

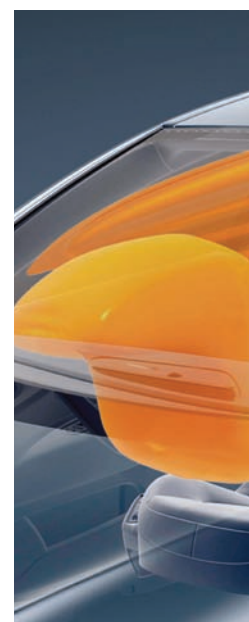


# Dossier

# La pyrotechnie veut

Bien maîtrisée dans les applications militaires et spatiales, cette science de la combustion des matériaux sans oxygène de l'air souffre d'une méconnaissance de ses procédés et capacités dans l'industrie. Ses applications très innovantes restent souvent mésestimées. Pourtant, les explosifs et autres dispositifs pyrotechniques et pyromécaniques se révèlent indispensables dans de nombreux domaines. Tour d'horizon.

**Q**ui ose prétendre ne pas penser seulement aux feux d'artifice et aux applications militaires quand il entend parler de pyrotechnie ? Pourtant, l'usage des composants et dispositifs pyrotechniques dans l'industrie est une réalité. Certes méconnue du grand public et parfois de l'industrie elle-même, elle tend à grappiller des parts de marchés dans des domaines où elle est la seule à pouvoir apporter des solutions adaptées. L'intérêt de la pyrotechnie ? Il repose essentiellement sur son ratio énergie/masse très élevé et la libération d'une



# embraser l'industrie



PHOTO MBDANK HANS

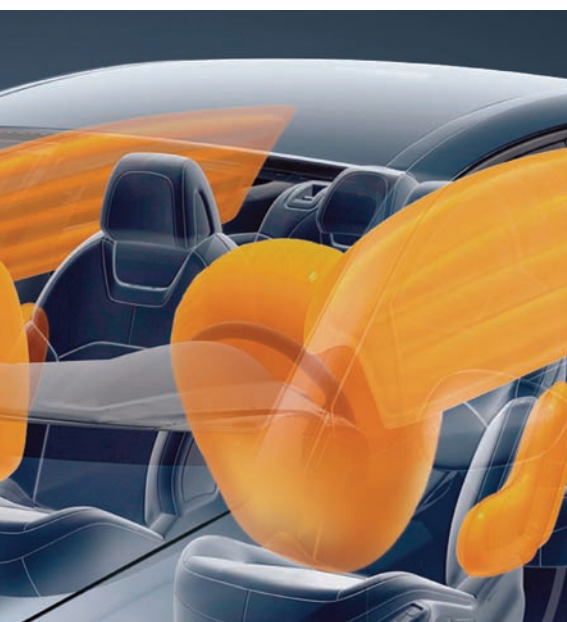


PHOTO PSA

## QUELQUES REPÈRES D'APPLICATIONS CIVILES

→ Chacun des deux boosters (EAP) d'Ariane 5 consomme au décollage

**2 tonnes** de propergol solide par seconde, pendant 2 minutes, soit 480 tonnes, pour amener le lanceur à la vitesse de 8 000 km/h

→ Une voiture contient plus de **100 grammes** de matières pyrotechniques. La France, premier producteur européen, en produit plus de 500 tonnes par an

→ La construction du tunnel du Mont-Blanc, en 1962, a nécessité l'utilisation de **1200 tonnes** d'explosifs pour percer le granit (source : GEIE-Tunnel du Mont-Blanc)

## Quantité d'explosifs utilisés en France pour construire :

Une maison

→ **25 kg**

Un lycée

→ **500 kg**

1 km de LGV

→ **1 500 kg**

1 km d'autoroute

→ **3 500 kg**

Source : Sfépa (sauf mention)

quantité importante d'énergie plus rapide qu'avec n'importe quel système électronique ou mécanique. Le tout sans maintenance et avec une fiabilité accrue comparée aux procédés mécaniques, électromécaniques ou hydrauliques.

La majorité des 50 000 tonnes d'explosifs fabriquées chaque année en France a pour vocation de produire les effets que nous connaissons dans les mines et carrières, l'exploration pétrolière et gazière, les travaux publics, le déclenchement d'avalanches ou la défense. Mais nombre d'applications industrielles ne consomment qu'une très faible quantité de substances pyrotechniques pour des fonctions liées à la sécurité, où la rapidité d'exécution prévaut : dispositifs de sécurité incendie, airbags, vannes de noyage d'installation chimique, coupure de réseaux électriques, etc.

« Dans les applications industrielles, le problème majeur est que les ingénieurs travaillant sur la conception des systèmes n'ont pas le réflexe de penser solution pyrotechnique. Hormis dans la défense et le spatial, cette technologie reste quasi ignorée chez les grands donneurs d'ordre », regrette Franck Garde, directeur général et cofondateur de Téthys, spécialisé dans la production de systèmes pyromécaniques pour l'industrie. L'autre frein provient des aspects réglementaires stricts qui encadrent sa mise en œuvre et conduisent aujourd'hui certains acteurs, comme Téthys, à développer des dispositifs qui ne génèrent aucun effet pyrotechnique lors de leur fonctionnement, notamment en ce qui concerne les protections incendie ou électriques.

Les mines et carrières et les travaux publics absorbent à eux seuls 80 % de la consommation des produits explosifs français. Cependant, ces explosifs à base de nitrate d'ammonium génèrent peu de valeur ajoutée par rapport à d'autres applications industrielles : ils ne représentent que 15 % du chiffre d'affaires global du secteur, loin derrière les 35 % de l'automobile [lire p. 26] et les 27 % de l'armement.

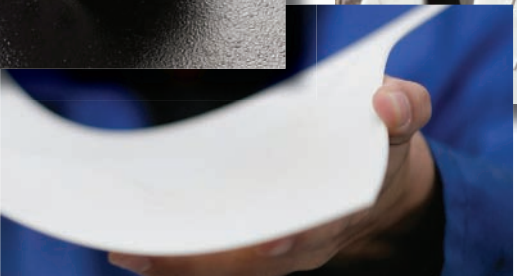
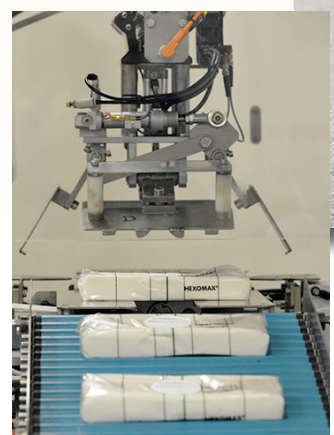
## Des réponses aux attentes des mines et carrières

Les spécialistes se sont donc orientés vers plus de services à destination de leurs clients. « Depuis quelques années, nous étudions tout le processus de minage, de l'analyse de la roche en présence jusqu'au suivi des vibrations et des impacts sur l'environnement, ce qui permet notamment d'optimiser la ressource énergétique et d'obtenir une granulométrie de roche plus proche des attentes de nos clients », explique Stéphane Rabut (Cl. 93), directeur opérationnel et commercial de Titanobel, numéro un sur ce secteur et celui des chantiers de BTP.

Ces dernières années, des améliorations ont été observées sur la partie initiation des tirs (amorçage) avec l'apparition de détonateurs électroniques plus précis, qui permettent notamment de limiter les vibrations par un meilleur séquençage des tirs. Et la réglementation en matière de transport d'explosifs a été renforcée. Ceci a conduit au développement d'une production in situ dans les carrières importantes, notamment dans l'Ouest de la France. Le mélange explosif est réalisé sur place à l'aide >>>



PHOTO: MEYER



### LA PYROTECHNIE INDUSTRIELLE EN CHIFFRES

**50 000 tonnes** d'explosifs et de compositions pyrotechniques, mises sur le marché chaque année en France

**80 %** sont utilisés par les secteurs des mines et carrières et des travaux publics

**1,2 milliard d'euros** de chiffre d'affaires (35 % automobile, 27 % armement, 15 % carrières et TP, 10 % aérospatial civil)

**10 000 emplois** environ, directs et indirects, liés aux activités pyrotechniques

Source : Sfeпа

>>> de produits comburants, dont le transport par la route est moins risqué. «La production sur site se développe également sur les chantiers de travaux publics», indique Stéphane Rabut.

L'exploration pétrolière et gazière est aussi une grosse consommatrice d'explosifs. L'un des enjeux actuels porte sur l'extraction des gaz de schiste. «Les clients veulent creuser plus profondément et réclament donc des matériaux pyrotechniques résistant aux hautes températures», explique Patrick Chevreux (An. 94), directeur Qualité Sécurité Environnement d'Eurenco, filiale de la Société nationale des poudres et explosifs (SNPE).

### Des perspectives dans la sécurité et la protection

Dans les process industriels, la pyrotechnie est surtout utilisée pour des applications de sécurité. C'est le cas notamment pour la

protection incendie, sur les réacteurs nucléaires ou encore dans la pétrochimie, où des dispositifs pyrotechniques commandent l'ouverture de vannes de noyage à déclenchement ultra rapide. À l'avenir, on pourrait aussi rencontrer le même type d'application pour des opercules de déstassement sur des méthaniseurs de déchets. Mais c'est dans la protection des réseaux électriques que les perspectives sont les plus intéressantes. «Les puissances installées étant de plus en plus importantes et les réseaux parfois difficiles à équilibrer, il est nécessaire de disposer de systèmes de coupure très rapides et très fiables, souligne Franck Garde. En termes de coûts, de vitesse, de maintenance et de compacité, les actionneurs pyrotechniques sont globalement 5 à 10 fois meilleurs que les dispositifs existants, qui ont atteint leur limite technologique en termes de réactivité.»

**Les composants pyrotechniques prennent des formes très diverses dans les applications industrielles :** (de h. en b. et de g. à d.) combustibles à base de Nitrofilm, poudre sphérique laminée pour cartouches, dispositif actionnant l'ouverture d'une vanne de sûreté, grains de poudre propulsive, feuille d'explosif pour le durcissement d'un cœur d'aiguillage, pains de démolition Hexomax®, bloc de propergol ou encore feuille maléable Hexosheet®.

### Un futur dispositif inattendu dans le médical

Des dispositifs pyrotechniques se cachent parfois là où on ne les attend pas : dans les protections d'épaules des pilotes de grands prix moto, les valises de transport de fonds, ou encore les pistolets à clous pour les charpentes métalliques ou le béton... Dans les années à venir, la pyrotechnie pourrait ainsi connaître une application plutôt inattendue dans le domaine médical : l'injection sans aiguille. Mais cette idée, née à la fin des années 1990, achoppe encore sur des problèmes de réglementation et de validation. Le principe ? Un micromoteur utilisant une très faible dose de composants pyrotechniques (quelques dizaines de milligrammes) et initié par une amorce à percussion permet l'injection directe (sans aiguille) intradermique, intramusculaire,

PHOTOS: EURENCO/PIRELLA GÖTTSCHE LOWE

sous-cutanée, voire oculaire, par l'énergie cinétique conférée au liquide médicamenteux.

### Vers des technologies toujours plus fiables

Dans le domaine spatial et celui des missiles, outre la propulsion, on utilise la pyrotechnie pour transmettre des ordres très rapidement. Dans l'espace, les initiateurs et les compositions pyrotechniques ont évolué vers des technologies encore plus sûres, compactes et efficaces, comme les initiateurs optopyrotechniques, qui utilisent la fibre optique et un signal laser. On retrouve les mêmes exigences de sécurité et de fiabilité dans la défense. Gros utilisateurs d'explosifs, les militaires n'ont pas fait le tour de toutes les applications pyrotechniques. Ainsi, «les forces spéciales expérimentent des pains d'hexogène insensible malaxé avec une matrice pâteuse, semblable au C4 mais avec des performances mécaniques supérieures, pour créer, par exemple, un accès dans un mur en dessinant une porte avec l'explosif relié à un détonateur», détaille Patrick Chevreux.

Avec la SNPE, d'où sont issues des entreprises comme Eurenco, Herakles et PyroAlliance (Safran), ou Titanobel, la France est riche de toute une histoire dans la pyrotechnie. «Mais les départs en retraite de nombreux spécialistes travaillant dans de grands groupes industriels et des centres de recherche comme le CEA se sont conjugués avec la baisse de l'activité industrielle, entraînant un déclin de cette spécialité», déplore Franck Garde. Heureusement, l'automobile a redynamisé la technologie et permis de renouer la communication avec les industriels. «La pyrotechnie propose aujourd'hui des métiers intéressants en gestion de projets, autour de la maîtrise des procédés, de la mesure ou des mathématiques appliquées» [lire p. 28], ajoute Patrick Chevreux. À charge pour le secteur de créer un «réflexe pyrotechnique» dans la tête des industriels comme dans celle des jeunes ingénieurs. ■ GA

## Dossier

Expert

**Henri Miermont** → Le secrétaire général du Syndicat des fabricants d'explosifs, de pyrotechnie et d'artifices (Sfepa) revient sur leur réglementation et leurs multiples applications.

## «Certaines de nos activités sont méconnues, voire effraient, mais s'avèrent souvent incontournables»

**AMM – On imagine le secteur des explosifs et dispositifs pyrotechniques très surveillé. Est-ce bien le cas ?**

Notre secteur est très strictement réglementé. Nul ne peut détenir le moindre gramme de produit sans y être autorisé, et les fabricants doivent obtenir les agréments et autorisations ad hoc. La conservation de tout produit explosif doit être déclarée, sous peine de poursuites pour détention illégale de substances pouvant mettre en cause la sûreté nationale. Dans les mines et carrières, il n'est plus question de stockage d'explosifs sur site, la règle la plus commune étant désormais la procédure dite de «livraison pour utilisation immédiate», avec retour obligatoire des produits non utilisés dans la journée.

Le transport des explosifs et détonateurs sur la voie publique est aussi très encadré, ce qui implique l'implantation de dépôts sécurisés sur tout le territoire. Or, bien souvent, leur existence n'est guère appréciée des riverains : ils créent peu d'emplois, sont potentiellement dangereux pour l'environnement et ont un impact sur le prix du foncier. Il est ainsi très difficile d'en ouvrir de nouveaux aujourd'hui. De plus, si un incident survient dans ces dépôts ou sur nos sites de production, ce peut être la fermeture. L'administration et la société civile sont très exigeantes à notre égard. Or le principe de précaution, poussé trop loin, commence à limiter certaines activités pyrotechniques en France, voire contribue à les faire disparaître. C'est le cas de la fabrication de dynamite, de nitroglycérine ou de certains propergols, qui doivent désormais être importés.

**AMM – Quels services la pyrotechnie peut-elle rendre à l'industrie ?**

Chaque fois que l'industrie a besoin d'un dispositif pour délivrer beaucoup d'énergie en un temps très court, la pyrotechnie est la solution. Et il n'y a souvent pas d'alternatives. C'est le cas pour l'industrie spatiale avec les applications pyrotechniques de commande, propulsion, déploiement de satellites et destruction en cas de défaillance. Dans le BTP, vous aurez aussi besoin d'explosifs



pour percer un tunnel. On a en tête l'image du tunnelier avançant lentement dans la roche tendre sous la Manche, mais, dans du granit alpin, il se casserait les dents rapidement. L'explosif est aussi utilisé dans la fabrication du ciment, l'exploration pétrolière, le déclenchement préventif des avalanches... Et dans les dispositifs pour la sécurité des personnes ou des biens, comme le marquage à l'encre des billets de banque qui seraient dérobés. Enfin, grâce aux airbags, l'automobile offre une application majeure à la pyrotechnie industrielle depuis 25 ans [lire p. 26]. Mais il est vrai que les constructeurs hésitent souvent à mentionner la présence de ces dispositifs dans leurs véhicules.

**AMM – Quelles évolutions réglementaires ou économiques obligent le secteur à s'adapter ?**

La pyrotechnie évolue avec les progrès technologiques et les réglementations. Reach<sup>(1)</sup>, par exemple, impose aux fabricants de chercher des alternatives aux composants toxiques. Les produits explosifs sont de moins en moins dangereux à fabriquer et à utiliser. Les émulsions d'explosifs en cartouches remplacent progressivement la dynamite dans de nombreuses applications. Même dans la défense, les munitions à risques atténués (Murat), moins susceptibles de se déclencher sous l'effet d'un incendie ou d'un choc violent, se sont largement développées depuis les années 1990. Le marché change aussi. Grâce à une étude préliminaire des sols, les fabricants d'explosifs pour les mines et carrières peuvent accorder l'explosif et le détonateur afin qu'il y ait moins de vibrations et de projections de matières. Parmi les enjeux actuels, on peut citer la mise en place de filières d'élimination pour les fusées de détresse ou les airbags, et le développement d'activités de dépollution d'anciens sites militaires ou industriels. ■

**Propos recueillis par GA**

<sup>(1)</sup> Reach (pour «Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals») est le règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques. Plus d'infos sur [www.sfepa.com](http://www.sfepa.com)