

LA PYROTECHNIE,
UN MARIAGE REUSSI DES ARTS ET DES SCIENCES

Pierre THEBAULT

Etienne LACROIX Tous Artifices S.A.

Colloque Arts & Culture – La Ciotat – 29 novembre 2013



LA PYROTECHNIE OU « L'ART DU FEU »

du grec πῦρ, πυρός (feu) et τέχνη (métier ou art)



Première apparition du terme dans l'ouvrage intitulé « *De la pirotechnia* » écrit par Vannoccio Biringuccio (1480-1537) et publié après sa mort en 1540.

Le terme y désigne l'ensemble des techniques qui sont l'œuvre du feu :

- la métallurgie (métaux et alliages, techniques associées dont la fonte des cloches)
- l'alchimie
- les armements (fabrication des armes à feu)
- les feux artificiels

LA PYROTECHNIE OU « L'ART DU FEU »

Cette définition du mot « pyrotechnie » perdurera aux 16^{ème} et 17^{ème} siècle, pour commencer à se préciser au 18^{ème} siècle.

PYROTECHNY, PYROTECHNIA, the Art of Fire ;
or a Science which teaches the Management and Application
of Fire in several Operations. See FIRE.

The Word is form'd from the Greek πῦρ, Fire, and τέχνη,
Art.

Pyrotechny is of two kinds, *Military*, and *Chymical*.

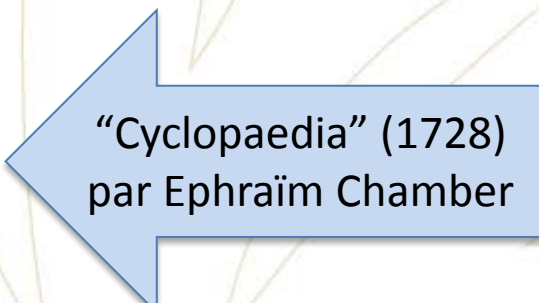
Military PYROTECHNY is the Doctrin of Artificial Fire-
Works and Fire-Arms ; teaching the Structure and Use
both of those used in War for the Attacking of Fortifications,
&c. as *Gun Powder*, *Cannons*, *Bombs*, *Granadoes*, *Carcasses*,
Mines, *Fusees*, &c. and those made for Amusement-sake,
as *Rockets*, *Stars*, *Serpents*, &c. See FIRE-ARM, ORD-
NANCE, &c.

Some call *Pyrotechny* by the name *Artillery* ; tho' that
Word seems confined to the Instruments used in War. See
ARTILLERY.

See the Elements of *Military Pyrotechny* under the se-
veral Instruments and Operations ; CANNON, BOMB, ROC-
KET, GUN-POWDER, &c.

Chymical PYROTECHNIA, is the Art of managing and
applying Fire, in Distillations, Calcinations, and other Ope-
rations of Chymistry. See CHYMISTRY and OPERATION.

Some reckon a third kind of *Pyrotechnia*, viz. the Art
of fusing, refining, and preparing Metals. See METAL,
FUSION, REFINING, &c.



“Cyclopaedia” (1728)
par Ephraïm Chamber

LA PYROTECHNIE OU « L'ART DU FEU »

Cette définition du mot « pyrotechnie » perdurera aux 16^{ème} et 17^{ème} siècle, pour commencer à se préciser au 18^{ème} siècle.

“L’Encyclopédie”
(1751) de Diderot &
d’Alembert

PYROTECHNIE, art du feu ; mot composé de *πῦρ*, feu, & *τεχνη*, art. C'est un des noms que porte la Chimie en général (voyez CHIMIE), & l'art des feux d'artifice en particulier. Voyez ARTIFICE. (b)

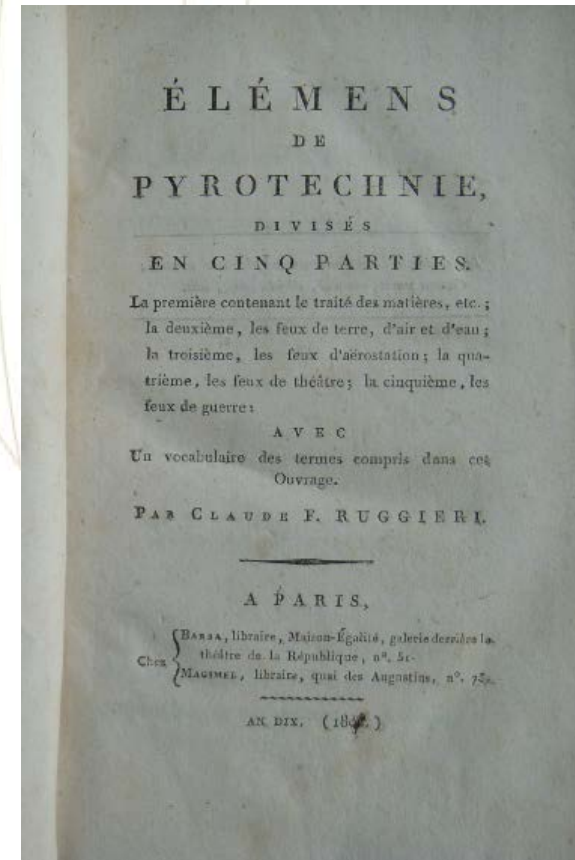
PYROTECHNIE MILITAIRE, (la) est celle qui enseigne la manière de faire toutes sortes d'artifices & d'armes à feu ; qui apprend la composition de tout ce qui est nécessaire pour battre une place, comme canons, mortiers, bombes, grenades, carcasses, mines, brûlots ; & comprend même la fabrication d'ouvrages à feu qui ne servent que pour le divertissement, comme les fusées, les pétards, les pots & les lances à feu. Voyez ARMES À FEU, &c.

Quelques-uns donnent à la *Pyrotechnie* le nom d'*Artillerie*, quoique ce dernier terme semble être consacré aux armes destinées aux usages de la guerre. Quelques-uns aiment mieux l'appeler *Pyrologie*, comme qui diroit feux missiles, des mots grecs *πῦρ*, feu, & *καλλῆν*, lancer, jeter.

LA PYROTECHNIE OU « L'ART DU FEU »

Le mot « pyrotechnie » va progressivement prendre son sens actuel au cours du 19^{ème} siècle, en commençant par l'ouvrage « Elémens de Pyrotechnie » de Claude-Fortuné Ruggieri (1802), où il recouvre désormais :

- **les Feux d'Artifice qui font leur effet sur terre, dans l'air et sur l'eau,**
- **les Feux d'Artifice qu'on peut adapter aux Aérostats,**
- **les Feux d'Artifice pour le Théâtre**
- **et les Feux de guerre**



LA PYROTECHNIE OU « L'ART DU FEU »

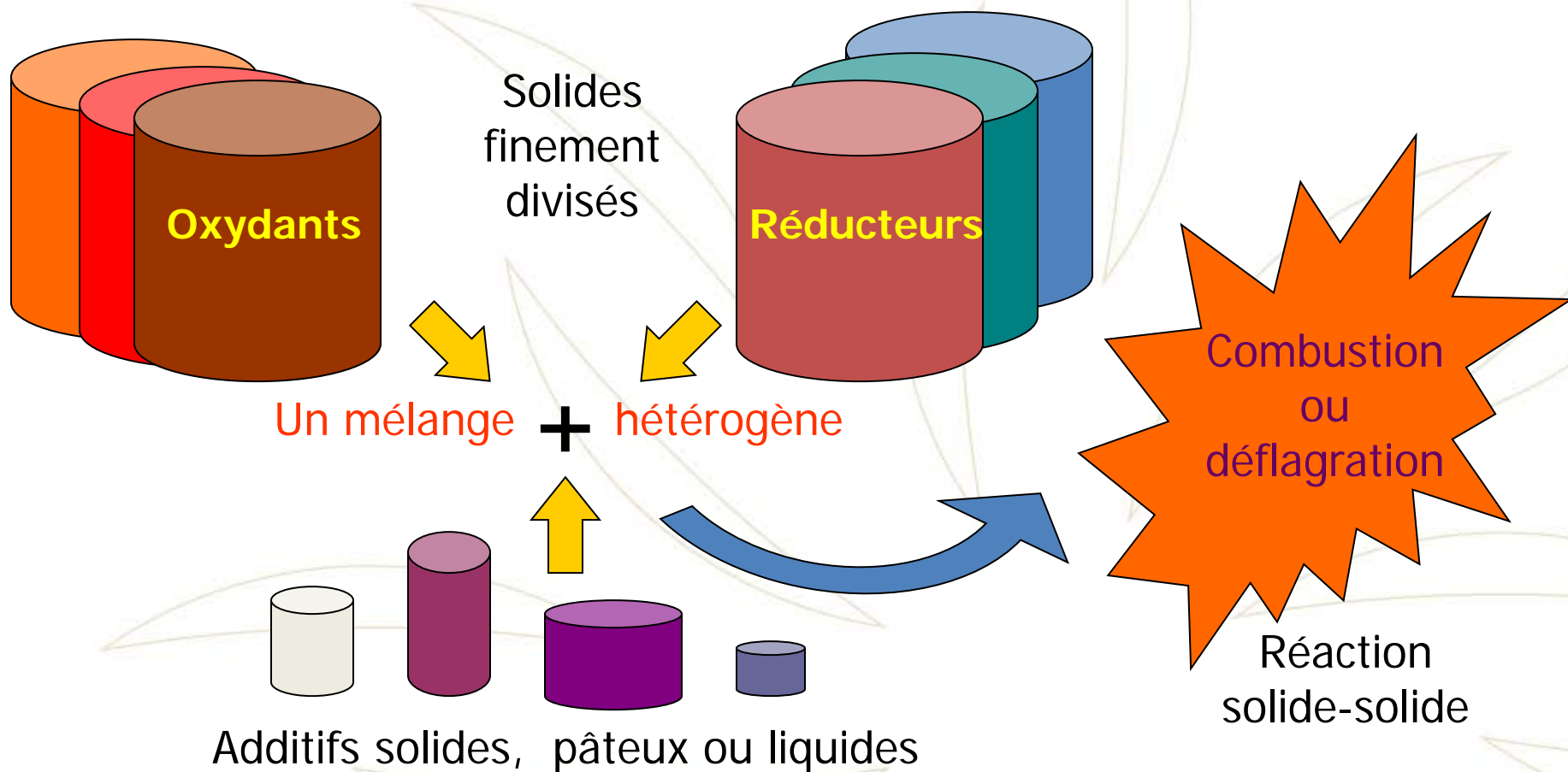
Le mot « pyrotechnie » est aujourd'hui défini comme suit par le Dictionnaire de Pyrotechnie du GTPS :

« l'ensemble des connaissances scientifiques et des moyens mis en œuvre dans le domaine des **matières explosives »**

Par contre, l'adjectif « pyrotechnique » a un sens plus restrictif, comme dans la définition d'un « article pyrotechnique » donnée par la Directive Européenne 2007/23/CE relative à la mise sur le marché de ces articles :

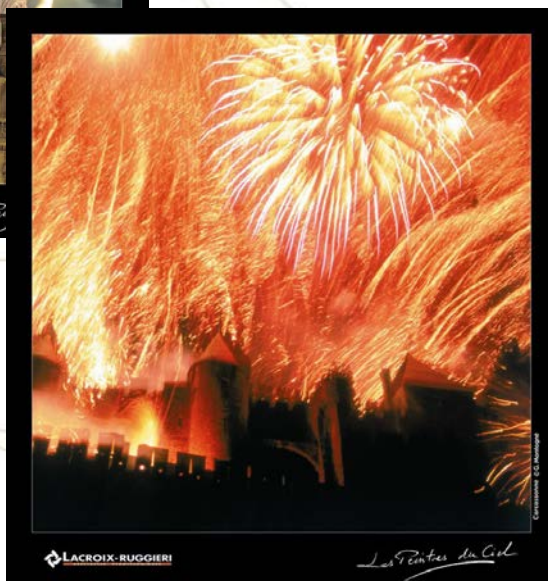
« tout article contenant des substances explosives ou un mélange explosif de substances conçues pour produire de la **chaleur, de la **lumière**, des **sons**, des **gaz**, de la **fumée** ou une combinaison de ces effets par une **réaction chimique exothermique autoentretenu** »**

LES COMPOSITIONS PYROTECHNIQUES



LES COMPOSITIONS PYROTECHNIQUES

Pour obtenir certains effets spécifiques tels que : flamme, lumière, chaleur, bruit, fumée, gaz, pression, mouvement, etc...



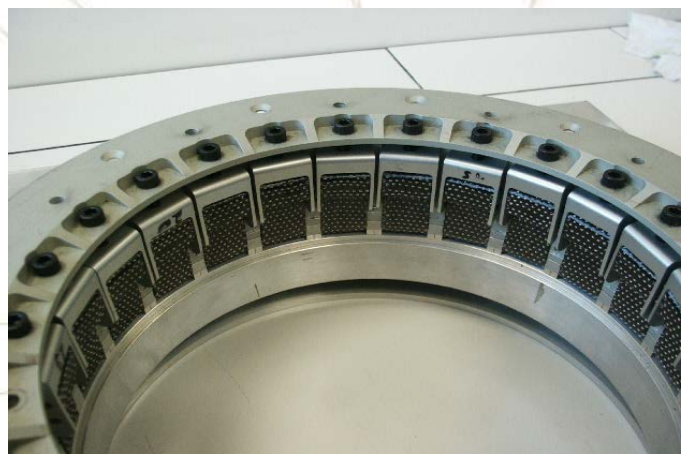
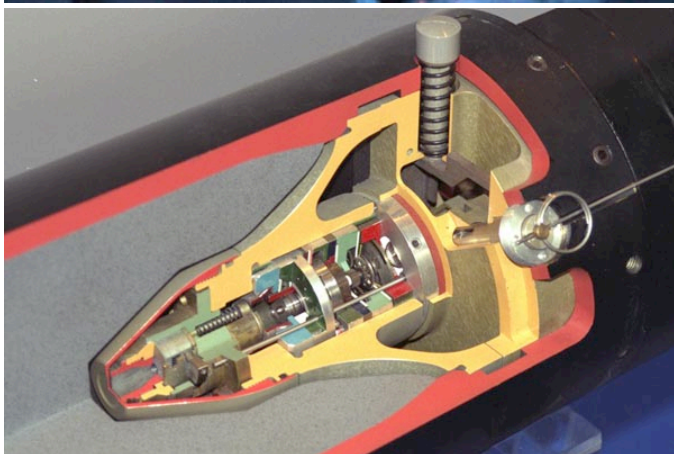
LES COMPOSITIONS PYROTECHNIQUES

Pour obtenir certains effets spécifiques tels que : flamme, lumière, chaleur, bruit, fumée, gaz, pression, mouvement, etc...



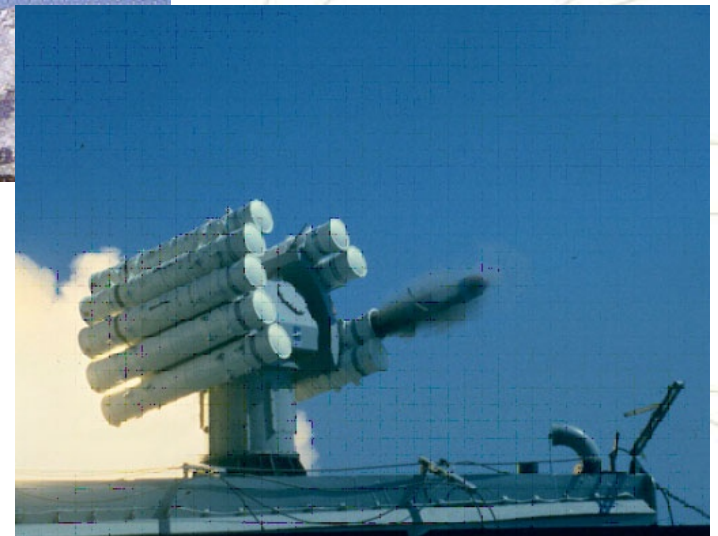
LES COMPOSITIONS PYROTECHNIQUES

Pour obtenir certains effets spécifiques tels que : flamme, lumière, chaleur, bruit, fumée, gaz, pression, mouvement, etc...



LES COMPOSITIONS PYROTECHNIQUES

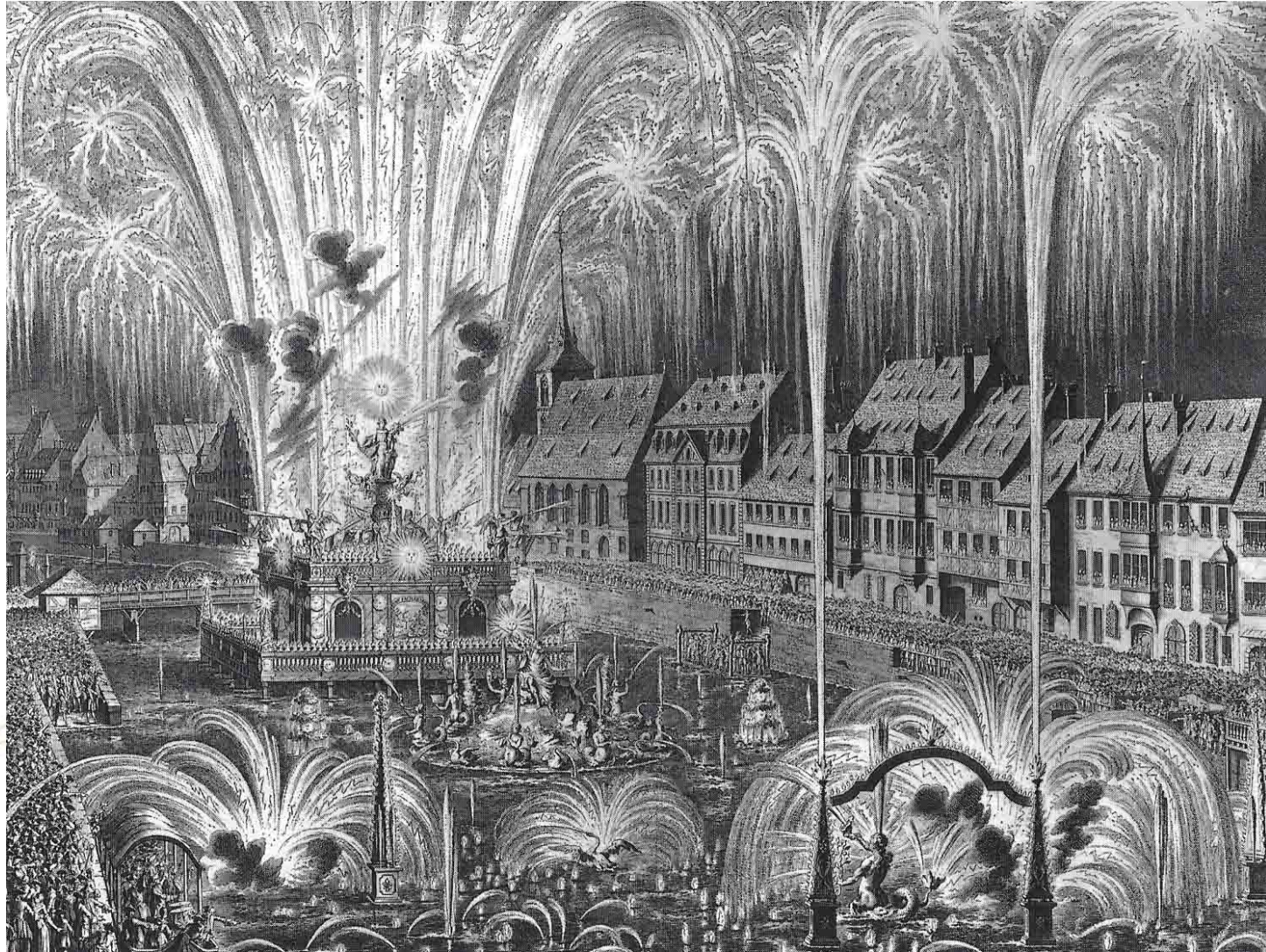
Pour obtenir certains effets spécifiques tels que : flamme, lumière, chaleur, bruit, fumée, gaz, pression, mouvement, etc...



QUELQUES REPERES HISTORIQUES

- **Invention du Feu Grégeois vers 672 après J-C, attribuée à un architecte d'Héliopolis (Phénicie), Théophane le Confesseur.**
- **Découverte de la Poudre Noire par les alchimistes Chinois dans la période allant de la dynastie des Tang (9^{ème} siècle) à celle des Song (11^{ème} siècle)**
- **Des textes chinois font état de tirs de grands feux d'artifice dès le 11^{ème} siècle pour célébrer la puissance militaire des empereurs.**
- **En Europe, premières citations de recettes de Poudre Noire par le moine franciscain anglais Roger Bacon (1214-1294), suivies d'applications militaires dès le 14^{ème} siècle**
- **Marco Polo ramène de ses voyages en Chine des pétards constitués de poudre noire enfermée dans des tiges creuses de bambou, en 1292**
- **Les premiers grands feux d'artifice apparaissent dans diverses cours européennes au milieu du 16^{ème} siècle**

LES FEUX D'ARTIFICE AUX 16^{ÈME} ET 17^{ÈME} SIECLES



Les souverains européens commandent des spectacles pour célébrer :

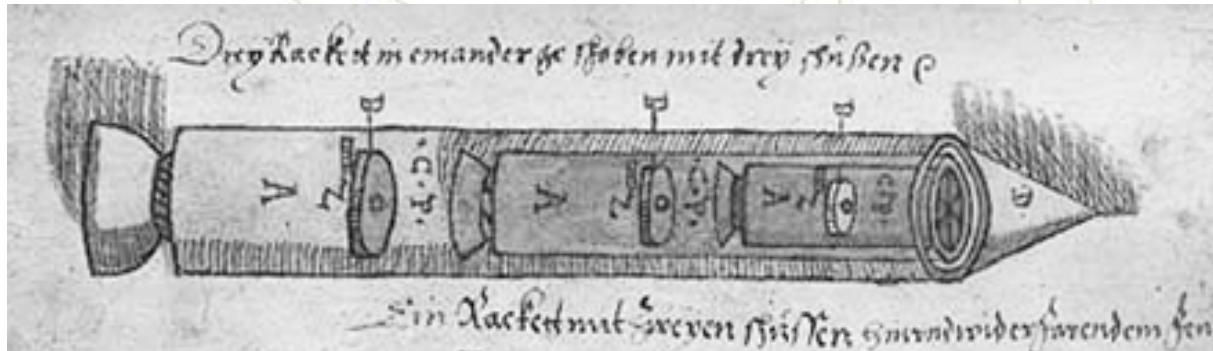
- **Victoires militaires et signatures de traités**
- **Evènements familiaux majeurs : mariages, naissances, couronnements...**
- **Accueil de souverains étrangers ou de leurs ambassadeurs,**

et d'autant plus grandioses qu'ils veulent démontrer par cela leur prestige et leur puissance.

Les pyrotechniciens sont alors invités à rivaliser de créativité et d'innovations pour produire des effets de plus en plus sophistiqués et variés

→ La plupart des types d'artifices qui sont encore en usage aujourd'hui ont été inventés à cette époque: fontaines, chandelles romaines, pots-à-feu, bombes, fusées, lances, flammes... ainsi que leur raccordement au moyen de mèches d'étoupille.

Une innovation fameuse, **les fusées à étages** du pyrotechnicien militaires autrichien, Conrad Haas, entre 1529 et 1556



Leur première mise en œuvre lors de spectacles pyrotechniques est l'œuvre du pyrotechnicien allemand Johann Schmidlap en 1591

➔ Le grand ancêtre des fusées ARIANE !!!

A noter que le mot « missile » date du 15^{ème} siècle et désignait un feu projeté...

Ce sont tous des **artisans**, doués d'un grand sens pratique, sans réelles connaissances théoriques, des expérimentateurs acharnés et, pour certains, de brillants innovateurs

Au nombre de **ces derniers, sans aucun doute les plus prolifiques, les cinq frères Ruggieri – Gaetano, Petronio, Antonio, Francesco et Pietro –** qui arrivent de Bologne à Paris en 1741, attirés par la vie culturelle intense qui s'y développe.

Grands créateurs, les Ruggieri vont rapidement faire la différence sur leurs concurrents et seront très prisés des souverains européens.

- **Petronio est sans doute le premier à avoir utilisé des Flammes de Bengale pour simuler des incendies sur scène et dans des spectacles d'extérieur**
- **Petronio et Pietro inventent le « Feu Chinois » pour créer d'impressionnants effets de volcans (à base de poudre noire (16 parties), de salpêtre (8 parties), de charbon fin (3 parties), de soufre (5 parties) et de fonte broyée (10 parties))**
- **Petronio et Pietro inventent également la transmission de feu entre pièces fixes et mobiles sans intervention humaine.**

→ Cette invention impressionne tant leurs contemporains qu'elle sera décrite en détail dans « L'Encyclopédie » comme illustration de l'intelligence des artisans.

Les Encyclopédistes attirent l'intérêt de la communauté des hommes de lettres et de science pour la pyrotechnie et ses techniques et ils écrivent dans "L'Encyclopédie" :

« Le mécanisme d'un feu d'artifice dans les deux genres ; la partie physique qui guide sa composition, la géométrie qui la distribue, sont des objets déjà traités dans l'article ARTIFICE ; (...) la clarté, mille choses nouvelles, le désir d'en trouver encore beaucoup d'autres, l'indication des moyens pour y parvenir, montrent cette **sagacité si utile aux progrès des Arts**, cette **étude assidue des causes & des effets**, cette **opiniâtreté dans les expériences**, qui caractérisent à-la-fois une théorie profonde & une pratique sûre. »

Les effets d'artifice sont essentiellement faits de puissants effets brillants, traçants, accompagnés de nuages d'étincelles, de fumées et de bruits.

**Il ne sont que très faiblement colorés : jaunâtres, bleuâtres, rougeâtres...
Pas de vert !**

Les pyrotechniciens rivalisent dans ce que les Ruggieri appellent les « pièces pyriques », constructions et assemblages d'artifices simulant les effets de la Nature ou des effets de guerre, souvent associés à des décors grandioses et éphémères construits par des architectes.

Le premier vrai vert est découvert en 1770 par l'artificier russe Danilov, à partir de « goudron de Venise » (une forme de vert-de-gris)

Il sera reproduit par Claude-Fortuné Ruggieri en 1806 avec une recette différente mais utilisant toujours le vert-de-gris.

La quasi-totalité des compositions d'artifice sont à base de poudre noire, plus ou moins dopée d'autres substances pour varier les effets.

Le seul oxydant connu est donc le salpêtre et on ne sait pas encore ce qu'est un oxydant (le terme n'existe pas) et donc que le salpêtre tient ses propriétés particulières du fait qu'il est un oxydant.

On ne sait également pas encore que le salpêtre est du nitrate de potassium et on ne sait donc pas le préparer de manière artificielle.

→ On racle donc les vieux murs humides et purifie le matériau ainsi prélevé...

LES PREMIERS PAS DE LA SCIENCE EN PYROTECHNIE

Toujours à la recherche d'innovations, notamment les couleurs, Pietro Ruggieri suscite l'intérêt d'un jeune savant, **Antoine Laurent de Lavoisier**, qui commence à se faire connaître par l'originalité de ses travaux dans le domaine de la combustion.

→ Cette rencontre va être déterminante !

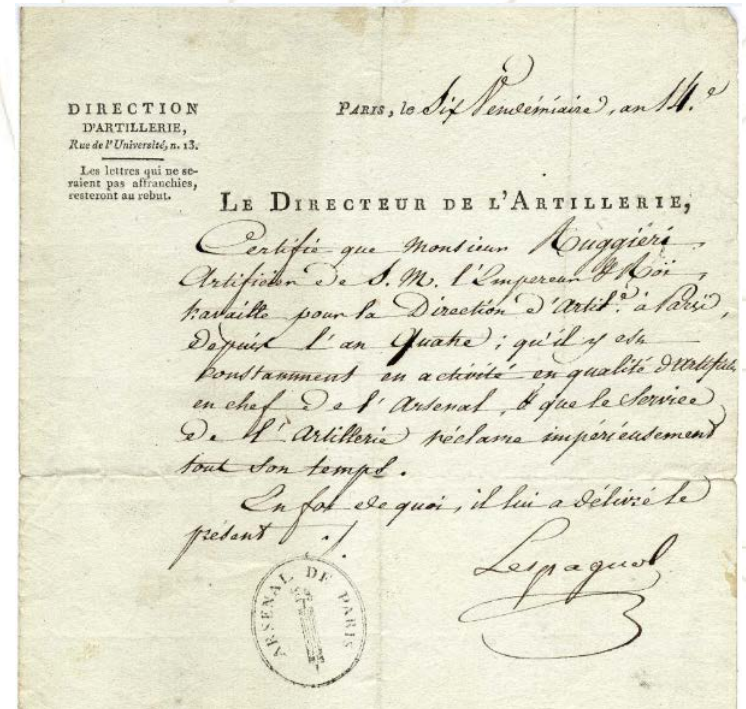


Père de la Chimie Moderne, Lavoisier a démontré expérimentalement que la combustion est un processus où une substance se combine avec l'oxygène. Il invalide définitivement la théorie précédente de la combustion qui prétendait qu'une substance appelée "phlogiston" était produite par les matériaux quand ils brûlaient et était l'essence des flammes. Il a aussi démontré la fausseté de la théorie des quatre éléments: eau, air, feu et terre, qui soutenait les travaux des alchimistes.

CLAUDE-FORTUNE RUGGIERI ET LA CHIMIE NAISSANTE

La mort prématurée de Lavoisier aurait pu mettre un terme à cette aventure prometteuse, mais cette relation avait permis à Pietro Ruggieri de mettre son fils – Claude-Fortuné – en contact avec Lavoisier et Chaptal qui lui succède à la tête de la Poudrerie de Grenelle.

➔ Chaptal fera entrer Claude-Fortuné Ruggieri à la Direction de l'Artillerie où il va se former à partir de l'année 1796



CLAUDE-FORTUNE RUGGIERI ET LA CHIMIE NAISSANTE

La mort prématurée de Lavoisier aurait pu mettre un terme à cette aventure prometteuse, mais cette relation avait permis à Pietro Ruggieri de mettre son fils – Claude-Fortuné – en contact avec Lavoisier et Chaptal qui lui succède à la tête de la Poudrerie de Grenelle.

→ Chaptal fera entrer Claude-Fortuné Ruggieri à la Direction de l'Artillerie où il va se former à partir de l'année 1796

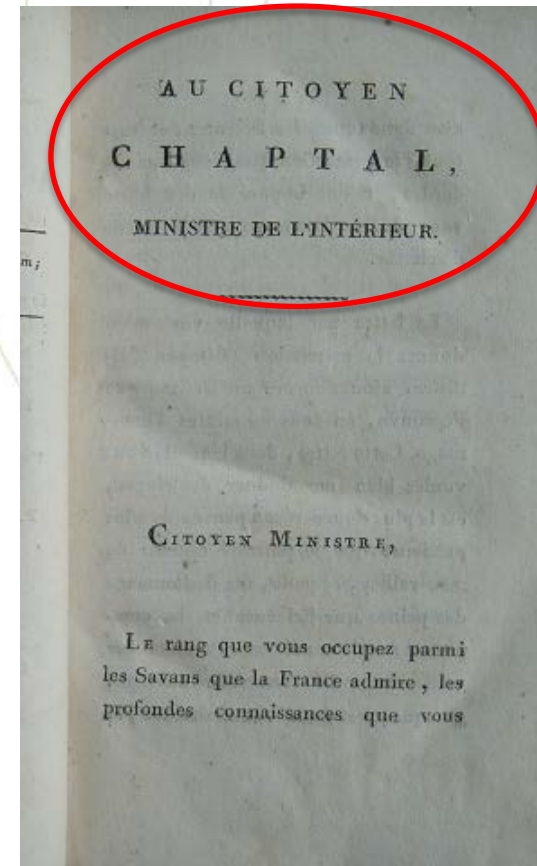
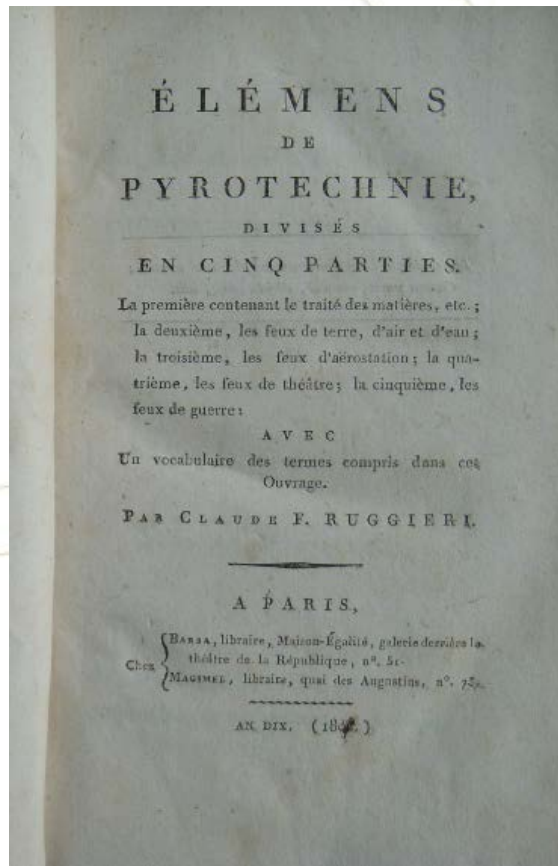


Devenu directeur de la Poudrerie de Grenelle, Chaptal va y inventer la première méthode connue de fabrication artificielle du salpêtre, qu'il décrira dans son "Traité du salpêtre et des goudrons" publié en 1796.



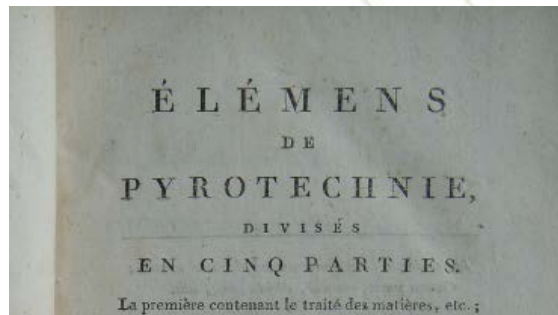
LES "ELEMENS DE PYROTECHNIE"

Ainsi formé aux sciences naissantes, Claude-Fortuné Ruggieri va écrire le premier traité de pyrotechnie qui utilise des **termes et des descriptions scientifiques**, ce qui le conduit à dédicacer la première édition de 1802 à Chaptal



LES "ELEMENS DE PYROTECHNIE"

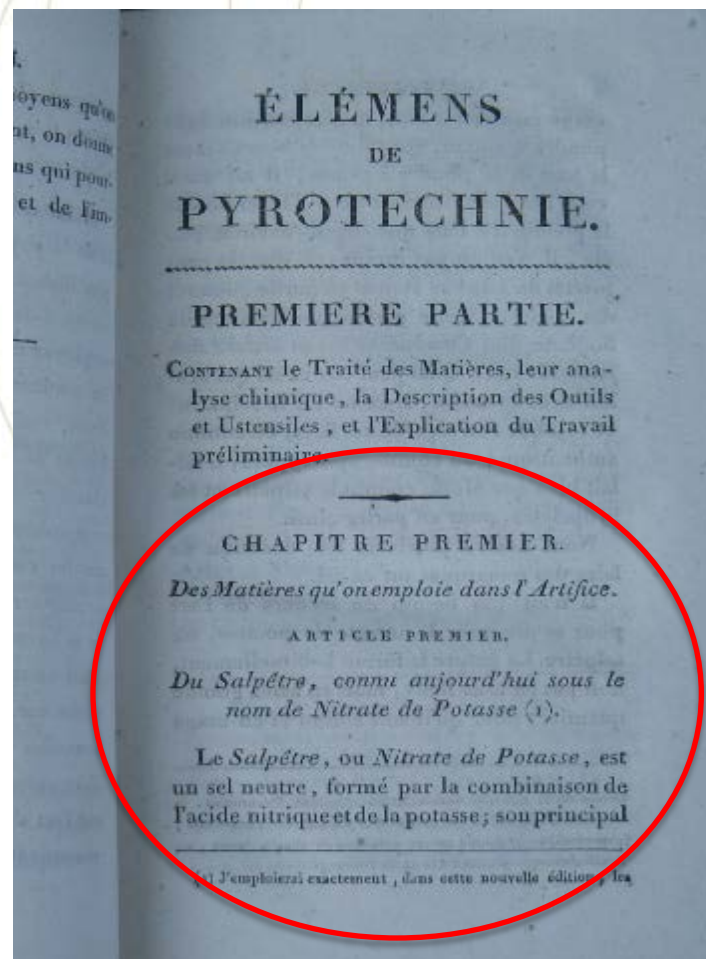
Ainsi formé aux sciences naissantes, Claude-Fortuné Ruggieri va écrire le premier traité de pyrotechnie qui utilise des **termes et des descriptions scientifiques**, ce qui le conduit à dédicacer la première édition de 1802 à Chaptal



*“Cette lettre, dans laquelle vous voulez bien me donner des éloges, est la plus douce des récompenses, la plus précieuse que je pouvais obtenir de mes veilles, et seule, me dédommage des peines que j'ai eues en le composant : mais ces éloges retombent sur vous-même ; ils sont votre ouvrage, puisque **c'est dans vos écrits que j'ai puisé le peu de connaissances que j'ai de la Science que vous possédez au plus haut degré**”*

Les “Elémens de Pyrotechnie” sont le premier traité de pyrotechnie qui désigne le salpêtre par son nom chimique:

→ le nitrate de potasse

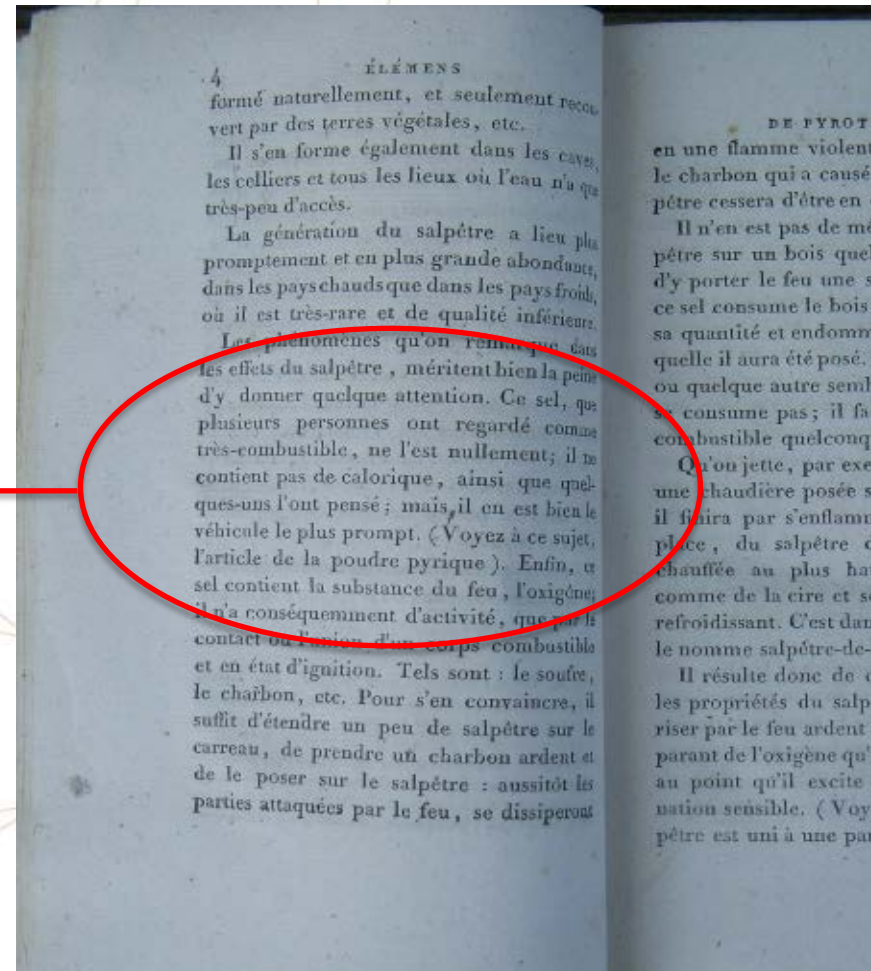


Les “Elémens de Pyrotechnie” sont le premier traité de pyrotechnie qui désigne le salpêtre par son nom chimique:

➔ le nitrate de potasse

mais également décrit ouvertement son rôle de donneur d'oxygène, donc d'oxydant

“Ce sel, que plusieurs personnes ont regardé comme très-combustible, ne l'est nullement; (...) Enfin, ce sel comprend la substance du feu, l'oxigène ; il n'a conséquemment d'activité, que par le contact ou l'union d'un corps combustible et en état d'ignition. Tels sont le soufre, le charbon, etc.”



LES CHLORATES

Découverts en 1788 par Berthollet

Claude-Fortuné Ruggieri va être le premier à utiliser le chlorate de potassium, ouvrant ainsi la voie à l'utilisation de nouveaux oxydants à la place du salpêtre :

- **Mariage de Napoléon 1er et de Marie-Louise (1810) :**
CF Ruggieri imite **“le bruit de l’artillerie en utilisant un sel détonant découvert par Berthollet”** (M. Beyer)
- **A propos du “Feu Chinois” créé par CF Ruggieri :**
“Beside the admixture of several saline substances, which communicate particular colors to flame, we know that the most brilliant red is given by nitrate of strontian, a preparation of which is used for theatrical purposes in France, is made as follows: take forty parts of dry nitrate of strontian, thirteen parts of finely powdered sulphur, five parts of **chlorate or hyperoximurate of potash**, and four parts of antimony, and mix them intimately in a mortar, observing at the same time to pulverize the chlorate of potash separately.”
(Cutbush – 1823)

**RUGGIERI**
SINCE 1739



Berthollet

LES CHLORATES

Découverts en 1788 par Berthollet

Claude-Fortuné Ruggieri va être le premier à utiliser le chlorate de potassium, ouvrant ainsi la voie à l'utilisation de nouveaux oxydants à la place du salpêtre :

On notera au passage l'utilisation du nitrate de strontium pour obtenir la couleur rouge, nouvel apport de la chimie nouvelle initiée par Lavoisier avec l'appui de Chaptal, Berthollet et Fourcroy



Berthollet

- A propos du “Feu Chinois” créé par CF Ruggieri :
“Beside the admixture of several saline substances, which communicate particular colors to flame, we know that the most brilliant red is given by nitrate of strontian, a preparation of which is used for theatrical purposes in France, is made as follows: take forty parts of dry nitrate of strontian, thirteen parts of finely powdered sulphur, five parts of **chlorate or hyperoximurate of potash**, and four parts of antimony, and mix them intimately in a mortar, observing at the same time to pulverize the chlorate of potash separately.”
(Cutbush – 1823)

”

Après ces premières expériences de CF Ruggieri, les couleurs et les recettes pour les obtenir vont se multiplier très rapidement.

→ En 1853, dans son livre « *Chimie pyrotechnique ou Traité pratique des Feux Colorés* », Tessier liste 143 nouvelles formules !

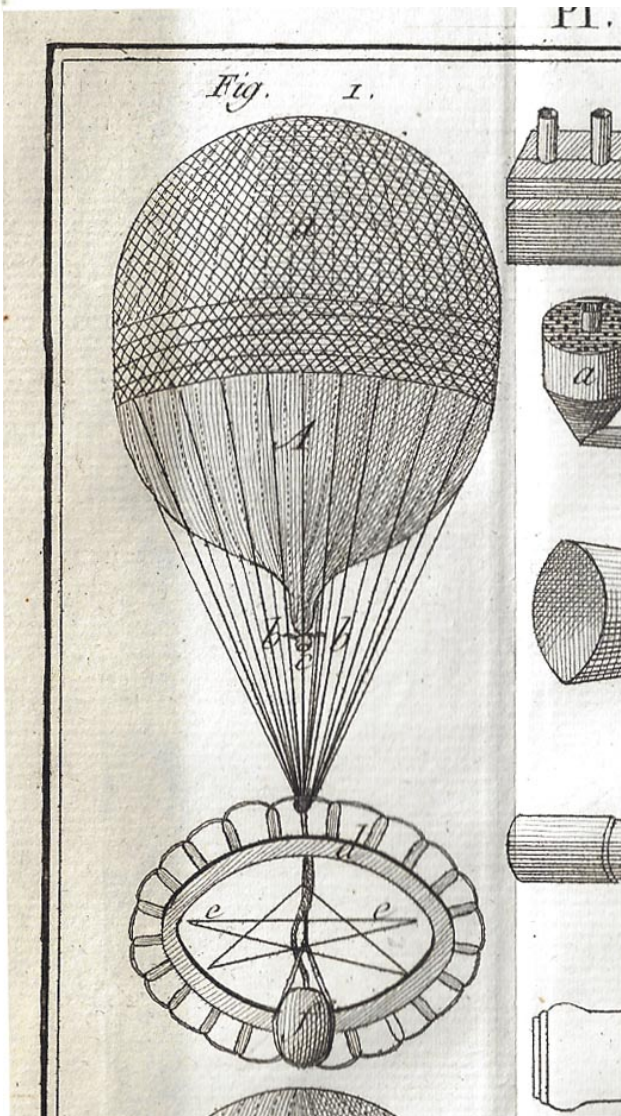
Les oxydants vont se multiplier : nitrates, chlorates et perchlorates, oxydes et peroxydes...

Les générateurs de couleurs également : sels de baryum (vert), de strontium (rouge), cuivre (bleu), sodium (jaune)... et leurs mélanges pour obtenir les couleurs intermédiaires à l'image des techniques des artistes-peintres.

Et, encore aujourd'hui, les organométalliques, les résines et liants polymères de synthèse... et la compatibilité environnementale (REACH)

Le Groupe Lacroix, héritier des Ruggieri, a un patrimoine de près de 400 formules de couleurs et effets pyrotechniques.

UNE "PREMIÈRE MONDIALE"



Avec l'appui de Garnerin, inventeur du parachute en 1787, Claude Fortuné Ruggieri est le premier à avoir composé et tiré une combinaison d'artifices sous un ballon à hydrogène – une invention pour la célébration de la fête nationale le 14 juillet 1800.

→ Une preuve supplémentaire de l'intérêt que Claude-Fortuné Ruggieri portait à la science de son époque

Laissons Claude-Fortuné Ruggieri conclure :

« *Maintenant la perfection de la chimie et de la physique laisse encore un champ plus libre à l'imagination de l'artificier qui, trouvant de nouvelles ressources, peut les employer avec plus d'étendue. Amalgamer les matières, augmenter ou diminuer les doses, varier les formes, ne sera plus seulement le but de l'artiste ; mais innover, chercher d'autres matières, former des compositions calculées, est la perspective qui lui est offerte. Il ne se bornera plus comme servile imitateur qu'il était jadis ; il ne se bornera plus, dis-je, à présenter des effets connus : il pourra prétendre à perfectionner. L'étendue de ses connaissances nouvelles lui permet aujourd'hui même d'organiser un travail tout-à-fait nouveau sur l'art du feu, et en le consacrant à l'amusement ainsi qu'à l'instruction du public, la certitude plus grande des moyens qu'on emploie, fait qu'en les désignant, on donne la possibilité d'éviter les accidents qui pourraient résulter de l'ignorance et de l'impéritie. »*

Laissons Claude-Fortuné Ruggieri conclure :

“La connaissance de la chimie est, par-dessus tout, d’une nécessité absolue, puisqu’elle sert à combiner sûrement les matières que l’on emploie dans les compositions du feu. Il faut connaître leur affinité, leurs propriétés et leur valeur, afin de faire ses opérations avec sécurité, et avec le plus d’économie possible.”



RUGGIERI

SINCE 1739

