

①⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: 83400675.1

⑤① Int. Cl.³: **F 42 B 1/02**
F 42 B 13/10

②② Date de dépôt: 31.03.83

③③ Priorité: 02.04.82 FR 8205784

④③ Date de publication de la demande:
19.10.83 Bulletin 83/42

⑧④ Etats contractants désignés:
BE CH DE FR GB IT LI SE

⑦① Demandeur: THOMSON-BRANDT
173, Boulevard Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑦② Inventeur: Pfeffer, Gérard
THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑦④ Mandataire: Letellier, Bernard et al,
THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann
F-75379 Paris Cedex 08(FR)

⑤④ Charge creuse perforante.

⑤⑦ Charge creuse, destinée au percement de trous "clairs" de profondeur importante.

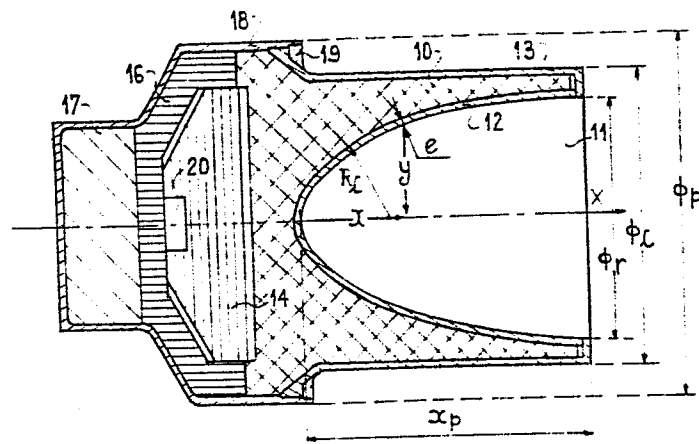
Charge creuse, de symétrie de révolution autour d'un axe X, comprenant un chargement explosif (10) dans lequel est ménagée une cavité ouverte (11) ayant un revêtement métallique (12), et un dispositif d'amorçage constitué par un chargement d'amorçage (16) et des moyens de mis à feu (17); le profil de la cavité (11) est conformé pour imprimer au noyau et au jet de métal, résultant de l'implosion du revêtement métallique, des vitesses de translation différentes et de directions opposées, l'épaisseur (e) du revêtement métallique (12) croît progressivement du sommet à la base de la cavité, et le chargement d'amorçage (16) comporte un conformateur (14) incluant un élément cylindrique métallique (20) afin d'assurer un amorçage annulaire de l'onde de détonation.

Cette charge creuse trouve ses applications dans l'art militaire et le domaine civil.

EP 0 091 860 A1

./...

FIG. 2



CHARGE CREUSE PERFORANTE

La présente invention se rapporte aux charges creuses ; elle concerne plus particulièrement une charge creuse perforante destinée au percement de trous dans des corps divers se présentant sous forme monolithique ou composite.

5 On sait que les charges creuses perforantes comprennent essentiellement, un chargement explosif de révolution dans lequel on a aménagé une cavité ouverte ayant un revêtement métallique, et un dispositif d'amorçage ayant également une symétrie de révolution.

10 L'onde de détonation de la charge creuse est déclenchée par le dispositif d'amorçage, qui comprend un chargement d'amorçage auquel est couplée une amorce, dont la mise à feu est dépendante d'un signal de commande. Les caractéristiques de la charge d'amorçage déterminent le profil de l'onde de détonation dans le chargement explosif ainsi que son isochronisme. Sous l'action des produits de détonation situés immédiatement derrière l'onde de détonation, le revêtement métallique de la cavité est mis en mouvement et se projète sur l'axe de symétrie de la charge creuse. Il en résulte un projectile métallique composé, d'une part, d'un jet de métal animé en tête d'une vitesse considérable pouvant atteindre 20 $10\,000\text{ms}^{-1}$, et d'autre part, d'un noyau métallique animé d'une vitesse plus modérée, de l'ordre de quelques centaines de mètres/seconde. Ces deux composantes, résultant de l'implosion du revêtement métallique de la cavité, se translatent toutes les deux sur l'axe de symétrie de la charge creuse. Le passage du jet perforant dans un corps massif laisse un cratère de grande profondeur et d'un diamètre relativement faible, tandis que le noyau métallique dont la masse relative est importante, est un élément perturbateur qui tend à obturer le trou laissé par le passage du jet de métal.

25 30 Les applications courantes des charges creuses sont largement connues, surtout dans l'art militaire où elles sont utilisées pour

perforer les blindages de protection des objectifs, notamment des véhicules de combat, mais elles trouvent également des applications dans le domaine civil pour la perforation des tubages des sondages pétrolifères, ainsi que le ciment disposé, le cas échéant derrière le tubage, et les matériaux géologiques situés derrière le ciment.

Dans les applications précitées des charges creuses, il se pose le problème de réaliser des "trous clairs" c'est à dire des trous qui ne soient pas obturés par le noyau métallique qui se translate à l'arrière du jet perforant.

Le problème de la perforation d'un trou clair dans un corps massif à l'aide d'une charge creuse, a déjà reçu des solutions. En effet, on a déjà proposé et réalisé des charges creuses ayant un revêtement bimétallique, ou selon une variante, un revêtement constitué de poudres métalliques frittées. Dans le cas des revêtements bimétalliques, la partie du revêtement qui génère le noyau métallique est constitué par un métal qui se consume dans l'air. Dans le cas d'un revêtement en matériau fritté, le noyau métallique est pulvérisé et se désagrège après sa formation. Ces résultats sont obtenus au détriment des performances de perforation de la charge creuse.

Dans les applications des charges creuses mises en oeuvre dans les missiles guidés destinés à l'interception et la destruction de cibles blindées, on recherche une caractéristique complémentaire qui est de créer un jet perforant de longueur aussi importante que possible et dont la fragmentation apparaît tardivement. Cette caractéristique permet de placer la charge creuse dans une section arrière du missile tout en conservant une efficacité élevée de perforation, contre des cibles comportant des plaques de pré-blindage.

Dans le but de fournir des solutions plus satisfaisantes aux problèmes précités, qui sont rencontrés lors de la réalisation de charges creuses perforantes, la Demanderesse a entrepris un programme de recherches afin de dégager l'influence des divers paramètres de construction de la charge et d'obtenir des combinaisons

optimales de ces paramètres afin de réaliser un pouvoir perforant conventionnel au moins égal à celui des charges creuses de l'état de la technique et néanmoins peu dépendant de la distance d'action, ou distance de "Stand-off", jusqu'à des valeurs de celle-ci atteignant 10 fois le calibre de la charge creuse.

Pour remédier aux inconvénients précités des charges creuses perforantes de l'état de la technique, une charge creuse destinée au percement d'un trou clair dans un corps massif monolithique ou composite, comprend un chargement explosif de révolution dans lequel est ménagée une cavité ouverte ayant un revêtement métallique, et un chargement d'amorçage, en vue de produire un projectile métallique composé d'un jet perforant et d'un noyau ; dans le but d'imprimer au noyau métallique une vitesse sensiblement nulle, ou préférentiellement opposée à la direction de déplacement du jet perforant, le rayon de courbure du profil de la cavité croît progressivement en fonction de la distance du sommet à la base de la cavité.

Selon une caractéristique complémentaire, l'épaisseur du revêtement métallique de la cavité croît progressivement en fonction de la distance du sommet à la base de la cavité.

Selon une autre caractéristique le chargement d'amorçage comprend un conformateur afin d'amorcer une onde de détonation annulaire, telle que les forces de pression appliquée sur la face externe du revêtement métallique soient perpendiculaires à cette surface ; dans ce conformateur, un élément cylindrique métallique est disposé axialement, la fonction de cet élément cylindrique étant de dévier radialement l'onde d'amorçage sans que la puissance de l'onde de détonation ne soit aucunement diminuée.

D'autres caractéristiques apparaîtront dans la description détaillée, d'une charge creuse perforante réalisée conformément à l'invention, faite en regard de dessins annexés, sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue longitudinale simplifiée d'un missile autoguidé équipé d'une charge creuse selon l'invention et,

- la figure 2 est une vue en coupe d'une forme de réalisation de la charge creuse perforante.

La figure 1 représente, sous une forme schématique, un missile autoguidé équipé d'une charge creuse perforante réalisée conformément à l'invention. Ce missile d'axe longitudinal XX' est défini par ses dimensions physiques : son diamètre, ou calibre Φ_p ; sa longueur hors-tout L_p , la distance D_g de son centre de gravité G et la distance D_c de la charge creuse par rapport à l'extrémité de son ogive. Ce missile autoguidé comprend les principales sections suivantes :

- une section de pilotage B, laquelle est centrée sur le centre de gravité G et comprend un impulseur capable de créer une force de poussée transverse ; cet impulseur est constitué d'un générateur de gaz symétrique 1 qui alimente, au moins, une tuyère latérale 2.
- une section de guidage A, laquelle est adjacente à la partie avant de la section de pilotage B et est terminée par une ogive transparente aux ondes optiques, à l'arrière du dôme optique 3 sont disposés les composants optiques et électrooptiques d'un autodirecteur 4 destiné à l'acquisition et à la poursuite de l'image de la cible visée, les circuits électroniques associés à l'autodirecteur et au dispositif de pilotage sont disposés dans un compartiment 5.
- une section de la charge militaire C, laquelle est adjacente à la partie arrière de la section de pilotage B, cette section renferme : une charge creuse 6, comportant une cavité creuse 7 ayant un revêtement métallique 8, et des circuits de sécurité et d'armement de la charge creuse, celle-ci étant disposée coaxialement à l'axe longitudinal XX'.

De plus, un canal central 9, destiné à fournir un libre passage au jet de métal projeté par la charge creuse, traverse axialement le générateur de gaz de l'impulseur 1 et le compartiment 5 des circuits électroniques et débouche à l'arrière des composants optiques de la tête de guidage, tandis que l'extrémité opposée de ce canal central débouche, en s'évasant sur la base de la cavité de la charge creuse. Il est important de noter que la dimension axiale x_c de la partie

évasée du canal central doit être minimisée, ce qui implique que le jet de métal doit converger rapidement dès sa formation.

La figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'une charge creuse perforante conforme à l'invention et plus particulièrement adaptée à une application à un missile autoguidé tel que décrit ci-dessus ; cette charge creuse comprend les éléments suivants :

- un chargement d'un explosif puissant, dit chargement principal 10, dans lequel une cavité ouverte 11 est en contact intime avec un revêtement métallique 12 ; ce chargement principal, de révolution autour de l'axe de symétrie de la charge creuse, est placé à l'intérieur d'un élément cylindrique 13 qui participe au confinement de l'onde de détonation vers la surface externe du revêtement métallique.

- un dispositif d'amorçage qui comprend un chargement d'amorçage 16 et un boîtier de sécurité et d'armement 17 incluant une amorce, non représentée. Le chargement d'amorçage, dit chargement auxiliaire, est de forme cylindro-conique et comporte axialement un conformateur 14, également de forme cylindro-conique, dont la fonction est d'assurer un amorçage annulaire de l'onde de détonation du chargement principal ; de plus, le conformateur s'encastre très faiblement dans le chargement principal. A la partie arrière du conformateur, un élément métallique 20 de forme cylindrique est disposé axialement ; sa fonction est de dévier radialement l'onde d'amorçage sans que la puissance de l'onde de détonation de la charge creuse soit diminuée. Enfin, le dispositif d'amorçage est muni d'un capot 18 qui s'emboîte de façon précise sur l'élément cylindrique 13 du chargement principal afin d'assurer un centrage correct des deux chargements. Le contact intime des sections en regard des chargements principal et auxiliaire est renforcé par l'action d'une bague de serrage 17 située à la jonction du capot 17 et de l'élément cylindrique 13. On peut également noter que les sections de contact des deux chargements ont un diamètre Φ_p égal et supérieur au diamètre Φ_c de la partie du chargement principal 10 entourant la cavité 11 dans le but de créer une onde annulaire qui favorise

l'obtention d'une longueur importante du jet perforant.

Le profil de la cavité ouverte 11 est l'un des paramètres de construction de la charge creuse qui gouverne la formation d'un noyau métallique animée d'une vitesse sensiblement nulle, ou préférentiellement négative, c'est à dire de direction opposée à celle du jet perforant. Pour obtenir cet effet, le rayon de courbure R_c de la cavité doit croître progressivement depuis le sommet de la cavité jusqu'à sa base. Cette loi de variation du rayon de courbure de la cavité lui confère un profil de forme sensiblement hyperbolique dont une forme typique est la forme en "TULIPE", c'est à dire que la relation entre la distance radiale Y et la distance axiale x de la cavité est de la forme :

$$Y(x) = \frac{A + Bx}{1 + Cx}$$

15

avec $0 \ll x \ll x_p$ et x_p est la profondeur de la cavité.

Les grandeurs des coefficients A, B et C dépendent des dimensions physiques de la charge creuse, notamment de son calibre Φ_p , des trajets de l'onde de détonation dans le chargement principal, mais également de la nature du matériau explosif utilisé. La profondeur x_p de la cavité est alors sensiblement supérieure à son ouverture Φ_r , tandis que le diamètre Φ_c du chargement explosif est supérieur à l'ouverture Φ_r de la cavité, de façon à disposer d'une certaine épaisseur d'explosif, de l'ordre de quelques mm, autour de la base de la cavité.

25

Les performances de perforation de la charge creuse peuvent encore être améliorées, si conjointement, l'épaisseur e du revêtement métallique croît progressivement du sommet vers la base de la cavité selon une relation de la forme :

30

$$e(x) = e_0 + D.x$$

avec e_0 de l'ordre de $0,06 \Phi$ et $e(x_p)$ sensiblement égale à $0,025 \Phi_c$.

Pour cette configuration de la charge creuse, la distance de dégagement x_c devant l'ouverture de la cavité, comme représentée sur la figure 1, est relativement faible, de l'ordre de $0,06 \Phi_c$, ce qui réduit sensiblement l'encombrement longitudinal de la charge creuse et, par voie de conséquence, celui de la charge militaire C.

Les autres paramètres de la charge creuse, qui sont plus particulièrement associés au dispositif d'amorçage de l'onde de détonation du chargement explosif doivent être pris en compte puisque leur influence sur le profil et l'isochronisme de l'onde de détonation est importante, et notamment, si l'on considère l'amorçage annulaire de l'onde de détonation.

La charge creuse qui vient d'être décrite en détail présente une configuration suffisamment simple pour optimiser les valeurs des paramètres et atteindre les performances de perforation nécessaires. D'autre part, il est important de noter que les précautions habituelles en la matière doivent être observées : homogénéité et propriétés physiques des matériaux de construction, et parfaite symétrie de révolution des composants de la charge creuse. Les moyens de sécurité, d'armement et de mise à feu, par exemple du type inertiel, qui sont connus en soi et sans influence sur l'invention ne sont donc pas décrits ici.

Pour une charge creuse perforante destinée à un missile autoguidé d'un calibre Φ_p de 100mm, les poids respectifs de l'explosif principal et du revêtement métallique sont d'environ 800g et 200g. A titre indicatif, le chargement principal et le chargement auxiliaire peuvent être constitués par un composite à l'octogène ; le revêtement métallique de la cavité peut être réalisé en un métal tel que le cuivre ; le conformateur est construit en un matériau plastique ou encore en un matériau végétal, tel que le bois ; enfin l'élément cylindrique métallique, inclus dans le conformateur, est réalisé en un matériau métallique dense et préférentiellement en acier.

A titre illustratif, les performances comparées d'une charge creuse dite en "TULIPE" selon l'invention et d'une charge creuse

classique, dite en "trompette" sont résumées dans le tableau unique annexé ci-après.

- en (a), on voit que l'encombrement effectif de la charge creuse en tulipe est sensiblement plus faible, du fait que la distance
5 $x_c = K \Phi_c$ du dégagement en avant de la cavité est réduite.

- en (b), on peut noter que le noyau métallique N résultant de l'implosion du revêtement métallique de la cavité a une vitesse de déplacement V_N opposée à la vitesse de translation V_j du jet de métal fourni par ce revêtement métallique ; il en résulte que le
10 trou, provoqué par le passage du jet de métal au travers du blindage, reste clair.

- en (c), les courbes représentées montrent le pouvoir de perforation normalisé Pp/Φ_c des deux charges creuses considérées en fonction de la distance d'action normalisée Da/Φ_c ; le pouvoir de perforation d'un blindage classique est sensiblement du même ordre
15 de grandeur pour les deux types de charges creuses, toutefois il faut noter que la distance d'action Da/Φ_c , au delà de laquelle apparaît le phénomène de fragmentation du jet métallique est notablement en faveur de la charge creuse en tulipe, il résulte de cette dernière
20 caractéristique que ce type de charge creuse est particulièrement performant, quand il est mis en oeuvre en vue de la perforation de blindages de grande épaisseur apparente, tels que ceux constitués par des plaques étagées, qu'ils comportent ou non des éléments dispersifs intercalaires.

25 Les performances comparées d'une charge creuse perforante selon l'invention et d'une charge creuse classique ont été confirmées par l'analyse des résultats fournis lors d'expérimentations réalisées sur des bases d'essais et ces expérimentations montrent que les résultats relevés sont parfaitement reproductibles.

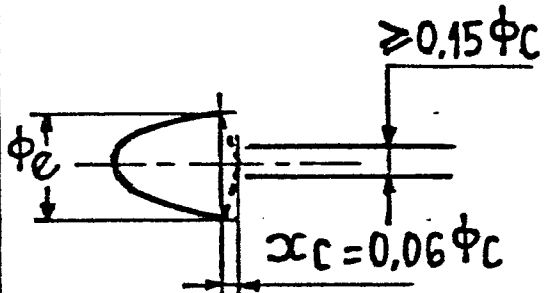
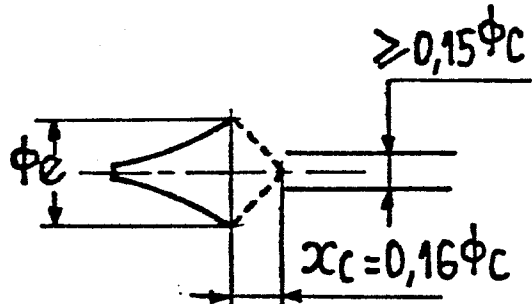
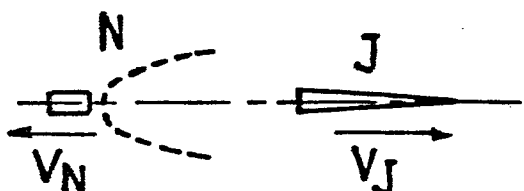
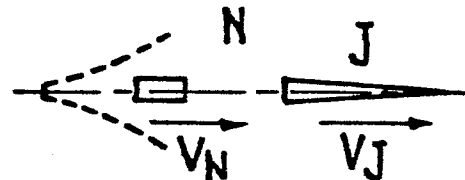
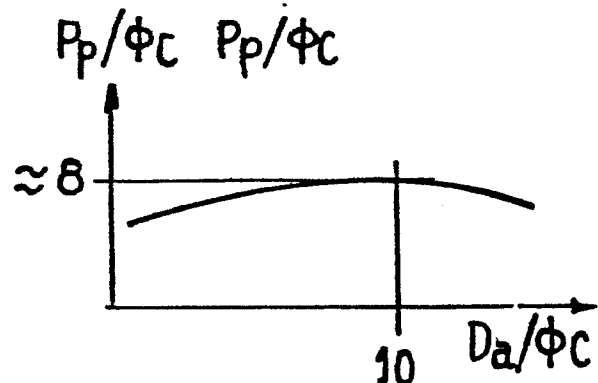
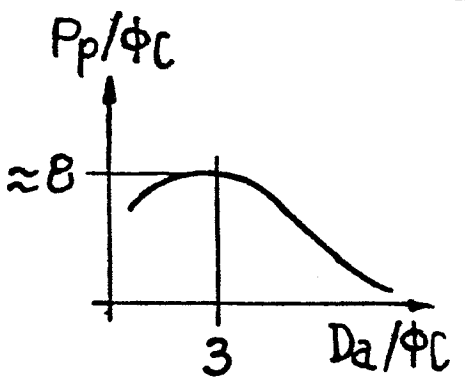
30 On voit maintenant plus clairement, les avantages que procure une charge creuse perforante réalisée conformément à l'invention : l'obtention d'un trou parfaitement clair, et une distance d'action élevée, laquelle qui contribue au pouvoir perforant du jet de matière

et permet conjointement de placer la charge militaire à l'arrière des projectiles.

5 Lorsque le résultat recherché est limité seulement à l'obtention d'un trou clair et que la distance d'action est réduite comme dans les applications aux sondages pétrolifères, la construction de la charge creuse peut-être simplifiée, notamment, l'épaisseur du revêtement métallique de la cavité peut être maintenue constante ; le
10 conformateur inclus dans le chargement d'amorçage peut être éliminé, ou tout au moins simplifié, et les sections de contact des deux chargements peuvent avoir un diamètre égal à celui de la charge creuse.

15 Une charge creuse, selon l'invention, trouve son application dans l'art militaire, mais également dans les sondages pétrolifères et le percement de trous de profondeur important dans les couches de charbon.

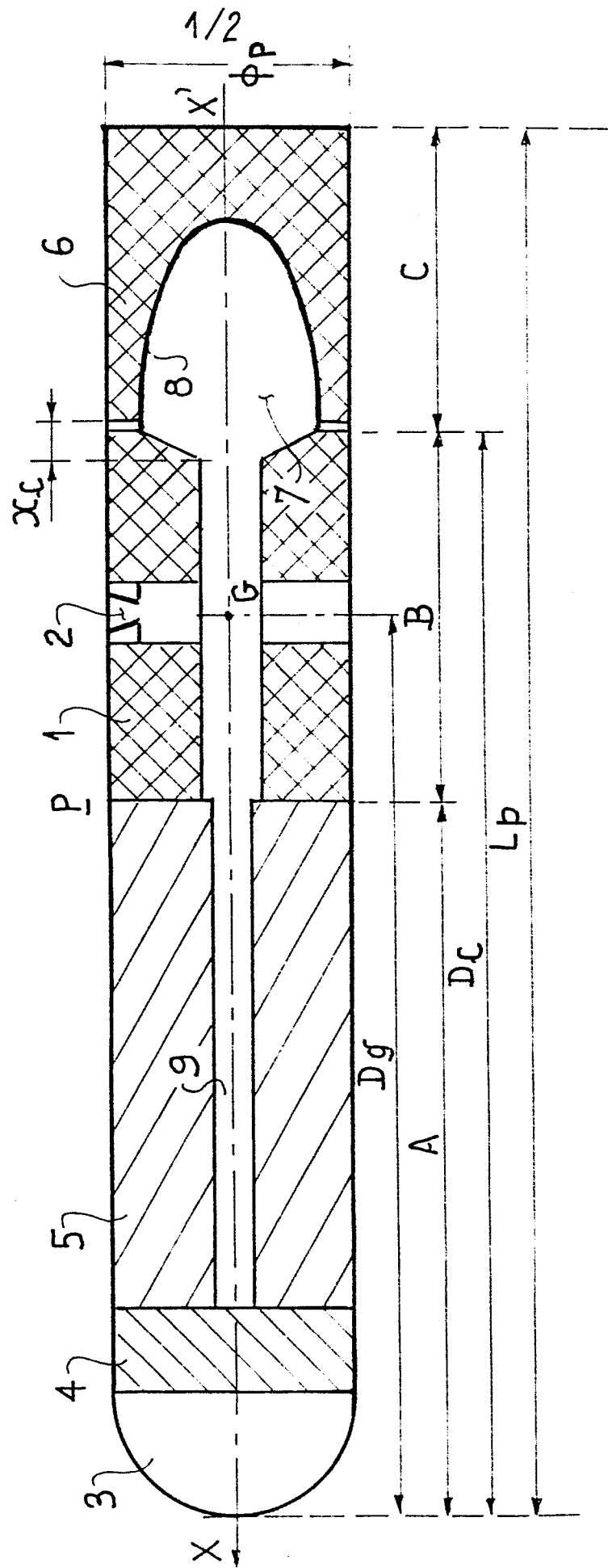
TABLEAU

TULIPE	TROMPETTE
a) 	a) 
b) 	b) 
c) 	c) 

REVENDICATIONS

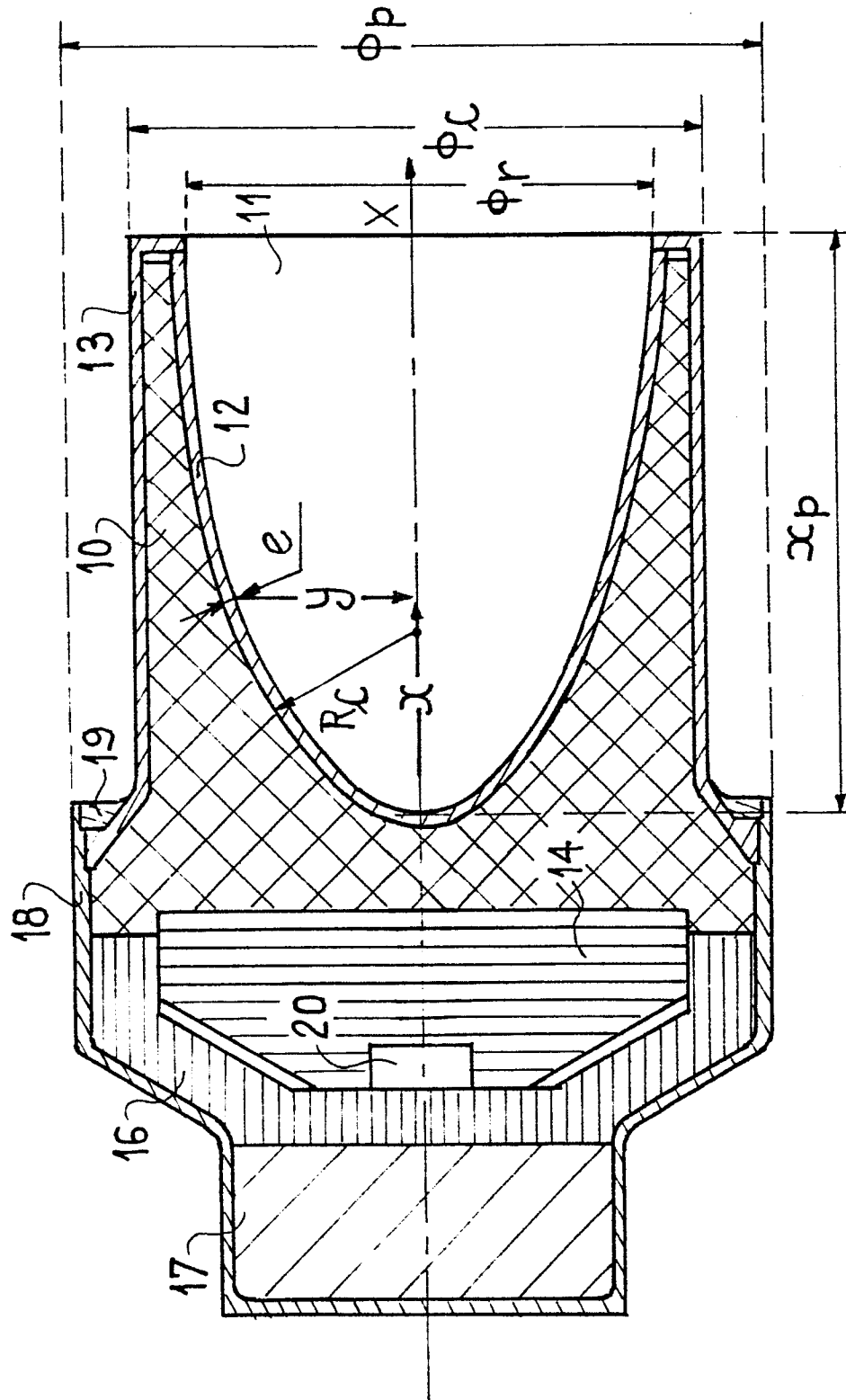
1. Charge creuse destinée au percement d'un trou clair dans un corps massif ou composites, cette charge comprenant essentiellement, un chargement explosif (10) de révolution dans lequel est incluse une cavité ouverte (11) ayant un revêtement métallique (12),
5 et un chargement d'amorçage (16) pour créer un projectile métallique composé d'un jet perforant (J) et d'un noyau (N), caractérisée en ce que dans le but d'imprimer au noyau une vitesse nulle, ou préférentiellement opposée à celle du jet perforant, le rayon de courbure (R_c) du profil de la cavité croît progressivement en
10 fonction de la distance (x) du sommet à la base de la cavité.
2. Charge creuse selon la revendication 1, caractérisée en ce que le profil de la cavité ouverte (11) incluse dans le chargement explosif (10) a une forme en "tulipe".
3. Charge creuse selon les revendications 1 ou 2, caractérisée en
15 ce que le revêtement métallique (12) de la cavité ouverte (11) à une épaisseur (e) qui croît progressivement en fonction de la distance (x) du sommet à la base de la cavité selon une relation :
- $$e(x) = e_0 + D.x.$$
4. Charge creuse selon l'une des revendications précédentes,
20 caractérisée en ce que le chargement d'amorçage (16) inclut un élément conformateur (14) de révolution qui comporte dans sa partie axiale un élément cylindrique métallique (20) destiné à dévier radialement l'onde d'amorçage du chargement explosif.
5. Charge creuse selon la revendication 4, caractérisée en ce que
25 le diamètre ϕ_p des sections de contact du chargement explosif (10) et du chargement d'amorçage (16) est supérieur au diamètre (ϕ_c) de la partie du chargement explosif entourant la cavité.

FIG-1



2/2

FIG. 2





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0091860

Numéro de la demande

EP 83 40 0675

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication en cas de doute des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
X	FR-A-2 308 906 (MARTINON et al.) * Figure 7; page 1, lignes 1-22, 32-34; page 2, lignes 1-20 *	1,2	F 42 B 1/02 F 42 B 13/10
X	FR-A-1 037 819 (PRECOUL) * Figure 2; page 1, colonne de gauche, alinéa 6 *	1,2	
X	FR-E- 76 926 (WELEX INC. et al.) * Figures *	1,2	
A	FR-A-2 216 544 (TARTAULT) * Figure 5; revêtement 16 *		
A	FR-A-1 199 923 (POUDRERIES REUNIES DE BELGIQUE) * Page 1, colonne de gauche, lignes 8-17, 35-38 *		
A	FR-A-2 308 903 (BOCK) * Figures 1,2,4; page 3, lignes 1-21 *		
A	FR-A-2 341 124 (BETHMANN) * Figure 1; page 5, lignes 13-14 *		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 01-07-1983	Examineur FISCHER G.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X	particulièrement pertinent à lui seul		
Y	particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		
A	arrière-plan technologique		
O	divulgation non-écrite		
P	document intermédiaire		
T	théorie ou principe à la base de l'invention		
E	document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date		
D	cité dans la demande		
L	cité pour d'autres raisons		
&	membre de la même famille document correspondant		

VERFORM 1403 0382