



Explosion de nuage Hydrogène-Oxygène (H₂-O₂)

Khaled CHETEHOUNA et Isabelle SOCHET

Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Bourges

Laboratoire Energétique Explosions Structures -

UPRES / EA 1205

Résumé

Dans la perspective d'un développement durable fondée sur des vecteurs d'énergie non polluants, l'hydrogène semble être un candidat idéal car sa combustion avec l'oxygène de l'air ne produit que de l'eau. De plus, hydrogène et électricité sont intimement liés puisque le passage de l'un à l'autre pourrait à priori reposer sur le couple réversible de la pile à combustible et de l'électrolyse de l'eau.

Mais cette vision de l'hydrogène comme vecteur énergétique universel et optimal dans tous les cas de figures est elle réellement fondée? La molécule de l'hydrogène présente quelques inconvénients comme sa faible densité conduisant à une dispersion rapide dans l'atmosphère, sa difficulté de stockage et son risque d'explosivité dans l'air (ou dans l'oxygène), ce qui nécessite de mener encore de gros efforts de recherche et développement.

Dans la présente étude, nous avons menés un travail expérimental (cf. figure 1) et numérique (sous un code de calcul CFD) concernant la déflagration d'un nuage H₂-O₂ se dispersant dans l'air ambiant. Les résultats expérimentaux, ainsi obtenus, nous ont permis de caractériser les profils de surpression engendrés par l'explosion (cf. figures 2 et 3), de rechercher les limites spatiales et temporelles d'inflammabilité du nuage (cf. figure 4), et de mesurer la vitesse de flamme. Une confrontation de ces résultats avec ceux obtenus numériquement a permis de valider l'approche numérique choisie.

Toutefois, deux éléments importants vis-à-vis de la sécurité industrielle, en particulier le stockage de l'hydrogène, sont à signaler.

- Un nuage diffusant dans l'atmosphère peut s'initier en tout point, tant que celui-ci se trouve dans le domaine d'inflammabilité.
- La vitesse de flamme dans un milieu uniforme est constante, cela n'est plus le

cas quand le milieu devient non-uniforme. En effet, la propagation de la flamme est instationnaire et s'accélère dans la direction où le gradient de réactivité est le plus important.

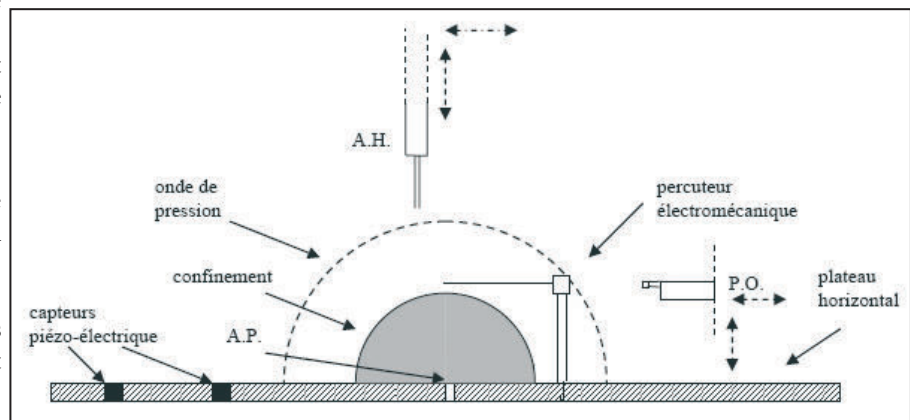


Figure 1. Schéma du dispositif expérimental (A.P. amorçage plan, A.H. amorçage en hauteur, P.O. pyromètre optique).

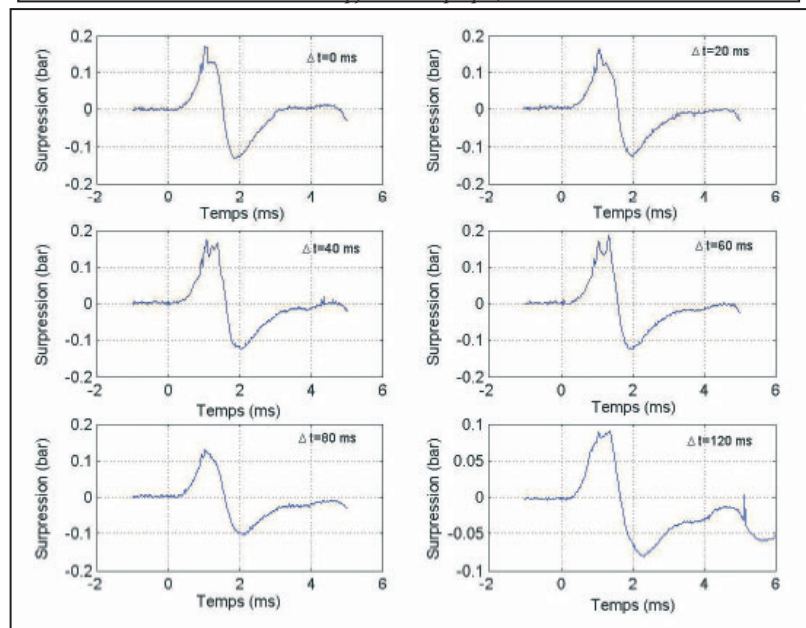


Figure 2. Oscillogrammes de pression ($R_c = 0.117 \text{ m}$) résultant de la déflagration d'un mélange hydrogène-oxygène stoechiométrique pour différents temps de diffusion du nuage dans l'air environnant ($\Delta t = 0, 20, 40, 60, 80$ et 120 ms). Rayon initial de confinement : 0.07 m . Amorçage centré ($R_i = 0.00 \text{ m}$, $Z_i = 0.00 \text{ m}$).