



HAL
open science

MECHEX: mise au point d'une méthode de prédiction du risque d'inflammation d'atmosphères explosibles par un frottement mécanique

Christophe Proust

► **To cite this version:**

Christophe Proust. MECHEX: mise au point d'une méthode de prédiction du risque d'inflammation d'atmosphères explosibles par un frottement mécanique. Rapport Scientifique INERIS, 2005, 2004-2005, pp.48-50. ineris-01868979

HAL Id: ineris-01868979

<https://ineris.hal.science/ineris-01868979>

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

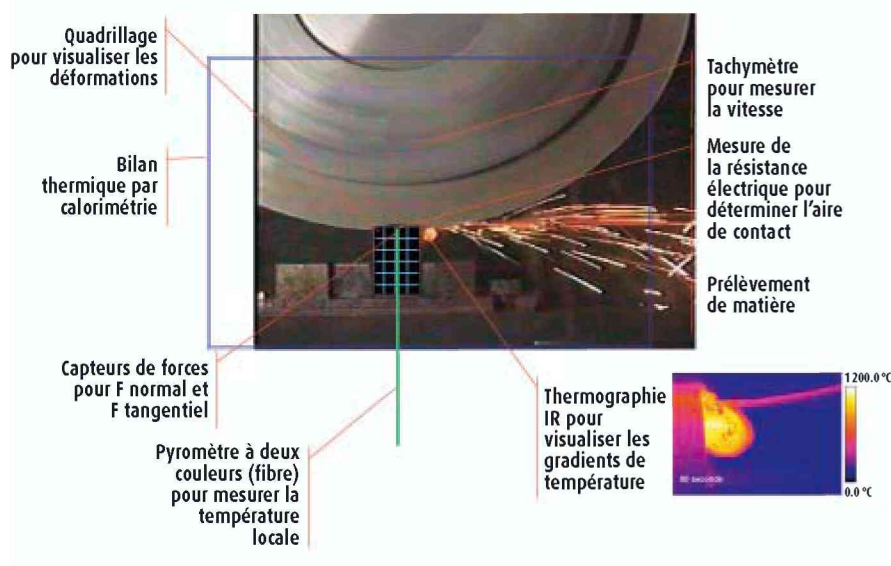
MECHEX

Mise au point d'une méthode de prédiction du risque d'inflammation d'atmosphères explosibles par un frottement mécanique

CHRISTOPHE PROUST

Les frottements d'origine mécanique sont l'une des causes principales d'inflammation des Atmosphères Explosibles (ATEX) dans l'industrie. Elles sont incriminées dans au moins un quart des situations accidentelles et cette tendance semble se maintenir au cours du temps. Cette situation proviendrait d'une large méconnaissance des mécanismes sous-jacents (Proust et Raveau, 2003a) et donc des paramètres sur lesquels il faut agir. Compte tenu d'une demande sociale vers plus de sécurité, relayée par une évolution de la réglementation (directives ATEX), les autorités européennes et les constructeurs de machines sont à la recherche d'une méthode suffisamment fiable pour évaluer le risque d'inflammation induit par un frottement mécanique. MECHEX, programme de recherche européen, a pour objectif premier l'étude du processus de dégradation de l'énergie mécanique en

FIGURE 1.



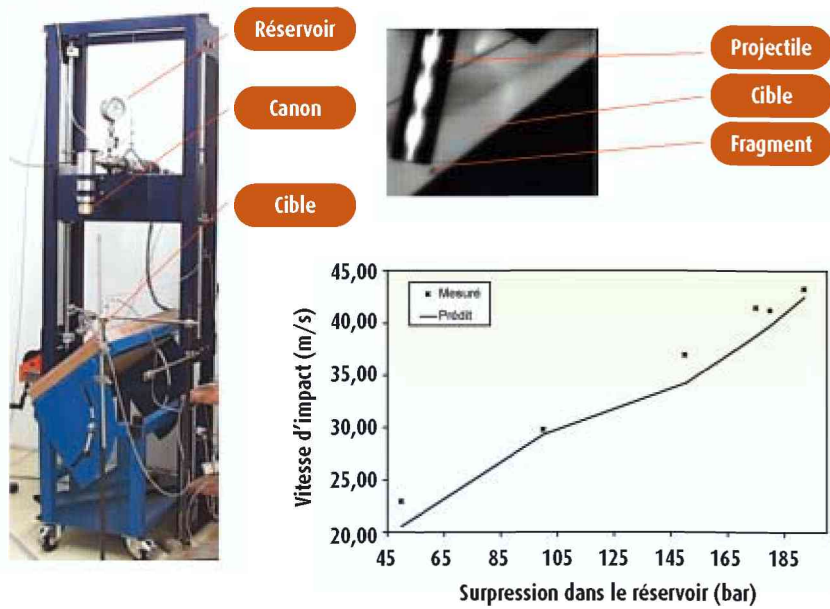
Installation de frottement continu
(roue frottant sur un poinçon fixe maintenu dans un étau).

chaleur lors d'un frottement mécanique, d'une part, et l'examen des mécanismes d'inflammation de l'ATEX au contact de la zone de frottement, d'autre part. Ces travaux s'appuient largement sur le fonds documentaire existant, l'analyse théorique et l'expérimentation.

Au plan théorique, les chercheurs de l'INERIS sont parvenus à une description plus cohérente de la nature des frottements mécaniques, du mécanisme de dégradation de l'énergie mécanique en chaleur et des échanges thermiques associés (Proust et Raveau, 2003b, 2004). Ces phénomènes seraient retrouvés tant pour les frottements continus que pour les impacts. Par contre, dans ce dernier cas, l'on accède aux efforts dans la zone de contact par le biais de la théorie des ondes de pression qui se propagent dans les corps et assurent le rebond ou l'équilibre ultime des forces de contact. Par ailleurs, l'analyse détaillée des processus d'inflammation qui a été conduite suggère des liens étroits avec la physique de l'amorçage au contact d'une paroi chaude (Rivière, 2004).

Plusieurs techniques expérimentales innovantes ont été mises en place à l'INERIS (Proust et Raveau, 2003c, Hawkworth et al., 2004 a et b) pour vérifier ces points : un banc pour l'étude des frottements continus capable de réaliser simultanément des bilans de forces et d'énergie (Fig. 1), un « canon » à air pour propulser des projectiles avec précision jusqu'à plus de 50 m/s (Fig. 2), un dispositif de pyrométrie à deux couleurs à fibre optique ultrarapide (gain de 1 MHz) pour mesurer les températures dans les zones de frottement, une technique de microcalorimétrie par mesure de pression aérienne pour mesurer les quantités de chaleur transmises à l'atmosphère pendant un impact (de l'ordre du millijoule), un dispositif

FIGURE 2.



Installation d'essai pour les impacts mécaniques (à gauche), exemple de visualisation à 4000 images/s de l'impact d'un rond d'acier de 18 mm (en haut à droite) et relation entre la vitesse d'impact et la surpression dans le réservoir du canon à air (courbes).

électrique de chauffage ultrarapide d'un ruban métallique (de 20 °C à 1400 °C en 50 µs : Fig. 3) pour simuler l'inflammation par un impact...

La comparaison expérience-théorie s'est avérée suffisamment favorable pour que des outils pratiques d'évaluation du risque soient constitués (Proust et Raveau, 2004). Ils utilisent comme point de départ, outre les propriétés d'inflammation des ATEX, les caractéristiques mécaniques du frottement (dimensions, vitesse, effort d'application...) et des données caractéristiques des matériaux (résistance ultime, point de fusion, conductibilité thermique...). Ils fournissent des seuils critiques d'inflammation en termes, par exemple, de puissance de frottement ou de vitesse d'impact. Sur cette base, une méthode globale, plutôt à destination des autorités est proposée, tandis que, pour l'expertise ou l'aide à la conception, des outils numériques plus fins ont été programmés.

Même si les objectifs semblent atteints, plusieurs aspects devront faire l'objet de

▶ ▶ ▶ *suite page 50*

- nouveaux développements plus appliqués aux problèmes quotidiens : il importe, en particulier, de proposer des textes normatifs raisonnables en concertation avec les autorités et les industriels, de vérifier que les outils de prédiction ne sont pas trop conservatoires par rapport à la réalité physique et aux applications technologiques. Des difficultés d'ordre scientifique restent à résoudre. En particulier, un champ relativement nouveau de processus d'inflammation a été mis en évidence pour les ATEX en contact avec des corps qui chauffent modérément pendant un bref laps de temps. Il conviendrait de continuer à l'explorer, la grande majorité des sources d'inflammation industrielles se situerait en effet dans ce domaine. ●

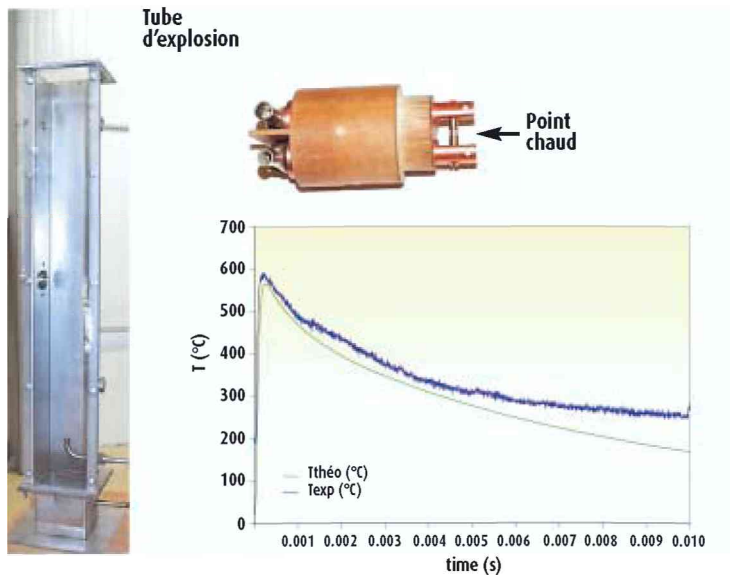


FIGURE 3. Appareillage d'inflammation par point chaud transitoire : la chambre d'explosion est un tube ouvert en haut long de 80 cm, rempli par balayage (à droite). Le point chaud est un ruban (en haut) brutalement chauffé par la décharge de condensateurs. La modélisation numérique a considérablement aidé la mise au point (courbes).

Références

- Carleton F, Bothe H., Proust Ch., Hawkworth S. (2000), Prenormative Research on the Use of Optics in Potentially Explosive Atmospheres, Final Report, contrat européen SMT4-CT96-2104.
- Proust Ch., Raveau D. (2003a), Literature survey on mechanical impacts as a potential ignition source, Deliverable D1, March 2003, UE contract n°G6RD-2001-00553.
- Proust Ch., Raveau D. (2003b), Theoretical analysis of the effect of metallurgical characteristics on the characteristics of mechanically produced ignition sources - The specificity of impacts, Deliverable D3, March 2003, UE contract n°G6RD-2001-00553.
- Proust Ch., Raveau D. (2003c), Measurement of the characteristics of potential ignitions sources produced by impacts of solid surfaces, Deliverable D2, March 2003, UE contract n°G6RD-2001-00553.
- Proust C., Raveau D., 2004, Toward modelling of frictional ignition Loss prevention and safety promotion in the process industries : proceedings of the 11th International Symposium, 31 May - 3 June 2004, Praha, Czech Republic : PetroChemEng, 2004, pp.3348-3358, Pasman H.J., Skarka J., Babinec F. (Eds.).
- Hawkworth S., Rogers R., Proust Ch., Beyer M., Schenck S., Gummer J., Raveau D. (2004a), Mechanical ignition hazards in potentially explosive atmospheres - EC project MECHEX, communication to the international ESMG symposium, Nürnberg, Germany, 16th-18th of March 2004.
- Hawkworth S., Rogers R., Beyer M., Proust Ch. (2004b), Mechanical ignition hazards, communication to the IMECHE symposium, U.K., 9th of March 2004.
- Rivière N. (2004), Étude théorique et expérimentale des mécanismes d'inflammation des atmosphères explosives par des points chauds transitoires, mémoire de DEA, Université de Poitiers, septembre 2004, Encadrement Ch. Proust.