

(19)



(11)

**EP 2 318 331 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**08.04.2020 Bulletin 2020/15**

(51) Int Cl.:  
**C06B 21/00** (2006.01) **C06B 25/04** (2006.01)  
**C06B 25/34** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **09784303.1**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2009/000927**

(22) Date de dépôt: **27.07.2009**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2010/012893 (04.02.2010 Gazette 2010/05)**

(54) **PROCEDE DE COULEE D'UN MATERIAU EXPLOSIF A VULNERABILITE REDUITE ET MATERIAU MIS EN OEUVRE DANS UN TEL PROCEDE**

VERFAHREN ZUM GIESSEN EINES EXPLOSIVEN MATERIALS MIT VERRINGERTER  
EMPFINDLICHKEIT UND BEI EINEM DERARTIGEN VERFAHREN EINGESETZTES MATERIAL

PROCESS FOR TASKING AN EXPLOSIVE MATERIAL OF REDUCED VULNERABILITY AND  
MATERIAL EMPLOYED IN SUCH A PROCESS

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

- **FORICHON-CHAUMET, Nicole**  
**F-18340 Plaimpied (FR)**
- **RODRIC, Alain**  
**F-18400 Saint Caprais (FR)**

(30) Priorité: **28.07.2008 FR 0804329**

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**  
**Cabinet Célanie**  
**5 Avenue de Saint Cloud**  
**B.P. 214**  
**78002 Versailles Cedex (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**11.05.2011 Bulletin 2011/19**

(73) Titulaire: **Nexter Munitions**  
**78000 Versailles (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 035 376 EP-A- 0 814 069**  
**WO-A-96/41780 GB-A- 537 579**  
**US-A- 4 545 829 US-A- 4 747 892**  
**US-A- 5 431 756**

(72) Inventeurs:  
• **WECKERLE, Ana**  
**F-18570 Trouy Nord (FR)**

**EP 2 318 331 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** Le domaine technique de l'invention est celui des matériaux explosifs à vulnérabilité réduite ainsi que des procédés de coulée de tels matériaux explosifs.

**[0002]** Les matériaux explosifs à vulnérabilité réduite deviennent essentiels pour la conception des munitions. En effet ils permettent de réaliser des munitions qui résistent sans détoner à des agressions telles que les impacts de balles ou les incendies.

**[0003]** Il existe aujourd'hui deux familles principales de matériaux explosifs à vulnérabilité réduite: celle des explosifs composites et celle des explosifs fusionnables.

**[0004]** Les explosifs composites mettent en œuvre des polymères organiques réticulables. Ils sont mis en œuvre par coulée de l'explosif mélangé au liant organique et la solidification est obtenue par la polymérisation du chargement.

**[0005]** Les procédés de fabrication des explosifs composites sont longs, complexes et coûteux. Par ailleurs la démilitarisation des munitions ainsi réalisées est difficile. Il est en effet nécessaire d'usiner la munition pour évacuer l'explosif. Ce dernier peut ensuite difficilement être recyclé, la réaction de polymérisation étant irréversible.

**[0006]** Les explosifs fusionnables sont constitués par un matériau associant, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite, et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable, au moins un flegmatisant et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable.

**[0007]** L'explosif solide à vulnérabilité réduite est le plus souvent constitué par l'Oxinitrotriazole (ou ONTA), mais on peut aussi mettre en œuvre le triaminotrinrobenzène (TATB) ou la Nitroguanidine (NGu).

**[0008]** L'explosif fusionnable est de préférence un aromatique nitré (tel que le trinitrotoluène ou TNT, ou la 2,4,6-Trinitro-N-Méthyl Aniline ou TNMA), et le flegmatisant est le plus souvent constitué par une cire.

**[0009]** Le brevet EP814069 décrit ainsi différents types d'explosifs fusionnables à vulnérabilité réduite ainsi que leurs procédés de préparation.

**[0010]** Ces procédés sont relativement complexes et mettent en œuvre d'une part des étapes de réalisation d'une phase liquide associant l'explosif fusionnable, son flegmatisant et un émulsifiant de l'explosif fusionnable dans le flegmatisant.

**[0011]** La phase solide est ensuite introduite dans la phase liquide, puis on réalise la coulée dans le corps de munition et enfin le refroidissement conduisant à la solidification de l'explosif.

**[0012]** Un tel procédé nécessite de maîtriser les approvisionnements de différents matériaux qui doivent être associés entre eux d'une façon rigoureuse et en suivant des dosages et des paramètres de coulée précis.

**[0013]** Par ailleurs les étapes à conduire mettent en œuvre une phase fusionnable et une phase solide qui doivent être mélangées avec soin de façon à assurer une

composition homogène. Ce mélange est d'autant plus délicat que les explosifs insensibles fusionnables mettent en œuvre une part de flegmatisant (cire) relativement forte (supérieure ou égale à 3% en masse). Le mélange à chaud de l'explosif fusionnable avec le flegmatisant qui doit assurer son enrobage impose donc la mise en œuvre d'un émulsifiant ainsi que le brassage vigoureux de ces éléments pour assurer la création d'une émulsion homogène. La température doit par ailleurs être maîtrisée.

**[0014]** Un tel procédé est bien plus complexe que les procédés de coulée des explosifs fusionnables classiques dans lesquels il suffit généralement de mélanger dans une cuve de coulée l'explosif fusionnable (TNT) et l'explosif solide (hexogène) avant de procéder à la coulée.

**[0015]** On connaît également par le brevet EP35376 un procédé de préparation d'une composition explosive contenant de l'aluminium.

**[0016]** Conformément à ce procédé on réalise d'une part des granulés d'une composition associant les explosifs très énergétiques (HMX, RDX) avec de la cire et de la poudre d'aluminium et d'autre part d'autres granulés d'une composition associant du TNT et un émulsifiant. Ces deux types de granulés sont ensuite mélangés dans les proportions souhaitées pour réaliser le chargement explosif final. Un tel procédé est de mise en œuvre complexe car il impose la réalisation de deux types de granulés qui seront à mélanger par la suite. Ce procédé impose également un mélange des composés de départ dans de l'eau ce qui nécessite l'emploi d'une poudre d'aluminium particulière qui est traitée pour résister à l'eau. Par ailleurs ce procédé ne décrit pas de composition explosive mettant en œuvre un explosif à vulnérabilité réduite, tel que l'ONTA.

**[0017]** Il n'est enfin nullement question dans ce brevet de réaliser une composition explosive comprenant un explosif solide à vulnérabilité réduite. En effet les explosifs HMX (Octogène) et RDX (Hexogène) ne sont pas des explosifs à vulnérabilité réduite mais au contraire des explosifs très énergétiques et relativement sensibles.

**[0018]** On connaît également la demande de brevet US 5431756 qui décrit un procédé de préparation d'une composition coulable comprenant du TNT, une cire et un agent émulsifiant que l'on fait fondre ensemble et que l'on coule ensuite pour fabriquer par exemple des roquettes.

**[0019]** On connaît également la demande de brevet US 4747892 qui décrit une composition explosive comprenant un explosif ayant une température de fusion supérieure à environ 90 °C et un matériau non explosif ou un liant ayant une température de fusion comprise entre 60 °C et 100 °C. La composition explosive décrite peut également comprendre de la poudre d'aluminium, un émulsifiant ou un agent aqueux.

**[0020]** On connaît également la demande de brevet US 4545829 qui décrit un procédé de fabrication d'explosifs composites ayant un degré d'intimité contrôlé de

façon à libérer une plus grande quantité d'énergie lors de la détonation. Les explosifs comprennent en outre un composant explosif cristallin et un composant oxydant.

**[0021]** On connaît également la demande de brevet WO 96/41780 qui décrit un procédé de production de charges explosives comprenant des charges fusible et non-fusible.

**[0022]** On connaît également la demande de brevet GB 537579 qui décrit un procédé de préparation d'une charge explosive en mixant dans une masse fondue un composé organique explosif avec un sel oxydant puis avec une petite proportion d'un agent émulsifiant stable qui a la particularité d'augmenter la viscosité du mélange lorsqu'il est en présence d'eau.

**[0023]** L'invention a pour but de proposer un procédé de coulée d'un matériau explosif à vulnérabilité réduite, procédé qui permet de simplifier les opérations de coulée. Ce procédé propose la mise en œuvre d'un matériau explosif préfabriqué et prêt à l'emploi. Il peut ainsi être facilement mis en œuvre par des industriels dotés d'équipements de coulée conventionnels.

**[0024]** Ainsi l'invention a pour objet un procédé de coulée d'un matériau explosif à vulnérabilité réduite qui associe, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite, et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable, au moins un flegmatisant et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable, procédé remarquable en ce que l'on met en place le matériau explosif à vulnérabilité réduite à l'état solide dans une cuve de fusion équipée de moyens de chauffe et dotée de moyens d'agitation, le matériau explosif à vulnérabilité réduite étant mis en place dans la cuve sous la forme de grains préfabriqués avec une plus petite dimension de 1 mm à 4 mm, ces grains ayant été fabriqués au préalable lors d'étapes de mélange, coulée puis solidification et mise en forme, les grains préfabriqués de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant des dimensions supérieures à la plus grosse granulométrie initiale des matériaux de la phase solide qu'ils renferment.

**[0025]** Avantageusement, la coulée est réalisée sous vide.

**[0026]** Selon un mode de réalisation de l'invention, la phase fusionnable comprend essentiellement du trinitrotoluène ou de la 2,4,6-Trinitro-N-Méthyl Aniline.

**[0027]** Avantageusement encore, la phase solide comprend essentiellement de l'oxinitrotriazole, du triaminotrinotrobenzène ou de la Nitroguanidine.

**[0028]** Selon un autre mode de réalisation de l'invention, la cuve de chauffe renfermant les grains préfabriqués est portée à une température de 10% à 35% supérieure à la température de fusion de l'explosif fusionnable et sous agitation de façon à assurer la mise en émulsion des différents matériaux constituant le mélange.

**[0029]** Avantageusement encore, l'explosif fusionnable est refroidi à une température légèrement (de 2% à 7%) supérieure à la température de fusion de l'explosif fusionnable, avant de procéder à la coulée.

**[0030]** L'invention a également pour but de proposer un matériau explosif fusionnable à vulnérabilité réduite préfabriqué et prêt à l'emploi donc à mise en œuvre simplifiée.

**[0031]** Le matériau explosif fusionnable selon l'invention est ainsi remarquable en ce qu'il est fusionnable et se présente sous la forme de grains solides (23) composés d'un mélange associant, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite, et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable, au moins un flegmatisant et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable, les grains solides de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant une plus petite dimension de 1 mm à 4 mm et ayant été fabriqués au préalable lors d'étapes de mélange, coulée puis solidification et mise en forme, les grains de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant par ailleurs des dimensions supérieures à la plus grosse granulométrie des matériaux de la phase solide qu'ils renferment.

**[0032]** Avantageusement, les grains ont la forme de paillettes ou d'écailles, donc présentent une forme sensiblement plane ayant une épaisseur inférieure aux dimensions de leur forme plane, l'épaisseur étant supérieure ou égale à 1 mm.

**[0033]** Avantageusement encore, les grains ont une forme globalement cylindrique ou sphérique dont la plus petite dimension est supérieure ou égale à 1 mm.

**[0034]** Selon un mode de réalisation de l'invention, la phase fusionnable du matériau explosif comprend essentiellement du trinitrotoluène ou de la 2,4,6-Trinitro-N-Méthyl Aniline.

**[0035]** Avantageusement encore, la phase solide comprend essentiellement de l'oxinitrotriazole ou du triaminotrinotrobenzène ou de la nitroguanidine.

**[0036]** Avantageusement encore, le matériau explosif fusionnable est constitué par un mélange de :

- 20% à 40% en masse de trinitrotoluène,
- 25% à 60% en masse d'oxinitrotriazole,
- 0% à 25% en masse de poudre d'aluminium,
- 3% à 12% en masse d'un flegmatisant,
- 0,1% à 1% en masse d'un additif assurant l'émulsification de l'explosif fusible et du flegmatisant.

**[0037]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- la figure 1 montre un équipement permettant la mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 2a, 2b, 2c, 2d montrent différentes formes de réalisation des grains du matériau selon l'invention,
- les figures 3a et 3b sont des schémas d'un équipement permettant de réaliser des grains du matériau selon l'invention, la figure 3b étant une coupe trans-

versale réalisée au niveau d'un des tambours entraînant le tapis roulant de l'équipement.

**[0038]** La figure 1 montre une installation 1 de coulée qui est destinée à assurer le chargement en explosif de plusieurs corps de munitions 2, ici des obus d'artillerie disposés sur une palette de transport 3 déplaçable. Chaque obus 2 porte une rehausse 2a qui a pour but de faciliter la coulée et qui permet de laisser un bloc d'explosif en dehors du corps d'obus, bloc sur lequel se produisent les déformations et retassures liées au refroidissement. Ce bloc est désolidarisé de l'obus après refroidissement.

**[0039]** L'installation 1 comprend principalement une cuve de coulée 4 qui est disposée au-dessus d'un des corps 2 de munition. Concrètement la cuve 4 sera fixée sur un support non représenté et on positionnera le corps de munition 2 en déplaçant la palette 3.

**[0040]** La cuve 4 est réalisée d'une façon classique en un matériau résistant à la corrosion par exemple en acier inoxydable. Elle comporte un couvercle 4a qui peut être basculé pour refermer la cuve d'une façon étanche. Elle renferme un moyen agitateur 5, qui est représenté très schématiquement ici. Ce moyen est un malaxeur de type planétaire et il comporte d'une façon bien connue des pales rotatives entraînées par un moteur (non représenté). Les pales auront des dimensions leur permettant de brasser l'ensemble du mélange.

**[0041]** A sa partie inférieure la cuve 4 comporte une buse 4b obturée par une vanne de coulée 6 dont l'ouverture et la fermeture sont pilotées par un moyen de commande 7, par exemple un automate programmable.

**[0042]** D'une façon encore très classique et bien connue de l'Homme du Métier, la cuve 4 est reliée à un premier moyen de chauffage 8a, tel une chaudière. Un fluide caloporteur est conduit de la chaudière 8a à la cuve par une conduite 9 sur laquelle est placée une vanne thermostatique 10.

**[0043]** La cuve comporte une double paroi à l'intérieur de laquelle peut circuler le fluide caloporteur.

**[0044]** On voit sur la figure 1 que la buse 4b est reliée à une deuxième chaudière 8b par une vanne thermostatique 11. On assure ainsi une homogénéité de la température du matériau explosif tant à l'intérieur de la cuve 4 qu'au niveau de la buse 4b. La mise en œuvre de deux chaudières distinctes permet d'assurer une chauffe indépendante pour la cuve 4 et la buse 4b. La température sera choisie en fonction des caractéristiques de fusion du matériau à couler. Généralement pour les matériaux explosifs fusibles, la température est comprise entre 75°C et 110°C.

**[0045]** Les vannes thermostatiques 10 et 11 pourront avantageusement être pilotées en températures par l'automate 7 (les liaisons avec l'automate ne sont pas représentées pour la clarté de la figure). Pour cela des sondes de températures seront disposées au niveau des différentes canalisations ainsi que de la cuve et de la buse.

**[0046]** Un entonnoir de coulée 18 est fixé au niveau d'un fond de la cuve, c'est à dire ici à la buse 4b. Il est destiné à permettre d'assurer une coulée sous vide de l'explosif dans le corps de munition 2. En effet les explosifs fusionnables à vulnérabilité réduite sont généralement assez visqueux. La coulée sous vide permet de faciliter (et accélérer) le chargement des corps de munitions 2.

**[0047]** Cet entonnoir 18 fait l'objet de la demande de brevet FR2923005 déposée le 29 octobre 2007 à laquelle on pourra se reporter pour obtenir plus de détails.

**[0048]** Des moyens de mise sous vide 17 (tels une pompe à vide) sont prévus. Ces moyens permettent de réaliser le vide au niveau de la cuve 4 et également au niveau de l'entonnoir de coulée 18, de la buse 4b et du corps de munition 2 sur lequel est positionné l'entonnoir 18.

**[0049]** La pompe à vide 17 est ainsi raccordée à la cuve 4 par une conduite 21 sur laquelle est placé un premier robinet d'arrêt 22.

**[0050]** La pompe à vide 17 est par ailleurs reliée à l'entonnoir 18 (plus précisément à la buse 4b située au-dessus de l'entonnoir) par une conduite 19 sur laquelle est placé un deuxième robinet d'arrêt 20.

**[0051]** L'ouverture et/ou la fermeture de chaque robinet 20, 22 ainsi que la commande de la vanne de coulée 6 sont assurées par l'automate programmable 7.

**[0052]** A l'exception des moyens de coulée sous vide (et notamment de l'entonnoir 18) cette installation 1 est classique. Elle peut être utilisée pour charger des munitions avec un explosif classique, par exemple une composition B (associant hexogène et Trinitrotoluène dans les proportions massiques respectives de 60% et 40%).

**[0053]** La mise en œuvre de moyens de coulée sous vide permet d'évacuer les bulles dans le chargement réalisé. Ces moyens permettent aussi de faciliter le chargement d'un explosif visqueux.

**[0054]** Cette installation peut aussi être utilisée sans autres modifications pour charger les corps de munitions 2 avec un explosif à vulnérabilité réduite.

**[0055]** Il suffit conformément au procédé selon l'invention de mettre dans la cuve 4 le matériau explosif sous la forme de grains solides "préfabriqués" et "prêts à l'emploi" d'un matériau explosif à vulnérabilité réduite.

**[0056]** Ce matériau associera, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite (par exemple l'oxinitrotriazole ou ONTA), et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable (par exemple le trinitrotoluène ou TNT), au moins un flegmatisant (tel qu'une cire) et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable.

**[0057]** Le matériau sera ainsi par exemple constitué par un mélange de :

- 20% à 40% en masse de trinitrotoluène,
- 25% à 60% en masse d'oxinitrotriazole,
- 0% à 25% en masse de poudre d'aluminium,

- 3% à 12% en masse d'un flegmatisant,
- 0,1% à 1% en masse d'un additif assurant l'émulsification de l'explosif fusible et du flegmatisant.

**[0058]** On pourra également réaliser (comme décrit par le brevet EP814069) un explosif dans lequel l'explosif fusionnable est un aromatique nitré tel que la 2,4,6 Trinitro-N-Méthyl aniline (TNMA), le 2,4,6-Trinitro-3-méthylphénol, le 3-amino-Trinitrotoluène, le 2,4,6-Trinitro-aniline, le 1,3,8-Trinitronaphtalène et son mélange d'isomères fusible à 115°C.

**[0059]** On pourra également mettre avantageusement en œuvre le Dinitroanisole (DNAN) qui est un explosif fusionnable à toxicité réduite. Cet explosif est décrit notamment par la demande de brevet US2005230019. Il est le plus souvent associé à des additifs de mise en œuvre choisis dans le groupe des N-alkylnitroaniline et des N-arylnitroaniline.

**[0060]** L'explosif à vulnérabilité réduite pourra être choisi parmi : l'oxinitrotriazol (ONTA), le triaminotrinitrobenzène (TATB), la nitroguanidine (NGu).

**[0061]** Le flegmatisant sera par exemple une cire de polyoléfine et l'émulsifiant un copolymère de vinyle pyrrolidone.

**[0062]** On a déjà noté que pour les explosifs fusionnables à vulnérabilité réduite le flegmatisant était dans des proportions non négligeables. Le pourcentage en masse du flegmatisant est en effet supérieur ou égal à 3%. Une telle proportion forte complique la fabrication de ce matériau explosif et impose le recours à un émulsifiant ainsi que le brassage vigoureux du matériau pour assurer sa mise en émulsion stable (vitesse de rotation des pales du malaxeur supérieure à 70 tours par minute).

**[0063]** Le flegmatisant sera choisi avec une température de fusion sensiblement égale à celle de l'explosif fusionnable (à plus ou moins 2°C près). Le flegmatisant uniformément réparti a une fonction concourant à la désensibilisation du matériau en augmentant son homogénéité ce qui le rend moins sensible à l'échauffement.

**[0064]** L'émulsifiant est choisi de façon à assurer le meilleur interface entre l'explosif fondu et le flegmatisant. Le flegmatisant permet à la fois de favoriser la dispersion des constituants pulvérulents et de stabiliser l'émulsion obtenue.

**[0065]** Le taux de flegmatisant est par ailleurs généralement inférieur à 12% car un taux de cire trop important pénalise les caractéristiques détoniques du matériau.

**[0066]** Le matériau explosif pourra aussi comprendre de la poudre d'aluminium (qui permet d'accroître la résistance du matériau à l'échauffement tout en accroissant l'effet de souffle lors de la détonation).

**[0067]** Les grains de matériau selon l'invention auront une composition chimique sensiblement homogène, et ils seront fabriqués au préalable lors d'étapes de mélange, coulée puis solidification et mise en forme.

**[0068]** Ces étapes préalables de préparation des grains de matériau explosif "prêt à l'emploi" sont mises en œuvre chez un industriel spécialisé qui sera doté des

équipements lui permettant de réaliser d'une façon fiable et reproductible le mélange des différents constituants du matériau explosif à vulnérabilité réduite.

**[0069]** On entend par composition chimique homogène le fait que cette composition est sensiblement identique d'un grain à l'autre.

**[0070]** On retrouve donc dans chaque grain les différents constituants du matériau explosif fusionnable et à vulnérabilité réduite (ONTA, TNT, cire, émulsifiant et éventuellement aluminium), et la structure physique du grain est telle que les constituants restent organisés dans le grain de la même façon qu'ils le sont dans un chargement de munition et ne présentent pas de modifications physico chimiques (pas de cassure des grains, pas de changement de la géométrie du grain ou de la granulométrie moyenne).

**[0071]** Il y a ainsi, au niveau de chaque grain, un enrobage des granulés solides (oxinitrotriazole et aluminium) par l'explosif fusionnable (TNT), et par ailleurs l'explosif fusionnable est lui-même enrobé par le flegmatisant. Il n'y a donc pas eu de décantation des différents constituants du mélange avant sa solidification.

**[0072]** On notera qu'il était déjà connu de réaliser des grains ou paillettes d'explosifs fusionnables (par exemple de composition B) pour faciliter ultérieurement un chargement de munitions par coulée.

**[0073]** Il suffit en effet de mettre ces grains de composition B dans une cuve portée à la température appropriée pour obtenir une nouvelle fusion permettant le chargement des munitions.

**[0074]** Cependant la composition B est une composition simple associant TNT (fusionnable) et hexogène (solide) avec parfois une petite partie de cire (de l'ordre de 1% en masse) pour améliorer la tenue mécanique de l'explosif après refroidissement.

**[0075]** Il n'était cependant pas évident de pouvoir obtenir un chargement homogène et satisfaisant d'une munition à partir de la refusion de fragments d'un matériau explosif aussi complexe qu'un explosif fusionnable à vulnérabilité réduite. En effet un tel matériau explosif incorpore une émulsion solidifiée d'un explosif fusionnable et d'un flegmatisant et il incorpore par ailleurs des matériaux granulaires ayant des granulométries différentes (ONTA et Aluminium notamment).

**[0076]** Il n'était en particulier pas évident de pouvoir assurer lors d'un nouvel échauffement du matériau ainsi divisé une nouvelle émulsion de l'explosif fusible (TNT) dans son flegmatisant ainsi que l'enrobage correct des granulés des composants solides (ONTA et aluminium).

**[0077]** On a procédé à différents essais à partir d'échantillons solidifiés d'explosif fusionnable à vulnérabilité réduite.

**[0078]** Les échantillons ont été préparés en mettant en œuvre le procédé qui est décrit par le brevet EP814069. On a cependant utilisé dans ce procédé le trinitrotoluène comme explosif fusionnable.

**[0079]** Les principales étapes sont les suivantes :

Fusion du TNT dans un malaxeur à une température de 90°C;

Mélange dans ce malaxeur du TNT avec le flegmatisant et l'émulsifiant du TNT dans le flegmatisant (le brevet EP814069 donne des exemples de cire et de flegmatisant utilisables);

Incorporation de l'ONTA avec une granulométrie de classe 2 (granulométrie de 200 à 800 micromètres), l'ONTA étant pré-mélangé à de la poudre d'aluminium;

Coulée et refroidissement progressif.

**[0080]** La coulée a été opérée dans un étui de munition classique.

**[0081]** On a ensuite réalisé des copeaux du matériau explosif par usinage du chargement obtenu.

**[0082]** On a par ailleurs réalisé des plaquettes minces du matériau explosif en fragmentant grossièrement le fond de cuve solidifié.

**[0083]** Les essais de refusion de ces deux échantillons ont donné des résultats très différents :

Les copeaux n'ont pas pu être refusionnés. Le résultat obtenu après chauffage est un mélange pâteux, sec et impossible à couler.

**[0084]** Par contre les plaquettes ont pu être refusionnées avec succès. Un simple malaxage a permis de reconstituer une émulsion stable, permettant ainsi une nouvelle coulée.

**[0085]** La tenue dans le temps du matériau obtenu ainsi que sa viscosité sont du même ordre que ceux du matériau d'origine et sont suffisants pour permettre de remplir un corps de munition puis de le refroidir pour solidifier le matériau tout en gardant son homogénéité (pas de séparations de phases) .

**[0086]** On notera qu'une refusion de copeaux fins issus de l'usinage d'une composition B est possible alors que l'on a vérifié que cette refusion de copeaux n'était pas possible pour un explosif fusionnable à vulnérabilité réduite.

**[0087]** Une comparaison des matériaux de départ (copeaux et plaquettes) a permis de constater que les copeaux présentaient une granulométrie trop fine. L'usinage a ainsi conduit à une désorganisation du matériau à vulnérabilité réduite. Les grains d'explosifs solides (ONTA) ont été brisés et l'enrobage par le flegmatisant a été perdu.

**[0088]** Une condition nécessaire pour qu'il soit possible de réutiliser un tel matériau explosif déjà fusionné est donc que la structure complète du matériau se retrouve non modifiée à l'intérieur de chaque grain préfabriqué.

**[0089]** Il est donc nécessaire que la plus petite dimension de chaque grain préfabriqué soit supérieure à la plus grosse granulométrie des matériaux de la phase solide qu'ils renferment. Concrètement la granulométrie la plus grosse est celle du matériau explosif à vulnérabilité réduite (tel que l'ONTA).

**[0090]** On est alors assuré que chaque grain d'explosif solide (ONTA par exemple) est enrobé par une émulsion

solidifiée et homogène de l'explosif fusionnable (TNT) avec son flegmatisant.

**[0091]** Les figures 2a à 2d montrent différentes formes pouvant être adoptées pour les grains 23 du matériau explosif fusionnable : fines lamelles régulières (figure 2a), sphères ou billes (figure 2b), granulés cylindriques (figure 2c), écailles minces irrégulières (figure 2d).

**[0092]** Les granulés cylindriques pourront avoir ou non leurs extrémités bombées.

**[0093]** Dans tous les cas, il est nécessaire que la plus petite dimension du grain 23 (épaisseur e ou diamètre d) soit supérieure à la plus grosse granulométrie des matériaux de la phase solide qu'ils renferment. L'épaisseur e des lamelles ou écailles est de l'ordre du millimètre.

**[0094]** Concrètement on a pu réaliser différents échantillons de grains 23 sous la forme de lamelles fines ayant une épaisseur qui varie suivant les échantillons de 1 mm à 4 mm. Les lamelles les plus fines sont les plus intéressantes car elles fusionnent plus rapidement.

**[0095]** L'épaisseur minimale acceptable pour que les grains d'ONTA ayant une granulométrie de classe 2 (granulométrie de 200 à 800 micromètres) ne soient pas abîmés et qu'ils soient effectivement entourés par la cire est une épaisseur de 1 mm.

**[0096]** Différents moyens industriels pourront être mis en œuvre pour réaliser les grains 23. Ces moyens différeront en fonction de la forme qui est souhaitée pour les grains 23.

**[0097]** Il existe notamment dans l'industrie des machines qui permettent de fabriquer des granulés sphériques ou cylindriques (machines utilisées aujourd'hui par exemple dans le domaine de la pharmacie).

**[0098]** A titre d'exemple on a représenté aux figures 3a et 3b un équipement permettant de réaliser des grains 23 sous la forme d'écailles (fig. 2a) ou de lamelles (fig. 2d).

**[0099]** Cet équipement comprend une cuve de coulée 4 équipée d'un malaxeur 5 et d'une buse 6. D'autres moyens (non représentés) permettent en amont de réaliser les différents mélanges de coupes granulométriques des matériaux solides notamment).

**[0100]** Cette cuve n'alimente pas ici des corps de munition mais elle dépose le matériau explosif fusionnable 12 sur un tapis roulant 13 entraîné par des tambours 14a, 14b.

**[0101]** Comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 3b (coupe au niveau du tambour avant 14a), le tapis roulant 13 comporte des joues latérales 15a, 15b qui pourront être réalisées en caoutchouc (donc déformables) ou bien sous la forme de languettes métalliques solidaires du tapis 13 et se recouvrant deux à deux afin de permettre le passage des tambours 14a, 14b.

**[0102]** Les joues 15a, 15b délimitent le volume sur lequel l'explosif 12 est contenu et empêchent un débordement de ce matériau en dehors du tapis 13.

**[0103]** Un racleur 16 permet de donner à la couche d'explosif 12 une épaisseur donnée. La position verticale du racleur 16 est réglable (par des moyens non repré-

sentés).

**[0104]** Le tapis roulant 13 circule en partie dans un caisson thermostaté 24 qui permet d'assurer un refroidissement contrôlé du matériau 12. Au niveau d'une extrémité avant du tapis 13 on dispose des moyens de découpe 25a, 25b. Les moyens 25b sont constitués par une lame unique (en matière plastique conductrice) qui découpe une languette de matériau explosif 12 ayant la largeur du tapis roulant 13. Les moyens 25a comprennent plusieurs lames 27 (en matière plastique conductrice) qui découpent la languette en lamelles ou écailles 23 qui sont ensuite récupérées dans un conteneur de stockage 26.

**[0105]** L'avance du tapis 13 est bien entendue cyclique. On dépose tout d'abord à partir de la cuve 4 une quantité de matériau 12 qui correspond sensiblement à une demi-longueur du tapis 13. On fait avancer ensuite le tapis 13 pour réaliser une couche d'épaisseur homogène. Cette couche se situe entièrement dans le caisson thermostaté 24.

**[0106]** Lorsque le refroidissement du matériau est suffisant on fait avancer le tapis 13 et on actionne périodiquement les moyens de découpe 25a, 25b pour réaliser les lamelles 23.

**[0107]** On pourrait bien entendu définir d'autres moyens pour réaliser les découpes. Par exemple remplacer les lames 27 par des molettes circulaires (en matière plastique conductrice). La découpe longitudinale pourra par exemple être assurée par ailleurs par une simple rupture mécanique obtenue lors du passage du tambour 14a. Le matériau 12 forme en effet une plaque qui a une rigidité modérée et se détache alors du tapis 13. Cette plaque pourra ainsi buter contre un déflecteur mécanique tel qu'une tôle qui provoquera la rupture.

**[0108]** On pourra assurer le refroidissement par un autre moyen que le caisson thermostaté 24. On pourra par exemple disposer une circulation d'air frais en dessous du tapis 13. On pourra par ailleurs abaisser la température de coulée de la cuve 4 de l'ordre de 5 à 6°C.

**[0109]** D'autres moyens pourraient bien entendu être définis pour réaliser la fragmentation du matériau explosif sous forme de grains 23.

**[0110]** Les grains 23 seront produits en grande quantité par un industriel maîtrisant toutes les étapes d'approvisionnement des composants puis de mise en œuvre du procédé de fabrication d'un explosif fusionnable à vulnérabilité réduite (tel que décrit par EP814069).

**[0111]** Les grains 23 seront fournis ensuite aux industriels réalisant les chargements de munitions en explosifs.

**[0112]** Ces grains constituent une matière première unique à approvisionnement simplifié et dont la mise en œuvre est pratiquement aussi simple que celle d'un matériau explosif fusionnable classique.

**[0113]** Cependant ce matériau permet après refusion de réaliser des chargements à vulnérabilité réduite. On notera qu'il sera également possible de réutiliser lors des coulées ultérieures les fonds de cuve solidifiés ainsi que

les réhausses des munitions. Il suffira de briser grossièrement ces blocs explosifs pour les incorporer dans une nouvelle coulée avec les grains préfabriqués.

**[0114]** Même si la fusion simple à une température de l'ordre de 85°C reste possible, il est cependant avantageux de réaliser, lors de la mise en œuvre finale des grains 23, une surfusion du matériau.

**[0115]** En effet on a pu observer qu'à une température de l'ordre de 85°C (pour une composition explosive telle que décrite précédemment dans laquelle l'explosif fusionnable est le trinitrotoluène) la fusion était particulièrement lente. Les procédés classiques dans lesquels un fond de TNT liquide permet d'accélérer la fusion des grains de composition ne peuvent s'appliquer ici car il est nécessaire de maintenir la proportion des différents matériaux constituant le mélange.

**[0116]** Selon l'invention, on portera donc la cuve de chauffe à une température de 10% à 35% supérieure à la température de fusion du matériau explosif fusionnable et on assurera par ailleurs une agitation de la composition de façon à permettre la mise en émulsion des différents matériaux constituant le mélange.

**[0117]** On notera que cette surfusion n'est pas classique pour les compositions coulées fondues à base de trinitrotoluène, d'ONTA de cire et d'émulsifiant. En effet il était jusqu'à présent requis pour ces compositions de ne pas dépasser une température de coulée de 87°C, car au-delà de cette température, il y a en effet une séparation des phases et une perte d'homogénéité du mélange dans la munition.

**[0118]** La déposante a pu vérifier que, malgré ce comportement connu, une surfusion était néanmoins possible à la condition de reprendre alors l'agitation du mélange pour éviter la décantation. Les phases se séparent effectivement mais l'émulsion peut être reformée et de façon homogène.

**[0119]** La stabilité de l'émulsion peut ensuite être obtenue dans la munition à la condition de refroidir le mélange avant la coulée à une température de l'ordre de 85°C.

**[0120]** Pour une composition à base de Trinitrotoluène (température de fusion 82°C) on réalisera la surfusion à une température de 90°C à 110°C.

**[0121]** Après sa mise en émulsion le matériau explosif sera ensuite refroidi à une température légèrement (de 2% à 7%) supérieure à la température de fusion du matériau explosif fusionnable.

**[0122]** Concrètement pour une composition à base de Trinitrotoluène on ramènera la composition à une température de l'ordre de 85°C. Ce refroidissement stabilise l'émulsion. L'agitation est maintenue jusqu'à la coulée du mélange. Cette température de coulée assure le maintien d'une composition stabilisée et homogène, et cela même après l'arrêt de l'agitation lors de la coulée dans le corps de munition (qui est portée à une température du même niveau). A cette température, les phases restent stables dans le corps de munition et ne se séparent pas.

**[0123]** A titre de variante il sera bien entendu possible de prévoir un fondoir spécifique en amont de la cuve de coulée.

**[0124]** L'exemple précédent met en œuvre le trinitrotoluène comme explosif fusible. Il est possible aussi, avec un choix approprié des températures de surfusion et de coulée, de réaliser des matériaux explosifs sous forme de grains préfabriqués d'une composition mettant en œuvre un autre des aromatiques nitrés décrits par le brevet EP814069 ou mettant en œuvre le Dinitroanisole (DNAN).

## Revendications

1. Procédé de coulée d'un matériau explosif à vulnérabilité réduite qui associe, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite, et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable, au moins un flegmatisant et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable, procédé **caractérisé en ce que** l'on met en place le matériau explosif à vulnérabilité réduite à l'état solide dans une cuve (4) de fusion équipée de moyens de chauffe (8a,8b) et dotée de moyens d'agitation (5), le matériau explosif à vulnérabilité réduite étant mis en place dans la cuve sous la forme de grains (23) préfabriqués avec une plus petite dimension de 1 mm à 4 mm, ces grains ayant été fabriqués au préalable lors d'étapes de mélange, coulée puis solidification et mise en forme, les grains (23) préfabriqués de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant des dimensions supérieures à la plus grosse granulométrie initiale des matériaux de la phase solide qu'ils renferment.
2. Procédé de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la coulée est réalisée sous vide.
3. Procédé de coulée selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la phase fusionnable comprend essentiellement du trinitrotoluène ou de la 2,4,6-Trinitro-N-Méthyl Aniline.
4. Procédé de coulée selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la phase solide comprend essentiellement de l'oxinitrotriazole, du triaminotritrobenzène ou de la Nitroguanidine.
5. Procédé de coulée selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la cuve de chauffe renfermant les grains préfabriqués est portée à une température de 10% à 35% supérieure à la température de fusion de l'explosif fusionnable et sous agitation de façon à assurer la mise en émulsion des différents matériaux constituant le mélange.
6. Procédé de coulée selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'explosif fusionnable est refroidi à une température légèrement (de 2% à 7%) supérieure à la température de fusion de l'explosif fusionnable, avant de procéder à la coulée.
7. Matériau explosif à vulnérabilité réduite **caractérisé en ce qu'il** est fusionnable et se présente sous la forme de grains solides (23) composés d'un mélange associant, d'une part une phase solide comprenant au moins un explosif solide à vulnérabilité réduite, et d'autre part une phase fusionnable qui comprend au moins un explosif fusionnable, au moins un flegmatisant et au moins un émulsifiant du flegmatisant dans l'explosif fusionnable, les grains solides de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant une plus petite dimension de 1 mm à 4 mm et ayant été fabriqués au préalable lors d'étapes de mélange, coulée puis solidification et mise en forme, les grains de matériau explosif à vulnérabilité réduite ayant par ailleurs des dimensions supérieures à la plus grosse granulométrie des matériaux de la phase solide qu'ils renferment.
8. Matériau explosif fusionnable selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les grains (23) ont la forme de paillettes ou d'écailles, donc présentent une forme sensiblement plane ayant une épaisseur inférieure aux dimensions de leur forme plane, l'épaisseur étant supérieure ou égale à 1mm.
9. Matériau explosif fusionnable selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les grains (23) ont une forme globalement cylindrique ou sphérique dont la plus petite dimension est supérieure ou égale à 1mm.
10. Matériau explosif fusionnable selon une des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la phase fusionnable du matériau explosif comprend essentiellement du trinitrotoluène ou de la 2,4,6-Trinitro-N-Méthyl Aniline.
11. Matériau explosif fusionnable selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la phase solide comprend essentiellement de l'oxinitrotriazole ou du triaminotritrobenzène ou de la nitroguanidine.
12. Matériau explosif fusionnable selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'il** est constitué par un mélange de :
  - 20% à 40% en masse de trinitrotoluène,
  - 25% à 60% en masse d'oxinitrotriazole,
  - 0% à 25% en masse de poudre d'aluminium,
  - 3% à 12% en masse d'un flegmatisant,
  - 0,1% à 1% en masse d'un additif assurant l'émulsification de l'explosif fusible et du fleg-



matissant.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen eines explosiven Materials mit verminderter Empfindlichkeit, welches einerseits eine feste Phase, die mindestens einen festen Sprengstoff mit verminderter Empfindlichkeit umfasst, und andererseits eine schmelzbare Phase verknüpft, die mindestens einen schmelzbaren Sprengstoff, mindestens ein Phlegmatisierungsmittel und mindestens einen Emulgator des Phlegmatisierungsmittels in dem schmelzbaren Sprengstoff umfasst, wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet, dass** das explosive Material mit verminderter Empfindlichkeit in festem Zustand in einen Schmelzbehälter (4) eingebracht wird, welcher mit Heizmitteln (8a, 8b) ausgerüstet und mit Rührmitteln (5) versehen ist, wobei das explosive Material mit verminderter Empfindlichkeit in den Behälter in Form von vorgefertigten Körnern (23) mit einer kleinsten Abmessung von 1 mm bis 4 mm eingebracht wird, wobei diese Körner im Vorfeld während der Schritte des Mischens, Gießens dann der Verfestigung und der Formgebung hergestellt worden sind, wobei die vorgefertigten Körner (23) aus explosivem Material mit verminderter Empfindlichkeit Abmessungen aufweisen, welche größer als die größte, anfängliche Korngröße der Materialien der festen Phase, welche sie enthalten, aufweisen.
2. Gießverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gießen unter Vakuum durchgeführt wird.
3. Gießverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schmelzbare Phase im Wesentlichen Trinitrotoluol oder 2,4,6-Trinitro-N-Methylanilin aufweist.
4. Gießverfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die feste Phase im Wesentlichen Oxynitrotriazol, Triaminotrinitrobenzol oder Nitroguanidin aufweist.
5. Gießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizbehälter, welcher die vorgefertigten Körner enthält, auf eine Temperatur von 10% bis 35% höher als die Schmelztemperatur des schmelzbaren Sprengstoffs und unter Rühren derartig gebracht wird, dass das Emulgieren der verschiedenen, das Gemisch bildenden Materialien gewährleistet wird.
6. Gießverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der schmelzbare Sprengstoff auf eine Temperatur, welche leicht (2% bis 7%) über der

Schmelztemperatur des schmelzbaren Sprengstoffs liegt, abgekühlt wird, bevor das Gießen durchgeführt wird.

7. Explosives Material mit verminderter Empfindlichkeit, **dadurch gekennzeichnet, dass** es schmelzbar ist und sich in Form von festen Körnern (23) darstellt, welche sich aus einem Gemisch zusammensetzen, welches einerseits eine feste Phase, die mindestens einen festen Sprengstoff mit verminderter Empfindlichkeit umfasst, und andererseits eine schmelzbare Phase verknüpft, die mindestens einen schmelzbaren Sprengstoff, mindestens ein Phlegmatisierungsmittel und mindestens einen Emulgator des Phlegmatisierungsmittels in dem schmelzbaren Sprengstoff umfasst, wobei die festen Körner aus explosivem Material mit verminderter Empfindlichkeit eine kleinste Abmessung von 1 mm bis 4 mm aufweisen und im Vorfeld während der Schritte des Mischens, Gießens dann der Verfestigung und der Formgebung hergestellt worden sind, wobei die Körner aus explosivem Material mit verminderter Empfindlichkeit außerdem Abmessungen aufweisen, welche größer als die größte Korngröße der Materialien der festen Phase, welche sie enthalten, aufweisen.
8. Schmelzbares, explosives Material nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Körner (23) die Form von Plättchen oder Schuppen aufweisen, also eine im Wesentlichen ebene Form vorweisen, welche eine Dicke aufweist, die kleiner als die Abmessungen ihrer ebenen Form ist, wobei die Dicke größer oder gleich 1 mm ist.
9. Schmelzbares, explosives Material nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Körner (23) eine im Allgemeinen zylindrische oder kugelförmige Form aufweisen, deren kleinste Abmessung größer oder gleich 1 mm ist.
10. Schmelzbares, explosives Material nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schmelzbare Phase des explosiven Materials im Wesentlichen Trinitrotoluol oder 2,4,6-Trinitro-N-Methylanilin aufweist.
11. Schmelzbares, explosives Material nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die feste Phase im Wesentlichen Oxynitrotriazol, Triaminotrinitrobenzol oder Nitroguanidin aufweist.
12. Schmelzbares, explosives Material nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es durch ein Gemisch gebildet ist aus:
  - 20% bis 40% in Masse von Trinitrotoluen,
  - 25% bis 60% in Masse von Oxinitrotriazol,

- 0% bis 25% in Masse von Aluminiumpulver,
- 3% bis 12% in Masse von Phlegmatisierungsmittel,
- 0,1% bis 1% in Masse eines Additivs, welches die Emulsionsbildung des schmelzbaren Sprengstoffs und des Phlegmatisierungsmittels gewährleistet.

## Claims

1. Cast process for an explosive material of low vulnerability that associates, firstly, a solid phase comprising at least one low vulnerability solid explosive and, secondly, a meltable phase that comprises at least one meltable explosive, at least one phlegmatizer and at least one emulsifier for the phlegmatizer in the meltable explosive, process wherein the low vulnerability explosive material in solid state is placed in a melting vessel (4) equipped with heating means (8a, 8b) and provided with stirring means (5), the low vulnerability explosive material being put into place in the vessel in the form of precast explosive grains (23) of a smaller dimension of 1 mm to 4 mm, these grains having been produced earlier during melting, casting, solidifying and shaping stages, the precast grains (23) of low vulnerability explosive material having dimensions greater than the largest initial particle size of the enclosed materials in their solid phase.
2. Cast process according to Claim 1, wherein the casting is performed under a vacuum.
3. Cast process according to Claims 1 or 2, wherein the meltable phase essentially comprises trinitrotoluene or 2,4,6-Trinitro-N Methyl Aniline.
4. Cast process according to Claim 3, wherein the solid phase essentially comprises Oxinitrotriazole, triamino-trinitrobenzene or Nitroguanidine.
5. Cast process according to one of Claims 1 to 4, wherein the heating vessel enclosing the precast grains is heated to a temperature of 10% to 35% greater than the melting point of the meltable explosive and is stirred so as to ensure the emulsifying of the different materials forming the mixture.
6. Cast process according to Claim 5, wherein the meltable explosive is cooled at a temperature slightly greater (from 2% to 7%) than the melting point of the meltable explosive, before being cast.
7. Low vulnerability explosive material wherein it is meltable and is in the form of solid grains (23) composed of a mixture associating, firstly, a solid phase comprising at least one low vulnerability solid explosive and, secondly, a meltable phase that comprises at least one meltable explosive, at least one phlegmatizer and at least one emulsifier for the phlegmatizer in the meltable explosive, the solid grains of low vulnerability explosive material having a smaller dimension of 1mm to 4mm and having been made previously during mixing, casting, solidifying and shaping stages, the grains of low vulnerability explosive having dimensions greater than the largest particle size of the enclosed materials in their solid phase.
8. Meltable explosive material according to Claim 7, wherein the grains (23) are in the form of flakes or wafers and thus are substantially flattened in shape, with a thickness less than the dimensions of their flattened shape, the thickness being greater than or equal to 1 mm.
9. Meltable explosive material according to Claim 7, wherein the grains (23) are globally cylindrical or spherical in shape and wherein their smallest dimension is greater than or equal to 1 mm.
10. Meltable explosive material according to one of Claims 7 to 9, wherein the meltable phase of the explosive material essentially comprises trinitrotoluene or 2,4,6-Trinitro-N Methyl Aniline.
11. Meltable explosive material according to Claim 10, wherein the solid phase essentially comprises Oxinitrotriazole, triamino-trinitrobenzene or Nitroguanidine.
12. Meltable explosive material according to Claim 11, wherein it is constituted by a mixture of:
  - 20% to 40% in mass of trinitrotoluene,
  - 25% to 60% in mass of Oxinitrotriazole,
  - 0% to 25% in mass of aluminium powder,
  - 3% to 12% in mass of a phlegmatizer,
  - 0.1% to 1% in mass of an additive to emulsify the meltable explosive and the phlegmatizer.

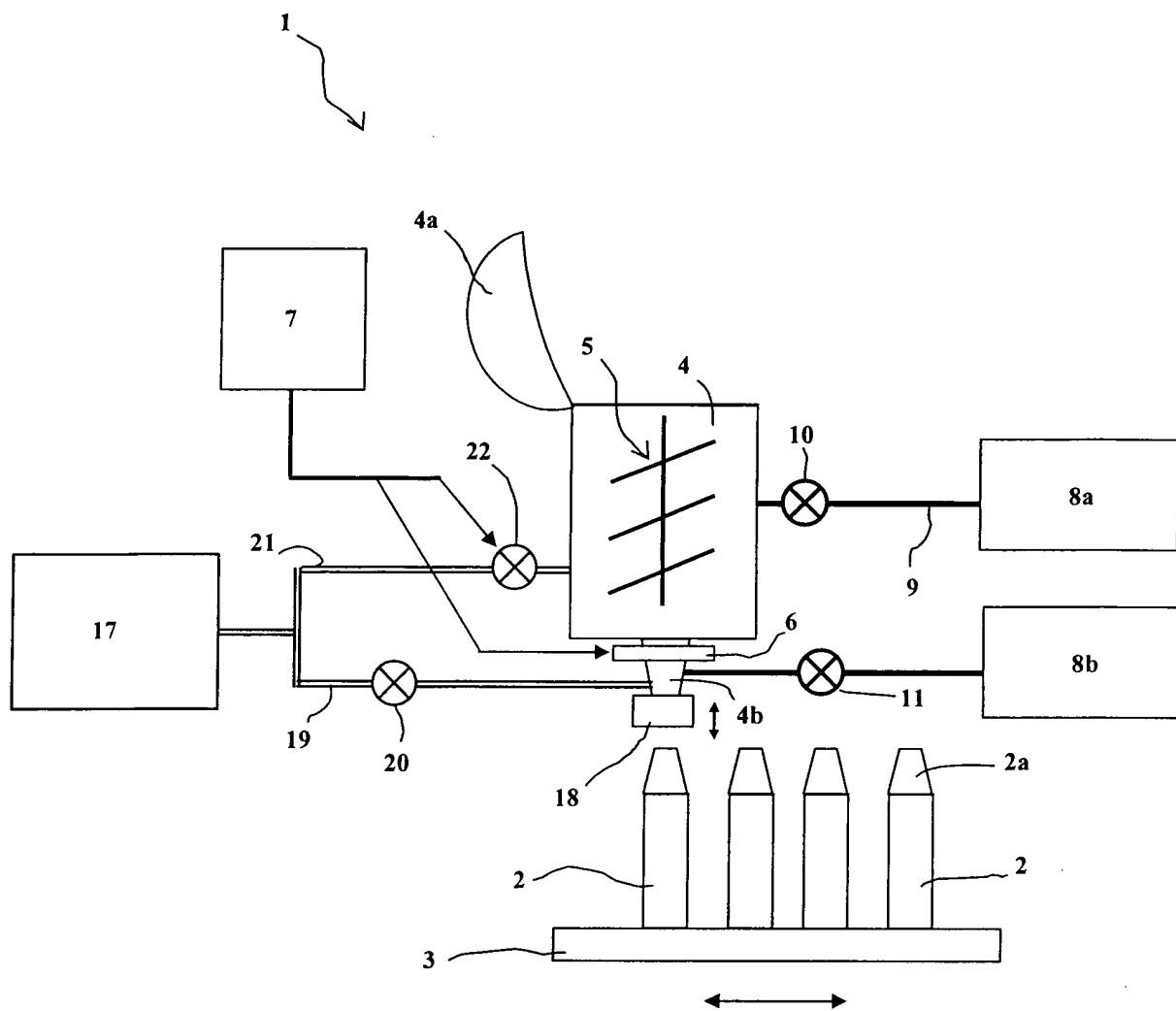


Fig. 1

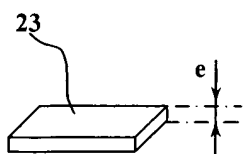


Fig. 2a

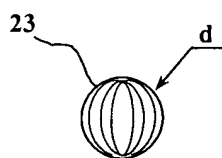


Fig. 2b

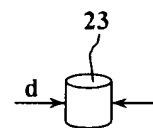
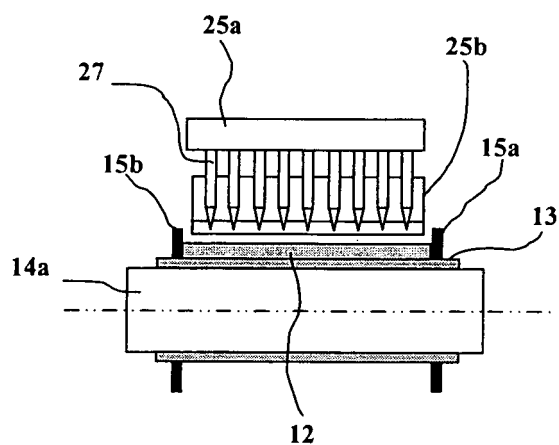
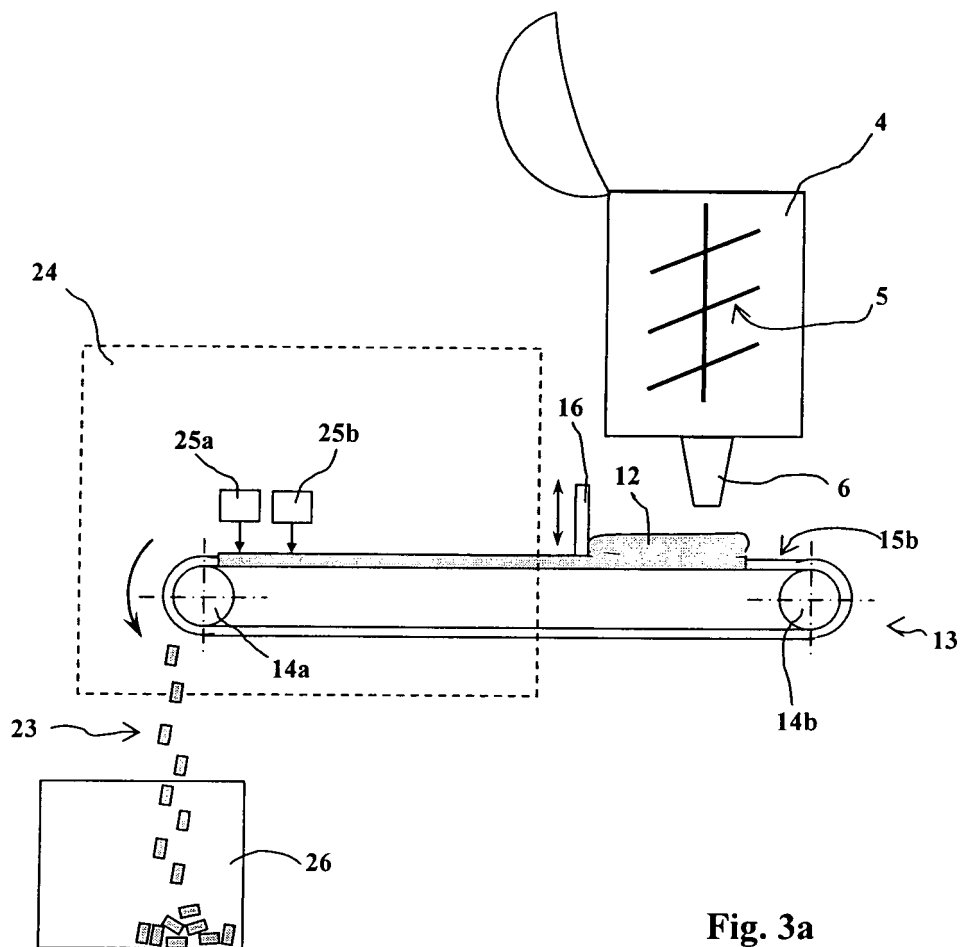


Fig. 2c



Fig. 2d



**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 814069 A [0009] [0058] [0078] [0079] [0110] [0124]
- EP 35376 A [0015]
- US 5431756 A [0018]
- US 4747892 A [0019]
- US 4545829 A [0020]
- WO 9641780 A [0021]
- GB 537579 A [0022]
- FR 2923005 [0047]
- US 2005230019 A [0059]