

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/181246 A1

(43) Date de la publication internationale
3 décembre 2015 (03.12.2015)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
C06B 21/00 (2006.01) F42B 4/26 (2006.01)
C06C 15/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2015/061739
- (22) Date de dépôt international :
27 mai 2015 (27.05.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1454805 27 mai 2014 (27.05.2014) FR
- (71) Déposant : ETIENNE LACROIX TOUS ARTIFICES
S.A. [FR/FR]; 6, boulevard de Joffrey, 31600 Muret (FR).
- (72) Inventeurs : POINTART, Céline; 52 ter avenue de Pamiers, 09270 Mazeres (FR). HAMON, Elodie; 13 route de Grépiac Les Bastides d'Auterive Appt B03, 31190 Auterive (FR). MEDUS, Dominique; 6 Rue Mont Gerbier des Jones, 31240 L'union (FR).
- (74) Mandataire : REGIMBEAU; Regimbeau, 20, rue de Chazelles, 75847 Paris Cedex 17 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INITIATED PYROTECHNIC BLOCKS AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Titre : PAINS PYROTECHNIQUES AMORCES ET PROCEDE DE FABRICATION

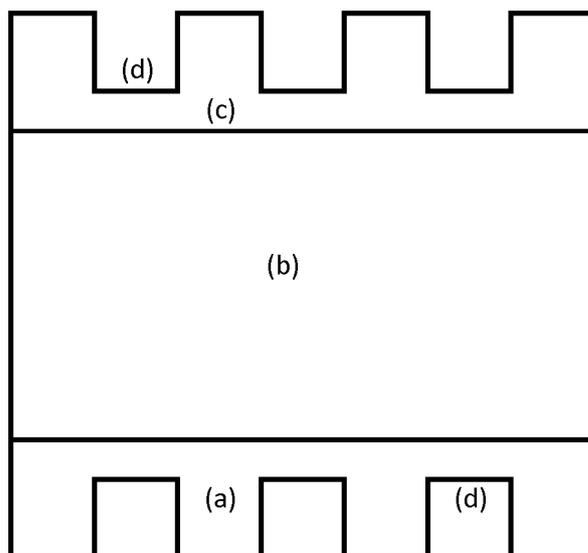


Figure 1

(57) Abstract : The present invention concerns initiated pyrotechnic blocks, the method for producing same and the use thereof. The method for producing said initiated pyrotechnic block in the form of a preferably grooved multilayer block, comprises the following successive steps: 1) successive arrangement, in a shaping tool, of at least: a) one layer (a) of initiating composition, and b) one layer (b) of main composition, 2) shaping, preferably by compression.

(57) Abrégé : La présente invention concerne des pains pyrotechniques amorcés, leur procédé de fabrication et leur utilisation. Le procédé de fabrication dudit pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche de préférence rainuré, comprend les étapes successives suivantes : 1) disposition successive, dans un outillage de mise en forme, d'au moins: a) une couche (a) de composition d'amorçage, et b) une couche (b) de composition principale, 2) mise en forme, de préférence par compression.



WO 2015/181246 A1

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

PAINS PYROTECHNIQUES AMORCES ET PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention concerne des pains pyrotechniques amorcés, leur procédé de fabrication et leur utilisation. Les blocs ou pains pyrotechniques concernés par cette invention comprennent une composition d'amorçage intégrée directement dans lesdits blocs, et sont avantageusement obtenus par compression, par coulée ou par extrusion. Ils sont avantageusement utilisés en tant que leurres infrarouges, typiquement dans le domaine classique et le domaine spectral.

10 ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

Un pain pyrotechnique est un bloc solide, se décomposant éventuellement en plusieurs sous-parties ou couches, dont la composition, la géométrie et le volume peuvent différer, et comprenant au moins une couche d'une composition pyrotechnique.

Les pains pyrotechniques peuvent être caractérisés par une combustion radiale (de l'extérieur vers l'intérieur), ou par une combustion axiale (encore appelée « combustion de type cigarette »). La présente invention vise préférentiellement des pains pyrotechniques présentant une combustion radiale.

De tels pains pyrotechniques sont destinés à des applications civiles ou militaires variées, telles que le leurrage de missiles par émission d'infrarouge.

La combustion d'un pain pyrotechnique de type infra rouge est caractérisée par sa luminance, sa durée et son front de montée (rapidité et intensité à l'allumage). La luminance est directement liée à la nature de la composition pyrotechnique elle-même. La durée de la combustion est non seulement fonction de la nature de la composition, mais également de la géométrie du pain. Enfin, le front de montée est en général assuré par l'utilisation concomitante d'une composition d'amorçage.

L'art antérieur décrit en particulier des pains pyrotechniques dits « amorcés », c'est-à-dire que ces pains pyrotechniques sont façonnés et généralement rainurés de manière à pouvoir recevoir dans leurs rainures libres la composition d'amorçage sous forme pâteuse. On peut citer comme exemple les pains pyrotechniques décrits dans le brevet FR 2 729 749, qui comprennent une composition pyrotechnique sous forme d'un bloc rainuré, dans les rainures duquel a été déposée une composition d'amorçage.

Cependant, le procédé d'amorçage des pains pyrotechniques est en général long et coûteux, notamment en termes :

- d'infrastructure : jusqu'à présent, des loges de travail doivent être spécifiquement dédiées à l'amorçage et équipées d'un mélangeur spécifique pour fabriquer la composition d'amorçage sous forme de pâte.
- de main d'œuvre : après fabrication, la composition d'amorçage est déposée dans les rainures libres du bloc pyrotechnique, généralement manuellement ou automatiquement (pour des exemples de procédés automatiques voir notamment EP 0 665 415, US 6,427,599, EP 0 309 097).
- De logistique : une fois fabriquée, la composition d'amorçage est alors sous forme pâteuse et sous solvant. Elle dispose donc d'une durée de vie limitée, ce qui en limite l'utilisation. Cette durée d'utilisation limitée impose en outre une planification contraignante des différentes étapes de fabrication du pain pyrotechnique amorcé.

De plus, afin d'assurer la cohésion des deux compositions (amorçage et principale), la composition d'amorçage comprend le plus souvent un agent de réticulation thermosensible, thermodurcissable ou thermoplastique.

Par ailleurs, la dépose de la composition d'amorçage sous forme de pâte dans les rainures du bloc pyrotechnique entraîne généralement une cohésion faible entre la pâte d'amorçage et le bloc pyrotechnique, qui influe sur les propriétés physiques et mécaniques du pain pyrotechnique amorcé. Cette faible cohésion entraîne une mauvaise transmission de feux (de combustion) entre les différentes couches, ce qui engendre un profil de combustion et donc d'émission infrarouge non optimal.

L'art antérieur décrit en outre des pains pyrotechniques amorcés ne visant pas des applications de leurrage infrarouge, présentant une combustion axiale. On peut notamment citer US 2001/013384, US 8,465,606, US 3,744,418, US 5,466,314, US 2,868,129, DE 876 822 et US 2013/0036932, qui en outre ne mentionnent pas l'ajout de rainures sur le pain pyrotechnique.

Il existe donc un besoin pour un nouveau procédé de fabrication, de dépose et de mise en forme de pain pyrotechnique amorcé présentant une combustion radiale qui améliore significativement l'adhésion de l'amorçage sur le bloc et la cohésion entre les compositions principale et d'amorçage de manière à améliorer le profil de combustion,

moins coûteux, simplifiant les infrastructures de mise en œuvre. Ce concept permet non seulement de ne plus limiter la durée d'utilisation des compositions d'amorçage, mais également de varier les compositions d'amorçage. Ce concept a l'avantage d'optimiser les performances IR en améliorant la luminescence des blocs, notamment par une
5 meilleure transmission de feux entre l'amorçage et la composition infra rouge du bloc.

RESUME DE L'INVENTION

De manière surprenante, le demandeur a mis au point un procédé de fabrication de pain pyrotechnique amorcé, à combustion typiquement radiale, permettant de surmonter les
10 problèmes de l'art antérieur. En outre, ce nouveau procédé de fabrication permet d'accéder à des pains pyrotechniques amorcés en peu d'opérations, présentant de nombreux avantages en termes de tenue mécanique, d'intégration (par exemple dans le DSMF, Dispositif de Sécurité de Mise à Feu), de diminution de la vulnérabilité notamment aux agressions mécaniques (par exemple classement MURAT), de cohésion
15 entre le bloc et l'amorçage, de performances, de gain de temps, tout en diminuant de manière significative les coûts de fabrication et de dépose.

La présente invention concerne ainsi un procédé de fabrication d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche de préférence rainuré, ledit procédé comprenant les étapes successives suivantes :

- 20 1) disposition successive, dans un outillage de mise en forme, d'au moins:
- a) une couche (a) de composition d'amorçage, et
 - b) une couche (b) de composition principale,
- 2) mise en forme, de préférence par compression.

Ainsi, le procédé selon l'invention est simplifié par rapport aux procédés de l'art antérieur,
25 puisque la composition d'amorçage est mise en forme en même temps que la composition principale.

La présente invention concerne également une texture particulière de la composition d'amorçage, permettant l'obtention d'un bloc IR amorcé en une seule opération de compression, tout en conservant sa géométrie et ces dimensions. La composition
30 d'amorçage n'est plus sous forme de pâte, mais sous la même forme que la composition principale pyrotechnique, permettant de s'affranchir des problèmes de ségrégations ou de densité.

La présente invention concerne également un pain pyrotechnique, comprenant au moins :

a) une couche (a) de composition d'amorçage,

b) une couche (b) de composition principale,

susceptible d'être obtenu selon le procédé selon l'invention.

- 5 La présente invention concerne également un dispositif pyrotechnique comprenant un pain pyrotechnique selon l'invention.

La présente invention concerne également l'utilisation d'un pain pyrotechnique ou d'un dispositif selon l'invention en tant que leurre infrarouge.

10 **DEFINITIONS**

Selon la présente invention, on entend au sens de « pain ou bloc pyrotechnique » un bloc solide, se décomposant éventuellement en plusieurs sous-parties ou couches, dont la composition, la géométrie et le volume peuvent différer. Un pain pyrotechnique comprend au moins une composition principale. De préférence, le pain pyrotechnique
15 selon l'invention vise des applications civiles ou militaires, telles que le leurrage de missile par émission d'infrarouge, en particulier dans le domaine classique et spectral.

Au sens de la présente invention, une « composition principale » comprend un mélange d'au moins un oxydant et au moins un réducteur, dont la combustion génère des espèces chimiques rayonnant dans l'infrarouge. Ainsi, les compositions principales produisent
20 du fait de la combustion une forte émission dans l'infrarouge, selon un profil spécifique, et éventuellement des gaz et/ou des fumées, ou une combinaison de ceux-ci. Dans la présente invention, on emploiera comme synonyme de « composition principale » le terme de « composition infrarouge ».

Les compositions principales peuvent être soit de type « classique », soit de type
25 « spectral ».

Les compositions principales classiques se définissent comme des compositions avec des réducteurs forts (magnésium par exemple) ayant une forte température de combustion avec une émission IR du type corps noir.

Par composition principale spectrale, on entend au sens de la présente invention des
30 compositions présentant un rayonnement Infra-Rouge spécifique dans des bandes IR particulières (bande I et bande II) avec un ratio Bande II/Bande I supérieur aux compositions dites classiques.

Selon la présente invention, on entend au sens de « composition d'amorçage » ou de « composition d'allumage » une composition permettant d'initier le bloc pyrotechnique principal, sur une surface définie, en un temps défini.

Par « pain (ou bloc) pyrotechnique amorcé », on entend au sens de la présente invention un pain (ou bloc) pyrotechnique comprenant au moins une couche de composition principale et une couche de composition d'amorçage. De préférence, le pain multicouche amorcé est sous forme d'un bloc multicouche.

Dans la présente invention, on entend par « combustion radiale » une combustion qui a lieu de l'extérieur du matériau se consumant vers le centre du pain pyrotechnique (de l'extérieur vers l'intérieur, voir figure 5a). Ainsi, s'agissant d'un pain pyrotechnique cylindrique, une combustion radiale a lieu selon un rayon du cylindre, de l'extérieur vers l'intérieur. Par analogie, dans le cas d'un pain parallélépipédique, une combustion radiale s'entend également d'une combustion qui a lieu de l'extérieur du parallélépipède vers son centre, selon la direction transverse par exemple. La combustion radiale s'oppose à une combustion axiale, qui, elle, a lieu d'une couche extérieure vers une couche extérieure opposée du matériau selon un axe de celui-ci (voir figure 5b). Ainsi, dans le cas d'un cylindre, une combustion axiale a lieu d'une base circulaire vers l'autre base circulaire par exemple.

Par « composition sous forme de grains secs », on entend au sens de la présente invention que la composition (principale ou d'amorçage) se présente sous forme d'un solide granulaire (éventuellement poudre) de granulométrie déterminée, la composition comprenant au plus 5 % en poids, par exemple entre 3 et 4% en poids, de solvant par rapport au poids total de la composition. Par « solvant, on entend tout solvant organique et/ou aqueux compatible avec la composition (principale ou d'amorçage), c'est-à-dire notamment tout solvant organique et/ou aqueux inerte vis-à-vis de la composition et permettant d'obtenir des grains encore légèrement humides.

DESCRIPTION DETAILLEE

Procédé

La présente invention concerne ainsi un procédé de fabrication d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche, ledit procédé comprenant les étapes successives suivantes :

1) disposition successive, dans un outillage de mise en forme, d'au moins:

a) une couche (a) de composition d'amorçage, et

b) une couche (b) de composition principale,

2) mise en forme.

5 De préférence, le pain pyrotechnique amorcé obtenu selon ce procédé présente une combustion radiale.

Avantageusement, la couche principale est la couche majoritaire du pain, c'est-à-dire qu'elle représente la plus grande proportion en poids du pain pyrotechnique amorcé. En particulier la couche de composition principale représente entre 60 et 95 % en poids,
10 notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids du pain pyrotechnique amorcé total.

Mise en forme

Au sens de la présente invention, on entend par « mise en forme » une opération visant à fixer la forme finale du pain pyrotechnique. De préférence, la mise en forme est mise en
15 œuvre par compression, par coulée ou par extrusion, de manière encore plus préférée par compression.

De manière particulièrement avantageuse, le procédé selon la présente invention comprend peu d'opérations par rapport aux procédés de l'art antérieur. Le procédé selon la présente invention comprend ainsi essentiellement une première étape de disposition des
20 compositions principale et d'amorçage typiquement sous forme de grains, puis une étape de mise en forme, typiquement par compression, afin d'obtenir un pain pyrotechnique amorcé. Avantageusement, le procédé selon l'invention comprend une unique étape de mise en forme, l'étape (2). Le procédé selon l'invention permet en effet d'obtenir des pains amorcés directement à l'issue de l'étape (2) de mise en forme. Il ne nécessite donc
25 généralement pas d'étape d'amorçage ou de mise en forme supplémentaire. Le pain amorcé obtenu directement à l'issue de l'étape (2) de mise en forme peut ainsi être utilisé tel quel dans un dispositif pyrotechnique la composition d'amorçage étant déjà déposé sur la composition principale infra rouge dans le pain (par compression unique).

La mise en forme est mise en œuvre dans un outillage de compression capable de recevoir
30 les quantités appropriées de composition d'amorçage et de composition principale, et pouvant supporter une forte pression. On notera que l'outillage utilisé n'est pas spécifique

du procédé, mais est identique à ce qui est classiquement utilisé dans la technique. A titre d'exemple d'outillage, on peut citer : un moule de compression disposant d'un corps principal ayant un volume capable de recevoir les compositions, d'un piston de compression équipé de poinçons adaptés (notamment rainurés) et d'un piston de
5 démoulage ; le tout étant capable de résister à de fortes pressions.

Lorsque la mise en forme est effectuée par compression, le procédé selon l'invention comprend avantageusement une étape 3) de démoulage du pain pyrotechnique.

Avantageusement, la composition d'amorçage, et la composition principale sont sous forme de poudre solide ou de grains secs, disposant d'une granulométrie calibrée
10 préférentiellement comprise entre 0,5 et 5 mm, encore plus préférentiellement entre 0,5 mm et 2 mm, encore plus préférentiellement entre 0,8 et 1,2 mm. Avantageusement, la compression est uniaxiale. Celle-ci a lieu typiquement sous une pression comprise entre 5KPa et 50 KPa (5 tonnes et 50 tonnes) selon la ou les compositions employée(s). La compression est avantageusement mise en œuvre à température ambiante ou à chaud entre
15 30°C et 120°C, de préférence entre 30°C et 80°C.

Lorsque la mise en forme est effectuée par coulée, le procédé selon l'invention comprend avantageusement une étape 3') de séchage du pain pyrotechnique. Le séchage est préférentiellement mis en œuvre en étuve. En outre, les compositions d'amorçage et principale présentent une texture et une viscosité compatibles avec une étape de coulée.

20 *Rainurage*

De préférence, le pain pyrotechnique obtenu est rainuré typiquement dans le sens longitudinal. La présence de rainures permet de mieux faire circuler les gaz chauds et ainsi de conférer un régime de combustion plus performant à la composition d'amorçage, avec un allumage homogène et rapide de toutes les surfaces amorcées. En effet, les rainures
25 permettent d'augmenter la surface de contact entre l'air chaud et le pain rainuré, ce qui garantit une meilleure homogénéité de la combustion radiale.

Le rainurage est particulièrement avantageux lorsqu'une combustion radiale est recherchée.

Le rainurage est obtenu grâce à l'étape de mise en forme par l'utilisation d'un outillage équipé de poinçons présentant une forme adaptée (notamment rainurage). Ainsi, dans un
30 outillage de compression, le compartiment dans lequel sont versées les compositions

d'amorçage et principale est tel que la forme obtenue après compression correspond à celle d'un bloc rainuré.

Avantageusement, dans un outillage d'extrusion, la section de la filière présente un profil rainuré. Pour un procédé par coulée, les compositions sont avantageusement coulées dans
5 des moules disposant d'empreintes rainurées.

Le procédé selon l'invention ne nécessitant pas d'étape de mise en forme autre que l'étape (2), la géométrie du pain à l'issue de cette étape (2), notamment en ce qui concerne le nombre et la géométrie des rainures, correspond généralement à celle du produit fini (pain pyrotechnique directement utilisable dans un dispositif pyrotechnique).

10 Ainsi, le procédé selon l'invention permet d'obtenir des pains pyrotechniques avec des rainures « libres » de toute composition, la composition d'amorçage étant déjà intégrée dans le pain (voir figures 1 à 4).

L'homme du métier adaptera le nombre et la géométrie des rainures à la vitesse et au profil de combustion souhaité, en tenant notamment compte du fait que la combustion aura
15 typiquement lieu dans des conditions dynamiques, i.e. le pain pyrotechnique amorcé sera en mouvement lors de la combustion.

Géométrie du pain pyrotechnique amorcé

Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique est mis en forme de façon à obtenir un bloc multicouche parallélépipédique ou cylindrique, préférentiellement rainuré,
20 typiquement dans le sens longitudinal. Avantageusement, la couche rainurée comprend ou est constituée de la composition d'amorçage. Un exemple de pain pyrotechnique parallélépipédique rainuré est donné sur les figures 1 et 2. Un exemple de pain pyrotechnique cylindrique rainuré est donné sur les figures 3 et 4.

Pain pyrotechnique amorcé bi- et tri-couche

25 Le bloc multicouche selon l'invention comprend au minimum deux couches, la couche de composition d'amorçage et la couche de composition principale.

Dans un mode de réalisation préféré, le bloc obtenu est tricouche. Dans ce mode de réalisation, le pain pyrotechnique comprend de préférence une couche centrale d'une composition principale, « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés (deux
30 faces opposées dans le cas d'un parallélépipède, ou deux couches radialement opposées

dans le cas d'un cylindre) ou de part et d'autre par une couche de composition d'amorçage. Le procédé selon l'invention comprend alors les étapes successives suivantes :

1) disposition successive dans cet ordre, dans un outillage de mise en forme, de:

- a) une première couche (a) de composition d'amorçage,
- 5 b) une couche (b) de composition principale,
- c) une deuxième couche (c) de composition d'amorçage ;

2) mise en forme.

En d'autres termes, dans ce mode de réalisation, l'étape 1) comprend en outre la disposition d'une couche (c) de composition d'amorçage, de telle manière que la couche
10 (b) de composition principale est revêtue sur deux côtés d'une composition d'amorçage (a) et (c).

Selon une variante de ce mode de réalisation, les compositions d'amorçage sont identiques dans les couches (a) et (c). Typiquement, les couches (a) et (c) contiennent la même quantité en poids de composition d'amorçage.

15 De préférence, le pain pyrotechnique tricouche obtenu présente des rainures sur au moins deux faces opposées, de préférence sur les faces de composition d'amorçage.

Double amorçage

Comme indiqué plus haut, le procédé selon l'invention permet d'obtenir des pains amorcés directement à l'issue de l'étape (2) de mise en forme. Il ne nécessite donc pas d'étape
20 d'amorçage supplémentaire dans le cas général. Le pain amorcé obtenu directement à l'issue de l'étape (2) de mise en forme peut ainsi être utilisé tel quel dans un dispositif pyrotechnique.

En particulier, dans le cas des pains pyrotechnique rainurés, le procédé selon l'invention permet d'obtenir des pains pyrotechniques avec des rainures « libres » de toute
25 composition, la composition d'amorçage étant déjà intégrée dans le pain (voir figures 1 à 4).

Selon une variante, le procédé selon l'invention permet ainsi de fabriquer des pains pyrotechniques « doublement amorcés ». En effet, dans un mode de réalisation de l'invention, le procédé comprend une étape supplémentaire de dépose d'une composition

d'amorçage (a') supplémentaire, de préférence sous forme de pâte, dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé et rainuré selon l'invention. La composition d'amorçage supplémentaire (a') est identique ou différente de la (ou des) compositions d'amorçage utilisée(s) dans la (ou les) couche(s) d'amorçage. La composition d'amorçage supplémentaire (a') est par exemple déposée manuellement dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé et rainuré selon l'invention. Le pain pyrotechnique doublement amorcé présente ainsi l'avantage de fournir une énergie plus grande à l'initiation du bloc (forte puissance à l'allumage) et donc d'obtenir un front de montée plus performant.

Ce mode de réalisation particulier (double amorçage) combine ainsi les avantages des procédés précédemment utilisés et du procédé selon l'invention, ce dernier permettant d'obtenir un pain pyrotechnique amorcé avec des rainures libres, ce qui n'était pas le cas de certains procédés de l'art antérieur, que l'on vient remplir de composition d'amorçage qui elle est sous forme de pâte visqueuse, sur la première couche d'amorçage obtenue par compression – d'où l'appellation « double amorçage ».

On notera que les procédés de l'art antérieur avec dépose manuelle de la couche d'amorçage dans les rainures du pain pyrotechnique, constitué uniquement de composition principale, ne permettaient pas d'obtenir des pains « doublement amorcés ».

Mode de réalisation avantageux

Selon une variante préférée de l'invention, celle-ci concerne un procédé de fabrication d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche rainuré typiquement dans le sens longitudinal, ledit procédé comprenant les étapes successives suivantes :

1) disposition successive, dans un outillage de mise en forme, d'au moins:

a) une couche (a) de composition d'amorçage, et

b) une couche (b) de composition principale, typiquement classique ou

spectrale,

2) mise en forme par compression, notamment à l'aide de poinçons rainurés.

L'homme du métier adaptera le nombre et la géométrie des rainures à la vitesse et au profil de combustion souhaité, en tenant notamment compte du fait que la combustion aura typiquement lieu dans des conditions dynamiques, i.e. le pain pyrotechnique amorcé sera en mouvement lors de la combustion.

Le pain pyrotechnique amorcé obtenu selon cette variante conserve avantageusement une combustion radiale.

Avantageusement, la couche principale est la couche majoritaire du pain, c'est-à-dire qu'elle représente la plus grande proportion en poids du pain pyrotechnique amorcé. En particulier la couche de composition principale représente entre 60 et 95 % en poids, 5 notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids du pain pyrotechnique amorcé total.

La mise en forme est mise en œuvre dans un outillage de compression capable de recevoir les quantités appropriées de composition d'amorçage et de composition principale, et 10 pouvant supporter une forte pression. A titre d'exemple d'outillage, on peut citer : un moule de compression disposant d'un corps principal ayant un volume capable de recevoir les compositions, d'un piston de compression équipé de poinçons adaptés (typiquement des poinçons rainurés) et d'un piston de démoulage; le tout étant capable de résister à de fortes pressions.

15 Dans ce mode de réalisation préféré, le procédé comprend avantageusement une unique étape de mise en forme par compression.

Dans ce mode de réalisation préféré, le procédé comprend avantageusement une étape 3) de démoulage du pain pyrotechnique.

Avantageusement, la composition principale et la composition d'amorçage sont sous 20 forme de poudre solide ou de grains secs, disposant d'une granulométrie calibrée préférentiellement comprise entre 0,5 et 5 mm, encore plus préférentiellement entre 0,5 mm et 2 mm, encore plus préférentiellement entre 0,8 et 1,2 mm. Avantageusement, la compression est uniaxiale. Celle-ci a lieu typiquement sous une pression comprise entre 5KPa et 50 KPa (5 tonnes et 50 tonnes) selon la ou les compositions employée(s). La 25 compression est avantageusement mise en œuvre à température ambiante ou à chaud entre 30°C et 120°C, de préférence entre 30°C et 80°C.

Dans ce mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut être mis en forme de façon à obtenir un bloc multicouche parallélépipédique, ou cylindrique.

Le procédé peut également comprendre une étape supplémentaire de dépose d'une 30 composition d'amorçage (a') supplémentaire, de préférence sous forme de pâte, dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé selon ce mode de réalisation préféré. La

composition d'amorçage supplémentaire (a') est identique ou différente de la (ou des) compositions d'amorçage utilisée(s) dans la (ou les) couche(s) d'amorçage. La composition d'amorçage supplémentaire (a') est par exemple déposée manuellement dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé.

- 5 De préférence, le bloc obtenu est tricouche. Selon cette variante, le pain pyrotechnique comprend de préférence une couche centrale d'une composition principale, « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés (deux faces opposées dans le cas d'un parallélépipède, ou deux couches radialement opposées dans le cas d'un cylindre) ou de part et d'autre d'une couche de composition d'amorçage. Le procédé comprend alors les
- 10 étapes successives suivantes :

1) disposition successive dans cet ordre, dans un outillage de mise en forme, de:

- a) une première couche (a) de composition d'amorçage,
- b) une couche (b) de composition principale,
- c) une deuxième couche (c) de composition d'amorçage ;

- 15 2) mise en forme par compression, notamment à l'aide de poinçons rainurés.

Les compositions d'amorçage dans les couches (a) et (c) peuvent être identiques ou différentes. Typiquement, les couches (a) et (c) contiennent la même quantité en poids de composition d'amorçage.

- De préférence, le pain pyrotechnique tricouche obtenu présente des rainures sur au moins
- 20 deux faces opposées, de préférence sur les faces de composition d'amorçage.

Avantages du procédé selon l'invention

- Ainsi, le procédé selon l'invention permet de réduire notablement le coût et le temps de production des pains pyrotechniques amorcés, en réduisant notamment le nombre d'opérations effectuées dans le procédé de production. En particulier, une seule étape de
- 25 compression est suffisante pour obtenir un pain pyrotechnique amorcé, directement utilisable dans un dispositif pyrotechnique.

En outre, une seule étape de compression est suffisante pour obtenir la cohésion de l'ensemble des couches du pain pyrotechnique.

En outre, le procédé selon l'invention permet de diminuer la quantité de solvants utilisés, puisqu'il n'est plus nécessaire de travailler avec un mélange à viscosité contrôlée (mélange sous forme de pâte par exemple). Par ailleurs, le procédé selon l'invention permet de diminuer, voire de supprimer, certaines étapes telles que le séchage, notamment dans le cas
5 d'une mise en forme par compression, lorsque les compositions sont thermoplastiques (leurre classique).

Le procédé selon l'invention permet également de fabriquer des pains pyrotechniques de structure inédite, et d'améliorer la cohésion entre les couches de composition d'amorçage et de composition principale. L'interface entre les couches d'amorçage et principales étant
10 liée de manière plus intime, la combustion (généralement radiale) est plus régulière et on observe une diminution voire une suppression des régimes transitoires de combustion.

La présente invention vise également un procédé tel que décrit précédemment, comprenant en outre une étape de réticulation par chauffage, lorsque les compositions d'amorçage ou principale sont thermodurcissables (leurre spectral). Dans ce cas, le procédé selon
15 l'invention permet lors de la réticulation de créer des liaisons chimiques entre le bloc et l'amorçage, à condition d'avoir le même type de liant (de type résine) entre le bloc et l'amorçage, augmentant par conséquent la tenue mécanique et la transmission de feu entre le bloc et l'amorçage.

20 **Pain pyrotechnique amorcé**

L'invention se propose également de fournir des pains pyrotechniques amorcés, sous forme d'un bloc multicouche de préférence rainuré, susceptibles d'être obtenus par le procédé selon l'invention, comprenant au moins une couche de composition d'amorçage et une couche de composition principale. Les blocs pyrotechniques amorcés selon l'invention
25 possèdent un agencement particulier. En effet, l'étape d'amorçage des pains n'est plus réalisée après l'étape de mise en forme et d'étuvage, mais bien lors de l'étape de mise en forme, préférentiellement lors de l'étape de compression. La composition du bloc pyrotechnique est prise en « sandwich » entre la composition d'amorçage qui se trouve typiquement sous forme de grains secs dans l'outillage de compression.

30 Le pain pyrotechnique amorcé présente avantageusement une combustion radiale.

Avantageusement, la couche principale est la couche majoritaire du pain, c'est-à-dire qu'elle représente la plus grande proportion en poids du pain pyrotechnique amorcé. En particulier la couche de composition principale représente entre 60 et 95 % en poids, notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids du pain pyrotechnique amorcé total.

Composition principale classique

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la composition principale du pain ou bloc constitue un leurre classique.

Dans ce cas, une telle composition est de préférence destinée à émettre dans l'infrarouge.

Avantageusement, une telle composition principale comprend un mélange MTV : (Magnésium, Teflon, Viton), comprenant typiquement :

- entre 30 et 60% d'un réducteur, de préférence du magnésium, du zirconium, du bore ou leurs mélanges, et

- entre 30 et 40% d'un mélange d'au moins deux polymères fluorés, le premier polymère fluoré étant choisi parmi le polytétrafluoroéthylène, et le second polymère fluoré étant un fluoroélastomère avantageusement choisi parmi les copolymères de fluorure de vinylidène, hexafluoropropylène, perfluorométhylvinyléther et/ou tétrafluoroéthylène ou encore le PMF (polymonofluoride) .

- optionnellement, entre 2 et 20% de polymères carbonés ou leurs co-polymères tels que le polypropylène, la polybutadiène, le polycarbonate, le polyéthylène ou le polystyrène.

Typiquement, la composition d'amorçage utilisée en combinaison avec une composition principale classique est thermoplastique. De préférence, elle comprend un mélange MTV : (Magnésium, Teflon, Viton), comprenant typiquement :

- entre 30 et 50% d'un réducteur, de préférence du magnésium, du zirconium, du bore ou leurs mélanges, et

- entre 30 et 40% d'un mélange d'au moins deux polymères fluorés, le premier polymère fluoré étant choisi parmi le polytétrafluoroéthylène, et le second polymère fluoré étant un fluoroélastomère avantageusement choisi parmi les copolymères de fluorure de vinylidène, hexafluoropropylène, perfluorométhylvinyléther et/ou tétrafluoroéthylène ou encore le PMF (polymonofluoride),

- optionnellement, entre 2 et 8% de polymères carbonés ou leurs co-polymères tels que le polypropylène, le polycarbonate, le polyéthylène ou le polystyrène.

Dans ce cas, le bloc ainsi amorcé lors de la compression, peut être directement intégré dans le DSMF (Dispositif de Sécurité et de Mise à Feu).

5 *Composition principale spectrale*

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, la composition principale du pain ou bloc constitue un leurre spectral.

Dans ce cas, une telle composition est destinée à émettre dans le domaine infrarouge.

Avantageusement, une telle composition principale, est un mélange comprenant :

- 10 - entre 5 et 15% d'une résine choisie parmi une résine polyester, époxy, polybutadiène ou ses co-polymères ;
- entre 1 et 4% d'un agent réticulant à fonction isocyanate tel que :IPDI (Isophoron de diisocyanate),
- entre 20 et 30% d'oxydant tel que le perchlorate d'ammonium, le nitrate
15 d'ammonium, le nitrate de potassium, le chlorate de potassium ou le perchlorate de potassium,
- entre 2 et 5% de molécules énergétiques telles que RDX (1,3,5-Trinitroperhydro-1,3,5-triazine), HMX (cyclotétraméthylène-tétranitramine), et
- entre 10 et 30%, de réducteur tel que l'aluminium, le zirconium, ou leurs
20 mélanges.

Typiquement, la composition d'amorçage utilisée en combinaison avec une composition principale spectrale est une résine thermodurcissable. De préférence, elle est constituée d'un mélange comprenant :

- 25 - entre 5 et 15% d'une résine choisie parmi une résine polyester, époxy, polybutadiène ou ses co-polymères ;
- entre 1 et 4% d'un agent réticulant à fonction isocyanate tel que :IPDI (Isophoron de diisocyanate),
- entre 20 et 30% d'oxydant tel que le perchlorate d'ammonium, le nitrate
d'ammonium, le nitrate de potassium, le chlorate de potassium ou le perchlorate de
30 potassium,
- entre 2 et 5% de molécules énergétiques telles que RDX (1,3,5-Trinitroperhydro-1,3,5-triazine), HMX (cyclotétraméthylène-tétranitramine), et

- entre 10 et 30%, de réducteur tel que l'aluminium, le zirconium, ou leurs mélanges.

Dans ce cas, le pain ou bloc spectral amorcé est disposé à l'étuve après compression, pour créer des liaisons chimiques entre le bloc et l'amorçage. La conséquence est une nette
5 amélioration de la cohésion entre composition d'amorçage et composition principale, qui améliore encore le profil d'émission infrarouge lors de combustion (et de performances globales de leurrage), notamment en supprimant les régimes transitoires lors du passage de la combustion de la couche d'amorçage à la couche principale.

Rainures

10 De préférence, le pain pyrotechnique amorcé selon l'invention est rainuré, tel que décrit ci-dessus.

Double amorçage

Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique est « doublement amorcé ». Dans ce mode de réalisation, il comprend une composition d'amorçage supplémentaire (a')
15 dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé et rainuré selon l'invention. La composition d'amorçage supplémentaire (a') est identique ou différente de la (ou des) compositions d'amorçage utilisée(s) dans la (ou les) couche(s) d'amorçage.

Pain tricouche

Dans un mode de réalisation préféré, le pain obtenu est tricouche. Dans ce mode de
20 réalisation, le pain pyrotechnique comprend de préférence une couche centrale d'une composition principale (b), « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés (deux faces opposées dans le cas d'un parallélépipède, ou deux couches radialement opposées dans le cas d'un cylindre) ou de part et d'autre d'une couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c). Avantagusement, la composition d'amorçage est identique dans les
25 couches (a) et (c). Typiquement, les couches (a) et (c) contiennent la même quantité en poids de composition d'amorçage.

De préférence, le pain pyrotechnique tricouche obtenu présente des rainures sur au moins deux faces opposées, de préférence sur les faces de composition d'amorçage.

Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut également être constitué de plusieurs compositions principales différentes prises en sandwich avec la composition d'amorçage.

On entend au sens de la présente invention qu'une composition principale est la
5 composition principale du pain. Cette composition fournira l'effet demandé lors de la combustion. La composition principale est la composition majoritaire du pain pyrotechnique. La composition d'amorçage est la composition d'initiation de cette composition principale.

Modes de réalisation particuliers

10 Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut être partiellement pris en sandwich entre la composition d'amorçage et la ou les compositions principale(s) du pain. Une partie du bloc peut ainsi être amorcée.

Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut être partiellement rainuré (la rainure permet de faire circuler avantageusement les gaz d'allumage lors de
15 l'initiation du pain) et amorcé. Une partie du bloc peut ainsi être prise en « sandwich » entre la composition d'amorçage et la composition principale du pain.

Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut être amorcé et non rainuré. Tout le bloc est amorcé où la composition principale est prise en « sandwich » par la composition d'amorçage sur toute la longueur.

20 Dans un mode de réalisation particulier, le pain pyrotechnique peut être entièrement amorcé avec plusieurs compositions d'amorçage et rainuré. En effet, la composition principale est prise en sandwich avec une ou plusieurs compositions d'amorçage. Dans ce mode de réalisation, la première composition d'amorçage peut être mise en forme en même temps que la composition principale et les autres compositions d'amorçages mises
25 en forme dans un deuxième temps. Ainsi, il est possible de disposer une composition d'amorçage A1 sur une partie préférentielle du bloc, puis de disposer une composition d'amorçage A2 sur le reste du bloc. Ainsi, plusieurs formulations différentes peuvent être utilisées, sur tout ou partie du bloc en fonction de la demande en performance.

Mode de réalisation préféré

Selon une variante préférée, l'invention concerne un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche rainuré comprenant au moins une couche de composition d'amorçage et une couche de composition principale, susceptible d'être obtenus par le procédé selon l'invention, dans lequel l'étape de mise en forme est réalisée par compression.

De préférence, le pain pyrotechnique amorcé est de type « sandwich », c'est-à-dire qu'il comprend trois couches : une couche de composition principale typiquement classique ou spectrale, « prise en sandwich » ou entre deux couches de composition d'amorçage.

La composition du bloc pyrotechnique est prise en « sandwich » entre les deux couches de composition d'amorçage qui se trouve typiquement sous forme de grains secs dans l'outillage de compression.

Avantageusement, la couche principale est la couche majoritaire du pain, c'est-à-dire qu'elle représente la plus grande proportion en poids du pain pyrotechnique amorcé. En particulier la couche de composition principale représente entre 60 et 95 % en poids, notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids du pain pyrotechnique amorcé total.

Avantages des pains pyrotechniques amorcés selon l'invention

Les pains pyrotechniques amorcés selon l'invention présentent plusieurs avantages par rapport aux pains amorcés de l'art antérieur :

- 20 -amélioration de la transmission de feu entre le bloc et l'amorçage, résultant notamment en une suppression des régimes transitoires de combustion,
- propriétés physiques de l'amorçage nettement améliorées,
- amélioration des tenues mécaniques aux agressions extérieures du pain pyrotechnique.
- 25 -amélioration du rendement thermique de la combustion,
- augmentation de la durée de vie des compositions d'amorçage avant mise en forme,
- diminution des phases de fabrication de la composition d'amorçage.

En particulier, les pains pyrotechniques selon l'invention présentent une excellente tenue aux vibrations, notamment par rapport aux pains pyrotechniques fabriqués selon les

procédés de l'art antérieur, en particulier les procédés comprenant une dépose manuelle ou automatique de la composition d'amorçage.

Dispositifs et Utilisations

5 La présente invention concerne également un dispositif pyrotechnique comprenant un pain pyrotechnique selon l'invention.

De préférence, le pain amorcé selon l'invention est inséré dans un dispositif pyrotechnique. Ce dispositif pyrotechnique est avantageusement une cartouche, dans laquelle est typiquement ajouté un système d'initiation. Dans un mode de réalisation de l'invention, la

10 cartouche est montée dans un chargeur, pour être utilisée depuis un avion.

La présente invention concerne également une utilisation du pain pyrotechnique selon l'invention ou du dispositif selon l'invention en tant que leurre infrarouge.

DESCRIPTION DES FIGURES

15 Figure 1 : Schéma d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc tricouche parallélépipédique comprenant une couche centrale d'une composition principale (b), « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés d'une couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c). Le pain est rainuré sur les faces de couche de composition d'amorçage, et les rainures (d) sont longitudinales.

20 Figure 2 : Photographie d'un pain pyrotechnique amorcé au sortir de la ligne de production sous forme d'un bloc tricouche comprenant une couche centrale d'une composition principale (b), « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés d'une couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c), obtenu conformément à l'exemple 1, sous forme parallélépipédique.

25 Figure 3 : Schéma d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc tricouche cylindrique comprenant une couche centrale d'une composition principale (b), « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés d'une couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c). Le pain est rainuré sur les faces de couche de composition d'amorçage, et les rainures (d) sont longitudinales.

30 Figure 4 : Photographie d'un pain pyrotechnique amorcé au sortir de la ligne de production sous forme d'un bloc tricouche comprenant une couche centrale d'une composition principale (b), « prise en sandwich » ou revêtue sur deux côtés opposés d'une

couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c), obtenu conformément à l'exemple 1, sous forme cylindrique.

Figure 5 : schéma représentant un profil de combustion radiale (a) ou axiale (b). Les flèches indiquent le sens de la combustion.

- 5 Figure 6 : Mesure radiométrique des leurres infrarouge de type spectraux en configuration dynamique. Courbe en traits pleins : pain tricouche de type sandwich selon l'invention. Courbe en pointillés : Pain réalisé selon l'art antérieur. On observe une amélioration significative des performances en début de combustion, avec une excellente transition de feu entre le bloc et l'amorçage. L'axe des abscisses représente le temps. L'axe des ordonnées représente luminance (en Watt par stéradian).

- 10 Figure 7 : Mesure radiométrique des leurres infrarouge de type classique en configuration statique. Courbe en traits pleins : pain tricouche de type sandwich selon l'invention. Courbe en pointillés : Pain réalisé selon l'art antérieur. On observe une amélioration significative des performances en début de combustion, avec une
15 excellente transition de feu entre le bloc et l'amorçage. L'axe des abscisses représente le temps. L'axe des ordonnées représente luminance (en Watt par stéradian).

EXEMPLES

Exemple 1 : Leurre IR Spectral

- 20 Fabrication au mélangeur planétaire, sous solvant, le même jour, des compositions du bloc puis de l'amorçage. Les compositions sont granulées afin d'obtenir une taille de grain calibrée d'environ 1.2 mm. Puis les grains obtenus sont séchés à 50°C pendant 2h, afin d'évaporer le solvant. On obtient donc les compositions sous forme de grains secs non réticulés.
- 25 La composition d'amorçage est un mélange comprenant :
- entre 5 et 15% d'une résine choisie parmi une résine polyester, époxy, polybutadiène ou ses co-polymères ;
 - entre 1 et 4% d'un agent réticulant à fonction isocyanate tel que :IPDI (Isophoron de diisocyanate),
 - 30 - entre 20 et 30% d'oxydant tel que le perchlorate d'ammonium, le nitrate d'ammonium, le nitrate de potassium, le chlorate de potassium ou le perchlorate de potassium,

- entre 2 et 5% de molécules énergétiques telles que RDX (1,3,5-Trinitroperhydro-1,3,5-triazine), HMX (cyclotétraméthylène-tétranitramine), et
- entre 10 et 30%, de réducteur tels que l'aluminium, le zirconium, ou leurs mélanges.

5

Dans l'outillage de compression, muni de poinçons rainurés sur au moins 2 faces opposées, sont disposées successivement les couches suivantes :

- a) une première couche (a) de composition d'amorçage, coté poinçons rainuré,
- 10 b) une couche (b) de composition principale,
- c) une deuxième couche (c) de composition d'amorçage, coté poinçon rainuré (voir figure 2).

On dispose de manière uniforme sur toute la surface environ 4 grammes de composition d'amorçage pour former la couche a). La composition d'amorçage de la couche a) se trouve alors du côté des poinçons rainurés. Pour former la couche b), on dispose de manière uniforme par-dessus la couche a) environ 90g de composition principale. Enfin, la deuxième couche d'amorçage c) est disposée de manière uniforme sur toute la surface par-dessus la couche b). La composition d'amorçage de la couche c) se trouve alors du côté des poinçons rainurés.

20 Le dosage des compositions et leur dépose dans l'outillage de compression peuvent se faire de manière automatique et les masses peuvent être ajustées en fonction des calibres.

Le piston est ensuite descendu sur cette succession de couches pour y appliquer un taux de compression de 10 KPa (10 Tonnes) pendant 10 secondes. Le taux de compression est adapté au calibre fabriqué.

25 Le tout est ensuite démoulé, par un cycle automatique de la presse, par poussée inverse.

Le bloc IR amorcé est ainsi obtenu directement en une seule étape de compression.

Le bloc amorcé est ensuite disposé en étuve 70°C pendant 5 jours, pour y subir une réticulation permettant de lier la couche de composition principale aux couches de composition d'amorçage. Des liaisons chimiques se créent donc entre la couche de composition principale et les couches de composition d'amorçage.

30

Une photographie du pain ainsi obtenu par le procédé selon l'invention est donnée en figure 6a ou 6b (en fonction de la forme de l'outillage de compression).

Il n'est plus nécessaire de le donner à l'atelier suivant pour qu'il soit amorcé par dépose manuelle ou automatique à l'aide d'une canule.

- 5 Puis, le dispositif de sécurité de mise à feu (DSMF) est ajouté pour réaliser l'intégration en cartouche.

Exemple 2 : Performances des blocs selon l'invention

- Les performances des blocs selon l'invention ont été comparées à celles obtenues avec un bloc de l'art antérieur (i.e. amorcé par dépose manuelle) lors d'un tir dynamique pour le pain pyrotechnique « spectral » de l'exemple 1 et lors d'un tir statique dynamique pour le pain pyrotechnique « classique » de l'exemple 1.

Dispositif expérimental :

Après l'assemblage du DSMF au pain amorcé, le tout est ensemble mis en cartouche.

- 15 Pour le tir dynamique : La cartouche est positionnée sur un chariot qui sera lancé à une certaine vitesse sur un rail, puis le leurre en cartouche sera lancé pour simuler une éjection sous avion.

Des moyens de mesures tels que des radiomètres et thermographes sont disposés pour mesurer les performances Infra Rouge des pains, en tirs dynamiques.

Pour un tir statique : Le sous-ensemble est calé sur un support fixe, le leurre est initié.

- 20 La performance Infrarouge est alors mesurée à l'aide de radiomètres

Résultats

- La figure 6 démontre d'une part que le front de montée obtenu avec un bloc selon l'invention est plus rapide et plus élevé qu'avec un bloc selon l'art antérieur et d'autre part, que la transition bloc/amorçage n'est plus marquée par un creux au niveau des performances (bloc selon l'art antérieur) correspondant à un régime transitoire de combustion, mais bien une mesure continue du signal infra rouge (bloc selon l'invention).

Les constatations sont les mêmes sur la figure 7.

Ainsi, les figures 6 et 7 illustrent bien la disparition du régime transitoire obtenue avec les pains pyrotechniques amorcés selon l'invention, aussi bien en conditions de tir dynamique ou statique.

En conclusion, les pains selon l'invention permettent d'augmenter les cadences, de
5 simplifier le procédé qui nécessite beaucoup moins de moyens et de personnels, présentent une amélioration significative de la transition de la combustion entre composition d'amorçage et composition principale (avec suppression des régimes
transitoires de combustion), ce qui permet notamment d'augmenter le front de montée, mais également confère à la composition d'amorçage une meilleure tenue mécanique
10 (passage des épreuves de vibrations et de chocs et cohésion forte avec le pain).

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche rainuré, ledit procédé comprenant les étapes successives suivantes :
 - 5 1) disposition successive, dans un outillage de mise en forme, d'au moins:
 - a) une couche (a) de composition d'amorçage, et
 - b) une couche (b) de composition principale,
 - 2) mise en forme par compression.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'il comprend une unique étape de mise en forme par compression.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la composition d'amorçage et la composition principale sont sous forme de grains secs.
- 15 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape 1) comprend en outre la disposition d'une couche (c) de composition d'amorçage, de telle manière que la couche (b) de composition principale est revêtue sur deux côtés opposés d'une composition d'amorçage (a) et (c).
- 20 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la couche principale représente entre 60 et 95 % en poids, notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids total du pain pyrotechnique amorcé.
- 25 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire de dépose d'une composition d'amorçage supplémentaire dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé, la composition d'amorçage supplémentaire étant de préférence sous forme d'une pâte.
- 30 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le pain pyrotechnique amorcé obtenu présente une combustion radiale.

8. Pain pyrotechnique amorcé sous forme d'un bloc multicouche rainuré, susceptible d'être obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 comprenant au moins une couche de composition d'amorçage et une couche de composition principale.
- 5 9. Pain pyrotechnique amorcé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend une couche centrale d'une composition principale (b), revêtue sur deux côtés opposés d'une couche de composition d'amorçage, couches (a) et (c).
- 10 10. Pain pyrotechnique amorcé selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que la couche principale représente entre 60 et 95 % en poids, notamment entre 80 et 92% en poids par rapport au poids total du pain pyrotechnique amorcé.
- 15 11. Pain pyrotechnique amorcé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend une composition d'amorçage supplémentaire dans les rainures du pain pyrotechnique amorcé.
12. Pain pyrotechnique amorcé selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce qu'il présente une combustion radiale.
- 20 13. Cartouche comprenant un pain pyrotechnique amorcé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12.
14. Utilisation du pain pyrotechnique amorcé selon l'une quelconque des revendications 8 à 12 ou de la cartouche selon la revendication 13 en tant que leurre infrarouge.

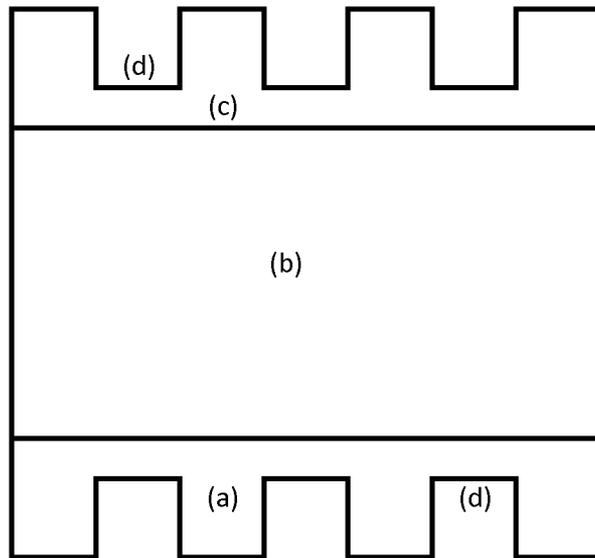


Figure 1

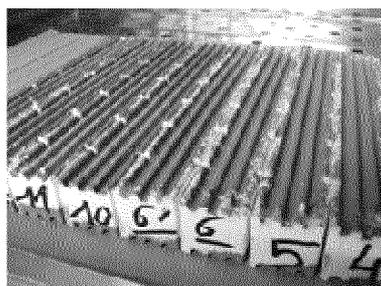


Figure 2

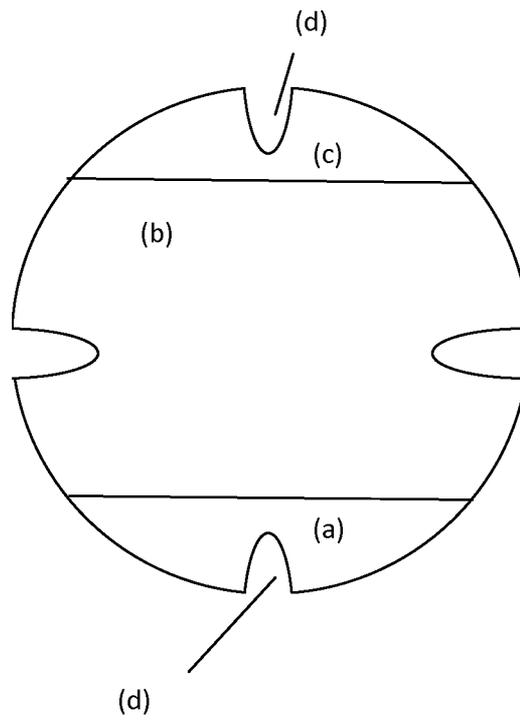


Figure 3

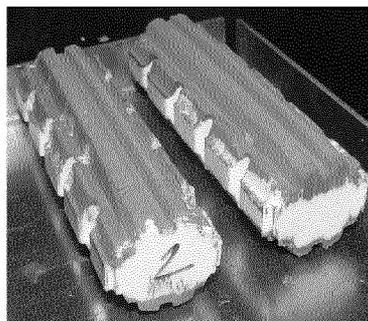


Figure 4

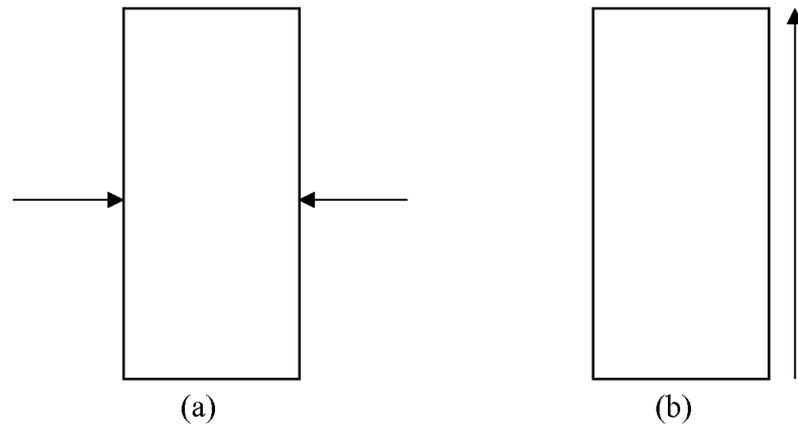


Figure 5

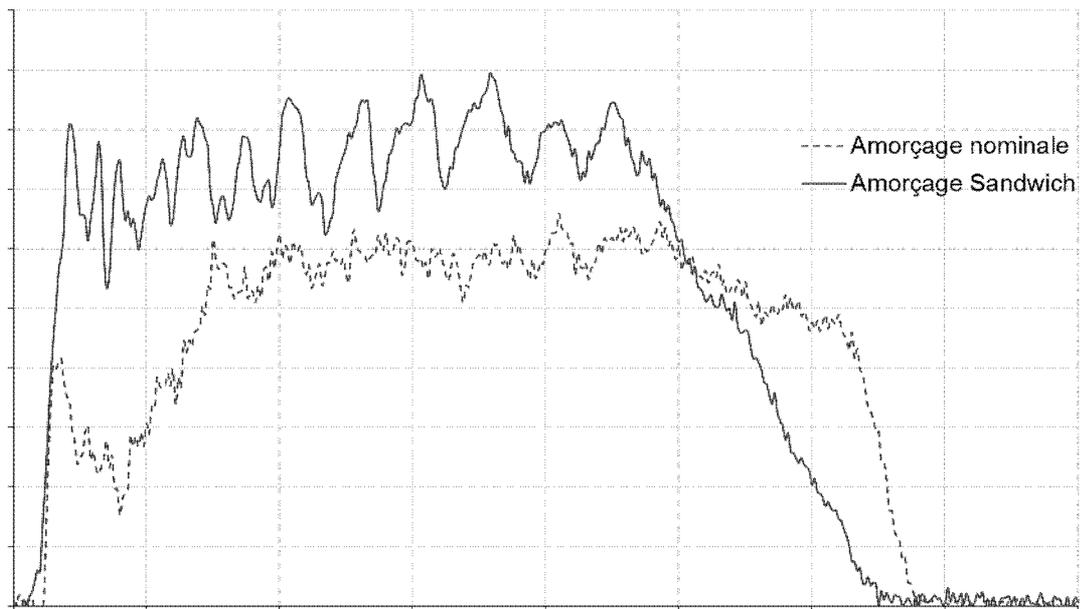


Figure 6

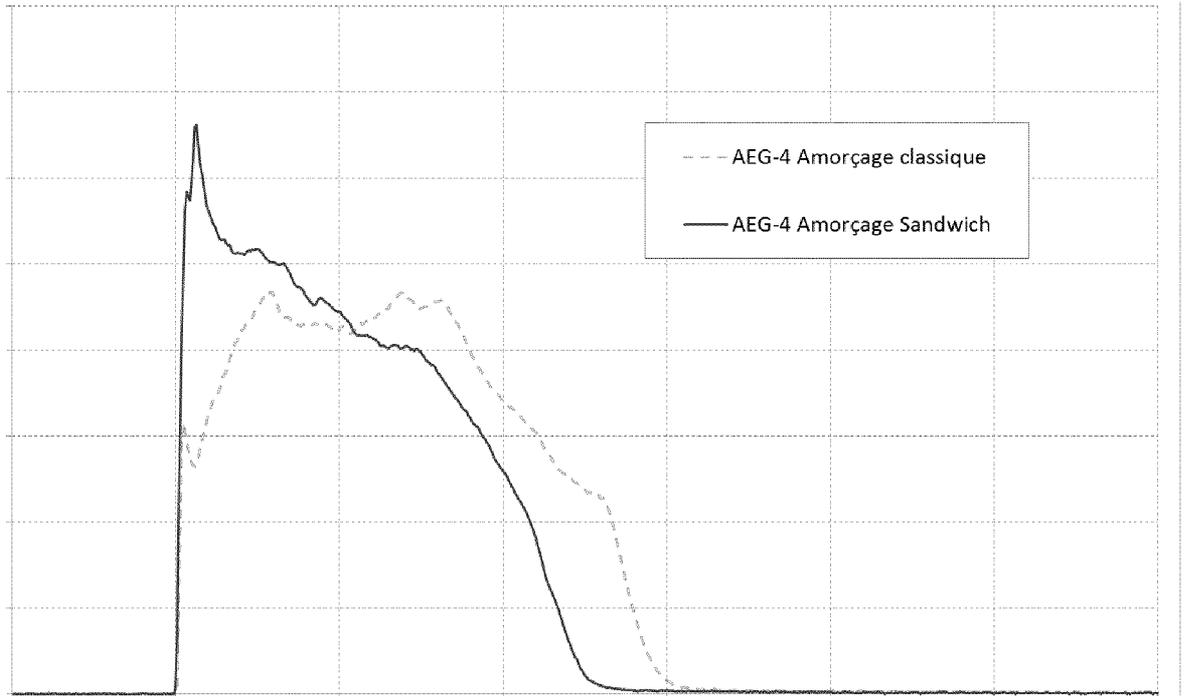


Figure 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/061739

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C06B21/00 C06C15/00 F42B4/26
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C06B C06C F42B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 665 415 A2 (THIOKOL CORP [US]) 2 August 1995 (1995-08-02) cited in the application claims; figures	1-14
A	US 6 427 599 B1 (POSSON PHILIP L [US] ET AL) 6 August 2002 (2002-08-06) cited in the application column 21, line 15 - line 26; claims	1-14
A	EP 0 309 097 A1 (LORAL CORP [US]) 29 March 1989 (1989-03-29) cited in the application column 1, line 13 - line 18; claims	1-14
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 25 August 2015	Date of mailing of the international search report 01/09/2015
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Schut, Robert
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/061739

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2001/013384 A1 (RAYER PETER [DE] ET AL) 16 August 2001 (2001-08-16) cited in the application claims	1-14

A	US 8 465 606 B1 (REDDING DAVID R [US] ET AL) 18 June 2013 (2013-06-18) cited in the application claims	1-14

A	US 3 744 418 A (TYROLER J) 10 July 1973 (1973-07-10) claims	1-14

A	EP 0 650 947 A1 (EIDGENOESS MUNITIONSFAB THUN [CH]) 3 May 1995 (1995-05-03) claims	1-14

A	US 2 868 129 A (JOHNSON THOMAS H ET AL) 13 January 1959 (1959-01-13) cited in the application claims	1-14

A	DE 876 822 C (PYROTECHNISCHE FABRIKEN G M B) 18 May 1953 (1953-05-18) cited in the application claims	1-14

A	WO 2011/116873 A1 (RHEINMETALL WAFFE MUNITION [DE]; GRUNDLER JOHANNES [DE]; HOFMANN JUERG) 29 September 2011 (2011-09-29) claims	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/061739

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0665415	A2	02-08-1995	EP 0665415 A2 02-08-1995
			IL 112452 A 16-08-1998
			US 5456455 A 10-10-1995
			US 5531163 A 02-07-1996
US 6427599	B1	06-08-2002	NONE
EP 0309097	A1	29-03-1989	EP 0309097 A1 29-03-1989
			US 5074216 A 24-12-1991
US 2001013384	A1	16-08-2001	DE 19818337 C1 18-11-1999
			EP 0952130 A1 27-10-1999
			NO 991927 A 25-10-1999
			US 2001013384 A1 16-08-2001
US 8465606	B1	18-06-2013	NONE
US 3744418	A	10-07-1973	NONE
EP 0650947	A1	03-05-1995	CH 686957 A5 15-08-1996
			EP 0650947 A1 03-05-1995
			IL 111057 A 15-07-1998
			NO 943668 A 03-04-1995
			US 5466314 A 14-11-1995
US 2868129	A	13-01-1959	NONE
DE 876822	C	18-05-1953	NONE
WO 2011116873	A1	29-09-2011	DE 102010013110 A1 29-09-2011
			EP 2553380 A1 06-02-2013
			US 2013036932 A1 14-02-2013
			WO 2011116873 A1 29-09-2011

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2015/061739

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C06B21/00 C06C15/00 F42B4/26 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C06B C06C F42B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 665 415 A2 (THIOKOL CORP [US]) 2 août 1995 (1995-08-02) cité dans la demande revendications; figures -----	1-14
A	US 6 427 599 B1 (POSSON PHILIP L [US] ET AL) 6 août 2002 (2002-08-06) cité dans la demande colonne 21, ligne 15 - ligne 26; revendications -----	1-14
A	EP 0 309 097 A1 (LORAL CORP [US]) 29 mars 1989 (1989-03-29) cité dans la demande colonne 1, ligne 13 - ligne 18; revendications -----	1-14
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 25 août 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 01/09/2015
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Schut, Robert

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2001/013384 A1 (RAYER PETER [DE] ET AL) 16 août 2001 (2001-08-16) cité dans la demande revendications -----	1-14
A	US 8 465 606 B1 (REDDING DAVID R [US] ET AL) 18 juin 2013 (2013-06-18) cité dans la demande revendications -----	1-14
A	US 3 744 418 A (TYROLER J) 10 juillet 1973 (1973-07-10) revendications -----	1-14
A	EP 0 650 947 A1 (EIDGENOESS MUNITIONSFAB THUN [CH]) 3 mai 1995 (1995-05-03) revendications -----	1-14
A	US 2 868 129 A (JOHNSON THOMAS H ET AL) 13 janvier 1959 (1959-01-13) cité dans la demande revendications -----	1-14
A	DE 876 822 C (PYROTECHNISCHE FABRIKEN G M B) 18 mai 1953 (1953-05-18) cité dans la demande revendications -----	1-14
A	WO 2011/116873 A1 (RHEINMETALL WAFFE MUNITION [DE]; GRUNDLER JOHANNES [DE]; HOFMANN JUERG) 29 septembre 2011 (2011-09-29) revendications -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2015/061739

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0665415	A2	02-08-1995	EP 0665415 A2	02-08-1995
			IL 112452 A	16-08-1998
			US 5456455 A	10-10-1995
			US 5531163 A	02-07-1996

US 6427599	B1	06-08-2002	AUCUN	

EP 0309097	A1	29-03-1989	EP 0309097 A1	29-03-1989
			US 5074216 A	24-12-1991

US 2001013384	A1	16-08-2001	DE 19818337 C1	18-11-1999
			EP 0952130 A1	27-10-1999
			NO 991927 A	25-10-1999
			US 2001013384 A1	16-08-2001

US 8465606	B1	18-06-2013	AUCUN	

US 3744418	A	10-07-1973	AUCUN	

EP 0650947	A1	03-05-1995	CH 686957 A5	15-08-1996
			EP 0650947 A1	03-05-1995
			IL 111057 A	15-07-1998
			NO 943668 A	03-04-1995
			US 5466314 A	14-11-1995

US 2868129	A	13-01-1959	AUCUN	

DE 876822	C	18-05-1953	AUCUN	

WO 2011116873	A1	29-09-2011	DE 102010013110 A1	29-09-2011
			EP 2553380 A1	06-02-2013
			US 2013036932 A1	14-02-2013
			WO 2011116873 A1	29-09-2011
