacs à paille.

20 chemises de coton.

1 ballot d'imprimés.

Les cantines sont portées par des mulets de bât. Les caissons sont attelés de quatre chevaux.

Caisson d'ambulance.

Le caisson d'ambulance n'est autre que le caisson ordinaire à roues égales que nous avons déjà décrit. Le Département de la Guerre avait exposé son contenu.

Il comprend :

14 paniers numérotés.

2 caisses.

2 réservoirs à eau.

1 table à opérations.

6 couvertures de laine.

Des outils et ustensiles divers.

Le tout représentant 2^{me} 900.

Ces paniers contiennent deux mille pansements assortis, des appareils et des instruments de chirurgie, des ustensiles de cuisine et de distribution, enfin trois brancards avec bricolles et des musettes de pansement.

Ce matériel est lourd, et quand il était placé dans le caisson modèle 1854, quatre chevaux avaient peine à le trainer ; il sera avantageux de placer ces objets dans le caisson modèle 1866.

Les brancards réglementaires se composent de deux traverses, supportant quatre pieds, clouées à une toile ; elles sont mu-

nies de douilles en cuivre. Deux montants en bois s'engagent en glissant dans les douilles et pénètrent dans une coulisse de la toile. Cette manœuvre est quelquefois difficile quand l'appareil est mouillé.

Ce brancard pèse 9 kil. 760. Il a été avantageusement remplacé depuis 1866.

On ne donne que trois caissons aux divisions de cavalerie.

Outre le caisson d'ambulance dont nous venons de parler, qui renferme à la fois des objets de pansement et des médicaments, il existe à la réserve du corps d'armée des caissons de pharmacie dont le contenu était également exposé.

Le caisson est le même que le précédent, c'est-à-dire du modèle ordinaire.

Son contenu se compose de dix-sept caisses numérotées et de deux réservoirs à eau. Ces caisses contiennent principalement des médicaments; une nomenclature détaillée indique le contenu de chacune d'elles.

Le prix de l'approvisionnement est 3,063 francs. Il serait utile de garnir et de capitonner les couvercles des caisses qui renferment des flacons.

Ce caisson contient infiniment plus d'objets que la voiture à médecine anglaise ou américaine, mais il est moins commode.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE SECOURS POUR LES BLESSÉS.

La Commission de la Société internationale de secours pour les blessés a présenté, à l'Exposition universelle, un très-grand nombre d'objets destinés au traitement des blessés en campagne.

Le matériel qu'elle a exposé a dû être naturellement choisi en vue du but que se propose cette commission, et tout en rendant justice aux nobles sentiments qui animent les personnes qui se dévouent à cette charitable mission, on peut craindre que des travaux consciencieux et beaucoup de dépenses demeurent sans résultats.

Les projets de la Société, ses désirs, ses espérances, sont nettement indiqués par les questions suivantes, qui, d'après les procès-verbaux publiés, ont été discutées dans les conférences de Paris.

« Quels sont les moyens les plus expéditifs pour enlever les
« blessés du champ de bataille, et en faciliter l'accès aux
« membres de la Société ? »

« Comment les délégués de la Société pourront-ils suivre
« les quartiers généraux avec un petit train de matériel et de
« personnel ? »

« Comment pourrait-on établir la correspondance si indis-
« pensable avec la Société de secours de l'armée ennemie ? »

« Comment peut-on neutraliser le matériel et le personnel
« des Sociétés de secours des armées, aussitôt après la déclai-
« ration de guerre, et faciliter la communication des agents ? »

La Société de secours indique ainsi l'intention d'introduire ses agents dans la composition des armées en opération. Son personnel accompagnerait leurs colonnes ; son matériel marcherait au milieu de leurs équipages ; elle achèterait, louerait ou ferait des réquisitions pour son compte à côté de l'administration de l'armée ; enfin, ses membres ou ses agents seraient en communication permanente avec la commission de secours de l'armée ennemie ! Elle emploierait des centaines d'infirmiers ou d'agents non militaires, des deux sexes peut-être, et tout ce monde vivrait au milieu d'une armée en présence de l'ennemi ? Quel est le général en chef qui y consentira ?

Ce projet a naturellement influé sur la nature et les formes des objets achetés, fabriqués, exposés par les agents de la Commission. Ainsi, elle a préparé le campement de ses infirmiers nomades, en adoptant la tente-abri Vannier ; pour ses panseurs à cheval, elle a choisi le harnachement Cogent, dont la selle se transforme en sac de couchage ; elle a fait établir une foule de brancards avec ou sans roues, des tabliers à croix rouge pour le transport des blessés, elle a acheté et commandé des voitures de toutes sortes et de toutes formes.

La Commission aurait fait, il nous semble, un meilleur usage des sommes dont elle dispose en se bornant à préparer le mobilier d'un certain nombre d'hôpitaux *sédentaires*.

Le service du champ de bataille ne pourra être fait à propos que par des militaires, et les armées européennes sont organisées en conséquence; mais si les sociétés de secours veulent venir recevoir à quelques lieues en arrière les convois d'évacuation, si elles consentent à administrer les hôpitaux militaires avec leurs propres ressources, comme le font en France les commissions administratives des hôpitaux civils si estimées par nos populations, elles n'en auront pas moins rendu un service signalé aux blessés, à leur pays et aux armées, en permettant à celles-ci de conserver tout leur personnel militaire, qu'elles seraient sans cela obligées de laisser en arrière et d'échelonner sur la route; cette mission indique suffisamment quelle doit être la nature du mobilier créé par les sociétés de secours.

Comité italien.—Le Comité italien de la Société de secours a exposé une voiture de matériel d'ambulance.

Cette voiture est à quatre roues, attelée de deux chevaux. Elle enraye au moyen d'un frein à levier avec chaîne, qui exige que le conducteur mette pied à terre. La caisse est suspendue sur six ressorts. Le coffre destiné à recevoir le matériel s'ouvre à la fois par derrière et par les côtés. On trouve sous la voiture deux caisses à claire-voie, une sous chaque train. Sur l'impériale on a placé des paniers et deux brancards; le tout est protégé par une large bâche imperméable. Cette voiture est solide et commode, on pourrait l'améliorer en mettant le frein à la disposition du conducteur qui est assis sur le siège.

Comité prussien.—Le Comité prussien a exposé une tente construite par M. Speier de Berlin. C'est une grande tente d'ambulance dont la toiture est double. Elle est tout entière en toile de chanvre.

La forme de cette tente est la même que celle de la tente américaine. Le bois des montants et du faite est remplacé par des tringles en fer forgé. Des arbalétriers et des sablières aussi en fer dessinent cette tente. Les parois latérales sont verticales sur une hauteur de 1^m 30.

La tente prussienne a 15 mètres de long sur 6 de large. Le faite est supporté par cinq montants. Elle est fermée à ses deux extrémités par des portières verticales qui forment comme deux cabinets de 1^m50 de profondeur.

On aperçoit sur le faite deux orifices d'aération protégés par des disques en tôle peints noir et blanc.

Cette tente est destinée à recevoir des lits, et elle en contient de plusieurs modèles. Toutes ces tringles de fer sont lourdes et encombrantes par leur longueur. La toile n'est point imperméable à la pluie. En résumé cette tente doit être plus lourde et plus chère que la tente américaine.

Comité français. — Parmi les nombreux objets exposés par le Comité français, on a remarqué un brancard roulant présenté par M. le comte de Bréda. Il est léger, mais compliqué de crémaillères et de manivelles en fer; il ne pourrait servir utilement que sur un sol ferme et non en rase campagne. Il coûte 900 francs.

Comité suisse. — Le Comité suisse de la Société de secours a envoyé à l'Exposition une voiture de matériel ou fourgon d'ambulance. C'est une voiture non suspendue, à quatre roues, très-basse, solide, mais massive et d'un aspect lourd. Quoique les roues de devant soient trop petites pour rendre la traction facile, la voiture n'a qu'un tournant incomplet. Elle enraye avec un frein à vis ordinaire.

La capacité de ce véhicule est assez restreinte; il est recouvert par une bâche en toile peinte. Il porte, outre des caisses et des colis divers, un certain nombre d'outils.

CHAPITRE XVIII

MOYENS DIVERS DE TRANSPORT DES MALADES ET DES BLESSÉS

La statistique médicale apprend qu'un grand nombre de blessés succombent sur le champ de bataille, simplement par hémorrhagie, et que, par conséquent, on aurait sauvé beaucoup de ces hommes si l'on avait pu les relever et les panser plus tôt. D'un autre côté, les règlements militaires, préoccupés, avant tout, d'assurer la victoire, s'opposent à ce que les combattants quittent leurs rangs pour emporter leurs camarades blessés. Il est donc nécessaire d'avoir dans chaque armée, pour relever les blessés au fur et à mesure, quand cela est possible, un personnel de soldats, suffisamment nombreux et munis d'un matériel convenable.

Tous les gouvernements semblent rivaliser d'efforts pour la solution de cette question touchante, et c'est ainsi que, parmi les matériels de guerre, le mobilier des ambulances est celui qui était le plus largement représenté à l'Exposition universelle.

ANGLETERRE.

L'Angleterre a exposé plusieurs modèles de brancards, les uns avec des montants en bois, d'autres avec des montants en fer. Ces brancards ressemblent à ceux de tous les pays.

Le gouvernement anglais a présenté aussi une voiture destinée à la fois au transport des blessés et du matériel. Cette

voiture semble lourde et massive; elle est à quatre roues égales, et tourne très-mal, car il n'y a que 0^m12 entre les roues de devant et le bas de la caisse. Les deux trains sont réunis, outre la cheville ouvrière, par une chaîne en forme de V. Cette voiture enraye avec un sabot, elle est attelée de deux chevaux, et peut même en recevoir trois de front. Sur l'avant-train, et en avant du coffre, se trouve un tonnelet de 50 litres. Un seau en cuir est suspendu sous la voiture. La caisse est supportée par quatre ressorts. En enlevant la galerie d'avant-train, on dégage une plate-forme sur laquelle peut s'asseoir un infirmier à côté du conducteur. Derrière eux, est un cabriolet, contenant une banquette en bois suspendue par quatre courroies, qui peut recevoir trois hommes assis. Sur le plancher de l'intérieur reposent deux lits brancards juxtaposés, qui roulent sur des galets. Le lit lui-même est supporté par des ressorts en caoutchouc qui s'appuient sur un bâti en bois. Il contient un matelas en crin et foin ou varech.

En arrière de ces lits, on engage dans deux rainures un dossier mobile, et on place en avant de ce dossier un fort coussin en cuir, sur lequel peuvent s'asseoir trois hommes, dont les pieds reposent sur un large marchepied en bois.

Toute la voiture est recouverte par une bâche en forte toile goudronnée, supportée par sept cerceles en bois. Le fond de la caisse est à 1^m15 du sol. Au-dessous des lits, un grand panier plat pour les vivres est suspendu au plafond de la voiture. A l'extérieur est accrochée une petite échelle.

Cette voiture est massive, elle pèse, dit-on, 745 kilogrammes. Elle peut recevoir à la fois, outre le conducteur et l'infirmier, six blessés assis et deux couchés; mais son tournant est très-faible. Elle doit être froide quand la bâche est relevée, et elle n'est plus suffisamment aérée quand elle ne l'est pas. Elle a l'avantage de porter un assez grand nombre de grands et de petits blessés dans la proportion ordinaire, deux contre six.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Le gouvernement américain a envoyé à l'Exposition deux voitures, nommées aux États-Unis : ambulances.

La première est celle qui a été adoptée en 1861, au début de la guerre civile ; la seconde, appelée, du nom de son auteur, ambulance Rucker, est officiellement adoptée depuis 1866.

L'ambulance de 1861, peinte en rouge brun, portait ces mots :

Ambulance du 22^e corps d'armée.

U. S. 833.

Elle semble avoir été choisie comme un souvenir.

Cette voiture était à quatre roues avec tournant incomplet, mais elle possédait un avant-train à bascule, fort commode pour gravir de fortes pentes ou franchir des fossés. Cet avant-train était en fer et en bois. Elle était attelée de deux ou de quatre chevaux, suivant la nature du terrain, on dit qu'elle ne pesait que 500 kilogrammes. La voiture était à deux compartiments ; un cabriolet et un intérieur, le tout recouvert en toile de coton clouée sur un bâti en bois, en forme de char à banes. Les toiles latérales pouvaient se rouler sur l'impériale. Elle était suspendue par quatre ressorts, un à l'avant, trois à l'arrière.

Cette voiture contenait, parallèlement au timon, deux banquettes en cuir, dont une, large de 0^m60 pouvait recevoir un homme couché. On pouvait donc y placer dix hommes assis ou six hommes assis et un couché. On trouvait à l'arrière, sous les banquettes, deux tonnelets, dont les robinets s'ouvraient en dehors. La voiture portait encore quatre brancards.

Cette voiture était aussi affectée, comme nous l'avons dit, aux mouvements de matériel et même de munitions. C'était réellement la voiture légère, employée concurremment avec le gros wagon des quartiers-maîtres.

En substituant à cette voiture l'ambulance Rucker, que

nous allons décrire, et qu'il déclarait ainsi supérieure aux autres types si nombreux essayés aux États-Unis, le gouvernement a semblé céder au désir d'augmenter la proportion des hommes transportés couchés. Ce devait être la conséquence naturelle de l'emploi de la nouvelle artillerie en Amérique comme en Europe.

Ambulance réglementaire des États-Unis.

L'ambulance Rucker est très-remarquable comme carrosserie, elle semble légère et trop fragile, cependant on affirme que, par suite de la bonne qualité des matériaux, elle résiste aux plus mauvais chemins. Elle est à quatre roues. Celles-ci sont grandes et formées de deux demi-jantes raccordées par des plaques en cuivre boulonnées. Les rais sont minces, mais en bois très-dur.

La caisse est fort bien suspendue au moyen de cinq ressorts. Elle a la forme d'un char à bancs recouvert en toile de coton. Elle se partage en deux parties, séparées par un simple dossier, un cabriolet et un intérieur. Deux hommes peuvent prendre place dans le cabriolet à côté du conducteur qui a sous la main le levier du frein. Le coffre sur lequel ils sont assis renferme à ses deux extrémités les tonnelets à eau qui s'ouvrent à l'extérieur.

L'intérieur présente à volonté deux banquettes ou quatre lits superposés deux à deux. Dans le premier cas, les lits supérieurs s'abattent contre les parois et servent de dossiers. On pénètre dans cet intérieur très-aéré par une large portière placée à l'arrière. Deux brancards sont suspendus au plafond à l'intérieur de la voiture.

On dit que cette voiture ne pèse que 530 kilogrammes.

Elle a le mérite de transporter au besoin onze hommes assis, ou trois assis et quatre couchés. Elle est légère, douce et aérée. Mais elle a l'inconvénient de superposer des blessés, sans protéger suffisamment ceux de l'étage inférieur contre le sang, etc., que les autres peuvent laisser tomber sur eux.

D'un autre côté, quoiqu'il existe à l'arrière une large portière, comme les lits sont fixés sur charnières et ne peuvent servir de brancards, il doit être pénible et douloureux d'y placer des hommes gravement blessés.

SOCIÉTÉ SANITAIRE DES ÉTATS-UNIS.

Le docteur Evans a exposé, au nom de la commission sanitaire des États-Unis, quatre voitures de transport pour les blessés :

L'ambulance Howard (New-York) ;

L'ambulance Brainard de Boston ;

L'ambulance de Morris-Perot, à Philadelphie ;

Une ambulance-omnibus donnée par les citoyens de Philadelphie.

Ambulance Howard.

Cette voiture a été construite par ordre de la Société sanitaire des États-Unis, et sur les indications du docteur Howard, dont elle a conservé le nom. Elle a été très-employée pendant la guerre civile.

Elle est à quatre roues, et assez semblable, quant à l'extérieur, à la voiture Rucker. La caisse est suspendue par trois ressorts.

Dans l'intérieur se trouvent trois banquettes parallèles à l'essieu, et pouvant recevoir chacune deux hommes assis. Le cabriolet en contenant deux autres, outre le conducteur, on peut ainsi, avec deux chevaux, conduire commodément huit hommes assis. Pour transporter des blessés couchés, on trouve, dans un encastrement pratiqué sous le plancher de la caisse, deux lits brancards recouverts en cuir verni, rembourrés et capitonnés. On les met à terre et on y place le blessé, puis, en abattant le dossier de la voiture, on y glisse ces lits qui roulent très-facilement sur des rouleaux en bois placés au niveau des banquettes. Outre les ressorts de la

caisse, l'on trouve sous les banquettes et les lits d'autres ressorts qui les suspendent au-dessus du plancher. Des masses de caoutchouc sont préparées pour amortir les chocs dans le sens vertical ou dans le sens horizontal. Cette voiture, qui a subi l'expérience de la guerre et qui a été essayée à Paris, semble une des plus parfaites. Il conviendrait de lui donner un peu plus de solidité, et alors, surtout pendant la belle saison, ou sous un climat chaud, elle pourrait rendre les meilleurs services. Malheureusement, elle doit être d'un prix élevé.

Voiture américaine de Perot.

Cette voiture se distingue par l'emploi de puissants ressorts en caoutchouc. Les ressorts ordinaires portant sur l'essieu se terminent par une tringle verticale en fer, coudée, et supportant un anneau solide en caoutchouc vulcanisé. C'est dans cet anneau, placé à l'intérieur de la voiture, que viennent se fixer les crochets de suspension de la caisse.

A l'intérieur on peut placer deux hommes couchés, mais la portière est étroite, et il doit être très-difficile d'introduire des blessés par cette ouverture. La voiture est couverte en drap enduit de caoutchouc. Elle doit coûter cher et semble fort inférieure à la voiture Howard.

Il n'y a pas lieu de citer les deux autres voitures. Celle de Brainard présente aussi quatre lits superposés deux à deux. La dernière est un omnibus de luxe.

Le docteur Evans a exposé un modèle du wagon d'évacuation à lits, employé aux États-Unis.

Ce wagon est un wagon ordinaire américain, dont on a enlevé les banquettes. Il a été installé sous la direction du docteur E. Harris.

Le modèle exposé était réduit à l'échelle du quart. Des plateaux verticaux en bois, espacés de deux en deux mètres, formaient dans la longueur du wagon deux rangées parallèles, laissant entre elles un large passage. Ces poteaux portaient,

ainsi que les parois opposées du wagon, des crochets solides en fer, auxquels étaient suspendus des anneaux en caoutchouc, et dans ces anneaux entraient les longs côtés de cadres de bois qui supportaient les lits. Les lits étaient rangés parallèlement, et superposés deux à deux, la direction du mouvement se produisant de la tête aux pieds du malade. Ils étaient en outre alternés par travées, de manière à former quatre lignes interrompues. Le wagon recevait ainsi en tout trente lits, quinze de chaque côté. Il était aéré par le plafond, et, au besoin, par les deux portes placées à ses extrémités. On sait qu'en Amérique tous les wagons communiquent par des ponts, de manière à présenter une rue continue dans toute la longueur des trains.

Pour chauffer ces voitures pendant l'hiver, on y plaçait des poêles à deux tuyaux concentriques. L'enveloppe extérieure, s'ouvrant au-dessus des voitures en forme de large entonnoir, recevait l'air introduit violemment par suite de la vitesse du train, le mettait en contact avec le tuyau et la surface de chauffe du poêle, puis le lançait dans la voiture par des bouches de chaleur, de manière à aérer la chambre tout en la chauffant.

En été, le fond du poêle était rempli d'eau froide, avec laquelle l'air entraînait en contact avant de pénétrer dans la voiture. On peut encore augmenter le volume de l'air introduit, en adaptant aux fenêtres des sortes de volets entr'ouverts dans le sens de la marche du train.

Des tables à pansement étaient placées dans le couloir qui existe entre les deux rangées de lits.

Ce système était excellent aux États-Unis ; mais comme il est fondé sur la forme et les dimensions des wagons ordinaires, qui ont dans ce pays 30 pieds anglais de long, sur 8 de large, il ne saurait être appliqué en Europe. En France, les voitures à bagages et les plus grands wagons à marchandises ont en général 6 mètres de long sur 2^m50 de large. Les lits devront donc être établis en général perpendiculairement à la

voie. Quant à leur mode de suspension, nous examinerons celui qui a été proposé par M. Fischer d'Heidelberg.

Le docteur Evans avait encore exposé :

Un bât américain nouveau et ancien modèle ;

Diverses sortes de litières ;

Un havre-sac d'hôpital ; des paniers à médicaments, etc., etc.

Enfin, cent-vingt-trois objets, tous plus ou moins utiles dans le service des ambulances.

GRAND-DUCHÉ DE BADE.

La question de l'évacuation des blessés par chemins de fer est destinée à prendre une grande importance en Europe comme en Amérique, quoique généralement les trajets soient beaucoup moins longs sur notre continent.

M. Fischer d'Heidelberg a cherché le moyen de préparer rapidement les wagons de 3^e classe et les wagons de marchandises, de manière à ce que l'on y puisse installer des hommes couchés. Il a présenté à cet effet des lits-brancards sanglés, portant un oreiller en foin dont la section est triangulaire.

Chaque lit a 2 mètres, sur 0^m53 de large. Quatre bras en fer, à coulisses, permettent de s'en servir comme d'un brancard.

Dans les wagons de 3^e classe, on accroche au dossier des bancs deux traverses en bois, terminées par de larges bandes en cuir, et retenues par de puissants crochets, elles supportent trois lits juxtaposés, soit douze lits par wagons.

Dans les wagons de marchandises, il faut d'abord fixer des poteaux auxquels on accroche les traverses. On peut ainsi placer dans la largeur du wagon trois lits, en laissant entre eux un espace de 0^m45. Quand l'on en met ainsi trois à chaque extrémité du wagon, il reste encore au centre, pour l'infirmier ou le médecin, 5 mètres carrés disponibles. Si l'on voulait superposer les lits, on pourrait placer, sans trop

d'inconvénients, douze hommes couchés dans chaque wagon de marchandises.

Les lits-brancards de M. Fischer ont le grand mérite de ne coûter que 40 francs et de ne peser que 8 kilogrammes. Il est donc facile d'avoir sur les chemins de fer voisins de l'armée un certain nombre de ces appareils, pour organiser au besoin des convois d'évacuation.

Au point de vue de l'hygiène, les chemins de fer auront le grand avantage de permettre la dispersion rapide des malades et des blessés.

FRANCE.

Les divers moyens employés en France pour l'enlèvement des blessés sur le champ de bataille sont, suivant la nature du terrain et des voies de communications :

- 1° Des brancards portés par deux hommes ;
- 2° Des cacolets et des literies portés à dos de mulet ;
- 3° Une voiture à un cheval, appelée voiture Masson modifiée.

Brancards.

Plusieurs systèmes de brancards ont été essayés ; les uns sont articulés et susceptibles de se replier, de se renfermer, même dans un étui en cuir ; les autres sont rigides.

L'on est obligé de recourir aux brancards articulés pour les ambulances, dont le matériel est porté à dos de mulet. On en place aussi dans les coffres des voitures d'ambulance.

Le brancard employé en Afrique pesait, avec son étui en cuir, 15 kilogrammes. On lui a substitué récemment, à Vernon, un brancard également articulé, qui ne pèse que 8^k500.

Le brancard non articulé, modèle 1866, de Vernon, se compose d'une toile clouée sur les hampes, dont l'écartement est maintenu par deux traverses en fer, qui portent chacune deux petits pieds aussi en fer. Les traverses sont cintrées, de

manière que la tête de l'homme ne peut les rencontrer. Ce brancard complet ne pèse que 6^k600. Il vaut tous ceux qui ont été exposés par les autres nations.

Le brancard sera toujours, en campagne, le système le plus universellement employé; il se prête à tous les terrains, la question se réduit à avoir un nombre d'hommes suffisant. Le règlement français accorde quarante brancards par division d'infanterie de douze mille hommes, c'est bien peu. Il conviendrait d'en avoir cent, portés par deux cents hommes pris dans les troupes de réserve, cela en ferait environ sept par bataillon et cinq par batterie.

Les cacolets et les litières sont substitués aux brancards, ou employés concurremment avec eux, toutes les fois que la nature du terrain le permet.

Le département de la guerre a exposé une paire de cacolets et une paire de litières.

Le cacolet était du modèle 1863. Il est en fer et se replie sur le bât, qui peut alors recevoir deux sacs, ou deux caisses du poids de 60 kilogrammes chacune.

Ce cacolet pèse, la paire : 16^k380.

Il coûte, à Vernon, 41 fr. 80

On pourrait désirer que la planchette fût un peu plus large pour mieux soutenir les pieds du blessé.

Ce cacolet ne le cède à aucun de ceux exposés.

Les litières étaient aussi du modèle 1863. Elles sont en fer, garnies en toile avec un oreiller pour la tête. Chacune d'elles est recouverte par une bâche imperméable.

Elles peuvent se replier en trois parties, et venir ensuite, comme les cacolets, s'appliquer sur le bât.

Leur largeur est de 0^m54; leur poids est, pour la paire, de 38 kilogrammes. Elles coûtent, à Vernon, complètes, 146 fr. 60.

Le balancement des hommes couchés est limité par des courroies de rappel fixées au-dessus du bât et sous le ventre de l'animal. Ces litières sont très-satisfaisantes, elles pèsent

40 kilogrammes de moins que celles employées jusqu'ici et sont plus larges cependant de 0^m07. Le mouvement du mulet au pas est très-doux pour les hommes portés en cacolet ou en litière, cependant il fatigue à la longue.

Voiture Masson.

Lorsqu'il existe à proximité du champ de bataille des chemins carrossables, on peut employer la voiture d'ambulance appelée voiture Masson modifiée.

Cette voiture est à deux roues et suspendue. On la réserve autant que possible pour les hommes gravement atteints. Elle doit être conduite exclusivement au pas. Elle est attelée d'un seul cheval et ne pèse que 292 kilogrammes. Cette voiture porte à l'avant un siège étroit pour le conducteur. On trouve dans l'intérieur deux lits brancards très-légers qui peuvent servir à aller ramasser le blessé, et qui rentrent ensuite dans la voiture en roulant sur des galets. Le sac de l'homme a sa place sous son chevet, son fusil est auprès de lui, le tout est recouvert par une bâche en toile.

Cette voiture, traînée par un seul cheval, remplace avantageusement une paire de litières. Elle coûte à Vernon 330 francs. Quand on n'a pas de blessés à transporter, on peut placer les lits sur la voiture et mettre dans l'intérieur de 250 à 300 kilogrammes de matériel.

On pourrait désirer que le siège du cocher fût mobile autour d'une charnière, de manière à permettre d'atteindre les jambes et les pieds du blessé.

Les brancards, les cacolets, les litières et les voitures dont nous venons de parler suffiront d'ordinaire pour effectuer le transport du champ de bataille au dépôt d'ambulance. Là, un ou plusieurs caissons ont été ouverts, on a fait du feu, du bouillon, les médecins sont en nombre suffisant et disposent de toutes les ressources nécessaires pour faire toutes les opérations ; on opérera donc s'il y a lieu, puis on posera le premier appareil, et, dans la soirée ou la nuit suivante, les blessés

devront être évacués sur un hôpital sédentaire. Il est désirable qu'ils puissent y arriver avant d'être sous l'influence de la fièvre de suppuration.

Les évacuations exigent des moyens de transport plus parfaits, parce que le trajet est plus long et l'homme déjà plus affaibli.

Voiture d'évacuation.

Les évacuations se font habituellement par chemins de fer ou en voitures. Le gouvernement français avait exposé une voiture d'évacuation, modèle 1866, construite à Vernon.

Cette voiture d'ambulance est à quatre roues, elle a un tournant complet, ce qui a forcé de lui donner un peu trop de hauteur. Devant, se trouve le siège du cocher, et, en arrière de celui-ci, un cabriolet dans lequel peuvent se placer trois hommes assis. Ce cabriolet communique à volonté, par une large portière, avec l'intérieur de la voiture. L'intérieur reçoit encore l'air et le jour par cinq glaces mobiles. On y trouve deux banquettes supportant des coussins de cuir. Ceux-ci possèdent des poignées solides, qui permettent de s'en servir comme de brancards. L'arrière de la voiture s'ouvre en entier pour donner passage à un homme couché sur ce coussin. Cette voiture peut donc recevoir, outre le conducteur et un infirmier, trois blessés assis et deux couchés. Elle est attelée de quatre chevaux, ou, mieux encore, de trois seulement conduits à grandes guides. Elle est très-bien suspendue, et pèse, vide, 930 kilogrammes. Elle coûte à Vernon 1,200 francs.

Elle est couverte en tôle galvanisée, et doit être moins froide que les voitures américaines, quoique susceptible d'une aération suffisante. Enfin elle porte un tonnelet de 30 litres, et, dans le coffre placé en avant du cabriolet, deux brancards articulés.

Si l'on veut charger cette voiture de matériel, on met au fond, entre les banquettes, les coussins qui sont préparés pour se replier, on applique des volets légers sur les glaces, et on

peut alors placer dans l'intérieur 400 ou 500 kilogrammes d'objets mobiliers divers.

Cette voiture est satisfaisante, on peut cependant lui reprocher d'être un peu élevée, ce qui rend le chargement des hommes couchés difficile; de ne pas offrir un accès suffisamment commode pour les blessés qui doivent voyager dans le cabriolet; enfin, de ne pas posséder à l'arrière un marchepied plus large pour introduire les hommes couchés dans l'intérieur.

Si cette voiture française est moins parfaite que la voiture Howard, elle a du moins l'avantage d'être plus solide et de coûter beaucoup moins cher.

M. Arrault, fabricant français, a exposé un petit modèle d'un projet de voiture, qui aurait 4 mètres de longueur de caisse, et qui recevrait de chaque côté six blessés couchés, superposés trois à trois. L'inventeur a imaginé un lit brancard roulant au moyen de galets sur des traverses en fer préparées dans la voiture, et parallèles aux essieux. Ces galets sont disposés à l'extrémité des bras de brancards qui rentrent par glissement. Un palan, fixé à une potence en fer, susceptible de se placer successivement au-dessus de chaque file verticale de blessés, permet de les amener facilement et sans secousses, à leur place, ou de les descendre sur le sol, au moyen d'une croix de Saint-André en corde munie de crochets.

Il est à craindre que cette voiture qui aura 4 mètres de longueur, 2 mètres de largeur et 2^m40 de hauteur, qui sera supportée par des roues de 0^m95, et qui portera 12 brancards et 12 hommes couchés, ne soit bien encombrante et bien lourde. Elle ne pourrait se mouvoir et tourner dans les chemins de traverse. On doit donc ajourner tout jugement sur cette invention tant que l'on ne pourra mettre en essai une voiture au moins de cette forme.

ITALIE.

Le gouvernement italien a exposé une voiture de transport de blessés adoptée pour l'armée italienne.

Elle est à 4 roues, avec tournant complet, attelée de deux ou quatre chevaux. Elle enraye avec un frein à vis.

La caisse est suspendue sur six ressorts. Elle présente deux compartiments, un cabriolet pouvant recevoir, outre le conducteur, deux hommes assis ; et un intérieur contenant deux banquettes susceptibles de se transformer en lits-brancards. Un troisième lit se trouve au fond de la voiture. Ces lits, sur châssis en bois, ont des rebords à charnières qui leur donnent la largeur des matelas, ils ont des bras à coulisses, et glissent sur quatre galets. On peut ainsi transporter deux hommes assis et trois couchés.

La voiture est basse, parce que l'essieu de derrière est coudé. Le derrière s'abat de manière à former un marche-pied. La voiture, couverte en bois, peut être fermée latéralement par une bâche qui masque toutes les fenêtres et nuage alors à l'aération. Sous la voiture se trouve une caisse à caisses avec boîte à filtre.

Cette voiture est solide, mais lourde ; elle pèche par le défaut d'aération.

PRUSSE.

Le gouvernement prussien a exposé sous le nom d'ambulance royale une voiture construite par M. Neuss, de Berlin, et qui a été attachée pendant la campagne de 1866 au quartier général de S. M. le roi de Prusse.

C'est une voiture de luxe, basse, avec un essieu coudé, et ne contenant dans l'intérieur qu'un seul lit très-vaste. Ce lit retiré de la voiture peut être converti en fauteuil.

Nous pensons que ce modèle tout spécial ne pourrait être

appliqué aux besoins d'une armée, et que, par suite, il n'y a pas lieu de s'y arrêter.

M. Speier de Berlin a présenté plusieurs modèles de brancards ou de litières sur roues, semblables à ceux de M. Fischer (duché de Bade). Tous ces appareils ont les mêmes inconvénients. Ils peuvent être employés dans l'intérieur d'un hôpital, dans des corridors, sur les trottoirs ou les pavés d'une ville, mais le peu d'épaisseur des roues fait que l'on ne pourrait les traîner en rase campagne sans qu'ils n'entrent profondément dans le sol. Ils sont d'ailleurs assez lourds et encombrants, par conséquent d'un transport difficile.

Ainsi le brancard de Neuss, de Berlin, à deux roues, pèse 51 kilogrammes, et coûte 108 thalers.

Le brancard à roues de Fischer pour un seul homme pèse 58 kilogrammes, et coûte 200 francs. Le brancard pour deux blessés, du même auteur, pèse 77 kilogrammes.

Tous ces instruments ne sauraient entrer dans le mobilier de campagne.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE SECOURS.

COMITÉ BADOIS.

La Société de secours a exposé et expérimenté un tablier brancard, système Landa. Ce tablier est un grand morceau de forte toile grise attaché au cou d'un porteur. Un autre saisit l'extrémité opposée, et ils transportent ainsi un blessé. Ce système semble fort incommode.

Elle a présenté aussi des sièges pour transporter un homme assis, dans un escalier par exemple. C'est un morceau de toile carré, ayant environ 0^m50 de côté, engagé par ses deux bords opposés dans deux bâtons. Ces appareils, qui ne coûtent que 4 fr. 50 et 6 francs, peuvent rendre quelques services dans un hôpital.

COMITÉ ITALIEN.

Le comité italien a présenté une voiture très-compiquée, construite par M. Locati, de Turin. Cette voiture étant une des plus perfectionnées parmi celles qui ont été exposées, il y a lieu de s'y arrêter un instant.

Elle est à quatre roues, un peu haute, et possède un tournant complet. Elle doit être attelée de deux chevaux sur de très-bonnes routes, mais plus généralement de quatre. Immédiatement en arrière des chevaux règne dans toute la longueur de la voiture un coffre qui sert de siège au cocher et à deux infirmiers. Un prolongement du toit sert à mettre ces trois personnes à couvert. Le coffre, ainsi qu'une caisse placée sous les pieds du cocher, renferment des ustensiles de cuisine et deux tonnelets, l'un pour l'eau avec robinet, l'autre pour la glace. En arrière se trouve un cabriolet contenant une banquette pour trois personnes ; ce cabriolet peut être protégé par un store en toile imperméable.

Dans l'intérieur, on aperçoit deux banquettes avec dossiers matelassés, pouvant recevoir quatre hommes assis. La portière qui s'ouvre à l'arrière porte quatre flacons. Pour transporter des hommes couchés on relève les dossiers des banquettes autour de leurs charnières, et l'on a ainsi quatre lits superposés deux à deux ; mais ici on a pris la précaution de placer sous les lits supérieurs une plaque de zinc, qui, par un tube en caoutchouc, conduit les liquides à l'extérieur. Pour charger les blessés, on ouvre la voiture latéralement des deux côtés, et l'on atteint facilement les lits inférieurs. Ensuite, au moyen d'un long levier, armé de deux manivelles placées derrière la voiture, on peut amener les deux lits supérieurs, par un mouvement circulaire, mais toujours horizontalement, sur le même plan que ces deux lits. Ils débordent ainsi la voiture des deux côtés, et reposent sur deux petites plateformes. On peut alors les charger, et au moyen des mêmes leviers les ramener sans secousses à leur position normale. S'il fait froid,

on referme la voiture; s'il fait chaud, on descend sur les côtés deux stores. Enfin on peut établir un troisième lit entre les deux lits inférieurs. Cette voiture porte ainsi trois blessés assis, et cinq couchés. Le plafond est double pour diminuer l'action solaire, il est percé de trois larges ventouses. On peut placer entre les deux plafonds les armes des blessés. Les lits sont munis de poignées en fer mobiles, qui peuvent les convertir en brancards. Ils possèdent tous un moustiquaire.

Sous la voiture sont deux caisses à claire-voie qui peuvent recevoir la nourriture des chevaux. Aucune place n'est perdue. Tout cela est commode, mais très-compiqué, l'ensemble est lourd.

Cette voiture coûte 3,400 francs, motif suffisant pour que l'on ne puisse la choisir comme type de voiture d'ambulance d'une armée. La Société internationale l'a reconnu elle-même, et elle a ouvert un concours pour la construction d'une voiture type d'ambulance. Un prix de 3,000 francs était promis à l'inventeur qui aurait le mieux réussi.

M. Locati a présenté une seconde voiture plus simple que la première, qui a obtenu ce prix

Elle a six ressorts et doit être conduite en daumont par un postillon pour gagner une place d'homme assis. Cette voiture ne contient que deux lits qui peuvent être introduits, soit par l'arrière, soit latéralement, mais ces lits portant des galets sur axe fixe, le premier mouvement est seul commode. La tête et les pieds de ces lits-brancards sont mobiles.

Sous la voiture est une caisse à fourrages. Le coffre du cabriolet contient deux flacons à eau-de-vie et une caisse à eau trop petite.

Nous n'avons pu connaître le poids et le prix de cette voiture, qui cependant sont des éléments si importants d'appréciation au point de vue de l'application.

COMITÉ SUISSE.

Le comité suisse semble s'être préoccupé avant tout de fa-

ciliter le chargement des hommes couchés, et de remédier ainsi à l'inconvénient reproché à la voiture d'évacuation française comme à beaucoup d'autres. On n'a pas hésité alors à sacrifier une condition non moins importante en campagne, la viabilité. Les roues de devant de la voiture suisse n'ont guère que 0^m35 de rayon, et, par suite, elles ne pourraient sortir des ornières de la plupart de nos chemins vicinaux ou d'exploitation en hiver. Cette voiture est basse, lourde et peu roulante. Sa disposition intérieure est assez commode.

A l'avant, un homme assis à côté du conducteur. A l'arrière, deux autres personnes assises, s'appuyant sur un dossier mobile, et tournant le dos aux premiers, comme dans la voiture anglaise. Dans l'intérieur, huit hommes assis. Au moyen d'un mouvement de tringles et d'une disposition particulière de ces énormes coussins de cuir, on peut placer dans l'intérieur, au lieu des dix personnes assises, quatre hommes couchés.

Sous l'avant-train est un coffre spacieux. Un autre placé sous l'arrière reçoit les pieds des personnes assises.

Cette voiture est recouverte dans toutes ses parties par une grande bâche en toile goudronnée. Elle est certainement une des plus commodes pour le chargement des blessés, pour les visiter, pour les panser; mais en la faisant si basse on a compromis son usage en campagne.

CHAPITRE XIX

MARINE MILITAIRE

DES NAVIRES DE COMBAT

Soit qu'elle ait à combattre isolément, soit que son action se combine avec celle des armées de terre, la marine est, de nos jours, appelée à jouer un rôle considérable pendant la guerre.

A aucune époque, sans doute, le rang qui lui appartient parmi les forces militaires des nations ne lui a été sérieusement contesté par les hommes d'État ni par l'opinion publique. Toutefois, on ne saurait méconnaître que l'incertitude inévitable dont ses mouvements étaient empreints, quand elle n'avait que le vent pour moteur, était un inconvénient grave, qui paralysait souvent son action, ou lui ôtait son opportunité, et qui empêchait qu'on ne pût compter absolument sur elle pour le succès des combinaisons préparées de longue main qui exigeaient de la précision ; l'épisode du camp de Boulogne et de la flotte de Villeneuve en est un exemple fameux.

C'est peut-être parce qu'ils étaient particulièrement frappés de cette insuffisance éventuelle, que des esprits, distingués d'ailleurs, mirent un jour en question, dans notre pays, l'existence même de la marine militaire, et c'est ainsi qu'on peut s'expliquer une boutade, qui d'ailleurs ne saurait être prise au sérieux et qui heureusement n'eut pas d'échos.

Aujourd'hui, l'état des choses n'est plus le même ; grâce à l'emploi de la vapeur, les flottes ne sont ni arrêtées par le calme, ni détournées par la tempête. Plus rapides que les armées de terre, moins entravées par les exigences de l'approvisionnement, elles sont devenues aussi dociles qu'elles aux ordres des chefs. Elles partent à l'heure dite et arrivent au jour prévu.

Pendant la campagne de Crimée, malgré les rigueurs de l'hiver ou les ardeurs de l'été, nos soldats, partant de France, étaient amenés sur le champ de bataille, à huit cents lieues de distance, aussi vite et aussi exactement que s'il leur avait fallu, il y a trente ans, aller de Paris à la frontière belge.

Sans le secours puissant des transports à vapeur, la couronne d'Angleterre eût risqué, en 1856, de perdre la plus grande partie de son empire de l'Inde, faute de pouvoir y conduire à temps les troupes chargées de comprimer la révolte formidable qui venait d'y éclater.

A une époque plus récente, n'avons-nous pas vu de quel poids le concours énergique de la marine fédérale a pesé dans la balance des destinées du peuple américain ?

La marine militaire, pourvue des moyens puissants que l'industrie moderne a mis à sa disposition, est donc aujourd'hui une des bases essentielles de la puissance politique, un des éléments principaux de la stratégie. Aussi n'a-t-on pas lieu de s'étonner de la place importante qu'elle occupait au Champ-de-Mars, dans l'Exposition universelle de 1867.

Quelques nations maritimes, il est vrai, n'ont pas cru devoir s'y faire représenter sous ce rapport, et nous ne pouvons que regretter leur abstention, qui nous prive de termes de comparaison des plus importants et des enseignements les plus utiles. D'autres, au contraire, ont mis la plus complète liberté à offrir aux regards des connaisseurs tous les secrets de leur matériel naval ; grâce à leur initiative, il est possible de suivre la marche des transformations si rapides et si radicales, dont ce matériel a été l'objet dans ces derniers temps ; de

mesurer l'importance des progrès réalisés par tant d'innovations, qu'on ne soupçonnait même pas il y a une trentaine d'années; en un mot de retracer les traits principaux des constructions navales militaires dans leur état présent et d'indiquer les tendances qui s'y manifestent pour l'avenir.

Dans le compte rendu, nécessairement rapide, que nous allons présenter, nous étudierons séparément le bâtiment de combat, avec ses qualités offensives et défensives, et le navire spécialement destiné au transport des troupes expéditionnaires; leur mode de construction, leurs systèmes de machines, de propulseurs et de voilures feront ensuite le sujet de notre examen. Enfin, notre attention se portera sur ceux des détails principaux de leur équipement et de leurs aménagements, qui ont un caractère militaire, n'omettant à dessein que ceux qui touchent à l'artillerie et aux armes portatives, puisqu'ils ont été déjà traités dans d'autres chapitres.

Dans la période de transition que les constructions navales traversent en ce moment, il n'est pas inutile de préciser quels sont les bâtiments auxquels nous donnerons le nom de navires de combat. Quelques personnes pensent que les navires à vapeur cuirassés méritent seuls, dès à présent, d'être rangés dans cette catégorie et qu'il faut reléguer absolument parmi les bâtiments de transport ceux qui occupaient, il y a peu d'années, le premier rang dans la hiérarchie des forces navales. L'expérience de ces derniers temps est, il faut en convenir, propre à confirmer cette opinion dans une certaine mesure, car, par la force des circonstances, les anciens navires à vapeur ont été utilisés comme de simples transports plus souvent qu'ils n'ont eu à jouer le rôle de vaisseaux et de frégates disposés pour le combat. Néanmoins, nous ne serons point, pour le moment, aussi exclusifs. Si les cuirasses étaient toujours assez épaisses pour arrêter les projectiles que lance l'artillerie actuelle, et si elles s'étendaient assez, tant en hauteur qu'en longueur, pour abriter efficacement les parties vitales

des bâtiments qui en sont revêtus, on pourrait accepter la destination tranchée dont il est question, car, dans ces conditions, les navires cuirassés auraient sur les autres une telle supériorité, qu'une assimilation entre eux serait, à certains points de vue, à peu près inadmissible; mais, s'il arrive que le blindage, ne possédant pas une épaisseur suffisante, devienne une mitraille dangereuse, susceptible d'être refoulée à l'intérieur, ou si, étant frappé à revers au-dessous de la flottaison, il détermine des déchirures considérables dans les œuvres vives, la plupart des avantages militaires auxquels les navires cuirassés peuvent prétendre se trouvent atténués à un tel point, qu'on pourrait, moyennant quelques améliorations de détail, placer les anciens types dans des conditions peu inférieures pour l'attaque et pour la défense. Comment hésiter à le croire, quand on voit le vaisseau en bois le *Kaiser*, assailli pendant le combat de Lissa par quatre frégates cuirassées, résister avec énergie à leurs efforts combinés, ne point hésiter à aborder l'un de ses adversaires, et, plus tard, réussir, par les feux plongeants de son artillerie et de sa mousqueterie, à faire lâcher prise au plus redoutable d'entre eux, sans être contraint d'abaisser son pavillon, et même sans avoir essuyé des pertes trop sensibles. Si ce vaisseau eût été muni d'un éperon au lieu de donner le choc avec sa guibre, n'est-il pas vraisemblable qu'une au moins des frégates ennemies eût éprouvé le triste sort du *Re d'Italia*? Qu'on ne se hâte donc pas de reléguer à un rang trop abaissé ces belles productions d'une époque si rapprochée de nous; aujourd'hui encore elles peuvent devenir des instruments redoutables dont il ne faudrait, en aucune circonstance, mépriser l'attaque ni dédaigner le concours, et, en attendant que les constructions nouvelles qui doivent prendre leur place aient reçu les nombreux perfectionnements que réclame le rôle auquel elles sont destinées, regardons ces types, prêts à s'effacer, comme formant une catégorie secondaire, mais néanmoins encore très-utile, des flottes de combat.

Les autres bâtiments qui compléteront ces flottes, en répon-

dant à des besoins spéciaux, sont les *corvettes* cuirassées ou non, appelées aux stations lointaines, les *avisos* destinés à la transmission rapide des ordres, les *canonnères* et les *batteries flottantes* dont la qualité essentielle est d'avoir de faibles tirants d'eau et dont le rôle principal est l'attaque des forteresses ennemies; enfin les *garde-côtes*, dont le nom indique suffisamment la tâche importante.

Telles sont les différentes espèces de bâtiments de combat qui sont représentées à l'Exposition universelle et que nous allons passer successivement en revue.

MARINE ANGLAISE.

En voyant cette belle et nombreuse collection de modèles exposés au Champ-de-Mars par les Anglais, on croirait difficilement qu'ils ne sont entrés qu'avec hésitation dans la voie nouvelle du cuirassement des bâtiments de mer. Telle est pourtant la réalité.

Ce n'est pas, sans doute, que leurs marins et leurs ingénieurs méconnaissent les avantages de ce système, ni qu'ils manquaient de confiance dans les ressources incomparables que l'industrie métallurgique de la Grande-Bretagne offrirait, dès qu'il le faudrait, pour le porter plus rapidement que chez aucune autre nation à son expression la plus avancée.

Mais, à l'époque où il faisait son apparition en France, ils achevaient à peine de créer une magnifique flotte à vapeur, et l'on conçoit qu'il leur en coûtât de contribuer eux-mêmes à sa dépréciation, par l'adoption d'une nouveauté dont ils espéraient peut-être qu'un premier insuccès amènerait l'abandon.

Cependant, dès qu'ils eurent acquis la conviction que les idées étaient décidément entraînées dans cette direction, ils ne songèrent qu'à réparer promptement les suites de ce premier temps d'arrêt par des transformations de leur ancien matériel et par des constructions neuves, confiées simultanément aux chantiers de l'amirauté et à ceux de l'industrie privée. Le *Warrior* a été lancé en décembre 1860, treize mois après la

Gloire. De cet actif et puissant concours est sortie, en peu d'années, cette imposante flotte cuirassée, qui est représentée au Champ-de-Mars, par les navires *Warrior*, *Defence*, *Achilles*, *Hector*, *Minotaur*, *Royal-Oak*, *Research*, *Enterprise*, *Zealous*, *Royal-Alfred*, *Lord-Clyde*, *Lord-Warden*, *Favourite*, *Bellerophon*, *Pallas*, *Penelope*, *Viper*, *Waterwich*. *Wivern*, *Hercules*, *Captain*, *Monarch*, et qui se complète par d'autres bâtiments, se rattachant à quelques-uns des mêmes types savoir : *Black-Prince*, *Resistance*, *Valiant*, *Agincourt*, *Northumberland*, *Caledonia*, *Prince-Consort*, *Ocean*, *Vixen*, *Invincible*, *Audacious*.

Parmi ces bâtiments, quelques-uns, savoir : *Royal-Oak*, *Prince-Consort*, *Caledonia*, *Ocean*, *Zealous*, *Royal-Alfred*, *Research*, *Enterprise*, commencés antérieurement à l'année 1862, n'étaient pas destinés primitivement à être recouverts de plaques de blindage. C'est seulement après leur mise en chantier, et à une époque plus ou moins avancée de leur construction, que l'Amirauté eut l'heureuse inspiration d'ordonner leur transformation en bâtiments cuirassés. Leur coque est en bois; mais, à cet égard, ils forment une classe à part dans la flotte anglaise où ce système d'architecture a été abandonné pour faire place, presque exclusivement, aux constructions en fer. Cette préférence n'est pas, il faut bien le dire, sans présenter des inconvénients sérieux dont nous parlerons plus loin; mais elle se justifie par plusieurs avantages de premier ordre, notamment par la facilité d'y établir des cloisons étanches et par les garanties incontestables de durée qu'elle assure aux constructions maritimes. On sait, en effet, qu'une des conditions indispensables de la longue préservation des navires en bois est la lenteur de leur édification. Jadis, quand une coque restait pendant une vingtaine d'années sur le chantier, les bois avaient le temps de se dessécher et de durcir au contact de l'air; les parties malsaines trahissaient bientôt leur état défectueux, et on les remplaçait avant l'achèvement du navire. Lorsqu'enfin celui-ci était lancé à la mer, il se trou-

vait presque entièrement composé de matériaux choisis et éprouvés, qui lui assuraient une longue carrière; mais, de nos jours, où chaque nation maritime a dû renouveler activement son matériel flottant, d'abord à cause de l'adoption de la vapeur et de l'hélice, et une seconde fois, à peu d'années d'intervalle, par l'introduction des blindages, ces procédés sagement méthodiques ont dû être abandonnés, et la durée des coques nouvelles s'est trouvée réduite à un petit nombre d'années. L'amirauté anglaise, frappée d'une conséquence si grave, n'a donc pas hésité à demander au fer cette garantie de conservation que le bois ne lui offrait plus, et, dans ce but, elle n'a pas craint de se soumettre à quelques inconvénients auxquels les constructions de cette espèce paraissent être assujetties.

Warrior. — Des divers types que nous citons plus haut, le *Warrior* est le premier qui ait été réalisé; le *Black-Prince* en est la répétition.

Ces deux bâtiments, longs de 103 mètres, ne sont pas cuirassés aux extrémités; mais ils sont remarquables par leur hauteur de batterie (2^m75) (1), plus grande que celle qui était alors en usage (il est à noter, néanmoins, qu'aucune frégate cuirassée anglaise, ancienne ou nouvelle, n'a de hauteur de batterie qui soit au-dessous de 2^m44), par leurs vastes dimensions, et, ce qui en est à plusieurs égards une conséquence, par une vitesse de marche qui n'a pas été surpassée et qui a été rarement égalée depuis. En outre, ils ont le précieux avantage d'être subdivisés en compartiments étanches nombreux, dans celles de leurs œuvres vives qui sont privées de la protection du blindage.

Defence. — La *Defence* et la *Resistance*, qui suivirent de près, appartiennent au même ordre de conception, mais avec des dimensions moindres. La longueur est de 85 mètres, et la hauteur de la batterie est de 2^m44. On acceptait des vitesses

(1) Ces chiffres sont ceux prévus par les constructeurs

inférieures à celle du *Warrior*, pour obtenir, comme compensation, de meilleures qualités gyrotoires.

Le défaut de protection des extrémités, qui signale ces quatre bâtiments, fut, en Angleterre, l'objet de vives critiques, et l'Amirauté s'empessa de modifier les plans du type *Warrior*, de façon que la cuirasse pût s'étendre, aux environs de la flottaison, dans toute la longueur du bâtiment. C'est ainsi que fut conçu le type auquel se rattachent l'*Achilles*, de 116 mètres de long, le *Minotaur* et l'*Agincourt* de 122 mètres. Leur hauteur commune de batterie est de 2^m75.

Toutefois, les idées des ingénieurs anglais n'étaient point encore définitivement assises ; tandis qu'ils s'efforçaient, dans les trois immenses navires que nous venons de nommer, de conserver les qualités de marche et de puissance du *Warrior* et du *Black-Prince*, tout en atténuant leurs imperfections, ils cherchaient aussi à perfectionner le type moins gigantesque et moins coûteux des frégates *Defence* et *Resistance*.

Hector.— Le résultat de ces études aboutit momentanément à la construction de l'*Hector* et du *Valiant*. Dans ces deux bâtiments, la cuirasse s'étendait jusqu'aux extrémités dans toute la hauteur de la batterie armée de canons ; mais cette ceinture ne descendait jusqu'en dessous de la flottaison que dans la maîtresse partie ; partout ailleurs elle s'arrêtait au pont inférieur de la batterie. De nombreux compartiments étanches, transversaux et longitudinaux, étaient destinés à servir de correctifs au défaut de protection directe de ces parties extrêmes.

Ces diverses constructions remplissaient à différents degrés quelques-unes des conditions multiples du problème difficile qu'on prétendait résoudre, savoir : l'invulnérabilité de la coque et de la batterie, la vitesse de marche, la promptitude d'évolution, la douceur et le peu d'amplitude des mouvements de roulis, la faculté de s'élever à la lame. Cependant elles ne satisfaisaient pas entièrement l'opinion des hommes compétents.

Transformation des vaisseaux en bois en frégates cuirassées.

L'Amirauté, voulant tenter une autre voie, ordonna la transformation de plusieurs vaisseaux en bois de quatre-vingt-onze bouches à feu, qui étaient en chantier depuis 1858, savoir le *Royal-Oak*, le *Prince-Consort*, la *Caledonia*, et l'*Ocean*. A ces frégates, dérivées du vaisseau de quatre-vingt-onze canons, comme la *Gloire* l'était en France du vaisseau type *Napoléon*, on avait assuré une hauteur de batterie de 2^m51, car les constructeurs anglais ont compris tout d'abord qu'il n'était pas prudent de trop s'écarter des enseignements de l'expérience, relativement à la position du centre de gravité et du rapport entre les volumes des œuvres vives et des œuvres mortes. La différence entre la hauteur de batterie de la première frégate cuirassée le *Warrior* et celle du type le plus récent l'*Hercules*, n'excède pas 0^m60. Ces bâtiments furent revêtus, de bout en bout, d'une cuirasse qui s'étendait depuis le pont supérieur de la batterie jusqu'à une certaine distance en dessous de la flottaison. C'est à ce même courant d'idées que se rattachent, au point de vue du système de blindage, les plans définitifs du *Minotaur* et de l'*Agincourt*, ainsi que les constructions plus récentes du *Lord Warden* et du *Lord Clyde*, qui en auraient été sans doute, pendant quelques temps, l'expression la plus avancée dans la flotte britannique, si les progrès rapides de l'artillerie n'étaient venus remettre en question les conditions relatives au meilleur système défensif, au moment même où l'on pouvait se flatter de les avoir résolues d'une manière assez satisfaisante.

Difficultés nouvelles causées par le progrès de l'artillerie.

Déjà, en effet, l'adoption des canons rayés de 7 pouces (0^m177) avait contraint à porter l'épaisseur des plaques de blindage à 0^m14, de 0^m11 qu'elle était sur les premiers types. Il en était résulté un nouveau surcroît de difficultés. Ce fut

bien autre chose encore, quand les artilleurs anglais, entraînés par l'exemple gênant mais logique des États-Unis, eurent réussi à fabriquer des canons de 9 pouces (0^m228) et trouvé le moyen de manœuvrer sans danger, à bord des bâtiments, ces énormes pièces du poids de 12 tonnes. Dès ce moment, on dut regarder les plaques de 0^m14 comme formant un revêtement insuffisant, et songer à des épaisseurs de 0^m20 et au delà. Ainsi se trouva tout à coup singulièrement compliquée, la solution déjà si épineuse du problème qui était posé aux ingénieurs de toutes les nations.

Dans ces conditions nouvelles que l'artillerie triomphante dictait à la construction, il fut jugé impossible de conserver le cuirassement de bout en bout et simultané de la flottaison et de la batterie ; celle-ci, d'ailleurs, dut être réduite en longueur, à cause du poids énorme des canons destinés à en former l'armement. Par ces deux motifs réunis, on regarda généralement comme une nécessité de revenir, en les modifiant, aux premiers essais de la protection partielle.

Système à réduit central et système à tourelles tournantes.

Deux systèmes, destinés à réaliser cette donnée générale, se trouvèrent alors en présence, on pourrait presque dire en rivalité, tant ils excitèrent diversement les esprits dès le premier jour.

Dans l'un comme dans l'autre, les bâtiments ne sont blindés dans toute leur longueur qu'à la flottaison, et la cuirasse ne se relève que là où il est nécessaire de protéger les machines et les bouches à feu ; mais la manière dont celles-ci sont établies y est très-différente. Dans le premier système, qui paraît être en grande faveur auprès de l'Amirauté, la plus grande partie des canons de gros calibre sont réunis au centre du bâtiment, dans une batterie couverte ou *réduit central* blindé sur toutes ses faces. Dans le second, qui semble conquérir chaque jour de nouveaux adhérents dans l'opinion publique en Angleterre,

ces canons sont isolés ou réunis par paires dans des tourelles tournantes, revêtues d'une épaisse cuirasse et disposées de manière à procurer un vaste champ de tir. Celui-ci est représenté à l'Exposition universelle, pour ce qui est des navires de mer, par les modèles du *Captain* et du *Monarch*.

Quant au système du réduit central, c'est à lui que se rattachent, mais avec des modifications successives, le vaisseau transformé *Royal Alfred*, et les constructions neuves *Northumberland*, *Bellerophon*, *Hercules*, *Wilhem I^{er}*, qui méritent particulièrement de fixer notre attention.

Northumberland. — Le *Northumberland* était d'abord destiné à reproduire exactement le type du *Minotaur* et de l'*Agin-court*; mais, comme la construction en était moins avancée, il a été possible de lui faire subir les modifications imposées par les conditions nouvelles que nous venons d'énumérer. Cet immense bâtiment, sorti des chantiers de MM. Mare et C^{ie}, de Milwall, de 122 mètres de longueur et de 10,000 tonneaux de déplacement, n'est donc pas entièrement blindé dans toute la hauteur de sa batterie. Dans une étendue de 30 mètres à l'avant et autant à l'arrière, sa flottaison seule est protégée par une ceinture de fer de 0^m14 d'épaisseur. Mais la partie centrale, qui a environ 60 mètres de long, est blindée jusqu'à une hauteur de 4^m87 au-dessus de la flottaison et fermée aux deux extrémités par des cloisons transversales revêtues de plaques de 0^m11, formant ainsi une vaste batterie, armée de canons de 9 pouces et de 7 pouces. Deux autres pièces, destinées au tir en chasse, sont placées sur l'avant et abritées derrière un bouclier demi-circulaire qui s'étend jusqu'aux bossoirs. Nous rencontrons plus loin dans le *Wilhem I^{er}* une répétition du même type, mais avec toutes les améliorations, au point de vue des facultés défensives, qu'une expérience de trois ou quatre années a pu suggérer à des constructeurs habiles et attentifs à saisir les idées de progrès.

Royal-Alfred.—Le *Royal-Alfred*, vaisseau en bois de quatre-vingt-onze canons, comme le *Royal-Oak* et l'*Ocean*, a subi, dans sa transformation, l'influence des mêmes idées qui ont porté à modifier les plans primitifs du *Northumberland*. Sa flottaison seule est protégée de bout en bout par une ceinture de fer. Cette cuirasse se relève à la proue et à la poupe, où elle forme des boucliers protecteurs des pièces de chasse et de retraite, et dans la maîtresse partie où elle abrite le réduit central sur une longueur de 30^m50. Son épaisseur n'est plus seulement de 0^m14 comme sur le *Northumberland*; elle a été portée à 0^m152, sauf vers les extrémités où, selon une pratique généralement adoptée sur tous les navires anglais cuirassés, elle se réduit progressivement à moitié. La batterie centrale, fermée par des cloisons transversales revêtues de plaques de 0^m11, est armée de dix canons de 9 pouces. Il y a, en outre, seize bouches à feu de moindre calibre, distribuées dans les parties non cuirassées de la batterie et derrière les boucliers des extrémités.

La machine, les chaudières et l'une des deux soutes aux poudres sont situées dans l'enceinte du réduit central et sont, par conséquent, aussi bien abritées que le comporte l'épaisseur du blindage.

Toutes ces considérations réunies portent un grand nombre de marins anglais à regarder le *Royal-Alfred* comme le navire le plus fort parmi tous ceux de sa classe, et comme l'un des engins les plus redoutables de la flotte anglaise.

Bellerophon.—Le *Bellerophon*, lancé au mois d'avril 1865, est une construction neuve en fer, sur laquelle il a été possible de réaliser, en les perfectionnant, tous les avantages que présentait déjà le *Royal-Alfred*. La cuirasse y est aussi épaisse, mais elle s'y élève plus haut au-dessus de la flottaison, et il en existe intérieurement une autre de 0^m038 d'épaisseur, contre laquelle s'appuient les pièces de bois de teck qui servent de matelas à la première. En outre, les ponts supérieur et infé-

rieur de la batterie sont revêtus de plaques en tôle d'acier de 0^m12 et 0^m15 d'épaisseur. L'armement total est de seize bouches à feu, savoir : dix canons de 9 pouces dans le réduit central, cinq de 7 pouces sur les gaillards et un canon de 40 à pivot sur le gaillard d'avant. L'étrave a la forme en cou de cygne, adoptée déjà sur quelques-uns des bâtiments cuirassés anglais, de manière que le navire puisse servir de bélier pour le choc ; mais la saillie en est, sur le *Bellerophon*, plus prononcée que sur les navires qui l'ont précédé ; elle atteint plus de trois mètres et demi.

Si les trois bâtiments que nous venons de décrire appartiennent au système du réduit central, ils n'en sont pas la dernière expression. C'est dans la *Research*, l'*Enterprise*, la *Favorite*, le *Vixen*, le *Viper*, la *Penelope* et surtout dans l'*Hercules*, que M. Reed en a réalisé, sur des échelles d'ailleurs très-variées, le type le plus complet et le mieux caractérisé. Dans le plan de l'*Hercules*, l'Amirauté anglaise a eu pour but principal de produire le navire à batterie centrale le plus puissant qui existe, afin de pouvoir établir une comparaison définitive entre ce système et celui des navires à tourelles, et de trancher ainsi le différend qui partage à cet égard les esprits des hommes spéciaux en Angleterre.

A ce titre, sur les sept bâtiments que nous venons de citer, l'*Hercules* est le seul sur lequel il convienne d'arrêter particulièrement l'attention, car il réunit à un degré supérieur tous les avantages et les perfectionnements qui se rencontrent dans les six autres.

Hercules. — L'*Hercules*, dont la construction en fer a beaucoup d'analogie avec celle du *Bellerophon*, a des dimensions un peu supérieures : 99 mètres de longueur, 18 de largeur, 8 de tirant d'eau. Son déplacement est de 8,000 tonneaux ; c'est 2,000 tonneaux de moins que les gigantesques constructions de l'*Achilles*, du *Minotaur*, de l'*Agincourt* et du *Northumberland*. La ceinture de flottaison a 0^m23 d'épaisseur

dans la maîtresse partie et 0^m152 seulement aux extrémités. Elle se relève, un peu moins forte (0^m127 seulement) à l'avant et à l'arrière pour former les *bow* et *stern batteries* ; elle s'élève également par le travers dans toute l'étendue du réduit, où son épaisseur, qui atteint 0^m20 sous les seuillets des sabords de la batterie, n'est jamais moindre que 0^m152. Les cloisons transversales du réduit sont couvertes de plaques de 0^m127.

Ce qui distingue surtout l'*Hercules* de ses devanciers, c'est, en première ligne, et outre une épaisseur de plaques plus considérable, la hauteur à laquelle la ceinture en fer s'élève de bout en bout au-dessus de la flottaison. Cette élévation, qui constitue en sa faveur une immense supériorité, n'est pas moindre de 2^m64 auprès du bouclier de poupe, de 2^m73 à la maîtresse partie, et, par un accroissement progressif, de 3^m36 à la naissance du bouclier avant.

La cale est divisée, comme celle du *Bellerophon*, en plusieurs compartiments étanches, par des cloisons transversales et longitudinales, qui en isolent les parties principales l'une de l'autre.

La batterie centrale de l'*Hercules* ne doit contenir que huit canons, mais ils seront du calibre de 10 pouces et demi, la hauteur de batterie doit atteindre 3^m35. Cette hauteur est peut-être exagérée. En effet, il résulte du rapport du contre-amiral Yelverton, dont nous donnons un extrait ci-après (1), que, pour les navires de son escadre qui avaient les moins bonnes qualités de navigabilité et dont faisaient partie le *Caledonia* et l'*Ocean*, anciens vaisseaux transformés, ayant 2^m51 de hauteur de batterie, la durée des oscillations de roulis était de six secondes, sensiblement égale à celle du *Solférino*, type jugé très-satisfaisant en France. En adoptant le chiffre de 3^m35 pour l'*Hercules*, les qualités de ce navire pourront être encore améliorées, ne fût-ce que par le fait matériel d'une plus grande élévation des canons au-dessus de l'eau ; mais on peut se demander s'il n'y aurait pas eu avantage à faire quelques sacrifices sous ce rapport, afin de

(1) Voir page 499.

consacrer l'économie de poids qui en serait résultée à augmenter l'épaisseur de la cuirasse de 0^m15 qui désormais est notoirement insuffisante. Pour obvier au défaut d'amplitude de tir horizontal, dont sont entachées habituellement les bouches à feu placées en abord dans des batteries couvertes, les deux canons extrêmes (de chaque bord) pourront être portés à des sabords obliques et en retrait, qui ont été pratiqués à l'avant et à l'arrière du réduit, d'où ils fourniront un feu assez rapproché de la direction de la quille, en même temps qu'ils auront un champ de tir considérable dans d'autres directions. On espère obtenir ce résultat, avec autant de sécurité et de promptitude que sur les navires à tourelles, à l'aide de plateformes tournantes, établies sur le pont de la batterie et sur lesquelles reposent les canons. Outre ces pièces, dont le poids s'élève à 18 tonnes, l'*Hercules* en portera deux de 12 tonnes (calibre de 9 pouces) sur le même pont, dont l'une tirera droit devant, tandis que l'autre occupera une position analogue à l'arrière.

L'armement des gaillards consistera en quatre canons de 6 tonnes et demie, dont deux commanderont tout l'avant, ainsi que le travers, et les deux autres commanderont l'arrière d'une manière analogue. Le pont sur lequel ils reposeront à une hauteur de 4^m88 au-dessus de la flottaison.

La muraille, aux environs de la flottaison, est douée d'une force exceptionnelle, due à un système de construction dont nous parlerons en son lieu.

La machine et la moitié des chaudières sont, ainsi que les soutes à obus, comprises dans le compartiment du réduit central. Enfin, l'adjonction d'un éperon sous-marin vient compléter, d'une manière redoutable, les puissants moyens d'attaque de ce bâtiment.

Coup-d'œil sur l'ensemble des constructions précédentes.

Le but et l'importance relative des diverses dispositions que nous venons de passer en revue sont faciles à saisir. L'ac-

croissement du calibre des pièces est une conséquence de l'augmentation d'épaisseur des plaques de blindage, et *vice versa*. Quelle en sera la limite? il n'est pas aisé de le prévoir. Tant qu'ils ne seront pas arrêtés par l'impossibilité de manœuvrer les canons à bord des navires, les artilleurs tendront à en accroître le calibre et, par suite, la puissance et le poids. Il y a peu de temps, on s'effrayait à l'idée d'embarquer des canons de 12 à 13 tonnes, et voilà qu'on n'hésite pas à en placer qui pèseront 18 tonnes dans les batteries de l'*Hercules*; on en destine même de plus pesants encore (22 tonnes) aux tourelles du *Monarch*. De leur côté, les constructeurs ne veulent pas rester en arrière. Au fur et à mesure que l'artillerie devient plus puissante, ils augmentent l'épaisseur de la cuirasse protectrice, sauf à en restreindre l'étendue et à laisser ainsi sans protection efficace une plus grande surface du bâtiment, quand cela est rendu nécessaire par les exigences du tirant d'eau. Lutte acharnée et à beaucoup d'égards regrettable, où les deux parties veulent avoir le dernier mot; où l'élément marin sera toujours plus ou moins sacrifié, mais dans laquelle, une fois qu'on y est engagé, il est absolument impossible de reculer. C'est en vue de réduire autant que possible le poids total de ces lourdes armures, que l'on en diminue l'épaisseur en approchant des extrémités; il faut, en effet, alléger ces parties, pour conserver au bâtiment la faculté de s'élever à la lame, et pourtant on ne peut ni les laisser sans défense, ni les priver de moyens offensifs, c'est-à-dire de ces pièces de chasse et de retraite dont l'importance est évidente. La diminution d'épaisseur dont la plupart des navires cuirassés anglais, et notamment l'*Hercules*, offrent l'exemple, satisfait, dans une mesure convenable, à cette double condition; car la plus grande acuité de ces parties est déjà, par elle-même, un obstacle puissant à la pénétration des coups d'enfilade, et, quant à ceux qui viendraient les frapper normalement, comme ils ne pénétreraient que dans des parties de la cale rétrécies et, par conséquent,

peu volumineuses pour une même longueur, il suffit, comme cela a lieu sur les navires anglais, d'y multiplier suffisamment les compartiments étanches, pour conjurer en grande partie les dangers dont ils pourraient être cause.

Ces compartiments multipliés ont aussi pour objet d'atténuer les conséquences immédiates des coups d'éperon, des torpilles et des voies d'eau causées par les feux plongeants, c'est-à-dire des trois modes d'attaque les plus redoutables qu'on puisse employer désormais. On en comprend donc toute l'importance. Les plaques de tôle et d'acier employées au revêtement des ponts des batteries tendent aussi vers le même but, et elles concourent, avec un grand exhaussement de la ceinture cuirassée de la flottaison (2^m70 à 3^m30 sur l'*Hercules*), à protéger contre les coups de l'artillerie les *parties vitales* du navire et particulièrement l'appareil moteur dont le parfait fonctionnement sera désormais, dans les combats maritimes, une condition indispensable non-seulement de succès, mais encore de salut.

Wilhem I^{er}.— En dehors des bâtiments exposés par l'Amirauté anglaise, il s'en trouve un, dans la vitrine de la « *Thames Iron works Company* », dont M. Reed, l'auteur de l'*Hercules*, a fourni les plans, et qui présente une réalisation plus complète encore de tous les principes que nous venons d'exposer rapidement. C'est le *Wilhem I^{er}*, dont il paraît que le gouvernement prussien a récemment fait l'acquisition. Ici la cuirasse centrale ne règne pas seulement jusqu'à la hauteur du pont supérieur de la batterie, dans une longueur de 20 mètres comme sur l'*Hercules*. Elle recouvre une étendue de 71 mètres avec une épaisseur constante non plus de 0^m15, mais de 0^m20, formant ainsi une immense batterie, dont la protection est assurée par des cloisons transversales, blindées avec des plaques de 0^m14 à 0^m15 et qui contiendra, dit-on, trente bouches à feu, dont quelques-unes seront d'un calibre supérieur à tout ce qui existe aujourd'hui. La cuirasse se

relève à l'arrière, comme à bord de l'*Hercules*, pour former un bouclier protecteur de la poupe où est placé un canon de retraite; mais, à l'avant, elle s'arrête à la hauteur du premier pont, c'est-à-dire à 0^m50 environ au-dessus de la flottaison. En compensation, ce pont est recouvert, depuis la cloison avant de la batterie jusqu'à l'étrave, d'un blindage horizontal de 0^m05 d'épaisseur, qui assure aux œuvres vives situées dans cette partie une protection non moins efficace que si la cuirasse eût continué, comme dans la maîtresse partie, à s'élever jusqu'au pont supérieur; ce qui offre l'avantage d'un moindre poids et donne la faculté d'y établir des canons de chasse dans d'excellentes conditions.

La batterie arrière se termine, en abord, par deux demi-tourelles blindées, faisant saillie en dehors de la muraille. Dans chacune de ces tourelles est établie une pièce, dont le champ de tir est de 105 degrés, et qui peut être pointée en retraite suivant un angle de 15 degrés avec la quille.

L'étrave se termine sous l'eau par un formidable éperon. La coque est, comme celle de l'*Hercules*, construite dans des conditions exceptionnelles de solidité et de résistance; de nombreuses cloisons longitudinales et transversales divisent la cale en compartiments étanches.

Grâce à ces dispositions et à quelques autres qu'il serait trop long d'énumérer ici, le *Wilhem I^{er}*, dont la longueur est de 108 mètres et le déplacement de 9,900 tonneaux, est sans contredit la machine de guerre la plus formidable au point de vue défensif, et l'une des mieux appropriées aux conditions de la guerre moderne, telle qu'elle existe aujourd'hui. Ce qui le distingue surtout des autres bâtiments, tels que le *Bellerophon* et l'*Hercules*, que nous avons décrits en dernier lieu, c'est qu'il est presque partout *effectivement protégé*, soit par un cuirassement vertical, soit par un blindage horizontal, et, par suite, que ses chaudières, sa machine, ses soutes aux poudres, son gouvernail, toutes ses parties vitales, en un mot, jouissent d'une sécurité complète. Quoique nous l'ayons cité comme

appartenant au système de réduit central, il se rapproche notablement, mais avec une épaisseur de blindage à peu près double, des premiers types cuirassés de bout en bout ; naturellement c'est au prix de grandes dimensions et d'un déplacement considérable que ces précieuses qualités ont pu être obtenues.

Navires de mer à tourelles tournantes. *Captain, Monarch.*

Le système à tourelles tournantes, dont il nous reste à parler, est représenté dans la partie anglaise de l'Exposition universelle par deux bâtiments de mer seulement. La première pensée de ce système remonte, comme on sait, à la dernière guerre de Russie, qui mit les marines anglaise et française aux prises avec de redoutables forteresses. Elle est due au commander Coles qui, dès 1855, proposa pour les opérations navales de la Baltique des radeaux portant chacun un canon de 68, abrité par une coupole fixe, blindée et percée de quatre sabords.

Modifiant sa première ébauche, cet officier projetait, en 1859, d'établir des coupoles sur de véritables bâtiments de guerre, en réduisant le nombre des sabords à celui des pièces, et en faisant tourner les coupoles sur leur axe, afin de permettre le pointage dans le plus grand nombre de directions autour de l'horizon. Nous indiquerons plus loin, quand nous traiterons des navires garde-côtes, le parti que les Américains tirèrent de ces idées pour les besoins de la guerre dans laquelle ils ne tardèrent pas à être engagés. En Angleterre, elles trouvèrent de nombreux partisans parmi les officiers de la marine, et l'Amirauté fut conduite à entrer, à son tour, dans cette voie nouvelle.

Encouragé par ce premier succès, le capitaine Coles s'empressa d'en étendre l'application à des bâtiments de mer et de croisière, et il présenta divers plans dans ce but. Sans entrer, malgré l'intérêt qui s'y attache, dans le détail des étu-

des auxquelles ces projets ont donné lieu et qui ont reçu la plus complète publicité, disons tout de suite qu'ils ont eu pour conséquence de faire autoriser le capitaine Coles à construire, dans les chantiers de M. Laird, un navire de mer à deux tourelles, *le Captain*, tandis que, de son côté, l'Amirauté, se séparant sur plusieurs points des vues de cet officier distingué, faisait entreprendre dans les chantiers du gouvernement la construction du *Monarch*, bâtiment d'un type analogue. Le programme imposé à ces deux navires était ainsi conçu :

« Pourvoir à la protection efficace des parties vitales contre
« les atteintes de l'artillerie à grande puissance, à la santé
« et au confort d'un équipage largement suffisant, non-seu-
« lement pour la manœuvre de l'artillerie et du navire, mais
« encore pour le développement complet de sa puissance mi-
« litaire, vitesse suffisante, qualités d'un bon navire de mer
« et de croisière. »

Les deux bâtiments qui doivent y satisfaire porteront l'un et l'autre deux canons du calibre de 0^m 18, placés en chasse et en retraite, et quatre canons du calibre de 0^m 30 et du poids de 22 tonnes, renfermés dans deux tourelles tournantes, mues par une machine à vapeur spéciale et revêtues d'une cuirasse impénétrable. Leurs dimensions sont peu différentes, *le Monarch* ayant à peine 3 mètres de plus en longueur que *le Captain*, qui en compte près de 98. Les tourelles sont plus rapprochées des extrémités sur *le Captain* que sur *le Monarch*, et la ceinture de flottaison, épaisse de 0^m 20, ne s'y élève partout que jusqu'à 1^m 50 environ au-dessus de leur flottaison. Sur *le Monarch*, au contraire, cette ceinture, un peu moins résistante à la vérité (0^m 18 au lieu de 0^m 20), se relève par le travers des tourelles jusqu'à la hauteur du pont supérieur où elle est reliée à des cloisons transversales blindées, assurant ainsi une protection efficace au pied des tourelles, à leur mécanisme moteur, ainsi qu'aux chaudières et aux soutes à poudre. L'ensemble de ces dispositions offensives et défensives est complété, à bord du *Monarch*, par un éperon et, sur

le Captain, par l'élanement en cou de cygne de son étrave.

Tels sont les deux bâtiments que l'Amirauté destine à soutenir la cause des tourelles, contre ceux à réduit central, dont *l'Hercules* sera, de son côté, le principal champion dans ce grand concours qui tient en suspens, chez toutes les nations maritimes, les opinions encore indécises des hommes du métier.

Types du vice-amiral Halsted.

Quelques officiers et quelques ingénieurs, il est vrai, regardent le débat comme déjà jugé et voudraient que les constructions navales reçussent un élan exclusif dans le sens des navires à tourelles mobiles. Les nombreux et beaux modèles exposés dans la vitrine de l'amiral *Halsted* sont l'expression de ces tendances hardies. Il ne s'agit plus ici seulement d'un ou de deux bâtiments isolés, mais d'une série complète de types de rangs gradués, depuis le simple aviso qui n'a qu'une seule tourelle, jusqu'au navire de combat de premier rang qui en porte sept disposées en échiquier.

Les dimensions de ces bâtiments sont considérables et bien supérieures à celles des anciens vaisseaux à vapeur. L'avis, qui forme le dernier rang, n'a pas moins de 101 mètres de longueur, 14^m 5 de largeur, et 5,800 tonnes de déplacement ; le type le plus puissant, *le Dreadnought*, atteint 139 mètres de longueur, 21^m 3 de largeur, et plus de 14,000 tonnes de déplacement.

On conçoit que des navires d'une telle dimension aient eu besoin d'avoir des œuvres mortes assez élevées au-dessus de l'eau, afin de n'être pas balayés par la mer et d'offrir aux équipages une habitation convenable. Aussi une batterie intermédiaire a-t-elle été disposée dans ce but entre le pont inférieur et celui par-dessus lequel tirent les pièces enfermées dans les tourelles. Cette batterie pourrait servir selon le cas au logement des troupes de débarquement ou à la manœuvre d'un certain nombre de canons, moins puissants, mais cepen-

dant fort utiles dans bien des circonstances de la navigation ou même du combat. Cette disposition indispensable avait pour conséquence l'impossibilité de revêtir de plaques de blindage une surface de coque si étendue, et il a fallu pourvoir d'une autre façon à la protection non moins indispensable de la base et du mécanisme des tourelles, dont la hauteur totale était supérieure de plus de 2 mètres à celle dont on avait pu se contenter sur les premiers bâtiments où le système du capitaine Coles avait été appliqué. Cet obstacle a été habilement surmonté par M. Napier, de Glasgow, qui a associé son talent à celui de MM. Watts et Henwood, pour faciliter au vice-amiral Halsted la réalisation de la tâche immense qu'il avait entreprise, en créant cette flotte qu'il considère comme celle de l'avenir. L'idée originale du système *Napier* consiste à diviser la tourelle en deux parties distinctes, dont l'une, qui est mobile et porte les canons, s'emboîte par-dessus la seconde qui est fixe et d'un moindre diamètre. Par suite de cette ingénieuse disposition, le poids total du système est rendu moindre, celui de la partie mobile est également diminué au profit de la facilité et de la promptitude de la rotation, et enfin une communication facile avec les différentes parties du navire et une aération convenable se trouvent assurées pendant le combat.

Un spardeck, soutenu par un système particulier d'épontilles creuses en fer, établi au-dessus des tourelles, est destiné à remplir l'office du pont des gaillards pour recevoir les embarcations, manœuvrer les cabestans et les voiles et pour effectuer les évolutions du navire, sans avoir à s'inquiéter, espère-t-on, du jeu des canons pendant le combat, ni de l'action des vagues dans les mauvais temps.

Nous ne croyons pas devoir nous étendre plus longuement sur les détails d'un système qui n'est encore qu'en projet; mais il convenait de le signaler particulièrement dans un moment où le problème difficile, qu'il a pour but de résoudre dans toute son étendue, fait à juste titre l'objet des préoccupa-

pations des marins et des ingénieurs chez toutes les nations maritimes.

Signalons toutefois, en terminant, cet inconvénient très-grave du système à tourelles d'exiger uniquement pour la protection des canons qu'elle contient un poids considérable qui, dans le système ordinaire, sert à la fois à garantir les pièces et la coque du navire ; on réalise donc, dans ce dernier, une économie de poids dont l'importance est évidente.

Flotte non cuirassée.

Si l'on ne voit plus figurer dans la collection des modèles anglais aucun représentant de cette vieille marine dont la Grande-Bretagne était à juste titre si fière, il n'y a pas encore vingt ans, il n'en est pas de même des vaisseaux à vapeur à hélice qui l'avaient si rapidement détrônée. Tous les types qui ont signalé les phases successives de cette période, prête elle-même à disparaître, y sont exposés avec le même soin que les bâtiments cuirassés et forment, par leur nombre imposant, comme une protestation tacite contre le mouvement irrésistible des choses qui paraît les entraîner à leur tour dans l'oubli.

Vaisseaux à vapeur.

Ce sont d'abord les vaisseaux à trois ponts : *Duke of Wellington*, *Prince of Wales*, *Marlborough* et *Victoria*, mus par des machines à hélice de 700 à 1,000 chevaux ; puis, les vaisseaux à deux ponts : *Sans-Pareil*, *Agamemnon*, *Saint-Jean d'Acre*, *Colossus*, *Hannibal*, *Orion*, *Renown*, *Neptune*, *Rodney*, *Queen*, *Duncan*, *Albion*, mus par des machines à hélice de la force de 400 à 800 chevaux, et dont les types respectifs ont été reproduits dans les vaisseaux : *James-Watt*, *Victor-Emmanuel*, *Edgar*, *Hero*, *Conqueror*, *Donegald*, *Majestic*, *Brunswick*, *Centurion*, *Mars*, *Goliath*, *Meance*, *Irresistible*, *Lion*, *Collingwood*, *Princess-Royal*, *Anson*, *Atlas*, *Revenge*, *Saint-George*, *Trafalgar*, *Conqueror*, *Royal-William*, *London*, *Nile*, *Frederick-William*, *Gibraltar*, *Exmouth*, *Aboukir*.

Frégates à vapeur.

Ce sont encore les frégates : *Arrogant, Dauntless, Impérieuse, Tribune, Shannon, Emerald, Diadem, Orlando, Mersey, Phaeton, Phæbe, Narcissus, Galatea, Octavia, Newcastle, Inconstant*, et celles qui en étaient la répétition : *Chesapeake, Euryalus, Forte, Curaçao, Leffey, Topaze, Bacchante, Liverpool, Melpomene, Doris, Immortality, Ariadne, Arethusa, Constance, Bristol, Glasgow, Undaunted*, toutes à hélice et mues par des machines variant de 360 à 1,000 chevaux.

Corvettes, avisos et canonnières.

Viennent enfin les corvettes et avisos, tels que *Rattler, Riffleman, Reynard, Archer, Brisk, Highflyer, Pearl, Raccoon*, etc., dont il est inutile de reproduire en entier la longue nomenclature.

Dans l'état actuel des choses, ces bâtiments légers sont encore assez bien appropriés au rôle secondaire qu'ils ont à remplir. Quant aux vaisseaux et aux grandes frégates, leur importance comme navires de combat est assurément bien diminuée. Cependant il n'est pas douteux qu'ils ne constituent encore, même à ce point de vue, un précieux matériel. Quelques-uns d'entre eux ont, comme nous l'avons dit plus haut, été transformés en bâtiments cuirassés et plusieurs amiraux anglais regardent ce type comme fort bon. (On trouvera cette opinion exprimée ci-après (page 499) dans les rapports des amiraux *Yelverton* et *Warden*). Les autres pourraient aussi trouver un utile emploi dans une guerre maritime, surtout si on leur faisait subir certaines modifications indiquées par l'expérience. Au surplus, les Anglais n'ont pas entièrement renoncé à avoir des bâtiments de combat dépourvus de cuirasses. Considérant que la vitesse est aussi une force, puisqu'elle permet d'échapper aux plus forts et d'atteindre les plus faibles avec certitude, ils ont décidé la construction de corvettes, relativement légères, douées d'une

marche supérieure à tous les paquebots rapides et armés d'une artillerie puissante. Le type de ce nouveau genre de bâtiments est représenté par l'*Inconstant*. C'est un navire en fer qui, grâce à une disposition spéciale, recevra néanmoins un doublage en cuivre. Les dimensions principales sont : longueur 101^m3, largeur 15^m3, tirant d'eau arrière 7^m6. Une machine, capable de développer une puissance de 6,000 chevaux de 73 kilogrammètres, lui communiquera, d'après les prévisions des constructeurs, une vitesse de 15 nœuds en calme. Il aura d'ailleurs une mâture complète et une vaste surface de voilure, de manière à obtenir aussi une grande marche à la voile seule. L'armement se composera de dix canons rayés de 9 pouces, placés dans une batterie dont la hauteur sera de 3^m 10, et de six canons de 7 pouces, installés à pivot sur le pont. Si toutes ces conditions sont réalisées, l'*Inconstant*, quoique dépourvu de cuirasse, sera sans contredit un puissant et redoutable engin de guerre.

Les canonnières à vapeur qui figurent à l'Exposition sont : l'*Albacore*, qui est le type de cent quinze autres pareilles ; le *Clown*, sur le modèle de laquelle on en a construit onze autres ; l'*Angler*, qui a été reproduite soixante-douze fois, et le *Britomart*, qui compte treize répétitions semblables. Ces deux cent quinze bâtiments, armés chacun de deux canons, et mus par des machines de 20, 40, ou 60 chevaux, ont été, sauf le dernier type plus récent, construits à l'occasion et vers la fin de la guerre engagée en 1854 et 1855 contre la Russie. Ils se distinguent par leur faible tirant d'eau, condition essentielle du rôle offensif qu'ils sont appelés à jouer dans le voisinage des côtes, et par des qualités d'évolution nécessaires pour opérer dans des passes sinueuses, dans des rades ou sur le cours des rivières. Citons encore, parmi les canonnières, le *Waterwitch*, dont nous aurons plus particulièrement à nous occuper, en parlant des appareils de propulsion, attendu qu'il présente sous ce rapport une intéressante innovation.

Batteries flottantes. — Garde-côtes.

Les batteries flottantes et les garde-côtes, dont il nous reste à parler, forment une classe à part de bâtiments de combat. Destinés à agir, les uns à proximité des ports de la nation à laquelle ils appartiennent, les autres contre des forteresses généralement peu éloignées, ils n'ont pas besoin de posséder des qualités nautiques aussi complètes que ceux qui doivent combattre en haute mer. Tous les efforts ont pu, en conséquence, être portés presque exclusivement du côté des conditions militaires les plus favorables pour un combat à distance.

C'est pendant la dernière guerre que la France et l'Angleterre ont eu à soutenir contre la Russie, que les batteries flottantes cuirassées ont vu le jour pour la première fois. Ne rencontrant pas à la mer les vaisseaux ennemis, la flotte combinée fut amenée à agir contre les fortifications élevées à terre; mais l'expérience ne tarda pas à confirmer de nouveau cette vérité, reconnue dans tous les temps, qu'entre le bois et le granit la lutte était par trop disproportionnée et l'était devenue d'autant plus que l'artillerie avait fait plus de progrès. Pour tourner la difficulté, on eut l'idée de construire des bâtiments dont la muraille, recouverte d'une épaisse armure de fer, pouvait braver impunément les boulets russes, et c'est d'après un programme conçu et dressé en France, sous l'inspiration de l'Empereur, que les premières batteries cuirassées ont été construites en Angleterre.

Ces bâtiments sont représentés à l'exposition anglaise par le *Trusty* et l'*Erebus*; il y en avait six autres du même modèle, savoir: *Meteor*, *Glutton*, *Thunder*, *Terror*, *OEtna*, *Thunderbolt*, qui étaient destinés à opérer contre les forteresses de Cronstadt. Ils sont à fond plat, ne calent que 2^m 50, et sont mus par des machines de 160 à 200 chevaux. Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'avec des moteurs si faibles, ils ont peu de vitesse, même en calme, et qu'il suffit du moindre vent

ou d'un peu de mer pour les arrêter ; mais ce n'est là qu'un inconvénient secondaire pour des navires qui ne sont jamais destinés à opérer isolément, et qui doivent être remorqués par leurs escortes, toutes les fois que les circonstances l'exigent. Ils sont armés aujourd'hui de quatorze à seize canons de gros calibre et les plaques de leur blindage ont 0^m10 d'épaisseur. Cette protection qui pouvait, en 1856, suffire dans tous les cas, serait aujourd'hui beaucoup trop faible, si les batteries flottantes étaient obligées de prêter le côté, à petite distance, à des forts armés de quelqu'une de ces bouches à feu redoutables que l'artillerie navale a créées depuis lors ; mais il faut remarquer que, le plus souvent, des batteries flottantes seront maîtresses de choisir leur poste de combat, et qu'elles pourront ainsi compenser, par un accroissement dans la distance, ce qui manquerait en résistance à la cuirasse dont elles sont revêtues, tout en conservant la faculté d'agir efficacement, surtout si elles avaient à détruire des arsenaux ou d'autres ouvrages de ce genre présentant à leurs coups une vaste surface.

Peu d'années après cette époque, les Américains éprouvèrent le besoin d'avoir des bâtiments capables d'affronter de près le feu des fortifications établies à terre, et ils se déterminèrent tout d'abord à appliquer les idées du capitaine Coles, un peu modifiées par l'ingénieur suédois Ericson, qui en a même réclamé la priorité.

Ce qu'on voulait en Amérique, c'étaient des bâtiments calant peu, aussi ras sur l'eau que possible, abritant sous une épaisse cuirasse leur flottaison, leurs parties vitales, et une artillerie puissante. Le système des tours tournantes fut regardé, dans la marine fédérale des États-Unis, comme donnant seul une solution satisfaisante de ce problème complexe. Comme il s'agissait surtout de placer sur ces bâtiments les canons vraiment monstrueux que le major Dalgreen venait de créer, on n'hésita pas à faire le sacrifice des qualités nautiques, et bientôt se trouva improvisée une flotte entière de navires à tourelles.

plus ou moins semblables à ce premier *Monitor*, dont la réputation devint si grande après sa lutte contre la frégate cuirassée le *Merrimac*, et qui a fini si malheureusement.

Nous n'avons pas à nous occuper ici de ces constructions, dont les États-Unis n'ont exposé aucun spécimen au Champ-de-Mars ; mais il convenait de les citer, comme ayant ouvert une voie nouvelle qui n'a pas tardé à être suivie par d'autres nations, notamment par la Russie.

Dès 1862, l'Amirauté anglaise ordonnait de construire le bâtiment garde-côtes en fer, à quatre tourelles, *Prince-Albert*, et faisait raser le trois-ponts *Royal-Sovereign*, pour convertir ce dernier en un garde-côtes cuirassé, armé de cinq canons de 12 tonnes, répartis dans quatre tours tournantes. C'étaient, comme on le voit, de gigantesques *monitors*, comme eux peu élevés sur l'eau relativement à leurs dimensions et peu faits pour la mer ; mais, en revanche, armés d'une artillerie plus nombreuse et possédant une vitesse (10 à 11 nœuds) propre à en faire de redoutables adversaires.

On devait transformer de la même manière deux autres vaisseaux à trois ponts, le *Duc-de-Wellington* et le *Victoria* ; mais aucune indication récente ne donne lieu de croire que ce projet ait été exécuté.

Le *Scorpion* et le *Wivern*, navires à tourelles, construits par M. Laird, de Birkenhead, pour les confédérés américains, avaient été achetés par le gouvernement anglais, dans l'espoir qu'ils pourraient servir pour les combats en haute mer. Leur défaut de qualités nautiques, dû surtout à leur peu de hauteur sur l'eau, a été mis en évidence par la croisière de l'escadre cuirassée anglaise, commandée par le contre-amiral Yelverton, et ces deux bâtiments peuvent être rangés dans la catégorie des navires destinés à agir dans un rayon de peu d'étendue, c'est-à-dire parmi les garde-côtes.

Tel est l'imposant cortège naval avec lequel les Anglais se sont présentés à l'Exposition universelle. Sans parti pris, ni

opinions préconçues, mais uniquement désireux de conserver à leur marine militaire le rang qu'elle occupe, leurs marins et leurs ingénieurs ont abordé tous les problèmes et tenté tous les modes de solution. Chez eux, il est vrai, pas plus que chez aucune autre nation maritime, les idées ne sont encore assises au sujet des types et des systèmes de construction et de blindage qui doivent prévaloir définitivement ; mais, en attendant que la vérité se dégage de ces efforts d'émulation intelligente, où ils prennent une part si considérable, ils n'hésitent point à s'engager dans toutes les voies nouvelles qui se présentent avec quelque apparence de succès, et, par là, ils ne contribuent pas moins aux progrès de la science qu'au développement de la force maritime de leur pays.

Annexe au rapport sur la marine anglaise.

EXTRAIT DES RAPPORTS

DES CONTRE-AMIRAUX YELVERTON ET WARDEN,
SUR LES ESSAIS DE LA FLOTTE DU CANAL AVEC LES OBSERVATIONS
DU CONTRÔLEUR DE LA MARINE.

En septembre 1866, le contre-amiral Yelverton, ayant sous ses ordres le contre-amiral Warden, a été chargé de faire des expériences comparatives à la mer sur une division de navires cuirassés, composés ainsi qu'il suit :

Caledonia, Ocean, Hector, Lord-Clyde, Bellerophon, Achilles, Pallas, Wivern, Research. Le compte rendu de ces expériences a été publié par ordre de la Chambre des Communes.

Comme on le verra plus loin, la France avait eu, dès 1863, l'initiative d'une mesure analogue, la seule qui pût édifier complètement sur la valeur comparative et absolue des divers types de navires cuirassés.

L'amiral Yelverton quitta Portland le 20 septembre, par vent frais d'O.-N.-O. A l'ouest du cap Lizard, la mer et la

houle étaient si grosses, que l'amiral ne jugea pas à propos de lutter contre elles, et, sans aller plus loin, il voulut essayer les qualités des bâtiments de son escadre, simplement comme navires à vapeur faisant route vers un certain point déterminé, en conservant une vitesse modérée et une formation exacte d'ordre de marche.

A cette occasion, le contre-amiral Yelverton s'exprime ainsi : « Il ventait dur et la mer était grosse ; aussi, je n'hésite pas à dire que, dans toutes les circonstances ordinaires de mauvais temps dans l'Atlantique, il n'y a aucune raison d'appréhender que les navires de cette escadre souffrent plus qu'aucun de nos vaisseaux de ligne. Toutefois, je dois faire deux exceptions, pour l'*Hector* et le *Wivern*, qui, dans leur état actuel, ne sont ni l'un ni l'autre, suivant moi, des navires sûrs par mauvais temps ; l'*Hector*, par suite de la difficulté, sinon de l'impossibilité, de se débarrasser de l'eau qu'il serait certain d'embarquer, s'il était pris en travers par une grosse mer, causée par un soudain changement de vent ; le *Wivern*, à cause du peu d'élévation des œuvres mortes au-dessus de l'eau. »

L'*Achilles* montre beaucoup de stabilité et de légèreté à la mer. Son tangage est insignifiant. Le *Bellérophon* vient après lui. Les autres navires leur sont bien inférieurs sous ce rapport. Le tableau suivant contient le relevé des observations faites sur les angles de roulis des navires exposés chaque fois à une houle et à une mer très-grosses.

NOMS DES NAVIRES.	44 OCTOBRE.	45 OCTOBRE.	17 OCTOBRE.
Caledonia.	45°	41°	28°
Lord-Clyde.	42	40	26
Océan	40	7	26
Hector.	9	5	20
Bellérophon.	5	5	40
Achilles	2	2	16

De ces expériences, il résulte que les navires complètement cuirassés ont eu des mouvements de roulis plus considérables que les bâtiments à réduit central.

Le contre-amiral Yelverton signale l'*Hector*, la *Caledonia*, l'*Océan*, le *Lord-Clyde*, comme atteignant en moyenne dix oscillations par minute.

Le 26 septembre, la mer étant grosse, et telle qu'une frégate ordinaire n'eût pu ouvrir les sabords de sa batterie, chaque navire dut démarrer cinq canons et tirer, s'il était possible, trois coups par pièce. L'*Achilles*, dont les roulis en travers à la lame ne dépassaient pas 16 degrés, put tirer sans embarquer beaucoup d'eau. Le *Bellerophon* ne put tirer que deux coups par pièce, mais ce fut avec difficulté et en embarquant une quantité d'eau telle, que plusieurs gargousses furent noyées dans les pièces. Les autres bâtiments, à l'exception de l'*Hector*, durent condamner toutes les écoutilles de la batterie. Il leur était impossible de tirer autrement que debout à la lame. Lorsqu'on était obligé de tourner autour de la cible pour amener les canons en direction, les roulis atteignaient jusqu'à 28 degrés. Les batteries étaient inondées sur le *Lord-Clyde*, monté par le contre-amiral Warden. Les gargousses étaient noyées dans les pièces. Deux boulets roulèrent hors des canons. L'un des projectiles fut suivi par la gargousse. Deux des canons gagnèrent les hommes qui les armaient, et éprouvèrent, sous l'action du roulis, des mouvements d'allée et de venue d'une extrême violence, qui causèrent quelques avaries aux châssis. Le tir fut naturellement très-mauvais. Le contre-amiral Yelverton pense qu'on ne peut ouvrir un sabord ou démarrer un canon, sur les navires de son escadre, avec des amplitudes de roulis dépassant 12 à 15 degrés. Au delà de cette limite, le tir est très-douteux, et la certitude d'embarquer beaucoup d'eau est très-assurée. Les contre-amiraux Warden et Yelverton affirment qu'un seul navire de guerre à tourelles eût été pour eux, en ce moment, un adversaire formidable. Ce navire aurait pu facilement envoyer six boulets contre un seul de

chacun des navires à batterie, car les bouches à feu qu'il possède sont placées au centre du bâtiment, et, par suite, sont soumises à ses mouvements moins violents. De plus, une pièce, brisant ses entraves, ne pourrait sortir de la tour, tandis qu'un canon, allant en dérive dans une batterie, peut compromettre la sûreté du navire.

Le contrôleur de la marine royale, contre-amiral Robinson, ne partage pas complètement les idées de ses collègues à ce sujet. Sans doute, il y aurait avantage, si les canons des tourelles étaient très-élevés au-dessus de l'eau ; mais, sur les bâtiments actuels, les canons ont une médiocre élévation. Les mouvements de roulis sont tout aussi grands que sur les navires cuirassés. Il en résulte une moindre probabilité d'atteindre le but, à cause des ondulations de la mer, s'interposant plus souvent entre le canon et l'objet visé. Donc les avantages ne sont point du tout aussi grands et aussi décisifs qu'ils peuvent le paraître à première vue.

Les essais des navires à des vitesses déterminées ont été faits à plusieurs reprises, et ont servi à classer les mérites relatifs de chaque navire, par rapport à la force développée et à la quantité de charbon consommée. Les essais des navires à toute vitesse n'ont pas donné les résultats qu'on en attendait, notamment pour le *Bellerophon*. Le contre-amiral Robinson attribue cette infériorité à l'inhabileté du personnel à conduire les machines. Il dit, à cette occasion, que les mécaniciens ne sauraient être trop exercés, que c'est seulement à cette condition que les navires pourront arriver à développer toute la puissance de leur appareil à vapeur. Quelle que soit la cause de cette infériorité, nous allons donner le tableau comparatif des essais à toute vitesse faits, soit le long de la base du mille mesuré, soit à la mer par l'amiral Yelverton.

ESSAIS SUR LA BASE DU MILLE MESURÉ.			ESSAIS À LA MER DU 4 ^{er} NOVEMBRE 1866. (Amiral Velverton.)		
NOMS des navires.	FORCE développée. (En chevaux de 75 kilog.)	VITESSE.	NOMS des navires.	FORCE développée. (En chevaux de 75 kilog.)	VITESSE.
		Nœuds.			Nœuds.
Achilles.	5.722	44.32	Achilles	5.786	43.43
Bellerophon.	5.966	44.22	Bellerophon.	4.456	41
Lord-Clyde.	5.807	43.31	Lord-Clyde.	4.832	43
Caledonia.	4.532	42.86	Caledonia.	4.397	41.25
Ocean	4.244	42.89	Ocean	3.997	41
Hector	3.256	42.36	Hector	2.402	40

Les qualités gyrotoires existent sur le *Bellerophon* à un plus haut degré que sur les autres bâtiments de l'escadre, ainsi que le constate le tableau suivant :

NOMS DES NAVIRES.	DURÉE du parcours de la circonférence.	DIAMÈTRE du cercle. (En mètres.)
Bellerophon.	4 ^m 40 ^s	511
Ocean	4 37	438
Caledonia.	5 45	536
Lord-Clyde.	5 49	459
Hector	5 36	»
Achilles	7 45	811

L'*Achilles* met à parcourir une circonférence entière 3' 03" de plus que le *Bellerophon*. La puissance de gyration est d'une très-grande importance dans le combat. Aussi, le *Bellerophon* est-il regardé par les trois officiers généraux, mentionnés ci-dessus, comme le plus formidable bâtiment cuirassé qui soit à flot.

La *Pallas* est un bâtiment cuirassé destiné à de longues campagnes, d'un échantillon inférieur aux autres navires de

l'escadre. Il file 12 nœuds à la vapeur et décrit une circonférence de 523 mètres de diamètre en 4' 24".

Douze essais sous voiles ont été faits par l'escadre de l'amiral Yelverton. Deux des navires qui n'avaient pu entrer en comparaison comme navires de combat, la *Pallas* et la *Research*, construits en vue de croisières ou de campagnes lointaines, ont évolué à la voile beaucoup mieux que les autres bâtiments cuirassés. Cela devait être, car des navires tels que l'*Ocean*, le *Lord-Clyde*, le *Bellerophon*, l'*Achilles*, n'ont pas été construits pour faire de la circumnavigation. On ne peut donc attendre d'eux qu'ils soient aussi bons croiseurs que des navires ordinaires ; mais, s'ils peuvent se maintenir à la hauteur d'un port ennemi, sans recourir à la vapeur, et se bien comporter, quel que soit le temps qu'ils y pourront rencontrer, ils auront rempli les seules conditions qu'on puisse leur demander.

L'*Achilles*, lorsque son propulseur est désembrayé, s'élève au vent avec facilité, a beaucoup de stabilité. Si sa marche vent arrière est inférieure aux prévisions, cela tient à la position défectueuse de son mât de misaine. Le contre-amiral Yelverton considère l'*Achilles* comme un bon et solide navire de mer.

Le *Bellerophon* tient bien le vent, avec une brise faible ou forte, et s'est montré supérieur aux navires *Lord-Clyde*, *Hector*, *Ocean*, *Caledonia* ; mais il arrive difficilement, vire vent devant plus difficilement encore ; le commandant de l'escadre attribue cette difficulté à l'effet du gouvernail compensé, qui semble avoir trop de tendance à arrêter soudainement l'aire du navire sous voiles.

Le *Lord-Clyde* est maniable dans ses évolutions, il n'a jamais manqué à virer vent devant, mais il roule beaucoup et ne marche pas. Il est, comme navire à voiles, sur le même rang que l'*Ocean* et le *Caledonia*.

L'*Hector* vire bien, et s'est montré, comme voilier, supérieur aux trois précédents.

En résumé, le contre-amiral Yelverton estime que les évolutions à la voile s'accomplissent d'une manière satisfaisante,

à l'exception toutefois du virement de bord vent arrière. Ce défaut est tel, qu'il faut toujours avoir un peu de vapeur disponible pour être prêt à assurer l'exécution prompte et certaine des plus simples manœuvres d'une flotte.

Les mâts d'hune et vergues en tôle d'acier semblent donner les résultats les plus satisfaisants.

Le commandant en chef de l'escadre ne croit pas devoir recommander de placer des mâts et des vergues plus grands sur les navires de la classe *Caledonia*, ni même sur aucun autre des bâtiments de son escadre, car la marche à la vapeur serait sacrifiée à un avantage douteux de la marche sous voiles.

Enfin, il demande que l'on double le nombre des vaisseaux de ligne transformés en navires cuirassés de la classe *Océan*, *Caledonia*.

Le contre-amiral Robinson n'est pas de cet avis, à cause des grands mouvements de roulis qu'on observe sur les bâtiments complètement cuirassés. Si donc on transformait les vaisseaux en type *Caledonia*, on aurait, dit-il, la certitude de perpétuer un défaut très-sérieux, ou si on ne les cuirassait que partiellement, on laisserait les extrémités en bois exposées à être incendiées par des obus, comme cela est arrivé au *Palestro*, pendant le combat de Lissa..... (*Extrait des documents publiés par ordre du parlement*)

AUTRICHE.

L'Autriche, qui a su tirer de ses seules ressources nationales tout le matériel (navires, machines, cuirasses, canons), dont elle a fait usage dans sa guerre contre l'Italie, n'a pourtant envoyé que fort peu d'objets à l'Exposition universelle; mais, dans le nombre, se trouve la frégate cuirassée le *Ferdinand-Max*, dont le nom mérite d'être cité bien haut. Ce n'est pas que sa construction déjà ancienne, son blindage actuellement insuffisant, ou le peu de saillie de son étrave re-

courbée en cou de cygne, doivent désormais servir de modèle; sous tous ces rapports, elle appartient à un passé que les progrès récents ont effacé. Mais, le jour du combat de Lissa, elle a contribué à elle seule, autant que toute une escadre, au succès des armes de l'Autriche, et donné aux ingénieurs et aux marins de toutes les nations des enseignements de la plus haute importance. Le *Max* a rendu évident pour tous ce que quelques esprits attentifs seuls savaient et disaient déjà, savoir : que c'est dans les effets du choc qu'il faudra désormais chercher de préférence les résultats décisifs des batailles navales; que, l'éperon étant l'engin redoutable dont on doit avant tout se défier, la manière d'engager le combat et les règles de la tactique deviennent subordonnées à son action, comme elles l'étaient jadis à celle de l'artillerie; qu'il est, par conséquent, plus essentiel que jamais, pour un bâtiment de ligne, de conserver intactes pendant le combat toutes ses facultés motrices et gyratoires, condition suprême qui implique la nécessité de protéger, *avec une complète efficacité*, ses chaudières, sa machine, sa barre de combat et son gouvernail; que c'est aux très-petites distances, souvent même à bout portant, qu'on aura occasion de faire usage de ces puissantes bouches à feu, récemment adoptées par l'artillerie navale, dont les effets pourront ainsi devenir irrésistibles, si l'usage en est réglé convenablement; enfin, qu'une subdivision de la cale en compartiments étanches nombreux doit se combiner avec l'installation de moyens puissants d'épuisement pour conjurer la perte immédiate du navire et de son équipage, dans le cas où les efforts du manœuvrier n'auraient pas réussi à éviter un choc semblable à celui dont le *Re-d'Italia* fut victime dans le combat que nous venons de citer.

Telles sont, résumées en quelques lignes, les principales leçons qui ressortent de ce drame lugubre, où plus de quatre cents hommes ont péri en quelques instants. Les hommes d'État et les ingénieurs ne sauraient trop les méditer. Les marins, qui sont appelés à jouer l'honneur de leur pays dans

ces formidables étreintes, ont le droit d'espérer que leur légitime attente ne sera pas trompée.

Nous n'avons que peu de chose à dire, au point de vue qui nous occupe, des autres expositions étrangères.

La Belgique n'expose que des modèles de navires de commerce à voiles et à vapeur.

Le Danemark, que des objets de détail : un canot de sauvetage, un modèle d'ancre de vaisseau et une roue de gouvernail.

L'Espagne s'est bornée à des modèles et à des mémoires relatifs aux travaux hydrauliques.

Le Brésil a envoyé les modèles d'une frégate cuirassée et d'une corvette, qui paraissent bien conçues, sans offrir, d'ailleurs, aucune particularité remarquable.

Quant aux États-Unis, ils se sont complètement abstenus sous le rapport de la marine militaire.

L'Italie, quoique possédant aujourd'hui une flotte de guerre importante, n'a rien de national à présenter, car c'est aux États-Unis, en Angleterre et en France qu'elle a fait construire ses principaux navires de combat.

La Hollande a exposé plusieurs modèles de sa marine : un vaisseau à hélice, une batterie flottante, une corvette cuirassée, une tourelle de batterie flottante, qui témoignent des heureux efforts qu'elle fait pour perfectionner son matériel naval.

La Prusse a des ancres, des modèles de navires de commerce accompagnés de dessins, mais rien qui se rattache aux bâtiments de combat. Le *Wilhem-I^{er}*, qui sera bientôt l'instrument le plus puissant de sa flotte, est une acquisition faite par elle à l'industrie anglaise ; nous en avons parlé plus haut avec détail.

La Russie expose deux bâtiments cuirassés, le *Sébastopol* et le *Petropawlosk*. Ce sont d'anciennes frégates en bois, ultérieurement transformées. Les plaques de blindage

sont de fabrication anglaise de 0^m11 à 0^m12 d'épaisseur à la maîtresse partie, et de 0^m07 seulement aux extrémités. Le *Sébastopol* en est recouvert de bout en bout. Le *Pétropawlosk* n'est cuirassé de bout en bout qu'à la flottaison; à l'avant et à l'arrière, le blindage remonte jusqu'à la hauteur du pont supérieur de la batterie.

Enfin, la *Suède* et la *Norwége* exposent seulement des modèles de chaloupes à vapeur, bateaux de pêche et navires de commerce. C'est donc à la France qu'il nous faut arriver, pour rencontrer une exposition capable, par le nombre et l'espèce des types qu'on y rencontre, de soutenir la comparaison avec l'exposition anglaise.

MARINE FRANÇAISE.

Bâtiments de combat.

Les vitrines de l'exposition de la marine impériale contiennent des modèles parfaitement exécutés dans leurs détails de presque tous les types de bâtiments qui composent la flotte cuirassée. On y remarque particulièrement la série complète des frégates construites en bois, depuis la *Gloire*, qui inaugura l'ère des navires de mer cuirassés, jusqu'au *Marengo*, qui en est le type le plus récent.

Nous aurons donc à décrire, comme pour les navires anglais, les divers types qui se sont succédé dans la marine française, et il sera facile de suivre la filiation d'idées qui en a déterminé les profondes modifications ou, pour mieux dire, la transformation.

Le type *Couronne*, construite en fer, manque à la collection; nous devons nous borner à le mentionner.

Outre les frégates *Gloire*, *Solférino*, *Flandre*, *Marengo*, la marine a exposé la corvette l'*Alma*, les garde-côtes *Taureau* et *Bélier*, et les batteries flottantes *Arrogante* et *Embuscade*.

Gloire. — La *Gloire*, lancée vers la fin de 1839, a marqué d'une manière retentissante l'avènement des navires de mer cuirassés. Il ne s'agissait plus seulement de revêtir avec des plaques de fer la coque de pontons dépourvus de vitesse et de qualités nautiques, et dont le but spécial était atteint, pourvu qu'un faible tirant d'eau et une artillerie puissante leur permettent de s'approcher impunément des forteresses ennemies. Le problème était bien autrement complexe. Il fallait que la nouvelle frégate pût tenir la mer dans de bonnes conditions et par tous les temps, qu'elle fût douée d'une vitesse supérieure à celle des vaisseaux à vapeur les plus rapides, qu'elle possédât un approvisionnement de charbon tel que son rayon d'action pût s'étendre au moins dans toute la Méditerranée, une artillerie puissante et suffisamment exhaussée au-dessus de l'eau, enfin une cuirasse qui mit sa coque entière jusqu'à 2 mètres en dessous de la flottaison, à l'abri des coups, même tirés à bout portant, de l'artillerie la plus puissante qui fût alors en usage ; le tirant d'eau seul n'était pas limité ; il pouvait atteindre celui des anciens vaisseaux de premier rang. Assurément, c'était exiger beaucoup d'un premier essai. En France, on pensa qu'il suffirait, pour résoudre le problème, de revêtir de plaques une coque de vaisseau, à laquelle on ferait subir certaines modifications. On prit pour type le plan du *Napoléon*, qui reçut les modifications suivantes : la longueur à la flottaison fut augmentée d'environ 6 mètres ; on conserva sensiblement la même largeur (16^m76) à la flottaison, qui devait naturellement être augmentée de deux fois l'épaisseur de la cuirasse, dont cette partie devait être recouverte.

Le creux sur quille restait exactement le même (8^m16). La hauteur de la batterie basse, prévue par les plans, était réduite de 1^m94, qu'elle était sur le *Napoléon*, à 1^m84 (1).

La guibre et la poulaine étaient supprimées, les extrémités

1) Extrait de la 1^{re} partie des devis de la *Gloire* et du *Napoléon*.

avant et arrière affinées et affectant la forme du coin.

On compensait le poids de la cuirasse, d'une part, en réduisant la voilure; d'autre part, en supprimant la deuxième batterie et en désarmant les gaillards.

La Gloire, établie dans ces conditions et munie d'une machine de 900 chevaux, système du vaisseau l'*Algésiras*, donna aux essais une vitesse moyenne de 12ⁿ48⁵ et fit preuve de qualités d'évolutions au moins égales à celles des vaisseaux à vapeur à grande vitesse; mais il y avait lieu de craindre que la transformation d'un vaisseau en frégate cuirassée, conservant sensiblement la même forme de carène, *exactement le même creux sur quille*, tout en subissant une diminution considérable de hauteur des œuvres mortes, et surtout un déplacement notable du centre de gravité, fût de nature à entraîner de graves mécomptes au point de vue du roulis dont l'exagération est d'autant plus à redouter, que non-seulement le jeu de l'artillerie en est paralysé, mais encore que les points très-vulnérables du bâtiment, tels que le pont et les parties inférieures des œuvres vives, en sont plus exposés aux coups de l'ennemi. Il faut ajouter qu'une disproportion trop grande entre le volume des œuvres mortes et celui de la carène devait déterminer l'invasion de paquets de mer dangereux, passant par-dessus le bord, alors que des navires mieux proportionnés ne reçoivent dans ces circonstances que de légers embruns; dans les expériences de 1863, dont il sera question plus loin, on constata que, par les temps ordinaires de combat, les mouvements de roulis des frégates du type *Gloire* prenaient des proportions assez grandes pour rendre impossible le service des pièces. Mais ce grave défaut s'était révélé dès le principe d'une manière assez évidente, pour que l'Empereur, qui porte aux choses de la marine un intérêt si éclairé, voulût juger la question par lui-même. Il fit, en conséquence, avec *la Gloire*, une campagne, à la suite de laquelle il ordonna qu'on recueillît l'opinion des sommités de la marine sur les améliorations à

apporter à ce type de navire. Le ministre appelait spécialement l'attention des officiers et des ingénieurs sur la détermination de la hauteur de batterie, qui est la principale caractéristique des types de navires.

Les opinions des ports, ainsi que la délibération du conseil des travaux, furent soumises à l'examen du conseil d'amirauté qui, après une étude approfondie, proposa, dans sa séance du 23 octobre 1860, de fixer à 2^m20 la hauteur de batterie à donner aux nouvelles frégates. Le conseil basait son opinion sur l'exemple des autres nations maritimes, ainsi que sur les faits observés à bord de *la Gloire*. Tel est le chiffre qui fut définitivement affecté au type *Flandre*, dont il sera question ci-après (1).

Les deux frégates *Normandie* et *Invincible* sont identiques à *la Gloire*.

Quoiqu'il en soit, ce fut l'apparition de *la Gloire* qui détermina la révolution radicale qui, depuis lors, entraîne les marines militaires de toutes les nations.

La Gloire est blindée, de bout en bout, depuis 2^m10 en dessous de la flottaison jusqu'à 0^m40 en dessus, par des plaques de 0^m12 d'épaisseur, et plus haut, jusqu'à 3^m49, par des plaques de 0^m14. Son armement consistait primitivement en trente-quatre canons rayés du calibre de 0^m16, mais il va être modifié pour être mis en rapport avec les progrès de l'artillerie.

La Couronne, qui n'a pas été exposée, est une frégate en fer, est contemporaine de *la Gloire*, *l'Invincible* et *la Normandie*. Sa hauteur de batterie est de 2^m11, son creux sur quille de 8^m60 (2).

(1) La construction de ce type fut cependant commencée en vue d'une hauteur de batterie de 2 mètres; mais au commencement de 1862, les ponts ont été relevés sur chantier d'environ 20 centimètres.

(2) Voir ci-après (Rapport de la commission des cuirassés) le résultat des essais comparatifs de cette frégate avec les autres types de frégates cuirassées.

Solferino. — *Le Solferino*, postérieur de deux années seulement, a été construit dans un ordre d'idées tout différent. Ce n'est plus, comme *la Gloire* ou *la Couronne*, une frégate à une seule batterie; c'est un véritable vaisseau à deux ponts. La cuirasse n'est continue qu'à la flottaison, où elle forme une ceinture qui s'élève de 1^m25 à 1^m60 au-dessus de l'eau avec une épaisseur de 0^m12. Les œuvres mortes sont blindées dans la maîtresse partie jusqu'à la hauteur du pont supérieur de la deuxième batterie suivant une longueur de 41 ou 42 mètres. On voit l'analogie de ce système avec celui que les Anglais avaient employé sur *le Warrior*. *Le Magenta* fut construit sur les mêmes plans. Ces deux vaisseaux étaient d'abord armés de cinquante-deux bouches à feu de 0^m16; mais leur armement va être modifié dans le sens de celui dont nous parlerons bientôt en nous occupant du *Marengo*.

Le Solferino et *le Magenta*, comparés à leurs devanciers, se firent remarquer par leurs bonnes qualités nautiques, le peu d'amplitude de leurs roulis, la douceur de leurs mouvements, leur facilité à s'élever à la lame. On gagnait de ce côté ce que la discontinuité de la cuirasse faisait perdre sous le rapport de la protection de la coque. Au point de vue offensif, ils furent signalés par un perfectionnement des plus importants, nous voulons parler de l'éperon dont leur proue fut armée en dessous de la flottaison.

Le principe de l'éperon n'est pas nouveau; on le voit appliqué sur les galères grecques, carthaginoises et romaines, et c'est à ses effets que la flotte athénienne dut principalement la victoire sur le champ de bataille de Salamine. Il faut bien que cette arme ait rendu de grands services dans l'antiquité, pour qu'elle ait été exposée à la reconnaissance des populations sur les colonnes des places publiques, et qu'on en ait fait l'emblème de la puissance navale, au même titre que l'ancre était celui de la sécurité de la navigation; mais quelle différence profonde entre le *rostrum* des anciens et l'éperon du *Solferino*! Le *rostrum* était un appendice métallique ajouté à

l'avant des galères, en dessus de la flottaison, dans le but de rompre les accastillages et de briser les rames de l'adversaire. Il se terminait en pointe aiguë, afin d'obtenir des pénétrations suffisantes, malgré le peu de force vive dont étaient animés les bâtiments qui en étaient pourvus. Dans ces conditions désavantageuses, il arrivait souvent qu'il était brisé ou arraché, et d'autres fois, il demeurait fixé dans les flancs du navire abordé, paralysant ainsi les mouvements des deux combattants. L'éperon moderne, au contraire, fait partie intégrante de la construction même du bâtiment de combat. Placé en dessous de la flottaison, il a pour objet de pratiquer des voies d'eau irréparables dans les œuvres vives des navires qu'il aborde. Grâce à la force vive considérable dont la puissance de la vapeur l'anime, il les pénètre avec facilité, sans qu'on soit obligé de lui donner une acuité qui en compromettrait la solidité et qui rendrait incertaine sa sortie immédiate de la place qu'il vient d'ouvrir. Tout cela était non-seulement prévu par quelques marins, mais encore parfaitement démontré par les expériences intéressantes faites en 1843 au port de Lorient. Déjà même, à cette époque, on avait dressé en France, pour la construction de l'éperon, des plans d'exécution qu'il a suffi de reproduire plus tard. Cependant, pour qu'on s'engageât en Europe dans cette voie, il a fallu que l'exemple de la destruction immédiate de la frégate *Cumberland* par le navire confédéré *Merrimac*, vint dessiller les yeux des plus incrédules. Cette terrible expérience porta immédiatement ses fruits. La presse et l'opinion publique s'en émurent et, à dater de ce jour, les étraves des bâtiments s'élancèrent de plus en plus pour assurer l'abordage direct des œuvres vives de l'ennemi. Il est intéressant de suivre sur les modèles de l'exposition anglaise les transformations successives de cet engin puissant, qui n'était d'abord sur *l'Achilles* qu'une saillie relative de la partie plongée de l'étrave, qui bientôt affecta la forme proéminente d'un cou de cygne sur *le Northumberland*, puis devint une sorte de demi-éperon sur *le Bellerophon*,

pour aboutir enfin à un éperon véritable sur *l'Hercules*, le *Monarch* et le *Wilhem I^{er}*. En France, où l'idée avait pris naissance, ou, comme nous le disions plus haut, des plans définitifs de cet engin existaient depuis une vingtaine d'années, l'éperon reçut, dès son application sur *le Solférino*, la forme définitive qu'il devait conserver, et si l'on vit, postérieurement à cette époque, apparaître encore des bâtiments cuirassés qui en sont dépourvus, c'est sans doute parce que ces bâtiments, dérivés, sauf plusieurs perfectionnements indispensables, du premier type *Gloire*, étaient déjà trop avancés dans leur construction, pour qu'on crût devoir y faire cette addition. Nous n'avons point à rechercher les causes du retard qu'on a mis à adapter l'éperon aux constructions navales modernes, mais il ne faudrait pas l'attribuer, comme l'ont supposé des personnes peu compétentes, à ce que la proposition en était prématurée à l'époque où elle fut présentée, et croire que cette arme n'a eu d'opportunité qu'à partir de la création des navires cuirassés. Bien au contraire, l'ancien vaisseau à vapeur, protégé à l'avant par le massif de bois qui constituait l'éperon, par le revêtement métallique qui le recouvrait et par les blindages transversaux prévus dans les plans de l'époque, pouvait aussi impunément que les cuirassés d'aujourd'hui se diriger sur l'ennemi, qui n'avait à opposer aux coups de l'éperon qu'une muraille en bois non cuirassée et beaucoup moins solide.

Flandre.— *La Flandre*, lancée le 21 juin 1864 est, comme ses pareilles, la *Gauloise*, la *Guyenne*, la *Magnanime*, la *Provence*, la *Revanche*, la *Savoie*, la *Surveillante*, la *Valeureuse* et *l'Héroïne*, un type qui diffère de la *Gloire* sous des rapports essentiels : sa hauteur de batterie est de 2^m20; son creux sur quille 8^m48; sa longueur 78^m73 à la flottaison. Sa vitesse aux essais a été très-supérieure à celle de la *Gloire*. La ceinture de la flottaison a 15 centimètres d'épaisseur, de-

puis 1^m03 en dessous de la flottaison, jusqu'à 0^m47 en dessus. Plus bas se trouve une virure de 0^m76 de hauteur, sur 12 centimètres d'épaisseur, et par-dessus il y en a quatre de 0^m12 qui donnent à la cuirasse, établie de bout en bout, comme sur *la Gloire*, une hauteur totale de 5^m22, dont 3^m68 hors de l'eau. Un autre perfectionnement important, introduit sur *la Flandre* et sur tous les cuirassés du même type, consiste dans le rétrécissement des sabords.

Dès qu'on eût connaissance des plans de *la Gloire*, dans la marine française, on fut frappé de la part trop large de vulnérabilité que laissaient à ces bâtiments, pour la protection desquels on faisait tant de sacrifices, les sabords anciennement usités, dont chacun présentait une surface non défendue de plus d'un mètre carré. On fit ressortir la nécessité d'adopter des sabords plus étroits et néanmoins disposés de façon que l'amplitude latérale du tir n'en fût pas sensiblement diminuée. Des plans, fournis dès le commencement de 1859 à cet effet, furent appliqués sur quelques-uns des sabords de *l'Impérial* et sur tous ceux de la première batterie du *Wagram*, dans le but d'expériences qui ne tardèrent pas à confirmer les avantages de cette nouvelle installation. Les ingénieurs anglais l'adoptèrent aussitôt, et bientôt après elle fut introduite dans les constructions françaises.

D'après les rapports du contre-amiral commandant la division de la Manche, les navires du type *Flandre*, et particulièrement *l'Héroïne*, ont donné des résultats très-supérieurs à ceux de *la Gloire*, sous le rapport du roulis et des qualités de navigabilité. Si on avait pu augmenter encore la hauteur de batterie en la portant à 2^m40 ou 2^m50, comme la Commission des cuirassés l'avait proposé en 1863, il est probable que le type *Flandre* laisserait peu à désirer. Une hauteur même plus grande pourrait être avantageuse. Mais on doit s'arrêter dans cette voie, lorsque les conditions nécessaires sont remplies, car toute augmentation de hauteur donne lieu à une

augmentation de poids, due non-seulement aux matériaux de la construction, mais encore à la portion de cuirasse correspondante. Or, on en est arrivé forcément, par suite de l'augmentation nécessaire des plaques, à restreindre déjà, plus que ne le conseilleraient la prudence, la surface protégée de la muraille, il faut donc ne rien négliger pour réduire les poids de la construction en vue d'un cuirassement plus efficace.

Marengo. — *Le Marengo* est le type le plus récent des navires cuirassés français de premier rang, tels que *le Friedland*, *l'Océan*, *le Suffren*. Il se distingue à beaucoup d'égards du type *Flandre*, mais il est sensiblement identique, par ses formes générales et ses dimensions principales, au type *Solférino*. Comme ce dernier, il n'est entièrement cuirassé que dans une partie de la longueur (20 mètres seulement), et il se rattache, par conséquent, au système que nous avons déjà signalé chez les Anglais, sous le nom de réduit central; mais il a, sur le *Solférino*, cet avantage considérable, demandé par la Commission des cuirassés, que les parties non blindées sont en fer, de manière à écarter le danger si grave de l'incendie, auquel les redoutables projectiles creux, dont on fait aujourd'hui usage, exposent les constructions en bois.

La ceinture de flottaison règne de bout en bout depuis 1^m85 en dessous de la flottaison jusqu'à 0^m97 au-dessus, elle a 0^m20 d'épaisseur jusqu'à 0^m50 au-dessous de la flottaison, d'où elle va en décroissant jusqu'à 0^m15. La cuirasse qui recouvre la muraille par le travers du réduit a 0^m15 d'épaisseur. Ce réduit est armé de huit pièces de 24 centimètres. Les cloisons qui le ferment à l'avant et à l'arrière sont revêtues de plaques de 0^m11.

Une disposition spéciale caractérise le type *Marengo*. L'artillerie des gaillards est établie à barbette dans quatre tourelles fixes, élevées aux quatre angles du réduit, revêtues de plaques de 0^m15, qui protégeront le châssis et la partie inférieure des affûts des pièces. Chacune d'elles doit recevoir un canon

de 24. Ces quatre pièces auront un grand commandement et, par suite d'une disposition particulière des bas haubans, leur champ de tir effectif s'étendra depuis la direction de la quille jusqu'à une direction (en arrière du travers pour ceux des tourelles avant et en avant du travers pour ceux des tourelles arrière) qui sera compatible avec la présence des servants dans la tourelle voisine, c'est-à-dire vraisemblablement jusqu'à 25 ou 30 degrés de la ligne du travers. Ces tourelles ou, pour parler plus exactement, ces parapets circulaires blindés sont, comme on le voit, une innovation très-différente des tourelles anglaises ou américaines. La hauteur de batterie, qui avait été portée à 2^m20 sur le type *Flandre*, sans transition, s'élève ici sans transition au chiffre d'environ 4 mètres, bien supérieure à celle des frégates des autres nations. Un tel écart s'explique par cette considération que le *Marengo*, sous ce rapport, n'est autre chose que le *Solférino* dont on a supprimé la batterie basse en augmentant la hauteur d'entrepont de la deuxième batterie. Ces dispositions peuvent assurer au *Marengo* de très-belles conditions de navigabilité et de combat. Mais les observations faites au sujet de la hauteur de batterie de l'*Hercules* sont *a fortiori* applicables au *Marengo*, dont la plus grande hauteur implique d'ailleurs l'existence d'un pont en plus que la frégate anglaise. C'est donc un poids assez notable à retrancher de celui qui pourrait être employé à augmenter l'efficacité du cuirassement.

Les chaudières du *Marengo* se trouvent situées dans le réduit central et, par conséquent, sont aussi bien protégées que le comporte l'épaisseur du blindage. Enfin l'éperon du *Solférino*, qui n'existait plus dans la *Flandre*, reparait sur le *Marengo*, où il est établi dans de bonnes conditions de solidité. Le *Marengo* paraît devoir être muni d'un système complet de compartiments étanches, qui constituera, sans contredit, un progrès de premier ordre.

Alma. — L'*Alma* est une corvette cuirassée destinée aux

campagnes lointaines; c'est, dans des proportions moindres, une répétition du *Marengo*. On y retrouve le réduit central armé de quatre canons de 0^m19, l'éperon et les quatre tourelles fixes des gaillards où des pièces rayées de 0^m16 doivent tirer en barbette.

La ceinture de flottaison a 15 centimètres d'épaisseur, et s'étend depuis 0^m95 en dessus de l'eau jusqu'à 1^m33 en dessous. Plus bas, vient une virure de 0^m55 de hauteur, dont l'épaisseur diminue graduellement de 0^m15 à 0^m09. Le réduit central a 12^m60 de longueur. Il est cuirassé, jusqu'à 2^m17 au-dessus de la ceinture de flottaison, par des plaques de 0^m12, et il est fermé, à l'avant et à l'arrière, par des cloisons revêtues de plaques de 0^m13 et de 0^m10.

L'axe des pièces du réduit est à 2^m70 au-dessus de l'eau; celui des pièces des tourelles à 6^m40.

Usine des Forges et chantiers de la Méditerranée.

L'usine des *Forges et chantiers de la Méditerranée* expose des modèles extrêmement soignés de deux frégates cuirassées, la *Numancia* et la *Regina Maria-Pia*.

La *Numancia* a été construite pour le gouvernement espagnol; c'est une frégate en fer, à étrave droite comme celles du type *Gloire*. Sa batterie, haute de 2^m25, était armée, lors de sa première campagne dans l'océan Pacifique, de 40 canons de moyen calibre. Elle est cuirassée, de bout en bout, avec des plaques de 13 centimètres d'épaisseur. Elle a 96 mètres de longueur, 13^m34 de largeur, et 8^m33 de tirant d'eau. Son déplacement est de 7,420 tonnes. Sa cale est subdivisée en compartiments étanches par des cloisons transversales et longitudinales. Il paraît que ses qualités nautiques ont été très-bonnes.

La *Maria Pia*, construite pour le gouvernement italien, est

dans des conditions différentes. Sa longueur est de 78 mètres, son tirant d'eau de 6^m82; son déplacement ne s'élève qu'à 4,362 tonnes. L'étrave est armée d'un éperon saillant. La cale est divisée transversalement par cinq cloisons étanches. La ceinture de flottaison, épaisse de 0^m12, s'élève tout autour à une hauteur de 2 mètres au-dessus de la flottaison; elle s'abaisse à 2 mètres sous l'eau dans la maîtresse portée. *La Maria-Pia* assistait au combat de Lissa. Son artillerie se composait alors de 18 pièces de 40 et de 6 pièces de 80, renfermées dans une batterie blindée de plaques de 12 centimètres d'épaisseur. La machine, les chaudières et les soutes à poudre, situées dans la partie médiane, s'y trouvent, par conséquent, protégées par la cuirasse latérale contre les coups venant du travers.

L'usine des *Forges et chantiers* construit, sur le même modèle, la frégate *San-Martino*, également destinée à la marine royale italienne.

Exposition de M. Gouin.

M. Gouin, de Nantes, expose une frégate cuirassée, qu'on dit être destinée au gouvernement espagnol. Ses dimensions principales sont : longueur 85 mètres, largeur 13 mètres, déplacement 5,200 tonnes. Une cuirasse de 0^m15 d'épaisseur revêt toute la coque, à partir de 1^m25, en dessous de la flottaison jusqu'au pont supérieur de la batterie. La hauteur des seuillets est de 2^m75. Les canons sont au nombre de 23, dont un, placé sur le gaillard et abrité par un masque blindé, est destiné à tirer en chasse.

La coque est en fer, et la cale est divisée en compartiments étanches par des cloisons longitudinales et transversales. L'avant est terminé par un éperon qui a 4 mètres de saillie.

Annexe au rapport sur la marine française.

**EXPÉRIENCES COMPARATIVES DES NAVIRES CUIRASSÉS
DE LA MARINE FRANÇAISE EXÉCUTÉES EN 1863.**

En 1863, une commission procéda en France à des expériences comparatives à la mer, analogues à celles qui, trois ans plus tard, furent exécutées, comme nous l'avons rappelé plus haut, par l'escadre de l'amiral Yelveston.

Cette idée, due à l'initiative de l'Empereur, a produit les bons résultats qu'on était en droit d'en attendre.

Cette commission, dite des cuirassés, présidée par le vice-amiral Charles Pénaud, fut chargée d'étudier les divers types de vaisseaux et de frégates cuirassés existant à cette époque. La division, mise à la disposition de cet officier général, comprenait :

L' <i>Invincible</i> ,	}	type <i>Gloire</i> , de M. Dupuy de Lôme.
La <i>Normandie</i> ,		
Le <i>Solférino</i> ,	}	type <i>Solférino</i> , de M. Dupuy de Lôme.
Le <i>Magenta</i> ,		

La *Couronne*, seul navire de ce type, de M. l'ingénieur Audenet ;

Le *Napoléon*, type des vaisseaux à vapeur à grande vitesse, construit d'après les plans de M. Dupuy de Lôme ;

Le *Tourville*, du système Sané modifié.

Ces deux derniers navires furent adjoints à la division, au point de vue d'une comparaison entre les bâtiments cuirassés et les bâtiments non cuirassés d'ancien et de nouveau modèle.

Après de nombreuses expériences à la voile et à la vapeur, la commission constata :

1° Qu'au point de vue du combat, c'est-à-dire de la faculté de manœuvrer les pièces avec sécurité, par suite de la tendance plus ou moins grande à rouler, dans les circonstances

de temps ordinaires, c'est-à-dire dans les circonstances de combat, le *Magenta* et le *Solférino* étaient dans de bonnes conditions, conditions d'égalité par rapport au *Tourville* et de supériorité par rapport au *Napoléon*; l'*Invincible* et la *Normandie*, dans des conditions de combat très-inférieures à celles du *Napoléon* et à fortiori à celles du *Tourville*; la *Couronne*, dans des conditions un peu moins mauvaises que l'*Invincible* et la *Normandie*.

Voici, du reste, le tableau résumé des roulis, dressé par la commission :

NOMS DES NAVIRES.	COEFFICIENTS DE ROULIS résultant de la moyenne des coefficients journaliers, en éliminant		DURÉE moyenne d'une oscillation.	VALEUR de r—a.	
	les jours d'appareillage de mouillage, et le 8 octobre.	la 1 ^{re} traversée, les jours d'appareillage, de mouillage, et les 8, 9 et 10 octobre.			
Fré- gates.	{ Normandie, Invin- cible	4.812	4.780	4 ¹ / ₂ 83	4.979
	{ Couronne.	4.200	4.468	4 ¹ / ₂ 94	4.610
Vais- seaux.	{ Napoléon	4.000	4.000	5 82	4.607
	{ Solférino, Magenta.	0.870	0.820	5 91	4.489
	{ Tourville.	0.760	0.843	5 54	»

Il ressort de ce tableau que les roulis du *Napoléon* sont plus amples que ceux du *Tourville*, de $1/4$ à $1/3$; que les roulis des frégates la *Normandie* et l'*Invincible*, du type *Gloire*, ont des roulis doubles de ceux de *Tourville*, du *Magenta* et du *Solférino*; enfin, que la *Couronne* a des roulis intermédiaires à ceux de ces trois derniers vaisseaux et le type *Gloire*, mais se rapprochant davantage des vaisseaux.

L'étude des mouvements de roulis, basée sur les divers renseignements recueillis, peut être faite indépendamment de la considération des rapports d'amplitude ou coefficients de

roulis, et en envisageant seulement les valeurs absolues de ces amplitudes.

La question peut être posée ainsi : quels sont, pour chaque type de bâtiment, le nombre de jours pendant lesquels la moyenne des amplitudes maxima horaires a dépassé 10, 15, 20, 25 et 30 degrés ? En prenant la période de vingt et un jours de navigation, pendant lesquels le *Tourville* a fait partie de la division, on obtient le tableau suivant :

NOMS des BÂTIMENTS.	NOMBRE DE JOURS sur 21, pendant lesquels la moyenne journalière des roulis a dépassé					ÉTAT DE LA MER.	OBSERVATIONS.
	10°.	13°.	20°.	23°.	30°.		
Tourville	6	5	5	5	2	4 jours de forte houle	Les roulis du <i>Tourville</i> n'ont dépassé 10° que pendant 2 jours de petite houle.
Napoléon.	7	4	5	5	2	8 jours de petite houle.	Les roulis du <i>Napoléon</i> n'ont dépassé 10° que pendant 3 jours de petite houle.
Solférino	4	5	5	1	0	4 jour de mer clapoteuse.	Le <i>Solférino</i> n'a pas dépassé 10° pendant les jours de petite houle.
Magenta.	6	4	5	5	2	8 jours de belle mer.	Le <i>Magenta</i> a dépassé 10° pendant 2 jours de petite houle.
Couronne	7	5	5	2	2	21 Le vent n'a pas soufflé au delà de belle brise.	La <i>Couronne</i> a dépassé 10° pendant 3 jours de petite houle.
Invincible.	12	7	5	4	2		L' <i>Invincible</i> a dépassé 10° pendant les 8 jours de petite houle.
Normandie.	11	10	7	5	2		La <i>Normandie</i> a dépassé 10° pendant 7 jours de petite houle.

2° Que, sous le rapport des mouvements giratoires à la vapeur, la *Couronne* l'emportait de beaucoup sur tous les autres bâtiments cuirassés, bien qu'elle eût une longueur plus grande de 2 mètres et un déplacement plus considérable de 400 tonneaux que l'*Invincible* et la *Normandie*. Le rapport de la surface du gouvernail au plan de dérive était le même pour ces trois frégates, mais le profil de safrans était différent.

Le tableau suivant pourra donner une idée approximative des rapports des vitesses giratoires pour les divers navires. La vitesse de la *Normandie* est prise pour unité.

NOMS DES BATIMENTS.	RAPPORT DES VITESSES giratoires sous des angles de barre de			MOYENNE de ces rapports.
	15°.	20°.	25°.	
Normandie.	1.00	1.00	1.00	1.00
Invincible.	0.95	0.84	0.87	0.89
Solférino.	1.18	1.21	1.12	1.17
Magenta.	1.22	1.16	1.12	1.17
Couronne.	0.75	0.79	0.77	0.76
Napoléon.	0.77	0.75	0.79	0.77
Tourville.	»	0.62	0.65	0.64

Les navires doivent donc être classés dans l'ordre suivant : *Tourville*, *Napoléon*, *Couronne*, *Invincible*, *Normandie*, *Magenta*, *Solférino*.

3° Sous le rapport des évolutions à la voile, la *Couronne* était également supérieure à tous les autres navires cuirassés. Pour les virements de bord, vent devant, elle égalait sensiblement le *Napoléon*. Ces faits ressortent du tableau suivant :

Évolutions sous voiles.

NOMS DES BATIMENTS.	DURÉE du virement de bord vent devant.	VITESSE moyenne au loch.	DURÉE du virement lof pour lof.	VITESSE moyenne au loch.	ANGLE de barre. Maximum	DIF- FÉRENCE de tirant d'eau.
		Nœuds.				
Solférino.	9m 22s	5	21m	5m 8	50°	1m 67
Magenta.	9 22	5	21	5 8	51	1 60
Couronne	6 20	5	16	5 8	28.5	1 45
Normandie.	8 57	5	18	5 8	54	1 66
Invincible.	10 40	5	19	5 8	51	1 40
Napoléon.	6 45	5	8	5 8	55	1 58
Tourville.	4 30	5	7	5 8	59.5	»

Les vitesses comparatives à la voile sont consignées dans le tableau ci-dessous :

NOMS DES BATIMENTS.	SURFACES des voitures.	1 ^{er} ESSAI.		2 ^e ESSAI.		3 ^e ESSAI.		MOYENNE des vitesses des 2 premiers essais.	MOYENNE des rapports des vitesses.	MOYENNE des vitesses des 3 premiers essais.	MOYENNE des rapports des vitesses.	RAPPORT des surfaces de voiture.
		Vitesse de relèvement.	Rapport de vitesse.	Vitesse de relèvement.	Rapport de vitesse.	Vitesse de relèvement.	Rapport de vitesse.					
Napoléon	2,814 ^m	9 ^m . 26	1.567	5 ^m . 46	1.644	»	»	7.560	1.605	»	»	1.75
Tourville	2,592	7. 28	1.252	5. 17	1.537	»	»	6.225	1.791	»	»	1.50
Magenta	1,455	6. 15	1.057	5. 56	1.072	5 ^m . 57	0.884	4.845	1.054	5. 087	0.9 8	0.88
Solférino	1,452	5. 71	0.966	5. 49	1.051	5. 39	0.950	4.690	1.008	5. 065	0.989	0.91
Couronne	1,622	5. 91	1.050	5. 52	1.000	6. 50	1.050	4.625	1.030	5. 177	1.000	1.00
Invincible	1,419	5. 57	0.968	5. 15	0.942	4. 98	0.790	4.250	0.925	4. 455	0.880	0.87
Normandie	1,471	5. 28	0.825	5. 11	0.957	5. 10	0.809	4.195	0.915	4. 497	0.879	0.91

4^e En ce qui concerne les vitesses à la vapeur, elles ont été fort belles, variant entre douze et treize nœuds à toute vapeur, sauf celle de l'*Invincible*, dont la machine n'était pas, du reste, semblable aux autres; celles-ci provenaient toutes, sans exception, de l'usine de M. Mazeline.

Tableau des vitesses obtenues à 2, 4, 6, 8 chaudières.

NOMS DES BATIMENTS.	VITESSE à 2 chaudières.	VITESSE à 4 chaudières.	VITESSE à 6 chaudières.	VITESSE à 8 chaudières.
Solférino	8.65	10.84	11.88	12.69
Magenta	7.08	10.72	11.75	12.20
Couronne	8.20	10.20	11.60	12.50
Normandie	8.70	(4)	10.41	11.89
Invincible	7.64	9.56	9.52	10.10
Napoléon	8.25	10.01	10.55	11.78

(4) La Normandie a stoppé pour cause d'avaries en cours d'expériences.

A la suite de ces expériences et de l'examen approfondi des dispositions de construction, de cuirassement, de mâture, d'eménagement, de voilure des divers types soumis à son examen, la commission signala diverses imperfections de notre nouveau matériel, en même temps qu'elle indiquait les mesures à prendre pour y remédier; en un mot, elle formula un programme complet de reconstitution, dans lequel aucun détail n'avait été négligé. On a donné satisfaction à certaines parties de ce programme, notamment en ce qui concerne l'augmentation de la hauteur de la batterie (4), la substitution dans les constructions nouvelles du fer au bois pour les parties des murailles non cuirassées, le rétrécissement des sabords; mais il restait

(4) La Commission indiquait le chiffre de 2^m 40 à 2^m 50 pour la hauteur de batterie à donner aux frégates cuirassées.

encore bien des points, et des plus importants, qui réclamaient une prompt solution.

Au commencement de l'année 1867, l'Empereur confia les destinées de la marine à l'éminent amiral qu'une haute capacité et de glorieux services avaient placé à la tête de son corps. Par un des premiers actes de son administration, l'amiral ordonna l'établissement, en principe, de compartiments étanches sur nos navires de combat. Cette disposition, déclarée indispensable par la commission des cuirassés, était vivement réclamée depuis longtemps par tous les marins, car, en présence de l'accroissement de puissance de l'artillerie, de l'emploi de l'éperon et des torpilles, elle est devenue un élément essentiel du navire de combat.

En fait de navires non cuirassés, on voit dans les vitrines françaises les modèles de *l'Aigle*, du *d'Estrées* et du *Bouvet*.

Aigle. — *L'Aigle*, yacht impérial, est remarquable par le fini de la construction et la beauté de ses aménagements; mais quoique susceptible d'être utilisé comme aviso, ce n'est pas, à proprement parler, dans les conditions actuelles, un bâtiment de guerre, et nous n'avons pas à nous en occuper dans un rapport exclusivement consacré aux choses militaires.

D'Estrées. — *Le d'Estrées* est le type de plusieurs avisos de 1^{re} classe; il a réalisé dans les essais des vitesses de plus de douze nœuds.

Il a 63 mètres de longueur, 10^m34 de largeur et 4^m23 de tirant d'eau, moyen en charge. La machine a une force nominale de 250 chevaux. Son armement se compose de quatre canons rayés de 14 centimètres, et d'un canon de 16 centimètres monté sur un affût à pivot.

Bouvet. — *Le Bouvet* est un aviso rapide de 250 chevaux, atteignant dans les essais une vitesse de onze nœuds. Les dimensions sont : longueur, 55 mètres, largeur, 8^m56, tirant

d'eau moyen en charge, 3^m35. Il est armé de trois bouches à feu, savoir : un canon de 16 et deux canons de 12. Il sert de type à plusieurs autres avisos semblables.

Canonnières. — La France possède un grand nombre de canonnières à vapeur, dont les machines ont une force de 75, 70, 50, 40, 16 et 12 chevaux. On a exposé le type des canonnières de 50 chevaux, représenté par la *Décidée*. La longueur du bâtiment est de 39 mètres, la largeur de 6^m72, le tirant d'eau moyen de 2^m45. L'armement se compose de deux canons de 30. La vitesse obtenue dans les essais atteint près de neuf nœuds pour cette classe de canonnières.

Batteries flottantes et gardes-côtes.

En parlant des batteries flottantes exposées par la Grande-Bretagne, nous avons dit que les premières avaient été construites d'après les plans envoyés de France. Ces plans étant les mêmes que ceux qui ont servi pour la *Dévastation*, la *Lave* et la *Tonnante*, dont le rôle a été si important dans l'attaque des forts de *Kinburn*, nous n'avons rien de nouveau à dire de ce type, qui d'ailleurs, n'a pas été exposé au Champ-de-Mars. Les seules qui figurent dans la vitrine de la marine impériale, sont l'*Arrogante* et l'*Embuscade*, mues l'une et l'autre par des machines à hélice de la force de 120 chevaux. L'artillerie qui doit les armer n'est pas encore définitivement déterminée.

L'*Embuscade* est blindée de bout en bout, depuis 0^m85 en dessous de la flottaison, jusqu'à 3^m35 au-dessus. Les plaques ont 14 centimètres d'épaisseur à la flottaison, et 11 centimètres seulement pour les virures supérieures.

C'est dans cette classe de bâtiments, que nous croyons devoir ranger le *Brazil*, construit par la Compagnie des *Forges et chantiers*, pour le gouvernement impérial du Brésil, bien qu'il ait fait preuve de qualités nautiques excellentes, ce qui n'est pas le cas ordinaire des batteries flottantes. Destinée à la

navigation des gros fleuves de l'Amérique du Sud, le *Brazil* se distingue par un tirant d'eau assez faible (3^m65), et un déplacement qui n'excède pas 1,500 tonnes ; sa longueur est de 61^m20 et sa largeur de 10^m75. Il est blindé de bout en bout, jusqu'au niveau du pont inférieur, par des plaques de 12 centimètres d'épaisseur ; un réduit cuirassé de 15 mètres de long contient huit bouches à feu, savoir : quatre canons de 70 de Withworth, et quatre de 68 anglais. Deux sabords, percés dans la cloison avant et dans la cloison arrière du réduit, permettent d'avoir des feux en chasse et en retraite. Dans ce but, une partie des pavois avant et arrière peuvent se rabattre pour le pointage des pièces et pour donner passage aux projectiles.

Les navires *garde-côtes* proprement dits sont représentés par le *Bélier* et le *Taureau*. Ces navires, ainsi que leur nom l'indique, sont destinés à opérer sur les rades ou du moins sur des eaux relativement tranquilles ; ce ne sont pas des bâtiments de mer. Ils réalisent, dans une certaine mesure seulement, une conception née en France en 1840, qui fut alors le sujet de plans et de mémoires détaillés présentés à l'amiral Duperré, ministre de la marine, et soumis plus tard à l'examen du conseil d'amirauté qui en fit l'objet d'un rapport très-intéressant. Armés d'un formidable éperon, cuirassés aux abords de la flottaison avec des plaques de 22 centimètres d'épaisseur, défendus contre les feux courbes, par un pont solide, dont la résistance est encore augmentée par des plaques de fer, enfin, portant à 5^m30 de hauteur un canon du calibre de 0^m27, monté dans une tourelle mobile d'un système analogue à celui dont nous avons rencontré le modèle dans les navires exposés par le vice-amiral Halsted, ces deux bâtiments, doués d'une marche rapide et d'une grande faculté d'évolution, constituent, pour les cas spéciaux auxquels ils sont destinés, deux instruments redoutables d'attaque et de défense.

On voit, par ce rapide exposé, que l'architecture navale française a été brillamment représentée à l'Exposition. Bien des progrès ont été accomplis depuis la *Gloire*. A l'exemple de ses émules, la France doit poursuivre activement la recherche de types définitifs, dont la marche du temps et les progrès de l'art ont déjà beaucoup modifié les conditions nécessaires. Il y a tout lieu d'espérer qu'elle ne tardera pas à en créer un qui satisfasse, dans la mesure désirable, aux besoins militaires de l'époque actuelle et aux vœux exprimés par les marins français.

SYSTÈMES DE CONSTRUCTION DES NAVIRES CUIRASSÉS.

Nous terminerons notre examen des bâtiments de combat, dont les modèles sont exposés au Champ-de-Mars, en disant quelques mots de leur mode de construction et de blindage.

Nous avons vu que la plupart des navires cuirassés anglais sont en fer, et que ce système de construction, qui offre des avantages certains, au point de vue de la solidité aussi bien que de la durée, paraît être définitivement adopté. pour ces bâtiments, dans les chantiers de la Grande-Bretagne.

Un comité, chargé d'étudier la question, a déclaré que l'usage du bois, pour de tels navires, était dangereux, et qu'il fallait l'abandonner; de son côté, M. Reed, le constructeur en chef de l'Amirauté, aurait dit, en 1866, devant l'assemblée des *naval architects*, qu'il ne s'occupait que des cuirasses des navires en fer, « attendu que les constructions en bois ne « seront plus employées dans la marine royale anglaise. »

Trois modèles, exposés dans les vitrines de l'Amirauté et qui représentent des tranches de carène du *Warrior*, du *Bellerophon* et de l'*Hercules*, permettent de se faire une idée exacte des procédés actuellement employés dans la construction de ces grands bâtiments cuirassés. Nous avons d'autant moins à les décrire longuement dans ce rapport, écrit surtout à un point de vue militaire, qu'ils le seront certainement dans

l'un des rapports de la Commission impériale, et qu'ils ont fait déjà le sujet d'études très-détaillées dans plusieurs ouvrages ou écrits périodiques, publiés tant en Angleterre qu'en France. Nous nous arrêterons seulement un peu sur le modèle de l'*Hercules*, comme étant le plus récemment construit de ces trois bâtiments, et par conséquent celui dans lequel se résument tous les progrès accomplis.

L'élément principal de la charpente de l'*Hercules* consiste en six lisses longitudinales de chaque bord, qui règnent sans interruption de l'avant à l'arrière et dont la hauteur varie depuis 1^m20 pour les plus basses, jusqu'à 0^m40 pour la plus haute, sur laquelle repose la cuirasse et son matelas.

Par-dessus les lisses on a placé des membrures, formées d'une forte cornière, légèrement entaillées à leurs points de croisement. La réunion de ces deux espèces principales de pièces se fait à l'aide de consoles en tôle et de bouts de cornière. On obtient ainsi un réseau de charpentes longitudinales et transversales, douées d'une grande solidité, recouvertes extérieurement par le bordé, et intérieurement par un vaigrage, qui règne dans le tiers environ de la longueur, jusqu'à la hauteur de la quatrième lisse et qui forme ainsi, dans toute cette partie du navire, une double coque, subdivisée en cellules étanches. Ce bordé intérieur est continué, à partir de la cinquième lisse, par une cloison verticale étanche, et l'invasion de l'eau est ainsi prévenue, dans le cas où le bordé extérieur serait endommagé sans que l'intérieur le fût lui-même, ce qui est un objet de haute importance.

Au-dessous de la cuirasse, le bordé est à clins alternés; par le travers de la cuirasse et derrière celle-ci, il est à franc bord et composé de deux épaisseurs de tôle superposée. Il est également à franc bord, mais simple, dans la partie non cuirassée des œuvres mortes.

La cale est divisée par neuf cloisons transversales étanches, qui s'élèvent jusqu'aux barrots du premier pont. A l'avant et l'arrière, en dehors du double bordé, il y a, au-dessous du

faux pont, des plate-formes étanches, qui forment le plancher des différentes soutes et constituent ainsi une sorte de double paroi dans le bâtiment. Le tunnel de l'arbre, le couloir de communication entre la chambre des machines et celle des chaudières, les cloisons de soutes aux poudres, soutes à obus, puits à chaînes, cale aux spiritueux, sont étanches. Enfin des trous d'homme étanches donnent accès aux divers compartiments ou cellules de la construction, et un système de tuyautage très-complet est établi en vue d'assurer le service des pompes dans les différentes parties du navire.

La coque de l'*Hercules* se distingue par une autre particularité. Un massif en bois plein, de 0^m80 d'épaisseur environ, y a été établi entre la cloison longitudinale et le bordé, dans toute la partie comprise entre le pont de l'entrepont et la partie inférieure de la cuirasse. Il est destiné à atténuer les effets d'un coup d'éperon et ceux de projectiles lancés sous de grands angles négatifs, qui viendraient attaquer la muraille à revers.

Toutes ces dispositions constituent, on le voit, un ensemble très-résistant, soit à la pénétration des projectiles, soit aux flexions longitudinales et transversales, qui offre également de grandes garanties au point de vue des voies d'eau, à cause du double bordé et des nombreux compartiments étanches qui en forment un des caractères principaux.

Les beaux modèles du vice-amiral Halsted permettent aussi de se rendre compte du mode de construction proposé pour ses bâtiments. Nous devons nous borner à dire que, tout en se rapprochant beaucoup de celui du *Bellerophon* et de l'*Hercules*, il s'en distingue par une réduction dans le nombre des lisses longitudinales.

On rencontre aussi de beaux spécimens de constructions en fer dans la vitrine des *Forges et chantiers de la Méditerranée*. Les plus récents sont les modèles du *Frederick Karl*, construit pour le gouvernement prussien, et celui d'une corvette

cuirassée destinée au vice-roi d'Égypte. Le système employé dans la construction de ces deux navires se rapproche de celui du *Warrior* ; mais il est plus simple. Le modèle d'une frégate exposée par M. Gouin et qui fut, dit-on, destinée au gouvernement espagnol, est franchement construit dans le système longitudinal, dont MM. Brunnel et Scott Russell ont fait l'une des premières applications dans la gigantesque construction du *Great-Eastern*.

A l'exception des frégates *la Couronne* et *l'Héroïne*, le fer n'a pas été adopté en France pour la construction des navires cuirassés ; on a continué à faire les coques en bois. Si elles offrent moins de légèreté, de solidité et surtout de durée, celles-ci, en revanche, paraissent susceptibles d'une résistance plus efficace à l'action des commotions violentes et, quand elles sont recouvertes d'un doublage en cuivre, elles glissent en général plus aisément sur l'eau. On conçoit donc que, selon le point de vue où l'on se place, et particulièrement, quand on ne se laisse pas arrêter par des considérations d'argent, on puisse être conduit à les préférer aux autres.

Toutefois, quand il s'agit des navires en bois cuirassés, la proximité ou même le contact de la cuirasse en fer et du doublage en cuivre crée une autre difficulté, car l'action galvanique corrode les plaques de blindage à tel point, que leur solidité ne tarderait pas à être compromise, et, d'un autre côté, le cuivre se trouve tellement *protégé*, qu'il ne tarde pas à se couvrir d'herbes et de coquilles marines, bien plus promptement que cela n'arrive sur les coques en fer, tout en y adhérant plus fortement.

Différents systèmes ont été proposés pour obvier à cet inconvénient majeur, qui, s'il ne disparaissait pas, ne laisserait plus subsister aucune cause de supériorité en faveur des coques en bois sur celles en fer ; mais l'expérience qui s'en fait en ce moment n'est pas encore assez avancée pour qu'on puisse se flatter d'avoir trouvé une solution définitive.

Ventilation.

En parlant de la construction des navires, il convient de mentionner quelques procédés de ventilation, dont l'utilité devient de jour en jour plus grande, au fur et à mesure que la disposition intérieure des cales y rend la circulation naturelle de l'air plus difficile.

Plusieurs navires de guerre anglais emploient pour cet usage leurs mâts en tôle agissant comme cheminées d'appel, et, la corvette *la Nymphe* présente, à l'Exposition, le spécimen de ce système. Il consiste en un conduit de tôle mince, qui règne tout le long de la muraille du faux pont au-dessus de la fourrure de gouttière; de distance en distance, des ouvertures, pourvues de vannes à coulisse, peuvent le mettre, à volonté, en communication, soit directe avec le faux-pont, soit indirecte avec la cale par l'intermédiaire de la maille. Par le travers de chaque mât, des conduits verticaux s'embranchent sur le conduit horizontal et, après s'être infléchis, viennent en courant sous barrots, déboucher dans le mât correspondant. Un conduit semblable est installé par le travers de la cheminée dans laquelle il débouche pareillement.

Quand une ventilation énergique est nécessaire, on a recours habituellement à des moyens artificiels. Sur les monitors russes qu'on voit à l'Exposition, une machine de quinze chevaux, appliquée à un ventilateur, est exclusivement consacrée à cet usage.

•

CHAPITRE XX

DES NAVIRES DE TRANSPORT

A toutes les époques, les expéditions maritimes ont réclamé le concours, tantôt simplement utile et d'autres fois indispensable, de navires d'une espèce particulière, destinés non plus à combattre l'ennemi, mais à pourvoir les bâtiments de guerre proprement dits de vivres et de munitions de guerre qui leur devenaient nécessaires, souvent aussi à transporter des corps auxiliaires de débarquement. Nous avons rappelé, au début de ce rapport, les conditions dans lesquelles s'est faite la guerre de Crimée, et montré la part importante que la marine, en dehors de la coopération directe de ses armes, avait pris au succès de cette glorieuse campagne, par le nombre et la rapidité des transports d'hommes, de chevaux et de matériel, auxquels elle avait dû pourvoir. Jamais ce rôle spécial ne s'était jusque-là produit sur une si vaste échelle et jamais l'utilité n'en avait été plus saisissante. Désormais, comme nous l'avons dit, la marine de transport est appelée à tenir une place considérable dans les calculs de la politique et de la stratégie, et les événements qui se sont, à diverses reprises, passés plus récemment en Italie, confirmeraient, s'il en était besoin, cette opinion de la manière la plus évidente.

Dans l'ancienne marine à voiles, il existait une classe à part de navires affectés à de telles missions, qui, on le conçoit, exigent des dimensions et une appropriation spéciales, mais

le nombre en eût été bien insuffisant en 1854 et 1855, s'il n'avait fallu compter que sur eux seuls, et les nations occidentales alliées contre la Russie durent faire appel à toutes les ressources de leurs flottes de guerre ou de leurs marines de commerce. L'Angleterre, dont l'armée était moins nombreuse, et, dont les besoins étaient par conséquent moins considérables soit en renforts de personnel, soit en approvisionnement de matériel, put se dispenser de recourir à ses navires de guerre et trouva dans son immense marine marchande toutes les ressources dont elle a besoin. La France, aux prises avec des nécessités plus urgentes et plus nombreuses, dut recourir tout à la fois à sa marine marchande, à celle des Anglais et des Américains, et à ses navires de guerre. Les vaisseaux et frégates à voiles furent même mis en réquisition pour ce service inopiné, et, grâce à tous ces moyens réunis, il fut possible de satisfaire aux exigences de la situation.

Mais, il faut bien le dire, ce n'était pas là un état de choses normal, c'était plutôt un expédient. Les navires à voiles parfois retardés par de longues séries de vents contraires, n'arrivaient point en temps opportun, malgré l'actif service de remorquage qu'on avait échelonné sur la route. Ceux qui s'éloignaient de Kamiesch ou de Balaklava, chargés de malades et de blessés, ne pouvaient compter sur des traversées aussi promptes, que l'eût exigé la nature délicate de leur mission. Les navires à vapeur eux-mêmes, empruntés à des services ayant des exigences spéciales, étaient le plus souvent fort mal appropriés aux conditions qu'ils avaient à remplir, que ce fussent des soldats valides, des malades, des chevaux, ou du matériel de guerre qu'ils eussent à transporter.

C'est qu'en effet, ainsi que nous le disions plus haut, une flotte de transport vraiment digne de ce nom ne s'improvise pas. Les navires qui la composent ne doivent ni ressembler aux autres, ni se ressembler entre eux; car tel qui convient

pour porter des troupes valides, se trouve dans les plus mauvaises conditions pour transporter des chevaux ou des mulets.

A cet égard, les principes étaient déjà connus et acceptés; l'expérience de la guerre de Crimée vint leur donner un nouveau degré d'évidence, et c'est de cette époque qu'on peut faire dater, en Angleterre et en France, la création progressive et systématique d'une flotte de transport à vapeur, dont il n'existait jusqu'alors que de rares et imparfaits spécimens dans l'une et l'autre marine.

La France a marché d'abord dans cette voie d'un pas plus résolu que ses voisins; les conditions plus modestes dans lesquelles se trouvait sa marine marchande lui en faisaient une nécessité; mais, dans ces dernières années, l'Angleterre paraît avoir adopté les mêmes vues; les beaux modèles qu'elle a présentés à l'Exposition en sont une preuve non équivoque. Ce sont eux que nous allons examiner en premier lieu.

NAVIRES DE TRANSPORT DE LA MARINE ROYALE ANGLAISE.

Simoon. — Le *Simoon*, exposé par M. Napier, de Glasgow, a été mis sur chantier en 1843 et lancé en 1849. Une machine de quatre cents chevaux lui imprime une vitesse de 10ⁿ 8. Ce navire, de même que la *Megara*, construite à la même époque par M. Fairbairn, est un de ceux que l'Amirauté emprunte au commerce pour les transports de troupes entre l'Angleterre et ses colonies, *et vice versa*. Les armateurs fournissent l'état-major, l'équipage et les approvisionnements. Ce ne sont donc pas des bâtiments faisant partie de la flotte de la Grande-Bretagne, au même titre que les transports français font partie de la flotte française. L'Amirauté délègue seulement un officier de marine, qui veille à ce que les ordres donnés pour l'installation et les approvisionnements soient exécutés avec soin et exactitude.

Himalaya. — Lors de l'expédition de Crimée, les *troop-ships* ordinaires ne pouvant suffire, l'*Himalaya*, qui figure dans la vitrine de MM. Mare et C^{ie}, fut frété par l'Amirauté. Ce magnifique bâtiment, long de 340 pieds, large de 46, était destiné d'abord à la Compagnie Péninsulaire orientale. Les constructeurs n'avaient rien négligé pour le rendre à la fois comme et rapide. La machine de 700 chevaux de force lui donnait une vitesse de 13ⁿ8. Par la rapidité de sa marche, il rendit de grands services en Crimée. Aussi voyons-nous, en 1855, l'Amirauté demander, dans ses nouveaux *troop-ships*, une rapidité plus grande qu'elle ne l'avait exigé jusqu'alors.

Resolute. — Le *Resolute*, construit par MM. Laird frères, possède, malgré des dimensions moindres que le *Simoon*, une machine de 400 chevaux et une vitesse de 11ⁿ5.

Assistance. — L'*Assistance*, construite sur les mêmes plans par les mêmes ingénieurs, possède une vitesse égale.

Orontes, Tamar. — L'*Orontes* et le *Tamar*, construits en 1862 par MM. Laird, ont une machine de 500 chevaux et une vitesse de onze nœuds.

Mais l'Amirauté ne s'est pas seulement préoccupée de l'amélioration que nous venons de constater dans les qualités de marche des bâtiments de transports. Elle exige aussi des armateurs un confort, qu'elle améliore au fur et à mesure que l'expérience lui en démontre l'utilité. En effet, dans les conditions qu'elle requiert pour les *troop-ships*, nous voyons régner une préoccupation constante du bien-être des troupes passagères, préoccupation qui se traduit par la netteté et la multiplicité des détails dans tout ce qui touche à l'installation et aux approvisionnements. Ainsi, par exemple, l'Amirauté exige des logements, des salles de bain, des lavabos, des water-closets pour chaque classe de passagers, pour chaque classe de malades, des objets de literie distincts pour les officiers, les

militaires, les matelots, les malades, les femmes et les enfants. Les maîtres-d'hôtel doivent embarquer des provisions de bouche, des légumes et des vivres frais pour deux jours de plus que n'en comporte la traversée. Il y a des bibliothèques pour l'état-major, les soldats et les matelots. Ces soins intelligents contribuent à entretenir, parmi les passagers, un bien-être physique et moral qui laisse peu de prise au découragement, à la nostalgie et au développement des maladies épidémiques qui en sont souvent la conséquence indirecte.

Nouveaux bâtiments de transport et navires hôpitaux.

Cependant, malgré les qualités précieuses que possédaient les *troop-ships* ainsi installés, ils n'étaient pas encore la dernière expression du progrès. En effet, destinés presque exclusivement à la traversée de l'Inde, les transports ne pouvaient, à cause de la longueur du trajet, s'y rendre directement. Ils transportaient successivement *convicts*, *troupes* et *malades*, et débarquaient à Alexandrie leurs hommes qui traversaient l'Égypte et trouvaient à Suez un autre navire chargé de les conduire à destination. On se rend facilement compte des grandes dépenses occasionnées par l'affrètement de deux navires, le passage des troupes à travers l'isthme, et par les modifications à effectuer dans les aménagements suivant la classe d'hommes transportés. En outre, les malades venant de l'Inde souffraient à l'excès de ce transbordement et si, par une cause quelconque, l'un des deux navires n'était pas exact au rendez-vous, la traversée était retardée et les avantages du trajet par l'Égypte étaient entièrement perdus.

Frappée des inconvénients résultant de cet état de choses et de l'économie à réaliser, l'Amirauté vient d'entrer résolument dans la voie suivie par la France. Elle fait construire des navires de transport qui appartiennent à la marine de guerre et qui feront directement la traversée d'Angleterre dans l'Inde et réciproquement. Elle divise ces transports en deux catégories,

transports de troupes et transports hôpitaux (troop-ships, hospital-ships).

Les transports hôpitaux sont construits par le gouvernement de l'Inde ; les troop-ships, au nombre de cinq, sont construits en Angleterre. Ce sont :

- 1° *L'Euphrates*, par MM. Laird frères ;
- 2° *Le Jumna*, — Palmer frères ;
- 3° *Le Malabar*, — Napier et Sons ;
- 4° *Crocodile*, — Wigram ;
- 5° *Sarapis*, — Thames iron ship building Co.

Tous ces bâtiments sont en fer et construits sur les mêmes plans.

Euphrates. — Le modèle de l'*Euphrates* a été exposé par MM. Laird frères. C'est un magnifique bâtiment de 360 pieds de long, sur quarante-neuf pieds de large. Son tirant d'eau est de dix-neuf pieds à l'avant, de vingt et un à l'arrière. Il déplace 4,173 tonneaux. Une machine de 700 chevaux doit lui imprimer une vitesse de 13^{ns}.

Nous allons décrire avec quelques détails les aménagements de ce navire, qui semble résumer en lui toutes les améliorations réalisées jusqu'à ce jour et dont l'expérience a consacré la valeur.

Construit exclusivement pour le transport des troupes, l'*Euphrates* n'a, dans sa cale, d'autre matériel que ses vivres, ses rechanges, son charbon et les bagages de la troupe ; aussi possède-t-il en abondance de l'eau, des vivres et du charbon. Il a environ 16 jours de chauffe à toute vapeur, ce qui permet au capitaine de relâcher moins souvent, et par suite d'obtenir une réduction dans la dépense, tout en abrégant d'une manière sensible la durée de la traversée. Dans les aménagements de la cale se trouve une soute à glace. C'est là une heureuse innovation, car, pour les navires allant dans les pays chauds, la glace est souvent un objet de première nécessité dont les médecins, les malades et les convalescents connaissent l'import-

tance. Le navire possède, en outre, plusieurs machines à fabriquer la glace.

Le faux-pont et la première batterie sont exclusivement consacrés au logement des troupes.

Dans le faux-pont, à l'arrière, sont huit chambres munies de sofas et de lavabos, destinées à loger chacune deux officiers. Des étagères et deux compartiments sur l'arrière servent à placer les bagages d'un usage journalier. Des réservoirs d'eau fraîche et des lavabos sont placés au milieu du bâtiment entre les chambres; une cloison sépare le logement des officiers de celui des passagers de 2^e classe, c'est-à-dire des sergents-majors, des commis, des mécaniciens. Les sergents-majors occupent avec leur famille une vaste chambre contenant lavabos, divans, couchettes pour les femmes et les enfants. Les tables à manger et les lavabos des sergents-majors sont en face de l'entrée. Au milieu se trouve une salle où se distribuent des *médicaments toniques*; puis viennent des compartiments contenant l'eau et les provisions, une lingerie, une salle de lavage pour les domestiques de la grand'chambre, une salle de bain et de lavage pour les mécaniciens, et une salle de lavage pour les chauffeurs.

Sur l'avant de la machine et des soutes à charbon, se trouve le logement d'une partie des soldats. Les tables se transforment en lits de camp pour la nuit. Des manches à vent en grand nombre et des ventilateurs servent à renouveler l'air. Chaque homme a sa place désignée et numérotée.

La première batterie contient à l'arrière des logements pour vingt officiers et quatre officiers supérieurs. A l'arrière, on rencontre des salles de bain pour les officiers malades.

Viennent ensuite le poste de mécaniciens, les chambres de l'aumônier et du maître mécanicien, les bibliothèques, le logement des troupes installé comme dans le faux-pont, les cuisines de l'état-major et de la troupe, de nouveaux logements pour les familles des sergents-majors. L'hôpital des femmes avec sa pharmacie, les lavabos, les salles de bains, la

boulangerie, l'hôpital de la troupe avec sa pharmacie, etc., puis le poste des femmes de soldat avec leurs couchettes numérotées, leurs lavabos, leur salle de bain, etc.

La deuxième batterie contient la grand'chambre, où mangent et se réunissent les officiers d'état-major du navire. A tribord, sont situées les chambres de ces officiers et le logement du capitaine. A bâbord, le logement du commandant des troupes, celui des dames avec canapés, lavabos, lits pour femmes et enfants; le logement des femmes de chambre et des nourrices des magasins à fourrage, des stalles pour des chevaux, un parc à moutons et un poulailler énormes, des latrines et des lavabos séparés pour la troupe et les matelots, puis l'hôpital des matelots avec pharmacie, salles de bains, etc.; enfin le poste des matelots et la gatte.

La création de logements séparés pour les femmes des soldats et pour les familles des sous-officiers, sont des améliorations sérieuses, morales, dignes d'éloge.

L'installation de bibliothèques pour la troupe est une excellente mesure, car les loisirs créés au soldat passer par la vie de bord sont considérables, et s'il n'avait pas la lecture pour se distraire, il se laisserait abattre par la tristesse et l'ennui, sources de l'affaiblissement moral d'une troupe.

Il a été pourvu très-largement au service des water-closets. Il y en a pour chaque officier supérieur, pour les officiers malades, les officiers de marine, les officiers de troupe, les dames, les femmes de chambre, les femmes des sergents-majors, des soldats, pour chaque classe de malades, pour les mécaniciens, les troupes, les matelots. Il convient de remarquer cette disposition qui, combinée avec l'établissement de lavabos et de salles de bains pour chaque ordre et chaque classe de passagers, place le navire dans les meilleures conditions de salubrité.

Ces détails qu'on ne saurait regarder comme trop minutieux ou vulgaires, quand il s'agit du bien-être des troupes passagères, montrent avec quels soins tout a été étudié et pré-

vu pour les longues et pénibles traversées qu'elles sont destinées à accomplir.

Aussi l'*Euphrates* paraît-il être le type le plus parfait du navire exclusivement destiné au transport des troupes.

Bâtiments hôpitaux.

Nous ne connaissons pas encore quels seront les aménagements des navires hôpitaux de l'Inde, mais nous pouvons nous en faire une idée en examinant l'installation des transports hôpitaux de l'expédition d'Abyssinie.

Ces bâtiments ont été choisis parmi ceux qui étaient déjà utilisés pour les transports militaires. Ils présentent toutes les conditions voulues de ventilation et d'espace. Le *Queen of the south*, par exemple, qui, comme *troop-ship*, transportait 23 officiers et 710 hommes, ne porte, comme *hospital ship*, que 15 officiers, 134 soldats malades et 60 convalescents.

Les convalescents coucheront dans des hamacs, les soldats malades seront couchés dans des cadres.

Ces cadres sont très-espacés, ils sont à bords lacés, ce qui permet au besoin d'accorder plus de place aux membres blessés. Ils sont suspendus longitudinalement à des épontilles et peuvent, de beau temps, être rendus fixes au moyen d'un verrou placé sur l'épontille de support. Les latrines, les lavabos, les salles de bains sont distinctes de ceux de l'équipage. Les fonds du navire sont aérés par les procédés du docteur Edmund. Une bibliothèque est à la disposition des malades. L'approvisionnement d'eau est assuré d'une manière exceptionnelle. Plusieurs machines à fabriquer la glace sont allouées à chaque navire. En un mot, tout ce qui est vraiment utile pour donner aux malades les soins du corps et les distractions de l'esprit se trouve réuni sur ces navires hôpitaux.

Chacun d'eux porte, outre les médecins et les infirmiers, un lieutenant de vaisseau, agent de l'Amirauté.

NAVIRES DE TRANSPORT FRANÇAIS.

Deux navires transports, la *Creuse* et le *Cher*, ont été exposés dans la vitrine française.

En entrant la première dans la voie de la création d'une flotte de transports à vapeur, la France n'a pas pris, pour la classification et l'appropriation de ces bâtiments, le même point de départ que l'Amirauté anglaise. Ainsi la *Creuse* et le *Cher*, qui sont deux types adoptés actuellement dans la marine française, sont classés l'un comme transport écurie, l'autre comme transport, c'est-à-dire qu'ils doivent être employés, la *Creuse* à des transports de chevaux et de matériel, le *Cher* à des transports d'hommes et de matériel.

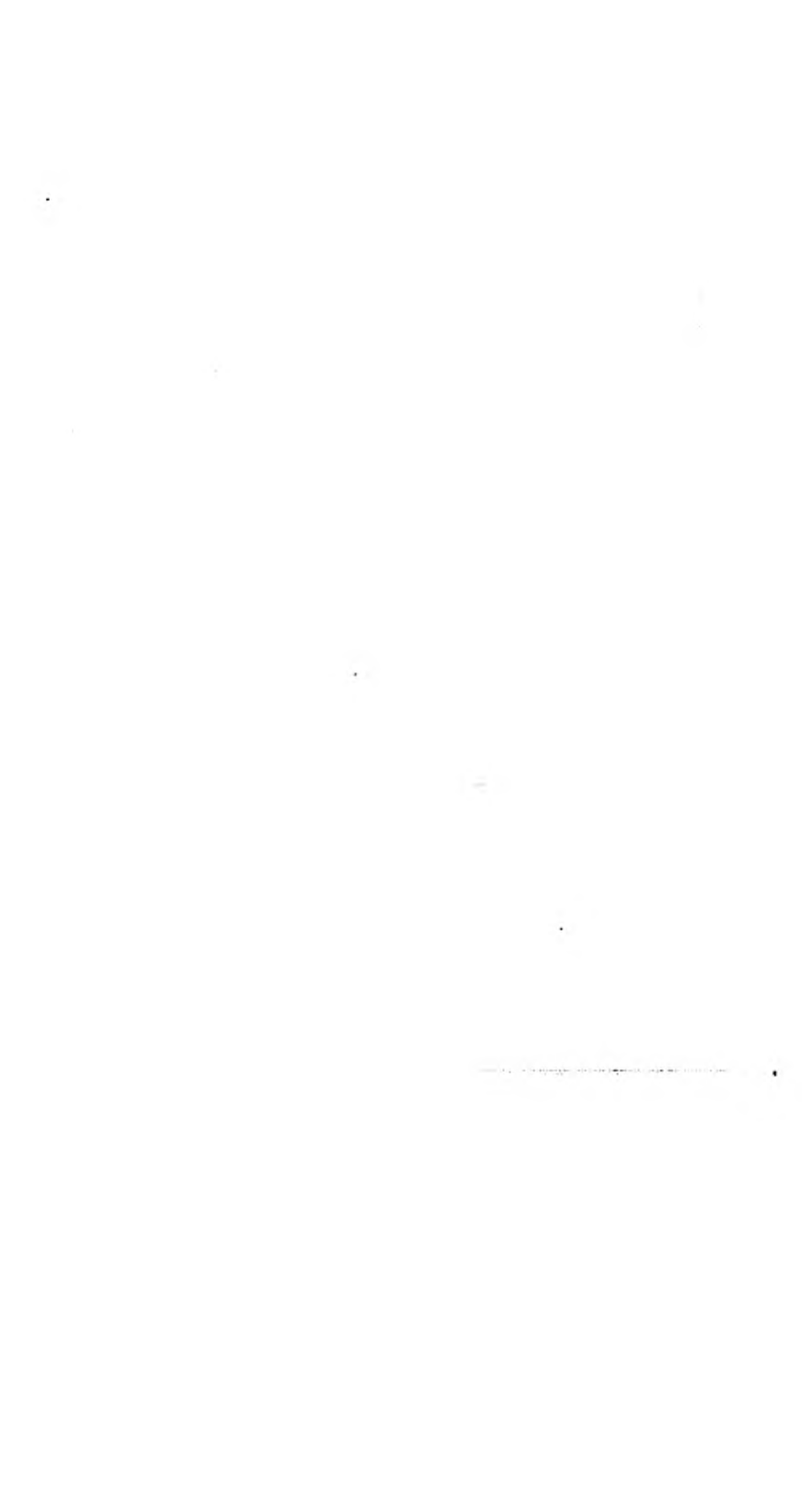
La *Creuse* est un magnifique navire en bois, de 87 mètres de long, de 14 mètres de large, de 6 mètres de tirant d'eau. Dans les expériences, une machine de 500 chevaux lui a imprimé une vitesse de 12 nœuds. Quoique ce bâtiment ait une mâture proportionnée à la faiblesse numérique de son équipage, et qu'il soit construit pour naviguer plutôt à la vapeur qu'à la voile, il possède des qualités nautiques supérieures. Il acquiert sous l'impulsion du vent des vitesses remarquables. Marchant à la fois à la vapeur et à la voile, il atteint jusqu'à 13 nœuds.

Construit surtout en vue du transport de la cavalerie et du matériel de guerre, il a une vaste soute de chargement et une première batterie très-haute, où peuvent entrer sans difficulté les stalles à chevaux; la seconde batterie est disposée de la même façon.

Nous ne retrouvons pas ici toutes les installations de détail établies sur les bâtiments anglais, disposés en vue d'un service spécial. Mais, en créant un type excellent sous le rapport nautique, on a accompli la partie incomparablement la plus difficile de la tâche imposée à l'ingénieur. Il sera, en effet, toujours facile, quand on le voudra, d'établir sur ces navires les

aménagements que réclameraient les exigences d'un service déterminé.

Le *Cher* est un transport qui, suivant le cas, transporte des hommes, des malades et du matériel. C'est un navire de faible tonnage, pouvant prendre 263 tonneaux de chargement en poids avec un déplacement de 1,700 tonneaux. Sa vitesse à la vapeur est de 9 nœuds. Il prend neuf jours de charbon à toute vapeur. Des transports d'un tonnage modéré peuvent être souvent utilisés, lorsqu'on n'est pas obligé d'avoir recours aux grands transports, dont la mise en service est nécessairement très-coûteuse.



CHAPITRE XXI

DES MACHINES A VAPEUR, DES PROPULSEURS DES GOUVERNAILS, DES MATURES ET AUTRES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DES NAVIRES DE GUERRE

Jusqu'ici nous ne nous sommes occupés des bâtiments de guerre, exposés au Champ-de-Mars, qu'au point de vue de leurs facultés offensives et défensives, et c'étaient, en effet, les premières qui dussent attirer l'attention de la haute Commission militaire; mais les qualités de cette nature, si importantes qu'elles soient, ne suffisent pas plus à elles seules pour faire un bon navire de combat, que le sabre et la cuirasse d'un dragon et d'un cuirassier ne suffiraient pour constituer une troupe satisfaisant à toutes les exigences de la guerre.

Le navire est construit dans les dimensions et avec la solidité requises; sa proue est armée d'un éperon redoutable; ses flancs sont protégés plus ou moins complètement par une épaisse cuirasse, et ses batteries contiennent des bouches à feu d'une puissance irrésistible. Il reste à animer cette masse inerte; il faut lui donner la vitesse qui permet, tour à tour, de fondre sur l'ennemi ou d'éviter ses coups, et qui est, à elle seule, une arme puissante, pouvant souvent suppléer à toutes les autres. Il faut aussi lui communiquer cette faculté d'évolution, qui lui permet de se porter en tous sens au gré de celui qui la dirige et qui en fait la plus intelligente de toutes les machines, on pourrait presque dire un être vivant. Les organes

qui vont lui communiquer ces deux qualités indispensables sont la machine à vapeur et le gouvernail. De leurs dispositions plus ou moins heureuses, de leurs proportions plus ou moins convenables, résultent pour le navire des qualités supérieures ou médiocres, c'est-à-dire des chances de succès ou de revers. Les machines à vapeur et les gouvernails tiennent donc le premier rang parmi les objets que reçoit la coque du bâtiment, une fois qu'elle a quitté le chantier de construction, et c'est sur eux naturellement que notre attention doit tout d'abord s'arrêter.

DES MACHINES A VAPEUR MARINES.

On doit se préoccuper, avant tout, de garantir l'appareil mécanique des navires de guerre des atteintes des projectiles ennemis. Privé de son moteur, le bâtiment reste livré sans défense possible aux atteintes de l'éperon, et sa prompte destruction est inévitable. On ne saurait donc assurer une protection trop efficace aux appareils moteurs et évaporatoires, si exposés à des avaries irrémédiables dans le combat.

Les machines les plus légères et les moins encombrantes devraient donc être recherchées de préférence, puisque, d'une part, leur légèreté rend disponible un poids qui peut être reporté sur la cuirasse, dont on est obligé de restreindre l'étendue plus qu'il ne serait désirable, à cause de l'augmentation de leur épaisseur, et, d'autre part, moins les machines s'étendent dans la longueur du navire, et plus il en résulte de réduction possible dans le cuirassement qu'elles exigent *impérieusement*.

Malheureusement, de telles conditions s'accordent généralement assez mal avec celles d'un bon fonctionnement mécanique, surtout au point de vue du combat. Elles impliquent, en effet, de grandes vitesses de piston et des pressions assez élevées, dangereuses en cas d'avaries de chaudières; mais on comprend qu'il est telle disposition de machines qui se rap-

proche davantage du but désirable, et ce sont naturellement celles-là qui doivent être recherchées.

ANGLETERRE.

Machine de la *Saffo*.

Machines de MM. Penn. — Un appareil à grande vitesse de piston, destiné à la corvette non cuirassée la *Saffo*, a été exposé en grandeur naturelle par MM. Penn, de Londres.

Cette machine, qui doit développer une force de 2,100 chevaux de 75 kilogrammètres, ne pèsera que 290 tonnes, machines, chaudières, eau et rechanges compris ; elle occupe un espace de 104 mètres cubes seulement, bien qu'elle soit pourvue de larges condenseurs à surface. C'est un fort beau spécimen de machines marines. L'exécution et la disposition en sont très-remarquables. Les plus petits détails ont été étudiés avec un soin minutieux, et l'on voit que tout a été combiné en vue de l'allure rapide à laquelle la machine est destinée à fonctionner. La vitesse moyenne de piston atteint, en effet, le chiffre de 2^m74. L'appareil moteur, ne pesant que 74 tonnes et produisant à cette vitesse une force de 2,100 chevaux, en réaliserait encore 1,900 de 75 kilogrammètres à la vitesse de 2^m50, récemment employée en France. En Angleterre, les machines doivent développer désormais six fois leur force nominale.

Machines de MM. Maudslay et Field. — MM. Maudslay et Field n'exposent que des modèles de machines : deux appareils à roues, l'un à cylindres fixes et à roues articulées ; l'autre à cylindres oscillants avec pales fixes. Ces types, bien connus, ne présentent aucune disposition nouvelle.

Un troisième modèle représente le type des appareils à deux cylindres, avec condenseurs rejetés aux extrémités de la machine, de manière à laisser à découvert tout le mécanisme des

bielles et des manivelles, type fort admiré à Londres en 1862, alors tout nouveau, et que MM. Maudslay ont adopté pour un grand nombre d'appareils, livrés depuis cette époque à l'amirauté anglaise et à diverses marines étrangères (1).

Le quatrième modèle, envoyé par MM. Maudslay et Field, est une machine à trois cylindres placés côte à côte sur l'un des côtés du navire, et dans laquelle on s'est moins préoccupé de la légèreté et de la condensation de l'appareil que du fonctionnement économique, attendu de l'emploi simultané d'une grande détente, de surchauffeurs et de condenseurs à surface. La première machine de ce système a été montée en 1862 sur l'*Ottavia*, et paraît avoir donné des résultats très-satisfaisants; mais il a le grave inconvénient, au point de vue d'un cuirassement efficace, d'occuper un grand espace dans le sens de la longueur du navire, et d'avoir un poids relativement considérable. Cette machine, à trois cylindres recevant chacun directement la vapeur des chaudières, était, en 1862, la première achevée parmi un petit nombre d'appareils commandés par l'amirauté. Toutefois, MM. Maudslay et Field annoncent qu'ils en ont reproduit le type sur douze bâtiments, parmi lesquels on remarque le *Wilhem-I^{er}*, de 1,450 chevaux, frégate cuirassée appartenant à la marine prussienne, et le *Lord-Warden*, de 1,000 chevaux, de la marine britannique. Ce système est également en expérimentation en France, comme nous le dirons ci-après.

MM. Ravenhill et Logdson n'ont envoyé que deux modèles. L'un représente la machine des célèbres paquebots le *Leicester* et le *Connaught*, considérés en Angleterre comme les plus rapides du monde. Le second représente la machine de la frégate cuirassée le *Lord-Clyde*, de 1,000 chevaux de puissance

(1) Bâtiments de l'Amirauté anglaise : *Azincourt*, 1,350. — *Prince Consort*. — *Caledonia* — *Ocean*, 1,000.

Marine Italienne : — *Roma*, 900. — *Venetia*, 700. — *Affondatore*, 700. — *City of Genoa*.

Bâtiment turc : *Koshorra*, 700.

nominale. Cette machine est, à peu de chose près, construite sur les plans du type que la même usine avait exposé à Londres en 1862, et qui mérita alors de grands éloges.

Elle est à bielle renversée, avec condenseurs à surface et injection supplémentaire ordinaire. Cette machine est très-satisfaisante dans son ensemble.

MM. Humphrys et Tenant ont envoyé à l'Exposition :

1^o Un modèle reproduisant le type que ces constructeurs ont adopté pendant longtemps, et dont un fort beau spécimen a été exposé à Londres en 1862. Ce système est à bielle directe, d'où résulte une simplicité mécanique dont n'approchent pas les machines à bielles renversées;

2^o Le modèle de la machine du *Monarch*, de 1,100 chevaux, à bielle renversée. On peut regretter de ne pas y retrouver la simplicité mécanique du type précédent; elle paraît même un peu plus compliquée que les machines analogues des autres fabricants. Elle paraît très-robuste dans son ensemble.

L'exposition des machines marines anglaises permettait d'apprécier les ingénieuses dispositions du mécanisme des appareils fournis à l'Amirauté anglaise par les principaux constructeurs; mais elle ne pouvait renseigner, ni sur les puissances effectivement réalisées, ni sur la dépense du combustible, non plus que sur la valeur du travail d'exécution, à l'exception toutefois de la machine de MM. Penn, à laquelle nous avons dû décerner, sous ce rapport, de justes éloges.

Nous avons pu néanmoins constater que les machines de frégates cuirassées, placées sur des bâtiments d'un déplacement plus considérable que les nôtres, ont aussi des puissances effectives sensiblement plus grandes, et que, pour les navires à grande vitesse, les Anglais abordent des vitesses de piston peut-être exagérées, qui s'expliquent, jusqu'à un certain point, par l'excellence des matériaux qu'ils emploient, le fini de l'exécution, et surtout par la confiance qu'ils ont dans l'habileté et les soins vigilants du personnel destiné à les conduire.

FRANCE.

Le nombre des diverses machines marines exposées par les constructeurs français, soit en grandeur naturelle, soit sous forme de modèles, est très-considérable.

Usine impériale d'Indret.

Cette usine a exposé trois machines marines, et l'appareil même de la frégate cuirassée le *Friedland*.

Les trois modèles sont ceux :

- 1° D'une des deux machines du garde-côte le *Taureau*;
- 2° De machines pour avisos de 150 chevaux;
- 3° De la machine du *Friedland*.

Dans toutes ces machines, M. Sabatier, directeur de l'établissement d'Indret, s'est inspiré de la disposition des nouvelles machines de MM. Maudslay, qui consiste à former, de chaque condenseur, de la pompe à air et de sa bêche, un groupe compact, et à placer ces deux groupes en dehors du mécanisme, en face des flancs extrêmes des cylindres, de manière à dégager les tiges des pistons, leurs traverses, les guides des traverses et les grandes bielles. Il s'ensuit que le mécanicien peut embrasser d'un coup d'œil tout le mécanisme et porter la main sur toutes les pièces. Ces avantages entraînent, il est vrai, une augmentation dans la longueur de l'appareil moteur.

Les machines exposées par l'usine d'Indret peuvent, au point de vue de la disposition du mécanisme, de la simplicité élégante des formes, de l'accessibilité de toutes les parties et de l'entente des détails, soutenir toute comparaison avec les plus belles machines.

Machine du Taureau. — Dans cette machine, les deux cylindres sont solidement reliés l'un à l'autre. Le mécanisme de

mise en train et celui de détente sont fort simples. Le *Taureau* est pourvu de deux machines semblables, dont chacune actionne une hélice distincte, et dont la force nominale collective est de 500 chevaux.

Machine du Friedland. — Cette machine a été complètement montée dans le hangar de la berge, où elle a fonctionné pendant toute la durée de l'Exposition. Comme la machine de l'*Ottavia*, de MM. Maudslay et Field, avec laquelle elle a d'ailleurs une grande analogie, elle comporte trois cylindres à vapeur placés côte à côte, mais elle repose sur un principe différent, imaginé par M. Dupuy de Lôme, directeur du matériel de la marine, et dérivé du système de Woolf.

Au lieu d'affluer simultanément dans les trois cylindres, comme dans l'appareil de l'*Ottavia*, la vapeur ne s'introduit directement que dans le cylindre milieu, d'où elle se rend dans les cylindres extrêmes. Ce système est actuellement en expérimentation sur plusieurs navires de la flotte, dont les machines ne diffèrent de celles du *Friedland* qu'en ce que leurs cylindres ne sont pas munis d'enveloppes traversées par la vapeur, avant que celle-ci arrive aux tiroirs du cylindre milieu.

Cette belle machine, par le fini de l'exécution et ses remarquables dispositions, fait le plus grand honneur à l'usine d'Indret.

Elle occupera, il est vrai, une étendue considérable sur la longueur du bâtiment (10^m37), mais cet inconvénient perd de son importance dans le cas actuel, puisque la frégate qui doit la recevoir ne comporte pas de cuirassement spécial pour la protection de l'appareil moteur.

Le cylindre milieu actionne deux puissantes pompes d'épuisement, destinées à combattre les voies d'eau considérables qui pourraient se produire dans un échouage ou pendant le combat.

On a établi sur deux frégates cuirassées, la *Gauloise* et la

Revanche, des machines identiques à celles du *Friedland*, mais sans enveloppes de vapeur aux cylindres, et recevant directement la vapeur dans les trois cylindres comme dans l'appareil de l'*Ottavia*; elles sont, par conséquent, du même système. Ces machines sont également en expérimentation.

Usine du Creusot.

L'usine du Creusot a exposé deux machines marines remarquables par la beauté de l'exécution. L'une de ces machines, destinée à la frégate cuirassée l'*Océan*, est semblable à celle du *Friedland*, en ce qui concerne le système, les dispositions principales et la puissance nominale. Les plans en ont été dressés par M. *Mathieu*, ingénieur en chef du Creusot.

Les condenseurs et leurs bâches sont placés directement en face des cylindres extrêmes, ce qui diminue de plus d'un mètre la longueur de l'appareil, comparativement à celle du *Friedland*, et lui donne une apparence de solidité très-satisfaisante; mais les pièces principales du mécanisme sont beaucoup moins dégagées et moins à la vue que dans cette dernière machine. Les détails de la machine sont extrêmement soignés et les pièces de forge sont d'une grande beauté. En somme, c'est un fort bel appareil, et l'on voit qu'il sort de mains habiles et expérimentées.

Une puissante pompe d'épuisement est établie en face du cylindre milieu.

La deuxième machine exposée, de 265 chevaux, doit former la moitié de l'appareil du *Cerbère*.

Si la machine de l'*Océan* a été exécutée avec un soin particulier et une grande netteté de ligne, celle du *Cerbère* l'a été avec une véritable coquetterie; on en a fait un appareil de luxe.

Le type de cette machine, qui est celui à deux cylindres du *Creusot*, est d'ailleurs très-satisfaisant.

On remarque enfin, dans l'exposition du *Creusot*, les plans

de la machine du paquebot de la Compagnie transatlantique le *Saint-Laurent*, de la force de 800 chevaux. La supériorité de cette machine sur celle des autres paquebots de New-York, soit sous le rapport économique, soit surtout sous celui des frais d'entretien, doit être attribuée principalement à l'allure modérée de ses pistons, qui transmettent le mouvement à l'arbre de l'hélice au moyen d'un engrenage multiplicateur.

Société des forges et chantiers de la Méditerranée.

Cette Société a exposé, outre un grand nombre de modèles, le squelette de la machine du *Marengo*, de 950 chevaux, et une machine complète à hélice de 300 chevaux.

La machine du *Marengo* est, en outre, représentée à l'Exposition par un modèle complet et par un certain nombre de pièces mobiles destinées à faire partie de la machine. Ces pièces détachées ont été établies dans les positions qu'elles doivent occuper les unes par rapport aux autres. Elles méritent d'être signalées par leur belle exécution.

La machine est du même système que celles du *Friedland* et de l'*Océan*, c'est-à-dire établie d'après le principe Woolf, et de même puissance. Les dispositions générales auront de l'analogie avec celles des machines de l'*Océan*. Les condenseurs et les bâches recouvrent les glissières des pieds des bielles. Nous avons indiqué les avantages et les inconvénients de cette disposition.

La machine de 300 chevaux est horizontale, à bielle renversée et tiroirs latéraux; elle est du même système que celle du *Frederick-Karl*, de 950 chevaux, dont le modèle est exposé. Ces machines semblent être comme le type nouveau de la *Société des forges et chantiers*. Elles présentent des dispositions d'ensemble très-satisfaisantes.

Parmi les modèles, on remarque ceux des machines de 1,000 chevaux de la *Numancia* (Espagne), de 600 chevaux du *Mast* (Égypte), d'appareils divers pour canonnières tur-

ques, etc. On voit que les produits de cette usine sont aussi hautement appréciés à l'étranger qu'en France.

Chantiers et ateliers de l'Océan, de MM. Mazeline.

Cette usine a exposé le modèle de la machine du *Magenta*, et une machine de 450 chevaux nominaux, destinée à la corvette cuirassée l'*Atalante*.

La machine du *Magenta*, de 1,000 chevaux, est à deux cylindres et à bielles renversées; elle a donné, ainsi que quatre autres machines semblables, (*Solférino*, de 1,000 chevaux, *Normandie*, 900, *Couronne*, 900, et *Napoléon*, 900), de magnifiques résultats d'utilisation pendant le voyage d'expériences des cuirassés en 1863.

Quant à la machine de l'*Atalante*, elle est établie d'après les conditions imaginées par M. le directeur du matériel, Dupuy de Lôme, c'est-à-dire à trois cylindres avec introduction directe dans un seul. Les condenseurs sont établis au-dessus des glissières. Tous les détails relatifs à la mise en train, au mécanisme de distribution et à la manœuvre de la machine, sont parfaitement entendus et ont été admirablement exécutés; en un mot, cette machine est digne de l'usine si renommée de MM. Mazeline.

MM. Fraissinet père et fils, de Marseille.

MM. Fraissinet père et fils, de Marseille, ont exposé une machine à pilon d'un type remarquable par sa simplicité. Elle est pourvue d'un condenseur à surface.

A la suite d'études persévérantes, ces constructeurs ont apporté à leur condenseur diverses dispositions judicieuses, propres à obvier à la prompte détérioration des parois en fonte et des chaudières qu'entraîne l'emploi de l'eau distillée. Ces dispositions, d'une application facile, méritent d'être recommandées.

Machine de MM. Claparède et Cie.

La machine à pilon, exposée par M. Claparède, est munie d'un condenseur à surface. Les détails de la régularisation ont été étudiés avec beaucoup de soin, en vue d'équilibrer les efforts et de régulariser le mouvement. Les diverses pompes sont aussi disposées de manière à s'équilibrer. Cette machine peut à volonté, par une simple manœuvre des registres, fonctionner à haute pression d'après le principe de Woolf, et à moyenne pression d'après le système ordinaire ; disposition ingénieuse, qui a d'autant plus d'importance que les idées ne sont pas encore absolument fixées sur les avantages relatifs des deux systèmes, au point de vue de leur emploi sur les bâtiments. Cette machine, est d'ailleurs bien exécutée et constitue une étude intelligente du problème de l'emploi de la détente dans les machines à cylindres multiples.

Machine de M. Bèrendorf père.

Cette machine est établie d'après le système de Woolf, et très-ingénieusement disposée ; elle est double et se compose de deux groupes formés chacun d'un cylindre à haute pression et d'un cylindre à basse pression. Les dimensions de ces cylindres sont calculées, de manière à ce que les efforts sur les pistons soient à peu près égaux, et que la traverse de la grande bielle, également pressée des deux côtés, ne fatigue pas les coulissex. La disposition de l'appareil, qui est d'ailleurs peu encombrant, permet de donner une grande longueur à la bielle ; mais exigeant une grande hauteur, ce type est peu applicable aux navires de combat, dont la machine doit être soustraite, autant que possible, aux coups de l'ennemi.

ITALIE.

Il n'y a à l'Exposition qu'une seule machine marine qui

sorte des usines italiennes. Elle est due à MM. Westermann frères, de Gênes, et présentée comme appareil d'une canonnière à deux hélices, de 35 chevaux, à deux cylindres horizontaux avec bielles renversées. Les dispositions de cette machine sont très-bonnes.

AUTRICHE.

L'Autriche n'expose qu'un modèle de la machine de 800 chevaux, le *Ferdinand-Max*, provenant de l'établissement technique de Fiume. Elle comporte deux cylindres horizontaux à bielles renversées. Cette machine est d'un aspect très-satisfaisant; mais le modèle ne peut être considéré en quelque sorte que comme une ébauche, ne donnant qu'une idée incomplète de la machine.

ESPAGNE.

L'industrie des machines marines en Espagne n'est représentée à l'Exposition universelle que par un petit modèle, présenté par M. Cefuentès y Caveda, de Gijon (Oviedo). Il représente une machine sans condensation à deux cylindres à fourreau, inclinés à 45 degrés et renversés, dont les bielles agissent directement sur une même manivelle.

SUÈDE.

La Suède a exposé une petite machine à haute pression, à un seul cylindre renversé, qui paraît fort bien exécutée; elle est due à M. O. Carlsund, et provient de l'usine de Motala. La disposition adoptée pour les tiroirs de distribution et de détente, et le mécanisme qui les commande, méritent d'être remarqués. Elle est très-simple, et se recommande par la facilité avec laquelle on manœuvre le mécanisme.

GÉNÉRATEURS DES MACHINES MARINES.

Il y a peu de chose à dire sur les générateurs, car ils n'ont pas fait, depuis l'exposition de 1862, les mêmes progrès que les machines. L'Exposition n'en offre que de rares spécimens.

AUTRICHE.

L'Autriche expose un type de chaudières qui appartient à la compagnie générale de la navigation sur le Danube. Les corps de chaudières sont cylindriques à section elliptique. Le grand axe de l'ellipse étant horizontal, les foyers placés dans ces enveloppes ne peuvent être égaux. Ceux qui sont au centre sont plus hauts et plus larges. Au-dessus des foyers sont les tubes bouilleurs pour les retours de flamme. La boîte à fumée est extérieure et rapportée. Elle forme une vaste caisse dans laquelle est établi un réservoir de vapeur supplémentaire cylindrique, qui est ainsi enveloppé de toutes parts par les gaz chauds qui se rendent à la cheminée ; ce genre de surchauffeur se recommande par sa simplicité.

FRANCE.

La marine a exposé quatre corps de chaudières tubulaires à retour de flamme, qui forment la moitié de l'appareil évaporatoire de la machine du *Friedland*. Elles ne se différencient des chaudières tubulaires antérieurement en usage que par la complète séparation des foyers, non-seulement dans les boîtes à feu, mais même dans les boîtes à fumée.

En général, le type employé dans la marine militaire est reproduit, par les usines de l'industrie privée française, pour les appareils livrés au commerce. La *Compagnie des forges et chantiers* en a fait d'importantes livraisons aux gouvernements

étrangers. Ces faits ne peuvent que prouver en faveur de ce modèle de chaudières.

Chaudière de M. Claparède. — M. Claparède a exposé un des deux corps de chaudières de l'appareil dont il a été question plus haut. C'est certainement un des meilleurs types de chaudières à haute pression pour navires qui aient été produits jusqu'ici.

La forme de l'enveloppe et du foyer étant des formes d'équilibre stable, il n'y a point de tirants, ce qui est très-appréciable. Lorsqu'il est nécessaire de réparer les chaudières, on retire en grand, avec facilité, le foyer avec la boîte à feu et le jeu de tubes. Ce genre de chaudières présente de sérieuses garanties de bon fonctionnement et de sécurité.

Chaudières Belleville. — Les cas d'application de la haute pression aux appareils de navigation maritime sont fort rares. Cela tient à l'insécurité des chaudières à haute pression et à l'impossibilité de porter l'eau de mer à une température élevée, sans s'exposer à recouvrir les surfaces internes d'abondants dépôts de sels calcaires.

On remédie à ce dernier inconvénient, en employant des condenseurs à surface, dans lesquels la vapeur et l'eau de mer réfrigérante restent séparées; l'emploi des chaudières Belleville pourrait peut-être obvier au premier.

Ces chaudières sont en essai dans la marine impériale, à bord de l'*Argus* et de la *Vienne*. L'expérience indiquera si l'emploi peut en être étendu aux appareils de grande puissance.

Les générateurs Belleville sont composés de serpentins en fer, contenant l'eau et la vapeur et complètement immergés dans la flamme; ils ne renferment que des volumes très-faibles d'eau et de vapeur. Leurs formes les rendent capables de supporter d'énormes pressions et une explosion ne pourrait être que locale, mais elles exigent l'emploi d'une eau très-pure, car les dépôts s'y forment promptement et sont difficiles à en-

lever. Elles demandent, en outre, une surveillance attentive, la température et la pression de la vapeur y variant avec une extrême rapidité.

SURCHAUFFEURS.

Il est actuellement peu de chaudières nouvellement établies qui ne soient pourvues d'un appendice propre à utiliser une partie de la chaleur des gaz qui se rendent à la cheminée, pour donner à la vapeur une température un peu supérieure à celle qui correspond à sa pression.

On a cherché d'abord, à donner à la vapeur une température très-élevée, mais on n'a pas tardé à reconnaître que les avantages de cet excès de température étaient minimes, tandis que les inconvénients (destruction des garnitures, grippements des cylindres, tiroirs et pistons) étaient très-sérieux. Aujourd'hui, on se borne, pour ainsi dire, à sécher la vapeur. Les constructeurs anglais n'ont envoyé aucun modèle de chaudières marines ; on ne peut donc apprécier la valeur des surchauffeurs qu'ils emploient.

Dans la section française, un seul modèle est exposé, celui du surchauffeur Delafond et Corradi. Il a été expérimenté sur le vaisseau le *Fontenoy*. Il est d'une construction très-compiquée et donne à la vapeur un excédant de température trop considérable.

Le surchauffeur ou plutôt le sécheur des chaudières réglementaires du *Friedland*, qu'on voyait dans le hangar de la berge, a été calculé pour n'élever que de vingt degrés au maximum la température qui convient à la pression. Il a l'inconvénient, pour un navire de guerre, d'élever d'environ 2 mètres la hauteur de l'espace occupé par la vapeur.

PROPULSEURS.

Le propulseur est un organe des plus importants du navire

de combat. Pour les navires de commerce, on recherche surtout celui qui procure la meilleure utilisation; mais, pour le bâtiment de guerre, il est aussi d'une grande importance de se préoccuper de sa vulnérabilité, de sa mise hors de service, même momentanée, par les engins de guerre de l'ennemi. Le choc de l'éperon, l'action des torpilles, certains obstacles semés sur la route du navire, peuvent opérer la destruction du propulseur ou en paralyser le fonctionnement assez longtemps pour déterminer la perte du vaisseau qu'il doit faire mouvoir. L'obstacle plus ou moins grand que les hélices opposent au sillage, lorsqu'on navigue à la voile, est encore d'une importance majeure pour les bâtiments de guerre, qui ont un grand intérêt à ménager leur combustible, afin d'élargir autant que possible leur sphère d'action. Malheureusement, les conditions d'utilisation et d'invulnérabilité relative semblent presque inconciliables; une hélice à deux ailes doubles ou simples, maintenue verticalement, échappe plus facilement aux atteintes de l'éperon et des torpilles, peut traverser impunément les obstacles disposés pour en paralyser l'action, mais il paraîtrait, quoique le fait soit contesté par des personnes compétentes, que son utilisation est inférieure à celle des hélices à ailes déployées, surtout pour les très-grandes vitesses; or, on est toujours disposé à faire des sacrifices en faveur des avantages qui résultent de la rapidité de la marche.

Un ingénieur français, M. Sollier, avait, dès 1854, imaginé une hélice susceptible de satisfaire à ces exigences multiples et, en apparence, contradictoires. L'hélice de M. Sollier était disposée de telle sorte, qu'on pouvait à volonté la faire fonctionner soit comme hélice à quatre ailes déployées soit comme propulseur à deux ailes simples. Les expériences qui en ont été faites n'ont dû leur insuccès qu'à certaines circonstances défavorables qui ne touchent en rien au principe de cet ingénieux système, et il serait d'un grand intérêt de les renouveler.

Les hélices adoptées par les diverses nations maritimes

différent beaucoup entre elles. Il serait bien difficile de décider à quel système devrait être accordé la préférence sous le rapport de l'utilisation. Cette question ne pourrait être résolue que par des expériences comparatives, d'ailleurs fort délicates, qui n'ont pas été faites.

ANGLETERRE.

Hélice à deux ailes. — Pendant longtemps la marine militaire anglaise n'a employé qu'une seule espèce d'hélice, celle à deux ailes, ou hélice *Smith*, dont la forme définitive a été déterminée par les expériences du *Rattler*. Cette hélice était à directrice et à génératrice droites.

Sur les vaisseaux et les grands bâtiments cuirassés anglais, le diamètre dépasse souvent six mètres, le rapport du pas de l'hélice au diamètre est généralement voisin de un et un quart, mais parfois il descend au-dessous de l'unité ; parfois aussi, il dépasse un et demi ; enfin la somme des surfaces des deux ailes est comprise entre le tiers et le quart de la surface totale de l'hélicoïde, correspondant à un pas entier de l'hélice.

L'avantage essentiel de cette hélice, aux yeux des marins anglais, est d'occuper peu de place en longueur et en largeur, lorsqu'elle est placée verticalement, et de n'exiger alors qu'une section horizontale restreinte du puits pratiqué dans la coque pour remonter l'hélice lorsqu'on veut marcher à la voile, et se débarrasser de la résistance qu'offre toujours le propulseur lorsqu'il cesse d'être actionné par la machine.

L'hélice ordinaire à deux ailes est encore employée aujourd'hui sur beaucoup de bâtiments de tous rangs. On la voyait à l'Exposition sur un grand nombre de modèles. L'avantage qu'elle offre à la navigation à voiles par la facilité de son démontage est évident, mais on conteste à l'hélice à deux ailes, pour la marche à la vapeur à grande vitesse, une efficacité égale à celle des hélices à quatre ou six ailes qui ont été plus particulièrement employées dans la marine française.

Hélice à quatre ailes. — Les changements apportés dans la construction et la tactique navales par la cuirasse et l'éperon, ayant fait attacher un plus haut prix à la vitesse à la vapeur, l'Amirauté anglaise s'est décidée à introduire l'hélice à quatre ailes à bord de ses bâtiments ; et il résulte du rapport du contre-amiral Yelverton, commandant en chef l'escadre d'évolutions anglaise, que la plupart des navires de cette escadre en étaient munis.

Les proportions des hélices anglaises à quatre ailes ne diffèrent généralement de celles des mêmes hélices à deux ailes, que par la répartition de leur surface totale.

Le grand nombre d'éléments géométriques qui définissent et déterminent les surfaces hélicoïdes employées à la propulsion offrait un vaste champ à des modifications ; aussi vit-on en Angleterre de nombreux inventeurs proposer la substitution d'hélices de leur façon, à surfaces parfois contournées d'une manière bizarre, aux hélices régulières adoptées par l'Amirauté et le commerce anglais. Parmi ces éléments, la génératrice, la directrice et surtout les contours de la surface poussante qui déterminent sa figure, sont ceux qui ont le plus occupé les inventeurs. En réalité les effets dynamiques du propulseur dépendent souvent beaucoup moins de sa figure que de ses proportions et de ses relations avec le bâtiment et la machine.

On admet aujourd'hui, sur la foi de nombreuses expériences, que la courbure de la génératrice, quel qu'en soit le sens, n'exerce pas sur les résultats une influence appréciable.

A défaut d'expériences comparatives directes, ces développements étaient nécessaires pour faire comprendre la nature et la valeur probable de celles des hélices proposées par des inventeurs anglais qui ont été établies sur des bâtiments de guerre de cette nation ou qui figurent à d'autres titres à l'Exposition universelle.

Hélice Griffith. — Une seule, l'hélice Griffith, a été adop-

tée par l'Amirauté, concurremment avec les hélices ordinaires à deux ou quatre ailes. Les ailes de cette hélice sont implantées sur une grosse boule creuse (boss) formant moyeu. Elle ont leurs directrices droites et leurs génératrices recourbées de façon à présenter la convexité au choc du fluide. Leur pas descend rarement au-dessous d'une fois et quart et dépasse parfois une fois et demie le diamètre. La fraction de pas, employée pour former le propulseur, varie suivant la distance au centre : elle a sa valeur maximum au milieu de l'aile et va en décroissant de ce point au moyeu et à l'extrémité.

Hélice Maudslay. — L'exposition anglaise montre aussi, sur un modèle de M. Maudslay qui avait déjà figuré aux expositions antérieures, l'ingénieux procédé employé par ce fabricant pour faire varier l'inclinaison des ailes de l'hélice, de l'intérieur du bâtiment, en profitant d'un court arrêt de la machine.

Hélices doubles ou jumelles. — Toutes les hélices dont on vient de parler sont établies dans le bois mort du navire, c'est-à-dire dans son plan longitudinal en avant du gouvernail. L'Exposition de 1867 renferme, en outre, des modèles de navires à deux hélices dont chacune est suspendue au moyen de orts étriers sous les hanches du navire, de chaque côté et un peu en avant de la position habituelle. On a indiqué ailleurs le but et le résultat de cette installation.

FRANCE.

Classification des hélices françaises.

Les hélices qu'on voit sur les modèles de l'Exposition française peuvent se classer en deux genres, le premier comprenant celles dont toutes les ailes, au nombre de quatre ou six,

sont rapportées sur le même moyeu et déployées à intervalles égaux ; le second, comprenant les hélices dites du système Mangin, dont chacune se compose de deux hélices ordinaires à deux ailes, placées l'une devant l'autre sur un arbre commun.

Les premiers vaisseaux rapides français ont reçu indistinctement des hélices déployées, à quatre ou six ailes, ou des hélices *Mangin*, mais l'hélice à six ailes paraissait définitivement adoptée pour tous les grands bâtiments cuirassés, lorsque divers accidents de rupture d'hélice, accompagnés de circonstances diversement interprétées, firent pencher la balance en faveur des hélices à quatre ailes. C'est un propulseur de cette espèce qui est établi sur l'arbre de la machine du *Friedland*, dans le hangar de la marine française à l'Exposition universelle, et qui est destiné à nos nouveaux vaisseaux cuirassés du même type.

Hélices à six ailes. — Les hélices à six ailes, placées à bord de plusieurs frégates cuirassées françaises, comme la *Gloire*, ont 5^m80 de diamètre, un pas moyen d'environ 8^m50 et une surface comprenant le quart du pas entier dans la partie centrale. Leur directrice est courbe. Elles sont composées d'ailes rapportées sur un moyeu central de forme sphéro-conique, dans lequel leurs tenons sont solidement assujettis par des clavettes. Ces ailes ont la forme rectangulaire d'ailes de moulin, par suite de la réduction de la fraction de pas en allant du centre à la circonférence. Cette diminution graduelle de la fraction de pas atténue sensiblement la résistance que l'hélice à deux ailes simples ou doubles oppose au sillage du navire marchant à la voile seulement. Elle présente, en outre, ce grand avantage, pour les hélices dont il s'agit aussi bien que pour celles à ailes déployées, de n'attaquer l'é-tambot que par les divers points successifs des arêtes des ailes, du moyeu à la circonférence. Il en résulte une réduction notable des vibrations et, par suite, une augmentation d'utilisation, malgré la réduction de la partie de surface la plus

favorable. Cette idée ingénieuse est due à M. le capitaine de vaisseau Bourgois (1).

Hélices à quatre ailes. — L'hélice à quatre ailes de la *Provence* est construite de la même façon que les hélices à six ailes; mais son diamètre a été porté à 6^m10 et sa directrice est droite. Son pas est constant égal à 8^m65.

Mode d'installation. — Le mode d'installation des hélices est d'ailleurs le même, qu'elles aient quatre ou six ailes. Elles sont établies en porte-à-faux, à l'extrémité de leur arbre, reposant sur un coussinet que supporte une chaise en métal, solidement chevillée sur la face postérieure du faux étambot.

L'arbre de l'hélice pénètre à l'intérieur en traversant un presse étoupe; un embrayage le réunit à l'arbre de la machine.

Navigation à la voile. — Lorsqu'on veut marcher à la voile, l'arbre de l'hélice est désembrayé et l'hélice tourne alors par l'effet du sillage, en opposant à la marche une résistance en rapport avec les frottements qu'éprouve l'arbre dans ses coussinets pendant sa rotation. La valeur relative de cette résistance est d'autant plus élevée que le sillage est plus faible. Il y a même une limite variable, en moyenne cinq nœuds sur les bâtiments anglais et français, où l'hélice arrêtée par ce frottement cesse de tourner et oppose à la marche du navire toute la résistance de sa surface immobile. La réduction qui en résulte dans le sillage est évaluée par l'amiral Yelverton de 1 nœud à 1ⁿ5.

L'inconvénient que présentent ces hélices d'opposer parfois un sérieux obstacle à la marche à la voile paraît racheté, pour la marche à la vapeur, par une certaine supériorité dont le chiffre, toutefois, est l'objet de quelques doutes, et seulement lorsqu'il s'agit des vitesses rapides qu'atteignent aujourd'hui les bâtiments cuirassés.

(1) Aujourd'hui contre-amiral.

Hélice Mangin à ailes repliées. — C'est dans le but d'éviter cet inconvénient, qu'ont été conçues les dispositions de l'hélice *Mangin*. Cette hélice, comme on l'a déjà dit, est formée de deux hélices ordinaires à deux ailes placées l'une devant l'autre sur le même arbre. Chaque aile a aussi la forme rectangulaire d'une aile de moulin, de façon à être presque entièrement abritée par le faux étambot, lorsqu'on la place verticalement pour marcher à la voile.

Comparaison des hélices *Mangin* et des hélices affolées.

Les hélices à ailes doubles du système *Mangin* ont été établies sur un grand nombre de vaisseaux à vapeur français à mâtures complètes, particulièrement sur *le Jean-Bart*, *le Fontenoy*, *la Ville-de-Bordeaux*, *la Ville-de-Lyon*, *le Bayard*, *le Masséna*, *le Castiglione*, *le Tilsitt*, *le Redoutable*, *l'Arcole*. Pour les grands bâtiments cuirassés, comme *le Solférino*, *le Magenta* et les frégates dont les mâtures sont extrêmement réduites, on s'en est tenu aux hélices déployées à quatre ou à six ailes. L'hélice *Mangin* n'a été établie qu'à bord des corvettes cuirassées du type *Alma* et *Belliqueuse*, destinées aux longues campagnes et portant, en raison de cette destination, une mâture complète de navires à voile. Mais, comme nous l'avons dit, l'usage de l'éperon a créé, pour les combats de mer, des conditions nouvelles qui peuvent modifier en certains cas les appréciations jusqu'ici admises.

L'hélice qui aurait les plus grandes chances d'être mise momentanément ou tout à fait hors de service, serait aussi celle qui ferait courir au navire le plus grand péril, celui d'être livré sans mouvement aux coups d'éperon de l'adversaire, et il faudrait connaître exactement alors par quelle supériorité de vitesse elle compenserait un inconvénient aussi grave, avant de lui donner la préférence, malgré ce qu'il peut y avoir de redoutable dans une pareille éventualité.

Or, si l'on compare à ce point de vue, dont l'intérêt naît

de la situation même, l'hélice déployée à quatre ou six ailes à l'hélice repleyée du système Mangin, on voit aisément que les chances d'être engagées par des débris, sont bien plus grandes pour les premières que pour les secondes ; car s'il est vrai que, pendant la marche, la rapidité de la rotation égalise les chances de rencontrer des débris flottants ou la pointe de l'épéron d'un ennemi, il n'en est pas de même quand l'hélice est stoppée, comme elle doit l'être toutes les fois qu'on peut craindre qu'elle ne soit dangereusement heurtée ou engagée par des cordages et des corps flottants.

L'hélice à deux ailes doubles mériterait donc la préférence, au point de vue du combat comme à celui de la navigation à la voile, si elle pouvait procurer au navire, à égalité de puissance motrice, une marche aussi rapide que l'hélice à quatre ou six ailes déployées. Les expériences faites à bord de *l'Arcole* en 1864, en présence d'une commission présidée par le contre-amiral Labrousse, établissent cette égalité d'effet utile des deux hélices pour des vitesses de dix à onze nœuds, mais elles constatent malheureusement une certaine infériorité de l'hélice à deux ailes doubles, par rapport à l'hélice à six ailes déployées pour des vitesses de plus de douze nœuds et pour la traction au point fixe qui place les hélices expérimentées à la limite extrême des accroissements de résistance occasionnés par l'état du vent et de la mer.

DES PROPULSEURS HYDRAULIQUES.

Parmi les modèles de l'Amirauté anglaise à l'Exposition universelle, on remarque celui d'un navire blindé, le *Waterwich*, qui ne montre à l'extérieur aucun autre indice apparent de propulsion qu'un conduit large et court, ouvert par les deux bouts et fixé horizontalement de chaque côté du navire, à la hauteur et vers le milieu de la flottaison.

C'est par l'un de ces tuyaux que doit s'échapper l'eau introduite dans l'intérieur du navire, et expulsée ensuite par une

sorte de turbine ou par une roue hydraulique à axe vertical qui reçoit son mouvement de rotation de la machine, et c'est la réaction produite par l'écoulement forcé du liquide, qui est la cause immédiate du mouvement du navire en avant ou en arrière, suivant que cet écoulement a lieu vers l'arrière ou vers l'avant.

Historique de l'invention du propulseur hydraulique.

L'idée de faire mouvoir les navires en expulsant de l'eau introduite à l'intérieur, n'est pas de date récente ; on lit, en effet, dans l'ouvrage de Bourne (*a Treatise on the screw propeller*), qu'elle a été émise en 1661 par Loogood et Hugens, appliquée sans succès en 1788 par l'américain Ramsey, et postérieurement par plusieurs autres.

Le même auteur donne les dessins des appareils proposés par M. William Hale en 1836 et Robert Walker en 1843, qui employaient tous deux, une hélice à axe horizontal, pour rejeter à l'extérieur, l'eau introduite dans le navire, et imprimer à celui-ci le mouvement de locomotion. Il cite encore M. Bodmer, qui, en 1844, proposait de placer sous chaque hanche du navire, une sorte de pompe centrifuge à axe vertical, entourée d'un cylindre qui laissait une issue à l'eau dans le sens voulu, pour la direction du mouvement à imprimer. MM. Thompson et Wright, qui imaginaient en 1846, de prendre l'eau à l'avant et de l'expulser à l'arrière au moyen de deux roues hydrauliques à axe vertical ; enfin, M. Henri Bessemer qui, en 1849, proposait d'employer, dans le même but, une hélice à tambour du système d'Éricson.

M. Bourne assigne seulement la date de 1849 au brevet de M. John Ruthven, d'Édimbourg, pour la locomotion des navires au moyen d'un propulseur hydraulique ; mais il y a des raisons de penser que celle de 1839, indiquée dans le *Nautical Magazine* (novembre 1866), est plus exacte, car M. Ruthven a exposé à Londres, en 1846, son système de locomotion

représenté par un petit modèle ; en tous cas, c'est incontestablement M Ruthven qui s'est occupé, avec le plus de conviction et de persistance, de l'application de ce mode de locomotion, dont l'idée n'existait guère qu'en germe dans les brevets de ses prédécesseurs.

En France, des propositions et des essais du même genre, faits successivement par plusieurs particuliers, MM. Édiard et Rouen frères, Tellier et Coignard, n'avaient abouti à aucun résultat pratique. M. Hervin, ingénieur civil, avait aussi fait construire un petit bateau mû par une turbine intérieure, à axe un peu oblique, aspirant l'eau par l'avant et la refoulant horizontalement par des tuyaux le long des faces latérales du gouvernail ; mais cette tentative, qui date de 1837 et qui sembla un instant promettre des résultats utiles, fut bientôt abandonnée. M. Ruthven qui avait obtenu, par ses persistants efforts, des adhésions et des appuis dans la marine royale et dans l'industrie, en Angleterre, est parvenu à y faire construire et expérimenter son mode de propulsion. Il présenterait de grands avantages pour les navires de guerre. Les organes de la propulsion, se trouvant logés à l'intérieur du navire, sont parfaitement abrités contre tous les accidents de mer et de combat. La carène n'est pas embarrassée d'appendices plus ou moins volumineux, nuisibles à la marche à la voile ; de larges orifices percés au-dessous de la flottaison suffisent pour compléter le système, qui possède encore cet avantage très-important de pouvoir, en cas de voies d'eau considérables, servir de puissante pompe d'épuisement, en alimentant la turbine avec l'eau prise dans la cale elle-même.

Ce mode de propulsion a été appliqué sur le *Waterwitch*, navire cuirassé, dont un modèle a été exposé. On a fait sur ce bâtiment plusieurs essais comparatifs entre le *Viper* et le *Vixen*, navires qui ont sensiblement le même déplacement (1,000 à 1,200 tonneaux).

L'utilisation du propulseur hydraulique est très-faible, si on la compare à celle de bons navires à hélice ou à roues de

même grandeur; cependant elle a égalé celle du *Viper* et du *Vixen*.

Les expériences se continuent en Angleterre sur ce nouveau mode de propulsion, qui mérite à beaucoup d'égards de fixer l'attention des marins et des ingénieurs.

BELGIQUE.

Il y avait également à l'Exposition, une embarcation de M. Cockerill, mue par un propulseur hydraulique. Des essais faits sur la Seine ont fait ressortir un chiffre d'utilisation assez faible.

RÉGULATEURS.

Lorsque la lame est très-creuse, les navires, même des plus grandes dimensions, ne peuvent utiliser toute leur puissance, sans risquer d'occasionner à la machine de sérieuses avaries, résultant de l'allure précipitée qu'elle prend à chaque émergence d'une partie plus ou moins grande du propulseur. Un instrument, susceptible de mettre l'appareil à l'abri d'un tel danger, peut donc être, surtout pour le navire de guerre, une cause de salut. C'est à ce titre, que les régulateurs doivent trouver place dans ce rapport.

Depuis que Watt a appliqué pour la première fois le principe du pendule conique à la régulation du mouvement des machines à vapeur, bien des tentatives ont été faites pour arriver à le modifier, de manière à lui donner la qualité qui lui manque essentiellement, l'isochronisme pendulaire permanent, malgré les variations qu'éprouve le travail résistant.

Mais, à la condition d'isochronisme, vient s'ajouter pour les régulateurs des machines marines, une nouvelle condition. Il faut que le régulateur soit insensible à l'action du roulis et du tangage, c'est-à-dire que ses masses doivent s'équilibrer dans toutes les positions de son axe de rotation par rapport à la

verticale. Nous devons même ajouter que l'isochronisme n'ait pas la condition capitale des régulateurs des machines marines ; en effet, le but principal qu'on désire atteindre dans ce cas, est, comme nous l'avons dit, que la machine ne puisse pas s'accélérer à un degré dangereux pour le mécanisme. Ce qu'on doit donc rechercher avant tout, c'est l'instantanéité du fonctionnement de l'appareil.

Bien que l'Exposition contint de très-nombreux spécimens de régulateurs très-divers, tant dans les détails que pour les principes mêmes sur lesquels ils reposent, et que beaucoup d'entre eux fussent dignes d'attirer l'attention à un très-haut degré, nous ne devons nous occuper ici que de ceux qui sont applicables à la marine.

ANGLETERRE.

Régulateur Porter. — Le régulateur Porter a fonctionné pendant tout le temps de l'Exposition sur la machine Allen. Cet appareil est très-employé en Angleterre, depuis l'exposition de 1862.

Il est basé sur ce principe, que l'action du régulateur sur la valve étant, comme la force centrifuge, proportionnel au poids des boules et au carré de la vitesse, il y a intérêt à augmenter celle-ci en réduisant le poids au strict nécessaire. Un contre-poids empêche le mouvement de la valve de se produire avec trop de rapidité. Cependant, ce régulateur, fondé sur l'action de la pesanteur, est peu applicable aux machines marines.

Le régulateur *Silver* pourrait être utilement appliqué aux machines marines, mais nous ne l'avons pas vu à l'Exposition.

AMÉRIQUE.

M. Pickering a inventé un régulateur auquel il a donné son

nom. Les boules d'un faible poids et animées d'une grande vitesse, sont reliées au manchon de la valve, au moyen de ressorts en acier. Ceux-ci sont composés de lames minces, fixées entre elles, en trois points, suivant de petits éléments de lignes droites. Les ressorts, ainsi composés, sont doués d'une grande flexibilité et leur force peut être augmentée, autant qu'on le désire, par l'emploi d'un nombre suffisant de lames.

On assure qu'il fonctionne sur des steamers de la côte du Pacifique, et qu'il assure des conditions de régularité très-satisfaisantes; mais il faut remarquer que les boules ne sont pas équilibrées, et que, si leur poids est très-faible et même négligeable pour les petits appareils qui ont été exposés, il pourrait n'en être pas de même pour un régulateur appelé à modérer une machine d'une puissance un peu considérable. L'expérience pourra seule démontrer la mesure d'efficacité de cet ingénieux instrument dans les circonstances indiquées.

FRANCE.

Régulateur Farcot. — Le régulateur pour machines marines que M. Farcot expose, quoique ne répondant pas mathématiquement aux conditions d'équilibre statique et d'isochronisme, résout d'une manière tout à fait pratique les problèmes de la régulation des machines, et les résultats d'un essai, fait sur l'avis de l'*Hamelin*, lui ont été complètement favorables.

Il se compose de deux pendules à axe vertical et à bras et à bielles croisés, suspendus en sens inverse et couplés par leurs bielles, qui les relient au manchon. Le pendule supérieur a un poids plus grand que celui du pendule inférieur, pour équilibrer le poids du manchon. Un ressort horizontal est disposé de manière à résister à chaque instant à l'action des forces centrifuges.

La condition d'équilibre statique peut-être satisfaite dans

toutes les obliquités en ce qui concerne les boules, bras et bielles ; mais cet équilibre est légèrement troublé par suite des réactions qui se produisent entre le manchon et l'axe, quand celui-ci vient à s'incliner, par rapport à sa position normale.

Quant à l'isochronisme, on l'obtient *théoriquement*, en réglant convenablement la tension du ressort, et en le faisant varier, suivant la vitesse du régime de la machine ; mais il faut remarquer que, dans les conditions établies, on ne tient pas compte de la résistance de la vapeur au mouvement de la valve, résistance qui ne peut être compensée, et par conséquent l'appareil n'est pas régulièrement isochrone ; mais il présente un ensemble parfaitement combiné et suffisamment exact comme condition d'isochronisme.

Régulateur Foucault. — Un savant académicien, Foucault, avait lui-même imaginé un régulateur pour machines marines, établi sur des principes théoriques irréprochables. Nous n'avons pas vu cet instrument à l'Exposition ; nous nous bornerons donc à dire, qu'appliqué sur l'avis le *Renaudin*, il n'a pas donné de résultats satisfaisants. Cela tenait, en grande partie, à ce que, dans ses études, l'auteur ne s'était pas assez préoccupé de la résistance que la valve présente aux régulateurs, ce qui modifie complètement les conditions de l'isochronisme. Il fermait la valve trop rapidement et n'avait pas assez de puissance pour la rouvrir. Foucault s'était appliqué immédiatement à remédier à cet inconvénient. Nous ne connaissons pas le nouvel appareil dont il avait entrepris l'exécution. Nous savons seulement qu'il est fondé sur l'action combinée de la tension d'un ressort et de la force d'inertie. Le premier doit équilibrer les forces centrifuges, la seconde vaincrait la résistance de la valve. Il n'est pas douteux que cet esprit ingénieux ne fût parvenu à conduire son œuvre à bonne fin, si une mort prématurée n'était venue l'enlever à la science qui a fait, en sa personne, une perte irréparable.

Régulateur du Creuzot. — Citons encore le régulateur du Creuzot, d'une remarquable simplicité, et qui a donné de très-bons résultats sur les quatre canonniers auxquelles il a été appliqué. Cet appareil n'ayant pas été exposé, nous n'avons pas à le décrire.

En résumé, à moins qu'on ne découvre sur le régulateur *Farcot* des imperfections que les essais n'ont pas fait ressortir, on peut considérer comme très-bien résolue par lui la question de l'application des régulateurs aux machines marines.

DES POMPES.

Les deux dangers principaux, voies d'eau et incendies, auxquels sont exposés les bâtiments de guerre, ont été de nos jours rendus plus redoutables par la puissance des engins, canons, éperons et torpilles, qui seront mis en jeu dans les combats maritimes; il est donc naturel que l'on s'efforce d'accroître, en proportion de la gravité de ces périls, les moyens employés jusqu'ici pour les conjurer. C'est dans ce but que le fer est adopté pour la construction des navires, particulièrement dans leurs œuvres mortes, que la cale est divisée en compartiments étanches nombreux, par des cloisons longitudinales et transversales, et qu'on cherche à protéger efficacement la coque par un cuirassement, tant horizontal que vertical. Cependant, ces moyens de préservation, purement passifs, ne sont pas suffisants. Il reste encore, pour assurer ou prolonger du moins l'existence du bâtiment, au milieu des vicissitudes du combat, à lui fournir les moyens de lutter énergiquement contre l'invasion de l'eau, par une brèche faite dans sa muraille, et contre la propagation de l'incendie, allumé par un accident ou par des obus.

Les pompes des bâtiments comprennent, comme on le sait, des pompes fixes, mues, les unes par la machine, les autres par le petit cheval ou manœuvrées à bras, et des pompes mo-

biles, dites à incendie, et pareillement manœuvrées à bras.

Ces ressources, calculées pour les accidents ordinaires de la navigation, seraient totalement insuffisantes, s'il s'agissait de lutter, par exemple, contre la voie d'eau que produirait, pendant le combat, le choc d'un éperon ou d'un boulet de gros calibre traversant la cuirasse. Pour les élever au niveau des besoins actuels, il est devenu nécessaire d'employer de nouvelles pompes plus puissantes, et d'emprunter, pour les mouvoir, lorsque leur fonctionnement est nécessaire, une notable portion de la puissance de la machine, ou d'établir, dans le même but, un moteur spécial.

Pompes mues par la machine.

La première combinaison n'exige que l'établissement des pompes que l'on veut faire actionner par la machine avec leurs tuyaux d'aspiration et de refoulement; mais, si les incidents du combat venaient à paralyser l'hélice, la machine elle-même serait hors d'état de rendre immédiatement le service essentiel qu'on en attend. Enfin, il est à remarquer que le premier effet de l'irruption d'une voie d'eau considérable est souvent d'éteindre les foyers des chaudières placés assez bas dans la cale, et d'arrêter aussi le fonctionnement de la machine.

On ne peut donc compter avec certitude sur la machine, pour franchir une voie d'eau pendant le combat, quelle que soit la puissance des pompes qu'on lui donne à mouvoir.

Quant aux pompes royales ordinaires à double piston, et celles à incendie, qu'elles soient mues à bras ou par le petit cheval, leur impuissance, en pareil cas, n'a pas besoin d'être démontrée.

Pompes à vapeur spéciales.

On est amené ainsi à reconnaître la nécessité, pour les bâtiments de combat, de posséder un appareil spécial d'épui-

sement, destiné à aider et à suppléer même au besoin les pompes de la machine, pour combattre une dangereuse voie d'eau produite par les incidents d'un combat ou d'un échouage.

La chaudière de cet appareil devrait être établie dans la cale, à une hauteur suffisante, pour n'avoir pas à craindre l'extinction de ses foyers par l'envahissement de l'eau extérieure. Destinée à ne fonctionner que rarement, elle devrait posséder une grande légèreté eu égard à sa production de vapeur ; et il semble qu'à ce point de vue les chaudières du système Belleville rempliraient les conditions requises. Ces chaudières ont, en outre, l'avantage d'une prompte mise en vapeur (avantage, du reste, que possèdent aussi les chaudières de plusieurs pompes à vapeur anglaises ou américaines exposées), ce qui est très-important lorsqu'il s'agit d'appareils destinés à prévenir les conséquences d'un accident subit.

La machine serait nécessairement à haute pression, sans condensation, comme les locomotives.

Quant à la nature de cette pompe elle-même, il serait difficile de se prononcer *à priori*, sans expériences comparatives préalables, entre toutes celles dont on fait usage aujourd'hui, et notamment celles fort nombreuses qu'on voyait exposées au Champ-de-Mars. Il ne saurait entrer dans le cadre de ce rapport d'en donner une description détaillée ; nous nous bornerons donc à citer les plus remarquables.

ANGLETERRE.

Pompes à piston de MM. Carrett, Windsor, Marshall et C^e.
Pompes centrifuges de MM. Appold et Gizinar, Williamson, Bernays, etc.

Pompes rotatives de M. Behrens.

AMÉRIQUE.

Pompes à piston de MM. Harrison, Dwyght, Earl, Douglas.

FRANCE.

Pompes à piston de MM. Cavé, Farcot, Cordier, Letestu, Fourneyron, Thirion, Perin ;

Pompes centrifuges de MM. Coignart, Hent et Dumont.

Comparaison des trois systèmes.

Des trois systèmes précités, celui des pompes à piston est à peu près le seul qui ait été employé jusqu'ici à bord des bâtiments ; mais les pompes centrifuges, bien qu'elles soient surtout propres aux épuisements, méritent un sérieux examen au point de vue qui nous occupe. Il a le grand avantage de fournir un abondant débit, pour un volume et surtout pour un poids peu considérable, de sorte qu'une certaine infériorité d'utilisation, si elle existait, ne serait peut-être pas un motif suffisant d'exclusion contre lui, quand il s'agit d'une machine qui n'est destinée à servir que dans les cas très-rares.

Les mêmes observations s'appliquent aux pompes rotatives du système Behrens, qui ont aussi le mérite d'un grand débit pour un faible encombrement.

Pompes à incendie.

Lorsqu'il s'agit de combattre à bord un incendie peu sérieux, occasionné par la maladresse ou par la négligence, la promptitude des secours est la première condition de leur efficacité.

Les petites pompes à incendie à bras, mobiles et prêtes à fonctionner immédiatement, ou, si l'on marche à la vapeur, les pompes du petit cheval ou de la machine répondent à cette nécessité. Mais, si les feux sont éteints, si l'incendie, alimenté par des matières combustibles, ou produit par les projectiles ennemis, prend un subit développement, le salut du navire peut dépendre de la possession d'un puissant appareil propre à combattre, à la fois, les voies d'eau et les incendies.

Parmi les pompes spécialement construites pour étancher les voies d'eau, il en est plusieurs qu'on pourrait utiliser, au besoin, pour combattre les incendies.

Si l'on adoptait l'emploi des pompes auxiliaires, il y aurait lieu d'étudier la possibilité d'en tirer partie comme pompe à incendie, en divisant leur jet, de façon à diriger aisément chacune de ses fractions sur un point du théâtre de l'incendie.

A ce point de vue, la célérité de l'allumage du feu de la chaudière spéciale serait encore, pour les circonstances ordinaires de la navigation, une condition essentielle de succès. Pendant le combat, cet appareil devrait toujours être prêt à entrer en fonctions.

DES GOUVERNAILS ET APPAREILS POUR GOUVERNER

La rapidité des mouvements giratoires est, pour un bâtiment de combat, une qualité presque aussi précieuse que la vitesse, puisqu'elle lui permet de se présenter toujours dans la direction la plus favorable pour porter des coups dangereux et pour éviter ceux de l'ennemi. Les éléments dont elle dépend sont : la masse du navire, la vitesse dont il est animé, les positions respectives de son centre de gravité, des centres de résistance latérale de la carène et du gouvernail, la surface de ce dernier, et son obliquité par rapport au plan longitudinal. Le problème est donc fort complexe, et une solution complète présente de grandes difficultés ; mais certaines considérations élémentaires indiquent approximativement, entre ces causes et les effets produits, les relations suivantes :

Toutes choses égales d'ailleurs, l'accroissement de l'angle de barre, jusqu'à une limite d'environ 50 degrés, augmenterait la rapidité de la rotation et diminuerait le diamètre du cercle décrit.

En calme, et pour un même angle de barre, ce diamètre serait indépendant de la vitesse, proportionnel à la longueur

du navire et à la racine carrée du rapport entre le plan de dérive et la surface du gouvernail.

Enfin, dans les mêmes conditions, la durée de la rotation complète serait proportionnelle à la racine carrée de ce même rapport et inversement proportionnelle à la vitesse de sillage.

L'expérience montre que ces relations ne sont pas rigoureusement exactes ; que, par exemple, les diamètres des cercles décrits, en calme, pour le même bâtiment, sont d'autant plus petits que la vitesse est plus réduite et, en conséquence, que les durées des girations complètes ne sont pas exactement en raison directe des vitesses de sillage. Cependant elles sont utiles comme éléments d'appréciation, et aussi pour rendre comparables entre elles des expériences faites dans des conditions un peu différentes ; mais comme, à vitesse égale, les durées des évolutions complètes de deux bâtiments sont proportionnelles aux diamètres des cercles décrits, la mesure de ces diamètres est intéressante au point de vue de la rapidité des mouvements giratoires aussi bien que de l'espace qu'ils exigent.

MARINE ANGLAISE.

Résultats d'expériences.

Nous rapporterons ici les chiffres observés sur quelques-uns des bâtiments cuirassés anglais exposés au Champ-de-Mars.

Le *Black Prince*, dont la longueur est de 115 mètres, le tirant d'eau moyen de 7^m60, la surface de dérive de 874 mètres carrés, celle du gouvernail de 16^m7, avec une vitesse initiale (1) de 12^m2 et de 15° 1/2 d'angle de barre, a fait un tour complet en 10^m11^s.

(1) Dans toutes les expériences faites en Angleterre, les vitesses initiales sont celles qu'on avait mesurées sur la base avant l'expérience de giration : ce sont des maxima très-supérieures aux vitesses réelles de sillage durant la giration.

L'*Achilles*, dont le plan de dérive a 934 mètres carrés et le gouvernail 15^m46, avec une vitesse initiale de 14ⁿ33 et 25° 1/2 d'angle de barre, a décrit en 7^m15^s un cercle de 838 mètres de diamètre.

Le *Royal Alfred*, longueur 83^m26, tirant d'eau 7^m52, plan de dérive 626 mètres carrés, surface du gouvernail 15^m4, avec 12ⁿ36 de vitesse initiale et 25 degrés d'angle de barre, a fait le tour complet en 5 minutes.

Le *Lord Clyde*, longueur 85^m40, tirant d'eau moyen 7^m70, surface de dérive 657^m6, surface du gouvernail 13 mètres carrés, avec 13ⁿ34 de vitesse initiale et 24° 1/2 d'angle de barre, a décrit en 4^m56^s un cercle de 459 mètres de diamètre.

Enfin le *Bellerophon*, longueur 91^m50, tirant d'eau 7^m31, surface de dérive 669 mètres carrés, surface du gouvernail 22^m10, avec 14ⁿ2 de vitesse initiale, a décrit en 4^m10^s un cercle de 511 mètres de diamètre, l'angle de barre étant de 36 degrés.

Parmi les causes qui ont dû influer sur les résultats précédents, il serait assez difficile de démêler quelle part il convient d'attribuer à celles qui concernent la position des centres de résistance et de gravité et la valeur du moment d'inertie. Quoiqu'il soit incontestable que la répartition des poids ne soit nullement indifférente dans cette matière, et notamment que l'existence de poids considérables aux extrémités du navire soit nuisible à la célérité de ses évolutions, on ne saurait douter aussi que les éléments dont l'influence est la plus énergique sont l'angle de barre avec la quille et l'étendue relative de la surface latérale du gouvernail.

Angle de barre.

L'angle de barre est limité, sur chaque bâtiment, par le mode d'établissement du gouvernail, par l'installation et la longueur de la barre; il l'est aussi par la force motrice, dont on dispose pour vaincre la résistance créée par l'obliquité du safran.

D'après les chiffres que nous avons rapportés plus haut et

d'autres plus nombreux parmi lesquels nous les avons choisis, le maximum d'angle de barre aurait été longtemps de 25 degrés sur les bâtiments cuirassés anglais; mais il aurait atteint 36 degrés sur le *Bellerophon* et 40 degrés sur les garde-côtes à tourelles, *Royal Sovereign*, *Scorpion*, *Wivern*. Il y a lieu de penser que cet angle ne sera pas moindre sur l'*Hercules*, le *Monarch*, etc., car ces bâtiments, de construction récente, doivent recevoir, comme le *Bellerophon*, un gouvernail *compensé*, c'est-à-dire un gouvernail dont l'axe de rotation, au lieu d'être placé, comme dans les gouvernails ordinaires, à la limite antérieure de sa surface, la divise en deux parties inégales, en laissant toutefois le centre de la résistance latérale de cette surface dans la partie postérieure, qui est la plus étendue des deux. De cette disposition résulte une diminution notable de l'effort exercé sur la barre, et par suite plus de facilité et de promptitude pour obtenir de grandes obliquités du gouvernail, et de là une giration plus rapide.

Le même principe de compensation est adopté sur tous les modèles exposés par le vice-amiral Halsted, l'un des officiers de la marine anglaise qui ont insisté le plus vivement sur la nécessité de donner aux bâtiments de guerre les facultés giratoires les plus complètes, surtout en se servant de grandes obliquités de gouvernail et en développant le plus de force possible pour manœuvrer la barre avec célérité. Dans un intéressant mémoire sur ce sujet, l'honorable amiral a consigné de nombreux faits d'expérience à l'appui de l'opinion des marins anglais, qui demandent que la limite de ces angles soit portée à 40 et même 45 degrés. Le principal témoin de ces faits, celui qui les a recueillis en dirigeant les essais des navires à vapeur de la réserve à Plymouth, le capitaine Key, résume ainsi les conclusions à en tirer :

« Jusqu'à 40 degrés, chaque angle de barre additionnel
« diminue la durée et l'espace de l'évolution. De 40 à
« 45 degrés, l'espace diminue encore, sans que le temps varie
« sensiblement. »

Cette importante citation fait comprendre que les angles de 36 à 40 degrés soient devenus les angles de barre minima dans les constructions anglaises, surtout depuis que la compensation des gouvernails permet de les obtenir sans demander des efforts excessifs à la barre et aux drossés (1) et qu'on n'a plus à craindre de faire usage de barres trop courtes.

Surface du gouvernail.

L'étendue de la surface latérale du gouvernail ne contribue pas moins que son obliquité à accélérer la rotation du navire.

Dans la pratique, on prend, pour la largeur du safran, une quantité proportionnelle à la longueur du bâtiment.

Pendant longtemps, le rapport dont il s'agit était établi, non pas avec la longueur, mais avec la largeur du bâtiment, et cette règle, quoique peu rationnelle, ne présentait guère d'inconvénients, à l'époque où la longueur des navires avait, avec leur largeur, un rapport à peu près constant; mais il n'en a plus été de même, quand il a été question des navires à vapeur, pour lesquels ce rapport a été beaucoup accru. C'est peut-être parce que cette considération a été un moment négligée, qu'il faut attribuer les faibles surfaces relatives des gouvernails des premiers navires cuirassés anglais *Warrior*, *Black-Prince*, *Achilles*, *Minotaur* ($\frac{1}{60}$ environ), et les résultats médiocres obtenus par ces bâtiments au point de vue des qualités giratoires. Mais l'opinion des marins et celle du public qui, en Angleterre, porte toujours une attention éclairée aux questions de marine, ne tarda pas à faire modifier cet état de choses, et l'on voit ce rapport remonter à $\frac{1}{40}$ sur l'*Hector* et

(1) L'amiral Halsted signale, dans son mémoire, les difficultés éprouvées pour faire évoluer à toute vitesse les longs bâtiments, tels que le *Warrior*, le *Minotaur*, etc..., et pour porter, pendant les évolutions, la barre [de ces navires à son angle maximum.

le *Valiant*, $\frac{1}{40}$ sur les vaisseaux transformés *Océan*, *Caledonia*, *Royal-Oak*, *Royal-Alfred*, *Prince-Consort*, $\frac{1}{31}$ sur la *Pallas*.

Tous les bâtiments que nous venons de citer ont des gouvernails ordinaires, pivotant autour d'un axe situé en avant de la surface agissante. Leurs barres ont donc à vaincre tout l'effort de la résistance de cette surface. Pour l'atténuer et rendre praticable l'emploi de grands angles de barre, on a imaginé les gouvernails compensés, dont nous avons fait connaître plus haut le principe. Le modèle du *Bellerophon* en offre un exemple qui donne un intérêt particulier aux expériences de giration dont ce bâtiment a été l'objet. Le rapport de la surface du safran à celle du plan de résistance s'élève au chiffre de $\frac{4}{30}$, qui paraît devoir être celui de l'*Hercules*, du *Monarch*, et devenir la règle pour tous les nouveaux bâtiments cuirassés anglais, munis d'un gouvernail compensé. Sur tous ces bâtiments, le tiers environ de la surface latérale du gouvernail est sur l'avant de l'axe de rotation.

Le *Bellerophon*, comme l'indiquent les chiffres rapportés ci-dessus, à son tirant d'eau en charge et avec un angle de barre de 36 degrés, a décrit un cercle entier de 541 mètres de diamètre en 4^m10^s, à la vitesse initiale de 14^m2.

Envisagé d'une manière absolue, ce résultat est remarquable, et dépasse tous ceux de même nature obtenus jusqu'alors; mais, si l'on tient compte des circonstances dans lesquelles il a été obtenu, il semble confirmer l'opinion, fondée sur certaines notions théoriques, que l'accroissement d'effet des gouvernails compensés n'est pas en raison directe de leur accroissement en largeur. Au surplus, il importe peu que cette proportion soit moindre, pourvu que l'accroissement existe, et les expériences du *Bellerophon* ne permettent pas de le mettre en doute.

Forme des gouvernails.

Les gouvernails des navires cuirassés anglais ressemblent

beaucoup à ceux des anciens navires à voile ou à vapeur. Quand ils sont compensés, ils prennent la forme d'un rectangle à angles arrondis. La forme en ogive de la silhouette du gouvernail ne se montre guère que sur les modèles du *Scorpion* et du *Wivern*. Au reste, l'influence de la forme du gouvernail sur les résultats giratoires est peu marquée et difficile à saisir.

Manœuvre de la barre.

Un élément beaucoup plus essentiel, qui, s'il ne fait sentir son effet que durant la première période de la rotation, n'en a pas moins une influence directe et très-marquée sur la durée et l'amplitude des évolutions, est la manœuvre de la barre, avec les appareils qu'elle emploie et les efforts qu'elle nécessite. Ceux-ci sont considérables. Une expérience dynamométrique, faite sur le *Warrior*, a prouvé que, pour une vitesse de 11 nœuds, et pour un angle de barre de 25 degrés, chaque mètre carré de la surface du gouvernail supporte une pression normale de 743 kilogrammes, ce qui donnait un effort de 4,795 kilogrammes à l'extrémité de la barre, dont la longueur était de 2^m59.

La pression sur le gouvernail, résultant de la vitesse du navire et de la projection de l'eau par l'hélice sur le safran, ne peut être amoindrie, ni par conséquent celle qu'ont à supporter les ferrures de l'étambot et du gouvernail; mais la disposition des gouvernails compensés diminue beaucoup l'effort exercé sur la barre, et par conséquent donne une facilité plus grande pour les manœuvrer. Aussi la voit-on adoptée sur la plupart des nouvelles constructions anglaises, sur les frégates cuirassées *Bellerophon*, *Hercules*, *Monarch*, sur les corvettes rapides *Inconstant*, *Blanche* et *Saffo* et sur les canonnières *Plover*, *Lapwing*, *Philomel*, et *Rindjova*. On la rencontre pareillement sur les modèles présentés par l'amiral Halsted, mais avec cette particularité importante qu'elle n'y a pas eu pour conséquence la suppression de l'étambot. Les

avantages incontestables qu'elle présente n'y sont donc pas obtenus au prix d'un affaiblissement notable et assurément très-fâcheux dans la solidité de l'arrière du bâtiment, de la quille et du gouvernail lui-même.

C'est pour atténuer en partie le danger qu'un échouage présenterait à ces derniers points de vue, que, sur les nouveaux bâtiments anglais, on a donné au prolongement de la quille, à l'arrière du faux étambot, une forme particulière, facile à remarquer sur un modèle qui représente la partie arrière du *Bellerophon*. Son épaisseur a été sensiblement réduite, afin d'accroître le tirant d'eau disponible pour l'hélice et, par compensation, sa largeur a été accrue afin d'obtenir une plus grande résistance dans le sens transversal. En outre, l'extrémité de la quille a été un peu relevée en arrière de l'hélice, de façon à diminuer les conséquences fâcheuses d'un échouage et à faire porter, dans ce cas, le poids du navire ou l'effort du choc sur des points de la quille plus rapprochés du faux étambot.

Le gouvernail du *Bellerophon* est construit comme une caisse en tôle très-plate, divisée par des cornières verticales en quatre compartiments étanchés. La mèche traverse cette caisse dans un canal rectangulaire en tôle, et se termine, d'une part, au tenon inférieur, planté dans la quille, et qui sert de pivot ; d'autre part, à l'intérieur du navire, après avoir traversé le jaumière. Il n'y a qu'un compartiment en avant de la mèche, et sa situation est presque triangulaire. Il y en a trois en arrière, dont les sections sont uniformément rectangulaires.

Barre du gouvernail.

Jadis les barres du gouvernail des bâtiments à hélice anglais étaient, en général, très-courtes, à cause de l'obstacle que présentait à cet égard le puits de remontage de l'hélice, dont ils étaient en général pourvus ; mais, en renonçant à ces puits, dans celles de leurs nouvelles constructions cuirassées qui ne

sont pas exclusivement destinées aux croisières, ils ont augmenté la longueur de leurs barres, et l'ont portée aussi loin que le permettent les grands angles qu'ils avaient aussi en vue.

Le résultat de cet allongement paraît avoir été avantageux, car sur le *Royal Oak*, où l'on a donné à la barre 4^m42 de longueur, on a pu atteindre l'angle de 25 degrés, en faisant agir seulement six hommes, tandis que sur le *Hood*, dans des circonstances analogues, mais où la barre n'avait que 1^m62, huit hommes n'étaient parvenus qu'à donner un angle de 16° 1/2.

Appareils divers pour manœuvrer la barre.

Sur quelques bâtiments anglais, par exemple sur le *Warrior* et le *Minotaur*, on a demandé la puissance motrice, nécessaire pour manœuvrer la barre, à des appareils à vapeur ou hydrauliques; mais l'Exposition ne fournit aucune lumière sur ces tentatives, qui ne paraissent pas avoir été couronnées de succès, et auxquelles d'ailleurs la compensation du gouvernail, adoptée dans les constructions nouvelles, ôte aujourd'hui tout intérêt, surtout pour les bâtiments de guerre. Avec un gouvernail équilibré, l'effort à exercer sur la barre peut descendre, quels que soient le sillage, la surface, et l'obliquité du safran, bien au-dessous de ceux qu'avaient à supporter les barres des navires à voiles. Rien n'oblige donc à appliquer à un gouvernail de ce genre une barre plus longue, ou un appareil plus puissant que ceux dont on a fait usage jusqu'ici.

Aussi voyons-nous à l'Exposition, par un modèle de la roue du *Bellerophon* exécuté à l'échelle de $\frac{1}{12}$, que ce bâtiment cuirassé, sorti l'un des derniers des chantiers de l'Amirauté, est muni d'une roue à trois limbes, du système ordinaire.

Ce n'est pas que de nombreuses tentatives n'aient été faites pour apporter des perfectionnements aux appareils à gouverner, et il en existe, à l'Exposition même, plusieurs qui mé-

ritent l'attention ; mais la plupart de ces engins nouveaux ne peuvent convenir qu'aux bâtiments de commerce, parce qu'ils ont surtout pour objet de multiplier la force aux dépens de la vitesse, et que la promptitude de manœuvre de la barre, peu importante en général pour un bâtiment de commerce, est précieuse, au contraire, pour un bâtiment de combat. En outre, à bord des premiers, on n'a pas à se préoccuper de placer les roues, la drosse et la barre à l'abri du boulet, et d'éviter l'emploi de mécanismes délicats que le choc du moindre projectile peut aisément fausser ou briser.

Par tous ces motifs réunis, nous ne nous occupons pas, dans ce Rapport qui a exclusivement pour objet les navires de guerre, des systèmes auxquels nous faisons allusion, quelque ingénieux qu'ils soient, et quelque profit qu'en puissent tirer les navires marchands.

Protection du gouvernail.

Si la promptitude d'action et l'efficacité d'un gouvernail ont un grand prix, qui justifie les efforts tentés pour les obtenir, quel intérêt ne doit-on pas attacher à la conservation de cet organe essentiel pendant le combat ? D'après les rapports officiels italiens, la perte du *Re d'Italia* a été la conséquence d'une avarie subie dans son gouvernail. Soustraire, autant que possible, cet organe vital à la vue et aux coups de l'ennemi, c'est donc, aujourd'hui plus que jamais, une condition essentielle de la construction d'un bon bâtiment de guerre.

On peut remarquer, en examinant les modèles de leur exposition navale, que les Anglais ont tenté de la remplir, en conservant à la poupe de leurs nouveaux navires des lignes d'eau assez pleines au-dessus de la cage de l'hélice, et en la prolongeant en porte-à-faux assez loin vers l'arrière. Ce mode de construction s'observe surtout sur le *Bellerophon*, l'*Hercules*, le *Captain*, le *Monarch*, tandis que, sur leurs premiers navires cuirassés, et surtout sur le *Warrior*, l'*Achilles*, le *Minotaur*,

la mèche du gouvernail devenait visible à sa sortie de l'eau, avant d'entrer dans le navire par le trou de jaumière.

Sans doute, en plaçant ce trou de jaumière au-dessous de la flottaison, on est amené à donner moins de finesse aux lignes d'eau en cette partie, et à augmenter la longueur du porte-à-faux, au détriment de la solidité de l'arrière ; mais cet inconvénient se rachète par l'avantage de cacher et de protéger efficacement la tête du gouvernail dans les circonstances ordinaires de mer, et d'abriter, sous le blindage de la coque, la barre et les drosses, trop exposées sur les bâtiments où la barre s'ajuste sur la mèche au-dessus de la cuirasse et sans protection spéciale.

Évolueurs mécaniques. Doubles hélices.

Quoi qu'on fasse pour protéger le gouvernail, on ne saurait jamais se flatter de l'espérer qu'il sera absolument à l'abri de toute avarie au milieu des péripéties d'un combat. Cette pensée, jointe à celle d'accélérer les évolutions et d'en réduire l'espace, a conduit à des projets d'évolueurs mécaniques et à l'emploi des doubles hélices et des doubles gouvernails.

Nous nous bornerons ici à mentionner les évolueurs mécaniques, qui jusqu'ici ne paraissent pas avoir produit des résultats satisfaisants et dont, pour ce motif sans doute, les spécimens étaient fort rares dans une exposition si féconde d'ailleurs en projets et en applications de toutes sortes concernant l'art naval.

Quant aux hélices jumelles, elles occupent particulièrement l'attention des marins depuis quelques années. On les voit établies sur *le Captain*, *la Pénélope*, *la Viper* et *le Vixen*, sur le modèle d'une frégate cuirassée de M. Palmer, sur ceux de plusieurs canonnières à fonds plats et à hélice de M. Mitchell, et enfin sur ceux de plusieurs bâtiments à tourelles construits par M. Laird, pour le compte de diverses puissances, savoir : *le Prince Henriks* pour les Pays-Bas, *le Barotta* et *le Lima* pour le Pérou, et *le Bahia* pour le Brésil.

Les expériences faites jusqu'ici ne prouvent pas que l'avantage soit nécessairement du côté de la double hélice, au point de vue de la durée des mouvements giratoires ; car, s'il est incontestable que deux hélices ont une tendance prononcée à faire tourner le navire, quand on les fait marcher en sens inverse, il est certain aussi que les remous, qu'elles occasionnent alors dans l'eau, enlèvent au gouvernail une partie de sa puissance, de telle sorte qu'on perd peut-être d'un côté plus qu'on ne gagne de l'autre. Mais la supériorité appartient incontestablement à la double hélice, dans toutes les circonstances où il y a intérêt à restreindre beaucoup le champ de l'évolution, comme dans des rivières ou dans des passages étroits. On peut aussi, dans ce cas, accroître les facultés giratoires des navires à fonds plats, par une disposition de l'arrière qu'on rencontre sur les navires cuirassés anglais, *Pénélope*, *Viper*, *Vixen*. Les fonds de ces bâtiments se terminent par deux quilles à l'arrière, ce qui donne à cette partie l'aspect de deux poupes juxtaposées ; car l'arrière comprend alors deux étambots, deux cages, deux hélices et deux gouvernails, placés symétriquement de chaque côté du plan longitudinal. Si cet arrangement ne nuit pas à la vitesse du sillage, il mérite l'attention des ingénieurs, car il est probablement favorable à la rotation du bâtiment.

MARINE FRANÇAISE.

Le rapport entre la surface immergée du gouvernail, et celle du plan de résistance, était autrefois de $\frac{1}{48}$ en moyenne sur le vaisseau à voile français ; il est encore à peu près le même sur les frégates cuirassées ; car il y varie de $\frac{1}{43}$ à $\frac{1}{49}$. Il est notamment de $\frac{1}{43}$ sur le *Solferino*, depuis que la surface de son gouvernail a été portée de 13^m33 à 15 mètres. Ce vaisseau, qui a 85 mètres de longueur et 7^m89 de tirant d'eau moyen, a décrit à la vitesse initiale de 12^m3, avec un angle de barre de 25 degrés, une circonférence de 927 mètres de diamètre en 9'10'', et, à la même vitesse, avec un angle de

barre de 34 degrés, un cercle de 680 mètres de diamètre, en 6'55".

Les modèles du *Marengo*, de l'*Alma* et de la corvette non cuirassée l'*Infernet*, indiquent que le principe de la *compensation* du gouvernail commence à être adopté dans la marine française. La forme des gouvernails de ces navires est concave sur l'avant, ce qui réduit à $1/5^e$ environ le rapport des deux parties antérieure et postérieure du safran. Cette forme peut avoir été imposée par la présence de la boule conique qui termine l'arbre de l'hélice, ou conseillée par le désir de moins éloigner l'axe de rotation du gouvernail, et de conserver partout la même distance entre son arête antérieure et les arêtes postérieures des ailes de l'hélice.

Dans les bâtiments que nous venons de citer, l'étambot a été supprimé comme dans les navires anglais qui ont un gouvernail compensé. Nous n'avons pas à revenir sur ce que nous avons dit plus haut à ce sujet.

Afin de réduire la portion de la barre qui est exposée aux boulets, on a imaginé, sur le *Solferino*, un appareil dont le modèle se voit à l'Exposition française. Voici en quoi il consiste : la barre, en quittant la mèche, se recourbe pour descendre dans le faux pont, à l'abri de la ceinture de flottaison. Elle y est commandée par le bras postérieur d'un grand levier, dont le bras antérieur reçoit, à son extrémité, les drosses, et fait ainsi l'office d'une barre ordinaire. Les drosses se trouvent ainsi placées dans une partie moins vulnérable que celle où se trouvent la tête de la mèche et l'origine de la barre.

D'après le modèle du *Marengo*, l'arrière de ce navire se distingue des arrières anglais, par une plus grande finesse de formes, et de celui du *Solferino*, en ce que la mèche du gouvernail entre dans l'intérieur du bâtiment au-dessous de la flottaison. Elle se trouve ainsi dissimulée derrière le blindage.

La double hélice, que nous avons rencontrée sur quelques navires de la flotte anglaise, se trouve également établie sur

certaines bâtiments français, notamment sur les gardes-côtes, *Taureau* et *Bélier*.

Les expériences faites sur le *Taureau*, au point de vue de l'efficacité giratoire de ce double propulseur, ont été intéressantes. On a constaté que le navire tourne plus rapidement au moyen de la barre, quand les deux machines marchent dans le même sens à toute vitesse, que quand elles agissent en sens opposé ; mais le maximum de vitesse rotative s'obtient en combinant, avec l'emploi de la barre, une certaine inégalité des efforts des deux machines. Au reste, la comparaison qu'on établit quelquefois entre la durée d'une évolution sur place et celle d'une évolution à toute vitesse, ne serait complètement exacte, au point de vue du combat, que si l'on ajoutait à la durée de la première le temps nécessaire pour reprendre une grande partie de la vitesse primitive, car, évidemment, en perdant cette vitesse, le navire a perdu l'un de ses plus puissants moyens d'action contre son adversaire

MATURE. — VOILURE. — GRÉEMENT.

L'emploi de machines à vapeur puissantes et de l'hélice à bord des bâtiments de guerre semblait devoir entraîner aussitôt des modifications dans les anciennes proportions de la mâture et de la voilure. Cependant, ce n'est guère qu'avec l'apparition des navires cuirassés, qu'on a commencé à y remarquer des changements ; c'est qu'en effet la destination de ces bâtiments était nettement définie, et ne se prêtait plus aussi bien au système mixte et comme empreint d'hésitation qui avait prévalu sur les vaisseaux et frégates à hélice.

L'absence à peu près complète de modèles de mâture dans l'exposition maritime anglaise ne nous permet pas d'entrer dans de longs détails sur les variations qu'elles ont subies dans la flotte britannique, et sur les tendances qui y prévalent en ce moment ; nous nous bornerons donc à quelques indications générales.

Tout d'abord, le *Warrior* et le *Black-Prince* reçurent la mâture des vaisseaux en bois de quatre-vingt canons; la *Defence* et la *Resistance*, celle des frégates de 51. Un peu plus tard, l'*Achilles* fut mâté avec quatre mâts, et les longs navires blindés du type *Minotaur* en reçurent cinq, sur lesquels, le mât d'artimon excepté, s'élevaient des pyramides de voiles carrées, comprenant chacune, avec la basse voile, deux huniers et un perroquet établis sur un mât de hune à flèches.

Ces dérogations aux précédents usages sont actuellement en voie de disparaître. Le mât de devant de l'*Achilles* a été supprimé, ainsi que les mâts extérieurs du *Minotaur* (1) et du *Northumberland* et, en définitive, ce sont les mâtures complètes à trois mâts des grands bâtiments à voiles d'autrefois qui paraissent prédominer encore aujourd'hui dans la flotte cuirassée de la Grande-Bretagne. Dans l'escadre d'expériences, composée de sept bâtiments cuirassés, que vient de commander l'amiral Yelverton, tous les navires, à l'exception de l'*Hector*, avaient une mâture et un gréement qui leur permettaient de porter des bonnettes. Le type qui paraît y avoir réuni le plus de suffrages, au point de vue de la navigation et des qualités nautiques, sauf toutefois celle de la giration, serait celui de l'*Achilles*, bien que la suppression de son mât vertical antérieur ait laissé les trois autres dans une position qu'on n'eût sans doute pas osé lui donner *à priori*.

Au reste, il convient d'ajouter que ces navires si longs n'étaient pas en état de manœuvrer sûrement à la voile dans toutes les circonstances. Le rapport de l'amiral Yelverton signale, en effet, la nécessité où l'on était d'avoir toujours une certaine puissance de machine disponible, pour effectuer promptement et sûrement certaines manœuvres, et même pour tenir son poste.

C'est surtout dans la nature des matériaux que la mâture des bâtiments a subi de grands changements en Angleterre

1) Le modèle du *Minotaur*, à l'Exposition, n'indique que trois mâts.

depuis quelques années. Les navires cuirassés de la flotte anglaise ont aujourd'hui leurs bas mâts en tôle de fer, et leurs basses vergues en tôle d'acier. Il en est de même de la plupart des navires de guerre, construits dans les chantiers de l'industrie privée pour le compte des puissances étrangères. Guidée d'ailleurs par des motifs différents, la marine du commerce est entrée dans la même voie. Aussi la fabrication des pièces de mâture en tôle et en acier a-t-elle pris, chez les Anglais, assez d'importance pour occuper exclusivement une grande usine établie à Cheaptown, près de Bristol, qu'alimentent également les commandes de l'État et celles des particuliers.

Les mâts en tôle, qui, d'ailleurs, ne sont pas plus lourds que les mâts d'assemblage en bois d'égale résistance, quand on arrive aux fortes dimensions nécessaires aux grands bâtiments, ont surtout cet avantage considérable pour la marine militaire, que la réparation des avaries y est possible et même facile après le combat, moyennant quelques précautions préalables, tandis qu'un mât en bois, atteint par des boulets, est, le plus souvent, un mât entièrement perdu, et dont il n'est pas même toujours possible de tirer provisoirement parti.

Cette unique considération suffit pour expliquer la faveur dont ils jouissent en Angleterre ; mais elle n'est pas la seule. L'amiral *Robinson*, inspecteur général des constructions navales britanniques, constate « que les mâts en fer, ainsi que
« les vergues et les mâts de hune en acier, semblent avoir
« bien réussi sous tous les rapports, et qu'on trouvera une
« importante économie en faisant usage de ces matières, de
« préférence au bois, qui se détériore si vite. »

Enfin, la confiance dans les mâtures en fer a été poussée si loin en Angleterre, qu'on a été jusqu'à proposer sérieusement de supprimer les haubans, et de chercher la tenue des mâts uniquement dans l'accroissement du diamètre. Sans recourir à un système si radical, dont les avantages seraient précieux pour le tir des canons placés dans des tourelles mobiles, le

capitaine Coles a cherché la solution du même problème, qui lui importait beaucoup pour la meilleure appropriation de ses bâtiments, dans l'adoption d'un système de mâture en usage chez les Malais, et auquel il a donné le nom expressif de *mâture à trépied* (*tripod masts*). Il consiste à remplacer le système complet des étais et des haubans qui soutiennent chaque bas mât par deux mâtereaux, un de chaque bord, s'arc-boutant par leur tête, à un même point de la tête du bas mât, et par leur pied sur le pont, dans la position moyenne des haubans qu'ils remplacent, faisant ainsi effort pour soutenir le mât, par leur résistance à la compression, aussi bien qu'à l'extension. Ces mâtereaux ont reçu le nom de *jambes du trépied* (*tripod legs*). Ils sont en bois ou en fer, suivant la nature du mât qu'ils étayent.

Les modèles présentés par le vice-amiral Halsted ont tous ce genre de mâture, fabriqués en acier. Les mâtereaux s'unissent aux bas mâts à peu près à mi-distance, entre la basse vergue et le chouquet; leurs pieds, après avoir traversé le pont des tourelles, vont se relier solidement à la coque, à la hauteur du pont de la batterie, sur lequel ils s'appuient. La voilure, indiquée sur les modèles, est à trait carré. Les huniers sont divisés; le hunier inférieur, qui correspond à un hunier ordinaire aux bas ris, a sa vergue suspendue un peu au-dessous du chouque du bas mât, et complètement indépendante du mât de hune qui se guinde et se dépasse sur l'arrière.

L'avantage de cette disposition consiste en ce qu'un bâtiment, dont la mâture haute est dépassée en prévision du combat, peut cependant déployer au besoin une surface de voilure plus étendue qu'avec le système ordinaire; car, sans compter la brigantine et le foc, qui sont alors supprimés, en ne conservant que deux basses voiles, deux goëlettes et les trois huniers inférieurs, il reste encore au navire de troisième rang de l'amiral Halsted une surface de voilure égale à près de dix-neuf

fois celle du maître couple. Avec la voilure complète, ce rapport s'élève à 39.

Le système des mâts tripodes se retrouve encore, à l'Exposition, sur les navires à tourelles *Wivern* et *Scorpion*, construits par M. Laird, dont l'Amirauté a fait l'acquisition ; mais nous ne croyons pas devoir nous y arrêter plus longtemps.

Quant à la division des huniers, qui a pris son origine dans la marine marchande où elle est aujourd'hui très-répandue, elle a été adoptée sur un certain nombre de navires cuirassés anglais, notamment sur le *Minotaur* ; c'est une excellente disposition qui, de même que les mâtures en fer et les vergues en acier, ne tardera pas sans doute à se généraliser dans toutes les marines.

Indépendamment de la division des huniers, qui rend plus rare la nécessité d'y prendre des ris, plusieurs inventions ont eu pour objet de simplifier cette manœuvre. Les bornes du présent rapport ne nous permettent pas de les décrire, et nous devons nous borner à signaler en première ligne, parmi celles que présentent les Anglais, le système du capitaine Cunningham et de MM. Coligny et Pinkney.

FRANCE.

En France, la mâture de la *Gloire*, qui ne consistait d'abord qu'en des bas mâts portant quelques voiles auriques et des mâts de flèche, put, un moment, faire croire que l'avènement des navires cuirassés allait renverser de fond en comble tous les anciens errements en fait de mâture et de voilure. Mais l'augmentation qu'on ne tarda pas à leur donner sur les navires qui la suivirent, et le développement qu'elles ont repris sur les constructions les plus récentes, prouvent que ce n'était là qu'un accident passager. Ainsi, en 1863, dans l'escadre d'expériences que commandait M. le vice-amiral Ch. Penaud, le *Solferino*, l'*Invincible*, le *Magenta*, avaient un phare carré au mât de misaine, avec des voiles auriques aux autres mâts,

Leurs surfaces de voilure n'étaient pourtant guère plus de quatorze fois de celle du maître couple. Dans la *Normandie*, qui portait des voiles carrées à tous mâts, ce rapport était 17. Dans la *Couronne*, il montait à 19 : c'est le chiffre que nous avons trouvé pour les bâtimens proposés par l'amiral Halsted, après que leur mâture haute a été supprimée pour le combat.

Deux ans plus tard, les neuf bâtimens cuirassés, qui se trouvaient réunis sous le commandement du vice-amiral C^{te} Bouët-Willaumez, avaient tous une mâture uniforme, comprenant des mâts de hune à flèche, avec un phare carré au grand mât et au mât de misaine. Les rapports de la surface totale à celle du maître couple y variaient de 18 à 23. C'était celle proposée par la commission des cuirassés, présidée par le vice-amiral Penaud. Ce retour aux anciennes pratiques ne s'est pas arrêté là (peut-être à tort), comme le prouve la mâture du *Marengo*, qu'on voit sur le modèle exposé. Elle comprend, sur des bas mâts d'assemblage assez courts, de longs mâts d'hune, surmontés de mâts de perroquets à flèches, et ne se distingue des anciennes mâtures, que par son bout-dehors de foc horizontal, disposé pour être rentré avant le combat.

L'*Alma* porte aussi une grande voilure semblable à celle des anciennes corvettes, et cette disposition se justifie parfaitement par la nature des missions lointaines, pour lesquelles ce type a été créé plus particulièrement.

Les seuls spécimens de mâtures métalliques qu'on rencontre à l'Exposition française se voient sur le yacht *Prince-Jérôme* et dans la vitrine de M. Jackson.

Quant aux systèmes pour prendre des ris, nous ne trouvons à citer que celui du capitaine Fremont, qui est établi sur un assez grand nombre de navires de commerce français.

Parmi les constructions étrangères, nous ne trouvons à citer pour la mâture que le *Ferdinand-Max*, frégate cuirassée autrichienne, dont les bas mâts sont en tôle.

Si nous cherchons à résumer les faits principaux qui résultent de la comparaison des mâtures des bâtiments cuirassés exposés au Champ-de-Mars, nous voyons qu'après quelques oscillations qui ont fait pencher, tantôt pour des mâtures et des voilures d'une grandeur exagérée, tantôt, au contraire, pour des voilures trop réduites, on a fini par adopter une sorte de terme moyen, qui établit un rapport de 1 à 23 ou 25 entre la surface du maître couple et la surface totale des voiles, sauf pour certains navires généralement destinés à des navigations spéciales. On cherche à introduire la plus grande simplicité possible dans les mâtures et le gréement, et, dans ce but, on emploie souvent le fer pour les confectonner.

Les considérations qui, dans l'ancienne marine, militaient en faveur de la grandeur des mâts de hune et de leurs voiles, sont aujourd'hui applicables aux bas mâts, les seuls qui restent debout pendant le combat, et à leurs voiles qui, dans ces circonstances, peuvent être parfois d'utiles auxiliaires pour la manœuvre. Aussi, voit-on maintenir, sur beaucoup de navires, de grands bas mâts, sauf à chercher des moyens plus puissants de consolidation dans une augmentation de leur résistance propre que la fabrication métallique rend facile. En outre, la division des huniers permet d'utiliser la partie du bas mât supérieure à la basse vergue, qui était autrefois sans voile, sans qu'il soit nécessaire d'avoir le mât de hune en place. C'est donc, sous ce rapport, une heureuse innovation.

APPAREILS POUR LA TRANSMISSION DES ORDRES ET DES SIGNAUX PENDANT LE COMBAT.

Transmission des ordres à bord.

Ce n'est point assez que le navire de combat, dont nous venons d'esquisser la physionomie, soit armé puissamment,

rapide dans sa course, agile dans ses mouvements, protégé, autant que possible, contre les chances de destruction qu'il va affronter. Toutes ces qualités seraient superflues, quelques-unes même pourraient devenir un danger, si la volonté qui le dirige n'avait sur lui un empire aussi prompt qu'absolu, s'il n'était *dans la main* de son capitaine, comme le cheval dans celle du cavalier qui le monte. Il faut, en un mot, que le chef ait à sa disposition des moyens sûrs de transmettre instantanément ses ordres à la machine et au gouvernail.

Sur les anciens navires à voiles, où la manœuvre se faisait sous les yeux du capitaine, sa voix, répétée par le sifflet du maître de quart, suffisait seule, et la promptitude de l'exécution ne dépendait que de l'habileté ou de l'activité de l'équipage. Il n'en est pas de même sur les bâtiments à vapeur. La machine est à fond de cale; la roue de combat, n'étant plus sur le pont, est soustraite aux regards, et le capitaine lui-même est parfois abrité dans un réduit cuirassé d'où il ne peut voir que ce qui se passe en dehors du bâtiment. Des organes de transmission d'ordres lui sont donc nécessaires.

Les premiers dont on ait fait usage sur les bâtiments de guerre comme sur les paquebots consistaient en tuyaux acoustiques en gutta-percha ou mieux encore en plomb. Quand la distance à parcourir n'est pas trop grande et que les tuyaux peuvent être établis sans faire de coudes trop nombreux, ce moyen de communication est excellent, en ce qu'il n'astreint pas à un nombre limité d'ordres prévus d'avance. Mais quand le trajet des tuyaux est long et sinueux, il arrive souvent que les commandements y deviennent confus et même inintelligibles, et qu'il faut, non-seulement les émettre avec lenteur, mais parfois les répéter, d'où résulte une perte de temps qui peut avoir des conséquences funestes.

Pour éviter cet inconvénient, les Anglais ont appliqué, sur un grand nombre de leurs bâtiments cuirassés, des appareils de transmissions basés sur l'emploi de l'électricité.

Ceux que M. Gisborne fournit dans ce but, et dont on voyait deux intéressants spécimens à l'Exposition, reposent sur un

principe simple et bien connu : un bouton pressé par la personne qui veut transmettre un ordre, ou bien une aiguille mobile, dont la pointe est amenée sur un index métallique correspondant à cet ordre, permet de lancer à volonté le courant d'une pile de volta dans un fil conducteur, dont l'autre extrémité s'enroule sur les bobines d'un électro-aimant. La force magnétique, ainsi développée temporairement, attire l'armature en fer doux d'un levier coudé, et fait aussitôt relever un écran par lequel était masqué l'ordre qu'il s'agit de faire apparaître aux yeux de la personne chargée de l'exécuter. Les vibrations d'un timbre bruyant éveillent en même temps son attention, et un bouton placé à sa portée lui permet de faire connaître, de la même manière, que l'ordre a été compris. S'il s'agit de gouvernail, le mouvement même de la barre est annoncé automatiquement par l'électricité au capitaine qui reçoit ainsi à son gré, aussi fréquemment qu'il le désire, et même avant que le navire ait eu le temps d'obéir, une confirmation immédiate et sûre de l'exécution de l'ordre donné.

Concurremment avec les appareils dont nous venons de parler, M. Gisborne en présente d'autres, d'invention plus récente, qu'il nomme *pneumatiques*, parce qu'ils ont pour principe la compression de l'air dans des tuyaux d'un petit diamètre. La compagnie Walker-Sparre en expose également qui sont basés sur le même principe, et qui semblent très-simples et très-sûrs. Voici en quoi consiste ce nouveau mode de transmission d'ordres :

Un tuyau, fermé hermétiquement sur son parcours, réunit les deux stations qu'il s'agit de faire communiquer entre elles. L'une de ses extrémités est reliée avec l'instrument qui porte l'indication des ordres à transmettre. Par son autre extrémité, il aboutit à un indicateur des ordres à exécuter, semblable au premier. Un mécanisme des plus simples permet de comprimer l'air au point de départ; cette pression se transmet dans l'intérieur du tube jusqu'au point d'arrivée, où elle agit sur la surface

flexible d'une chambre à air; de la sorte, elle imprime, par l'intermédiaire de leviers, un mouvement prévu à une aiguille qui se meut dans un cadran. Comme les mouvements de l'air dans un tuyau se transmettent avec une grande vitesse, l'action de cette machine peut être regardée comme étant, à bord des navires, aussi instantanée que celle des machines électriques.

Quelques appareils de cet ingénieux système sont en essai sur des bâtiments de la flotte française.

Un autre moyen, qui ne le cède pas en promptitude aux précédents et qui peut-être est moins susceptible de se déranger à bord, repose sur l'emploi des transmissions purement mécaniques. Plusieurs bâtiments possèdent des instruments de ce genre qui, semblables à ceux dont on fait usage pour manœuvrer les disques d'arrêt dans les stations de chemins de fer, offrent toute la simplicité et la solidité désirables.

Systèmes de signaux.

S'il est essentiel que le capitaine d'un bâtiment puisse y faire promptement circuler ses ordres, ils ne l'est pas moins que l'amiral puisse transmettre les siens aux bâtiments de son escadre. C'est, dans la marine, le rôle dévolu aux signaux de jour et de nuit.

On voyait, à l'Exposition, quelques systèmes qui méritent d'être cités.

Parmi eux, se présentent, en première ligne, les feux de couleur imaginés par M. Coston, officier de la marine des États-Unis, et dont on fait usage dans la marine française.

Ces feux sont produits par la combustion de petits artifices, dont la lumière, colorée en blanc, en rouge et en vert, représente par leurs combinaisons variables les différents chiffres de la numération. Ce qui facilite la pratique et constitue la base de ce système, c'est que l'inventeur a eu l'heureuse idée de réunir dans un même tube les compositions qui doivent donner lieu, par la combustion, aux couleurs différentes; de

telle sorte que, sans avoir à s'occuper de leur ordre successif, il suffit qu'on brûle l'artifice que porte un certain numéro, pour que les diverses couleurs apparaissent d'elles-mêmes dans l'ordre requis pour la représentation de ce numéro.

Les signaux exposés par M. le commandeur Colomb reposent, comme l'indique leur dénomination de *flashing signals* (signaux à éclats), sur les brusques changements d'apparence que présente un même objet, soit qu'il paraisse et disparaisse soudainement, soit qu'il change de forme en changeant de position.

Dans tous les cas, les symboles sont déterminés par ce qu'on peut appeler des *éclats* et des *éclipses*, se succédant à intervalles réguliers et pouvant se répéter plusieurs fois de suite dans le même ordre, après une pause déterminée, de la même manière que les éclats se succèdent dans les phares tournants.

On conçoit que des signaux faits par ce procédé répétiteur peuvent être observés et étudiés par la personne à qui ils s'adressent, aussi longtemps qu'il est nécessaire pour que celle-ci ne conserve aucun doute sur leur véritable interprétation et n'y réponde, comme pour les signaux faits pendant le jour à l'aide de pavillons, qu'après avoir acquis, par la lecture de l'article de la tactique ou du dictionnaire, la conviction qu'elle ne commet pas d'erreur sur le sens qu'elle leur attribue.

Les apparitions ou éclats de l'objet sont de deux espèces, éclats longs et éclats courts. Des combinaisons simples de ces deux sortes d'éclats représentent les dix chiffres de la numération.

Durant le jour, les signaux se font à l'aide d'un ballon qui se gonfle et s'aplatit successivement, ou d'une sorte de parapluie qui s'ouvre et se ferme. Si la distance est peu considérable, on peut se servir du bras, d'un chapeau, d'un mouchoir, d'un pavillon, etc., comme on le fait aussi en France dans le service de l'armée.

Pendant la nuit, on emploie un fanal brillant dont la lumière

est subitement découverte ou interceptée. Dans l'appareil qui figurait à l'Exposition, cette lumière était produite par un chalumeau d'oxy-hydrogène, et parfois par la combustion de rubans de magnésium. Le mécanisme, qui sert à exécuter ces signaux avec exactitude et célérité, est surtout très-remarquable.

Il convient encore de mentionner, comme pouvant servir à faire des signaux de nuit, la belle machine magnéto-électrique, exposée par la compagnie l'*Alliance*, qui a pour objet la production d'une lumière équivalente à celle de cent cinquante ou deux cents becs carcel. Un de ces appareils a été placé, il y a peu d'années, sur le yacht impérial le *Prince-Jérôme*, et l'autre vient d'être établi sur la frégate cuirassée l'*Héroïne*, où il est, en ce moment, l'objet d'expériences.

La supériorité de ce mode d'éclairage le rend plus particulièrement propre au service des phares; mais il peut rendre aussi d'utiles services à bord des bâtiments, non-seulement pour faire des signaux, mais encore pour faciliter pendant la nuit des opérations militaires, telles que débarquements de troupes, reconnaissances de points fortifiés, mouvements d'embarcation.

A ces derniers points de vue, on pourrait faire aussi un utile emploi de la combustion du magnésium, qui produit une lumière très-éclatante. Le corps expéditionnaire anglais, qui agit en ce moment, en Abyssinie, a été pourvu, dit-on, d'une quantité considérable de magnésium en lames et en poudre, pour éclairer la marche et les opérations des troupes, et pour faire des signaux pendant la nuit; c'est un précédent à noter

EMBARCATIONS A VAPEUR.

Les embarcations à vapeur forment un complément désormais indispensable de l'armement des bâtiments de guerre. Quoique leur emploi dans les marines militaires soit de date assez récente, les services qu'elles ont déjà rendus ont été

hautement appréciés des marins, et le nombre s'en est accru très-rapidement. Aussi figurent-elles avec honneur à l'Exposition du Champ-de-Mars.

EXPOSITION ANGLAISE.

La chaloupe du *Royal Oak*, exposée par l'Amirauté anglaise, est, comme la plupart des grandes embarcations de la marine royale, construite en bois de teck, sans membrure, avec deux plans de bordages obliques et croisés. Elle a 12^m80 de longueur, 3^m62 de largeur, 1^m14 de creux.

Elle porte à l'avant un canon Armstrong de 12 livres, en fonte de fer, se chargeant par la culasse, monté sur affût à châssis mobile.

La machine est à quatre cylindres verticaux, divisés en deux groupes indépendants l'un de l'autre et fixés de chaque côté de la boîte à fumée. La manœuvre de chacun des groupes se fait au moyen de deux coulisses Stephenson, qui transmettent le mouvement aux deux tiroirs situés en dehors des cylindres.

Deux pompes, placées sur l'avant, alimentent les deux machines. En outre, quand on est stoppé, l'alimentation se fait au moyen d'un cylindre à vapeur, établi à tribord près de la boîte à feu, dont le piston conduit directement celui de la pompe alimentaire et communique, par une petite manivelle, le mouvement à l'arbre qui porte le volant et par suite au tiroir.

La chaudière, à tubes horizontaux, semblable à celle des locomotives, porte tout le système. Elle est fixée au fond de la chaloupe par des clavettes, et s'enlève au moyen d'anneaux placés sur le dôme du réservoir de vapeur et sur la boîte à fumée, dans lesquels on passe une élingue en chaîne.

L'approvisionnement d'eau douce, d'environ un tonneau, est renfermé dans deux caisses plates, en tôle, situées à l'arrière,

et le charbon est logé en abord, dans des caisses en tôle, près du foyer.

Lorsque la chaloupe a sa machine, elle peut porter une ancre de bossoir, en cravate ou au-dessus de la chambre; mais elle ne peut manœuvrer que des ancres à jet.

Un double parcours, fait sur la Seine entre les ponts de l'*Alma* et du *Point-du-Jour*, a permis d'apprécier les qualités de marche de cette embarcation. Sa vitesse a été de 7^m78 pour une pression à la chaudière d'environ cinq atmosphères, et un nombre de tours variant entre 320 et 340 par minute.

L'emploi de deux hélices et de deux machines indépendantes permet à l'embarcation de tourner sur place sans le secours de la barre. Pour apprécier les qualités de giration, et comparer entre eux les résultats obtenus, soit à l'aide de la barre seule, soit en faisant marcher les deux machines en sens inverse, on a fait décrire par la chaloupe plusieurs cercles consécutifs. Le temps mis à décrire un cercle entier a été, dans le premier cas, de 67 secondes, le rayon du cercle a été évalué à cinq longueurs de chaloupe; dans le second cas, de 62 secondes et le rayon du cercle n'a été que de deux longueurs de chaloupe.

On voit par là que, si l'emploi de deux hélices et de deux machines indépendantes entraîne une complication de l'appareil, on obtient, par compensation, la faculté de tourner dans un faible espace, sans faire usage du gouvernail.

La machine à vapeur pour chaloupe, exposée par MM. Penn et fils, diffère peu de celle du *Royal Oak*; nous nous bornons donc à la mentionner.

La machine exposée par M. Rennie est à double hélice, comme celle du *Royal Oak*, mais elle n'a pour chaque hélice qu'un cylindre placé verticalement de chaque côté de la chaudière. Le mouvement est régularisé par un volant. La machine pos-

sède, en outre, un condenseur à surface; elle peut donc fonctionner avec de l'eau douce provenant, soit de l'approvisionnement d'eau, soit de la condensation de la vapeur. Dans le premier cas, l'échappement de la vapeur est utilisé pour le tirage, ce qui ne peut avoir lieu dans le second. Néanmoins, dans les essais qu'il a fait de sa machine, sur une embarcation, le long du mille mesuré de Hokes-Bay, M. Rennie donne l'avantage au système à condensation; car la machine, fonctionnant sans condensation, a donné 326 tours et une vitesse de 7ⁿ8, et avec condensation, 328 tours et 8ⁿ05 de vitesse.

Le condenseur entraîne évidemment un plus grand encombrement de l'appareil dans la chaloupe, mais il offre le précieux avantage de ne pas laisser la machine exposée à perdre la plus grande partie de sa force, faute d'eau douce, au moment peut-être où cette force serait le plus nécessaire.

L'amiral Halsted a placé dans sa vitrine le modèle d'un canot à vapeur, destiné à ses navires à tourelles. Ces canots n'ayant pas encore été construits, ne peuvent être appréciés exactement à leur valeur; mais, selon toute apparence, ils ne le céderont pas comme vitesse aux embarcations qui viennent d'être citées. Construits en tôle d'acier, ils seront munis de compartiments à air, qui en feront de véritables canots de sauvetage. L'appareil à vapeur se composera d'une chaudière semblable à celle des locomotives et d'une machine formant avec la chaudière un groupe compacte, et faisant mouvoir une seule hélice centrale. Ils seront armés de deux obusiers Withworth de deux à dix livres, suivant la force de l'embarcation, établis sur des châssis fixés à une plaque tournante, ayant son axe au quart environ de la longueur de l'embarcation à partir de l'avant.

Telles sont les embarcations de guerre à vapeur exposées par l'Angleterre.

FRANCE.

La France a exposé un modèle de chaloupe à vapeur, et les canots en usage sur la flotte ou dans les colonies.

La chaloupe est armée d'un canon de douze rayé, en bronze, établi sur un affût à châssis mobile. Comme la chaloupe du *Royal Oak*, elle peut porter une ancre de bossoir, en cravate ou sur l'arrière, lorsque la machine est en place; mais elle ne peut manœuvrer que les ancres à jet.

La chaudière, à tubes horizontaux, à tirage forcé, fonctionne à cinq atmosphères de pression et avec de l'eau douce. La machine n'a qu'une hélice, dont l'arbre est situé dans le plan vertical passant par la quille. La chaudière et la machine ne forment qu'un seul groupe mobile, d'une pièce, à peu près sans démontage de tuyaux. Sur la face avant de la chaudière, se trouve le foyer; sur la face arrière est le cylindre d'une machine à pilon, dont le piston fait mouvoir l'arbre de l'hélice. Quatre boulons fixent l'appareil au fond de la chaloupe. Quand on veut l'enlever ou le mettre en place, on passe autour de la chaudière une élingue, sur laquelle on croche le palan d'étai et le bout de vergue. En un coup de palan, l'opération s'accomplit. Il n'y a aucune chance d'avaries, même avec de la mer, grâce à l'absence complète d'organes délicats sur les côtés de la chaudière et à la simplicité extrême de l'appareil. Une telle mobilité est précieuse, surtout pour les bâtiments appelés à une navigation active près des côtes.

Sur la berge, figure un canot à vapeur destiné au service colonial. Il a été construit par M. Claparède d'après les plans de M. l'ingénieur Mangin. Cette embarcation a 12 mètres de longueur; ses formes sont d'une grande finesse.

L'appareil se compose d'une chaudière cylindrique à tubes horizontaux, qui a son foyer tourné vers l'arrière et d'une machine à pilon dont le cylindre vertical, placé vis-à-vis du foyer et séparé de lui par la chambre de chauffe, est placé

au-dessus de l'extrémité antérieure de l'arbre de l'hélice, situé dans le plan vertical de la quille. Un volant régularise la vitesse. La manœuvre s'opère au moyen d'une coulisse Stephenson. L'alimentation se fait, lorsqu'on est en marche, au moyen d'une pompe mise en mouvement par l'arbre de l'hélice, et, lorsqu'on est stoppé, au moyen d'un injecteur Giffard. L'approvisionnement d'eau douce suffit pour cinq heures de marche. La machine et la chaudière se montent et se démontent séparément.

Ce canot a exécuté un double parcours sur la Seine, du pont de l'*Alma* à celui du *Point-du-Jour*, avec une pression variant de sept atmosphères à sept atmosphères sept dixièmes, l'embarcation a filé 8^m3 en moyenne. Les qualités de giration sont excellentes; un cercle entier a été décrit au moyen de la barre et à toute vitesse, en 51 secondes.

Des expériences ont été faites pour déterminer la puissance de l'appareil avec une pression totale de deux et trois atmosphères, qui permettrait l'emploi de l'eau de mer. Dans le premier cas, on a obtenu cent soixante-six tours et une vitesse de 5 nœuds. Dans le second cas, le nombre de tours s'est élevé à cent quatre-vingt-seize et la vitesse à 6 nœuds.

La marine impériale a exposé, en outre, un canot à vapeur en bois de 8^m85 de long, ayant à l'avant 1^m42, au milieu 1^m08, à l'arrière 1^m47 de creux. Ce canot est haut sur l'eau, bien défendu de l'avant, et doit conserver une bonne vitesse, même avec de la mer. L'appareil est disposé comme celui de M. Claparède. La machine est la même, mais la chaudière appartient au système Belleville.

Le yacht *Jérôme-Napoléon* a exposé un canot en tôle d'acier construit par M. Mazeline. Cette petite embarcation a une machine à pilon composée d'un seul cylindre vertical dont le piston fait mouvoir deux hélices au moyen de roues d'engrenage. Sa carène a été allongée d'un mètre et demi par l'addition d'une sorte d'éperon. Grâce à cette forme particulière, dont il est résulté d'ailleurs une plus grande finesse

dans les lignes d'eau, on a obtenu une plus grande vitesse, mais aussi une augmentation de poids et une plus grande lenteur d'évolution. C'est un canot élégant, tenant plutôt de l'embarcation de plaisance que du canot de guerre.

Ce qui frappe tout d'abord dans cette exposition des embarcations de guerre à vapeur, c'est le degré de perfection auquel on est parvenu en peu d'années. Les exigences du service à bord d'un bâtiment de guerre sont très-grandes, et les fonctions des embarcations sont multiples. Tantôt elles sont employées pour le transport des troupes; elles doivent alors se transformer en petites canonnières et protéger le débarquement par le feu de leur artillerie; tantôt elles servent à la manœuvre des ancres et au transport des vivres et du matériel. Aussi, après avoir satisfait à la condition de la vitesse, nécessaire dans tous les cas, chaque constructeur s'est-il placé à un point de vue différent, et, parmi les qualités requises, il a choisi celles qu'il lui semblait le plus utile d'obtenir, laissant les autres dans un état d'infériorité relative. L'un préfère une faculté plus grande de giration à la simplicité de l'appareil, l'autre recherche des chaudières pouvant fonctionner avec de l'eau de mer, de préférence à des générateurs de vapeur plus légers, présentant moins de dangers d'explosion, mais ne pouvant employer que l'eau douce. Il est à remarquer néanmoins que quelques-unes de ces embarcations satisfont à la plupart des *desiderata*, et que c'est désormais à l'expérience plutôt qu'à la science qu'il appartient de trancher les questions non encore résolues.

CONCLUSION

Nous terminerons ici cet examen du matériel de guerre présenté à l'Exposition universelle. Nous avons dû, pour abréger, passer sous silence un grand nombre d'objets ou d'appareils, ingénieux sans doute, mais qui n'ont pas semblé susceptibles d'applications utiles.

Ainsi que nous l'annoncions en commençant, certains objets qui semblent approcher de la perfection, tels que : la tente d'ambulance anglaise, la voiture Locati, etc., ont le grave défaut de ne pas se prêter à un usage habituel, par suite ou de leur fragilité ou de leur prix élevé. Les grandes armées, aujourd'hui, sont impérieusement obligées de rechercher, avant tout, un matériel simple, solide, à bon marché. Le matériel naval, celui de l'artillerie de côte, et les fortifications blindées font peut-être exception à ce principe. Mais, si l'on s'étonne du prix d'un coup de canon parti de l'une de ces énormes pièces destinées à protéger les abords des grands établissements maritimes et des grands ports de commerce, il suffit pour expliquer cette prodigalité apparente, de rapprocher par la pensée le prix de ce coup de canon, quelque élevé qu'il paraisse, des immenses richesses dont il peut prévenir la destruction.

Ce qui ressort d'une manière frappante de l'examen de ces matériels de guerre si nombreux, si ingénieux, présentés à l'Exposition universelle de 1867, c'est la lutte qui, sous nos

yeux, se produit dans l'esprit humain entre deux idées, deux tendances opposées : d'une part, le vif désir que manifeste chaque peuple de se rendre redoutable, en appliquant toutes les inventions modernes au perfectionnement des armes ; de l'autre, le désir aussi nettement accusé d'adoucir, autant qu'il est possible, les horreurs, les conséquences fatales de la guerre. C'est ainsi qu'à côté des revolvers, des fusils à aiguille, des mitrailleuses Gatling, des torpilles, des navires à tourelles, nous avons vu ces préparatifs faits avec tant de zèle par tous les gouvernements pour combattre les épidémies, guérir les malades et soulager les blessés ; c'est ainsi que nous avons été témoins des efforts incessants des sociétés de secours des deux mondes, poussées elles-mêmes par les sentiments charitables et humains des populations.

Malgré les tendances belliqueuses, qui parfois se manifestent encore chez nos contemporains, les relations commerciales et les intérêts financiers se multiplient rapidement et se mêlent de toutes parts. Déjà la facilité, de jour en jour croissante, des communications, est venue ajouter aux anciennes représentations nationales de nombreuses relations personnelles. Les arts, comme les sciences et l'industrie, portent au loin la civilisation, et lui ouvrent des contrées nouvelles ; elle poursuit son œuvre, et, commencée par les intérêts matériels, elle s'étend peu à peu aux esprits et aux cœurs des hommes qui forment les nations éclairées.

Le courant électrique qui enflamme la torpille est aussi celui qui éclaire le phare ; le soldat panse lui-même l'ennemi qu'il a blessé ; désormais, le bateau de sauvetage accompagnera le plus souvent la batterie flottante, le bateau sous-marin ou le bélier. Et pourtant, au moment où le droit de la guerre devient à la fois moins rigoureux et plus précis, où les mœurs militaires elles-mêmes s'adoucissent, les armes, les engins meurtriers si perfectionnés, et quelquefois si coûteux, dont nous venons de rendre compte, semblent indiquer que le règne de la paix universelle n'est pas encore commencé.

Nous avons été témoins des efforts faits en Europe comme en Amérique, pour développer l'instruction populaire; les armées aussi ont exposé les méthodes perfectionnées, qu'elles ont adoptées pour seconder le mouvement général, en utilisant au profit de leur instruction le séjour plus ou moins prolongé que les jeunes gens viennent faire dans leurs rangs. Mais ici nous retrouvons encore le contraste que nous signalions plus haut. Pour hâter la venue de l'ère pacifique que l'on espère du progrès des lumières, certains peuples rendent l'instruction obligatoire, et en même temps, comme s'ils doutaient du résultat, ils augmentent leurs armées, en imposant à tous les citoyens le service personnel, obligatoire aussi. C'est qu'en effet, tant que la religion, les progrès de l'instruction, les efforts même de la philosophie n'auront pas complètement détruit chez l'homme ses appétits avides et ses tendances irascibles, on ne pourra compter sur sa raison, et par suite, les nations, comme les individus qui les composent, demeureront exposées aux convoitises et aux passions.

Ainsi, pendant longtemps encore, les peuples les plus éclairés semblent destinés à continuer d'appuyer comme autrefois leur droit sur la force, car comme l'a dit récemment un des orateurs sacrés les plus écoutés de notre temps (1) :

« Toute agression injuste aux frontières d'un peuple est
« une barbarie. Il faut donc que la nation, dans la personne
« de ceux qui la représentent et la gouvernent, puisse tirer
« le glaive et frapper le barbare. Le droit des individus peut
« demeurer quelquefois désarmé sous l'oppression des forts,
« et c'est alors que la justice lui réserve son plus sublime
« triomphe : le martyr. Il n'en est pas de même du droit des
« Sociétés. Pour elles, ce ne serait plus de l'héroïsme moral,
« mais une faute autant qu'un déshonneur, de tendre la joue
« gauche après qu'on les a souffletées sur la droite. Un grand
« patriote italien disait : L'indépendance est aux nations ce

(1) Le père Hyacinthe. Conférence de Notre-Dame en 1867.

« que la pudeur est aux femmes. Qu'importent les autres
« vertus, quand celle-là vient à manquer. »

Si l'indépendance des nations devait nécessairement résulter du perfectionnement de leur matériel de guerre, que la commission a si hautement reconnu et proclamé, le spectacle que nous a offert l'Exposition universelle serait plein des plus brillantes promesses pour l'avenir.



TABLE DES MATIÈRES



	Pages.
INTRODUCTION.	1
Considérations générales	5

CHAPITRE PREMIER.

ARMES PORTATIVES.

ARTICLE 1 ^{er} . — ÉNUMÉRATION DES PRINCIPALES COLLECTIONS D'ARMES.	17
Angleterre	17
France	19
Autriche.	20
Espagne	20
Expositions industrielles.	21
Autriche.	21
Belgique.	21
Espagne	21
États-Unis d'Amérique.	21
France.	22
Prusse.	22
Russie.	22
Suisse.	22
ARTICLE 2. — DESCRIPTIONS.	23
ARTICLE 3. — ARMES SE CHARGEANT PAR LA CULASSE	23
ARTICLE 4. — ARMES A CANON FIXE AVEC CULASSE OU TONNERRE MOBILE.	27
ARTICLE 5. — 1 ^{er} GROUPE	28
France. — Fusil de rempart, 1831	28
Belgique. — Carabine de rempart.	28
M. Keymolen	29
M. Garcia-Saez.	29
ARTICLE 6. — 2 ^e GROUPE	30
M. Chassepot, 1857.	30
MM. Manceaux, — Vieillard.	31

	Pages.
M. Green	31
Prusse. — Fusil à aiguille	31
M. Lemille.	32
M. Rhode	32
M. Poppenburg.	33
France. — Fusil à aiguille, modèle 1866.	33
M. Montstorm	34
M. Loran	35
M. Galant	35
ARTICLE 7. — 3 ^e GROUPE	36
M. Joslin	36
M. Peabody	37
M. Remington	37
MM. Malherbes et Bernard	38
M. Cooper.	38
MM. Wesley, — Richard	39
M. Wilson.	39
M. Verndl	40
ARTICLE 8. — 2 ^e et 3 ^e CLASSE.	40
ARTICLE 9. — SYSTÈMES DE TRANSFORMATION DES ARMES DE GUERRE.	41
Angleterre. — Système Snider	42
France.	43
Danemark	43
Belgique. — Système Albini	44
Autriche. — Système Wanzl	44
Suisse. — Système Milbank-Amsler	45
États-Unis d'Amérique. — Système Allin	45
États allemands	46
Espagne.	46
Suède.	46
Italie. — Système Composta	46
Russie. — Système Ferry-Norman	47
Système Karl-Zons	47
M. Cornick	47
M. Bonin	48
M. Gaye	48
M. Gaubert	48
ARTICLE 10. — ARMES A PLUSIEURS COUPS	49
Armes à magasin.	49
Systèmes Ball-Spencer	49
Carabines	50
Pistolets	51
Systèmes Colt-Remington-Savage-Diane-Adams	51
M. Lefauchaux.	51

	Pages.
M. Guerriero.	52
ARTICLE 11. — BATTERIES GATTLING.	52
M. Gattling	53

CHAPITRE II.

MATÉRIEL D'ARTILLERIE.

ARTICLE 1 ^{er} . — BOUCHES A FEU	57
Angleterre. — Le gouvernement.	60
Sir W. Armstrong	62
M. Palliser.	63
M. Withworth	63
Autriche. — Le gouvernement	64
Grand-duché de Bade. — La compagnie de Carlsruhe.	64
Belgique. — M. Fredrix	65
Espagne. — Le gouvernement.	65
États-Unis d'Amérique. — M. Ferris.	66
France. — Le gouvernement	66
Service de l'armée	67
Service de la marine.	67
MM. Petin et Gaudet.	69
M. Voruz aîné	70
Hollande. — Le gouvernement	71
Prusse.	71
M. Krupp	71
M. Berger	72
M. Gruson.	72
Russie.	73
Saxe	73
Suède et Norwége	74
ARTICLE 2. — MODE DE CONSTRUCTION. — DESCRIPTION DES MÉ-	
THODES DE FABRICATION DES BOUCHES A FEU.	74
Angleterre. — Gouvernement. — Sir Armstrong	77
M. Fraser et l'arsenal de Woolwich	79
M. Withworth	80
M. Palliser.	82
Autriche.	82
Grand-duché de Bade. — Compagnie de Carlsruhe	83
États-Unis d'Amérique. — M. Ferris	83
France. — Service de l'armée.	84
Service de la marine	84
M. Blakely.	85
MM. Petin et Gaudet.	85

	Pages.
Hollande.	86
Prusse. — M. Krupp.	87
M. Berger	89
M. Gruson.	89
Russie.	90
Suède et Norwége	90
Résumé	91
 ARTICLE 3. — MODES DE CHARGEMENT DES BOUCHES A FEU. — AP- PAREILS DE FERMETURE DE LA CULASSE ET D'OBTURATION. — AP- PAREILS DE MANIEMENT DES GROS PROJECTILES.	
Description.	94
Angleterre	98
Chargement par la culasse. — Premier type	98
Deuxième type.	100
Sir Armstrong	101
M. Withworth	102
Autriche.	102
Grand-duché de Bade.	102
Belgique.	104
États-Unis d'Amérique	105
France. — Service de l'armée.	106
Service de la marine	106
MM. Petin et Gaudet.	110
M. Voruz aîné.	110
Hollande.	111
Prusse.	111
Type de M. Krupp	111
Type Warendorff.	112
Type Kreiner	113
Type à coin cylindro-pri-matique	114
M. Berger	115
M. Gruson	116
Russie.	117
Saxe	117
Suède et Norwége	117
 ARTICLE 4. — DISPOSITIFS INTÉRIEURS DES BOUCHES A FEU. — RAYURES DE L'ARME ET MONTAGE DES PROJECTILES. — CHAMBRE A POWDRE. — LUMIÈRES.	
Description. — Angleterre.	117
Sir Armstrong	123
M. Withworth	125
Autriche.	126
Belgique. — M. Fredrix	127
Grand-duché de Bade	128
États-Unis d'Amérique. — M. Ferris	129

	Pages.
France. — Service de l'armée.	130
Service de la marine	132
Hollande.	133
Prusse. — M. Krupp.	133
M. Gruson.	136
Russie.	137
Saxe.	137
Suède et Norwège	137

CHAPITRE III.

MUNITIONS ET ARTIFICES.

ARTICLE 1 ^{er} . — PROJECTILES PLEINS ET CREUX	141
Description. — Angleterre	146
Obus à balles sphériques	146
Obus oblongs Boxer	147
Obus à segments Armstrong	148
Projectiles explosifs. — Obus sphériques.	148
Bombe incendiaire	149
Obus sphérique incendiaire Martin.	148
Obus oblongs	149
Projectiles pleins oblongs	150
Mitrailles. — Boîtes à mitrailles	150
Grappes de mitrailles.	150
Sir Armstrong	151
M. Withworth	151
Obus oblongs en fonte	151
Obus oblongs en acier	151
Projectiles pleins.	151
Sphères rayées	152
Boîtes à mitraille.	152
Autriche. — Obus ordinaire	152
Obus à balle.	152
Obus incendiaire	152
Boîtes à mitrailles	153
France. — Service de l'armée. — Obus oblongs	153
Boîte à mitrailles.	153
Service de la marine. — Obus oblongs	153
Boulets massifs de rupture	154
Bombe de côte.	155
MM. Petin et Gaudet	155
M. Voruz aîné.	153
Hollande. — Obus oblong ordinaire.	156

	Pages.
Obus à balles	156
Boîtes à balles.	156
Boulets creux et pleins en fonte dure	157
Italie	157
Prusse. — M. Krupp.	157
M. Berger	158
M. Gruson.	158
Suède et Norwége	159
Obus oblong ordinaire	159
Obus à balles	159
Boîtes à balles.	159
ARTICLE 2. — FUSÉES A PROJECTILES CREUX.	160
Description. — Angleterre	164
Fusée fusante Boxer	164
Fusée Boxer fusante et percutante.	165
Fusée Boxer en métal.	165
Fusée Armstrong percutante et fusante à durée variable.	166
Fusée percutante Armstrong.	166
Fusée percutante Pettmann	167
Fusée électrique Abel.	168
Fusée percutante à colonne.	169
Autriche. — Fusée pour obus ordinaire.	170
Fusée fusante à durée variable	170
France. — Service de l'armée. — Fusées percutantes.	171
Fusée fusante à quatre canaux	172
Fusée hexagonale à deux durées	173
Fusée à bombes	173
Service de la marine. — 1 ^{er} modèle.	173
2 ^e modèle	174
Fusée bombe.	175
M. Voruz aîné	175
Fusée hexagonale à quatre canaux	175
Fusée à temps Bonmann.	175
Fusée percutante.	176
Hollande. — Fusée percutante de marine	176
Prusse.	177
Suède et Norwége	177
ARTICLE 3. — ARTIFICES DIVERS.— GARGOUSSES ET LEURS CAISSES.	178
Artifices divers.	179
Angleterre. — Étoupilles	179
Étoupilles en cuivre à friction.	179
Étoupilles ordinaires	179
Étoupilles en plumes ordinaires.	179
Étoupilles électriques.	180
Lances à feu.	180

	Pages.
Fusées de signaux	180
Lance-signal	181
Projectile éclairant Boxer	181
Balle à fumée	181
Fusée de sauvetage Boxer	182
Gargousses	182
Conservation des poudres et des munitions	183
France. — Étoupilles à canon, etc	183
ARTICLE 4. — FUSÉES DE GUERRE	184

CHAPITRE IV.

APPAREILS ET MACHINES SPÉCIAUX A L'ARTILLERIE.

ARTICLE 1 ^{er} . — APPAREILS ÉLECTRO-BALISTIQUES	191
Angleterre. — M. Francis Bashforth	195
Belgique. — Appareils Navez-Leurs	197
Machine électro-balistique Le Boulangé	200
Clepsydre électrique	202
France. — Chronographe à diapason de Schulz	204
ARTICLE 2. — APPAREILS A ESSAYER LES POUDRES ET LEURS EFFETS	210
Éprouvette	211
Appareil balistique	212
• Appareil pour les bouches à feu	213
ARTICLE 3. — INSTRUMENTS ET MODÈLES DE PRÉCISION	215
Angleterre	215
M. Withworth	216
Autriche	217
Espagne. — Le musée royal de Madrid	217
France. — Le service de l'armée	218
Prusse. — M. Gruson	218
ARTICLE 4. — MACHINES ET APPAREILS D'ATELIERS	218
Appareils à mouler les projectiles	219
Appareils à charger les fusées	220
Appareils à emplancher les projectiles	221
Machines à percer les canons de fusil en acier fondu	221
Machine à rayer les canons de fusil	222
Machines à faire les balles par compression	223

CHAPITRE V.

MATÉRIEL DE SERVICE DES BOUCHES À FEU, AFFÛTS,
VOITURES, FORGES, ENGINS DIVERS.

	Pages.
ARTICLE 1 ^{er} . — ARTILLERIE DE CAMPAGNE ET DE MONTAGNE.	229
Angleterre	230
Autriche	234
France	237
Espagne	241
Hollande	242
Prusse	242
Suède et Norwége	246
ARTICLE 2. — AFFÛTS DE SIÈGE, DE PLACE ET DE CÔTES.	247
Angleterre	249
France	259
ARTICLE 3. — AFFÛTS SPÉCIAUX DE CASEMATES OU DE MER À TRÈS- PETITE EMBRASURE	258
Angleterre	259
Autriche	261
Prusse	263
ARTICLE 4. — AFFÛTS MARINS.	264
Angleterre	266
France	270

CHAPITRE VI.

MINES SOUS-MARINES. — APPAREILS POUR METTRE LE FEU
AUX MINES.

Système adopté par le comité du génie autrichien	274
Toposcope. — Système de S. A. I. l'archiduc Léopold.	278
APPAREILS POUR METTRE LE FEU AUX MINES.	279
Autriche. — Machines électriques à frottement.	279
Amorces électriques.	281
Machines magnéto-électriques	281
Cordeau porte-feu	282

CHAPITRE VII.

CONSTRUCTIONS MILITAIRES ET FORTIFICATIONS. — EXPÉRIENCES DE TIR CONTRE LES CASEMATES EN MAÇONNERIE ET LEURS CUIRASSES.

	Pages.
Angleterre	285
États-Unis d'Amérique	293
France. — Camp de Châlons	301
France. — Caserne Saint-Charles à Marseille.	304
Pont-levis à bascule en dessous.	307
Emploi du fer feuillard pour la confection des gabions et des ponts suspendus.	309
Expériences sur la résistance des maçonneries au tir de l'artillerie.	311
Expériences sur la résistance des casemates cuirassées au tir de l'artillerie.	313

CHAPITRE VIII.

TÉLÉGRAPHIES MILITAIRES ET SIGNAUX.

Appareils télégraphiques de l'exposition collective du ministère I. R. d'Autriche : 1 ^o Télégraphie électrique de guerre.	319
2 ^o Télégraphie optique de guerre : Système du colonel baron d'Ebner.	321
Nouveau système de signaux à l'usage de l'armée. — Capitaine Gallotti	322

CHAPITRE IX.

INSTRUMENTS DE GÉODÉSIE, DE TOPOGRAPHIE ET DE PHOTOGRAPHIE APPLIQUÉS AUX BESOINS DES ARMÉES EN CAMPAGNE.

Application de l'héliostat à la géodésie. — Capitaine Beaux.	325
Stadimètre de MM. les capit. du génie Peaucellier et Wagner	326
Lunette réductrice de MM. les capitaines du génie Peaucellier et Wagner.	327
Levés photographiques par M. le chef de bataillon du génie Laussédât	32

	Pages.
Planchette de M. Fèvre, chef d'escadron d'état-major	330
Télémètre à prismes de M. le chef de bataillon du génie Gaubier.	331
Télémètre de poche de M. Gautier, capitaine d'artillerie.	332
Télémètre de M. le colonel d'artillerie Clerck.	334
Stadiomètre portatif de M. le major Klockner	335
Planimètre polaire de M. Amsler	336

CHAPITRE X.

CARTES ET PLANS RELIEFS.

Cartes : Angleterre.	339
Autriche.	341
Grand-duché de Bade.	345
Belgique.	346
Danemark.	349
Espagne	351
France.	352
Norwége.	357
Pays-Bas.	357
Portugal.	363
Prusse.	363
Russie.	375
Suède	376
Suisse.	376
Wurtemberg	380
Plans reliefs. — Autriche.	382
Prusse.	383
Suisse.	383
France.	384

CHAPITRE XI.

HABILLEMENT. — ÉQUIPEMENT DES TROUPES. — HARNACHEMENT.

Angleterre.	387
Autriche.	390
Belgique.	391
États-Unis d'Amérique	391
France.	394
Italie.	397
Russie.	398
Suisse.	402

CHAPITRE XII.

TENTES. — EFFETS ET USTENSILES DE CAMPEMENT.

	Pages.
Angleterre	403
États-Unis d'Amérique	403
France. — Tente-abri ordinaire	405
Tente de marche pour officiers	406
Tente ordinaire, modèle 1863	406
Manteau d'armes	407
Tente de conseils	407
Prusse	408
Société internationale de secours	408

CHAPITRE XIII.

ALIMENTATION DES TROUPES.

Angleterre. — Four Perkins	411
France. — Four portatif Espinasse	414
Conserves alimentaires	418
Appareil Louvel	418
Russie. — Trémie conique	420

CHAPITRE XIV.

CHARGE DES HOMMES ET DES CHEVAUX EN CAMPAGNE. — ÉQUIPAGES MILITAIRES. — TRANSPORT DES POSTES, DU TRÉSOR ET DE LA TÉLÉGRAPHIE.

Voiture auxiliaire des subsistances	423
Voiture régimentaire	424
Voiture d'état-major	425
Voiture du trésor et des postes	425

CHAPITRE XV.

TRANSPORTS GÉNÉRAUX.

États-Unis d'Amérique	428
---------------------------------	-----

	Pages.
Gros wagon américain	428
France.	430
Caisson modèle 1865.	430
Chariot de parc.	431

CHAPITRE XVI.

MATÉRIEL DES CASERNES ET DES HÔPITAUX SÉDENTAIRES.

Angleterre	433
Hôpital de caserne.	435
France.	436

CHAPITRE XVII.

MATÉRIEL DES AMBULANCES DE CAMPAGNE.

Angleterre	439
États-Unis d'Amérique	441
France.	445
Ambulance divisionnaire	446
Caisson d'ambulance	447
Société internationale de secours pour les blessés.	448
Comité italien.	450
Comité prussien	450
Comité français.	451
Comité suisse	451

CHAPITRE XVIII.

MOYENS DIVERS DE TRANSPORTS DES MALADES ET DES BLESSÉS.

Angleterre	453
États-Unis d'Amérique	455
Ambulance réglementaire	456
Société sanitaire des États-Unis	457
Ambulance Howard.	457
Voiture américaine de Pérot.	458
Grand-duché de Bade.	460
France.	461
Brancards	461
Voiture Masson.	463

	Pages.
Voiture d'évacuation	464
Italie	466
Prusse:	466
Société internationale de secours. — Comité badois.	467
Comité italien	468
Comité suisse.	469

CHAPITRE XIX.

MARINE MILITAIRE. — DES NAVIRES DE COMBAT.

Marine anglaise.	475
Autriche	505
Marine française	508
Système de construction des navires cuirassés	531

CHAPITRE XX.

DES NAVIRES DE TRANSPORT.

Navires de transport de la marine royale anglaise.	539
Bâtiments hôpitaux.	545
Navires de transport français	546

CHAPITRE XXI.

DES MACHINES A VAPEUR, DES PROPULSEURS, DES GOUVERNAILS,
DES MATURES ET AUTRES ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DES NAVIRES
DE GUERRE.

DES MACHINES A VAPEUR MARINES.	550
Angleterre	551
France.	554
Italie.	559
Autriche	560
Espagne	560
Suède	560
GÉNÉRATEURS DES MACHINES MARINES	561
Autriche	561
France.	561
Surchauffeurs.	563
Propulseurs.	564

	Pages.
France.	567
Propulseurs hydrauliques	571
Belgique	574
Régulateurs.	574
Angleterre	575
Amérique.	575
France.	576
Des pompes	578
Pompes mues par la machine	579
Pompes à vapeur spéciales.	579
Angleterre	580
Amérique.	580
France.	581
Pompes à incendie	581
DES GOUVERNAIS ET APPAREILS POUR GOUVERNER.	582
Marine anglaise.	583
Marine française	593
France.	599
Mâture, voilure, grément.	595
APPAREILS POUR LA TRANSMISSION DES ORDRES ET DES SIGNAUX	
PENDANT LE COMBAT. — EMBARCATIONS A VAPEUR.	601
Embarcations à vapeur	606
Exposition anglaise.	607
CONCLUSION.	613



