

Histoire de la pyrotechnie et des matières explosives

En 10 épisodes

Episode 1 : « la poudre noire en Chine »

S'il est établi que la poudre noire (mélange de nitrate de potassium, dit « salpêtre », charbon de bois et soufre) ait été découverte en Chine, les historiens n'ont pas défini avec certitude la date de son apparition. Le plus fréquemment, il est évoqué le VII^{ème} siècle sous la dynastie des « Tang ».

En effet sous les « Tang » (618-907), la Chine connaît une période de fort développement économique et technique, et des « alchimistes » auraient trouvé la poudre noire en cherchant des formules médicinales ou des élixirs d'immortalité.

Les premiers usages connus en tant que matériaux énergétiques de défense sont plus tardifs et remonteraient au X^{ème} siècle. La poudre noire était alors mise dans des cylindres, de papier ou de bambou, fixés sur des flèches. Même si à cette époque, on ne différencie pas les effets propulsifs, incendiaires ou explosifs, c'est bien la technologie des fusées qui vient de naître...



Les premiers feux d'artifices dateraient également du X^{ème} siècle, où dans la ville de Liuyang (province du Hunan), un moine aurait tiré des premières bombes d'artifices pour éloigner les mauvais esprits.

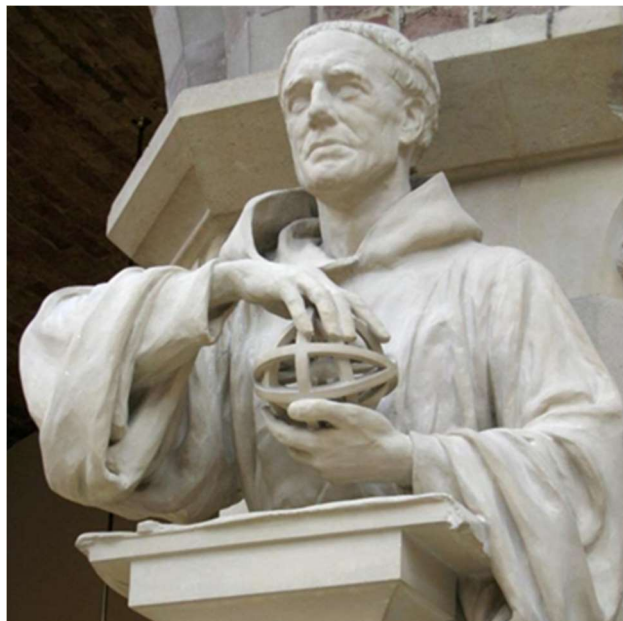
Enfin, il est important de noter que le livre « Wujing Zongyao » ou « Principes généraux du classique de la guerre », écrit au milieu du XI^{ème} siècle sous la dynastie des « Song », est le premier document de l'histoire qui mentionne des formulations de poudre noire.

Episode 2 : « les débuts de la poudre noire en Europe »

La poudre noire est arrivée en Europe au XIII^{ème} siècle. Son long cheminement depuis la Chine se serait fait au travers des civilisations Mongoles puis Arabo-persiques. Il est parfois mentionné à tort qu'elle aurait été rapportée par Marco Polo.

Le « Liber ignium ad comburendos hostes » (Livre des feux pour brûler les ennemis – vers 1230) est l'écrit européen le plus ancien qui mentionne des formulations de poudres. Il est écrit en Latin et est d'auteur inconnu. A noter que « salpêtre » vient du latin médiéval « salpetrae » qui signifie « sel de pierre ».

La première personnalité connue à mentionner la poudre noire dans ses écrits est le moine anglais Roger Bacon, au milieu du XIII^{ème} siècle. A la fois scientifique et philosophe, il est considéré comme un des plus grands savants de son temps.



Les formules de la poudre noire de l'époque (60 % en Salpêtre, le reste en soufre et charbon de bois) ne sont pas si éloignées de celles d'aujourd'hui (75/12,5/12,5).

On attribue, au XIV^{ème} siècle, la découverte du principe du canon, avec l'utilisation de la poudre noire comme poudre propulsive, au moine allemand Berthold Schwarz dit « Berthold le noir ».

Episode 3 : « Les débuts français et la fin du Moyen-Age »

Au XIV^{ème} siècle, les travaux sur la poudre noire se poursuivent et l'intérêt pour son usage militaire est croissant.

En France, en 1338, Philippe VI charge le grand maître des arbalétriers de développer une nouvelle arme : l'artillerie, ainsi que les moyens associés de fabrication. Le « service des poudres » est ainsi créé.

En 1346, la bataille de Crécy marque le début de la Guerre de Cent Ans. Les Anglais disposeraient déjà de « canons », cependant ce n'est pas cette technologie qui a entraîné la déroute de la France, mais la supériorité des archers britanniques.

Au XIV^{ème} siècle, les armes à feu sont encore peu efficaces et parfois dangereuses pour leurs utilisateurs (éclatement du canon).

Au XV^{ème} siècle, Jean Bureau (trésorier général de France) et son frère Gaspard (grand maître des arbalétriers) mettent la priorité sur le développement de l'artillerie : qualité de la poudre, canons forgés en bronze en une seule pièce, projectiles recouverts de métal... Lors de la bataille de Castillon en 1453, cela assure la victoire de la France, met fin à la domination anglaise en Aquitaine et débouche sur la fin de la Guerre de Cent Ans.



Cette même année, la prise de Constantinople par l'empire Ottoman marque la fin de l'empire Byzantin. L'artillerie ottomane développée par un ingénieur hongrois (Urbain) y joue un rôle majeur.

En cette fin de Moyen-Age, la maîtrise des armes à feu devient donc l'enjeu principal du champ de bataille.

Episode 4 : « la Renaissance et le début des temps modernes »

Avec la Renaissance, l'attrait pour le spectacle pyrotechnique se développe et l'on retrouve ainsi une tradition chinoise vieille de plusieurs siècles.

En Europe, le premier grand feu d'artifice aurait été tiré en Angleterre en 1487, pour le couronnement d'Elisabeth d'York. En France, les premiers feux célèbres sont tirés au début du XVII^{ème} siècle, pour le baptême du futur Louis XIII et pour son mariage. Mais, c'est en Italie que se développe l'école la plus remarquable. Un des frères Ruggieri, une famille de Bologne, devient d'ailleurs artificier du roi sous Louis XV.

Les « artistes » des feux adaptent la recette de la poudre noire pour rendre sa réaction plus étincelante. Pour autant, c'est bien plus tard que les feux deviendront colorés (XIX^{ème} siècle).

En parallèle, les travaux dans le domaine militaire débouchent sur des évolutions qui vont au-delà des aspects techniques. La fabrication des arbalètes relevait d'un savoir-faire artisanal, la maîtrise de l'artillerie fait appel à des compétences que l'on pourrait déjà qualifier d'industrielles. Cela concourt à une centralisation des pouvoirs. Louis XIV fait ainsi inscrire sur ses canons : « Ultima Ratio Regum », l'argument ultime des rois.



Episode 5 : « de Louis XVI au milieu du XIXème »

Le principal enjeu de la fabrication de la poudre noire, est la collecte et le raffinage du salpêtre. C'est le cœur de métier du « service des poudres », qui connaît selon les époques différents noms et organisations.

Sous Louis XVI, ce service devient "Régie Royale des Poudres et Salpêtres" et Antoine Lavoisier, le père de la chimie moderne, est nommé régisseur en 1775. L'illustration montre Lavoisier avec un assistant du nom de Dupont de Nemours. Ce dernier créera ensuite aux Etats-Unis une poudrerie qui deviendra un géant industriel de la chimie.



En 1794, c'est le terrible accident de la poudrerie de Grenelle, des dizaines de tonnes de poudre réagissent et font des centaines de morts. On prend alors conscience de l'enjeu majeur de la sécurité pyrotechnique.

En 1797, la loi du 13 fructidor-An V établit, pour la fabrication des poudres, un monopole d'Etat, base de notre organisation jusqu'en 1970.

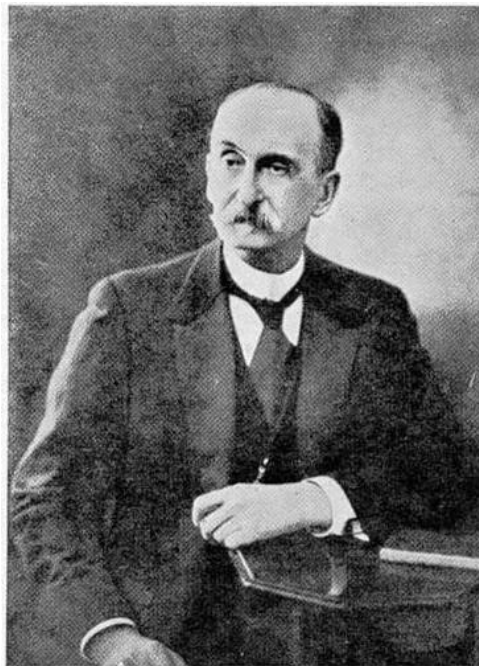
Pour autant, l'artillerie connaît une phase de stagnation technologique. Les armes utilisées par Napoléon sont proches de celles qui servaient sous Louis XIV. Au milieu du XIXème, la poudre noire, découverte depuis plus de mille ans, reste la seule matière pyrotechnique utilisée. Les grands bouleversements sont pour bientôt...

Episode 6 : « la deuxième moitié du XIXème siècle »

La chimie connaît un fort développement et les travaux sur les matériaux énergétiques sont nombreux. En 1846, l'Allemand Schönbein met au point un procédé de synthèse de la nitrocellulose. En 1847, l'Italien Sobrero découvre la nitroglycérine. Ces composés présentent un intérêt énergétique, mais leur sensibilité les rend dangereux. Emil Nobel (le frère d'Alfred) meurt en 1864 dans un accident de fabrication de nitroglycérine.

En 1866, Alfred Nobel stabilise la nitroglycérine dans des terres fossiles, met ce mélange sous forme de bâtonnet et invente ainsi la dynamite. Cette dernière, très utilisée dans l'industrie des mines et carrières, fait la fortune de Nobel.

En 1884, Paul Vieille découvre un procédé de gélatinisation de la nitrocellulose qui la rend moins sensible et utilisable comme poudre pour armes. Cette nouvelle poudre est trois fois plus énergétique que la poudre noire et, sans fumée dans sa combustion, n'encrasse plus les canons. Elle est baptisée poudre B probablement en référence au général Boulanger.



Cette découverte majeure, faite par un ingénieur français, ouvre une ère nouvelle pour les armes à feu. Elle est adoptée partout dans le monde.

Episode 7 : « les explosifs militaires de la fin du XIXème à la 2^{ème} guerre mondiale »

C'est un chimiste français, Eugène Turpin, qui découvre en 1885 que l'acide picrique présente des propriétés explosives. Il la stabilise dans du coton et développe ainsi le premier véritable explosif de chargement militaire, la « mélinite ».



Le trinitrotoluène (TNT) a été découvert en 1863 par l'Allemand Julius Wilbrand, mais son potentiel explosif n'est observé que bien plus tard. Du fait de sa stabilité et de sa facilité de mise en œuvre, il est adopté par l'armée allemande en 1902 et s'impose dans le monde comme un produit de référence dès la fin de la 1^{ère} guerre mondiale.

En 1920, l'Allemand Richard Herz découvre les propriétés explosives de l'hexogène (RDX), plus performant que le TNT mais aussi plus complexe à fabriquer. Les Anglais sont les premiers à le produire industriellement dans l'usine de Woolwich en 1933. Les mélanges TNT/RDX deviennent alors un compromis attractif de performance et de coût.

En 1940, l'Américain Bachmann développe un autre procédé pour produire du RDX en grande quantité. Il découvre également l'octogène (HMX). Ce dernier, plus performant mais plus cher à produire que le RDX, sera moins utilisé. On peut noter qu'avec la seconde guerre mondiale les Etats-Unis prennent une position croissante dans le domaine.

Episode 8 : « Les propergols solides pour fusées et missiles durant la seconde guerre mondiale et la guerre froide »

Si les premiers usages militaires de la pyrotechnie visaient à propulser des sortes de « roquettes » avec de la poudre noire mise dans des cylindres de papier, à partir de la fin du Moyen-âge, les technologies de forgeage des canons progressent et l'artillerie s'impose comme l'atout majeur du champ de bataille. Même si quelques utilisations de « roquettes » sont à noter au cours des siècles, c'est seulement à partir de la seconde guerre mondiale que cette technologie de propulsion va véritablement se développer.

En Russie, les « orgues de Staline » sont développées à partir de 1938, il s'agit de roquettes sol-sol qui utilisent un propergol solide dit « double-base », mélange de nitrocellulose et de nitroglycérine.

Mais surtout, au début de la seconde guerre mondiale, l'Armée de l'Air américaine demande à Theodore von Karman de la California Institute of Technology de développer des systèmes propulsifs dits « JATO » (Jet Assistant Take-Off) pour l'assistance au décollage des bombardiers lorsque les pistes sont d'une longueur trop limitée. Von Karman et son équipe, composée notamment de Franck Malina et John Parsons, vont mettre au point, à cette occasion, le premier propergol composite, un mélange de perchlorate de potassium et d'asphalte. La formulation des propergols composites combine des oxydants et des réducteurs pour libérer durant la combustion une énergie élevée.

Durant la guerre froide, la conquête de l'espace et l'enjeu de la dissuasion nucléaire donnent lieu à des développements d'ampleur en matière de propulsion. Dans ce domaine, la France joue un rôle de premier ordre. En 1965, la fusée « Diamant » nous permet d'être le troisième pays à mettre un satellite en orbite après l'Union Soviétique et les Etats-Unis. Les deuxième et troisième étages de cette fusée sont à propergol solide (le premier étage est à ergol liquide). Ce propergol est un mélange de perchlorate d'ammonium et de poudre d'aluminium dans un liant polyuréthane, il est appelé « Isolane ».



Dans les années 70, les développements se poursuivent avec la mise au point des propergols « Butalanes », le liant utilisé est alors du polybutadiène qui améliore notamment les propriétés mécaniques.

Dans les années 80, les travaux visent à utiliser des liants énergétiques nitrés pour accroître la performance, ce sont les « Nitalanes ». La France, dans le sillage des Américains, est capable de mettre au point cette technologie, mais le compromis global coût/performance donne lieu à discussion. Finalement, les Butalanes resteront donc les propergols les plus utilisés. Ils équipent aujourd'hui les boosters d'accélération de la fusée Ariane 5.

Episode 9 : « Le régime des poudres et sa réforme de 1970 »

Le service des poudres a été créé en 1338 et a toujours constitué une sorte de monopole, compte tenu des enjeux de souveraineté associés. Mais c'est avec la révolution, en 1797, que la loi du 13 fructidor-An V établit véritablement un monopole d'Etat pour la fabrication de la poudre et des matières explosives.

En 1866, Nobel découvre la dynamite et ses travaux entraînent des développements importants dans le domaine des explosifs civils. La loi du 8 mars 1875 restreint le monopole d'Etat pour donner de la souplesse industrielle et permettre au secteur privé de fabriquer de la dynamite et des explosifs destinés aux activités civiles.

En 1957, le traité de Rome, instituant la communauté économique européenne, fait obligation aux Etats membres d'aménager les monopoles nationaux à caractère commerciaux. C'est ainsi qu'après un travail de nombreuses années, la loi du 3 juillet 1970 « portant réforme du régime des poudres et des substances explosives » fait disparaître le monopole d'Etat.



Par ailleurs, le secteur, à la suite des deux guerres mondiales, est nettement surcapacitaire. Cette loi donne donc l'occasion de créer, en 1971, la Société Nationale des Poudres et Explosifs (SNPE) avec une structure industrielle rationalisée autour des établissements de Saint-Médard, Bergerac, Angoulême, Pont-de-Buis, Sorgues, Le Bouchet, Toulouse et Vonges. Les « poudreries » de Saint-Chamas, Sevrans, Esquerdes, Pont-de-Claix sont fermées.

Bien évidemment, si le monopole disparaît, l'Etat conserve un rôle clé. Il est actionnaire à 100% de la SNPE et au travers de réglementations issues de la loi de 1970 conserve un contrôle du secteur. Le Service Technique des Poudres et Explosifs (STPE) est ainsi créé pour assurer ce contrôle étatique. L'Inspection Techniques de l'Armement pour les Poudres et Explosifs (ITAPE) est également créée pour assurer un rôle d'autorité en matière de sécurité pyrotechnique.

L'ensemble de cette nouvelle organisation restera stable pendant quelques décennies. Mais les réorganisations s'accroissent à compter des années 2000. Les anciens établissements de la SNPE sont aujourd'hui dispersés dans différentes sociétés (Ariane Group, Roxel, Eurenco, NobelSport, Titanobel...). Le STPE a disparu et ses activités ont été reprises par d'autres services de la Direction Générale de l'Armement (DGA). En revanche, l'ITAPE, devenue IPE, existe toujours et continue à veiller à la sécurité des activités pyrotechniques nationales.

Episode 10 : « La fin du XXème siècle et les munitions à risque atténué »

Dans les années 60, des accidents catastrophiques sur des porte-avions américains (Oriskany en 1966, Forestal en 1967 et USS Entreprise en 1969), mettent en évidence le danger fratricide des munitions. Le seul accident du « Forestal » a coûté la vie à plus 100 marins.

Pendant des siècles, la recherche de la performance avait prédominé, mais dans cette deuxième partie du XXème siècle, la convergence d'un besoin accru de sécurité et l'apparition de nouvelles technologies va donner lieu à une évolution majeure du secteur munitionnaire. C'est le développement des « Insensitive Munition (IM) », appelées en France, les munitions à risque atténué (MURAT).

Le concept vise à développer des munitions présentant une dangerosité réduite aux agressions accidentelles ou malveillantes. Il se développe à partir des années 70. Dans les années 80, des premières réflexions internationales se tiennent au niveau des groupes techniques de l'OTAN.

De nombreuses technologies sont alors utilisées pour réduire cette dangerosité des munitions, par exemple :

- Des molécules explosives moins sensibles comme le triaminotrinitrobenzène (TATB) ou l'oxynitrotriazole (ONTA) ;
- Des formulations explosives présentant de meilleures propriétés mécaniques avec des liants plastiques pour améliorer les comportements mécaniques aux agressions ;
- Des architectures de munitions adaptées, par exemple pour favoriser le déconfinement des matières explosives en cas d'agression.

Ces technologies permettent notamment de développer des munitions qui ne détonent plus à des agressions comme l'incendie, les impacts de balles....

La France est au meilleur niveau dans ce domaine et va mettre en œuvres avec succès toutes ces technologies, notamment, dans le cadre du développement des munitions destinées à être embarquées sur le porte-avions Charles de Gaulle. Ce dernier est mis en service en 1994.

A la fin des années 90, les pays de l'OTAN ont ratifié une norme sur les munitions insensibles. Elle fixe un cadre international reconnu pour ce concept. Elle définit une politique commune de mise en service des « IM » et standardise l'établissement pour les munitions d'un niveau de réaction aux principales agressions accidentelles et malveillantes.
