

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 459 443

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 15453

⑤4

Procédé et dispositif de détermination des éléments de tir d'un projectile.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl. ³). F 41 G 3/00, 1/00.

②2

Date de dépôt..... 15 juin 1979, à 15 h 58 mn.

③3

③2

③1

Priorité revendiquée :

④1

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 9-1-1981.

⑦1

Déposant : THOMSON-BRANDT, société anonyme, résidant en France.

⑦2

Invention de : Maurice Abad.

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire : Michel Pierre, SCPI,
173, bd Haussmann, 75360 Paris Cedex 08.

2459443

La présente invention a pour objet un procédé de détermination des éléments de tir d'un projectile, c'est-à-dire notamment la hausse et le gisement à donner à la pièce tirant le projectile, en fonction de différents éléments, en particulier
5 la distance séparant la pièce de la cible et la charge du projectile. L'invention a également pour objet un dispositif permettant de mettre en oeuvre ce procédé.

Différents procédés et dispositifs sont déjà connus pour la détermination de tels éléments de tir, notamment des procédés
10 basés sur des méthodes mathématiques d'approximation polynomiale. Toutefois ces méthodes sont surtout adaptées aux projectiles inertes lancés par des mortiers ; en effet, on sait que les projectiles lancés sont principalement de deux types : les engins inertes, c'est-à-dire auxquels toute l'énergie est
15 fournie au départ, et les engins auto-propulsés ; de plus, le problème du calcul de la trajectoire d'un projectile lancé par un mortier est généralement plus simple que celui posé par d'autres pièces. Ces procédés et dispositifs connus ont donc un domaine d'application assez restreint.

20 La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif qui soient applicables à un projectile et une pièce quelconque et qui fournissent rapidement les éléments de tir recherchés.

Le procédé consiste principalement dans les étapes
25 suivantes :

- la détermination par une méthode approchée de la hausse (H) de la pièce en fonction de la distance (D) séparant la pièce de tir de la cible ;
 - la détermination de la trajectoire du projectile, c'est-à-dire la portée P, en fonction de la hausse (H) précédemment obtenue, par une méthode d'intégration numérique ;
 - le calcul de l'écart ΔD entre la portée P et la distance D, et la comparaison de ΔD à une valeur maximale (ΔD_{MAX} prédéfinie) ;
- 30 Lorsque l'écart ΔD est supérieur à cette valeur maximale, le
- 35

2459443

processus précédent est repris à la deuxième étape où est déterminée la variation de hausse correspondant à l'écart ΔD trouvé, et dans un mode de réalisation, ce processus est repris jusqu'à ce que ΔD devienne inférieur à la valeur maximale $\Delta D_{\max}$ choisie ; à ce moment, les éléments de tir sont considérés comme corrects, et sont affichés et transmis à la pièce.

L'invention a également pour objet un dispositif assurant la mise en oeuvre du procédé précédent.

D'autres objets, caractéristiques et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple non limitatif et illustrée par les dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, schématiquement les différentes étapes du procédé selon l'invention ;

- la figure 2, schématiquement les différentes phases de l'étape d'élaboration de la hausse du procédé de la figure 1.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

La figure 1 représente schématiquement les différentes étapes du procédé selon l'invention.

La première étape est une étape de saisie des données, représentée par un bloc 1. Cette saisie commence tout d'abord par la saisie des coordonnées à la fois de la pièce de tir et de la cible, ainsi que, éventuellement, celles d'un observateur. Ces coordonnées peuvent être des coordonnées polaires ou rectangulaires ; les changements de coordonnées éventuellement nécessaires sont faits par des algorithmes de calcul connus qui ne seront pas décrits plus en détail ici. Parmi les autres données à saisir figurent les conditions aérologiques, c'est-à-dire principalement la vitesse du vent et sa direction aux différentes altitudes. Une autre série de données importantes est constituée par les données dites balistiques, c'est-à-dire celles qui caractérisent à la fois la pièce de tir et le projectile utilisés (par exemple, vitesse initiale du projectile, poids et température de poudre), ainsi que le choix de la trajectoire (par

exemple tir vertical ou tir plongeant). Enfin, une autre série de données est constituée par les éventuelles corrections expérimentales.

Une second étape du procédé est celle des calculs topographiques, schématisée par un bloc 2. Cette étape assure l'élaboration, selon le type de coordonnées choisi pour la saisie des données :

- des coordonnées polaires (gisement, distance et site) de la pièce et de la cible, lorsque celles-ci ont été saisies en coordonnées rectangulaires ;
- des coordonnées rectangulaires de la cible, lorsque celles-ci ont été saisies sous forme de coordonnées polaires par rapport à la pièce ;
- des coordonnées rectangulaires de la pièce, lorsque celle-ci a été repérée par visée angulaire de deux points A et B dont on a saisi les coordonnées rectangulaires ;
- des coordonnées rectangulaires de la pièce, lorsque ont été saisies les coordonnées rectangulaires de trois points B et C et les angles sous lesquels on voit de la pièce les segments AD, AC et BC ;
- des coordonnées de la pièce, lorsqu'on désire effectuer un changement d'axes rectangulaires.

La troisième étape, schématisée par un bloc 3, est celle de l'élaboration de la charge. On sait que, pour chaque pièce, il existe une hausse optimale ainsi qu'un nombre fini de charges possibles ; pour chaque charge, avec cette hausse et compte tenu du dénivelé qui existe entre la pièce et la cible, est élaborée une distance qui est la portée théorique de la pièce ainsi chargée. La charge retenue est celle qui correspond à la portée immédiatement supérieure à la distance (D) séparant réellement pièce et cible.

Ces trois premières étapes constituent des phases préliminaires. La phase effective de calcul des éléments de tir commence par une étape (schématisée par un bloc 4) de détermination par une méthode approchée et rapide de la hausse (H) à

2459443

donner à la pièce en fonction des différents paramètres saisis ou élaborés ci-dessus. L'élaboration de la hausse est décrite plus en détail ci-dessous (figure 2).

L'étape suivante du procédé (bloc 5) consiste dans le calcul de la trajectoire du projectile, ce qui conduit à la détermination de la portée (P) en fonction des éléments précédents. La méthode de calcul utilisée est la méthode connue de calcul par arcs, qui consiste à simuler la trajectoire du projectile en intégrant les équations différentielles de son mouvement. Pour cela, classiquement, on corrige les équations du mouvement donnant les coordonnées du centre de gravité cinématique par des termes tenant compte du mouvement gyroscopique, du mouvement de l'atmosphère et des coefficients aérodynamiques. Toutes ces intégrations sont réalisées à l'aide de l'algorithme connu A.D.N, pour Analyseur Différentiel Numérique (ou D.D.A. pour Digital Differential Analyser dans la littérature anglo-saxonne), qui ne sera pas décrit ici. Cet algorithme est par exemple mis en oeuvre dans le dispositif portant la référence MEM 502, au catalogue de la société General Instruments.

Lors de l'étape suivante (bloc 6), on élabore l'écart (ΔD) entre la portée (P) précédemment calculée et la distance (D) séparant la pièce de la cible.

L'étape suivante (bloc 7) est la comparaison entre l'écart D précédemment calculé et un écart maximum ($\Delta D_{\max}$) tolérable, prédéfini.

Dans le cas où l'écart ΔD est inférieur à cet écart maximum, le processus d'élaboration des éléments de tir est en principe terminé et on passe à une étape (bloc 9) d'affichage de ces éléments de tir, à savoir principalement gisement de tir ; angle au niveau (ou angle de tir, qui est l'angle que fait l'axe du canon de la pièce avec l'horizontale), et évent de tir (qui permet le réglage de l'instant d'éclatement de la charge et qui est déterminé par le temps de trajet).

Dans le cas où, inversement, l'écart ΔD est supérieur au maximum tolérable, le processus décrit précédemment est repris

(flèche 8) au niveau de l'étape du calcul de la hausse. Il est alors élaboré un écart de hausse correspondant à l'écart ΔD , venant corriger la hausse précédente, puis les étapes suivantes sont reprises, à savoir : calcul de la trajectoire à l'aide la
5 nouvelle valeur de la hausse, ce calcul fournissant une nouvelle valeur de la portée (bloc 5), cette nouvelle portée conduisant à une nouvelle valeur de l'écart ΔD (bloc 6) puis à une nouvelle comparaison avec l'écart maximum (bloc 7) et la même alternative que précédemment se présente.

10 On voit ainsi que la boucle est parcourue autant de fois que nécessaire pour que l'écart entre portée et distance pièce-cible soit inférieur à une certaine valeur ($\Delta D_{\max}$). En pratique, la convergence peut être très rapide et le nombre de boucles est limité à quelques unités. Il est d'ailleurs possible dans une
15 variante non représentée, de limiter le rebouclage à une fois, ce qui entraîne que le bloc 4 et lui seul est parcouru deux fois seulement, ce qui permet un gain de temps appréciable pour une précision que l'expérience a montrée comme restant suffisante.

Enfin, le procédé peut comprendre une dernière étape
20 schématisée par un bloc 10, qui est une étape de réglage fin du tir. Elle utilise les écarts des coups précédents par rapport à la cible, écarts évalués par un observateur.

La figure 2 représente schématiquement les différentes phases de l'étape d'élaboration de la hausse du procédé repré-
25 senté figure 1.

L'étape schématisée par le bloc 4 de la figure 1 se décompose en fait en deux parties, une première partie d'initialisation schématisée par un bloc 41 et une seconde appelée boucle de hausse et qui fournit, à partir des valeurs initiales, une
30 valeur corrigée de la hausse. Il est à noter que la connexion 8 de la figure 1 vient s'insérer après le bloc d'initialisation 41, à l'entrée de la boucle de hausse 42.

La boucle de hausse 42 est constituée également à partir de l'algorithme ADN. Elle comporte deux boucles distinctes. Une
35 première boucle, constituée par les éléments 43 à 46, assure le

passage d'une valeur D_0 initiale mentionnée plus haut, qui correspond pour la charge choisie à une valeur de la hausse voisine de la hausse optimale, à la valeur D qui est la distance entre pièce et cible. A cet effet, le bloc 43 représente l'initialisation de la boucle, la valeur courante D_i étant rendue égale à la valeur initiale D_0 fournie par le bloc 41. Dans cette même boucle, il est ensuite élaboré la différence $\Delta D_i = D - D_i$ (bloc 44), par incréments de valeur suffisamment petite pour assurer la précision désirée. La différence ΔD_i est ensuite cumulée à la valeur D_i pour former une nouvelle valeur D_{i+1} (bloc 45). Enfin, la valeur D_{i+1} ainsi obtenue est comparée à la valeur D (test 46) ; lorsque ces deux valeurs sont différentes, la boucle est reprise à l'entrée de l'élément 44.

La deuxième boucle reçoit d'une part la grandeur ΔD_i et d'autre part une grandeur δH_i précisée ci-après. Il est élaboré (bloc 47) le produit $\Delta H = \Delta D_i \cdot \delta H_i$; la valeur ΔH obtenue est, comme précédemment, dans un bloc 48, cumulée à la valeur courante H_i de la hausse pour donner la nouvelle valeur H_{i+1} . Il est à noter que la valeur H_i a été initialisée à la valeur H_0 qui correspond à la valeur D_0 précédente. Cette nouvelle valeur H_{i+1} est d'une part dirigée vers le bloc 5 de la figure 1 pour le calcul de la trajectoire et d'autre part utilisée pour l'élaboration de la grandeur δH précédente dans un bloc 49. Cette grandeur δH est une fonction de la hausse H et du dénivelé Z , pour une charge donnée. Elle est déterminée par exemple par la méthode polynomiale double, qui consiste à réaliser une approximation de la fonction δH par un polynôme du second degré en H , les coefficients de ce polynôme étant eux-mêmes des polynômes du second degré en Z , ces polynômes étant calculés à l'aide de l'algorithme de l'A.D.N. mentionné ci-dessus. Le bloc 49 reçoit donc la valeur de H fournie par le bloc 48 et l'indication de la valeur de Z . La valeur obtenue pour δH_i est transmise au bloc 47.

Le procédé décrit ci-dessus est mis en oeuvre à l'aide d'un

2459443

dispositif comportant une unité de calcul comportant un ou plusieurs opérateurs arithmétiques, des mémoires, des éléments de communication avec l'utilisateur, à savoir un clavier alpha-numérique pour l'entrée des données dans le dispositif et un
5 écran de visualisation pour l'affichage des éléments de tir, ainsi qu'un dispositif d'interface entre unité de calcul et éléments d'entrée-sortie. Le dispositif comporte en outre un boîtier d'alimentation qui engendre les différentes tensions nécessaires au fonctionnement des éléments précédents.

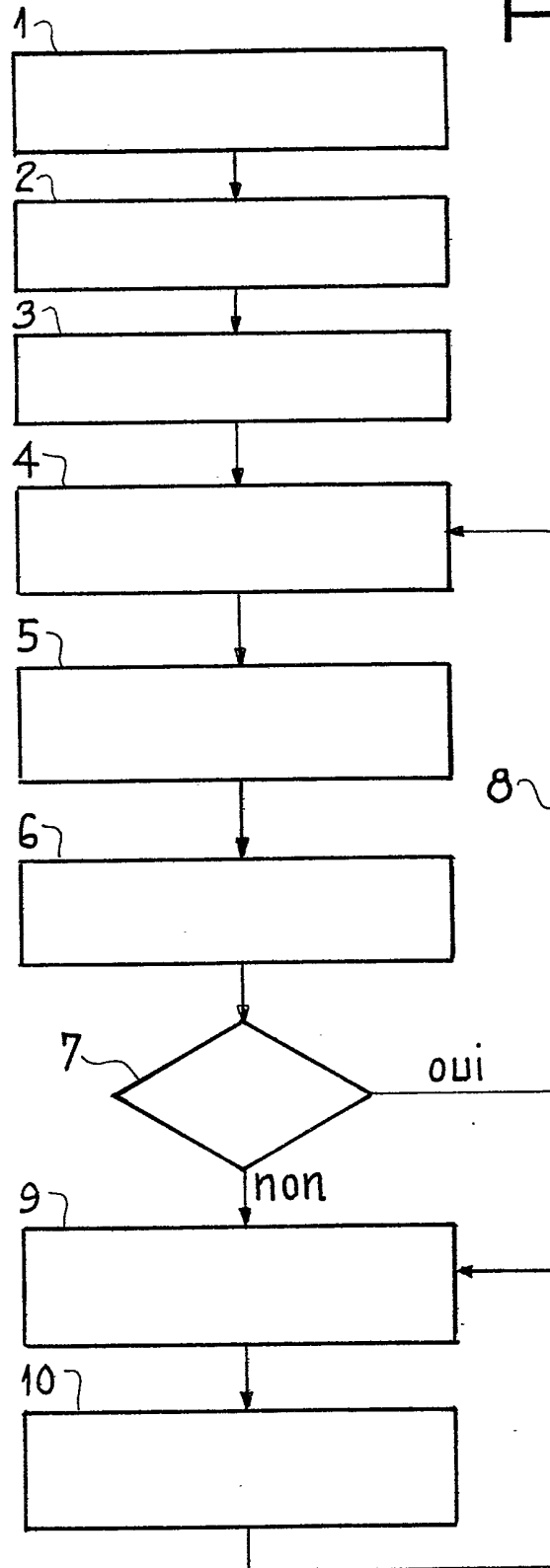
R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de détermination des éléments de tir d'un projectile par une pièce, caractérisé par le fait qu'il comporte les étapes suivantes :
- la détermination par une méthode approchée de la hausse (H) de la pièce en fonction de la distance (D) de la pièce à la cible ;
 - la détermination de la trajectoire du projectile en fonction de la hausse (H) précédemment obtenue, par une méthode d'intégration numérique, fournissant ainsi la portée (P) de la pièce ;
 - la formation de la différence, appelée écart (ΔD) entre la portée (P) et la distance (D) ;
 - la comparaison de l'écart précédent (ΔD) à une valeur maximale prédéfinie ($\Delta D_{\max}$) ;
 - lorsque l'écart précédent est inférieur à la valeur maximale, la hausse précédemment déterminée constitue un élément de tir ;
 - lorsque l'écart précédent est supérieur à la valeur maximale, la reprise du procédé à la première étape, c'est-à-dire la détermination de la variation de hausse correspondant à l'écart (ΔD) et son addition algébrique à la hausse (H) précédemment calculée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que, lorsque l'écart est supérieur à la valeur maximale, il comporte en outre les étapes suivantes :
- la détermination d'une nouvelle valeur de la portée (P) correspondant à la nouvelle valeur de la hausse, puis une nouvelle comparaison entre portée et distance conduisant, dans le cas où le nouvel écart obtenu est encore supérieur à la valeur maximale, à une nouvelle reprise du procédé, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'écart devienne inférieur à la valeur maximale.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus les étapes préliminaires suivantes :
- des calculs topographiques déterminant la distance (D) de la pièce de tir à la cible ;
 - la détermination de la charge du projectile, en fonction des caractéristiques de la pièce.

2459443

4. Dispositif de détermination des éléments de tir d'un projectile, caractérisé par le fait que, pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications précédentes, il comporte une unité de calcul, des éléments mémoires et des organes
- 5 d'entrée et sortie des données.

FIG_1



FIG_2

