

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 47344 A1** (51) Cl. internationale : **F41G 3/26**

(43) Date de publication :
30.06.2021

(21) N° Dépôt :
47344

(22) Date de Dépôt :
19.12.2019

(71) Demandeur(s) :
**4°BUREAU DE L'ETAT-MAJOR GÉNÉRAL DES FORCES ARMÉES ROYALES,
4°BUREAU DE L'EMG DES FAR, AVENUE MOHAMED V RABAT 1000 (MA)**

(72) Inventeur(s) :
**ZHAR Noureddine ; AIT ALI Mohammed ; HAIDOURY Mohamed ; JBARI
Hatim ; SABRI Yassine**

(74) Mandataire :
ZHAR Noureddine

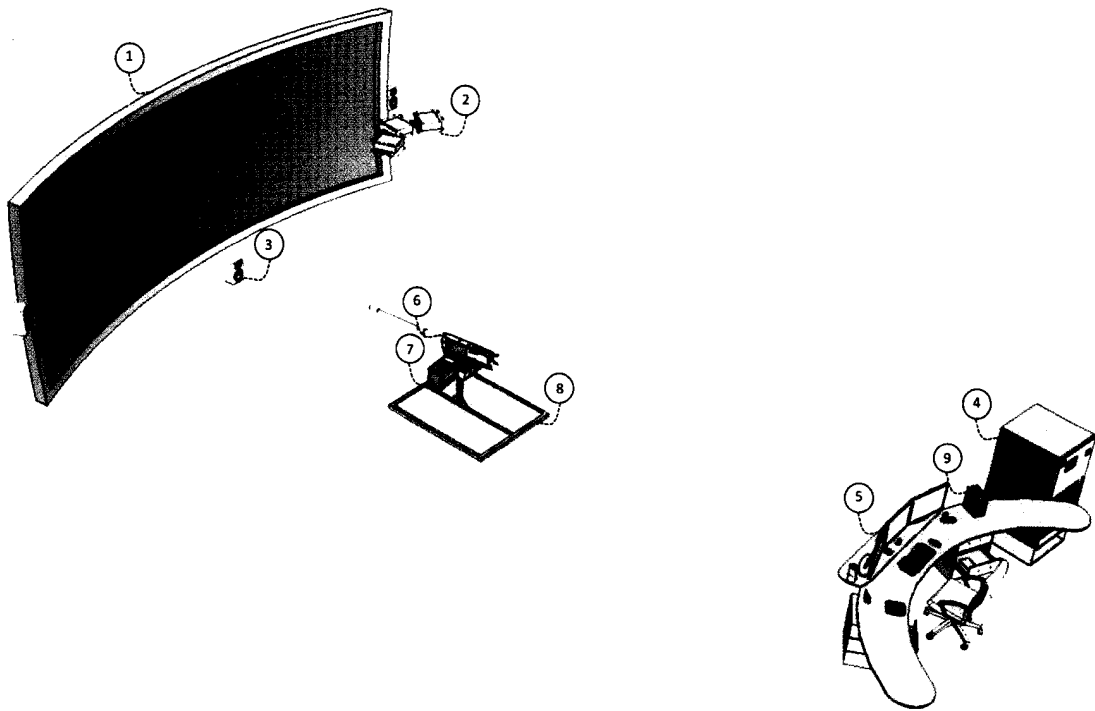
(54) Titre : **Simulateur de tir en salle pour armes collectives à tir tendu et mitrailleuse
lances-grenades**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif pour l'entraînement en salle sur le tir avec les armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades. Ce dispositif comporte une arme réelle (6), équipée de capteurs et d'un support générateur de recul (7), pointant en direction d'un écran multidimensionnel (1) sur lequel sont projetés un champ de tir ainsi que des cibles en trois dimensions générées par un serveur graphique (4) à travers des vidéoprojecteurs (2), d'une plateforme dynamique (8) commandée par le serveur graphique (4) permettant de simuler les mouvements et vibrations du vecteur porteur. Les données de tir sont transmises au calculateur (5) et exploitées par un algorithme dédié à la détection de la direction de visée, déployé au niveau du calculateur (5) qui est en liaison avec un module électronique d'acquisition et de commande (9) responsable de l'acquisition des données issues des capteurs équipant les armes (6), de calibrage du système, et de la commande du générateur de recul (7) dédié à la simulation du recul des armes.

Simulateur de tir en salle pour armes collectives à tir tendu et mitrailleuses lance-grenades

Abrégé :

La présente invention concerne un dispositif pour l'entraînement en salle sur le tir avec les armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades. Ce dispositif comporte une arme réelle (6), équipée de capteurs et d'un support générateur de recul (7), pointant en direction d'un écran multidimensionnel (1) sur lequel sont projetés un champ de tir ainsi que des cibles en trois dimensions générées par un serveur graphique (4) à travers des vidéoprojecteurs (2), d'une plateforme dynamique (8) commandée par le serveur graphique (4) permettant de simuler les mouvements et vibrations du vecteur porteur. Les données de tir sont transmises au ordinateur (5) et exploitées par un algorithme dédié à la détection de la direction de visée, déployé au niveau du ordinateur (5) qui est en liaison avec un module électronique d'acquisition et de commande (9) responsable de l'acquisition des données issues des capteurs équipant les armes (6), de calibrage du système, et de la commande du générateur de recul (7) dédié à la simulation du recul des armes.



Simulateur de tir en salle pour armes collectives à tir tendu et mitrailleuses lance-grenades

Domaine technique :

5 L'invention objet du présent mémoire concerne un dispositif pour l'entraînement en salle sur le tir avec les armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades.

10 Ce dispositif de simulation permet à un ou plusieurs tireurs de s'entraîner en salle sur les techniques de tir avec les armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades en tirant sur des cibles virtuelles fixes et mobiles. Il permet d'apporter un net progrès par rapport à la formation sur le tir pratiquée traditionnellement notamment au niveau de la maîtrise des techniques de tir, de l'évaluation des résultats obtenus par les tireurs, du suivi de leur progression et de l'amélioration des conditions de sécurité pendant l'entraînement.

Etat de la technique :

15 Les simulateurs de tir, dont les applications peuvent être militaires ou civiles, existent depuis plusieurs années.

20 Le brevet N° US10001338 du 19 juin 2018 décrit un dispositif qui simule les forces de recul proches d'une arme réelle par l'intermédiaire d'une unité de recul active. Ce dispositif utilise une unité de recul active comprenant un plateau coulissant qui fixe l'arme et un ordinateur pour varier la cadence de tir.

Ce dispositif ne résout pas l'inconvénient de calculer les données de tir à savoir l'azimut et le site de l'arme. Également, le dispositif proposé dans le cadre de ce brevet ne permet pas de varier l'amplitude du mouvement de recul.

25 Les simulateurs de tir en salle récemment commercialisés utilisent des dispositifs dédiés et intégrés dans l'arme de simulation ayant, par conséquence, un impact sur l'ergonomie (poids, aspect extérieur) et le fonctionnement de l'arme.

30 Dans le cas d'une simulation de tir, le dispositif a besoin de reconnaître la direction de visée du tireur lors du départ du coup. Plusieurs techniques ont été utilisées par les simulateurs précités. Une première technique impose à utiliser un diffuseur laser et des caméras infrarouges, tel que le cas du simulateur objet du brevet N° WO2014185764A1. Cette solution est très complexe et génère des erreurs ponctuelles si la résolution des caméras infrarouges ou la vitesse de traitement d'image sont faibles. Le brevet N° EP2899493 revendique une technique qui consiste à utiliser plusieurs caméras placées tout autour des axes (X, Y, Z) de l'arme pour reproduire la direction de visée. Cette solution nécessite un traitement distribué, le fusionnement des calculs et une forte synchronisation entre les processus de traitement liés à chaque caméra pour obtenir un résultat fiable et précis. Le brevet N° CN206003358 emploie des capteurs gyroscopiques placés sur l'arme ou son support. Cette technique nécessite un calibrage à répétition et un isolement électromagnétique efficace des capteurs.

Les simulateurs de tir en salle sont installés sur un support fixe et ne permettent pas d'effectuer des exercices d'une arme installée sur un vecteur mobile, tels que des hélicoptères, engins blindés ou plateforme navale.

5 Sur ces simulateurs, l'exercice est configuré par l'instructeur sans avoir à la portée une analyse automatisée des résultats obtenus par le tireur lors des exercices de tir réels.

La maîtrise de la respiration et la stabilité de l'arme sont des facteurs déterminants pour la description du comportement du tireur avant, pendant et après le départ du coup. Des simulateurs, tels que celui décrit par le brevet N° RU0002607428, n'exploitent pas ces facteurs et se limitent aux nombres de coups au but et leur localisation sur la cible comme
10 résultat des tirs.

Exposé de l'invention :

L'invention a justement pour but de permettre d'une part à un ou plusieurs tireurs de s'entraîner en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades et d'autre part à l'instructeur d'évaluer la prestation de chaque tireur lors
15 des exercices réels ainsi que pendant et après l'exercice simulé tout en remédiant aux inconvénients des techniques exposées précédemment. Pour cela, l'invention met en œuvre un dispositif pour l'entraînement sur le tir comportant au moins une arme de simulation, équipée de capteurs et d'un support-générateur de recul qui calcule les données de tir en temps-réel, pointée en direction d'un écran multidimensionnel sur lequel sont
20 projetés un champ de tir et des cibles virtuelles générées par un serveur graphique,

caractérisé en ce que

les données de pointage issues des pointeurs installés sur le support-générateur de recul, est exploité par un algorithme de traitement qui permet de déterminer la direction de visée du tireur sur l'écran multidimensionnel en temps-réel, déployé au niveau du calculateur qui
25 est en liaison avec un module électronique d'acquisition et de commande responsable de l'acquisition des données issues des capteurs équipant l'arme et de la commande du contrôleur de l'actionneur pour la simulation du recul des armes.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

30 caractérisé en ce que

l'algorithme de traitement permet de déterminer la direction de visée sur l'écran multidimensionnel tout au long de l'exercice.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

35 caractérisé en ce que

les pointeurs sont des capteurs d'angles très précis qui permettent de donner continuellement la position angulaire en azimut et en site de l'arme.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

caractérisé en ce que

le calculateur enregistre la direction de visée durant l'exécution de l'exercice simulé et analyse cette trajectoire pour déduire l'influence sur la stabilité de l'arme due à l'effet de recul. Ledit calculateur procède à une analyse des départs des coups pour déduire les
5 nombres des rafales du tireurs.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

caractérisé en ce que

le contrôleur de l'actionneur permet de varier la cadence de tir selon l'arme identifiée
10 automatiquement par le support grâce à un dispositif d'identification.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

Caractérisé en ce que

l'amplitude de recul est varié grâce à une pièce modulaire installée sur le support-
15 générateur de recul. Cette amplitude peut également être variable en fonction du niveau du tireur.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

Caractérisé en ce que

le module électronique d'acquisition et de commande prend en charge l'ensemble des
20 capteurs, et du contrôleur de l'actionneur. Le calculateur gère l'ensemble des fonctions du module électronique d'acquisition et de commande via une liaison de données fiable.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

25 Caractérisé en ce que

L'écran multidimensionnel, de forme panoramique, recevant les projections de plusieurs vidéoprojecteurs dont les images sont fusionnées pour constituer un champ unique et harmonieux.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur
30 le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

caractérisé en ce que

le support-générateur de recul s'adapte aux différents type de porteurs trépied, affût
colonne ou autres.

Avantageusement, l'invention a pour objet un dispositif d'entraînement en salle sur
35 le tir avec des armes collectives à tir tendu et les mitrailleuses lance-grenades,

caractérisé en ce que

la plateforme mobile est une plateforme dynamique de 3 à 6 degrés de liberté permettant des mouvements réalistes, notamment le roulis, la levée et le tangage, elle permet de simuler la vibration des vecteurs sur lesquelles l'arme peut être embarquée en variant les amplitudes et les vitesses des différents actionneurs.

Brève description des dessins :

L'invention sera davantage expliquée et comprise grâce à la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Celles-ci sont représentées à titre indicatif et nullement limitatif de l'invention.

10 La figure 1a représente un schéma illustrant les moyens mettant en œuvre le procédé de simulation objet de l'invention.

La figure 1b représente une arme de simulation instrumentée.

La figure 2 présente un exemple de mode de réalisation d'un support-générateur de recul, selon l'invention.

15 La figure 3a schématise un mode de réalisation du module électronique d'acquisition et de commande tel qu'il est décrit dans l'invention.

La figure 3b schématise un mode de réalisation du contrôleur de la plateforme dynamique tel qu'il est décrit dans l'invention.

20 Les figures 4a, 4b et 4c schématisent l'un des procédés possibles du calibrage du système.

La figure 5 schématise l'algorithme de gestion des exercices de simulation.

La figure 6 représente l'interface d'analyse après action du poste instructeur.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention :

25 Conformément à un mode de réalisation préféré, le simulateur de tir permettant de concrétiser le dispositif d'entraînement objet de l'invention se compose essentiellement de :

- un écran de projection multidimensionnel (1) :

30 L'écran de projection multidimensionnel est destiné à recevoir les champs de tir virtuels en vue de reproduire une ambiance visuelle proche des conditions réelles. Dans ce mode de réalisation, l'écran est incurvé blanc matte avec une bordure noire d'une épaisseur de 20 cm.

- des armes de tir réelles (6) équipées d'un ensemble de capteurs (10) permettant la perception des actions et du comportement des tireurs pendant l'exercice de simulation ;

35 Dans ce mode de réalisation, les armes de simulation sont équipées de plusieurs capteurs de contact placés sur l'arme de façon à ne pas gêner l'action du tireur. Il s'agit :

- d'un capteur au niveau de la détente ;
- d'un capteur au niveau du couvercle ;
- d'un capteur au niveau de la bande d'alimentation ;
- d'un capteur RFID pour l'identification de l'arme.

40

- Un système support-générateur de recul (7) composé des éléments ci-après :
 - un actionneur (11) ;
 - une boîte à munitions abritant le contrôleur de l'actionneur (12) ;

- une glissière avec un coulisseau permettant la fixation de l'arme (13) ;
 - un diffuseur laser (14) fixé sur le support permettant le calibrage du système ;
 - des pointeurs en site et en azimut (15) permettant de capter la direction de visée. Dans ce mode de réalisation les pointeurs sont des codeurs rotatifs incrémentaux ;
- 5
- Une plateforme dynamique à trois degrés de liberté (3DoF) (8) commandée par le poste serveur graphique, composé des éléments ci-après :
 - motoréducteurs électriques ;
 - système de commande des motoréducteurs ;
 - logiciel de contrôle de la plateforme.
 - Un module électronique d'acquisition et de commande, dit MEAC, (9) assurant les fonctions ci-après :
 - Acquérir les informations issues des capteurs équipant les armes de simulation via la liaison filaire, les mettre en forme et les communiquer au poste instructeur (5) via la liaison série ;
 - Commander le générateur de recul (11) à travers son contrôleur (12) après l'interprétation de la commande issue du poste instructeur via la même liaison. La commande est transmise au contrôleur grâce à la liaison filaire ;
 - Alimenter le diffuseur laser infrarouges (14) via la liaison filaire ;
- 10
- 15
- 20

Le MEAC, dans le cadre de ce mode de réalisation, est bâti autour d'un microcontrôleur type ARM. La figure 3a illustre le schéma de l'étage d'acquisition des évènements des capteurs.

- Un poste instructeur (5) qui représente le cœur du simulateur composé d'un ordinateur lié à un écran :
- 25

Dans ce mode de réalisation, Le poste instructeur représente le cerveau du simulateur. Il a pour mission :

- De conduire le calibrage du système ;
 - De gérer les stagiaires et les unités ;
 - De configurer les exercices ;
 - De percevoir les capteurs équipant les armes et d'interpréter leurs états ;
 - De commander le serveur graphique, de lui transmettre les directions de visée et de recevoir les résultats des tirs ;
 - D'évaluer les tirs réels et simulé ;
 - D'afficher et d'imprimer les résultats de tir ;
- 30
- 35

Le poste instructeur est au centre du simulateur. En plus des fonctions de gestion des exercices et de configuration de la simulation, il est en permanence en communication avec :

- Le module électronique d'acquisition et de commande (9) ;
 - Le poste serveur graphique (4).
- 40

Un serveur graphique (4) responsable de la génération des champs de tir et des cibles virtuels et de simuler le comportement des cibles et les trajectoires des projectiles. Il est en liaison permanente avec le poste instructeur grâce à une liaison réseau IP. Il permet aussi de commander la plateforme dynamique du système, la figure 3b illustre le schéma de contrôle de la plateforme.

45

Dans ce mode de réalisation, Le poste Serveur Graphique est conçu en vue de la génération ainsi que de la gestion d'un environnement virtuel en trois dimensions. Cet environnement virtuel intègre des champs de tirs, des cibles, des éléments de l'environnement (arbres, bâtiments...) ainsi que des conditions climatiques en vue de plonger les tireurs dans un milieu virtuel le plus réaliste possible.

Le Serveur Graphique a pour mission :

- **La commande de la plateforme dynamique 3DOF ;**
- **La réception des paramètres de chaque séance de tir :**

Une fois lancé, le SG tentera de se connecter au poste instructeur Poste Instructeur via une connexion réseau basée sur le protocole TCP/IP. Dès que la connexion est établie le SG récupère les messages arrivants du Poste Instructeur. En vue d'en extraire les paramètres de la séance de tir :

- Type d'armement utilisé ;
- Type de cibles à générer pour chaque niveau ;
- Conditions climatiques dans lesquelles se déroulera cette séance de tir ;
- Type de champs de tir ;
- Attitude et vitesse des cibles.

- **La génération des cibles initiales :**

La génération des cibles initiales se fait lors de la réception depuis le Poste Instructeur du mot clé « START_SIM » à travers le réseau. Une fois la réception est terminée avec succès, le scénario de la génération se déroule comme suit :

- Extraction des paramètres récupérés depuis la ligne de commande ;
- Création des structures (objets) pour les postes actifs ;
- Renseignement des attributs des structures instanciées avec les valeurs extraites ;
- La création et le remplissage d'une liste contenant l'ensemble des objets (Post) dont les attributs sont préalablement renseignés ;
- Le parcours de cette liste et envoi des messages de génération des cibles avec les valeurs (type d'armement utilisé, type cible, vitesse cible) ;
- Le composant chargé de la gestion des cibles (TargetsComponent) se charge de la création des cibles dès la réception des messages de créations envoyé dans l'étape précédente en les positionnant devant leurs postes respectifs.

- **Autonomie au cours de l'exercice :**

Cette autonomie est matérialisée par le fait que le SG se charge automatiquement de :

- La génération de nouvelles cibles lorsque l'une des cibles initiales est détruite par le tireur. L'instructeur permet de créer plusieurs types des cibles, selon le niveau du stagiaire, en attribuant sa nature, sa vitesse de déplacement, sa direction et son emplacement de génération ;
- Le test de l'impact de chaque tir lors du déclenchement d'un événement de tir par l'un des tireurs.

- L'envoi du résultat de chaque tir vers le poste instructeur immédiatement après son avènement.

- Trois vidéoprojecteurs (2) responsables de la projection des champs de tir virtuels générés par le serveur graphique (4) sur l'écran de projection incurvé (1). Les vidéoprojecteurs et le serveur graphique sont en liaison via un câble HDMI ;
- Un système de sonorisation (3) permettant de simuler les effets sonores propres au déroulement de l'exercice tels que les commandements de tir, les sons de départ des coups, les sons des impacts, l'ambiance de combat, ...
- Une imprimante pour l'impression des résultats, connectée au poste instructeur ;

10 Le bon fonctionnement de ce simulateur nécessite une phase de calibration dont les étapes sont les suivantes :

- Calibrage du système :

La figure 4b illustre le procédé de calibrage du système à travers le diffuseur laser et l'arme :

- 15
 - S'assurer que les vidéoprojecteurs sont parfaitement à l'horizontal et que la projection bien calibrer sur l'écran panoramique (401), la figure 4a ;
 - Cliquer sur le bouton *Alignement* de l'interface graphique du pupitre de l'instructeur. Une mire d'alignement de la caméra (figure 4b) sera projetée sur l'écran de projection.
- 20
 - Viser avec l'arme en utilisant le spot laser sur le point A et initialiser les données des pointeurs (402).
 - Viser après sur les points B, C, D et E et acquérir les données des pointeurs (403). Etant donné que les coordonnées de ces points dans le repère du serveur graphique sont préalablement connues, cette opération permet
- 25
 - d'obtenir les coordonnées de ces points en fonction des données des pointeurs.
 - Cliquer sur le bouton Enregistrer par défaut afin d'éviter de recommencer l'opération lors d'une autre utilisation du système.
 - Pour vérifier si l'alignement a été fait correctement, viser sur les points avec
- 30
 - coordonnées affichés sur l'écran (405). L'interface affiche les coordonnées calculées. Le résultat calculé doit être exactement celui affiché sur l'écran + ou - 2 pixels.
 - Cliquer sur le bouton valider. Cette action active l'onglet configuration de l'exercice.

35 Une fois la phase de calibration est terminée, l'instructeur peut commencer la configuration de l'exercice.

Conformément à ce mode de réalisation, l'instructeur configure l'exercice simulé sur le poste instructeur. Il détermine en particulier :

- 40
 - l'arme utilisée (identification automatique) ;
 - le nombre de coups ;
 - la cible et son comportement ;
 - le champ de tir à projeter ;
 - le temps de la simulation (aube, jour, couché de soleil, nuit) ;
 - les conditions climatiques (temps clair, temps pluvieux) ;

- la vitesse du vent et son orientation.

Une fois la configuration est terminée, les paramètres de la simulation sont communiqués au serveur graphique. Ce dernier génère un champ de tir virtuel avec des cibles, selon la configuration choisie par l'instructeur, projeté sur l'écran panoramique via les vidéoprojecteurs et enregistre les paramètres nécessaires pour les calculs balistiques relatifs aux trajectoires des projectiles.

Au lancement de l'exercice par l'instructeur, le support d'arme transmet en permanence les données (site et azimut) des pointeurs au poste instructeur via un module électronique d'acquisition et de commande MEAC et qui permet aussi d'établir la liaison entre l'arme et le poste instructeur. Le MEAC réalise trois fonctions principales :

- transmettre au poste instructeur les états des capteurs équipant l'arme ;
- transmettre au poste instructeur les données des pointeurs en site et azimut équipant le support ;
- commander le contrôleur de l'actionneur générateur de recul ;
- alimenter le diffuseur laser ;

L'algorithme de traitement d'image déployé sur le poste instructeur, décrit par la figure 4, permet de déterminer la direction de visé de l'arme sélectionnée.

Le poste instructeur analyse en permanence les états des capteurs équipant les armes actives et rend-compte à l'instructeur, via l'écran du poste instructeur, sur la présence en munition, la fermeture du couvercle de l'arme et l'état de la détente.

Dès que le tireur appuie sur la détente, le poste instructeur vérifie s'il dispose encore d'au moins un coup dans sa bande. Si cette condition est vérifiée, plusieurs opérations sont exécutées dans un laps de temps inférieur à 200 ms :

- le poste instructeur donne l'ordre au MEAC pour activer le contrôleur de l'actionneur du générateur de recul afin de produire le mouvement de recul ;
- le poste instructeur transmet le vecteur de la direction de visé au serveur graphique via le réseau Ethernet ;
- le poste serveur graphique génère l'effet sonore correspondant au départ du coup ;
- le serveur graphique calcule, sur la base des paramètres balistiques du projectile et des conditions météorologiques, le point d'impact du projectile et détermine le résultat du tir ;
- le serveur graphique renvoie le résultat du tir au poste instructeur ;
- si le coup est au but, le serveur graphique visualise l'impact et son effet sur la cible et génère un effet sonore matérialisant la destruction de l'objectif ;

Le poste instructeur stocke le résultat du tir dans une base donnée, déduit le coup tiré de la contenance de la bande à munition et met à jour l'interface graphique affiché sur le pupitre de l'instructeur.

A la fin de l'exercice, le poste instructeur analyse les résultats du tir et le comportement du tireur et fournit un récapitulatif des résultats présentés sous trois parties principales (figure 6) :

- les résultats obtenus lors du dernier exercice en termes de réussite et de réactivité ;
 - l'analyse des départs et la dispersion des coups sur l'écran ;
 - la courbe d'évolution du niveau du tireur depuis son premier exercice sur le simulateur en termes d'efficacité et de réactivité grâce aux informations stockées dans la base de données du système permettant de garder une trace .
- 5

L'instructeur peut, s'il le désire, imprimer le bulletin des résultats obtenus par chaque tireur.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour l'entraînement au tir comportant au moins une arme réelle (6), installée sur un support générateur de recul (7), équipée de capteurs (10) et d'une source de rayonnement laser (14), en direction d'un écran multidimensionnel (1) sur lequel sont projetées un champ de tir et des cibles en trois dimensions générés par un serveur graphique (4), le support générateur de recul (7) envoie continuellement les données de tir au calculateur (5), **caractérisé en ce que** les données de tir fournies par ledit support (7) sont exploitées par un algorithme dédié à la détermination de la direction de visée du tireur, déployé au niveau du calculateur (5) qui est en liaison avec un module électronique d'acquisition et de commande (9) responsable de l'acquisition des données issues des capteurs (10) équipant l'arme (6), de l'alimentation des sources de rayonnement laser (14), et de la commande du contrôleur de l'actionneur (11) pour la simulation du recul des armes.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'algorithme de traitement permet de déterminer en permanence la direction de visée tout au long de l'exercice.
3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la source de rayonnement laser (14) est un diffuseur laser qui émet pendant le calibrage du système est un rayonnement laser matérialisant le point visé de l'arme sur l'écran (1).
4. Dispositif selon les revendications 1, **caractérisé en ce que** le calculateur (5) enregistre la trajectoire parcourue par l'arme durant l'exécution de l'exercice simulé et analyse cette trajectoire pour déduire les départs, la dispersion des coups sur l'écran et la stabilité de l'arme lors du tir.
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le calculateur (5) procède à une analyse des mouvements de l'arme juste avant le départ du coup pour déduire si le tireur a bien maintenu l'arme pendant l'effet de recul.
6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cadence de tir est variable selon l'arme utilisé dans l'exercice via un contrôleur de l'actionneur (12) du générateur de recul.
7. Dispositif selon la revendication 1 et 6, **caractérisé en ce que** l'amplificateur de recul est variable selon le niveau de l'exercice via une pièce mécanique fixé sur le support générateur de recul (16).
8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le module électronique d'acquisition et de commande (9) prend en charge l'ensemble des capteurs (10), des diffuseurs laser (14) et du contrôleur de l'actionneur du générateur du recul (12) mis en œuvre au cours de l'exercice.
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 8, **caractérisé en ce que** le calculateur gère l'ensemble des fonctions du module électronique d'acquisition et de commande via une liaison data.

10. Procédé selon la revendication 2 fonctionnant selon le processus suivant :

a. Etape de calibrage (Figure 4c) : le support générateur de recul (7) et l'écran panoramique (1) sont calibrés suivant le procédé ci-après :

- on assure l'horizontalité du vidéoprojecteur et de la caméra infrarouge,
- on projette sur l'écran (1), via les vidéoprojecteurs (2), une mire d'alignement (Figure 4b) contenant au moins trois points et préférentiellement cinq points dont les coordonnées dans le repère des vidéoprojecteurs sont connues,
- on coïncide le centre de l'image issue de la caméra avec le centre de l'image projetée sur l'écran (603),
- on acquiert les coordonnées des points A, B, C, D et E, dans le repère de la caméra infrarouge (604),
- on établit la fonction de changement de repère sur la base des coordonnées connues et acquies des points A, B, C, D et E.

b. Etape de simuler un exercice de tir (Figure 5) : l'instructeur doit effectuer l'exercice simulé selon l'algorithme suivant :

- L'instructeur doit :
 - effectuer le calibrage du système (501) selon l'algorithme (Figure 4b),
 - alimenter, éventuellement, la base donnée des résultats des tirs réels (502),
 - sélectionner d'un tireur (503),
 - configurer un exercice de tir en sélectionnant le champ de tir, les cibles (vitesse, direction, distance), les éléments de l'environnement (visibilité, l'heure...) ainsi que des conditions climatiques (504),
- Le tireur doit :
 - introduire la bande à munition,
 - pointer et tirer sur les cibles,
- L'outil d'Analyse Après Action (Figure 6) doit :
 - visualiser les impacts des tirs (509),
 - calculer une note d'évaluation du tireur (510).

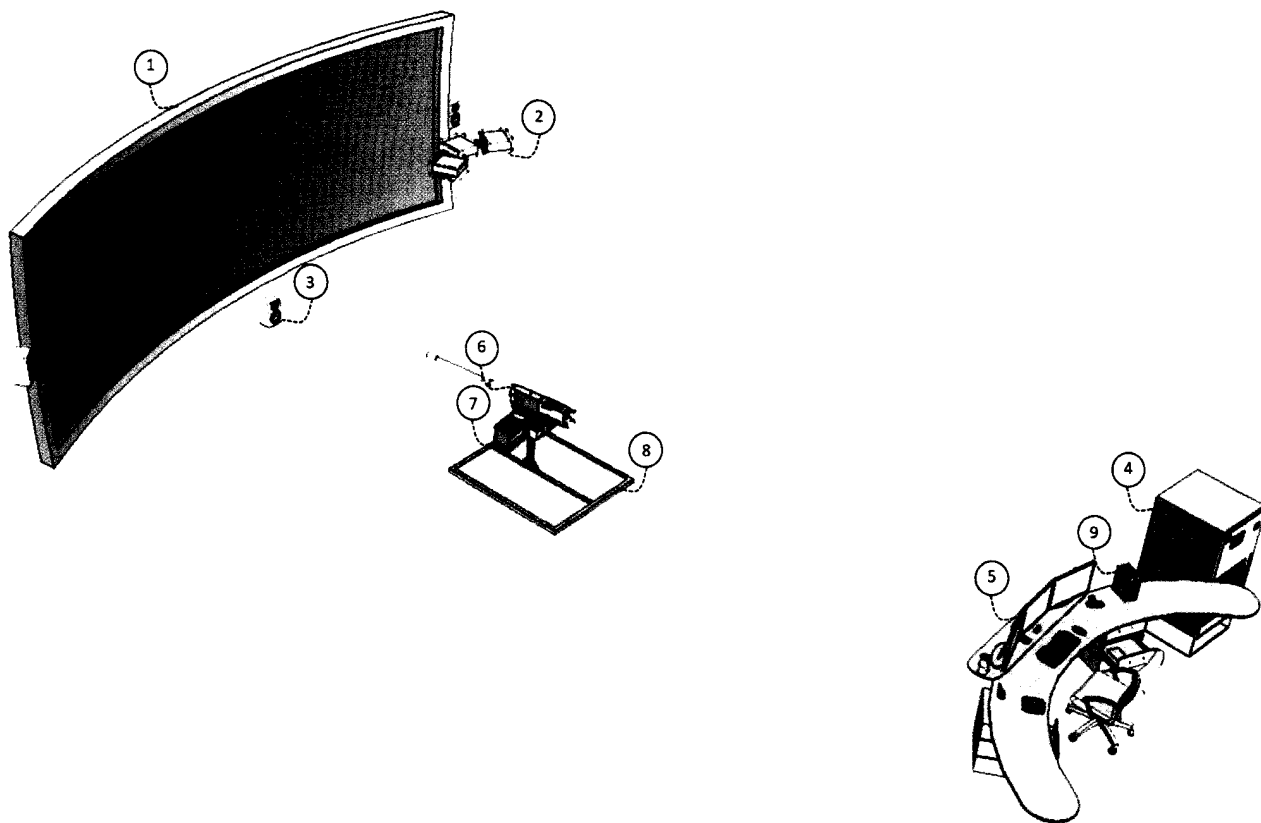


FIG.1 a

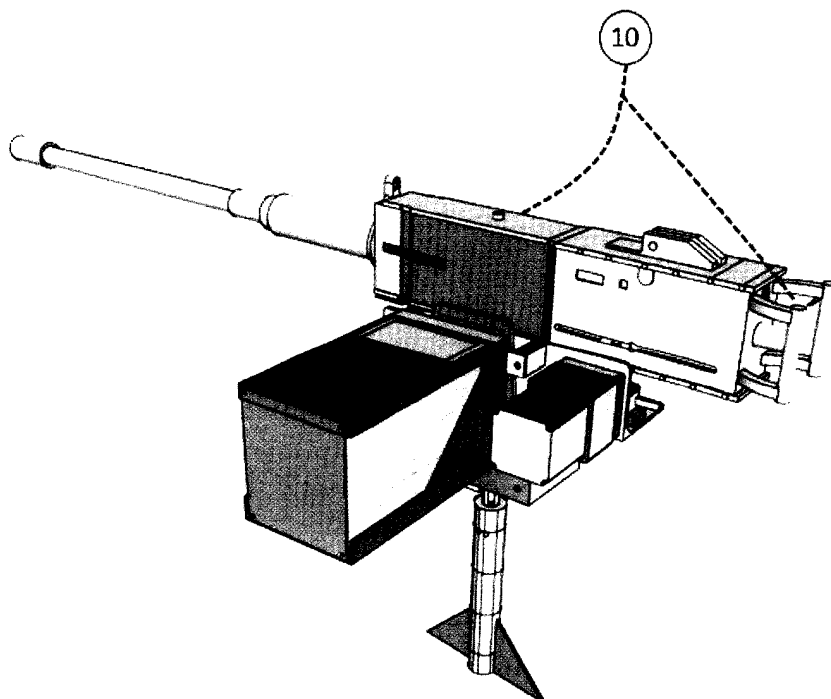


FIG.1 b

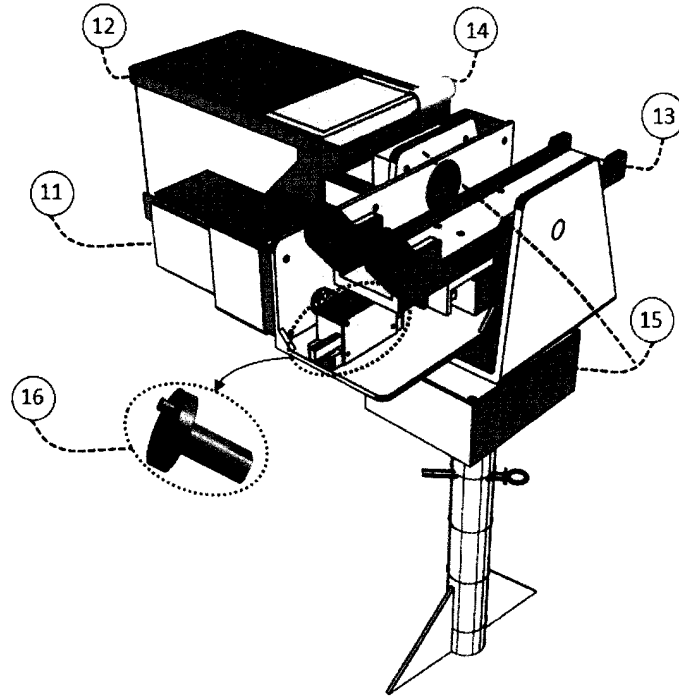


FIG.2

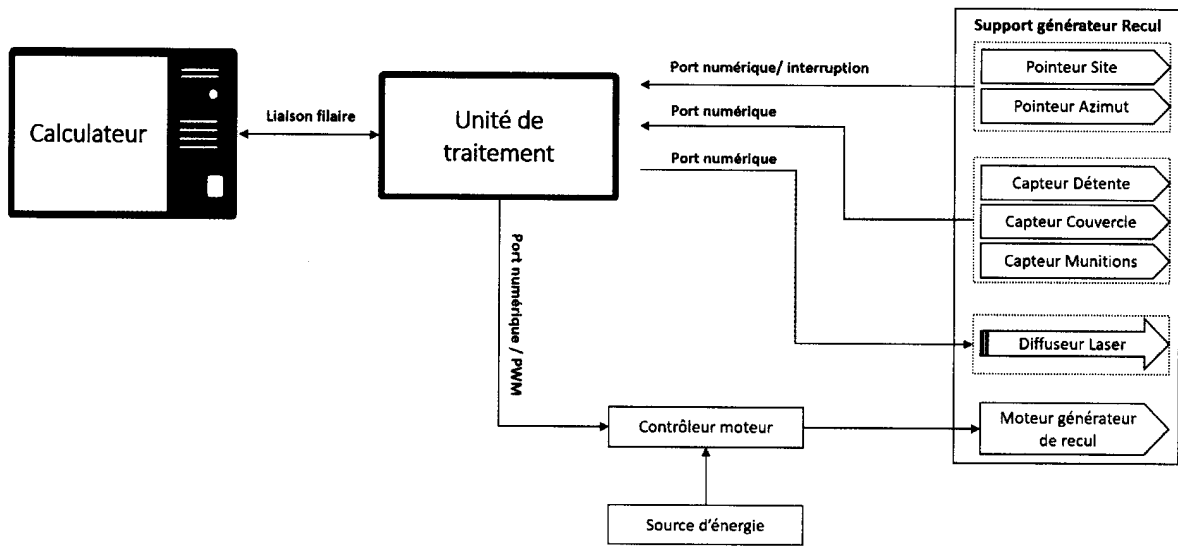


FIG.3 a

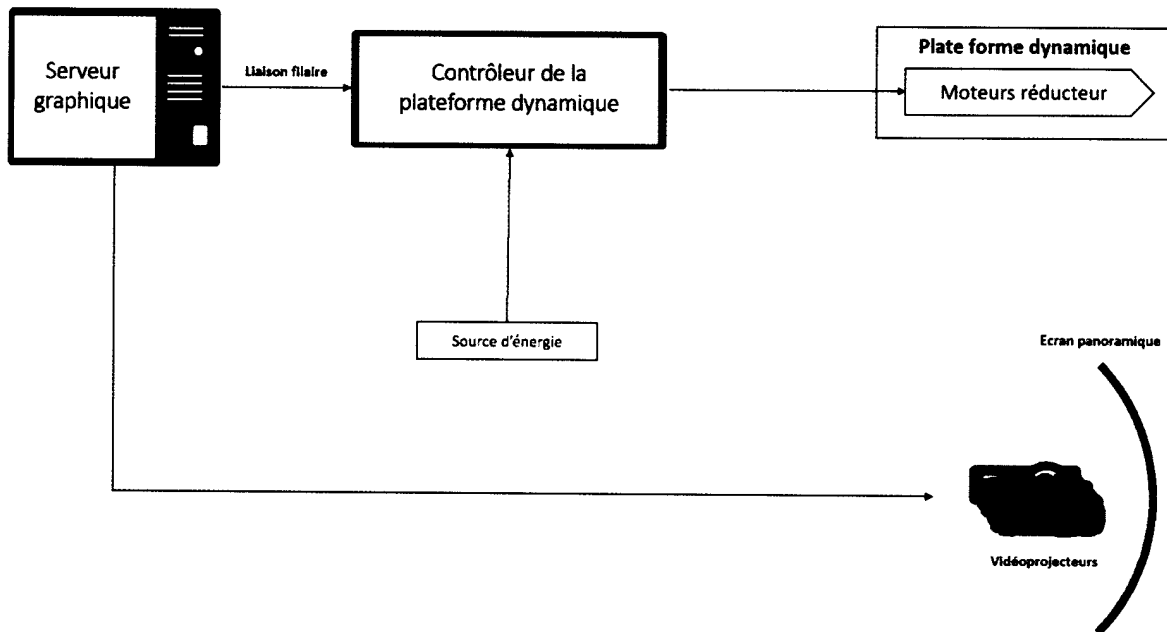


FIG.3 b

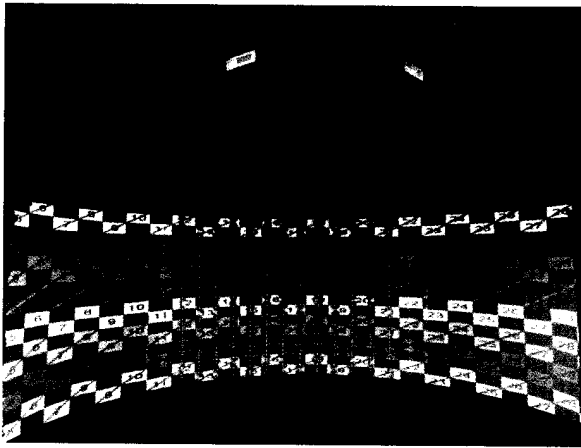


FIG.4 a

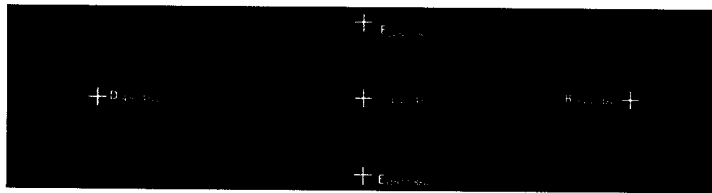


FIG.4 b

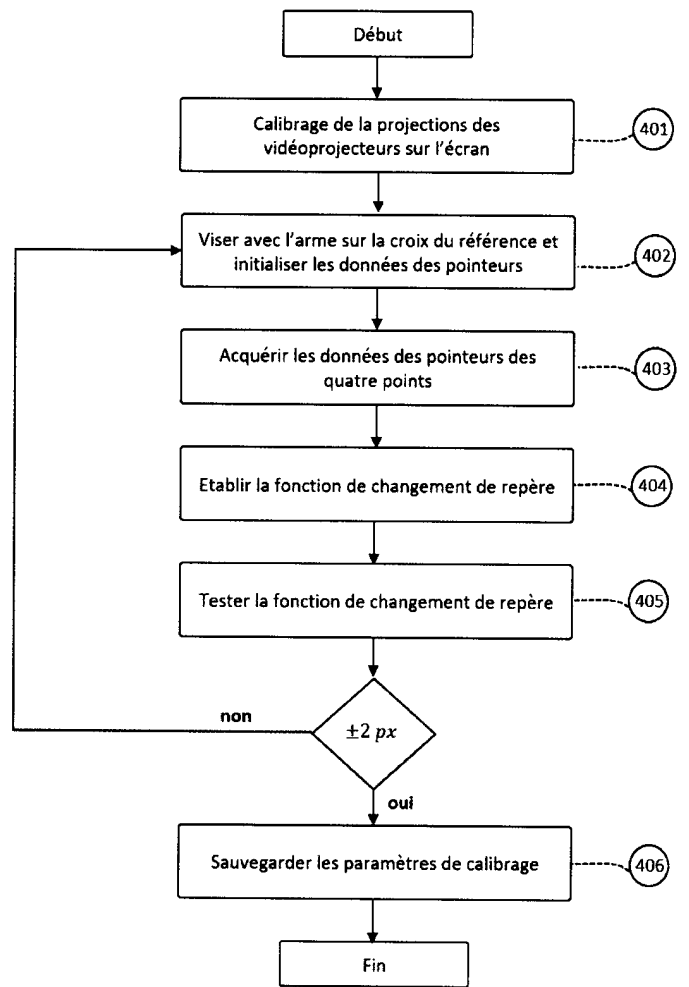


FIG.4 c

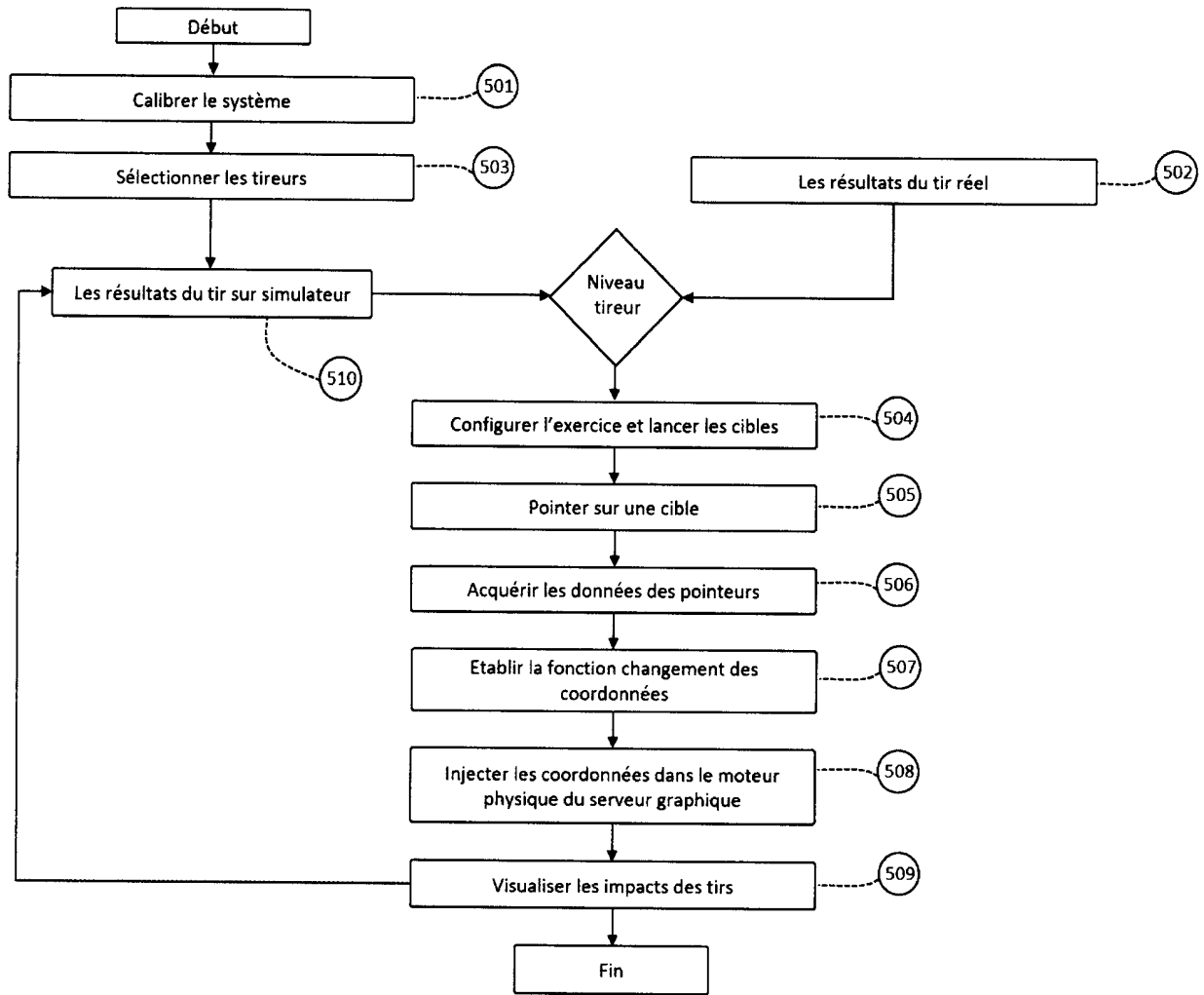


FIG.5

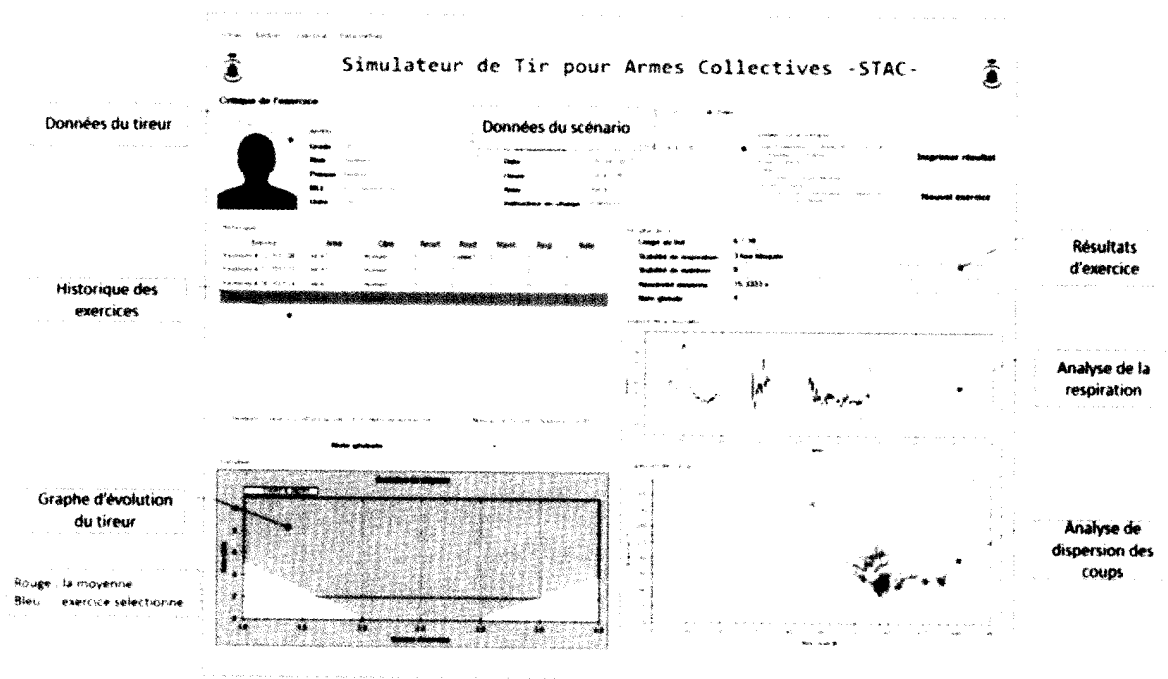


FIG.6

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 47344	Date de dépôt : 19/12/2019
Déposant : 4°BUREAU DE L'ETAT-MAJOR GÉNÉRAL DES FORCES ARMEES ROYALES	
Intitulé de l'invention : Simulateur de tir en salle pour armes collectives à tir tendu et mitrailleuse lances-grenades	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: M.TAHIRI Mohammed	Date d'établissement du rapport : 19/02/2020
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
9 Pages
- Revendications
10
- Planches de dessin
5 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : F 41G 3/26

CPC : F41G 3/2633

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X A	EP1236964A1; (GENI-N) GENIE AUDIO VISUEL & APPL PROFESSIONNELL; 04-09-2002 [0032] ; [0046].	1-2 ;4-9 3 ;10
A	WO2014143979A1 ; AMIS JACK [US]; ZOLTAN JAMES [US] et al. ; 18-09-2014 [0058]	7-9
A	US2017191806A9 ; ALSHEHRI A; HAMILTON Z; MARTINEZ S A; TIRADO W ; 06-02-2014	1-10
A	US4923401A ; US NAVY [US] ; 08-05-1990	1-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté

- Remarques de clarté

L'objet de l'invention décrit et représenté dans les figures n'est pas couvert par les revendications. Cette discordance entre les revendications et la description crée un doute quant à l'objet de la protection demandée, au point que les revendications manquent de clarté selon les dispositions de l'article 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

En effet, il ressort clairement de la page 6 de la description que la caractéristique « diffuseur laser permettant le calibrage » est essentiel à la définition de l'invention. La revendication indépendante 1 ne comporte pas cette caractéristique et ne satisfait donc pas à l'exigence qui découle de l'article 35 de la loi 17-97 et de l'article 10 du décret de ladite loi, telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, à savoir qu'une revendication indépendante doit contenir toutes les caractéristiques techniques essentielles à la définition de l'invention.

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 3 ;7-10 Revendications 1-2 ;4-6	Oui Non
Activité inventive	Revendications 3 ;10 Revendications 1-2 ;4-9	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : EP1236964A1
D2 : WO2014143979 A1
D3 : US2017191806A9
D4 : US4923401A

1. Nouveauté

1.1 Le document D1 divulgue un dispositif d'entraînement au tir comportant (les références entre parenthèses se réfèrent au document D1) :

Une arme réelle (201) un générateur de recul (209), une source de rayonnement laser, un écran de projection vidéo (202), un calculateur (204) qui reçoit continuellement les données. Les données sont analysées par l'unité centrale qui commande, le cas échéant, le laser du simulateur (201) et une électrovanne alimentée par le compresseur (209).

Donc, l'objet de la revendication indépendante 1 n'est pas nouveau selon les dispositions de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Le document D1 prévoit que le système de simulation prévoit également le déclenchement d'émissions laser à intervalles réguliers, pour permettre de suivre, par détection de l'impact de ces émissions sur l'écran de visualisation, la trajectoire de l'arme (voir [0032]).

Donc, l'objet de la revendication dépendante 2 n'est pas nouveau selon les dispositions de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.2 Aucun des documents trouvés ne divulgue un dispositif de simulateur tel que revendiqué dans la revendication dépendante 3. Donc, l'objet de la revendication dépendante 3 est nouveau selon les dispositions de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.3 Le document D1 précise que les positions des émissions laser intervenues au cours des secondes précédant le tir sont en particulier mémorisées et analysées pour contrôler la visée de la cible par le tireur, ainsi que la respiration de celui-ci (implicitement la stabilité) [0032]. Le recul de l'arm lors de la simulation est modifiable pour que le choc soit comparable à la force de recul générée par l'explosion de la cartouche dans l'arme réelle correspondante [0046]. Ainsi, l'objet des revendications dépendantes 4-6 n'est pas nouveau selon les dispositions de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

1.4 Aucun des documents trouvés ne divulgue un dispositif de simulateur tel que revendiqué dans les revendications dépendantes 7-9 et indépendante 10. Donc, l'objet des revendications 7-10 est nouveau selon les dispositions de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

2.1 Le Document D1 est considéré comme le document le plus proche à l'objet de la revendication 3. Cette dernière diffère en ce que le faisceau laser est utilisé pour le calibrage de l'arme. L'effet technique de cette différence réside dans le fait de simuler un tir réel (sans projection de lumière laser sur les cibles).

Le problème technique que l'on essaie de résoudre dans la revendication 3 est le calibrage de l'arme de simulation de tir. En effet, D2 divulgue un algorithme de mise à zéro de l'arme de simulation de tir grâce à l'émetteur laser. L'introduction de cette caractéristique dans le dispositif de simulation de D1 n'est pas considérée par l'homme du métier comme une solution de développement ordinaire pour résoudre le problème posé.

Par conséquent, l'objet de la revendication dépendante 3 implique une activité inventive selon les dispositions de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Toutefois, l'introduction des caractéristiques techniques de la revendication 3 dans la revendication indépendante 1 pourrait, par conséquent, permettre à l'objet de cette

revendication d'impliquer une activité inventive selon les dispositions de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.2 Les revendications dépendantes 7-9 ne comportent pas de caractéristiques techniques supplémentaires susceptibles d'impliquer une activité inventive.

Par conséquent, l'objet des revendications dépendantes 7-9 n'implique pas une activité inventive selon les dispositions de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2.3 Le document D2 est considéré comme le document le plus proche à l'objet de la revendication 10. Cette dernière diffère en ce que le calibrage de l'arme est effectué en récupérant les coordonnées de cinq points. Cette différence n'a pas d'effet technique.

Le problème technique que l'on essaie de résoudre est la simulation et le suivi de la simulation de tir.

Plusieurs documents de l'état de la technique traitent le procédé de simulation et de traitement des résultats obtenus par les tireurs (voir D3, D4). Cependant, l'introduction de la méthode de calibrage dans le dispositif de simulation de D1 n'est pas, pour l'homme du métier, une solution de développement ordinaire pour résoudre le problème posé.

Par conséquent, l'objet de la revendication indépendante 10 implique une activité inventive selon les dispositions de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.