

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/069294 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G09B 9/00 (2006.01) *F41G 3/26* (2006.01)

78590 Noisy Le Roi (FR). **FICHOUX, Michel** [FR/FR]; 2
Allée du Berger, F-78310 Coignieres (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/069259

(74) Mandataire : **DESCHAMPS, Samuel**; Schmit-Chrétien
SNC, 16, rue de la Paix, F-75002 Paris (FR).

(22) Date de dépôt international :
2 novembre 2011 (02.11.2011)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
10 59780 26 novembre 2010 (26.11.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **GDI SI-
MULATION** [FR/FR]; 37 Boulevard de Montmorency, F-
75116 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

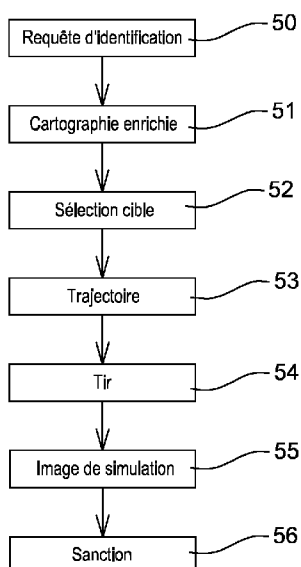
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **CLEMENT,
Pierre Marie** [FR/FR]; 1 rue de Stockholm, F-75008 Paris
(FR). **VINATIER, Thierry** [FR/FR]; 7 rue Jean Racine, F-

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR SIMULATING SHOTS OUT OF DIRECT SIGHT AND SHOT SIMULATOR FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Titre : PROCEDE DE SIMULATION DE TIRS AU-DELA DE LA VUE DIRECTE ET SIMULATEUR DE TIRS APTE A METTRE EN OEUVRE LE PROCEDE

Fig. 2



50...identification request
51...enriched cartography
52...target selection
53...trajectory
54...shot
55...simulation image
56...sanction

(57) Abstract : The invention relates to a method for simulating shots at a target (22), using a simulation weapon, during a combat training simulation. According to the invention, the target is located out of the direct sight of the shooter or beyond the maximum distance authorised by the technology used to carry out said shot simulation. A processing unit (17) of the shot simulator comprises means for producing, in real time, an imaginary shot trajectory of a ballistic behaviour of the simulated projectile in order to reach the designated target. The processing unit (17) displays, on an eye-glass (14) of the simulation weapon, a succession of simulation images representing the simulated projectile following the trajectory produced. The processing unit (17) can also deduce, from the trajectory produced, the destroyed character of the target, by comparing the point of impact of the simulated projectile in relation to the position of the target (22).

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un procédé de simulation de tirs avec une arme de simulation en direction d'une cible (22), lors d'une simulation d'entraînement au combat. Dans l'invention, la cible (22) se situe au-delà de la vue directe du tireur ou au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie utilisée pour réaliser cette simulation de tirs. Une unité de traitement (17) du simulateur de tirs comporte des moyens destinés à élaborer en temps réel une trajectoire

[Suite sur la page suivante]



TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

de tir fictive d'un comportement balistique du projectile simulé pour atteindre ladite cible désignée. L'unité de traitement (17) affiche, sur une lunette (14) de l'arme de simulation, une succession d'images de simulation représentant le projectile simulé suivant la trajectoire élaborée. L'unité de traitement (17) est également apte à déduire de la trajectoire élaborée le caractère détruit de la cible, en comparant le point d'impact du projectile simulé par rapport à la position de la cible (22).

Procédé de simulation de tirs au-delà de la vue directe et simulateur de tirs apte à mettre en œuvre le procédé

Domaine de l'Invention

La présente invention a pour objet un procédé de simulation de tirs avec une arme de simulation en direction d'une cible, lors d'une simulation d'entraînement au combat. Dans l'invention, la cible se situe au-delà de la vue
5 directe du tireur ou au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie laser utilisée pour réaliser cette simulation de tirs.

La présente invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine de la simulation pour l'entraînement technique et tactique des équipages, dans le cadre d'exercices
10 de terrain en régiment ou en centre d'entraînement au combat.

L'invention concerne également une unité de traitement comportant des moyens aptes à mettre en œuvre le procédé de simulation de l'invention.

Etat de la technique

15 Actuellement, lors d'un entraînement technique ou tactique de combat dans le cadre des régiments ou des centres d'entraînement au combat, les acteurs de l'exercice tels que les véhicules terrestres, les aéronefs et les armes portées par les acteurs pédestres sont équipés d'armes de combat telles que des missiles, des roquettes ou des armes légères, associées à un simulateur
20 de tirs. Le simulateur de tirs est destiné à simuler un tir réel de l'arme de combat par la technologie laser.

Le simulateur de tirs comporte un boîtier optique équipé d'un émetteur-récepteur laser basse puissance, non dangereux, associé au système de visée de l'arme de combat.

25 Le simulateur émet un premier faisceau laser de recherche de présence de cible. Dès que le simulateur reçoit d'une cible un message de présence en réponse au faisceau laser de recherche, il mesure la distance le séparant de la cible. Puis, il émet un second faisceau laser pour simuler un tir fictif en direction

de ladite cible.

Ce type de simulation est bien adapté pour le combat à vue directe dans les centres d'entraînement. Cette vue directe correspond à la distance maximale d'impact autorisée par la technologie laser pour simuler le tir. Cette distance maximale est d'environ quatre kilomètres. Le tir simulé ne sera détecté
5 par aucune cible située au-delà de cette distance maximale ; ce qui ne correspond pas à la réalité, notamment lorsque le projectile simulé a une portée de plusieurs kilomètres supérieure à cette distance maximale.

En outre, lorsque l'entraînement est en zone urbaine, industrielle ou à
10 relief, les cibles situées derrière un obstacle tel qu'un bâtiment ou une montagne ne détecteront pas le tir simulé. En effet, aucun tir laser ne peut atteindre ces cibles du fait que les murs des bâtiments et certains obstacles arrêtent le faisceau laser. Cette situation ne correspond également pas à la réalité, particulièrement lorsque les projectiles, à simuler, sont susceptibles
15 d'être tirés et guidés au-delà de la vue directe du tireur.

Un besoin se fait sentir de fournir des moyens pour réaliser :

- d'une part une simulation de tirs d'un projectile ayant une distance maximale d'impact supérieure à la distance maximale d'impact autorisée par la technologie utilisée pour simuler le tir dudit projectile, et
20 - d'autre part une simulation de tirs de projectile au-delà de la vue directe du tireur.

Exposé de l'invention

L'invention a justement pour but de répondre à ce besoin tout en
25 remédiant aux inconvénients des techniques exposées précédemment.

Suivant un premier aspect, l'invention propose un procédé de simulation de tirs mis en œuvre par une unité de traitement d'un simulateur de tirs monté sur une arme réelle. Une entité de supervision de l'entraînement au combat est munie de moyens pour détecter et identifier l'ensemble des cibles situées dans
30 la zone de simulation de combat.

Le fonctionnement du procédé de simulation de l'invention est le suivant :

a) dans un premier temps, le simulateur de tirs transmet à l'entité de supervision des informations relatives à sa position, et à la direction de pointage de l'arme ;

b) en réponse, l'entité de supervision identifie la(s) cible(s) située(s) dans
5 le champ du viseur du simulateur de tirs, visible(s) ou non au tireur, et ce jusqu'à la distance maximale d'engagement de l'arme à simuler ;

c) l'entité de supervision transmet ensuite au simulateur de tirs des informations sur chacune des cibles identifiées. Ces informations concernent notamment l'identification de la cible (type, n° de participants, etc.), sa
10 localisation géographique, sa position en site, azimuth et altitude, sa distance par rapport au tireur et éventuellement sa vitesse ;

d) le simulateur de tirs prélève dans une base de données d'images une cartographie spécifique de la zone de tirs où se situent les cibles identifiées par l'entité de supervision ;

15 e) le simulateur de tirs enrichit la cartographie extraite en y positionnant des objets virtuels représentant les cibles identifiées, cette cartographie enrichie est ensuite affichée sur le viseur du tireur.

f) le simulateur de tirs crée ensuite une succession d'images de tirs représentant le déplacement du projectile simulé sur une trajectoire fictive
20 calculée par rapport au type de projectile et à la distance séparant la cible sélectionnée parmi celles identifiées. Ces images sont successivement affichées sur le viseur du tireur.

On utilise dans la présente demande le terme de cartographie pour désigner un fichier numérique de terrain.

25 L'invention permet également de comparer la position de ladite cible par rapport à la position d'un projectile fictif tiré contre elle, et ayant suivi une trajectoire théorique, lorsque le temps écoulé depuis le départ dudit projectile correspond à celui qui aurait été nécessaire à un projectile réel pour atteindre la cible considérée, et de transmettre ce résultat à la cible et, éventuellement, à
30 l'unité de supervision.

Le simulateur de tirs est ainsi apte à déduire à partir de la trajectoire

calculée, si le tir du projectile aboutit à un impact sur la cible sélectionnée.

Ainsi, l'invention permet de simuler, avec précision et en temps quasi-réel, à la fois des tirs au-delà de la vue directe du tireur et des tirs dont le point d'impact du projectile se situe à une distance horizontale et/ou verticale par rapport au sol supérieure à celle autorisée par la technologie utilisée pour
5 simuler le tir.

Avec l'invention, on connaît à chaque instant et jusqu'à l'impact aussi bien la direction et la position de la cible, que la position du projectile fictif sur sa trajectoire simulée réactualisée en temps réel.

10 Plus précisément, l'invention a pour objet un procédé de simulation de tirs d'un projectile avec une arme de simulation dans le cadre d'un entraînement au combat, dans lequel :

- on désigne une cible située jusqu'à la portée maximale en distance et en altitude du projectile, dans la direction de pointage de l'arme et au-delà de la vue directe du tireur ou au-delà de la distance maximale autorisée par la
15 technologie utilisée pour réaliser cette simulation de tirs,

- on élabore en temps réel une trajectoire initiale de tir fictive d'un comportement conforme à la loi de vol (par exemple balistique) du projectile simulé pour atteindre ladite cible désignée, ladite trajectoire étant élaborée en
20 fonction d'une portée en altitude et en distance dudit projectile,

- on génère une succession d'images de simulation représentant le projectile simulé suivant la trajectoire élaborée,

- on affiche successivement ces images de simulation sur une lunette de l'arme de simulation,

- on déduit de la trajectoire élaborée le caractère détruit de la cible en comparant le point d'impact du projectile simulé par rapport à la position de la cible désignée.
25

Avantageusement, la trajectoire fictive est élaborée sur une durée correspondant au temps nécessaire à un projectile réel pour atteindre la cible désignée, ladite trajectoire étant élaborée à l'aide de lois de guidage /pilotage
30 prédéfinies en fonction :

- de la position, de l'orientation ainsi que de la direction de pointage de ladite arme,

- des conditions climatiques et d'ensoleillement, et/ou

- des renseignements sur la cible désignée correspondant aux
5 coordonnées géographiques, à la position en site, en altitude, et en azimut et à la vitesse de déplacement de ladite cible.

Dans une mise en œuvre avantageuse, avant l'affichage des images de simulations générées, des images de lancement du projectile sont affichées séquentiellement sur la lunette du tireur selon un ordre prédéfini représentant le
10 déroulement du départ du projectile, lors du tir.

la génération de l'image de simulation du projectile comporte les étapes suivantes :

- on positionne le projectile simulé sur une cartographie globale de la zone de l'entraînement au combat prélevée d'une mémoire de données par
15 rapport à un référentiel prédéfini,

- on extrait de la cartographie un périmètre centré sur la position du projectile, les dimensions de ce périmètre étant prédéfinies,

- à la position du projectile sur le périmètre extraite, on insère un réticule spécifique au type d'arme.

20 Selon une variante avantageuse la désignation d'une cible comporte les étapes suivantes :

- on élabore une requête d'identification de cibles à destination d'une unité de supervision de l'entraînement, ladite requête comprenant des données relatives à la position de l'arme, à la direction de pointage de ladite arme ainsi
25 qu'à la portée maximale en distance et en altitude du projectile à simuler,

- on reçoit en réponse à cette requête des renseignements géographiques sur un ensemble de cibles identifiées comme étant situées dans la direction de pointage de l'arme et dans la limite de la portée maximale en distance et en altitude du projectile à simuler,

30 - on extrait d'une cartographie globale de la zone de l'entraînement au combat, prélevée d'une mémoire de données, une cartographie spécifique où

se situent les cibles identifiées,

- on enrichit la cartographie spécifique en y incorporant des objets virtuels aux positions des cibles identifiées, lesdits objets virtuels étant une représentation graphique desdites cibles,

5 - on visualise ladite cartographie spécifique enrichie sur la lunette du tireur.

Avantageusement dans ce cas, lorsque la cartographie comporte des reliefs,

- on applique à ladite cartographie un filtre de détection d'obstacles,

10 - on applique un filtre de caractérisation aux obstacles détectés situés le long de la trajectoire initiale afin de déterminer leurs attributs de largeur, de hauteur et de profondeur de sorte à délimiter les contours,

- on modifie la trajectoire initiale en fonction d'un résultat d'une comparaison entre la portée en altitude et en distance du projectile simulé et les
15 attributs des obstacles détectés.

Dans une mise en œuvre préférée, lorsque le tir simulé atteint la cible, la cible désignée est considérée comme détruite.

Dans ce cas, avantageusement, on transmet à ladite cible un signal d'activation d'une alarme visuelle ou sonore placée sur ladite cible.

20

Suivant un deuxième aspect, l'invention a pour objet une unité de traitement d'un simulateur de tirs monté sur une arme, l'unité de traitement comportant :

- des moyens de communications avec une unité de supervision de
25 l'entraînement au combat, ladite unité de supervision étant destinée à fournir à ladite unité de traitement des renseignements géographiques sur l'ensemble des cibles identifiées comme étant situées au-delà de la vue directe du tireur et au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie utilisée pour réaliser la simulation de tirs, ces renseignements étant fournis en réponse à
30 une requête d'identification émise par l'unité de traitement à destination de l'unité de supervision,

- des moyens destinés à sélectionner une cible parmi celles identifiées et à exécuter le procédé de simulation de tirs de l'invention.

Brève description des dessins

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci sont présentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

La figure 1 montre une représentation schématique d'une arme de simulation de tirs munie de moyens perfectionnés d'un mode de réalisation de
10 l'invention.

La figure 2 montre une illustration de moyens mettant en œuvre le procédé de simulation de tirs au-delà de la vue directe, selon un mode de réalisation de l'invention.

Les figures 3a à 3f illustrent des images visualisées par le tireur
15 représentant un déplacement du projectile simulé sur une trajectoire théorique calculée, selon un mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

Dans la description, les mêmes références numériques désignent d'une
20 figure à l'autre des éléments identiques ou fonctionnellement semblables.

La figure 1 représente schématiquement, dans un mode de réalisation de l'invention, un simulateur de tirs 10 monté sur une arme 11. Ce simulateur de tirs 10 est utilisé pour l'entraînement technique et tactique des équipages dans le cadre d'exercices terrain en régiment ou en centre d'entraînement au combat.

25 Ce simulateur 10 est réalisé de telle sorte qu'il respecte l'ergonomie et les performances, utilisées à l'identique de celles d'une arme, de préférence, réelle. Ce simulateur est interopérable avec les chars, hélicoptères, armes légères et missiles.

Dans l'exemple représenté à la figure 1, l'arme 11 sur laquelle est monté
30 le simulateur 10 comporte un tube 12 de lancement de projectiles, pouvant être par exemple un missile aussi bien qu'une roquette, sur une cible réelle. La cible

peut être un véhicule terrestre, par exemple un char, un objet volant, par exemple un hélicoptère ou bien un acteur pédestre, par exemple un fantassin. On parlera dans la description, simplement de cible.

Dans un mode de réalisation préféré, la simulation du projectile est effectuée à l'aide de la technologie laser. Pour ce faire, le simulateur 10 comporte un émetteur laser (non représenté), par exemple une diode laser, pour produire des impulsions laser de faible puissance sous forme d'un faisceau lumineux avec une fréquence de répétition donnée de quelques kHz. La distance maximale d'impact en général observée avec cette technologie est d'environ quatre kilomètres. Ce type de technologie laser utilisé dans le simulateur 10 est en lui-même bien connu de l'homme du métier et ne nécessite pas de description plus détaillée.

Sur le tube 12 est monté un boîtier optique 13 placé devant la lunette 14 du tireur. Ce boîtier optique 13 comprend différents éléments qui ont pour fonction de présenter à l'observation du tireur, dans la lunette 13, un champ de vision comprenant le champ de tirs, avec ou sans cible et un réticule 15 matérialisant l'axe de visée de l'arme 11. Ce type de boîtier optique 13 est également assez connu de l'homme du métier et ne nécessite pas de description détaillée.

L'arme 11 comporte un capteur 21 de position placé, au moins en partie, à l'intérieur du tube 12 de lancement de projectiles. Pour prendre en compte toutes les modifications de positions du tireur, le capteur utilisé est de préférence un capteur à six degrés de liberté, selon trois axes et trois angles. Ce capteur peut être, par exemple, un système électromagnétique qui a l'avantage d'être stable et de ne présenter aucune dérive dans le temps. Ce capteur électromagnétique comporte, en particulier, un récepteur positionné dans le tube de lancement et associé à un émetteur situé en dehors du tube de lancement et représentant une référence fixe prédéfinie.

Le capteur 21 peut également être un capteur gyrométrique, qui a l'avantage d'être précis et insensible aux ondes électromagnétiques environnantes. D'autres types de capteurs de positions peuvent être également

envisagés.

Ce capteur 21 de position fournit, à une unité de traitement 17 du simulateur 10 de tirs, des informations sur les mouvements qui sont imprimés à l'arme 11 pendant les opérations. L'unité de traitement 17 analyse les informations reçues afin d'en déduire la position du tireur dans l'espace virtuel et d'en prendre compte dans les calculs de trajectoire du projectile simulé.

L'arme 11 peut également comporter un détecteur de devers (non représenté), relié également à l'unité de traitement 17, pour corriger le calcul du point d'impact en fonction du devers.

L'arme 11 peut également comporter un anémomètre (non représenté) situé en avant du tube 12 dans la direction de la cible. Cet anémomètre sensible à la force et à l'orientation du vent, fournit à l'unité de traitement 17 des informations lui permettant de prendre en compte le vent transversal dans les calculs de trajectoire.

L'unité de traitement 17 est un calculateur du simulateur 10. Elle est reliée à une unité 18 de supervision. L'unité 18 de supervision est l'ordinateur central de gestion de l'entraînement au combat. L'unité de traitement 17 communique avec l'unité 18 de supervision par une liaison 19 radioélectrique.

La liaison 19 radioélectrique peut être un réseau radioélectrique réalisé selon la norme GSM, PCS, DCS, UMTS ou toutes autres normes privées ou propriétaires existantes ou à venir.

Cette liaison 19 radioélectrique peut également être un réseau local sans fil réalisé selon la technologie d'accès Bluetooth (marque déposée du Bluetooth® SIG, Inc.), Wi-Fi™ ou Wimax™.

Dans une variante, l'unité de traitement 17 peut communiquer avec l'unité 18 de supervision par l'intermédiaire d'une liaison filaire.

L'unité 18 de supervision comporte des moyens pour recevoir en temps quasi-réel de l'ensemble des cibles, situées dans la zone d'entraînement, des signalisations comprenant leurs coordonnées géographiques (obtenues grâce à un récepteur GPS ou à d'autres techniques), le type de cible, tel que véhicule, char, hélicoptère ou fantassin, le code participant qui lui est attribué etc....

Le simulateur de tirs 10 communique avec d'autres simulateurs de tirs et les cibles par l'intermédiaire de cette liaison 19 radioélectrique.

L'unité de traitement 17 comporte, entre autres, un microprocesseur 23, une mémoire 24 de programme de simulation de tirs et une mémoire 25 de données interconnectées par un bus 26 de communication.

Dans la description, on prête des actions à des appareils ou à des programmes, cela signifie que ces actions sont exécutées par un microprocesseur de cet appareil ou de l'appareil comportant le programme, ledit microprocesseur étant alors commandé par des codes instructions enregistrés dans une mémoire de l'appareil. Ces codes instructions permettent de mettre en œuvre les moyens de l'appareil et donc de réaliser l'action entreprise.

La mémoire 24 de programme de tirs est divisée en plusieurs zones, chaque zone correspondant à une fonction ou à un mode de fonctionnement du programme de simulation de l'invention. Cette mémoire 24 de programme comporte des codes instructions pour simuler :

- d'une part, le tir au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie laser utilisée pour simuler le tir, et
- d'autre part, le tir au-delà de la vue directe du tireur.

Ce type de simulation est particulièrement adapté pour le duel élargi et les engagements coopératifs. La figure 2 montre une illustration de moyens mettant en œuvre un mode de réalisation du procédé de l'invention. La figure 2 montre une étape 50 préliminaire dans laquelle l'unité de traitement 17 élabore une requête d'identification de cibles situées au-delà de la vue directe du tireur et au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie laser.

L'élaboration de cette requête est réalisée par une zone 31 de la mémoire 24 de programme. La zone 31 comporte des codes instructions pour élaborer et émettre une requête d'identification de cibles à destination de l'unité 18 de supervision. Cette requête d'identification comporte des données relatives notamment à la position de l'arme 11, à la direction de pointage de ladite arme, au code de participant du tireur ainsi qu'à la portée maximale en distance et en altitude du projectile à simuler. La portée en distance correspond

à la distance horizontale entre le tireur et le point d'impact du projectile. La portée en altitude correspond à la distance verticale par rapport au sol entre le tireur et le point d'impact du projectile.

L'élaboration de cette requête peut être déclenchée à l'initiative du tireur
5 par validation d'une commande correspondante prévue à cet effet sur le simulateur 10.

L'élaboration de cette requête peut être effectuée automatiquement par l'unité de traitement, notamment dans le cas où elle reçoit des informations d'identification provisoires en provenance d'autres simulateurs.

10 Une zone 30 de la mémoire 24 de programme, comporte à cet effet, des codes instructions pour recevoir des données, relatives à des informations d'identification provisoires sur, par exemple, des cibles situées au-delà de la vue directe du tireur, en provenance d'autres simulateurs de tirs par l'intermédiaire de la liaison 19.

15 Cette requête élaborée est ensuite transmise par les codes instructions de la zone 31 à l'unité 18 de supervision.

En réponse à cette requête, l'unité de traitement 17 reçoit de la liaison 19 radioélectrique, à une étape 51, des renseignements géographiques sur un ensemble de cibles identifiées comme étant situées dans la direction de
20 pointage de l'arme 11 et jusqu'à la limite de la portée en distance et en altitude du projectile à simuler. Cette étape 51 est exécutée par des codes instructions d'une zone 32 de la mémoire 24 de programme.

Ces renseignements concernant l'identification des cibles sont notamment le type de cible, le code participant de ladite cible, sa localisation
25 géographique, sa position en site, azimuth et altitude, sa distance par rapport au tireur, sa vitesse, sa direction de déplacement etc...

Une zone 33 comporte des codes instructions pour prélever dans une base de données terrain, à partir des coordonnées géographiques des cibles identifiées, une cartographie spécifique de la zone d'entraînement où se situent
30 lesdites cibles. Cette base de données terrain est fournie dans un exemple préféré par l'Institut Géographique National Français (IGN). On sait que d'autres

types de bases d'images peuvent être utilisés en fonction du lieu de la simulation à réaliser.

Dans un mode de réalisation, la base de données terrain est la mémoire 25 de données. Dans ce cas, une cartographie globale de la zone d'entraînement y est pré-enregistrée.

Une zone 34 comporte des codes instructions pour enrichir la cartographie spécifique extraite en y positionnant des objets virtuels, prélevés de la mémoire 25 de données, destinés à représenter lesdites cibles. Ces objets virtuels correspondent au type des cibles identifiées.

10 Une zone 35 comporte des codes instructions pour transmettre au boîtier optique 13 la cartographie enrichie pour être affichée sur la lunette 14 du tireur.

A une étape 52, l'unité de traitement 17 sélectionne une des cibles identifiée par la validation, par le tireur, d'une désignation de ladite cible. Cette étape 52 est exécutée par une zone 36 comportant des codes instructions pour 15 recevoir une requête de sélection d'une des cibles identifiées. Cette requête de sélection est reçue par l'unité de traitement 17 en conséquence d'une validation d'une désignation par le tireur.

Cette désignation peut être effectuée à l'aide d'une interface graphique du simulateur comportant divers intitulés descriptifs dont les dispositions 20 permettent de guider le tireur dans la saisie et la validation de la désignation d'une cible.

Dans une variante, la saisie et la validation de la désignation d'une cible peuvent être effectuées en cliquant, par exemple, sur une icône de l'objet virtuel, représentant ladite cible 22 désignée, visualisée sur une interface de 25 saisie du simulateur 10.

Ces moyens de saisie peuvent également permettre au tireur de saisir entre autres, le type de projectile, les conditions climatiques et d'ensoleillement etc.... Les conditions climatiques et d'ensoleillement saisies par le tireur correspondent aux conditions sur lesquelles le tireur est en train d'opérer le tir 30 simulé qui sont notamment : le jour, la nuit, le brouillard, la neige, la pluie, le vent etc...

A une étape 53, une zone 37 est exécutée. Cette zone 37 comporte des codes instructions pour élaborer une trajectoire initiale de tir fictive d'un comportement conforme à la loi de vol (par exemple balistique) du projectile simulé, dès que le tireur met en marche une poignée 16 de tirs. Cette mise en
5 marche, par pression ou par détente, déclenche automatiquement la mise à feu du simulateur 10.

La trajectoire de tir fictive est calculée en fonction des données fournies par les capteurs de l'arme 11, tel que le capteur 21 de position, le détecteur de devers et l'anémomètre, des informations relatives au type d'arme, les
10 renseignements sur la cible désignée et éventuellement à des informations relatives aux conditions climatiques et d'ensoleillement.

Les informations relatives au type d'arme 11 sont notamment les lois de guidage/pilotage, des paramètres cinématiques et un réticule 15 spécifique, enregistrés dans la mémoire 25 de données.

15 Les codes instructions de la zone 36 mettent à jour la trajectoire de tir fictive à chaque changement dans les données fournies par les capteurs de l'arme 11, les informations relatives aux conditions climatiques et d'ensoleillement et les renseignements sur la cible désignée. Les codes instructions de la zone 35 analysent en fait les données reçues de l'arme 11 et
20 de la liaison 19 radioélectrique de sorte à en déduire les incidences sur la trajectoire simulée du projectile.

Dans le cas où la cartographie comporte des caractéristiques physiques du terrain, d'occupation du sol, des bâtiments, des routes et des infrastructures, l'unité de traitement 17 applique à ladite cartographie un filtre de détection
25 d'obstacles. Ce filtre peut utiliser la méthode de la variation de niveau de gris de la cartographie pour détecter des obstacles présents. Ce type de filtre est connu de l'homme du métier.

L'unité de traitement 17 applique un filtre de caractérisation des obstacles détectés afin de délimiter leurs contours. Cette caractérisation est
30 faite à l'aide de quelques attributs simples comme la largeur, la hauteur et la profondeur. Plusieurs filtres de caractérisation d'obstacles sont connus de

l'homme du métier. Un exemple de méthode de caractérisation d'obstacles est basé sur des projections successives de l'obstacle dans des plans. Les résultats de ces traitements sont fusionnés de manière à séparer les obstacles les uns des autres et à en extraire leurs limites.

5 L'unité de traitement 17 détermine les attributs des obstacles situés le long de la trajectoire fictive. Il compare ensuite la portée maximale en altitude et en distance du projectile simulé aux attributs desdits obstacles. Le résultat de cette comparaison est utilisé afin d'ajuster la trajectoire fictive initiale. Par exemple, Certains missiles ont une portée considérable en altitude et en
10 distance et une vitesse souvent supérieure à Mach 1 et même Mach 2. Dans ce cas, lorsque l'attribut « hauteur » de l'obstacle situé sur la trajectoire initiale est inférieure à la portée en altitude du projectile simulé, l'unité de traitement 17 modifie la trajectoire initiale en une nouvelle trajectoire passant au dessus dudit obstacle.

15 De même, lorsque l'attribut « hauteur » de l'obstacle situé sur la trajectoire initiale est supérieure à la portée en altitude du projectile simulé, l'unité de traitement 17 modifie la trajectoire initiale en une nouvelle trajectoire qui aboutit à un impact sur ledit obstacle.

La durée de la trajectoire fictive correspond au temps écoulé entre le
20 départ du projectile et sa date d'impact sur la cible 22. Cette durée est déterminée de sorte qu'elle coïncide avec le temps nécessaire à un projectile réel pour atteindre la cible considérée.

Dès que le projectile est tiré, à une étape 54, l'unité de traitement 17 produit des effets sonores qui sont prélevés de la mémoire de données. Ces
25 effets sonores sont destinés à reproduire le bruit de départ du projectile.

A une étape 55, une zone 38 est exécutée. Cette zone 38 comporte des codes instructions pour prélever dans la mémoire 25 des données, une succession d'image 27 de lancement du projectile simulé. Ces images sont transmises séquentiellement au boîtier optique 13, selon un ordre prédéfini
30 représentant le déroulement du départ du projectile, afin d'être affichées sur la lunette 14 du tireur.

La figure 3a montre un exemple d'une première image 27 de lancement. Cette première image 27 de lancement représentant de la fumée, ayant pour but d'occulter la lunette 14 du tireur par la fumée, est affichée sur le boîtier optique 13. Une deuxième image 27 de lancement représentant le dépointage
5 de l'axe de visée au départ du projectile est également prélevée et affichée sur le boîtier optique 13. Une troisième image 27 de lancement représentant le délestage du projectile est prélevée et affichée sur le boîtier optique.

Les codes instructions de la zone 38 sont également aptes à générer, à des intervalles réguliers, une image 28 de simulation du projectile suivant la
10 trajectoire fictive de tirs. Ces images 28 de simulation sont des périmètres extraits des images de cartographie globale de la zone d'entraînement enregistrées dans la mémoire de données. Ce périmètre est une zone de la cartographie centré sur la position du projectile. Les dimensions de ce périmètre sont définies par rapport au champ de vision de la lunette 13 du
15 tireur. A la position du projectile sur le périmètre extrait, l'unité de traitement 17 insère le réticule 15.

Les codes instructions de la zone 38 affichent successivement l'image 28 générée sur le boîtier optique 13. A chaque mise à jour de la trajectoire fictive, les codes instructions de la zone 38 en déduisent les incidences sur les images
20 28 affichées.

Les figures 3b à 3f montrent quelques exemples d'images 28 générées par l'unité de traitement 17. Ces figures montrent une représentation de la simulation du déplacement du projectile tiré par l'arme 11 sur la cible 22 située
25 derrière un obstacle qui est ici une montagne 37 d'un terrain d'entraînement. Le projectile est matérialisé, sur les images 28 générées, par le réticule 15.

L'image 28 de la figure 3b, affichée sur la lunette 14 du tireur, montre le projectile tiré en direction de la montagne. La cible 22 située derrière la montagne n'est pas encore visible.

L'image 28 de la figure 3c, affichée sur la lunette 14 du tireur, montre que
30 le projectile est proche du sommet de la montagne 37. L'image 28 de la figure 3d, affichée sur la lunette 14 du tireur, montre que le projectile est parvenu à

l'autre versant de la montagne 37. La cible 22 est insérée dans l'image 28, prélevée de la cartographie, à une position correspondant à ses coordonnées géographiques. Le projectile est proche du point d'impact.

A une étape 56, une zone 39 est exécutée. Cette zone 39 comporte des codes instructions pour déduire de la trajectoire fictive, mise éventuellement à jour, si le projectile simulé aboutit à un impact sur la cible 22.

Si l'unité de traitement 17 considère que le tir est manqué, elle génère une image 28, illustrée à la figure 3e, et affiche ladite image sur la lunette 14 du tireur. Cette image est une image virtuelle d'une explosion à l'endroit d'impact, lorsque le projectile est porteur d'une charge destructive, tel qu'un missile ou une roquette. Cette explosion est accompagnée d'effets sonores reproduisant le bruit de l'explosion.

Dans le cas où l'unité de traitement 17 déduit de la trajectoire fictive que le tir simulé atteint la cible 22, la cible 22 est considérée comme détruite.

L'unité de traitement 17 affiche l'image 28 de la figure 3f sur la lunette 14 du tireur. Cette image est une image virtuelle d'une explosion à l'endroit de la cible 22. Cette explosion est accompagnée d'effets sonores reproduisant le bruit d'une explosion.

L'unité de traitement 17 transmet ensuite à l'unité 18 de supervision une signalisation destinée à la renseigner sur le caractère détruit de ladite cible. Cette signalisation peut également être transmise à ladite cible où dans ce cas une alarme visuelle ou sonore de ladite cible est activée.

La succession d'affichage des images 27 de lancement prélevées et des images 28 de simulation générées ainsi que les effets sonores permettent de respecter fidèlement le déroulement de la séquence de tirs réel d'un projectile, tel qu'un missile, lors de la simulation d'un tir au-delà de la vue directe du tireur ou au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie laser.

La mémoire 25 de données comporte une première base de données 40, par exemple structurée en une table. Par exemple, chaque ligne de la table correspond au type de projectile à simuler, chaque colonne de la table correspond à un renseignement sur ce projectile. Ainsi dans cette base de

données 40 sont notamment enregistrées :

- des lois de guidage/pilotage dudit projectile. Ces lois prédéfinies sont des expressions générales, établies par expérimentation, de relations constantes entre des faits, telles que l'on puisse prévoir ce qui se passerait si
5 des conditions rigoureusement semblables étaient à nouveau réalisées,
- des paramètres cinématiques dudit projectile, établis par expérimentation,
- la forme du réticule 15 à associer à l'arme 11, et
- la portée maximale en altitude et en distance du projectile à simuler.

10 La mémoire 25 de données comporte une deuxième base de données 41, par exemple structurée en une table. Par exemple, chaque ligne de la table correspond à une cible identifiée dans la zone d'entraînement dans la direction de pointage de l'arme 11, chaque colonne de la table correspond à un renseignement enregistré sur cette cible. Ainsi dans cette base de données 40
15 sont notamment enregistrées les cibles identifiées, leurs types, leurs coordonnées géographiques, leurs positions en site, en altitude et en azimut, leurs distances par rapport à l'arme 11, et la vitesse et la direction de déplacement desdites cibles.

A chaque modification de ces renseignements, à partir des données
20 fournies par l'unité 18 de supervision, l'unité de traitement 17 met à jour la base de données 41.

La représentation des mémoires et bases de données n'est qu'une illustration d'implantation de composants et d'enregistrement de données. Dans la pratique ces mémoires sont unifiées ou distribuées selon des contraintes de
25 taille de la base de données et/ou de rapidité des traitements souhaités.

REVENDICATIONS

1. Procédé de simulation de tirs d'un projectile avec une arme de simulation dans le cadre d'un entraînement au combat, dans lequel :

52 - on désigne une cible (22) située jusqu'à la portée maximale en distance et en altitude du projectile, dans la direction de pointage de l'arme et
5 au-delà de la vue directe du tireur ou au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie utilisée pour réaliser cette simulation de tirs,

53 - on élabore en temps réel une trajectoire initiale de tir fictive d'un comportement conforme à la loi de vol du projectile simulé pour atteindre ladite cible (22) désignée, ladite trajectoire étant élaborée en fonction d'une portée en
10 altitude et en distance dudit projectile,

55 - on génère une succession d'images de simulation représentant le projectile simulé suivant la trajectoire élaborée,

- on affiche successivement ces images de simulation sur une lunette de l'arme de simulation,

15 56 - on déduit de la trajectoire élaborée le caractère détruit de la cible en comparant le point d'impact du projectile simulé par rapport à la position de la cible (22) désignée.

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel la trajectoire fictive est élaborée sur une durée correspondant au temps nécessaire à un projectile réel pour atteindre la cible (22) désignée, ladite trajectoire étant
20 élaborée à l'aide de lois de guidage /pilotage prédéfinies en fonction :

- de la position, de l'orientation ainsi que de la direction de pointage de ladite arme,

- des conditions climatiques et d'ensoleillement, et/ou
25 - des renseignements sur la cible désignée correspondant aux coordonnées géographiques, à la position en site, en altitude, et en azimut et à la vitesse de déplacement de ladite cible.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, avant l'affichage des images de simulations générées, des images de

lancement du projectile sont affichées séquentiellement sur la lunette du tireur selon un ordre prédéfini représentant le déroulement du départ du projectile, lors du tir.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la génération de l'image de simulation du projectile comporte les étapes suivantes :

- on positionne le projectile simulé sur une cartographie globale de la zone de l'entraînement au combat prélevée d'une mémoire de données par rapport à un référentiel prédéfini,
- 10 - on extrait de la cartographie un périmètre centré sur la position du projectile, les dimensions de ce périmètre étant prédéfinies,
- à la position du projectile sur le périmètre extraite, on insère un réticule (15) spécifique au type d'arme.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la désignation d'une cible comporte les étapes suivantes :

- 50 - on élabore une requête d'identification de cibles à destination d'une unité de supervision de l'entraînement, ladite requête comprenant des données relatives à la position de l'arme, à la direction de pointage de ladite arme ainsi qu'à la portée maximale en distance et en altitude du projectile à simuler,
- 20 51 - on reçoit en réponse à cette requête des renseignements géographiques sur un ensemble de cibles identifiées comme étant situées dans la direction de pointage de l'arme et dans la limite de la portée maximale en distance et en altitude du projectile à simuler,
- on extrait d'une cartographie globale de la zone de l'entraînement au combat, prélevée d'une mémoire de données, une cartographie spécifique où se situent les cibles identifiées,
- 25 - on enrichit la cartographie spécifique en y incorporant des objets virtuels aux positions des cibles identifiées, lesdits objets virtuels étant une représentation graphique desdites cibles,
- 30 - on visualise ladite cartographie spécifique enrichie sur la lunette (14) du tireur.

6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel lorsque la cartographie comporte des reliefs,

- on applique à ladite cartographie un filtre de détection d'obstacles,
- on applique un filtre de caractérisation aux obstacles détectés situés le
5 long de la trajectoire initiale afin de déterminer leurs attributs de largeur, de hauteur et de profondeur de sorte à délimiter les contours,
- on modifie la trajectoire initiale en fonction d'un résultat d'une comparaison entre la portée en altitude et en distance du projectile simulé et les attributs des obstacles détectés.

10 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel lorsque le tir simulé atteint la cible, la cible (22) désignée est considérée comme détruite.

8. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel

- on transmet à ladite cible (22) un signal d'activation d'une alarme
15 visuelle ou sonore placée sur ladite cible.

9. Unité de traitement d'un simulateur de tirs monté sur une arme, l'unité de traitement comportant :

- des moyens de communications avec une unité de supervision de l'entraînement au combat, ladite unité de supervision étant destinée à fournir à
20 ladite unité de traitement des renseignements géographiques sur l'ensemble des cibles identifiées comme étant situées au-delà de la vue directe du tireur et au-delà de la distance maximale autorisée par la technologie utilisée pour réaliser la simulation de tirs, ces renseignements étant fournis en réponse à une requête d'identification émise par l'unité de traitement à destination de
25 l'unité de supervision,
- des moyens destinés à sélectionner une cible (22) parmi celles identifiées et à exécuter un procédé de simulation de tirs à destination de ladite cible sélectionnée, selon l'une des revendications précédentes.

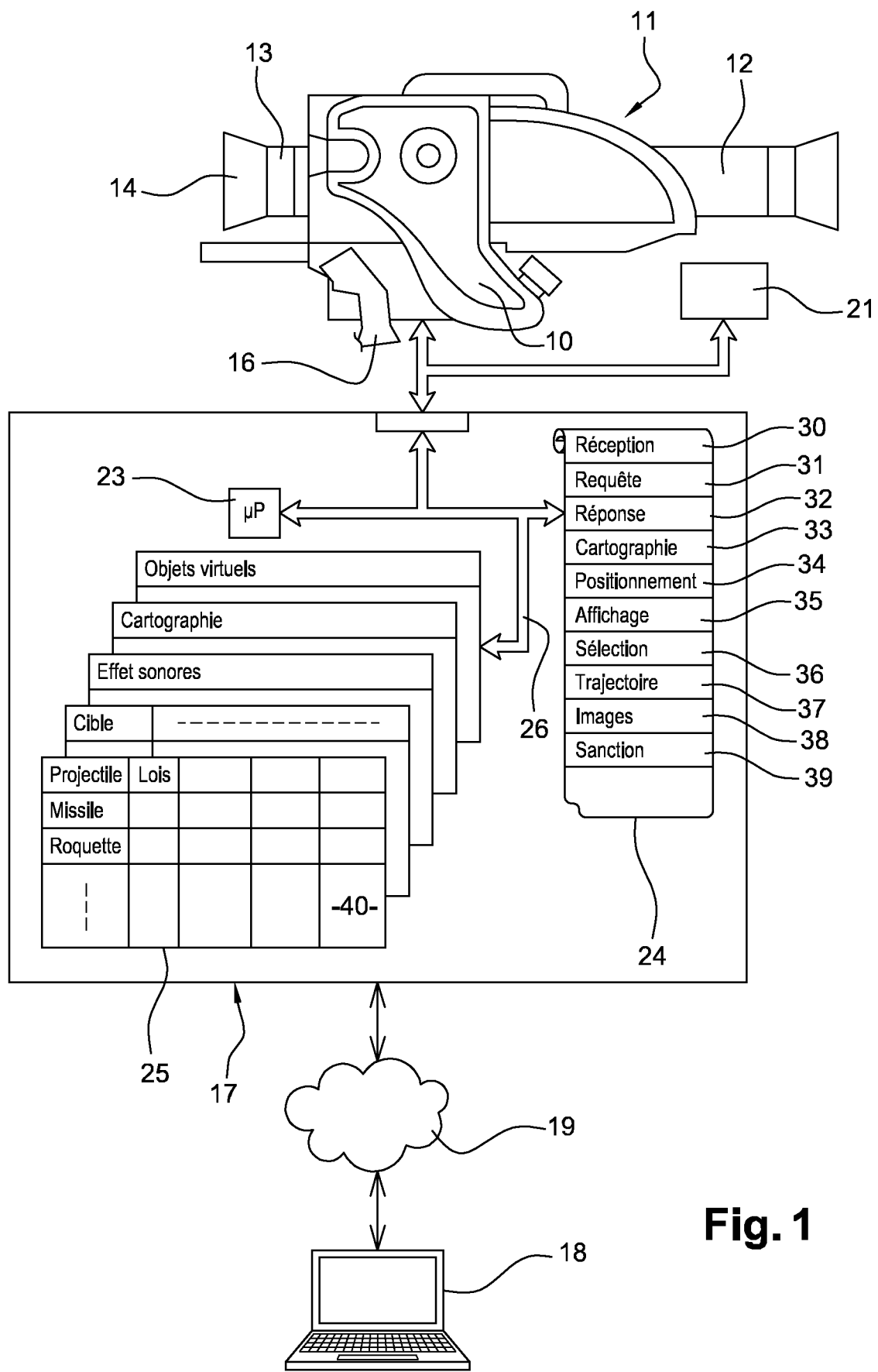
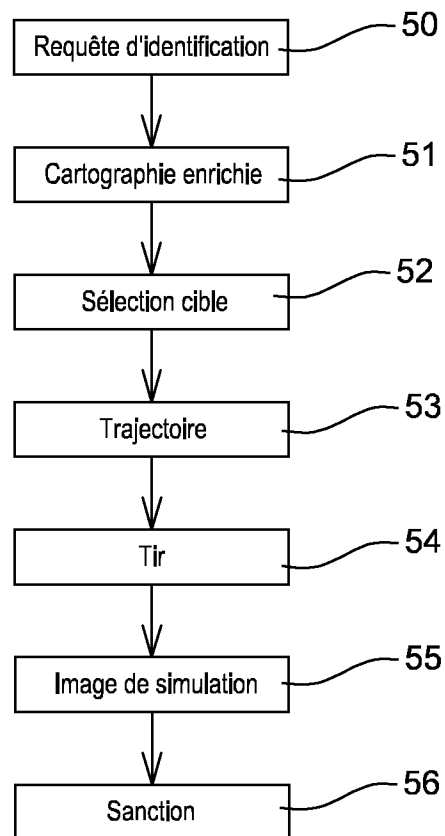


Fig. 1

2 / 3

**Fig. 2**

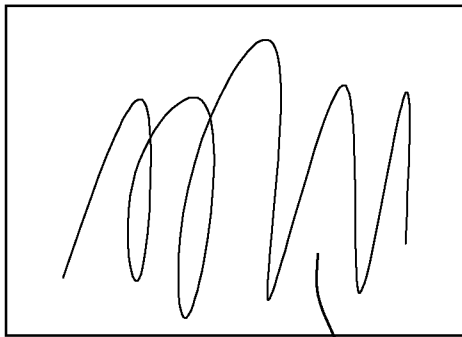


Fig. 3a

27

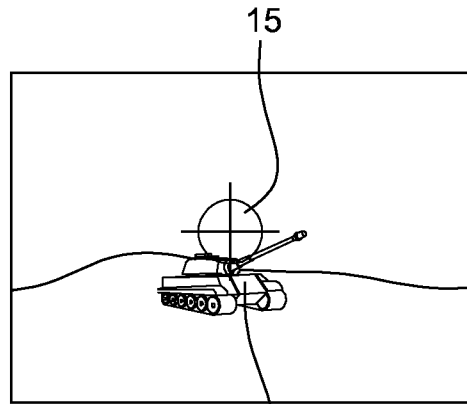


Fig. 3d

15

22

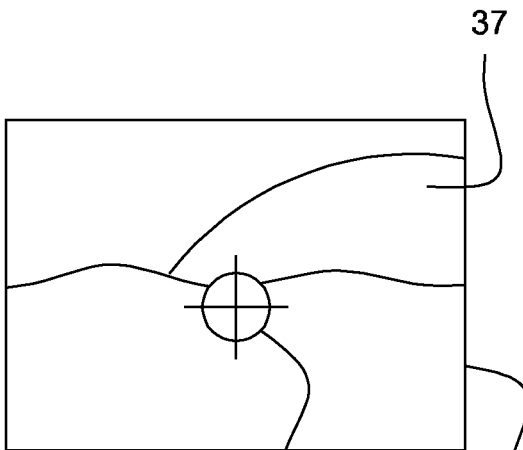


Fig. 3b

15

15

28

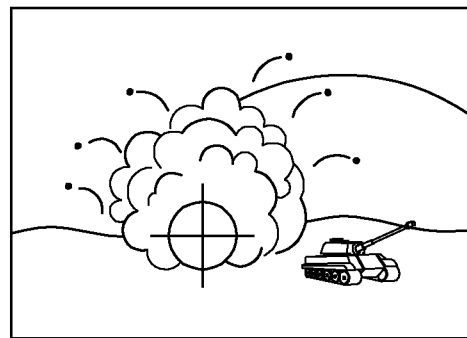


Fig. 3e

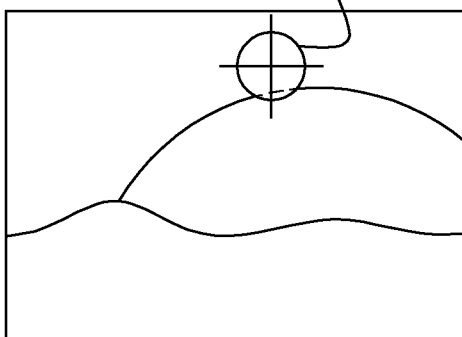


Fig. 3c

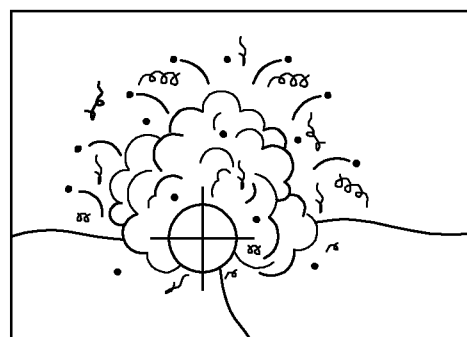


Fig. 3f

15