

## Les fusées à tige

Depuis novembre 1914, les mouvements des armées se sont stabilisés, enterrés dans les méandres des tranchées. Après un hiver particulièrement rigoureux, le dégel a provoqué la liquéfaction des couches superficielles des sols et sur ces surfaces inconsistantes, les fusées percutantes armant les obus à balles ne remplissent plus leur rôle. L'Etat-major décide donc en hâte de la mise au point d'une fusée à fonctionnement instantané de grande sensibilité qui permettrait l'explosion de l'obus hors sol avant qu'il ne touche la couche sous-jacente.

Après étude de divers modèles de fonctionnement, l'Ecole Centrale de Pyrotechnie propose une solution qui semble satisfaisante. Les difficultés proviennent de la résistance relativement faible des tiges au moment du choc à l'arrivée. Il faut obtenir un fonctionnement suffisamment rapide pour que la transmission du feu soit achevée avant la rupture de la tige ; d'où la nécessité de provoquer le plus tôt possible la détonation de l'amorce et de supprimer tout retard dans la transmission.

Dans le modèle expérimenté par la commission d'expériences de Bourges, le percuteur est en forme de champignon et fait saillie en avant de la tige de façon à être mis en action au premier contact avec le sol.

Pour accélérer la transmission, l'amorce fulminante a été rapprochée autant que possible de l'amorce détonateur. Un cordeau détonant placé tout contre cette dernière transmet ensuite presque instantanément la détonation à l'intérieur de l'obus.

### La fusée détonateur percutante à tige de 24/31

#### Fab. du printemps 1915

Essais poursuivis en avril 1915 suivis d'une adoption immédiate. La fusée comprend :

-Le corps proprement dit constitué par un tube en acier étiré dont la partie postérieure est soudée à une embase en laiton qui a le profil extérieur de la tête de la fusée détonateur de 24/31 Mle 1899 . La longueur est de 13.6 c/m mais une longueur de 9.5 c/m sera également testée.

- La tête également en acier qui se visse à l'extrémité du corps de fusée et à l'intérieur de laquelle se logera le percuteur.

- Le percuteur en forme de champignon qui porte à une extrémité le rugueux et à l'autre extrémité un chapeau formant saillie.

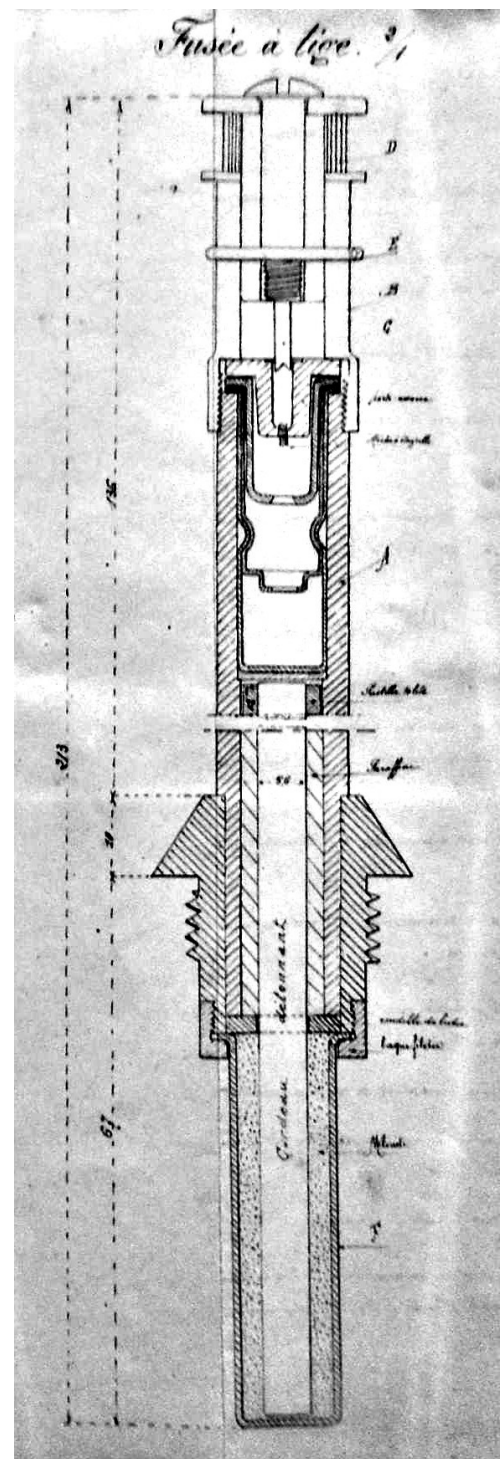
- La spirale de sécurité en clinquant de fer blanc enroulée sous le chapeau du percuteur et prenant appui sur une rondelle placée contre la tranche antérieure du tube.

- La goupille de sécurité qui immobilise le corps du percuteur à l'intérieur de la tête.

- La queue de fusée en laiton qu'une bague fileté réunit au corps et qui a le même tracé extérieur que la queue de fusée détonateur

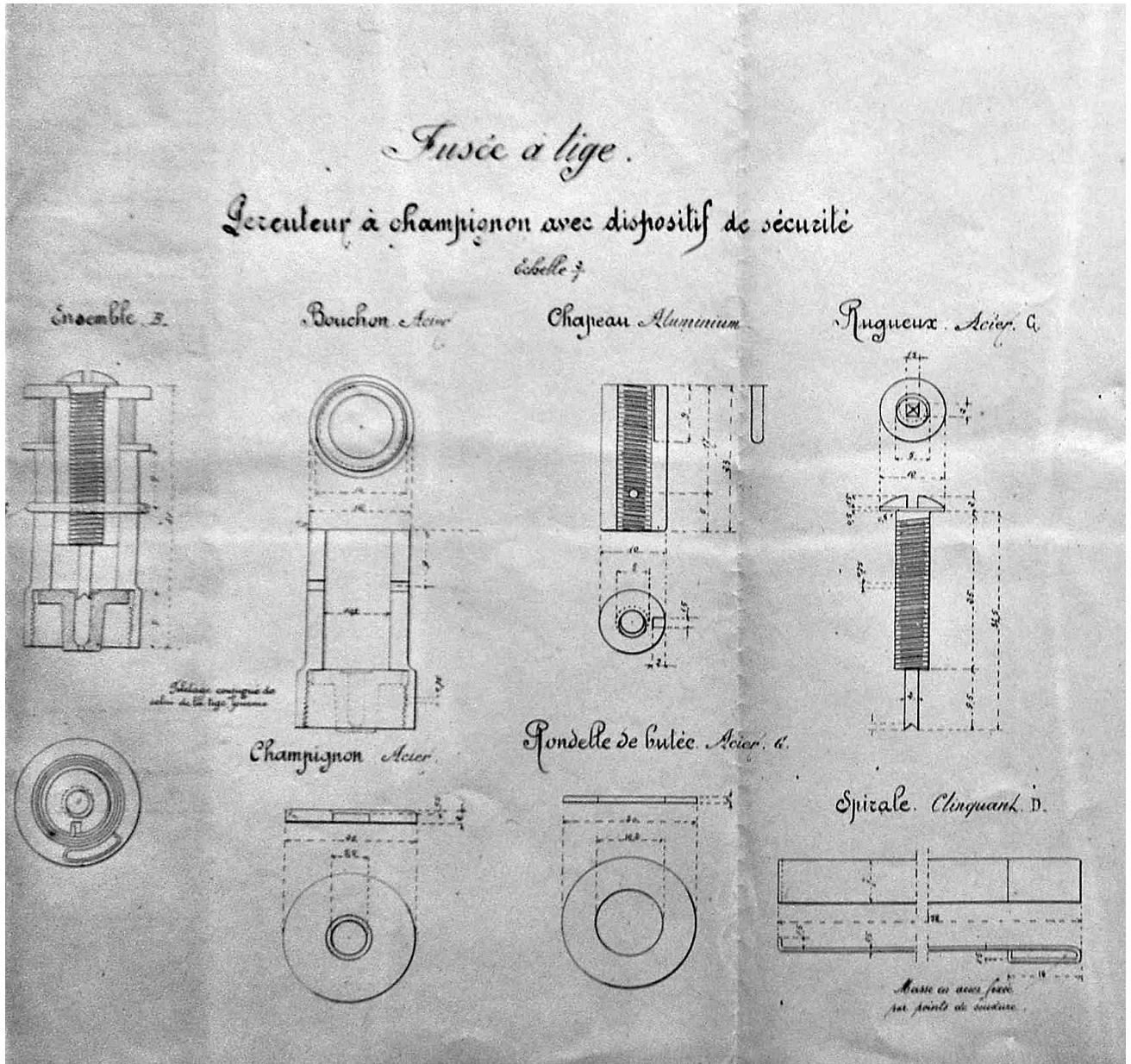
- La rondelle de butée destinée à isoler la paraffine qui entoure le cordon détonant.

- L'amorçage placé à l'intérieur se compose d'une amorce fulminante, d'une amorce détonateur à collerette et d'un cordeau détonant renforcé à l'extrémité antérieure par une pastille



de tolite.

Afin de protéger durant les manipulations et les transports, percuteur et organes de sécurité, une coiffe en plomb étamé recouvre la tête, dont le périmètre est serti sur la partie antérieure du tube d'acier. Avant montage, un enduit de caoutchouc est appliqué sur la zone de sertissage assurant l'imperméabilisation.



Plan de fabrication de la première fusée à tige utilisée au début des années 1915 et rapidement remplacée par la fusée IA Mle 15 (ci-dessus et page précédente) Archives SHD Chatelleraut

### Les fusées détonateur percutantes Instantanées allongées.

La fusée adoptée en hâte début 1915 possédait on l'a expliqué précédemment une fragilité de sa tige c'est pourquoi une nouvelle étude fut diligentée auprès de l'ECP.

Le groupe retenu comprend :

- La fusée détonateur percutante
- de 24/31 IA Mle 1915 à tête non colorée
  - de 24/31 IA Mle 1915 à tête rouge

Les fusées sont destinées à armer les projectiles fermés par une gaine-relais.

Elles peuvent également être utilisées pour les projectiles fermés par une gaine Mle 1895, à condition de munir cette gaine d'une cartouche relais spéciale de 147 m/m et d'une bague de calage.

Leur mise en place s'effectue par simple vissage à la main.

Les fusées IA ne sont munies extérieurement d'aucune rondelle de calage.

Les fusées du type IA sont caractérisées par la forme allongée de leur tête qui, une fois la fusée montée sur l'obus, émerge de 12 centimètres environ en dehors de la gaine.

## La fusée IA (Instantanée Allongée) Mle 1915 à tête non colorée

Tables de construction du 26 avril 1915

La fusée IA ou Instantanée Allongée est officiellement adoptée le 28 août 1915

Elle est constituée extérieurement:

-D'un corps en laiton cylindrique à trois étages reliés par une section tronconique ; percé d'un canal ; La partie antérieure, filetée reçoit le chapeau ; La partie postérieure également filetée mais intérieurement recevra la gaine relais par l'intermédiaire d'une bague de serrage, enfin, le cylindre arrière porte un filetage de 24 m /m de diamètre au pas de 2.5 mm qui permet le montage de la fusée sur l'œil de l'obus ou sur une gaine relais.

-Du chapeau en acier, qui se visse à la partie antérieure du corps et qui recevra le rugueux maintenu dans son logement par une goupille de laiton. La goupille laiton sera remplacée à partir de mai 1916 par une goupille en acier.

-du dispositif percutant formé:

d'un rugueux en acier , partiellement fileté, dont la partie antérieure s'élargit en tête de vis fendue ; la partie postérieure terminée par quatre pointes de forme pyramidale.

Un manchon ou douille d'aluminium fileté intérieurement qui reçoit le rugueux et qui porte à sa partie supérieure une rainure qui sert de logement à l'ergot d'entraînement de l'une des demi-bague; dans sa partie médiane, un évidement, et à la partie inférieure duquel se trouve le trou de goupille.

Une tête de rugueux ou rondelle de choc sert d'un côté d'appui à la douille d'aluminium, d'autre part à la tête de vis du rugueux

La rondelle d'appui enfilée sur le rugueux vient au contact du corps laiton.

Entre ces deux rondelles se positionne le dispositif de sécurité.

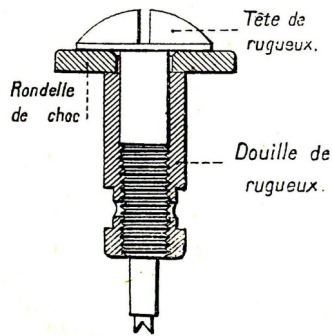
Celui ci est formé de:

Deux demi-bagues, en acier dont l'une munie intérieurement d'un ergot d'entraînement

La spirale, formée d'un ruban en laiton mince terminé par une masselotte faisant corps avec le ruban. Cette masselotte porte un repère constitué par une encoche. La spirale est enroulée autour des deux demi-bagues comme l'indique le dessin. Elle est ensuite montée sur le rugueux, de façon que le repère constitué par l'encoche de la masselotte se trouve en contact avec la rondelle d'appui et que l'ergot d'entraînement soit introduit dans son logement :







Le dispositif percuteur pour fusée IA à l'origine:

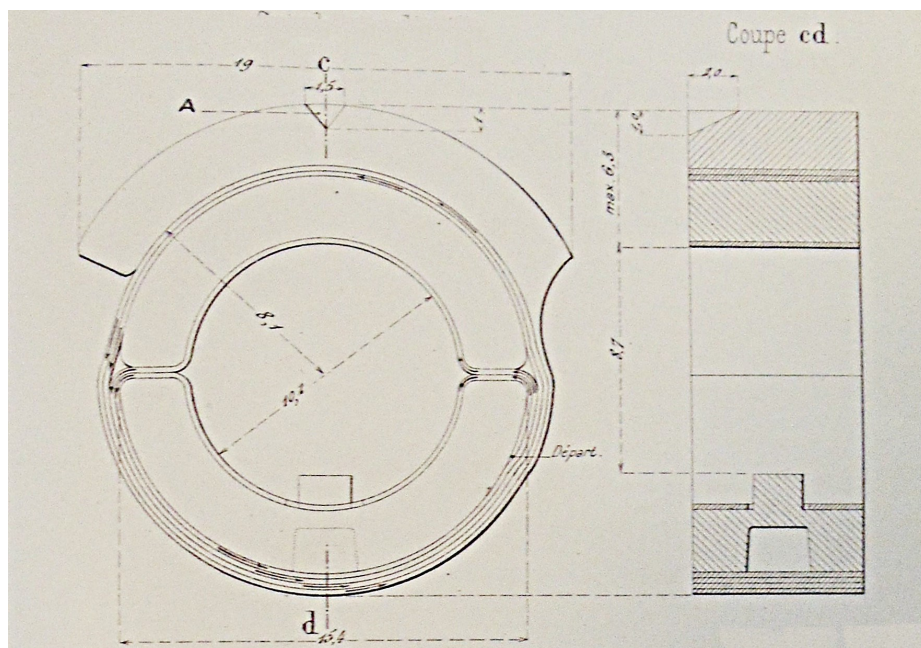
Le schéma de gauche donne la construction de principe; la photo centrale, la tête de rugueux; celle de droite, une vue de la partie postérieure. On peut noter par la différence de teinte des métaux le percuteur central en acier manchonné, par la douille du rugueux en aluminium. Le trou latéral dans la gorge de cette même douille correspond au passage de la goupille de sûreté en laiton. La rondelle d'appui est emmanchée sur la douille. A l'arrière, la masselotte de la spirale.

### La spirale.

Partie essentielle du dispositif de sécurité, c'est elle qui après le départ du coup et donc au cours de la mise en rotation de la fusée va par son déroulement libérer le percuteur qui ne sera alors plus maintenu que par la goupille.

La spirale est un ruban de laiton de 2/10 d'épaisseur de quelque 25 cm de longueur sur 6.5 mm de largeur. L'une de ses extrémité est soudée à la masselotte; l'autre est munie du dispositif d'accrochage sur l'une des demi-bague. Ce dispositif se présente sous la forme d'un trou qui viendra au moment du montage sur la demi bague s'emboîter sur l'ergot d'entraînement. L'enroulement sur les demi-bagues s'effectue selon un protocole précis afin d'obtenir la sécurité recherchée. Le sens d'enroulement est repéré par la position d'une encoche pratiquée sur la masselotte. Lors du montage, la position de cette encoche va déterminer dans quel type de canon (rayure à droite ou rayure à gauche) la fusée sera employée.

Une fois la spirale montée sur les demi bagues, l'ensemble est introduit sur la douille du rugueux, l'ergot coulissant dans une rainure et empêchant toute rotation.



Nota : Pour le montage de la spirale on indique par un repère placé en A sur la masslotte, la partie qui doit se trouver en contact:

- 1 avec la rondelle d'appui pour les fusées à tête non colorée;
- 2 avec le tête du rugueux, pour les fusées à tête rouge.

On suivra le sens de l'enroulement indiqué sur le dessin

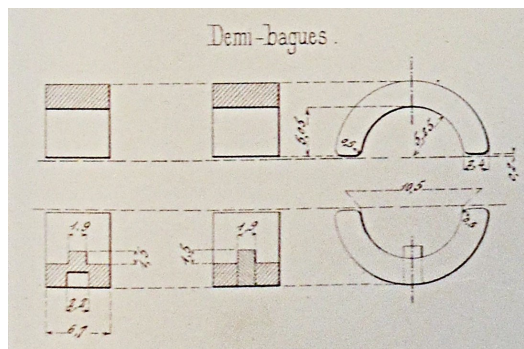




Les trois éléments constituant le dispositif de sécurité:

- En haut à gauche la spirale nue munie de sa masselotte
- Au centre, l'extrémité de la spirale opposée à la masselotte. On note le trou de fixation sur l'ergot de la demie-bague
- A droite, Les deux demie-bagues dont l'une est munie d'un l'ergot et le rugueux.

Cet ergot sert, d'une part à la liaison de la spirale avec la demie bague et d'autre part à la liaison de l'ensemble spirale et jeu de demie-bagues avec le rugueux, grâce à la rainure longitudinale fraisée sur le corps du rugueux



## La chaîne pyrotechnique et son fonctionnement

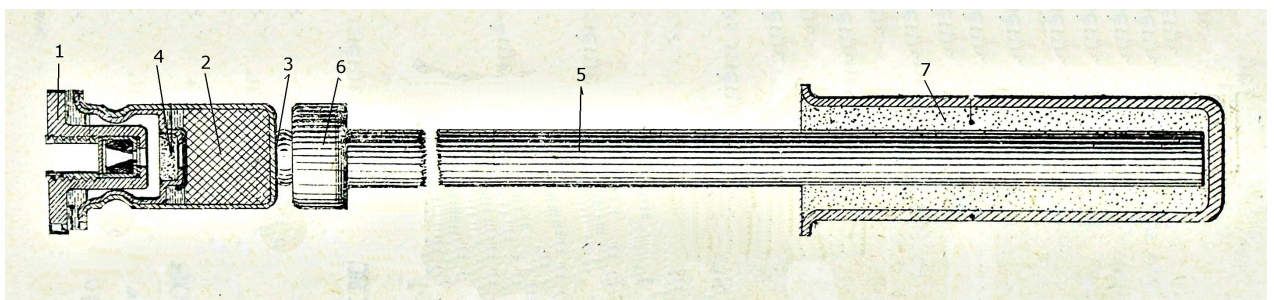
Intérieurement le détonateur comprend:

- Le porte amorce (1) en forme de mamelon (photo de droite), situé immédiatement sous la pointe du rugueux et contenant une capsule de fulminate. A l'impact, la pointe acérée du rugueux entre en contact avec la composition fulminante et provoque son inflammation



- Au dessous l'amorce détonateur courte à collerette (2), en cuivre, qui contient 3 grammes de fulminate de mercure comprimé; le fulminate est maintenu par un tube d'appui en cuivre qui est lui-même immobilisé par un sertissage et calé à la partie inférieure par une rondelle de feutre.

A la partie inférieure du tube d'appui est percé le trou de passage de feu (3) fermé par une rondelle de calicot doublée d'une rondelle d'étain. Cette rondelle d'étain est destinée à éviter toute possibilité de tamisage du fulminate. ( voir le schéma général )



A l'intérieur du tube d'appui est disposé un grain de poudre comprimé (4) destiné à renforcer l'action de l'amorce fulminante au moment de la mise de feu.

- Le cordeau détonant (5) constitué par un tube d'étain rempli de mélinite. L'extrémité supérieure de ce cordeau se trouve au dessous de l'amorce. Il traverse tout le corps de la fusée et pénètre jusqu'au fond du relais. Ce cordeau est entouré à sa partie supérieure par un anneau (6) formé en rapprochant les extrémités d'un brin de cordeau détonant de 25 mm de longueur. Cet anneau ainsi que l'extrémité supérieure du cordeau détonant sont aplatis dans leur logement après mise en place.

Le relais (7) constitué par une douille en laiton embouti et étiré. Cette douille est reliée au corps de fusée par la bague de serrage et contient 4 grammes de mélinite pulvérulente comprimée à 80 KG/cm<sup>2</sup>. Cette mélinite comporte, dans sa partie centrale, un dégorgement cylindrique dans lequel pénètre le cordeau détonant.

### **Coiffage de la fusée IA Mle 1915**

Un ruban de fil de 10 mm goudronné est présenté le long d'une génératrice du corps de fusée et enroulé d'un tour sur la partie inférieure du chapeau, puis un deuxième tour au droit de la goupille dans le but de protéger la coiffe en étain contre les rugosités de celle-ci. Le cordonnet est ensuite conduit jusqu'à hauteur de la spirale autour de laquelle il est enroulé d'un tour complet, puis il est redescendu le long d'une génératrice du corps de fusée. Cette opération d'enroulement du cordonnet est faite en faisant serrage et en assurant le collage du cordonnet goudronné sur le métal. Une couche de goudron caoutchouté est ensuite appliquée sur une hauteur de 1 cm de part et d'autre du joint du chapeau avec le corps (soit 2 cm en tout) Un disque de carton embouti est appliqué sur la tête du rugueux ; enfin, une coiffe en étain est finalement mise en place et sertie seulement au droit du goudron caoutchouté.

### **Fonctionnement de la fusée IA Mle 1915 à tête non colorée.**

La fusée est décoiffée seulement au moment de son emploi.

Au départ du coup, la présence des demi-bagues entre la tête du rugueux et la rondelle d'appui s'oppose à ce que le rugueux puisse atteindre l'amorce, même en cas de cisaillement accidentel de la goupille.

La demi-bague à ergot participant au mouvement de rotation du projectile, entraîne l'extrémité de la spirale à laquelle elle est fixée.

La spirale, étant donné le sens de son enroulement et celui du mouvement de rotation (à droite), entraîne la masselotte dans ce mouvement en se resserrant autour des demi-bagues.

Lorsque la force centrifuge devient suffisante, la masselotte s'écarte de l'axe du projectile en provoquant un déroulement de la spirale qui libère les demi-bagues et leur permet de s'échapper.

Lorsque ces demi-bagues se sont échappées, ce qui se produit en dehors de l'âme, le percuteur n'est plus maintenu que par la goupille. Cette dernière se cisaille au point de chute si l'angle de chute est suffisant pour que la tête de la fusée rencontre le sol. La pointe du rugueux vient alors rencontrer l'amorce fulminante.

Le feu de cette dernière est transmis, par le grain de poudre comprimé, à l'amorce courte de 2 grammes de fulminate qui détone.

Le cordeau détonant transmet cette détonation instantanément à la mélinite qui se trouve dans le relais, laquelle détone à son tour en provoquant la déflagration de l'explosif de la gaine relais et du chargement du projectile.

Au moment du tir, le servant décoiffe la fusée en tirant sur le ruban tout en accompagnant le mouvement d'une rotation afin de suivre son sens d'enroulement.

### **Conditions d'utilisation :**

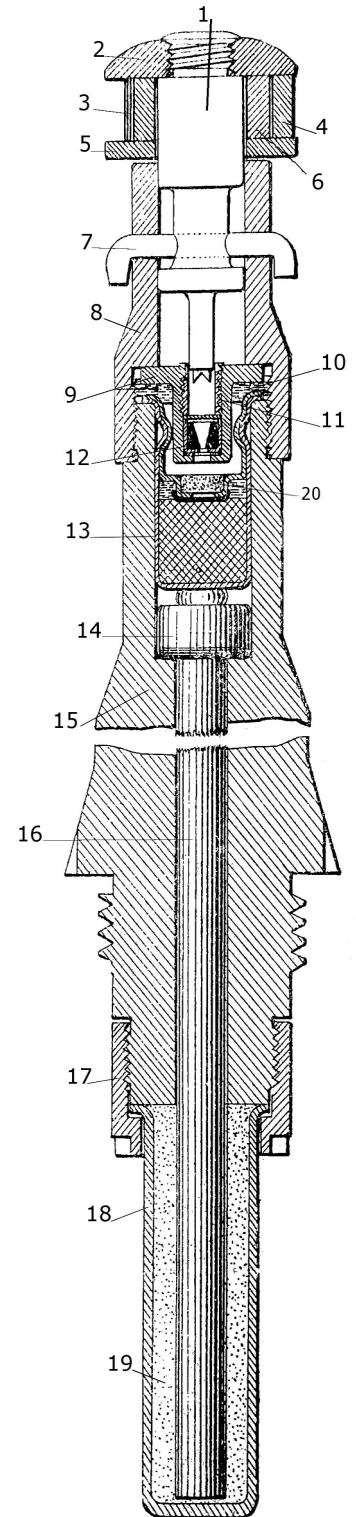
Le déroulement de la spirale n'est obtenu dans les canons rayés à droite que pour une vitesse de rotation supérieure à 50 tours /seconde. Ce nombre de tours correspond pour un obus de 155 tiré dans un canon rayé à droite avec inclinaison de 7°, à une V° d'environ 200m/seconde.

La fusée IA Mle 1915 peut être utilisée dans les canons de 155 court Schneider et Saint Chamond et les canons de 155 Long. Ces bouches à feu sont rayées à droite à 7° et les vitesses initiales qu'elles développent sont supérieures à 200 m/s.

La fusée IA Mle 1915 à tête non colorée ne peut être employée dans les canons de 155 Court Mle 1881 ou 1890, ou 1904 TR ou 1881-1912 parce que ces bouches à feu qui sont rayées à droite à 7° utilisent des charges développant des V° inférieures à 200 m/s. Dans ces canons, on fait usage de la fusée IA à tête rouge.



- 1 Rugueux
- 2 Tête de rugueux
- 3 Spirale
- 4 Masselotte de la spirale
- 5 Rondelle d'appui
- 6 Demi-bague
- 7 Goupille
- 8 Bouchon
- 9 Porte amorce
- 10 Rondelle de feutre
- 11 Bouchon fileté
- 12 Amorce fulminante
- 13 Amorce détonateur courte à collerette
- 14 Anneau en cordon détonant
- 15 Corps de fusée
- 16 Cordon détonant
- 17 Bague de serrage
- 18 Gaine relais
- 19 Mélinite
- 20 Grain de poudre



*Fusée IA Mle 1915*

*A droite vue éclatée de la fusée, la gaine relais est du deuxième type*

*A gauche une fusée IA portant sa coiffe de protection plomb . La gaine relais est du premier type . Coiffe non colorée; les marquages de chargement ont disparu par les manipulations*



## Note relative aux modifications apportées au cours de la fabrication de la fusée IA Mle 1915

- Fin 1915, les réserves en métaux stratégiques sont déjà largement entamées des deux côtés du Rhin. Afin d'éviter les risques d'une pénurie qui pourrait se révéler tragique, on étudie les possibilités de réduction et d'économie de consommation notamment en métaux cuivreux dont l'artillerie est une grande consommatrice, la direction des matériels de guerre décide entre autres choses le remplacement de certaines parties des fusées initialement en laiton par l'acier. C'est ainsi que le corps des fusées IA va être fabriqué durant quelques mois en acier ; le temps pour l'Etat de trouver de nouveaux d'approvisionnements en métaux stratégiques.



*Fusée IA Mle 15 fabriquée durant les derniers mois de 1915 portant la gaine relay du premier type, goupille laiton. Son défaut ! La rouille rapide du corps durant les mauvaises conditions météorologiques de l'hiver.*

- Evolution du système percutant

A la demande de M. Rosengart, (Industriel de l'industrie automobile contraint de reconversion par le conflit) fabricant de ce modèle de fusée, on met en essai le 22 septembre 1915 une fusée IA dont l'organisation du chapeau a été modifiée, ce qui paraît devoir faciliter la fabrication sans nuire ni à la sécurité ni au fonctionnement de l'artifice.

Cette organisation entraîne une disposition un peu différente de la rondelle de choc. Le rugueux en acier et la douille porte rugueux en aluminium sont remplacés par une pièce unique en laiton. L'ancienne et la nouvelle fabrication seront poursuivies conjointement jusqu'en mai 1916, le rugueux en acier et sa douille en aluminium seront alors remplacés pour l'ensemble des fabrications par un rugueux d'une seule pièce en acier dont la partie antérieure munie d'un filetage reçoit la rondelle de choc ou tête de rugueux.

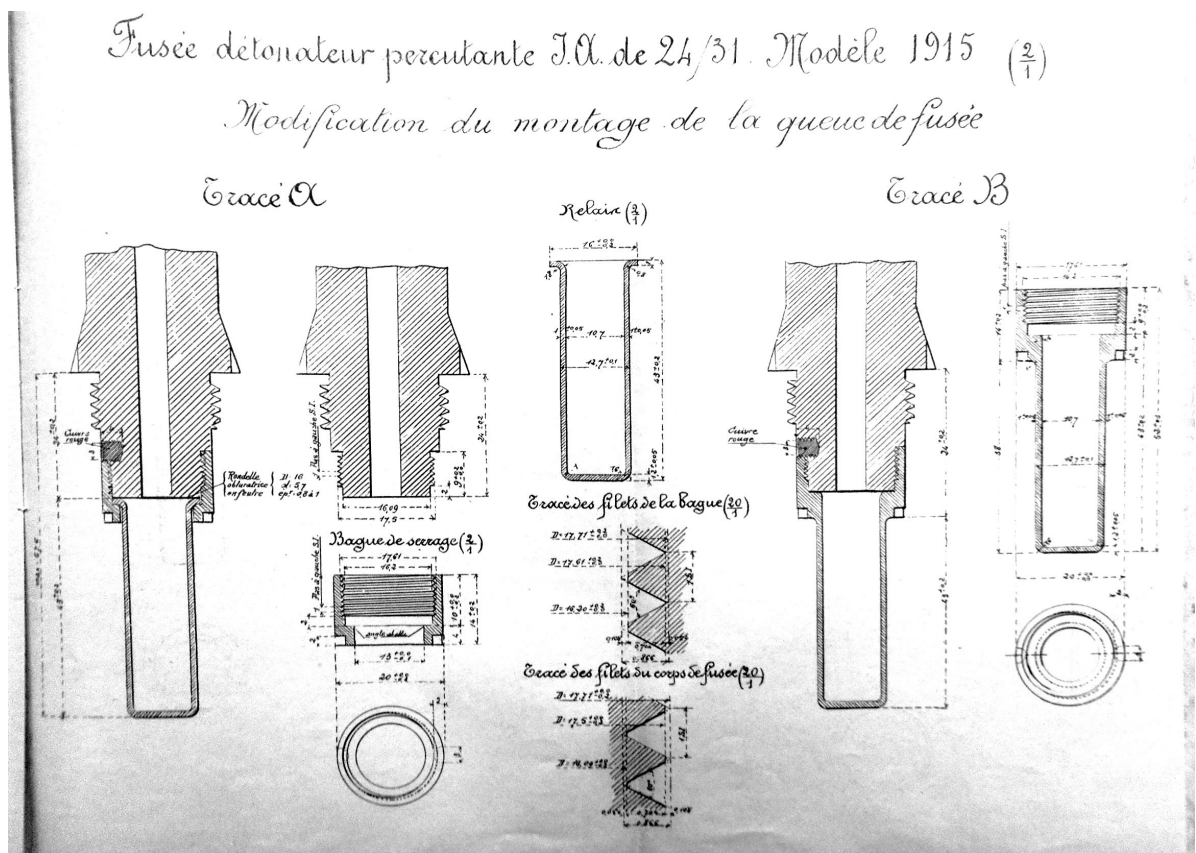
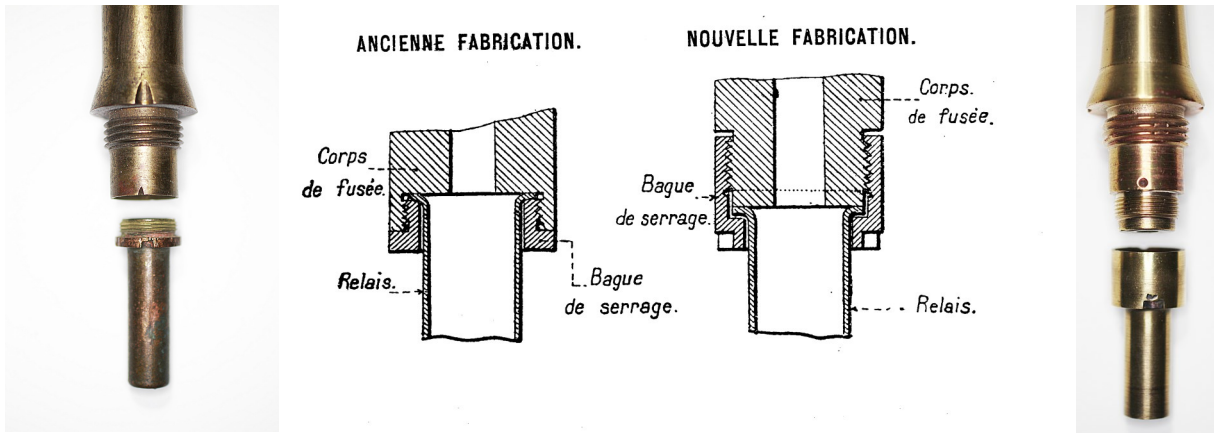


*Evolution des rugueux sur fusées IA: De gauche à droite- Le rugueux initial acier/douille d'aluminium. Il est remplacé fin 1915 par un rugueux laiton vissé sur tête acier ; puis à partir de juin 1916 par un rugueux et tête acier vissés; enfin, pour simplifier encore la fabrication, l'extrémité du rugueux est simplement rivée sur la tête*

## Evolution de la fixation de la douille relais

Au cours des tirs de guerre, on avait constaté la non explosion de certains obus avec long feu de la fusée. L'étude de celles-ci montra que la bague de serrage de la gaine relais se dévissait lors des transports, manutentions ou durant la période de rotation sur la trajectoire. Ce dévissage provoquait la rupture de la chaîne pyrotechnique entre le cordon de mélinite et la gaine relay, empêchant l'explosion de l'obus. On envisagea alors un autre type de bague qui se vissait sur le corps et non plus dans le corps avec une longueur de filetage augmentée; la gaine relay restant indépendante de la bague de serrage. Parallèlement une version monobloc fut étudiée, l'ensemble bague et gaine étant obtenus par décolletage d'une barre de laiton. Les études en tir réel montrèrent que dans les deux cas les problèmes de dévissage subsistaient toutefois dans une moindre mesure avec la douille monobloc.

Une nouvelle tentative fut décidée, celle d'insérer et mater un grain de cuivre dans un trou peu profond percé en limite de la partie supérieure de la bague. Si par principe cette technique était une solution, sa réalisation augmentait les coups de production et le temps de fabrication. En définitive la version monobloc de la gaine fut adoptée et on réalisa que l'application de deux à trois coups de pointeau sur la partie fileté de la douille constituait un moyen suffisant pour empêcher le dévissage.



### -Etude d'un dispositif de sécurité afin d'empêcher le déroulement accidentel de la spirale

En août 1916, on met en essai un dispositif automatique destiné à empêcher le desserrement de la spirale jusqu'au moment du coup. Ce dispositif équipe des fusées IA. Il est constitué par une coupelle en laiton montée extérieurement sur le chapeau au-dessus de la goupille. Cette coupelle contient intérieurement une rondelle en plomb. Elle porte 3 fenêtres rectangulaires ; le métal de ces fenêtres est rabattu à l'intérieur de façon à agraffer la coupelle sur la rondelle d'appui. Dans cette position, la coupelle entoure complètement la spirale et empêche la spirale de se dérouler.

Au départ du coup, la coupelle doit se dégraffer automatiquement par inertie en s'avalant jusqu'à rencontrer la goupille de façon à dégager la masselotte et la spirale.

Une seconde version a également été testée, celle-ci est constituée par une coupelle en laiton montée extérieurement sur le chapeau et contenant intérieurement une bague en laiton. Cette coupelle porte

comme dans le premier dispositif 5 fenêtres rectangulaires à agrafes la fixant sur la rondelle d'appui. Dans cette position la coupelle entoure complètement la spirale.

L'ensemble porte à la partie inférieure deux échancrures diamétralement opposées, pour le passage des extrémités de la goupille.

Au départ du coup, la coupelle doit se dégraffer par inertie en s'avalant jusqu'à ce que les deux échancrures rencontrent les extrémités de la goupille. A ce moment-là, masselotte et spirale sont dégagées.

Ces essais montrèrent l'inefficacité des deux dispositifs tout en introduisant, chose plus grave de nouvelles causes d'accident. Il ne convenait donc pas de poursuivre cette étude.

### **La fusée détonateur percutante de 24/31 IA Mle 1915 à tête rouge.**

Intérieurement et extérieurement cette fusée est identique à celle à tête non colorée ; seule l'encoche de la masselotte, au lieu d'être en contact avec la rondelle d'appui, est en contact avec la tête du rugueux. De ce fait, le sens de l'enroulement de la spirale montée sur le rugueux se trouve inverse du sens de l'enroulement de la spirale de la fusée à tête non colorée.

#### **Fonctionnement :**

Le fonctionnement de la fusée à tête rouge tirée dans les canons rayés à gauche est le même que celui de la fusée à tête non colorée tirée dans les canons rayés à droite. Cela provient de ce que le sens d'enroulement de la spirale est inversé.

Lorsque la fusée à tête rouge est employée dans les canons de 155 Court Mle 1881 ou 1890 ou 1904TR ou 1881-1912, qui sont rayés à droite, le fonctionnement est le suivant :

Au départ du coup, la présence des demi-bagues entre la tête de rugueux et la rondelle d'appui s'oppose à ce que le rugueux puisse atteindre l'amorce, même en cas de cisaillement accidentel de la goupille.

La demi-bague à ergot participant au mouvement de rotation du projectile entraîne l'extrémité de la spirale à laquelle elle est fixée.

La spirale, en raison du sens de son enroulement et de celui (à droite) du mouvement de rotation, se serre autour des demi-bagues en se déroulant.

Lorsque le déroulement est suffisant, les demi-bagues sont libérées et s'échappent.

La spirale s'échappe également.

L'échappement des demi-bagues se produit en dehors de l'âme, mais plus près de la bouche de la pièce que pour des fusées à tête non colorée tirées dans les bouches à feu rayées à droite.

Lorsque les demi-bagues se sont échappées, la fusée se comporte et fonctionne à l'arrivée dans les mêmes conditions que la fusée à tête non colorée.

#### **Condition d'armement :**

La fusée à tête rouge s'arme dans les canons rayés à gauche pour une vitesse de rotation supérieure à 3000 tours/minute. Le nombre de tours minimum quant à lui peut être inférieur à 2000 tours/mn.

Cette fusée s'arme à toutes les charges dans les canons de 155 Court Mle 1881, 1889, 1904 Tr ou 1881-1912.

#### **Identification des fusées IA Mle 1915**

Sur la partie médiane cylindrique du corps on porte au pochoir et au nitrate d'argent

Sur la première ligne l'établissement producteur: exemple **ECP** suivi du lot de fabrication et des deux derniers chiffres de l'année

Sur la ligne deux: le modèle de la fusée : Ici **IA** suivi du diamètre de filetage et du diamètre extérieur de l'œil de l'obus ou de la gaine relai : **24/31**

En ligne trois : l'année modèle , ici **1915**

**ECP- 12-15**

**IA - 24/31**

**Mle 1915**



## La fusée IA à deux amorces ou fusée détonateur percutante Instantanée Allongée Lefèvre Mle 1916 ou fusée IAL Mle 1916 à tête non colorée

### tables de construction du 21 février 1917

Indépendamment des problèmes de sécurité qui étaient « presque » solutionnés, le problème de ratée d'inflammation de la fusée IA était dû essentiellement à l'avalement du cordon détonant au départ du coup. Cette rupture de connexion entre le cordon détonant et l'amorce courte à collerette empêchait même si l'explosion de cette amorce avait lieu, la transmission de la détonation jusqu'à la charge. Afin de remédier à ce défaut, le Lieutenant-colonel Lefèvre, qui était ingénieur auxiliaire des poudres proposa l'interposition d'une amorce de queue à tube d'appui non percé dans la chaîne pyrotechnique de la fusée. Les résultats obtenus au tir de plus d'un millier de fusées adoptant cette seconde amorce justifiaient l'adoption de la fusée sous l'appellation de fusée Instantanée Allongée Lefèvre Modèle 1916.



La fusée extérieurement est la même que la fusée détonateur de 24/31 IA Mle 1915 à tête non colorée, sauf en ce qui concerne la partie inférieure de l'artifice. Cette partie inférieure, au lieu d'être constituée par un relai maintenu par une bague de serrage, est constituée par une douille porte amorce vissée sur le corps de fusée.

Le corps de fusée est en outre un peu plus long que dans la fusée détonateur de 24/31 IA Mle 1915.

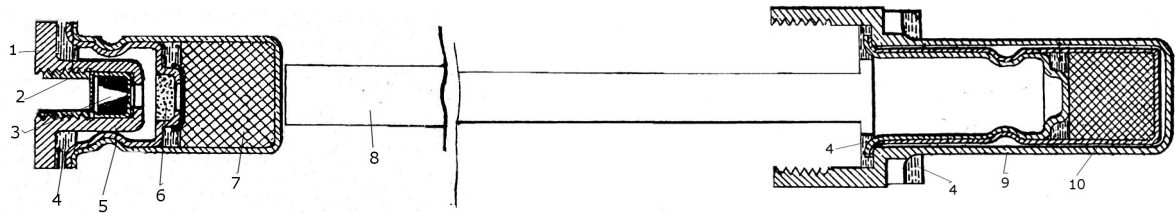
Intérieurement, la fusée diffère de la fusée IA Mle 1915 à tête non colorée uniquement par l'organisation du détonateur.

L'amorce courte à collerette repose directement sur le fond de son logement. Il n'y a ni cordeau détonant, ni anneau de cordeau détonant. Le canal central du corps de fusée est vide.

Le relai et sa bague de serrage sont remplacés par une douille porte amorce.

Cette douille porte amorce est identique aux douilles porte amorce employée avec les fusées du Mle 1899. Elle contient une amorce à collerette du type ordinaire. Cette amorce est organisée de la même façon que l'amorce courte à collerette, mais sa hauteur est plus grande. En outre, le tube d'appui est plein au lieu d'être percé d'un trou de mise de feu fermé par une rondelle de calicot doublée d'une rondelle d'étain.

La fusée IAL doit en principe être munie d'une rondelle de calage, enfilée sur la douille porte amorce et collée au moyen d'un vernis à la gomme laque. La présence de cette rondelle n'est pas indispensable, elle a l'avantage d'occasionner, à la fin du vissage, une pression qui concourt à la fixité de la fusée, et de reporter une partie de l'effort d'arrachement de la douille porte amorce sur la gaine relais.



**La chaîne pyrotechnique de la fusée IAL**

**LEGENDE**

- |                       |                               |  |
|-----------------------|-------------------------------|--|
| 1. Porte amorce       | 5. Amorce courte à collerette |  |
| 2. Bouchon fileté     | 6. Grain de poudre            | 9. Douille porte amorce                              |
| 3. Amorce             | 7. 2 grammes de fulminate     | 10. Amorce à collerette ordinaire à 2gr de fulminate |
| 4. Rondelle de feutre | 8. Canal de communication     |  |

**Fonctionnement :**

Identique à celui de la fusée détonateur percutante de 24/31 IA Mle 1915 à tête non colorée, sauf en ce qui concerne le fonctionnement du détonateur. Le détonateur de l'amorce courte à collerette se transmet directement, sans aucun intermédiaire à travers le canal central de la fusée à l'amorce à collerette du type ordinaire logée dans la douille porte amorce.

La détonation de cette amorce provoque la détonation de l'explosif de la gaine relais et du chargement du projectile

**La fusée détonateur percutante de 24/31 IAL Mle 1916 à tête rouge.**

Extérieurement et intérieurement identique à la fusée IAL à tête non colorée à l'exception du sens de l'enroulement de la spirale montée sur le rugueux qui se trouve inverse du sens de l'enroulement de la spirale de la fusée à tête non colorée.

**Identification :**

Pour ces deux types de fusées une bande de peinture gris bleuté est appliquée sur la partie du corps comprise entre le bord libre de la coiffe et la partie tronconique supérieure. L'ajout de la bande colorée permettant de distinguer les fusées IA des fusées IAL

Suivant le cas, la tête du rugueux et la tête de la coiffe sont peints en rouge ou laissés incolore..

**Note sur les essais d'améliorations réalisés sur la fusée IAL**

D'avril à juin 1917 on met en essai des fusées IAL à profil modifié. Cette étude portant sur la modification du profil extérieur de la fusée IAL est envisagée en vue de réaliser une économie de laiton dans la fabrication. Trois projets sont soumis aux essais : le premier est proposé par le directeur de l'ECP, les deux autres par le fabricant Rosengart. (antérieurement à 1914, fabricant d'automobiles )

Les projets Rosengart sont immédiatement éliminés, car présentant une résistance insuffisante, tout en entraînant un remaniement complet de l'encaissage ; le projet ECP tout en étant plus acceptable aurait nécessité une étude exacte de l'économie de métal réalisée venant en contrepartie d'une sécurité de fonctionnement qui se rapprocherait du dangereux. Finalement, le projet d'économie de métal fut abandonné.



Proposition Rosengart  
Profil N°1



Proposition Rosengart  
Profil N°2

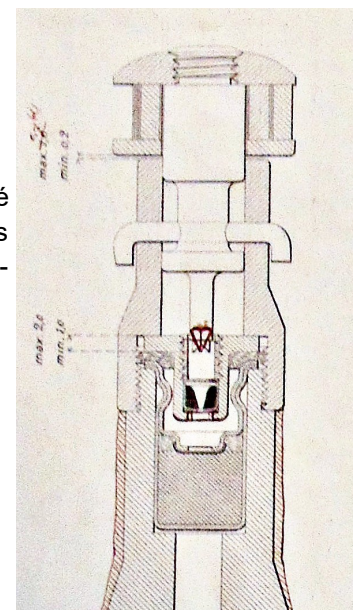


Proposition de l'Ecole  
Centrale de Pyrotechnie

Amélioration apportée dans la fabrication :

En mai 1916, le rugueux d'acier qui remplace la douille de rugueux aluminium est relié à la tête de rugueux par un assemblage fileté. Avec la création de la fusée IAL, une nouvelle modification est apportée : la fixation par filetage est remplacée par un rivetage à froid sur un rugueux lisse. Cette fabrication sera plus tard remplacée par un rivetage à chaud sur une tête de rugueux bouterollée

La seconde modification porte sur la pointe de percuteur située à l'extrémité du rugueux. La pointe du percuteur de la fusée IA présente quatre points de forme pyramidale. Avec l'adoption de la fusée IAL, cette pointe est réduite à une forme pyramidale unique





## Proposition de modification du chapeau de la fusée IAL par le dispositif Lépiney.

Dans la fusée IA ou IAL, qui fonctionne par refoulement, le rugueux fait saillie en avant du corps de fusée.

Pour que cette saillie, qui correspond à la position où la pointe du rugueux est éloignée de l'amorce, reste constante jusqu'au choc à l'arrivée, une goupille immobilise le rugueux et comme cette goupille ne résisterait pas à l'avalement au départ, la tête du rugueux est en outre maintenue écartée du corps de fusée par un système de sécurité spécial composé de deux demi-bagues en acier qui emboîtent l'axe et d'une spirale en laiton enroulée autour de ces demi-bagues.

Ce système fonctionne comme suit : au moment du départ du coup, l'axe du rugueux entraîne avec lui les demi-bagues et la spirale dans son mouvement de rotation, et comme l'impulsion vient du centre, et que la spirale est enroulée en sens contraire de la rotation du projectile, le mouvement d'entraînement a pour effet d'appliquer fortement les bagues contre l'axe pendant les premiers moments du trajet dans l'âme.

Cette analyse sommaire montre l'importance capitale du mouvement d'entraînement des bagues et de l'extrémité intérieure de la spirale.

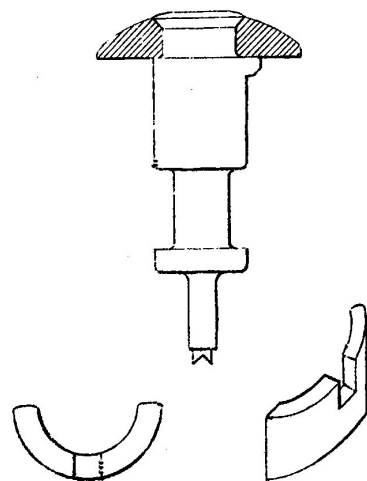
Pour assurer cet entraînement et éviter tous les phénomènes de glissement qui risqueraient de la compromettre, la demi-bague qui est appliquée directement sur l'axe porte intérieurement un ergot qui vient faire saillie dans une rainure de l'axe et la spirale présente elle-même un trou ou s'engage aussi cet ergot.

C'est ce dispositif d'entraînement que le lieutenant Lépiney propose de modifier.

Son idée est de simplifier la fabrication. Dans la fabrication réglementaire, il faut pratiquer une rainure sur l'axe et il faut munir une des demi-bagues d'un ergot obtenu soit par poinçonnage partiel soit par le moyen d'un tenon rapporté.

Lépiney propose d'éviter ces complications : la tête du rugueux est obtenue directement par forgeage et elle porte sous le chapeau un ergot venu de forge qui est destiné à jouer le rôle de l'ergot de la bague. Inversement, la demi-bague n'a plus de tenon et présente au contraire une mortaise ou vient s'engager l'ergot du rugueux.

Compte tenu de la disparition de l'ergot de la bague, la partie de la spirale en contact avec celle-ci est modifiée: son extrémité se termine par une languette longue de 15.5 mm qui vient s'insérer dans l'échancrure de la demi bague



L'idée semblait intéressante mais aux essais, nombre de ceux-ci montrèrent le non entraînement des bagues et de la spirale dans le mouvement de rotation et, attendu qu'il était difficile d'augmenter les dimensions de l'ergot qui risquait de gêner alors le fonctionnement au point de chute en limitant la course du rugueux, la commission d'essai jugea inutile toute poursuite du projet

### Autres propositions Lepinay

Ces dispositifs ont été essayés parallèlement aux essais Beyla pour la sécurisation des fusées IAL.

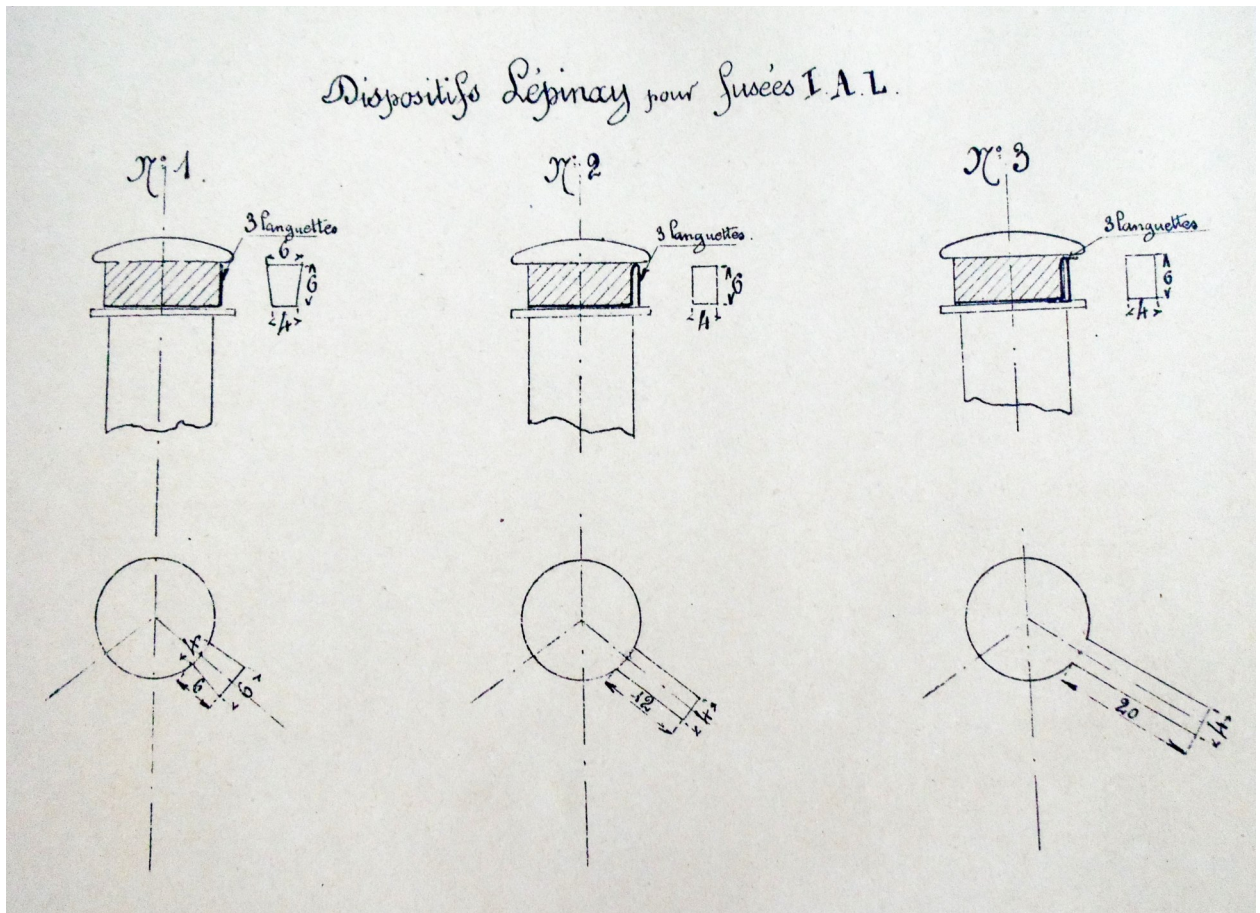
On a vu au chapitre des fusées IA que des essais avaient été pratiqués afin d'empêcher la spirale de la fusée de se dérouler avant le départ du coup et de retarder l'armement de la fusée en s'opposant au déroulement de la spirale tant que le projectile n'a pas acquis une certaine vitesse de rotation.

Le premier dispositif est constitué par une rondelle mince en laiton placée au dessous de la spirale et portant trois languettes en forme de trapèze qui se rabattent sur celle-ci de bas en haut

Le second dispositif est comme le précédent, placé au dessous de la spirale mais les languettes sont rectangulaires et sont repliées une fois sur elles-mêmes.

Le troisième dispositif est semblable au précédent, mais les languettes sont un peu plus longues et leur extrémité recourbée vient s'engager au dessous de la spirale.

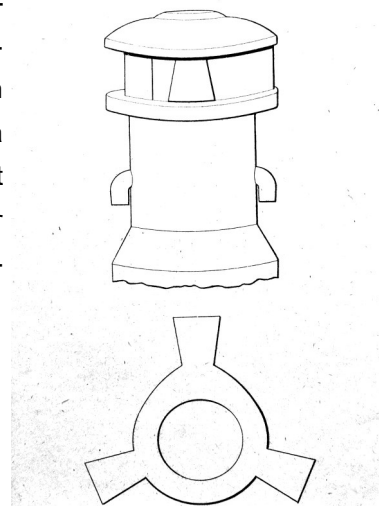
Le fonctionnement au tir de ces trois dispositifs est analogue; les doigts se redressent sous l'action de leur propre force centrifuge, combinée avec celle de la spirale et permettent alors à cette dernière de se dérouler. Ils diffèrent l'un de l'autre par leur sensibilité.

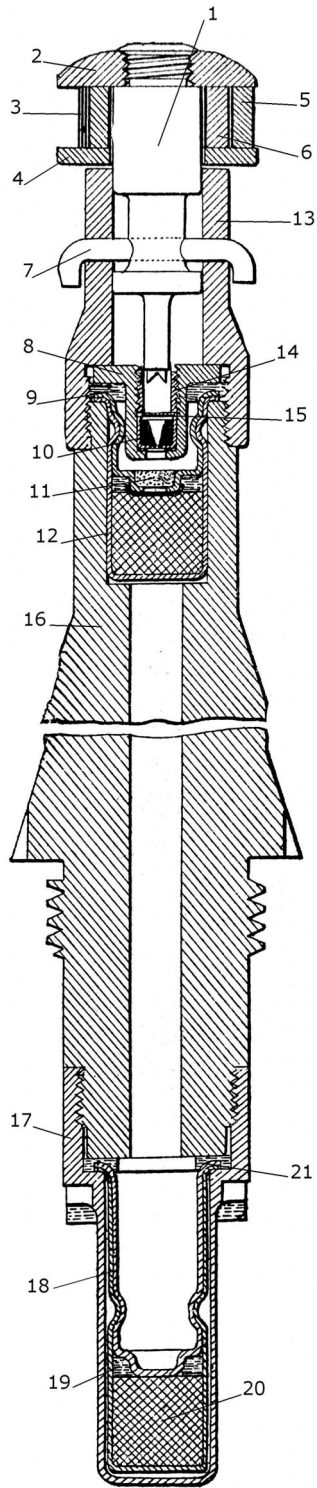


A l'usage, le seul avantage que présentent les dispositifs Lepinay se résume à empêcher le déroulement de la spirale au moment du décoiffage de la fusée et lors de l'introduction du projectile dans le canon; mais ne procurent aucune garantie supplémentaire contre les éclatements prématurés. Le projet est abandonné.

Un an plus tard, la commission décide du réexamen de l'un des dispositifs. En effet, les essais de 1919 avaient porté sur des dispositifs positionnée au dessous de la spirale; les essais de 1920 allaient porter sur un dispositif à trois languettes en forme de trapèze placée au dessus de la spirale. La conclusion est enfin favorable, car le dispositif non seulement protège la spirale au cours des transports et manipulations avant le tir mais également double la zone de sécurité de la fusée au tir à charge normale dans le canon de 75.

Fusée IAL munie du dispositif Lepinay.  
Echelle: 2/3





- 1 Rugueux
- 2 Rondelle de choc
- 3 Spirale de sécurité
- 4 Rondelle d'appui
- 5 Masselotte de la spirale
- 6 Demi-bague
- 7 Goupille
- 8 Porte amorce
- 9 Rondelle de feutre
- 10 Amorce fulminante
- 11 Grain de poudre
- 12 Amorce courte à collerette
- 13 Bouchon
- 14 Bouchon fileté
- 15 Rondelle
- 16 Corps de fusée
- 17 Douille porte amorce
- 18 Amorce à collerette du type ordinaire
- 19 Rondelle de feutre
- 20 Fulminate de mercure
- 21 Rondelle de feutre

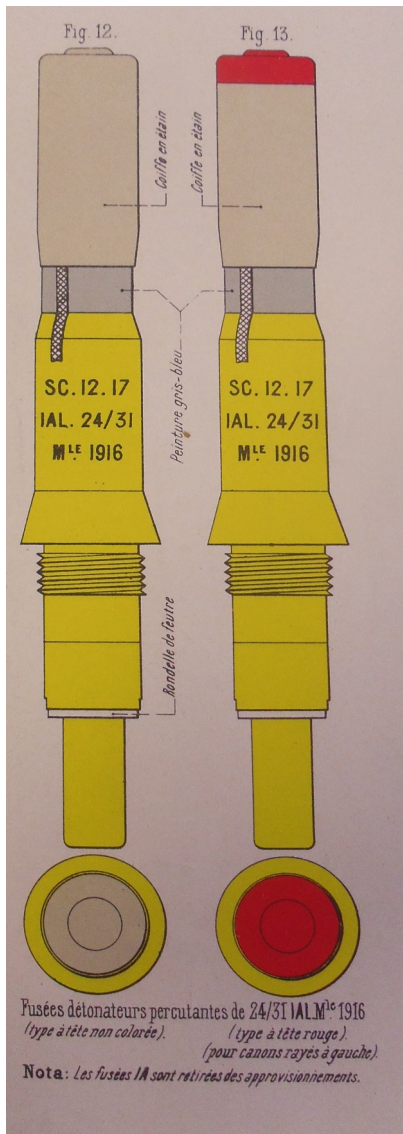


**La fusée IAL Mle 1916.** *A droite spécimen fabriqué par Schneider 'SCHN.': douille porte amorce monobloc; on distingue le trait de peinture bleutée à la limite entre la coiffe et le corps de fusée; on distingue également à gauche sous la coiffe le bout du ruban de fil servant à l'arrachage de la coiffe avant le tir.*

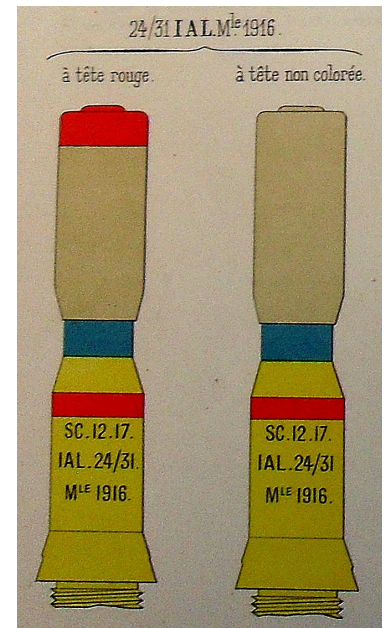


## Identification des fusées pour chargements spéciaux

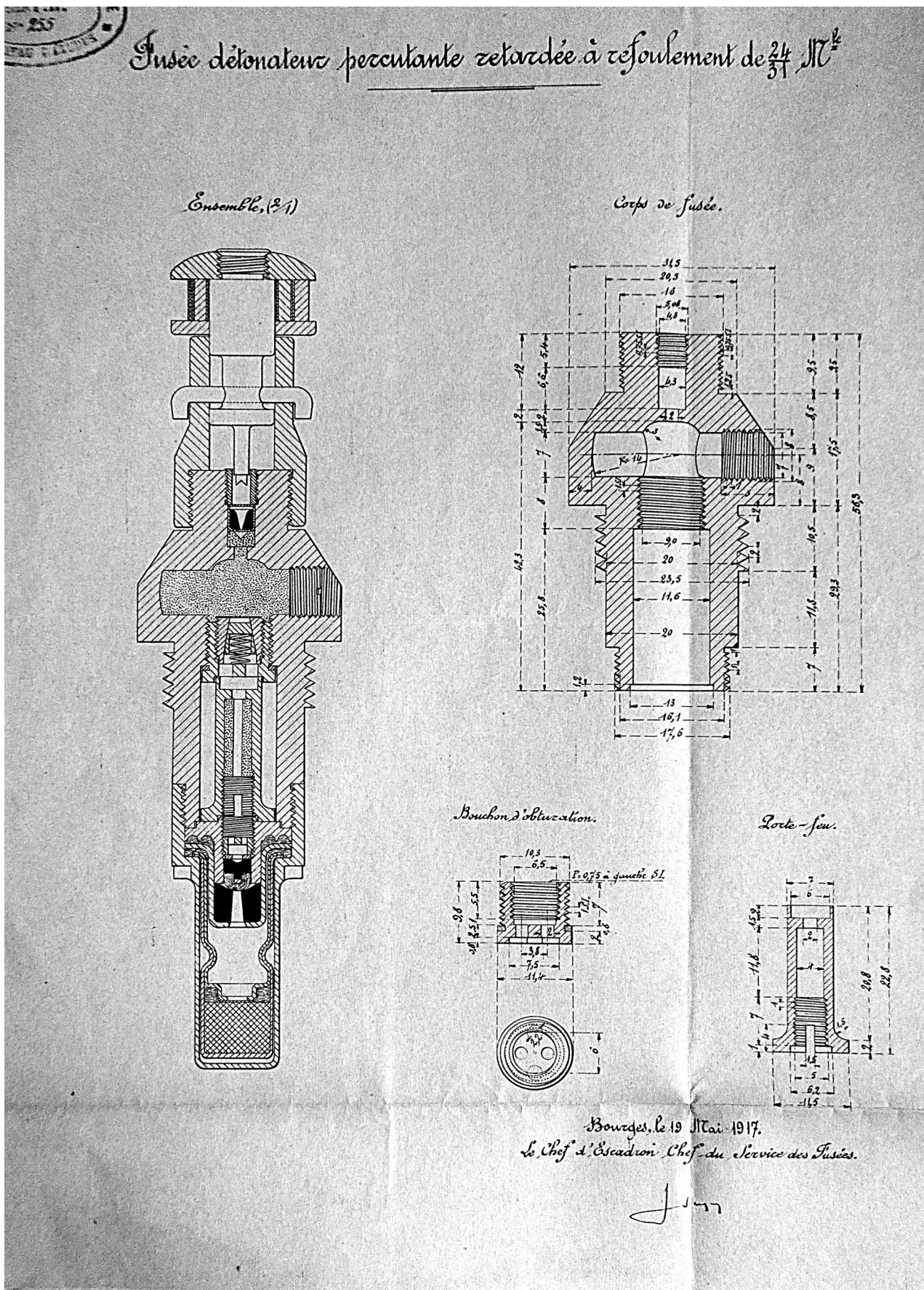
Au cours des derniers mois de la Guerre, on a mis en service des fusées IAL retardées à tête verte destinées à l'armement des obus spéciaux. Leur coiffe était peinte en vert, la coiffe est peinte en vert et l'anneau gris-bleuté est encadré de deux anneaux verts.



A droite, fusées pour le tir des écoles à feu: Les fusées IAL Mle 1916 destinées aux tirs des écoles à feu sont identifiées par une bande rouge ajoutée au dessous de la bande bleue



Parallèlement à l'emploi de la fusée IA, on étudie à partir de décembre 1915 l'influence du raccourcissement de la tige sur les tirs à longue distance. Les fusées essayées sont raccourcies de 35 et 63 mm De ces essais, sous la direction de M. André Lefèvre va émerger une nouvelle génération de fusées : la fusée tronconique AL, dans laquelle le corps et le chargement diffèrent notamment de la fusée IA, mais qui conserve à peu près le même chapeau, sous réserve de quelques modifications de détail.





## La fusée AL à rugueux long

La fusée a été proposée par André Lefèvre et fut essayée comparativement avec la fusée de 24/31 RIP Mle 1916 lors d'une séance de tir le 10 octobre 1916.

La fusée est destinée à équiper les obus explosifs de 75 chargés en SCPTP tirés à partir du mortier de tranchée de 75 Mle 1915, type A

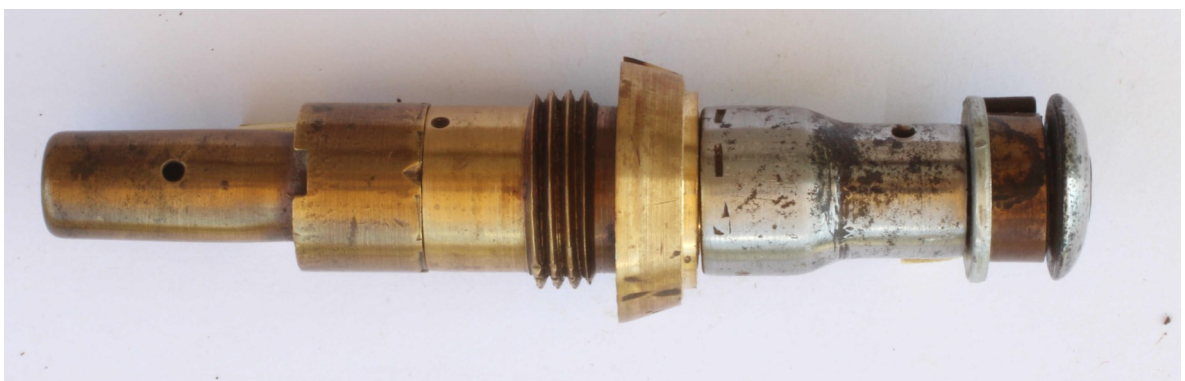
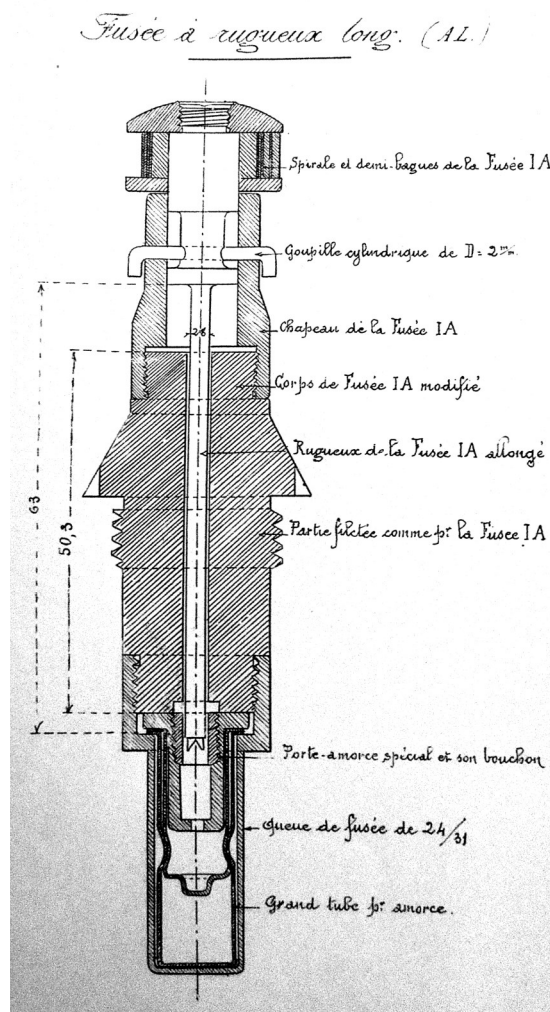
La fusée a la forme extérieure de la fusée I.A. Mle 1915 dont elle diffère par les points suivants :

L'enroulement de la spirale est dans le sens du desserrement ;

La longueur de l'artifice est ramenée à 58 mm

Le cordon détonant a été supprimé, le chargement ne comporte qu'une amorce percutante et une amorce détonateur logées dans la douille porte amorce.

L'artifice est muni d'un rugueux long.

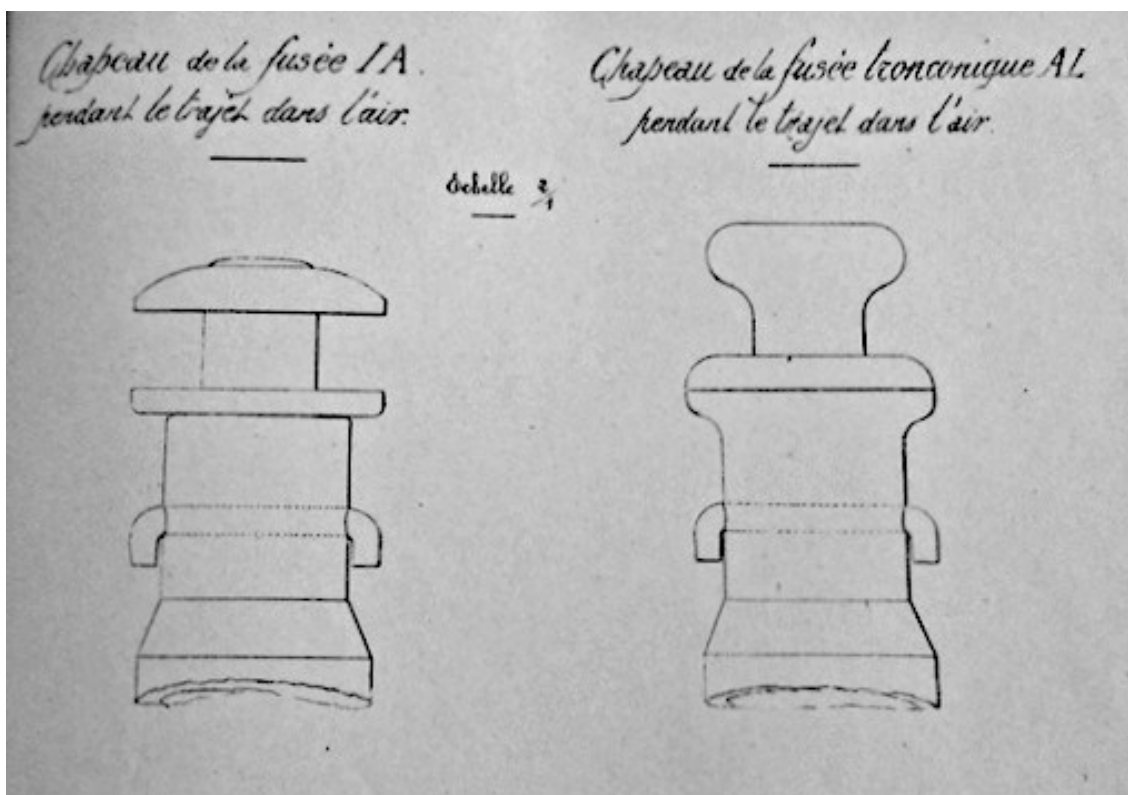


Une autre étude vient en complément afin d'examiner s'il y aurait avantage à remplacer dans les fusées IA et IAL, le chapeau jusqu'ici réglementaire par un chapeau modifié .

Les deux chapeaux diffèrent essentiellement sur deux points :

Dans le chapeau modifié, le profil extérieur a été amélioré de manière à diminuer et en même temps à régulariser la résistance de l'air. A cet effet, les deux saillies à arête vive, que forment dans le chapeau réglementaire d'une part la tête du rugueux et d'autre part la rondelle de calage, ont été supprimées. La tête du rugueux est en forme de goutte de suif et la rondelle de calage a des bords arrondis qui viennent s'adapter exactement au bourrelet qui termine, à sa partie supérieure, le corps du chapeau. L'évasement du corps du chapeau a permis de supprimer la rondelle qui, dans le chapeau réglementaire, sert d'appui postérieur à la spirale. Dans le chapeau modifié, la spirale s'appuie directement et la rondelle spéciale, dont il a été parlé ci-dessus, au lieu d'être sous la spirale se trouve au-dessus. Ce n'est qu'une fois la spirale déroulée, et les demi-bagues projetées, que la rondelle vient reposer sur le bourrelet. Cette nouvelle disposition modifie avec avantage le fonctionnement du système de sécurité. Pendant le parcours du projectile dans l'âme, l'accélération a pour effet d'appuyer fortement la rondelle contre la spirale et sinon de s'opposer à son déroulement du moins de le freiner notablement. Il en résulte un retard dans la libération des bagues, retard qui accroît d'autant la zone de sécurité.

Hélas, si la sécurité est dans une certaine mesure améliorée, on devait déplorer une perte sensible de précision. D'autre part, compte tenu du gain de portée observé, l'emploi de la fusée à chapeau modifié aurait impliqué pour chaque batterie de tir, en plus de l'emploi des deux tables de tir, c'est-à-dire l'une pour les fusées courtes, et l'autre pour les fusées longues, une troisième table pour les chapeaux modifiés ; ce qui n'irait pas dans la pratique sans inconvénient.





## Amélioration à la sécurité de fonctionnement de la fusée IAL Mle 1916

**Projet d'interposition d'un verrou de sécurité dans la chaîne pyrotechnique de la fusée IAL (Début de l'étude septembre 1918)**

Avant de décrire les dispositifs, il est nécessaire de signaler l'existence d'une fusée déjà utilisée par le corps expéditionnaires américaines et munie d'un dispositif de sécurité complémentaire.

La fusée américaine J.B. Semple et Cie

A l'entrée en guerre des USA, la commission française présidée par le Mal Joffre décida des quantités de matériel, artillerie et munitions que ce nouvel allié devrait fournir, mais dans l'intervalle ou il serait en capacité d'honorer ces fournitures, l'armement et les munitions seraient fournis par la France. Le corps expéditionnaire US se vit donc octroyer des pièces d'artillerie comme le 75 ou le 155 avec les munitions correspondantes; ce qui amena à l'adoption presque totale par les USA du système de fusées français. La fusée IAL fait partie de celles ci et Outre Atlantique, c'est notamment la firme J.B. Semple et Cie qui est en charge de la fabrication des fusées qui seront envoyées sur le front occidental. Les américains réalisent rapidement de la sécurité toute relative de la fusée IAL, raison pour laquelle celle ci est réinterprétée.

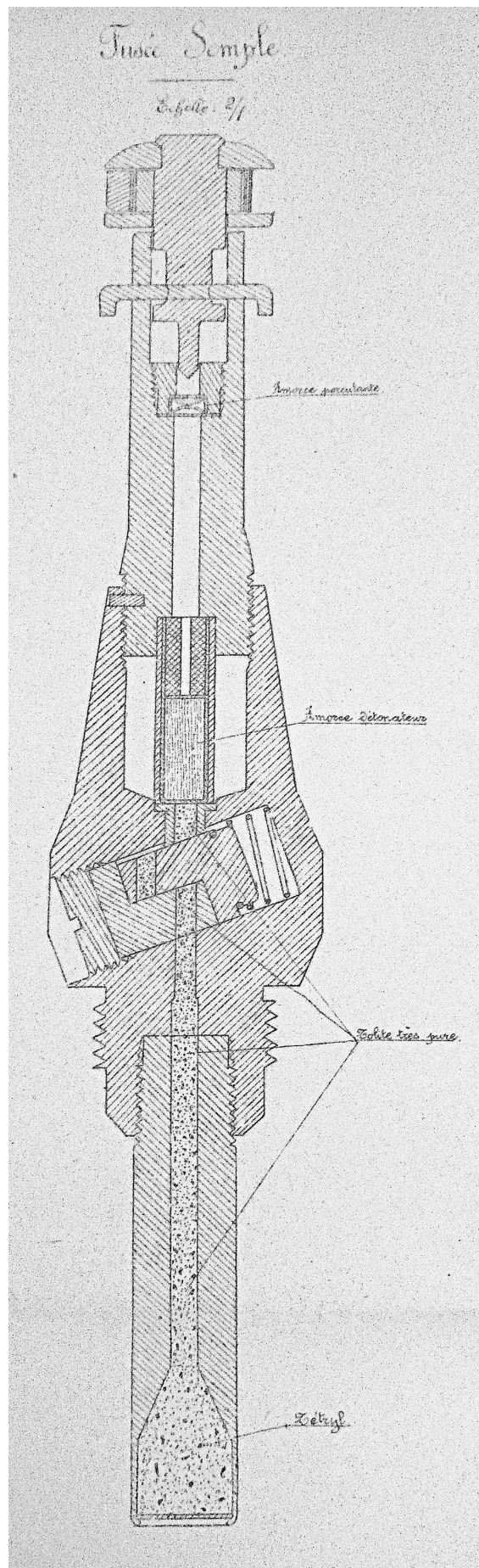
La fusée Semple est une fusée instantanée à refoulement. La partie supérieure qui comporte un système percutant à goupille, avec un dispositif de sécurité à spirale et demi-bagues semblable à celui de la fusée IA, est vissée sur le corps principal de la fusée.

Le corps de la fusée contient une chambre de sûreté dans laquelle est logée l'amorce-détonateur, celle-ci est placée dans un petit cylindre en laiton. Ce cylindre pénètre dans un logement aménagé dans la partie inférieure de la tête de fusée et le tout est maintenu en place par le blocage de cette tête sur le corps de fusée.

Un logement incliné sur l'axe de la fusée contient un dispositif de sécurité à verrou. Ce verrou est constitué par deux blocs identiques, percés chacun d'un petit trou contenant de l'explosif, le bloc supérieur est destiné à interrompre la colonne d'explosif (tolite très pure) qui remplit le canal central du corps de fusée.

La queue de la fusée est constituée par une pièce massive, vissée à la partie inférieure du corps de fusée. Elle est percée d'un trou central qui prolonge le canal du corps de fusée et qui s'épanouit à sa partie inférieure.

Ce relai est rempli d'explosif : tolite très pure à la partie supérieure, tétryl à la partie inférieure. Il est fermé en bas par un opercule en métal de faible épaisseur, maintenu par sertissage.







## Le dispositif de sécurité français du capitaine Beyla

Malgré les améliorations notoires apportées par la fusée IAL, il subsistait çà et là des explosions inopinées de canons, dues au déroulement accidentel de la spirale de sécurité et avalement du percuteur après rupture de la goupille durant le parcours du projectile dans le canon. La firme Semples avait apporté sa solution, la France se devait d'apporter la sienne. C'est ainsi que le capitaine Beyla, adjoint à l'inspection des forges de Lyon proposa un dispositif qui fut mis en essai en septembre 1918., et qui devait probablement s'inspirer de la fusée Mark III à verrou. Les fusées d'essai avaient été fabriquées à partir de fusées usinées par Saint Chamond.

Ce dispositif qui reprend l'idée de la fusée Semples comprend un verrou en laiton qui au repos empêche une détonation intempestive de l'amorce-détonateur de tête de se transmettre à l'amorce-détonateur de queue ; le verrou est poussé à sa position de repos par un ressort à boudin.

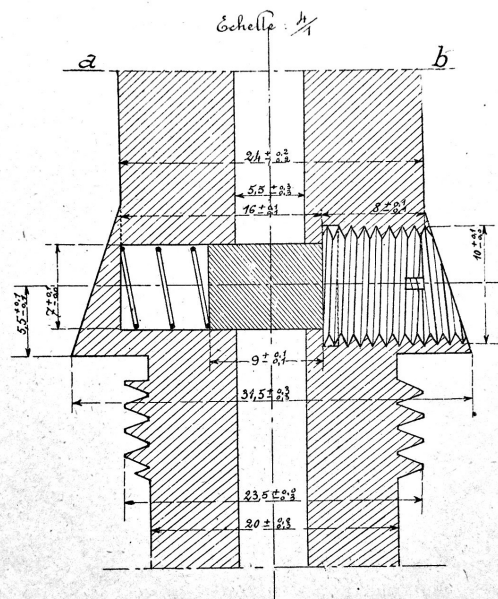
Au tir, lorsque le projectile a accompli un certain parcours qui est en moyenne un peu inférieur à son trajet dans l'âme, le verrou comprime son ressort sous l'action de la force centrifuge, et dégage le canal de communication entre les deux amorces, de telle sorte que le feu peut désormais se transmettre de l'une à l'autre.

A quelques semaines de la fin du conflit, on peut comprendre que toute poursuite des essais devenait inutile. Les recherches du capitaine Beyla furent donc abandonnées.... Jusqu'en 1921, année où un certain nombre de projets furent réhabilités

La reprise de l'étude de juin 1921 affine le projet initial; afin de modifier le centre de gravité du verrou, celui-ci est évidé tandis que la bouchon devient outre son rôle de vis, un guide pour le verrou.

*Dispositif de Sécurité pour Fusées I.A.I.*

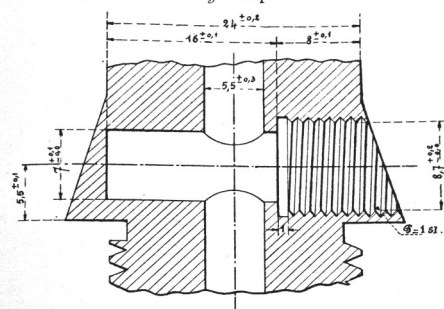
*Coupe dans l'axe de l'Obtinateur.*



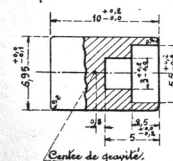
*Dispositif Beyla, dans la fusée IAL.*

*Modification du corps de fusée.*

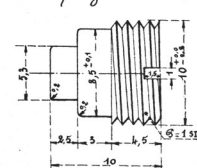
*Echelle: 1/4.*



*Verrou évidé. (Laiton)*



*Vis-guide. (Laiton)*



*Ressort. (Laiton)*



Bougea, le 26 Juin 1921.





La dernière modification porte sur le verrou dont le centre de gravité est déporté, par l'interposition d'un siège d'appui du verrou assurant une meilleure étanchéité, enfin par la simplification du ressort de maintien du verrou.

L'étude avait atteint son but; le verrou était fonctionnel quelque soit la vitesse initiale du projectile. Le dispositif était adopté sous l'appellation de fusée IAL à dispositif de sécurité ST.

Dispositif de sécurité ST pour fusée IAL.

Echelle:  $\frac{4}{1}$ .

