
R A P P O R T

Sur un moyen de mesurer la vitesse initiale des projectiles lancés par les bouches à feu, dans des directions tant horizontales qu'inclinées.

Fait à l'Institut national, Classe des Sciences physiques et mathématiques, le 20 frimaire de l'an 12, par M. PRONX.

LA Classe a chargé MM. Bossut, Monge et moi, de lui rendre compte d'un moyen de mesurer la vitesse initiale des projectiles lancés par les bouches à feu, proposé par le colonel Grobert, qui a construit un premier appareil de dimensions telles que nous avons pu nous en servir pour des expériences préliminaires. Nous allons d'abord entretenir la classe de cet appareil et de ces expériences; et, après l'avoir mise à portée de juger le mérite et l'utilité, tant du moyen en lui-même, que des additions (dont nous parlerons aussi) proposées par l'auteur, pour un mécanisme perfectionné, destiné à des expériences plus soignées et plus étendues, nous joindrons au jugement que nous portons nous-mêmes sur tous ces objets, une courte notice des méthodes employées jusqu'à ce jour dans les recherches de même genre.

Voici la description de l'appareil mis à la disposition des commissaires :

Un axe de rotation horizontal, d'environ

H 3.

34 décimètres de longueur, porte à chacune de ses extrémités un disque ou cercle de carton, perpendiculaire à l'axe, dont le centre est sur ce même axe, auquel il est assujéti de manière que tout le système puisse tourner rapidement, sans que les positions respectives de ses diverses parties soient dérangées.

Le mouvement de rotation est imprimé à l'axe et aux deux disques, par le moyen d'un poids suspendu à l'extrémité d'une corde, qui, après avoir passé sur la gorge d'une poulie élevée de 10 à 12 mètres au-dessus du sol, s'enroule sur l'arbre horizontal d'un treuil établi au niveau des disques. Une chaîne sans fin, qui enveloppe d'une part la roue du treuil, et de l'autre une poulie fixée sur l'axe de rotation des disques, transmet à cet axe le mouvement que le poids communique au treuil pendant sa chute.

Cet appareil a, comme on voit, le mérite de la simplicité; et, sans entrer dans de plus grands détails, il est aisé de concevoir comment il peut d'abord servir à mesurer des vitesses horizontales. Supposons que les deux disques soient immobiles, et qu'une balle ou un boulet les traverse dans une direction parallèle à l'axe ou à la ligne passant par leurs centres, il est manifeste que cet axe sera dans un même plan avec les trous faits dans les disques; mais si les disques tournent autour de l'axe pendant que la balle va de l'un à l'autre, alors le plan qui renfermera l'axe de rotation et le premier trou, ne rencontrera pas le deuxième trou; et si on fait passer un second plan par ce deuxième trou et par l'axe, l'angle formé par ces

deux plans sera la mesure de l'arc décrit par un point quelconque des disques, pendant que la balle ou le boulet parcourt l'intervalle qui les sépare.

Il s'agit donc, pour mesurer la vitesse du boulet, 1°. d'imprimer une vitesse angulaire, uniforme et connue au système de l'axe et des deux disques; 2°. de mesurer l'arc compris entre les deux plans, passant par l'axe et par chacun des trous ou passages que le boulet s'est ouvert à travers les disques.

Dans les expériences qui ont été faites, le mouvement devenait sensiblement uniforme, lorsque le poids était arrivé à-peu-près à moitié de l'espace vertical qu'il parcourait; on s'en assurait en mesurant, en deux reprises, les tems écoulés pendant les 3°. et 4°. quarts de la chute, et comparant ensuite ces tems avec les espaces parcourus correspondans. On s'est servi, pour ces mesures, de deux excellens compteurs à secondes, l'un de Louis Berthoud et l'autre de Breguet.

On a substitué, dans la presque totalité des expériences, à la mesure de l'espace vertical parcouru par le poids, celui du nombre de tours, et fractions de tours, faits par l'arbre du treuil pendant un nombre donné de secondes; ce qui, à tous égards, était beaucoup plus précis et plus commode.

Pour mesurer ensuite l'arc parcouru par les disques pendant que la balle allait de l'un à l'autre, on a placé, devant chacun de ces disques, un écran ou carton fixe qui en était à une très-petite distance, ensorte que la balle, dans son passage, traversait d'abord le premier

écran, puis le premier disque, ensuite le second écran, et enfin le deuxième disque. Lorsque l'arime était déchargée, on ramenait le trou du premier disque vis-à-vis celui du premier écran, et ces deux trous se trouvaient dans une même ligne droite avec celui fait dans le second écran; une pointe dirigée horizontalement par le centre de ce dernier trou, perçait le 2^e. disque; et l'arc, ayant son centre dans l'axe de rotation, compris entre l'extrémité de cette pointe et le centre du trou fait par la balle dans le 2^e. disque, donnait la mesure de l'angle décrit par le système des deux disques, pendant que la balle avait parcouru la longueur de l'axe.

Il est aisé de voir que les écrans fixes qui donnent la direction absolue de la balle dans l'espace, fournissent le moyen d'avoir égard au défaut de parallélisme, s'il y en a, entre cette direction et l'axe de rotation des disques.

Le canon employé à lancer le projectile, était établi horizontalement, et parallèlement à l'arbre des disques, à une distance suffisante du 1^{er}. disque, pour que le mouvement imprimé à l'air, par l'explosion de la poudre, ne nuisît pas au mouvement de ce disque.

Un appareil exactement semblable à celui qu'on vient de décrire, a été établi par le colonel Grobert dans un local dépendant de l'école des ponts et chaussées, où il a fait, avec les commissaires, en l'an 10 et en l'an 11, un grand nombre d'expériences, dont quelques-unes ont eu pour témoins plusieurs officiers du génie et de l'artillerie, parmi lesquels nous citerons le général Marescot et le sénateur La Martillière.

Cet appareil n'a pas, à beaucoup près, les dimensions et la perfection dont il est susceptible, et que l'auteur se propose de lui donner par la suite; aussi les commissaires ont-ils eu moins pour objet, en l'essayant, de fournir des résultats utiles à l'artillerie, que de conclure, des épreuves faites sur une machine provisoire, l'utilité qu'on pourra en retirer lorsqu'on l'exécutera aussi bien qu'elle pourra l'être.

Il est bon, avant de parler des expériences, de résoudre une difficulté qui se présente naturellement à tous les hommes à qui cette matière est un peu connue, et qui tient à l'énorme différence qu'on suppose exister entre la vitesse du projectile lancé par la bouche à feu, et la vitesse angulaire qu'on peut donner aux disques; en effet, on conclut des expériences connues sur les projectiles de l'artillerie, que le tems employé par la balle ou le boulet, à parcourir les trois ou quatre mètres de distance entre les deux disques, doit être plus petit qu'un 100^e de seconde, et on conçoit difficilement que, pendant un tems aussi court, les disques puissent décrire un arc sensible.

Voici la solution de cette difficulté donnée par le fait: lorsque le mouvement était parvenu à l'uniformité, la roue du treuil faisait assez communément 0,833 de tours par seconde, et à chaque tour de cette roue, répondaient 7,875 tours de l'axe des disques, qui faisaient ainsi 6,56 tours par seconde: ainsi le point placé sur un disque, à un mètre de l'axe, parcourait 41 mètres en une seconde environ; ce qui, pour $\frac{1}{100}$ de seconde, donne 41 centimètres, longueur

plus que suffisante pour fournir des mesures très-exactes.

Les expériences ont été faites avec un fusil d'infanterie et un mousqueton de cavalerie, dont les canons avaient respectivement 1^m,137, et 0^m,765 de longueur intérieure. On les a d'abord chargés avec les cartouches telles qu'elles étaient fournies à l'arsenal; mais les premières séries d'expériences ayant été plus régulières qu'on ne l'avait présumé, on a été encouragé, par ce succès, à mettre plus de précision dans les charges et plus de soin dans les épreuves. Les balles ont été pesées exactement (leur poids moyen était de 24,7 grammes), et chacune a été chassée avec la moitié de son poids de poudre.

Voici la formule dont on s'est servi pour calculer les vitesses des balles :

La demi-conférence qui a l'unité pour rayon. = $\pi = 3,141$.

Le rapport entre les nombres respectifs de tours que font, en mêmes tems, la roue du treuil et la poulie de l'axe des disques. = k .

Le tems employé par la roue du treuil à faire un nombre n de tours. = t .

La distance, à l'axe des disques, du trou fait par la balle dans le 2^e disque. = r .

Arc parcouru par ce trou, pendant que la balle va d'un disque à l'autre. = a .

Distance entre les deux disques. = b .

Vitesse de la balle entre les mêmes disques. = V .

On a l'équation

$$V = \frac{2\pi n}{k t} \cdot \frac{r}{a} b.$$

Il ne sera pas inutile de joindre à cette formule un tableau de quelques expériences, et nous rapporterons les dix suivantes faites avec le mousqueton.

Nos. des Expériences.	n.	t.	V.	
			a.	V.
		secondes.	mètres.	mètres.
1	8	10	0,3510	402,3
2	8	10	0,3800	371,7
3	8	10	0,368	362,5
4	15	22	0,296	384,1
5	15	22	0,264	430,7
6	10	18	0,268	345,7
7	15	16	0,392	398,8
8	15	16	0,392	398,8
9	15	16	0,416	375,8
10	15	16	0,360	434,3
			Vitesse moyenne. . . . = 390,47	

Valeur constante de $k = \frac{1}{7,875}$.

Toutes les valeurs de a sont rapportées à celle de $r = 1$ mètre.

La vitesse moyenne déduite des dix précédentes est de 390,47 mètres, à très-peu de chose près, la même qui résulte de la totalité des expériences. On a trouvé pour la vitesse, par seconde, des balles lancées par le fusil d'infanterie, 428 mètres, valeur moyenne, dont le rapport avec la précédente est celui 11 : 10 environ. Ces expériences sembleraient indiquer qu'on peut raccourcir le fusil d'infanterie sans diminuer beaucoup sa portée ; mais, outre que les commissaires ne veulent tirer de ces premiers essais aucune conclusion applicable à l'artillerie, il est bon d'observer qu'il y a des considérations militaires, autres que celles de la portée, qui déterminent, et motivent la longueur du fusil d'infanterie.

Si on voulait, parmi les expériences exactes publiées, jusqu'à ce jour, sur les projectiles de l'artillerie, en avoir quelques-unes propres à fournir à-peu-près un objet de comparaison avec celles rapportées ci-dessus, on pourrait prendre, dans l'ouvrage de Hutton, celles qu'il a faites avec le canon de plus petite dimension, canon qu'il désigne par le n^o. 1, dont l'ame avait 7 décimètres de longueur, et 51 millimètres de diamètre environ ; les résultats généraux consignés dans une table formée d'après l'ensemble des expériences, donnent, pour le cas où le poids de la charge de poudre est comme ci-dessus, moitié de celui du boulet, une vitesse initiale de 435 mètres par seconde ; ce qui diffère très-peu de la vitesse trouvée avec le fusil d'infanterie : les pièces de Hutton, numérotées 2, 3

et 4, qui étaient plus longues, ont donné des vitesses moyennes plus considérables.

Les commissaires ont fait quelques essais avec des demi-charges, c'est-à-dire, en chassant la balle avec le quart de son poids de poudre ; la vitesse de la balle ainsi lancée, a été trouvée, valeur moyenne, de 254 mètres dans le fusil d'infanterie, et de 252 dans le mousqueton. Ces deux vitesses sont sensiblement égales entre elles, et excèdent les moitiés 214 et 195, de celles données par les charges entières. On peut présumer que ces circonstances tiennent principalement à l'inflammation complète de la poudre, qui a lieu dans le cas de la demi-charge.

Enfin, les commissaires, pour multiplier le plus possible leurs essais sur l'application au tir horizontal, de l'appareil du colonel Grobert, ont voulu en déduire quelques données sur la résistance de l'air au mouvement de la balle dont le diamètre était de 15 à 16 millimètres. La bouche du canon qui, d'abord était à 2^m, 35 de distance du premier écran fixe, a été reculée de 18^m, 44, au moyen de quoi sa distance au premier écran fixe, était de 20^m, 79. Dans cette position, la vitesse avec laquelle la balle chassée par le fusil d'infanterie, a traversé l'intervalle d'un disque à l'autre, a été trouvée, valeur moyenne, de 345 mètres par seconde, au lieu de 428. La diminution est dans le rapport de 42 : 34. Les expériences de cette dernière espèce sont en petit nombre, et nous n'en tirerons aucune conclusion ; nous ne dirons rien non plus de quelques épreuves faites pour déterminer la perte de vitesse qu'éprouve

la balle en traversant les deux premières feuilles de carton, nos essais n'ayant pas en pour objet principal, ainsi que nous l'avons déjà dit plusieurs fois, d'employer ce premier appareil à avancer la science de l'artillerie, mais d'avoir une idée des avantages que cette science pourrait en retirer, lorsqu'il serait exécuté avec la perfection et les moyens de précision qu'il est susceptible d'avoir.

Un des changemens les plus importans que propose l'auteur, consiste à augmenter le diamètre des disques, et la longueur de leur axe, de manière à les rendre propres à la détermination des vitesses initiales des boulets de canon de différens calibres. Il serait difficile d'assigner d'avance, et sans essais préliminaires, le terme de cette augmentation compatible avec la possibilité et l'exactitude des expériences; mais il n'est pas douteux que l'appareil sur lequel nous avons opéré peut être exécuté sur des dimensions beaucoup plus grandes, et telles qu'on pourra s'en servir pour les épreuves avec le canon.

Le colonel Grobert propose un autre changement, qui tire sa principale utilité de celui dont on vient de parler, et qui aurait pour objet de fournir le moyen de traverser les disques en lançant des boulets dans différentes directions, depuis l'horizontale, jusqu'à celle qui fait un demi-angle droit avec la verticale. Il a imaginé, pour remplir ce but, le mécanisme suivant qui est simple et praticable. Il ne fait plus tourner les disques sur un axe commun, mais leur donne à chacun un axe horizontal particulier, auquel il fixe une poulie.

L'arbre du treuil porte deux roues égales, correspondantes aux deux poulies, et deux chaînes sans fin, dont chacune enveloppe une roue et une poulie. Le mouvement de rotation que le treuil reçoit du poids descendant, est ainsi communiqué aux disques, et il faut que les dimensions des roues et des poulies soient bien réglées, pour que les disques tournent ensemble, et fassent exactement le même nombre de révolutions dans le même tems. Cette condition remplie, on dispose le support de l'un des disques (celui qui est le plus éloigné du canon) de manière qu'il puisse s'élever verticalement, et se fixer à différentes hauteurs, pour chacune desquelles on ajoute quelques maillons à la chaîne répondante à ce disque, afin de lui donner la longueur suffisante, et on a ainsi, en abaissant le canon, la possibilité de traverser les disques dans différentes directions inclinées à l'horizon. On peut remarquer que la projection de la surface des disques sur le plan perpendiculaire à la ligne de tir, diminue de plus en plus, à mesure que cette ligne s'incline; mais c'est là un très-petit inconvénient, la plus grande diminution qui a lieu dans le rapport de 7 à 5 environ, laissant encore assez de champ pour pointer avec toute la précision désirable.

Il ne sera peut-être pas aussi facile qu'on le croirait d'abord, d'ajuster les roues, les poulies et les engrenages, de manière que les deux disques tournent parfaitement ensemble; nous pensons néanmoins qu'il n'y a rien, dans cette partie de l'appareil, que ne puisse faire tout ouvrier adroit et soigneux;

D'ailleurs, si la machine est solide, et les engrenages bien exécutés, il y a un moyen sûr d'éviter les erreurs résultantes du défaut de coïncidence, qui pourraient exister dans le mouvement des disques. Ce moyen consiste à compter les tours des roues faits depuis l'instant où le coup est tiré jusqu'à celui où la machine s'arrête, et à faire faire, en sens contraire, le même nombre de tours à ces roues, de manière que les disques soient ramenés aux mêmes positions respectives où ils étaient lorsque le coup est parti.

Nous supprimons plusieurs détails relatifs, tant au tir incliné, qu'à différens mécanismes imaginés par le colonel Grobert, pour suppléer l'attention et la main de l'homme dans les expériences. Au moyen de ces mécanismes, dont son Mémoire et les dessins qu'il y a ajoutés offrent une description complète, le poids moteur, arrivé au point de sa course où son mouvement devient uniforme, appuie sur deux détentes, dont l'une fait osciller une pendule à seconde pour compter le tems, et dont l'autre établit la communication entre le mouvement du treuil et un système de roues dentées et de pignons, portant des index et des aiguilles pour compter les tours des roues. Le poids arrivé à l'extrémité inférieure de sa course, presse d'autres détentes qui servent à mettre le feu au canon, et à arrêter le compteur du tems et celui du nombre des tours. Ces divers moyens peuvent être utiles, mais il y a souvent de l'inconvénient à les prodiguer, et à donner au mécanisme une complication qui le rend sujet à se déranger facilement.

lement, et qu'on évite sans inconvénient, pour peu que les observateurs soient exercés et attentifs.

L'exposé que nous venons de faire nous paraît suffisant pour éclairer la classe sur l'utilité qu'on peut retirer de l'appareil du colonel Grobert, et nous allons y joindre une courte notice des méthodes employées jusqu'à ce jour dans les recherches du même genre.

Il n'y a que soixante ans environ qu'on a commencé à appliquer l'expérience avec succès, à la théorie des projectiles. Benjamin Robins, qui nous paraît avoir ouvert la carrière; ou du moins avoir publié les premiers essais dignes de l'attention des physiciens, a employé, pour déterminer la vitesse initiale des balles de fusil, un pendule contre lequel il lançait ses projectiles, et la vitesse cherchée se concluait de l'amplitude de l'oscillation; le même Robins, lorsqu'il a eu des expériences immédiates et particulières à faire sur la poudre, a déduit ses résultats du recul du canon attaché à la partie inférieure du même pendule (1).

M. le chevalier d'Arcy, de l'Académie des Sciences, publia, huit à dix ans après les premiers travaux de Robins, dans le volume de l'Académie de 1751, un Mémoire sur la *Théorie de l'artillerie*, contenant une suite d'expériences faites avec beaucoup d'adresse et de soin, où il employa, à-peu-près dans les mêmes circonstances que Robins, deux pendules

(1) Voyez ses *Principes d'artillerie*, édition de 1783, pages 109 et suiv., 187 et suiv.

contre l'un desquels il lançait la balle, et dont l'autre, qui tenait le canon suspendu, servait à en mesurer le recul. C'est avec ces instrumens qu'ont été faites les expériences importantes rapportées dans les *Essais d'une théorie de l'artillerie*, mise au jour par le même auteur en 1760.

Quinze ans après, Hutton fit à Wolwich, avec le pendule, de nouvelles épreuves sur des projectiles beaucoup plus pesans que ceux employés par Robins. Le détail de ces épreuves est imprimé dans le volume des *Transactions philosophiques* de 1778.

Vers cette même année 1778, notre collègue, M. le comte de Rumford, reprit et perfectionna la méthode des pendules; il trouva un moyen fort simple de suspendre le canon, de manière que le recul eût lieu sans que l'axe cessât d'être horizontal. Hutton fait l'éloge de ses expériences, qui sont décrites dans les *Transactions philosophiques* de 1781, et qu'il a depuis réimprimées, avec des additions considérables, dans un recueil de Mémoires intitulé: *Philosophical papers*, etc. (Londres, 1802.)

Enfin Hutton, précédemment cité, s'est occupé, pendant les années 1783, 84, 85 et 86, d'une suite nombreuse d'essais faits avec beaucoup de soins et de dépenses, sur l'une et l'autre espèces de pendule. Le recueil de ses Mémoires, inséré dans les *Transactions philosophiques*, et récemment traduit de l'anglais en français par le colonel *Villanroys*, peut être regardé comme le traité de balistique expéri-

mentale le plus complet et le plus instructif que nous ayons.

L'appareil proposé par le colonel Grobert, est, comme on voit, très-différent de ceux employés par les auteurs que nous venons de mentionner; et quelque mérite qu'on doive attribuer aux expériences faites avec les pendules, on conviendra sans doute qu'il peut être utile d'en faire de nouvelles, par un moyen très-ingénieux qui réunit la simplicité à l'économie, et conduit au but de la manière la plus directe et la plus immédiate; les vitesses cherchées se déduisant uniquement de l'observation du tems employé par un mobile à faire un certain nombre de révolutions autour d'un axe fixe, observation dégagée des considérations et des calculs de dynamique qu'exige la méthode de Robins.

Nous n'avons rien dit encore des travaux d'*Antoni*, sur la matière qui fait l'objet de ce rapport, et cependant nous ne pouvons nous dispenser de parler d'une machine qu'il décrit dans son *Essai sur la poudre*, dont M. de Flavigni a publié une traduction française en 1773. Cette machine qu'*Antoni* dit avoir été inventée par un mécanicien nommé *Mathey*, consiste en un cercle horizontal, soutenu par son centre sur l'extrémité supérieure d'un axe vertical, et servant de base à une enveloppe cylindrique de papier; on imprime à ce cylindre, au moyen d'un poids attaché à une corde qui passe sur une poulie de renvoi, un mouvement de rotation autour de son axe, et le projectile lancé horizontalement, lorsque la vitesse angulaire est devenue constante, dans

le plan vertical qui renferme cet axe , traverse l'enveloppe cylindrique en deux points ; la distance du second point au diamètre , passant par le premier , sert à mesurer l'arc décrit par le système pendant la traversée du projectile dans l'intérieur de l'enveloppe cylindrique.

Il est incontestable , d'après cette description , que l'idée fondamentale du procédé par lequel on compare un mouvement circulaire avec un mouvement rectiligne , est de Mathey ; mais sans entrer dans aucun détail sur les inconvéniens de sa machine , auxquels il faut vraisemblablement attribuer le peu d'usage qu'on en a fait , nous nous contenterons d'observer que celle du colonel Grobert en diffère essentiellement :

1°. Par l'horizontalité de l'axe de rotation ; il résulte de cette première différence que l'axe ne peut jamais être rencontré par le projectile , ce qui laisse toute facilité d'assurer la solidité et la régularité de la position et du mouvement des disques.

2°. En ce que le projectile ne traverse point une surface cylindrique , mais deux plans verticaux , dont l'étendue et la distance peuvent être considérables , et donner ainsi des mesures très-précises.

3°. Par l'avantage qu'il offre , et que ne présente aucun des appareils connus jusqu'à présent , de mesurer les vitesses des boulets de différens calibres , lancés dans des directions inclinées à l'horizon.

Il nous reste à rendre compte à la Classe de quelques expériences que nous avons faites pour nous assurer que la balle n'éprouvait pas

de déviation sensible en traversant les disques. Il est manifeste , d'après les premiers principes de la dynamique , qu'à l'instant où cette balle se trouve dans le plan d'un disque en mouvement , elle reçoit perpendiculairement à sa direction une impulsion qui , dans certaines hypothèses mathématiques , lui donnerait , parallèlement au plan du disque , une vitesse presque égale à celle du point où elle se rencontre (la masse de la balle étant très-petite par rapport à celles des diverses parties mobiles de la machine) , et alors la vitesse de la balle , calculée d'après la formule rapportée ci-dessus , serait infinie. Les phénomènes effectifs diffèrent considérablement de ceux déduits de pareilles hypothèses , vu la compressibilité des disques , leur peu de dureté , et la prodigieuse rapidité avec laquelle ils sont pénétrés (1) (la durée du passage du demi - diamètre à tra-

(1) Il est bon de donner sommairement les raisonnemens sur lesquels ces assertions sont fondées. Tous les corps de la nature étant plus ou moins compressibles , l'état de mouvement final résultant de l'action de deux corps l'un sur l'autre , ne s'acquiert pas à l'instant même du contact , mais après un tems fixé , qui est très-court ; et les corps , pendant la durée du contact , passent par tous les états de mouvemens intermédiaires entre l'initial et le final. D'après ces faits incontestables , si l'un des corps échappe à l'action de l'autre avant l'instant où , par la suite naturelle du choc , ils auraient cessé de se presser mutuellement , l'état de mouvement auquel ce corps arrivera réellement dans ce cas , différera d'autant moins de son état initial , et d'autant plus de celui où il serait trouvé si le choc eût été consommé , que le contact aura eu moins de durée ; et cette durée peut être si courte , que l'état initial ne soit pas sensiblement modifié. C'est le cas des expériences rapportées dans le texte.

vers le disque n'étant pas d'un $40,000^\circ$. de seconde); mais il n'en est pas moins très important de déterminer exactement l'influence qu'ils ont sur les résultats. Un des commissaires s'est occupé de l'analyse d'un problème de dynamique, d'où on peut conclure cette détermination *à priori*; mais comme une pareille conclusion ne reposerait pas sur des données physiques assez certaines, il a préféré de vérifier par le fait si la déviation était ou non appréciable. Pour cela, il a placé trois écrans fixes à des distances égales les uns des autres; le deuxième et le troisième de ces écrans étant posés au-devant du premier et du deuxième disque mobile respectivement. On conçoit aisément que, dans l'hypothèse de la déviation, le trou fait par la balle dans le troisième écran fixe, ne devait point se trouver dans un même plan vertical avec ceux faits dans les premier et deuxième écrans, et qu'ainsi cette déviation était facile à reconnaître et à mesurer.

Plusieurs coups ont été tirés avec la disposition d'appareil dont nous venons de parler; à chaque fois on mettait un fil à plomb devant le centre du trou fait au premier écran, et alignant, avec ce fil, le centre du trou fait au deuxième écran, il était très-aisé de voir si le centre du troisième trou était dans le plan vertical renfermant les deux autres centres. Ces observations ont été faites avec soin et précision, et cependant il n'a pas été possible d'apercevoir de déviation évaluable dans la direction de la ligne passant par les centres des trois trous; ainsi, le mouvement de la balle, à travers les disques mobiles, est sensiblement le

même que si ces disques étaient en repos. Nous pensons cependant qu'il sera utile d'employer toujours trois écrans, disposés comme ci-dessus, dans les expériences qu'on fera à l'avenir sur ce sujet; on pourra ainsi, ou s'assurer qu'il n'y a pas de déviation, ou y avoir égard, si elle est sensible; et il n'est pas douteux qu'elle le sera, soit dans les cas où on imprimera des petites vitesses au projectile, soit en général, dans ceux où le rapport entre cette vitesse et la résistance qu'éprouvera le boulet, en traversant les disques, passera certaines limites.

Il est bon d'ajouter que la distance du canon à l'écran le plus éloigné de ce canon, était d'environ douze mètres, et qu'on n'a pas eu à craindre les inflexions observées par Robins, sur des distances d'environ cent mètres, inflexions qui, selon lui, rendent rigoureusement la trajectoire une courbe à double courbure.

Ce que nous avons dit de l'effet insensible qu'a l'action du disque sur la balle, pour la faire dévier, prouve, à plus forte raison, que la réaction de la balle sur le disque ne peut diminuer sa vitesse d'aucune quantité sensible; cette conclusion se tirerait d'ailleurs de plusieurs autres faits relatifs, tant au mécanisme de l'appareil, qu'aux données fournies par les expériences, et particulièrement par la mesure du tems avant et après la décharge de l'arme; mais nous croyons pouvoir nous dispenser d'entrer dans de pareils détails.

C O N C L U S I O N .

Nous pensons que le moyen de mesurer la vitesse initiale des projectiles lancés par les

bouches à feu , dans des directions , tant horizontales qu'inclinées , proposé par le colonel Grobert , et conforme à la description sommaire qui se trouve dans le rapport ci-dessus , mérite l'approbation de la classe. Nous ajouterons qu'une suite d'expériences faites avec un appareil de plus grande dimension et d'une exécution plus soignée que celui dont les commissaires se sont servi , pourrait fournir des résultats utiles à l'artillerie.

M É M O I R E

Sur la situation de la Mine de cuivre de Stolzembourg (Département des Forêts) , et sur les moyens d'en reprendre l'exploitation.

Par M. BEAUNIER, ingénieur des mines et usines , dans les Départemens des Ardennes , Forêts , Marne et Meuse (1).

IL est peu de départemens où l'industrie minéralogique puisse prendre d'aussi heureux développemens , que dans celui des Forêts , à en juger par l'étendue de ses bois , et le prix de la main-d'œuvre , qui est en général médiocre. Si on recherche les motifs qui ont empêché les habitans de profiter complètement de semblables avantages , on ne les trouvera que dans le changement fréquent de domination , auquel cette contrée , placée entre des États puissans et rivaux , a été exposée depuis plusieurs siècles. Cette situation politique a porté une incertitude funeste dans l'esprit des spéculateurs , faiblement protégés par un gouvernement sans stabilité.

On doit rapporter à ces causes le peu de fruit que l'on a retiré jusqu'ici des nombreux indices

(1) Ce Mémoire a été remis au Secrétariat du Conseil des mines , le 26 brumaire an 12.