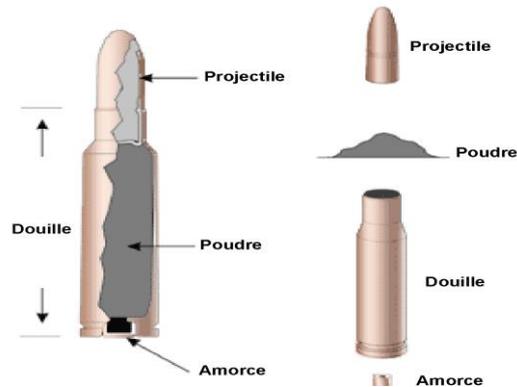


# Les Munitions

## Les munitions pour armes à canon rayé



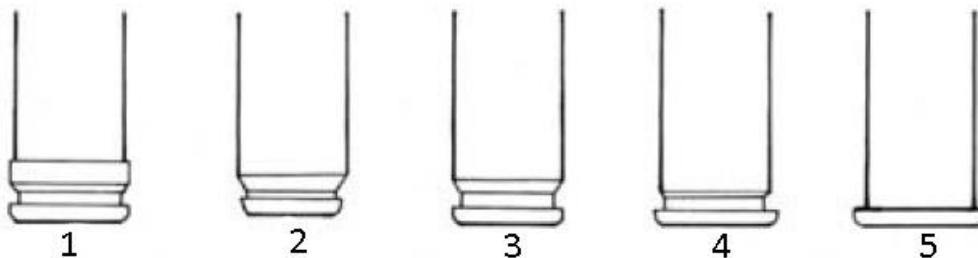
En règle générale, les munitions sont composées de cinq éléments :

### La douille

Sa fonction primaire est de solidariser l'ensemble des éléments entre eux. Elle constitue le récipient pour la poudre et le dispositif d'allumage (amorce et capsule d'amorçage). Elle est souvent en laiton, car cet alliage a la capacité de se déformer plastiquement sans se rompre et facilite la mise en forme lors du rechargement. Elle peut également être en aluminium (ex. firme CCI), en acier recouvert de cuivre ou de nickel (surtout dans les pays de l'est) ou en cuivre.

A son extrémité (appelé collet de la douille), se trouve le projectile serti entre les lèvres de la douille. Le sertissage est généralement enduit d'un vernis ou d'une couche de graisse afin d'éviter que l'humidité pénètre à l'intérieur de la cartouche et n'atteigne la poudre.

On observe 5 formes principales de culot des douilles pour les armes de poing et armes d'épaule



## **Formes des différents culots de douilles**

### *Douille à culot renforcé (1)*

Cette catégorie de forme de douille se retrouve généralement pour les cartouches de carabines de chasse ayant une charge de poudre assez importante.

### *Douille à bourrelet réduit (2)*

### *Douille à gorge (3)*

Ces deux types de douilles sont généralement utilisés pour les armes automatiques et semi-automatiques car l'extracteur va venir agripper la douille à la gorge et la ramener en arrière.

### *Douille à demi-bourrelet (4)*

### *Douille à bourrelet (5)*

Ces deux types de douilles sont généralement utilisés pour des revolvers. Le bourrelet de la douille va taper contre le barillet de l'arme, l'empêchant ainsi de se déplacer vers l'avant lors de la percussion. Il s'agit d'un système de blocage et d'amélioration de l'étanchéité des gaz.

Les douilles peuvent avoir des formes coniques, cylindriques, à col de bouteille ou cylindriques à col de bouteille.

## **La capsule d'amorçage et l'amorce**

Lorsque l'on parle d'amorce, on fait référence d'une part à l'explosif primaire qui va servir à enflammer la poudre à l'intérieur de la douille, mais aussi à la capsule contenant cet explosif. La principale caractéristique de l'explosif primaire est sa forte sensibilité aux chocs et aux frictions. Un simple choc au niveau de la capsule d'amorçage suffit à déclencher le processus de mise à feu.

Il existe deux types d'amorce :

### **Les cartouches à percussion annulaire**



Percussion annulaire sur une douille de calibre .22

Dans ce genre de cartouche, il n'y a pas de capsule d'amorçage. L'explosif primaire est réparti dans le bourrelet de la douille et va s'enflammer dès que le percuteur annulaire va venir taper le culot de la douille. Aujourd'hui, très peu de munition possède ce genre de percussion (ex. calibre .22 et 6mm Flobert).

### • Les cartouches à percussion centrale



Percussion annulaire (à gauche) et centrale (à droite)

La capsule d'amorçage contient l'explosif primaire qui va s'enflammer dès sa compression entre le percuteur et l'enclume (sorte de protubérance située au fond du logement de l'amorce, sur laquelle l'amorce va s'écraser lors de la percussion). Pour l'ensemble des munitions, on observe deux types de capsule d'amorçage (le type Berdan et le type Boxer).

Le type Berdan se retrouve dans les munitions de petits calibres (comme le .22, le 7,65 ou encore le 9mm Browning).

Le type Boxer se retrouve lui pour les calibres supérieurs ou égaux au 9mm Para.

Pour information, les cartouches de type Boxer sont beaucoup plus simples à recharger que les étuis Berdan.



Capsules d'amorçages Berdan (à gauche) et Boxer (à droite)

Au sein de la capsule d'amorçage on observe une sorte de canaux reliant l'amorce à l'intérieur de la douille, il s'agit des événements (au nombre de deux ou trois pour les systèmes Berdan et d'un pour les systèmes Boxer). Leur but étant de faire le lien entre l'explosif primaire (enflammé) et la charge propulsive.

La vitesse de combustion de l'explosif primaire est d'environ 1000m/s. La découverte de l'explosif primaire remonte à 1805, avec l'utilisation du fulminate de mercure (Alexander Forsyth). Cependant depuis 1926, les amorces Sinoxid® ont vu le jour avec le remplacement du mercure (responsable de l'altération des canons) par le styphnate de plomb. En 1982, une munition appelée Sintox® a été mis sur le marché dans le but de remplacer les métaux lourds par des composés organiques comme le diazole (ou diazodinitrophénol). La tendance actuelle est la suppression des métaux lourds de toutes les amorces. Les munitions dépourvues de plomb dans leur amorce sont marquées au culot (lettre SX pour Sintox, LF pour Lead Free chez CCI ou encore CF pour Clean Fire pour la firme Speer et Hirtenberger).

4 Familles d'amorce la 5<sup>o</sup> est réservé au très gros calibre 50 par exemple

Amorces LR diamètre 5,33 mm, hauteur 3,30 mm Large riffle  
 Amorces LP diamètre 5,33 mm, hauteur 3,12 mm Large pistol  
 Amorces SR diamètre 4,45 mm, hauteur 3,12 mm small riffle  
 Amorces SP diamètre 4,44 mm, hauteur 3,10 mm small pistol

## La charge propulsive

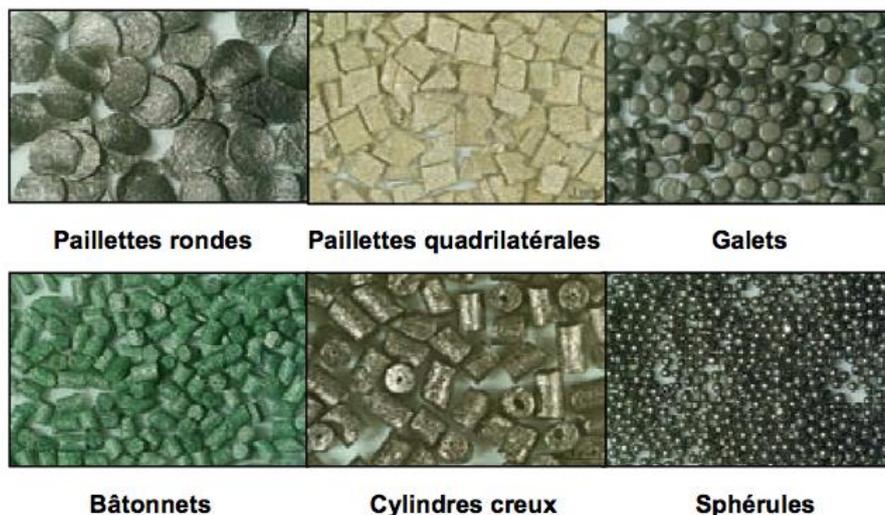


Découverte en Europe au XIII<sup>e</sup> siècle, la charge propulsive utilisée pour les armes à feu était la poudre noire (composée généralement de 75% de nitrate de potassium (salpêtre), 15% de charbon de bois et de 10% de soufre). Le principal but de la charge propulsive est la production de gaz permettant de propulser le projectile hors du canon et de réarmer le système de percussion pour les armes semi-automatiques et automatiques.

Les munitions composées de poudre noire produisait 44% de son poids en gaz et 56% de résidus solides. Sa combustion produisait un fort dégagement de fumée noire et une faible pression. Ces points négatifs ont conduit au développement de la poudre moderne appelé poudre sans fumée.

La nitrocellulose découverte en 1845 par le chimiste suisse Alfred Schönbein est le principal composant de cette poudre synthétisé pour la première fois par le français Paul Vieille en 1876.

La poudre peut se trouver sous forme de paillettes, bâtonnets, cylindres creux, sphérules ou de granules selon la composition et la fabrication.

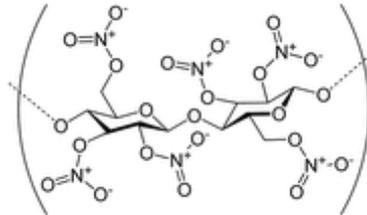


Pun, Gallusser, 2007, For. Sci. Int.

Morphologie des grains de poudre

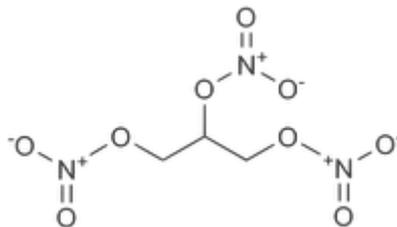
## Nitrocellulose / Nitroglycérine

La nitrocellulose est un polymère formé de monomères de glucose plus ou moins nitrés. A savoir que plus une molécule est nitrée, plus elle aura tendance à céder des groupes oxygène ( $-\text{NO}_2$ ), indispensable à la combustion.



Formule chimique de la nitrocellulose

Élément de base dans la fabrication de la dynamite, la nitroglycérine a été introduite par Alfred Nobel en 1860. Ainsi selon leur composition, les poudres peuvent être simple base (uniquement à base de nitrocellulose) ou double base (à base de nitroglycérine et de nitrocellulose). La poudre double base proposant d'avantage de groupe oxygène à une vitesse de combustion beaucoup plus importante que la poudre simple base. Il est important de faire la distinction entre combustion et détonation. La poudre n'explose pas mais brûle rapidement.



Formule chimique de la nitroglycérine

La vitesse de combustion de la poudre dépend de la pression à l'intérieur de la cartouche et de la forme des grains de poudre. Ainsi la quantité de gaz produit par la combustion de la poudre dépend de la pression et de la géométrie des grains de poudre. Cette relation est appelée loi de combustion.

Les poudres vives sont en forme de paillettes ou de sphérules ; les poudres dites neutres sont sous forme de bâtonnets, tandis que les poudres dites lentes sont sous forme cylindriques.

La notion de vivacité d'une poudre permet de connaître le comportement que celle-ci aura en fonction de sa surface et du volume de gaz produit.

**Pour une quantité équivalente de poudre, on estime en moyenne qu'il y a 3 fois plus de production de gaz pour les poudres sans fumées que pour la poudre noire.**

Les principales caractéristiques d'une poudre sont recensées dans les trois valeurs suivantes :

· *La quantité de chaleur produite par la combustion d'une masse d'un kilo de poudre. Elle est exprimée en kilojoules par kilogramme (kJ/kg)*

· *Le volume spécifique de gaz produit par la combustion d'une masse d'un kilo de poudre. Il est exprimé en mètre cube par kilogramme (m<sup>3</sup>/kg)*

· *La température d'explosion correspondant à la température du volume de gaz chaud lors de sa combustion. Elle est exprimée en degré Celsius (C°)*

|   | TYPE DE POUFRE |                    |                    |
|---|----------------|--------------------|--------------------|
|   | Poudre noire   | Poudre simple base | Poudre double base |
| Quantité de chaleur (kJ/kg)                   | 2650           | 3500               | 4800               |
| Volume spécifique de gaz (m <sup>3</sup> /kg) | 280            | 950                | 850                |
| Température d'explosion (C°)                  | 2400           | 2500-3000          | 3000-3800          |

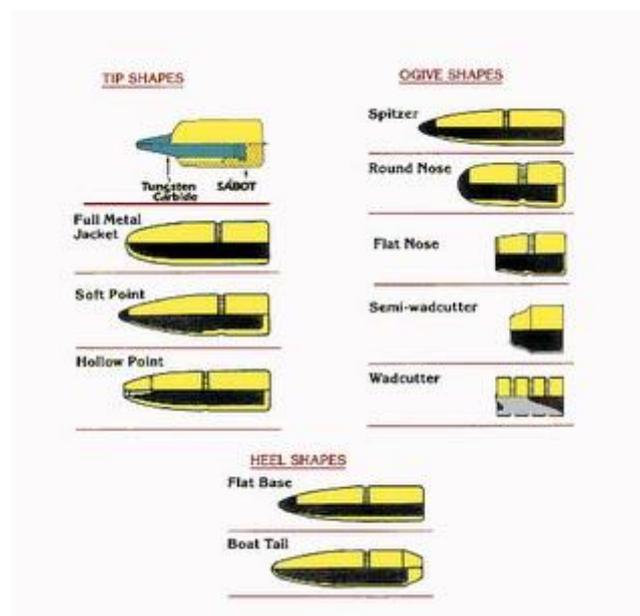
Une poudre à grande vivacité implique une grande surface des grains de poudre par rapport à leur volume. Elle va par conséquent produire un grand volume de gaz et brûler rapidement. De l'autre côté, une poudre lente aura des grains de poudre plus petits par rapport à leur volume. Ainsi la production de gaz sera plus faible mais la combustion sera plus longue.

***-La vitesse de combustion d'une poudre doit être adaptée à la masse du projectile serti sur l'étui, ainsi qu'à l'arme utilisée.***

Dans le cas de projectiles lourds, il est nécessaire d'utiliser des munitions comportant une poudre lente car le volume pour la combustion augmente relativement lentement. L'utilisation d'une poudre vive avec un projectile lourd, pourrait provoquer le gonflement du canon. La longueur de celui-ci est donc un paramètre important à prendre en considération dans le choix de la poudre, car la combustion doit être complètement terminée une fois le projectile en dehors du canon. C'est pourquoi la poudre lente est utilisée pour les armes d'épaules à canon rayé ou pour les autres armes à projectiles lourds.

A l'inverse, pour les armes de poing, il est nécessaire d'utiliser des munitions comportant une poudre ayant une grande vivacité afin que toute la combustion soit achevée avant que le projectile ne quitte le canon. Il arrive parfois pour les armes ayant un canon très court d'observer une petite flamme au niveau de la bouche du canon. Cela signifie que la poudre n'a pas eu le temps de brûler complètement avant que le projectile ne quitte le canon.

## Le projectile



Les premières munitions étaient pourvues de projectiles sous forme de simples sphères de plomb mou de 31 à 37 grammes environ et d'un diamètre moyen de 18mm. On chargeait ces projectiles par la bouche du canon. La vitesse moyenne de ces projectiles était d'environ 230m/s.

C'est à partir des années 1850, que les premiers projectiles coniques apparaissent, permettant ainsi une plus grande vitesse (environ 310m/s pour les armes de poing et environ 610m/s pour les armes longues).

De nos jours, il existe un très grand nombre de formes de projectiles et de type / composition de chemisage. Les projectiles peuvent être classés dans les deux catégories suivantes :

- **Les projectiles homogènes** (une seule matière ex. plomb nu)
- **Les projectiles chemisés** (ex. noyau en plomb avec chemisage cuivre)



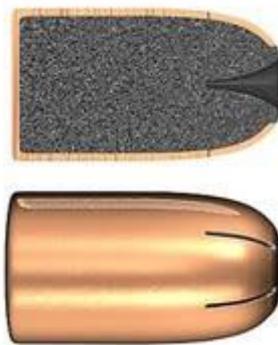
Le tableau illustrant la diversité des types et formes de projectiles.

Le chemisage TMJ (Totally Metal Jacketed) concerne les projectiles dont la totalité de celui-ci est chemisée (base comprise). Ce type de chemisage est souvent utilisé pour les munitions sans plomb ou métaux lourds dans l'amorce, car il permet d'éviter que le noyau en plomb du projectile ne s'évapore lors de la mise à feu. Le chemisage FMJ (Full Metal Jacketed) (à base ouverte) sont recouvre entièrement le projectile à l'exception de sa base (en contact avec la charge propulsive).

Il arrive que la surface de certains projectiles homogènes ou chemisés soit recouverte d'une couche métallique infime (galvanisage). Cette technique réalisée par électrodéposition de cuivre, nickel ou de zinc, permet d'éviter la déposition de plomb à l'intérieur du canon (le projectile étant de diamètre plus important que celui du canon). Cette couverture de protection peut présenter des alliages spéciaux. Certaines munitions militaires sont pourvus de projectile en noyau en plomb nu ou d'un mélange plomb acier avec un chemisage complet TMJ en acier ou tombac (Cuivre + 5 à 20% de Zinc). Ce chemisage spécial « munition militaire » évite au projectile d'éclater ou de « champignoner » dans un corps (Convention de La Haye de 1899 interdisant les projectiles expansifs pour l'usage militaire).



En revanche, les projectiles utilisés pour la chasse sont pour la plupart à tête creuse (Hollow Point en anglais, HP) ou à pointe mousse (Jacket Soft Point, JSP). Dans un contexte de chasse, ces projectiles sont conçus pour faire le plus de dégât possible dans le corps de la cible, mais surtout d'éviter tout dommage collatéral (le projectile ne doit pas ressortir de sa cible). Une fois le projectile en contact avec sa cible, il perd en perforation et cause des dommages immédiats et considérables à l'intérieur de celui-ci par une simple augmentation de sa surface frontale (champignonnage ou épanouissement du projectile).



Exemple d'un projectile Dum-Dum

Utilisée par les Anglais en Inde, les munitions Dum-Dum produites par un arsenal de Dum-Dum à Calcutta étaient les premières à utiliser cette technique pour obtenir cet effet. Interdite par la convention de La Haye en 1899, ce projectile Dum-Dum possédait un noyau en plomb recouvert d'une couche fine en nickel striée. Lors du choc, le chemisage éclate et la balle se déforme suivant les stries et peut même éclater. Avant l'apparition des projectiles à tête creuse, certains entaillaient la tête de leur projectile de deux fentes afin d'obtenir un éclatement du projectile dans le corps.

Certains projectiles, appelés projectiles traçants ou lumineux, possèdent à l'intérieur de celui-ci une charge pyrotechnique généralement à base de phosphore ou de magnésium qui produit une vive lumière lors de son inflammation. Ces munitions peuvent dégager une lumière de couleur rouge, jaune ou verte (Russe et Chinois avec l'ajout de baryum au sein de la charge pyrotechnique).



Exemple de projectiles traçants dégageant une lumière de couleur rouge

Les autres types de cartouches :



Les cartouches à blanc (appelées aussi cartouches de marquage) ne contiennent pas de poudre. L'extrémité de la douille s'ouvre sous l'effet des gaz provoquant ainsi une détonation.



Exemple d'une munition HEI

Les cartouches incendiaires ont été utilisées pour la première fois lors de la première guerre mondiale et sont composées majoritairement de phosphore. La plupart des projectiles incendiaires modernes sont composés de substances explosives et incendiaires. Parmi ces munitions, on compte la munition HEI (High-explosive-incendiary) de calibre 20, 25 ou 30mm utilisées principalement dans l'armée contre des tanks, véhicules blindés, bunker, navires de guerre etc. Ces cartouches fonctionnent à la manière des bombes incendiaires ou fougasses incendiaires utilisées lors de la Seconde Guerre Mondiale. Une charge explosive initiait le matériau inflammable contenu dans la cartouche. Ce mécanisme entraîne un embrasement généralisé de l'air pouvant détruire des petites cibles (maison, véhicule, bunker) ou créer une immense destruction incendiaire (exemple de l'USS Alabama touché par une bombe au phosphore en 1921 ou l'utilisation de fougasse incendiaire durant les guerres de Corée et du Viêt Nam)



Explosion d'une bombe incendiaire au phosphore au-dessus de l'USS Alabama en 1921

**Les cartouches perforantes** concernent des munitions dont le noyau est dur (en acier, téflon ou céramique).



Exemple de cartouches explosives

**Les cartouches explosives** contiennent environ 1 gramme de nitrocellulose ou de tétryl contenu dans une amorce placée dans la tête du projectile ou au milieu de celui-ci. Ces munitions ont un coût de production très élevé et nécessite un stockage particulier et des manipulations très strictes pour éviter leur explosion intempestive.

## Le calibre

On parle de calibre réel lorsqu'il s'agit du diamètre d'un projectile et de calibre nominal quand il s'agit de l'appellation de la munition. Il arrive que le calibre réel ne corresponde pas exactement au diamètre réel du projectile (exemple du 7,65 Browning avec un calibre réel variant de 7,70mm à 7,95mm).

Le calibre nominal d'une munition d'arme de poing peut être exprimé en millimètres (exemple du 9mm Parabellum ou du 7,65mm Browning), en centième de pouce (par exemple le .45ACP avec 1 pouce = 25,4mm) ou même en millième de pouce (par exemple le .357 Magnum). Il peut y avoir différentes appellations pour une même munition suivant si l'on se trouve en Europe ou aux Etats-Unis (par exemple le 9mm Parabellum en Europe est appelé 9mm Luger aux USA, tandis que le .32 ACP est appelé 7,65 Browning en Europe).

### Cas particulier pour le calibre .38 Special et le .357 Magnum :

Ces deux munitions possèdent exactement le même calibre réel. Commercialisé à partir de 1902, la munition .38 Special était désignée en centième de pouce (.358). Or pour éviter de confondre la munition .358 avec la munition .357 Magnum, on a enlevé le 5 du chiffre .358 pour ne parler que de la munition .38.



Munition .38 Special (à gauche et au milieu) et munition .357 Magnum (à droite)

La dénomination de certains calibres peut être très variable. Voici quelques exemples :

- **9mm Luger ou 9mm Parabellum** qui est également appelé 9x19mm pour un calibre de 9mm et une longueur de douille de 19mm
- **9mm Browning ou 9 Court** est également appelé 9x17mm
- **.30-06 Springfield** est une munition de 7,62x63mm avec un projectile de calibre .30 introduit par l'armée américaine en 1906 (d'où le -06) et qui équipe notamment le fusil à verrou américain SpringfieldM1903

- **30-30 Winchester** (ou 30-30WIN) est une cartouche qui équipe un fusil de chasse à percussion centrale. Elle a été mise au point à l'origine pour la Winchester94 en 1895, avec un calibre .30 et une charge propulsive de 30 grains de poudre noire (même si aujourd'hui elle a été remplacée par la poudre sans fumée)
- **9,3x74R** est une cartouche de chasse avec un calibre nominal de 9,3mm et une douille à bourrelet ( R ) de 74mm de longueur.

Deux cartouches identiques peuvent avoir des appellations différentes (exemple du .32ACP et du 7,65 Browning) et deux cartouches différentes peuvent être compatibles pour une même arme (exemple de l'organisme Anti-Drogue Américaine (DEA) qui utilise des cartouches .40S&W et .357SIG pour leur pistolet SIG PRO 2340).

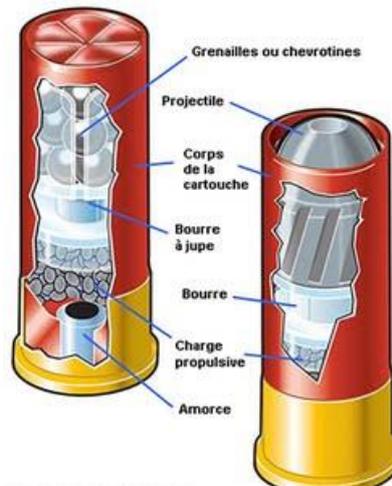
D'autre part pour un même calibre réel, la munition peut avoir une appellation différente en fonction de la quantité de poudre présente. Par exemple, pour les termes Browning, Parabellum et Magnum, ce dernier possède davantage de poudre que le 9mm parabellum qui en contient plus que le 9mm Browning.

## Les cartouches pour armes à canons lisses

La plupart des cartouches de chasses sont constitués d'un culot court ou long (en laiton ou en fer). En revanche, le reste de la douille n'est pas obligatoirement en métal et peut-être aussi bien en plastique qu'en carton.



Exemple des différentes cartouches pour armes lisses



Composition des cartouches pour armes lisses (à grenaille à gauche et projectile unique à droite)  
Ces cartouches contiennent :

- **Une capsule d'amorçage**
- **Une charge propulsive (simple/double base)**
- **Une ou plusieurs bourres**
- **Un dispositif d'étanchéité des gaz**
- **Des billes (en plomb) ou projectile unique**

Certaines munitions de chasse contiennent un mélange de billes en plomb (grenaille) avec des particules de polymères (généralement du polypropylène ou du polyéthylène) afin d'éviter l'agglomération des billes entre elles et leurs déformations lors du tir.



Sertissage en étoile de l'extrémité de la cartouche (calibre 12)

La fermeture de la cartouche à son extrémité est assurée soit par un sertissage des bords (en étoile) soit par une rondelle. Ayant pour action de caler et

assurer une poussée uniforme du projectile, la bourre est un tampon qui s'intercale entre la poudre et le projectile. Sa composition est généralement un mélange de carton, de liège et de feutre pouvant être lubrifié (appelée alors bourre grasse). La « bourre à jupe » est un cas particulier qui consiste à contenir la grenaille dans un récipient (le gobelet). Ce type de bourre à l'avantage de diminuer la friction des billes en plomb dans le canon (évitant ainsi l'emplombage de ce dernier) et de resserrer la gerbe des billes (dispersion moindre).

La majorité des cartouches de chasse sont désignées par un calibre ayant un chiffre entre 4 et 36. Ce chiffre ne correspond pas au calibre réel (comme pour les munitions d'arme à canon rayé) mais il indique le nombre de sphère de même diamètre que l'intérieur du canon que l'on peut faire avec une livre anglaise de plomb (453,6g). Pour un calibre 12, cela reviendrait à fabriquer 12 billes en plomb ayant un poids total d'une livre anglaise. Ainsi, plus le calibre est petit, plus le diamètre intérieur du canon est grand (cf. tableau ci dessous)

| CALIBRE | DIAMETRE (mm)  | CALIBRE | DIAMETRE (mm)  |
|---------|----------------|---------|----------------|
| 4       | 23,3 – 24 mm   | 20      | 15,6 – 16,2 mm |
| 8       | 20,4 – 21,1 mm | 24      | 14,7 – 15,2 mm |
| 10      | 19,3 – 20 mm   | 28      | 13,8 – 14,3 mm |
| 12      | 18,2 – 18,9 mm | 32      | 12,7 – 13,2 mm |
| 14      | 17,2 – 17,7 mm | 36      | 10,2 – 10,7    |
| 16      | 16,8 – 17,3 mm |         |                |

Il arrive que certains fabricants donnent le calibre de la douille en millimètre (ex : 12mm) ou en pouce (ex : .410)

Lorsque l'on parle de munitions de chasse à billes en plomb, on peut être dans le cas de chevrotine (diamètre des billes supérieures ou égales à 5mm) ou de grenaille (diamètre des billes inférieur à 5mm). D'autre part, les billes peuvent être en 100% plomb (plomb doux), en plomb durci (5% d'antimoine), en fer ou en plomb recouverte d'une couche de cuivre et/ou nickel par électrodéposition.

Suivant leur diamètre, les sphérules en plomb sont désignées par un chiffre et/ou par une ou plusieurs lettres suivant les différents pays producteurs. Par exemple aux Etats-Unis, les munitions à grenailles sont numérotées de 12 à BBB (diamètre des plombs allant de 1,27 à 5,50mm) et les munitions chevrotine de BK4 à BK 000 (diamètre des plombs allant de 5,6 à 9,14mm).

Dans certaines cartouches, les billes en plomb ont été remplacées par un projectile unique.

On retrouve les :



**Projectiles Brenneke** de la firme allemande du même nom. La bourre de ces projectiles reste partiellement ou totalement accrochée au projectile qui lui permet une meilleure stabilisation.



**Projectiles Slug** sont fabriquées au Etats-Unis et tiennent leur nom du fait que leur vitesse initiale est d'environ 400m/s (slug en anglais veut dire limace).



Exemple de fléchettes Sauvestre

**Projectiles Blondeaux et fléchettes Sauvestre**, fabriqués en France

Ces projectiles uniques (à l'exception des fléchettes Sauvestre) présentent une très bonne précision de tir et une meilleure portée grâce aux rainures présentes sur celui-ci. En effet, le canon étant lisse, c'est le projectile, qui grâce à ses rayures va permettre une stabilité gyroscopique autour de son axe longitudinal.