

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.06.97.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.12.98 Bulletin 98/50.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : BUREAU D'ETUDES LASERS ET TECHNIQUES AVANCEES SOCIETE A RESPONSABILITE LIMITEE — FR.

72 Inventeur(s) : MERARD RENE et LECLERCQ ROGER.

73 Titulaire(s) :

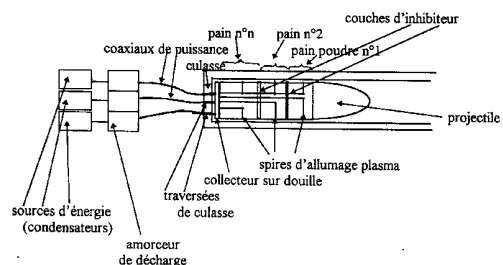
74 Mandataire(s) :

54 SYSTEME DE MISE A FEU PAR PLASMA D'UNE MUNITION D'ARTILLERIE.

57 L'invention concerne un système de mise à feu par plasma d'une munition d'artillerie, l'objectif étant d'augmenter la vitesse de bouche du projectile tout en limitant la pression crête dans le tube.

Le dispositif est constitué :

- d'une série d'allumeurs plasma internes à la munition créant localement par décharge électrique dans un fil explosé un plasma très chaud et confiné; chaque allumeur initialise séquentiellement dans le temps une « tranche » du bloc de poudre séparée des autres par un inhibiteur;
- des conducteurs latéraux longitudinaux et un réseau de collecteurs circulaires sur la douille de la munition, assurant les liaisons électriques avec l'extérieur;
- un dispositif de traversée de culasse;
- des condensateurs et des amorces de décharge.



1 - Objet de l'invention

L'invention a pour objet de répondre à l'objectif rencontré en artillerie d'accroître la vitesse de bouche du projectile (= en sortie du canon), pour un type de poudre
5 donnée, tout en limitant le pic de pression intérieure. La munition concernée peut être un obus classique, un obus flèche ou tout projectile équivalent.

Plus généralement, l'invention s'applique à la mise à feu par plasma de blocs de poudre, dès lors que l'on cherche à
10 minimiser le volume mort pris par le dispositif d'allumage et que l'on cherche à agir sur le processus de combustion de ce bloc de poudre (pression, temps).

2 - Situation actuelle

Actuellement, la mise à feu de la poudre s'effectue par
15 un système d'allumage central (cf figure n°1) comportant une composition primaire déclenchée par une action de percussion (percuteur) et une poudre relai (poudre noire par exemple) qui amorce progressivement (compte-tenu de la vitesse de propagation de la combustion dans cette composition relai) la
20 combustion du bloc de poudre principal à la périphérie du canal central.

La loi de pression dans le tube du canon qui résulte de la combustion du bloc de poudre principal a la forme représentée sur la figure n°2, c'est à dire que la combustion
25 est terminée bien avant que le projectile ne sorte du tube.

La vitesse du projectile en sortie du tube est directement liée au travail $\int pdx$ fourni par la pression s'exerçant sur le culot du projectile pendant le déplacement dans le tube, c'est à dire à l'aire hachurée.

30 Pour augmenter la vitesse de bouche pour une poudre donnée, il faudrait accroître la quantité de poudre, ce qui aurait pour conséquence d'augmenter le pic de pression, ce qui est impossible ou est très contraignant vis à vis de la tenue mécanique du tube.

Enfin une tendance se dessine pour l'emploi de poudre « flegmatisées », qui présentent des avantages sous l'angle sécurité, mais dont la combustion est plus difficile à initialiser.

5 3 - Solution présentée

La solution présentée est une solution où la mise à feu du bloc de poudre principal, est effectué par plasma, le plasma étant généré localement et en regard direct avec la zone à initialiser.

10 Cette solution, qui est décrite ci-après, présente les avantages fondamentaux suivants:

- le plasma, créé localement, est très chaud (température supérieure à quelques milliers de degré); en contact direct avec la poudre à enflammer, et étant confiné,
15 il permet d'amorcer la combustion de poudres difficiles à enflammer;

- le dispositif retenu occupe un très faible volume dans le tube du canon: il permet donc de maximiser le volume de poudre utile, pour un volume global donné (poudre +
20 amorçage);

- il permet surtout une maîtrise de l'initiation de la combustion: il permet en particulier d'initialiser séquentiellement dans le temps diverses parties du bloc de poudre, permettant ainsi d'agir sur la loi de pression dans
25 le tube et de prolonger dans le temps l'obtention d'une pression importante, pour un p_{max} donné (cf figure n°3), ce qui a directement comme conséquence d'accroître la vitesse de bouche du projectile.

4 - Présentation du système de mise à feu à plasma

30 Le système de mise à feu qui va être décrit est présenté dans une configuration géométrique dite à « allumage latéral », mais peut exister dans d'autres configurations, par exemple en « allumage central ».

Le principe du dispositif consiste à créer un plasma en
35 libérant, par une décharge électrique brève et puissante, une forte énergie électrique dans un fil métallique de faible diamètre (fil dit « explosé »). Ce fil va être littéralement vaporisé, dans un temps généralement inférieur à la

microseconde en créant un milieu ionisé (plasma) haute température permettant ainsi le passage de l'arc électrique qui va continuer à enrichir le plasma durant la décharge électrique.

5 Le dispositif va donc comprendre les principaux sous-ensembles suivants (cf figure n°4):

- le ou les allumeurs à plasma, situé sur la paroi latérale de la munition, en regard des zones du bloc de poudre à initialiser et se terminant sur la face extérieure
10 de la douille par un réseau de collecteurs de type circulaire destiné à assurer les liaisons électriques avec les circuits d'alimentation électriques situés à l'extérieur du tube;

- un dispositif de traversée de tube assurant la liaison électrique entre la douille de l'obus et les circuits
15 d'alimentation électriques précités; ce dispositif est situé sur la culasse (ou éventuellement sur la paroi latérale du tube, à proximité immédiate de la culasse); il est isolé électriquement et étanche;

- à l'extérieur du tube, des sources de stockage
20 d'énergie électrique (condensateurs), séparées, connectées chacune à un déclencheur permettant la commande séquentielle dans le temps de chaque décharge électrique sur chaque allumeur; un générateur électrique pourvoit au rechargement des condensateurs.

25 Allumeur à plasma

Le schéma général de l'allumeur à plasma et du bloc de poudre à initialiser est présenté sur la figure n°5 en version « allumage latéral ».

Le bloc de poudre est constitué de « tranches », ou pains
30 de poudre, séparés par un inhibiteur; les pains de poudre correspondent aux parties du bloc de poudre à initialiser séparément et séquentiellement dans le temps, le pain le plus proche du projectile étant initialisé le premier, le pain contigu à la douille étant initialisé le dernier.

35 La combustion de chaque pain est initialisée par un dispositif à fil explosé supporté par la paroi latérale isolante contenant le bloc de poudre. Ce dispositif est constitué d'une spire de type circulaire ou faiblement hélicoïdal d'un fil de faible diamètre (ou conducteur plat de

faible épaisseur), dit « fil explosé », réalisé par exemple par dépôt d'une faible épaisseur de métal (préférentiellement du cuivre) sur le support isolant de la paroi latérale. Une encoche dans le bloc de poudre, en regard de ce fil explosé, 5 constitue une cavité dans laquelle sera confiné le plasma créé par la vaporisation du fil explosé.

La forme et le volume de l'encoche résultent des conditions d'initialisation, désirées ainsi que de 10 considérations techniques: la position en longitudinal du fil explosé et de son encoche vis à vis du pain de poudre en regard et des deux couches d'inhibiteur délimitant ce pain de poudre peut être centrale (= située à mi-distance entre deux couches d'inhibiteur), ou volontairement décalée s'il y a raison à cela.

15 Les deux extrémités du fil explosé sont réunies à deux conducteurs longitudinaux d'amenée de courant situés à l'intérieur de la paroi latérale isolante et d'une section suffisante pour minimiser l'absorption d'énergie électrique et l'échauffement consécutif à la décharge.

20 Ces conducteurs peuvent être réalisés par le même procédé que celui susceptible d'être utilisé pour la réalisation du fil explosé mentionné ci-dessus (dépôt de cuivre sur support isolant constituant la paroi latérale) puis recouvert d'un matériau isolant (cf figure n°6).

25 Comme indiqué sur la figure n°5, un des conducteurs est commun aux diverses spires de fil explosé; à l'approche de la douille, et après la dernière spire, les divers conducteurs sont éloignés circulairement les uns des autres (cf figure n°7) pour faciliter les liaisons aux collecteurs situés sur 30 la face extérieure de la douille.

Une version à « allumage central » est présentée dans la figure n°8. Dans ce cas, un noyau central isolant supporte:

- les spires individuelles de fil explosé (autant que de tranches à initialiser),
- 35 - les conducteurs d'amenée du courant, disposés à l'intérieur du noyau isolant.

Les contraintes rencontrées sont les suivantes:

- avoir un noyau de faible diamètre, de manière à ce que le volume mort engendré n'excède pas quelques pour 40 cent du volume global,

- espacer suffisamment les conducteurs longitudinaux (comme dans l'amorçage latéral) pour éviter le risque d'arc entre les conducteurs,

- avoir néanmoins une longueur de fil explosé qui
5 soit suffisante.

Ceci n'est possible que si chaque fil explosé est de type hélicoïdal, avec un certain nombre de spires; ceci entraîne que les conducteurs longitudinaux ne peuvent plus être déposés sur une même surface, mais doivent être déposés selon
10 un processus multicouche (similaire à ce qui se fait pour les circuits imprimés).

Douille et son réseau de collecteurs circulaires

Les conducteurs longitudinaux d'amenée de courant sont connectés à des collecteurs circulaires comme indiqué sur la
15 figure n°9. Ces collecteurs, isolés entre eux, sont destinés à recevoir les contacts du dispositif de traversée de culasse, mettant en continuité électrique les conducteurs d'amenée de courant aux fils explosés avec les circuits d'alimentation électrique extérieurs au tube.

20 Ces collecteurs sont circulaires de manière à s'accomoder d'une position angulaire quelconque de l'obus à la mise au tube. Le collecteur central, situé dans l'axe du tube, est le commun; il y a ensuite autant de collecteurs que de pains de poudre à allumer.

25 La surface des collecteurs est en retrait vis à vis de la surface extérieure de la douille, de manière à ce que les contacts venant prendre appui sur ces collecteurs, lors de la fermeture de la culasse, soient séparés par de l'isolant pour éliminer le risque d'amorçage d'un arc électrique entre les
30 collecteurs.

Un capot protecteur, mettant en court-circuit le commun avec les autres collecteurs, protège mécaniquement la douille lorsque l'obus est en stockage; il est retiré lors de la mise au tube.

Traversée de culasse

En regard de chaque collecteur existe une traversée, étanche et isolée électriquement, d'une électrode en cuivre dont la mise en appui sur le collecteur est assurée
5 automatiquement lorsque la culasse est fermée. Cette électrode en cuivre est connectée côté extérieur au tube à l'âme d'un coaxial de puissance. Il y a autant d'électrodes que de collecteurs.

Circuits extérieurs au tube

10 Ces circuits comportent:

- les sources de stockage d'énergie électrique (condensateurs),
- les amorceurs à déclenchement extérieur, permettant le déclenchement de la décharge,
- 15 - des circuits de rechargement des condensateurs,
- des dispositifs de sécurité permettant d'isoler mécaniquement les sources d'énergie de l'obus au tube.

La figure 10 présente un schéma électrique de principe des condensateurs et des amorceurs de décharge qui leur sont
20 associés. Il y a autant de sources d'énergie (condensateur) et d'amorceurs associés que de pains de poudre à initialiser séparément.

Les électrodes de commande des amorceurs (appelées gâchettes) sont connectées séparément aux sorties d'un
25 générateur de tension programmé.

Revendications

1 - Système de mise à feu de bloc de poudre par plasma, caractérisé en ce que le plasma est créé localement, en regard des surfaces dont l'inflammation est à provoquer, par décharge électrique dans un fil de faible diamètre (fil dit explosé) provoquant la vaporisation de ce fil.

2 - Système de mise à feu de bloc de poudre par plasma, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le plasma produit par la décharge est confiné dans un volume réduit (encoche); cette encoche et le fil associé sont de type circulaire ou faiblement hélicoïdal;

3 - Système de mise à feu selon la revendication 2 caractérisé en ce que la géométrie des encoches et la surface du bloc de poudre initialement enflammée sont diverses, selon la loi de combustion désirée ou la topologie rencontrée (obus classiques, obus-flèches,...):

- soit amorçage central,
- soit amorçage latéral.

4 - Système de mise à feu selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il permet d'enflammer séparément et séquentiellement dans le temps des « tranches » particulières du bloc de poudre, l'objectif étant de prolonger un effet de pression dans le tube du canon tout en limitant la pression maximum développée dans ce tube; pour ce faire, les « tranches » du bloc de poudre sont séparées les unes des autres par des inhibiteurs permettant d'éviter que la combustion de la tranche de rang (n-1) ne se transmette à la tranche n jusqu'à l'instant d'initialisation de cette dernière. Le système de mise à feu sera constitué d'autant d'enroulements indépendants de

fil explosé qu'il y a de tranches du bloc de poudre à initialiser séparément.

5 - Système de mise à feu selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque enroulement de fil explosé est réuni à deux conducteurs isolés électriquement (dont un commun) et de diamètre suffisant pour ne pas subir d'élévation de température trop élevée lors de la décharge; des divers conducteurs associés aux divers enroulements aboutissent à un réseau de collecteurs circulaires isolés entre eux et situés sur la douille de la munition.

6 -.Système de mise à feu selon la revendication 5, caractérisé en ce que le réseau de collecteurs circulaires est mis en liaison électrique avec une source d'alimentation électrique extérieure à un tube par un dispositif de traversée étanche situé sur la culasse (ou éventuellement sur les parois latérales du tube);

7 -.Système de mise à feu selon la revendication 6, caractérisé en ce que la source extérieure d'alimentation électrique est constituée de sources d'énergie (condensateurs), d'amorceurs de décharge à déclenchement programmé et d'un système de rechargement des condensateurs; chaque enroulement du système de mise à feu est alimenté par une source d'énergie et un amorceur de décharge qui lui sont spécifiques.

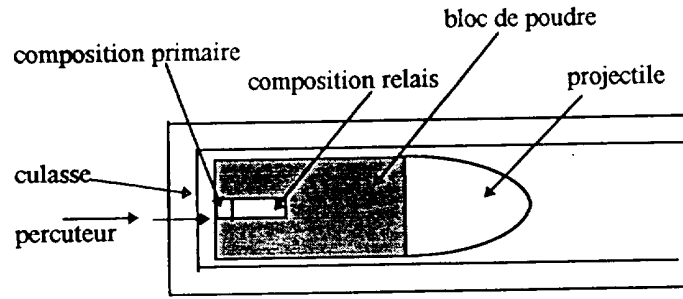


FIGURE 1

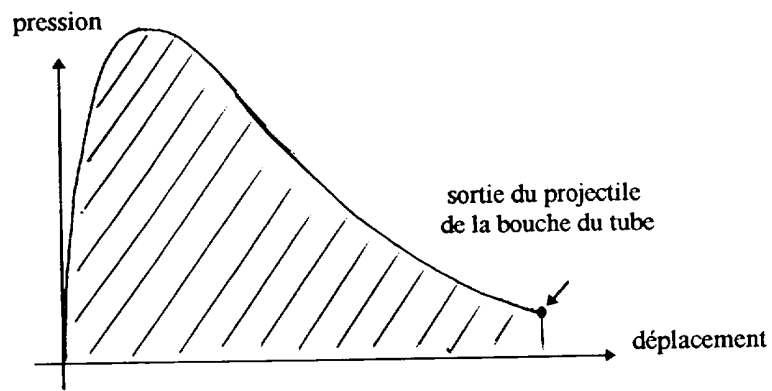


FIGURE 2
Situation actuelle

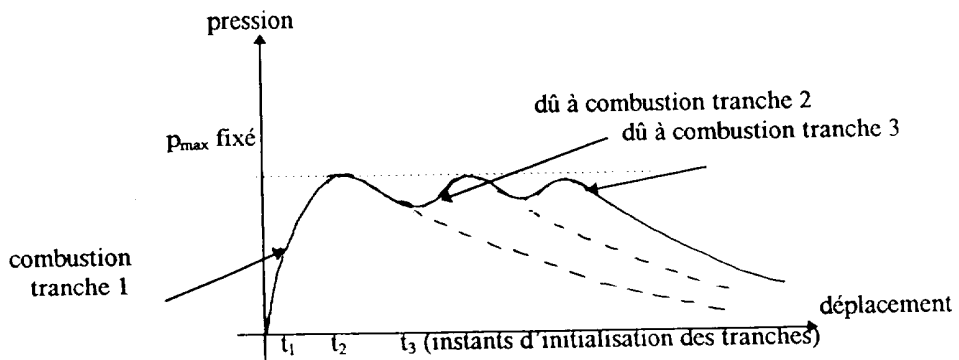
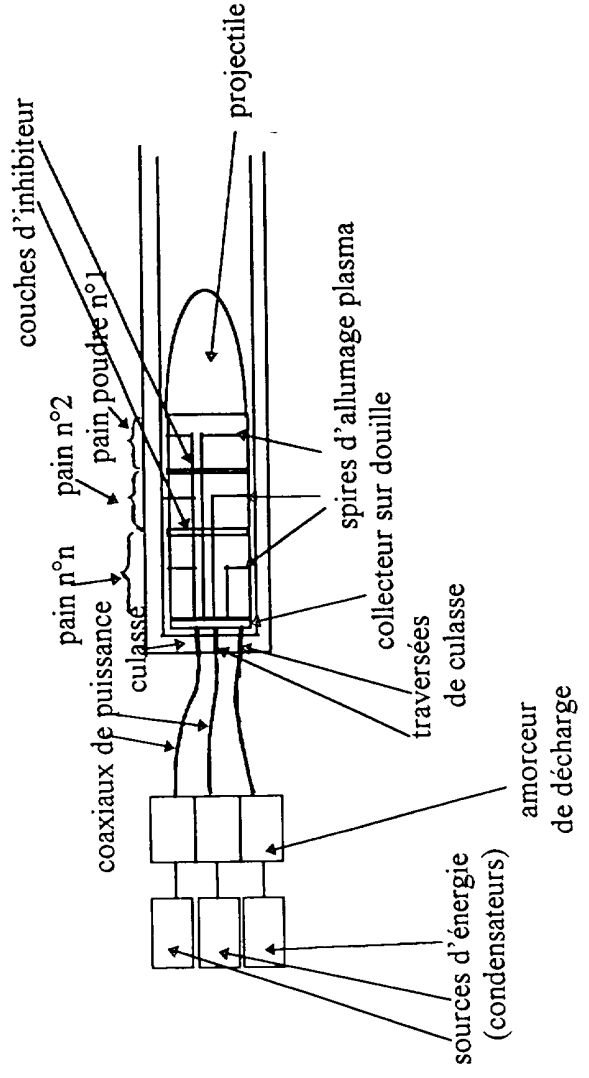


FIGURE 3
Loi de pression recherchée



SCHEMA d'ENSEMBLE du SYSTEME de MISE à FEU
FIGURE 4

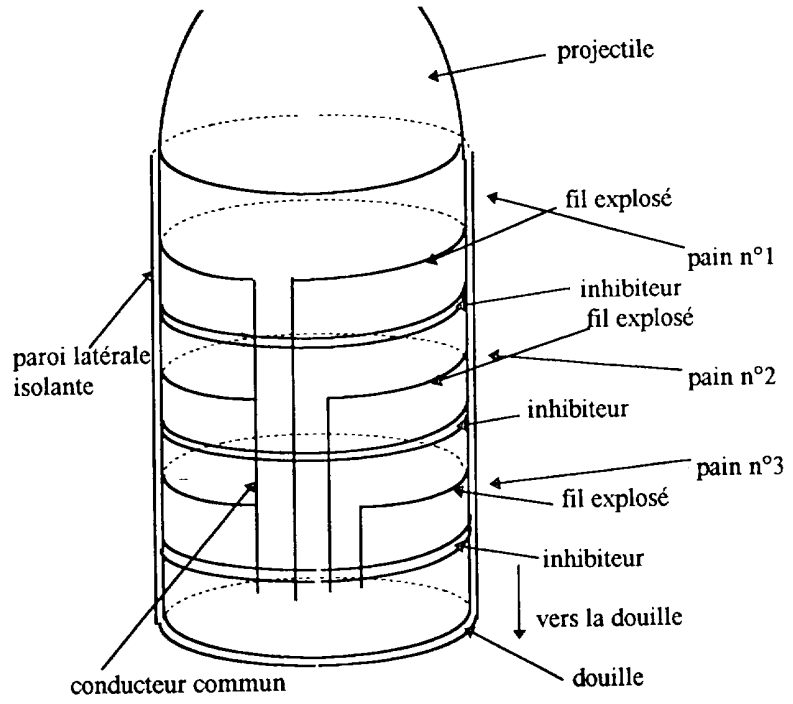


FIGURE 5

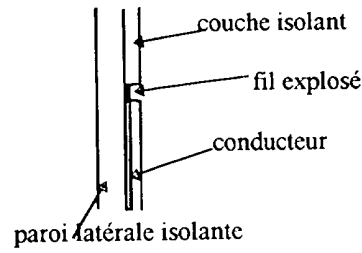


FIGURE 6

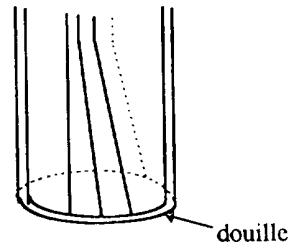


FIGURE 7

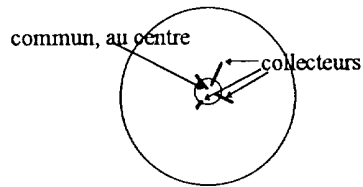
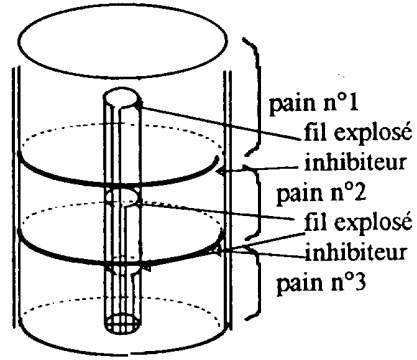


FIGURE 8
allumage central

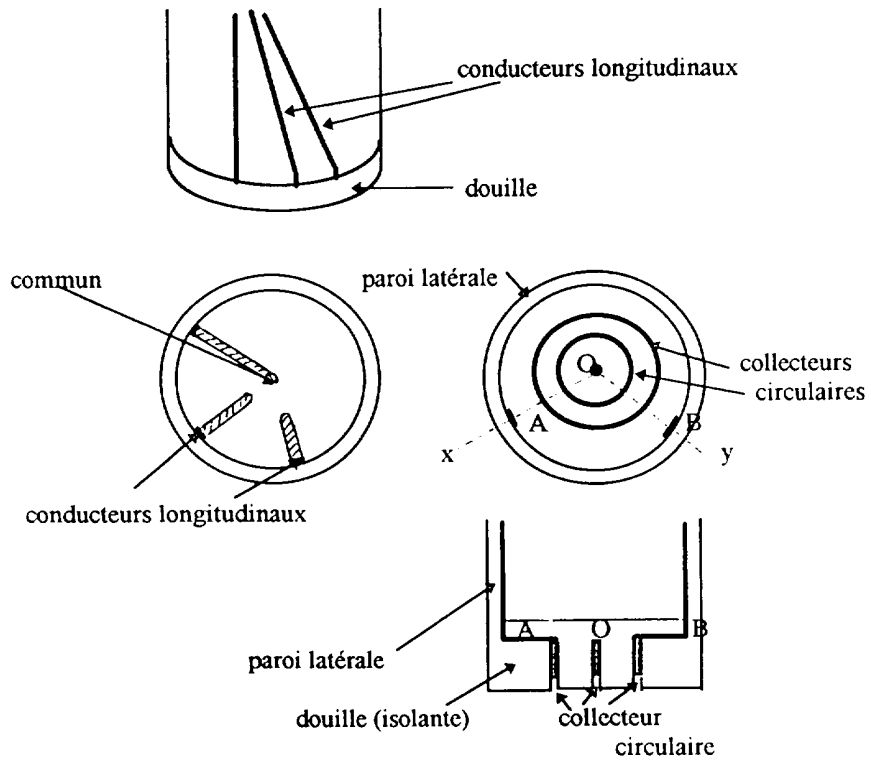
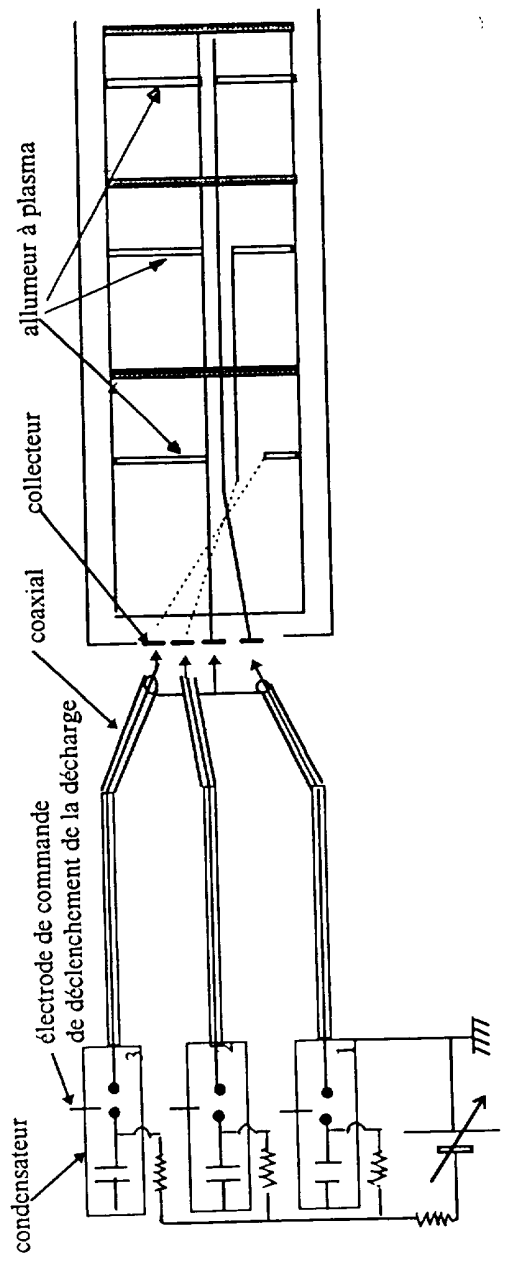


FIGURE 9



SCHEMA ELECTRIQUE DE PRINCIPE
FIGURE 10