

Le Tube à Choc de Paul Vieille

Ensemble de l'appareillage, tube de propagation, système d'excitation, manographes et enregistrement.

La lettre du patrimoine poudrier et pyrotechnique

Lettre n° 11 - septembre 2001

Bulletin de l'Association des Amis du
Patrimoine Poudrier et Pyrotechnique

EDITORIAL

<http://a3p.citeweb.net>

« Un petit pas pour l'humanité mais un grand pas pour
le patrimoine poudrier ! »

Cà y est ! Grâce à Alain BROCARD l'A3P possède
un site Internet depuis le 3 août 2001. Jean-Paul KONRAT
qui a suivi avec attention les travaux de notre ami et qui a
visité le nouveau site dès sa création s'est écrié : « C'est
magnifique ! Ce site représente un petit pas pour l'humanité,
mais un grand pas pour le patrimoine poudrier ... ». Il y avait
en effet trouvé une allocution de bienvenue sur notre site,
une présentation de l'A3P, le sommaire des dix Lettres du
Patrimoine Poudrier déjà publiées et la liste des écrits de
René AMIABLE et de Patrice BRET sur l'Histoire des
Poudres.

Nous voici donc en mesure de nous faire connaître
sur la planète entière et de constituer un réseau international
avec tous ceux qui s'intéressent à l'histoire poudrière et
pyrotechnique ainsi qu'à la sauvegarde de notre patrimoine.

La sauvegarde de notre patrimoine passe entre autres
par des actions de mémoire comme celle organisée le 26
juin dernier à PARIS pour commémorer le centenaire de
l'invention du tube à choc de détonation par notre illustre
Ancien Paul VIEILLE. Les pages n° 2 et 3 du bulletin vous
présentent le reportage de cette manifestation qui a connu
un grand succès.

Vous trouverez par ailleurs le compte rendu de notre
assemblée générale 2001 tenue en mars dernier, des
nouvelles du musée des poudres et, pour la première fois,
« une curiosité pyrotechnique » grâce à la plume et à la
science de notre ami Roger RAT.

Vous trouverez enfin une invitation pour la
manifestation organisée le 11
octobre prochain par le Centre
d'Etudes du RIPAULT au cours de
laquelle je remettrai le premier prix
de l'A3P à Jean GUERAUD,
historien de la poudrerie nationale
du Ripault.



Bonne lecture et à bientôt sur
les bords de l'INDRE.

Le Président, René Amiable.

COMPTE-RENDU DE L'ASSEMBLEE GENERALE DE L'A3P, TENUE LE 29 MARS 2001 A PARIS, AU CONSERVATOIRE DES ARTS ET METIERS

L'assemblée a décidé de délibérer, malgré la faiblesse
du nombre de membres présents (18 adhérents ayant réglé
leurs cotisations en 2000 et deux nouveaux adhérents en 2001),
compte tenu du nombre important de membres s'étant excusés
et ayant donné une procuration (82 procurations données).

L'assemblée a approuvé à l'unanimité le rapport moral
présenté par le président et les actions menées par le conseil
d'administration au cours de l'année 2000.

L'assemblée a approuvé à l'unanimité le rapport financier
du trésorier et l'augmentation importante de l'actif disponible en
fin d'exercice 2000.

L'assemblée a approuvé à l'unanimité le maintien de la
cotisation à 100 F pour l'année 2001 et la fixation de son montant
à 15 Euros pour l'année 2002 compte tenu de la bonne santé
financière de l'association.

L'assemblée a réélu à l'unanimité Pierre THEBAULT
administrateur.

L'assemblée s'est déclarée favorable à une action du
conseil d'administration visant à obtenir la reconnaissance d'utilité
publique pour l'A3P.

L'assemblée a adopté les projets d'actions futures
suivants :

- organisation des 4èmes Journées Paul Vieille centrées sur
l'histoire des propergols solides et de leurs applications militaires
(propulsions) et civiles (propulsion, sécurité automobile...),
- attribution du prix du patrimoine poudrier et pyrotechnique pour
l'année 2001 à Jean GUERAUD, l'historien de la poudrerie du
RIPAULT,
- installation de la bibliothèque de l'A3P dans les nouveaux locaux
du département " histoire de l'armement " du CHEAR à la Cité
de l'Air,
- création d'un réseau de correspondants A3P en province,
- création d'un site Internet consacré à l'A3P,
- relance des études relatives à la création d'un ou plusieurs
musées de la pyrotechnie,
- participation d'administrateurs de l'A3P à des colloques
d'histoire des sciences et des techniques français (colloque de
la SFHST en mai 2001 à LILLE) et étrangers (colloque du
groupe britannique de l'histoire des moulins à poudre noire en
mai à LONDRES),

L'assemblée générale a accepté de faire entrer l'A3P
dans le comité de parrainage du colloque « Chimie et
Propulsion » organisé à la Maison de la Chimie à PARIS, suite à
la demande Jean TISON.

René Amiable

26 JUIN 2001, 10^{bis} QUAI HENRI IV POSE DE LA PLAQUE COMMEMORATIVE DE L'INVENTION DU TUBE A CHOC PAR PAUL VIEILLE

Une foule nombreuse forte d'environ 70 personnes avait bravé la canicule pour se rassembler sur le trottoir du quai Henri IV ce mardi 26 juin à 17 heures. Les membres de l'A3P et leurs conjoints avaient fourni le gros de la troupe tandis que la direction du groupe SNPE était massivement présente avec le Président Jean FAURE, le directeur général délégué Bernard RIVIERE, les directeurs BOSSY, CARDIN, DAVENAS, NICOLAS, PHILIPPE et ROUSSEL, le PDG de CELERG Bruno SAINJON, le PDG de Pyroalliance Bernard ZELLER et le directeur du CRB Hervé GRAINDORGE. On notait de plus la présence d'une dizaine de membres de la famille VIEILLE.

Le Président Jean FAURE prononça une courte allocution de bienvenue puis il procéda au dévoilage de la plaque avec l'aide du Président de l'A3P. Ensuite, tout le monde alla se mettre à l'ombre dans la salle Paul VIEILLE pour y entendre les allocutions de René AMIABLE et de Claude FAUQUIGNON dont les textes sont donnés plus loin.

La manifestation s'acheva dans la bonne humeur générale et la convivialité poudrière grâce au coquetèle offert dans la salle Paul VIEILLE par SNPE. On se quitta non sans quelques regrets mais en se promettant de se revoir.....à la troisième plaque Paul VIEILLE !

ALLOCUTION DE RENE AMIABLE, PRESIDENT DE L'A3P

Nous achevons aujourd'hui notre tour historique du quartier de l'Arsenal, un tour accompli en cinq ans et trois plaques !

Rappelons-nous la première apposée Boulevard BOURDIN en 1996 à la mémoire de LAVOISIER, illustre Ancien Poudrier, de son laboratoire de chimie et de l'Hôtel de la Régie des Poudres et Salpêtres.

Rappelons-nous la deuxième apposée rue de l'Arsenal en 1999 à la mémoire d'un autre illustre Ancien Poudrier, Paul VIEILLE, et de son invention en 1884 dans les murs du Dépôt Central des Poudres et Salpêtres de la fameuse poudre B.

Nous voici maintenant au pied de l'immeuble qui abrita le Laboratoire Central des Poudres où Paul VIEILLE fit il y a un siècle une autre invention géniale : celle du Tube à Choc de détonation. Dans un instant notre collègue et ami Claude FAUQUIGNON retracera ce que fut exactement cette invention. J'évoquerai au préalable les autres travaux marquants réalisés par Paul VIEILLE entre 1884 et 1914 au Laboratoire Central.

En matière de chimie d'armement Paul VIEILLE y poursuivit activement et durablement ses recherches sur la stabilité chimique de la poudre pour arriver enfin à la solution du problème grâce au recours à un stabilisant chimique approprié incorporé à la poudre. Dans le domaine de la balistique intérieure des armes à feu Paul VIEILLE s'intéressa à partir de 1890 aux anomalies balistiques observées lors de certains tirs dans les canons de fort calibre ; il mit en évidence le caractère ondulatoire du phénomène et il trouva un remède contre les surpressions locales soumettant la bouche à feu à des efforts excessifs. Paul VIEILLE s'intéressa également au début des années 1890 à l'érosion interne des bouches à feu tirant à la poudre B et il inventa un instrument de recherche, la bombe à grain d'érosion, qui lui permit d'étudier scientifiquement le phénomène et de résoudre cet autre problème balistique.

Ayant pris connaissance des prouesses accomplies par notre Ancien dans le secteur de la défense les autorités civiles de l'époque voulurent mettre à contribution son immense compétence en matière de prévention des explosions accidentelles. Il fut appelé à siéger au sein du comité département de la Seine où il participa à la prévention des

accidents pyrotechniques dans les établissements classés dangereux. Le ministère des finances lui fit par ailleurs examiner le danger présenté par les différentes variétés d'allumettes.

Son invention civile la plus importante concerna les dangers de la fabrication et de l'emploi de l'acétylène comme gaz d'éclairage.

Voici un rapide aperçu de l'œuvre immense accomplie par Paul VIEILLE derrière ces murs. J'avais rappelé en 1999 deux traits importants de sa personnalité : la modestie et le désintéressement. J'ajouterai aujourd'hui une touche à cette esquisse de portrait en rappelant les propos tenus au Premières Journées Paul VIEILLE de 1984 par un autre grand Ancien Poudrier que son très grand âge tient maintenant à l'écart de



Inauguration de la plaque commémorative de l'invention du tube à choc par Paul Vieille, 12 quai Henri IV, le 26 juin 2001

nos manifestations, je vous parle de Louis MEDARD.

Ecoutons-le " Paul VIEILLE a laissé à ceux qui l'ont connu le souvenir d'une distinction naturelle qui transparaissait dans son physique même. Son abord pouvait paraître un peu froid ; cependant il n'était pas guindé et savait à l'occasion faire une réponse plaisante, comme le montre l'anecdote suivante : il descendait un jour l'escalier du Laboratoire Central, avec LIOUVILLE ; tous deux étaient pensifs car ils cherchaient depuis quelques jours la solution d'un problème qui leur échappait. Soudain VIEILLE, qui venait d'entrevoir la solution, s'arrêta net en s'écriant : «Mais LIOUVILLE, que nous sommes bêtes». Son compagnon, offusqué, répartit : «tu pourrais parler au singulier». A quoi VIEILLE répondit en souriant : «tu as raison, LIOUVILLE que tu es bête !».

L'HISTOIRE DU TUBE A CHOC DE DETONATION, CLAUDE FAUQUIGNON

On ne peut comprendre l'originalité d'une invention qu'en la situant dans l'état des connaissances de l'époque et on ne peut en comprendre la richesse potentielle qu'en regardant ce qu'elle est devenue par la suite. C'est à ce double examen que l'on va soumettre le Tube à Choc de Détonation de Paul VIEILLE plus communément appelé aujourd'hui simplement Tube à Choc compte tenu de ses applications.

En 1899, Paul VIEILLE dans sa célèbre publication dans le Mémorial des Poudres et Salpêtres justifie son étude par la constatation qu'une condensation violente produite par une petite charge explosive excitatrice se propageait à des vitesses énormes alors que la détonation de ce milieu n'était pas encore obtenue, c'est-à-dire qu'il fonctionnait comme inerte.

Il semblait important de garder cette phrase in extenso pour montrer, avec le vocabulaire de l'époque le rôle de pionnier de Paul VIEILLE. Il continue : « Cette première observation m'a conduit aux recherches qui ont fait l'objet du présent travail, c'est-à-dire, l'étude des vitesses de propagation d'ébranlements intenses dans des milieux inertes au repos. »

Il restait à trouver le moyen expérimental : ce sera le tube cylindrique dans lequel sont générés les ébranlements (première section) puis propagés dans le milieu inerte d'étude (deuxième section). On notera qu'outre la justification théorique donnée par Paul VIEILLE dans son écrit, c'est la seule disposition permettant une propagation des discontinuités par couches parallèles dès les premiers instants. C'est aussi une installation possible dans un laboratoire où les appareils d'enregistrement des capteurs disposés dans la paroi du tube seront en sécurité.

Dès lors le Tube à Choc de Détonation était né. La section excitatrice fut d'abord remplie d'une substance pyrotechnique : Poudre de chasse, c'est-à-dire charge déflagrante, qui a permis l'étude de la formation d'une onde de choc en aval dans la section remplie d'air. Fulminate de mercure, c'est-à-dire charge détonante en fonction de son initiation, et générant dès la sortie une onde de choc à vitesse supersonique dans l'air. On ne mentionnera ici que pour mémoire les résultats nouveaux pour l'époque et qui sont aujourd'hui banals sur l'influence de la densité et de la masse de la charge pyrotechnique.

Le passage à un vrai Tube à Choc correspondait à la seconde partie de l'étude où la section excitatrice est constituée d'une chambre remplie d'un gaz inerte sous pression séparée de la section de propagation par un diaphragme : la rupture brutale du diaphragme provoque la formation immédiate d'une onde de discontinuité (onde de choc) dont on étudie la propagation dans la section aval.

Paul VIEILLE a ainsi décrit le fonctionnement du tube à choc à partir des travaux théoriques de RIEMAN sur la détente des gaz et validé les relations d'HUGONIOT sur les ondes de choc qui étaient restées au stade théorique par suite du décès prématuré de leur auteur. C'est aussi sur cette base que Paul VIEILLE proposa un schéma de structure de l'onde de détonation qu'il fallut attendre les années 1940 pour voir préciser simultanément par ZELDOVITCH, VON NEUMAN et DOERING.

Au-delà des apports spécifiques de Paul VIEILLE avec son tube à choc on se doit de mentionner deux retombées pratiques :

-L'onde de choc à la sortie des bouches à feu est produite par le piston gazeux des gaz de poudres,

-La propagation accidentelle des ondes de choc en galerie de mine est due à l'effet de piston des combustions déflagrantes amont.

Si le tube à choc a ensuite eu une carrière continue et brillante (des colloques y sont périodiquement consacrés) c'est que ses applications sont passées du domaine de la détonique à celui de l'aérodynamique supersonique. Le tube à choc à diaphragme de Paul VIEILLE est sans aucun doute la soufflerie supersonique instationnaire la plus économique et la plus souple d'emploi par la variation des pressions et la nature des gaz de remplissage.

On ne mentionnera ici que deux applications toujours d'actualité :

-L'écoulement autour de projectiles ou de corps de rentrée en vue d'affiner leur profil et leur stabilité en vol,

-L'interaction de l'écoulement supersonique avec des jets gazeux destinés à agir sur la trajectoire d'un projectile.

Les observations font appel à l'optique (strioscopie, ombroscopie) et à des capteurs de force montés sur les objets exposés.

Il est regrettable que les aérodynamiciens oublient en général l'origine de leur moyen d'essais ; que ce bref exposé historique serve à réparer cette omission.

UNE CURIOSITE PYROTECHNIQUE: LA POMPE BALISTIQUE DE DENIS PAPIN, 1673 Par Roger RAT

Denis PAPIN (1647-1712) est bien connu pour son invention de la célèbre marmite, de la soupape qui l'a rendus sûre et de l'application du tout à la cuisson rapide des aliments, invention dont l'usage perdure sous le terme de cocotte minute.

On sait moins qu'il expérimenta avec HUYGENS à PARIS la « pompe balistique » (mémoire présenté par ce dernier à l'Académie des Sciences en 1673).

Son principe était le suivant :

Repousser un piston par la pression des gaz chauds produits par la poudre puis provoquer par refroidissement une forte dépression dans le cylindre permettant à la pression atmosphérique de faire redescendre le piston en fournissant un travail récupérable, pour pomper de l'eau par exemple.

L'appareil testé à la bibliothèque royale était formé d'un cylindre vertical d'un pied de diamètre (325 mm) et de 4 pieds de hauteur. On utilisait environ 4 g de poudre (une drachme) pour produire l'échauffement du gaz.

La machine était très imparfaite et les résultats furent très en dessous de ceux attendus.

Plus tard, le principe fut repris par PAPIN en utilisant la vapeur sous pression pour remonter le piston et en provoquant sa condensation pour faire la dépression et récupérer le travail de la pression atmosphérique. Des aléas ne lui permirent pas d'être reconnu comme l'inventeur du système qui fut breveté en 1698 par l'Anglais SAVERY qui avait eu connaissance des travaux de PAPIN.

Roger Rat

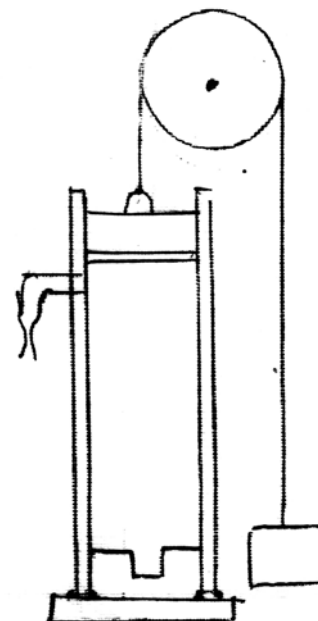


Schéma de la machine de Papin, d'après Roger Rat

DES NOUVELLES DU MUSEE DE SEVRAN

Jacques DUBAR, notre trésorier-adjoint vient d'être nommé conservateur-adjoint du musée par décision du Délégué Général pour l'Armement.

Le musée participera aux Journées du Patrimoine les 15 et 16 septembre.

La fête de Sainte-Barbe aura lieu le dimanche 2 décembre sur le thème:

« La poudrerie nationale de Sevrans-Livry et la propulsion des fusées 1945-1970 »

A NE PAS MANQUER.....

Le 11 octobre prochain sera remis le premier prix de l'A3P. Ce prix honorifique est destiné à récompenser une personne méritante ayant oeuvré efficacement dans le domaine de la préservation et la mise en valeur du patrimoine poudrier et pyrotechnique.

Le conseil d'administration de l'A3P a proposé à la dernière assemblée générale de récompenser Jean GUERAUD pour son action dans la mise en valeur du patrimoine de l'ancienne poudrerie nationale du Ripault.

Ce prix sera remis officiellement, à la poudrerie devenue, depuis 1962, centre du CEA. Cette manifestation aura lieu en présence de nombreuses personnalités locales.

Simultanément, Gabriel PENET présentera et dédicacera l'ouvrage qu'il a réalisé sur l'histoire des moulins de Touraine (dont ceux du Ripault).

Cette journée se déroulera sur le site même du Ripault, à l'invitation du CEA/DAM. Une visite des anciens moulins à poudre est programmée. Pour permettre l'accès au centre, il est demandé aux membres de l'A3P désireux de participer à cette manifestation de remplir soigneusement le papillon joint à cette lettre et de le renvoyer à l'adresse indiquée avant le 4 octobre 2001.

Si vous venez accompagné(e) veuillez remplir un papillon par personne. Et surtout, n'oubliez pas de vous munir d'une pièce d'identité, elle vous sera demandée à l'entrée.

PETITE HISTOIRE DU FORT DE VAUJOURS

.....Suite

7 février 1963, le général DE GAULLE, accompagné de son premier ministre Georges POMPIDOU rend visite au Centre. Peu seront les agents qui verront à cette occasion le Chef de l'Etat. En effet, par mesure de sécurité, pendant la présence du Président sur le site, chacun sera consigné dans son bâtiment ou laboratoire, les portes fermées et soigneusement gardées.

Entre 60 et 66, les principaux bâtiments sont construits. Ce seront la nouvelle cantine, le nouveau poste d'entrée, et le nouveau bâtiment de la direction. Le Centre a alors, à quelques détails près, la physionomie définitive. Sur une surface d'environ 45 hectares entièrement clôturée, plus de 100 bâtiments couvrent une surface au sol de près de 3 hectares (plus de 4 hectares de surface totale). Près de 15 km de routes, 9 km de galeries techniques.....Trois zones ont des destinations bien précises :

Zone fabrications protégée par d'épais merlons
Zone des casemates de tir, le FC
Zone vie, ordinateurs, laboratoires, administration.

Que faisaient donc tous ces gens du CEA à Vaujours? Comme précisé dans la convention de juin 1955, ils y effectuaient des «Etudes sur les poudres et explosifs, utiles à la réalisation d'armes nucléaires»

Faire de l'explosif c'est tout d'abord mélanger les ingrédients de base, molécule explosive, liant, adjuvants afin de réaliser, suivant un processus délicat, l'enrobage, une poudre dite «poudre à mouler» dont les grains sont de l'ordre du millimètre à la fraction de centimètre. Cette «poudre à mouler» est ensuite versée dans des vessies en élastomère, avant d'être comprimée à chaud dans une presse isostatique. C'est un réservoir d'huile dont on fait monter la pression jusqu'à environ 1 à 2 kbars, c'est à dire 1000 à 2000 fois la pression atmosphérique. Et de plus, à une température élevée. On presse le matériau de tous les côtés à la fois pour obtenir la densité la plus forte et la plus homogène possible. On a utilisé des culasses de canons du cuirassé Le Richelieu, désarmé, pour réaliser les enceintes haute pression. Le risque lié à de telles opérations n'échappe à personne. C'est pourquoi tout le processus est

piloté à distance, l'installation elle-même étant entourée de merlons. Le matériau, ainsi comprimé est refroidi, démoulé et usiné, toujours à distance avec des machines, initialement assez rustiques puis de plus en plus complexes puisques numériques (tours, fraises...).

L'activité «explosive», les BOUM! ça venait d'où? Cela provenait des casemates de tir du fort central, dans lesquelles on continua jusqu'au dernier jour (ou presque) à tester les explosifs. Dans certaines d'entre elles, on pouvait tirer jusqu'à environ 10 kilos d'explosif.

L'expérience, dite de détonique, est réalisée dans une casemate de béton fortement armé et tapissée de bardages de bois pour absorber les éclats et débris divers. D'épais hublots permettent d'observer, via des miroirs de renvoi, à l'aide de caméras très rapides. Le montage de tir est placé sur un tabouret en bois afin de découpler l'onde de détonation du sol. Un flash pyrotechnique (ionisation d'argon par une onde de choc) permet d'éclairer le phénomène pendant le temps très court (quelques centaines de millièmes de seconde) de son apparition. Un matériel très spécifique est utilisé pour les enregistrements comme par exemple les caméras à image intégrale qui permettent d'obtenir 25

images du phénomène à la cadence de 1,7 million d'images par seconde.

A suivre.....

Jean-Claude Adenis



La visite du Général De Gaulle au CEA, le 7 février 1963

La lettre du patrimoine poudrier et pyrotechnique

Bulletin de l'Association des Amis du Patrimoine Poudrier et Pyrotechnique

*Directeur de la publication : René Amiable
Rédacteur en chef : Jean-Claude Adenis
Comité de rédaction : René Amiable, Patrice Bret, Jean-Paul Konrat, Roger Rat, Paul Rigail, Jean-Claude Adenis*

Secrétariat de rédaction : Liliane Lelchat

*Adresse : A3P, 38 rue Keller, 75011 PARIS
Tel / Fax : 01.43.55.15.48*

Ce numéro a été tiré à 300 exemplaires