

Logiciel P²REMICS

P²REMICS est un outil de simulation numérique des explosions dans les installations industrielles. Ce logiciel calcule la formation de l'atmosphère explosive, les phénomènes de déflagration et la propagation des ondes de souffles générées. Le nuage explosif peut être constitué d'un mélange gazeux ou d'une suspension de poussières fines.

Modèles physiques

P²REMICS permet de simuler des écoulements tri-dimensionnels, incompressibles (phase de formation de l'atmosphère explosive) ou compressibles (déflagration et propagation des ondes de chocs), turbulents et réactifs. La turbulence peut être traitée par des modèles statistiques (RANS), par la simulation des grandes échelles (LES), ou par des modèles dits hybrides, réalisant une transition continue entre ces deux approches. Pour le traitement de la déflagration dans des locaux de grandes dimensions, P²REMICS propose un modèle de suivi explicite du front de flamme, nécessitant une discrétisation en espace moins fine que la résolution des équations de conservation primitives de la mécanique des fluides réactifs. Ces dernières seront préférentiellement utilisées pour l'interprétation des expériences à plus petite échelle, par des modèles fins dont notamment la simulation des grandes échelles. La validation de P²REMICS se base sur un grand nombre d'essais analytiques et globaux, dont certains réalisés à cette fin par des partenaires de l'IRSN (programmes ENACCEF de l'Institut ICARE, ou EXJET de l'INERIS).

Schémas numériques

P²REMICS est basé sur la bibliothèque de composants logiciels pour la mécanique des fluides CALIF³S (<https://gforge.irsn.fr/gf/project/califs>), proposant un ensemble d'algorithmes cohérents et, pour l'essentiel, originaux, garantissant stabilité et précision pour tous les régimes d'écoulement, de l'incompressible au fortement compressible. La discrétisation en espace, basée sur des schémas à mailles décalées, permet de simuler des locaux de géométries complexes à l'aide de maillages structurés ou non structurés, éventuellement localement raffinés.

Implémentation, pré- et post-processing et portabilité

CALIF³S s'appuie lui-même sur la Plateforme PELICANS (<https://gforge.irsn.fr/gf/project/pelicans>), ces deux outils, développés à l'IRSN, étant distribués comme logiciels libres. PELICANS propose une IHM propre et est interfacé avec des pré- et post-processing, tels que GAMBIT, Gmsh, ou GMV, ParaView et FieldView. Il dispose de bibliothèques de solveurs linéaires parallèles permettant des simulations numériques avec plusieurs millions de mailles. La portabilité de cette architecture logicielle est assurée sous LINUX, SOLARIS, WINDOWS et MAC OSX.

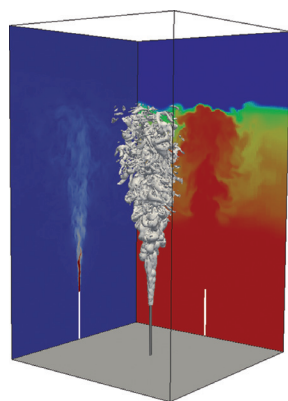


Figure 1

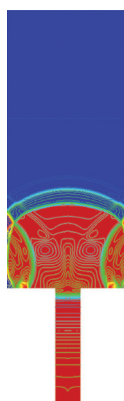


Figure 2

Figure 1 :

jet venant perturber une stratification stable ; ce type de situation est rencontré dans un scénario d'accident de perte de réfrigérant primaire, où les rejets à la brèche peuvent remélanger l'hydrogène présent majoritairement en partie haute de l'enceinte.

En volume : norme de la vortacité – Plan de gauche : norme de la vitesse – Plan arrière : concentration de composant léger.

Figure 2 :

flamme se propageant rapidement dans un mélange d'hydrogène et d'air, emprisonné dans une section d'essai axisymétrique. Les gaz brûlés sont figurés en rouge, les gaz frais en bleu, et les lignes représentent des isovalues du champ pression. La combustion génère un choc au front de flamme, qui se propage et se réfléchit sur les parois.

Pour le développement de P²REMICS, l'IRSN a constitué un réseau de collaborations externes, associant pour une large part des universités françaises et des laboratoires du CNRS. Il bénéficie ainsi d'un fort soutien scientifique dans les domaines de la modélisation de la turbulence, de la combustion de gaz ou de poussières, ainsi que de l'analyse numérique.