



**HAL**  
open science

## Modélisation numérique des réservoirs soumis aux explosions et aux impacts

Gaëtan Prod'homme, Mathieu Reimeringer

► **To cite this version:**

Gaëtan Prod'homme, Mathieu Reimeringer. Modélisation numérique des réservoirs soumis aux explosions et aux impacts. Rapport Scientifique INERIS, 2013, 2012-2013, pp.64-65. ineris-01869468

**HAL Id: ineris-01869468**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869468>**

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.



## Modélisation numérique des réservoirs soumis aux explosions et aux impacts

### CONTRIBUTEURS



Gaëtan  
Prod'homme



Mathieu  
Reimeringer

De 2008 à 2012, le projet VULCAIN a permis de développer des outils simples et fiables pour l'analyse de la vulnérabilité des réservoirs atmosphériques aux surpressions, améliorant ainsi l'évaluation des effets dominos liés aux explosions industrielles sur les sites de stockages **Figure 1**.

Depuis 2012, des travaux complémentaires en partenariat avec le laboratoire PRISME ont été réalisés. L'objectif de ces nouveaux travaux basés sur la modélisation numérique des phénomènes est de compléter le projet en intégrant aux modèles le comportement plastique des matériaux, la rupture de coques minces ou encore la cinétique de perte de confinement. Les modélisations avancées doivent également permettre d'intégrer des paramètres complémentaires susceptibles d'in-

fluencer le comportement de la structure tel que des conditions aux limites imparfaites, un comportement instable du liquide contenu ou des renforcements ponctuels du réservoir **Figure 2**. La démarche entreprise consiste tout d'abord à valider la modélisation numérique dynamique en comparant les résultats de modélisation et les essais réalisés dans le cadre de VULCAIN, puis à définir des critères d'endommagement alimentant les modèles simplifiés.

Les modélisations sont réalisées en deux phases:

- une première phase d'interaction fluide-structure correspondant à la modélisation de la propagation d'une onde de choc dans un milieu eulérien jusqu'à interaction avec un réservoir rigide. Cette étape vise à reproduire la réflexion de l'onde sur une surface cylindrique;

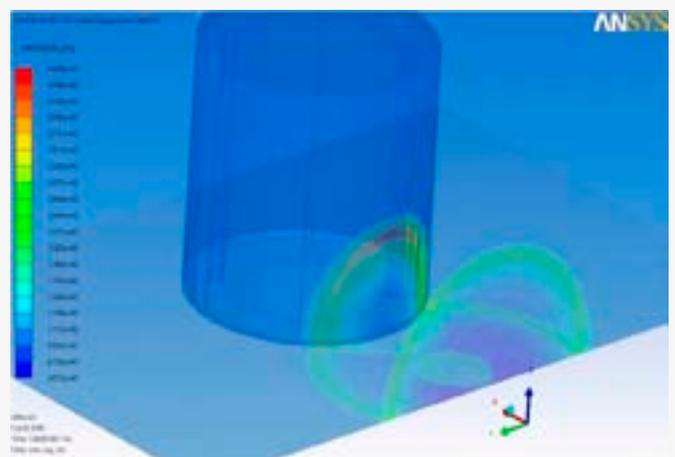
**Figure 1**

Photographie d'un réservoir atmosphérique flambé (Toulouse) – Essai de flambement des réservoirs soumis à une explosion (VULCAIN).



**Figure 2**

Prédiction numérique de la réflexion d'une onde de choc sur un réservoir atmosphérique (Ansys-Autodyn).



• une seconde phase de modélisation lagrangienne d'un réservoir métallique soumis au chargement de surpression asymétrique. Cette étape vise à modéliser le comportement mécanique du réservoir pour déterminer son niveau d'endommagement **Figure 3**.

Les modélisations eulériennes ont montré une capacité de reproduction des signaux de surpression limitée par la capacité de calcul. La modélisation complète du phénomène nécessite une finesse de maillage et un domaine de résolution très importants, complexes à reproduire intégralement pour des échelles industrielles. Cependant, des solutions analytiques de génération d'onde de pression en champ lointain couplées avec un modèle eulérien en champ proche d'une structure apportent des résultats très intéressants et constituent une alternative à une détermination analytique complexe de la pression de réflexion sur la structure.

Les modélisations mécaniques réalisées ont permis de valider la résolution dynamique explicite d'un modèle lagrangien de réservoir soumis aux effets d'une onde de surpression en termes de déplacement et de déformation plastique. Ces modélisations peu usuelles nécessitent néanmoins de respecter de nombreux critères afférents au chargement, aux caractéristiques matériaux et au maillage du réservoir.

Les travaux à venir s'intéresseront aux critères de rupture des réservoirs endommagés par une explosion et à l'influence du comportement du liquide contenu.

## Références

Duong D. H. *Étude de la vulnérabilité de structures cylindriques soumises à une forte explosion externe*, Rapport de thèse, Université d'Orléans – Laboratoire PRISME, 2012.

Blanc L. *Étude numérique de l'interaction d'une onde de choc avec une structure*, Rapport de stage ingénieur-master, ENSI de Bourges, 2012.

Noret E., Prod'homme G., Yalamas T., Reimeringer M., Hanus J.-L., Duong D.-H. *Safety of atmospheric*

*storage tanks during accidental explosions*, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2012, 16 (9), pp. 998-1022.

Duong D.-H., Hanus J.-L., Bouazaoui L., Pennetier O., Moriceau J., Prod'homme G., Reimeringer M. *Response of a tank under blast loading – part I: experimental characterisation of blast loading arising from a gas explosion*, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2012, 16 (9), pp. 1023-1041.

Duong D.-H., Hanus J.-L., Bouazaoui L., Regal X., Prod'homme G., Noret E., Yalamas T., Reimeringer M., Bailly P., Pennetier O. *Response of a tank under blast loading – part II: experimental structural response and simplified analytical approach*, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2012, 16 (9), pp. 1042-1057.

**Figure 3**

Modélisation des éléments finis du comportement du réservoir soumis à une surpression (Ansys-Autodyn).

Autodyn-3D v14.0 from ANSYS

Material Location

AISI 304 Duong



admodel  
Cycle 1972  
Time 3.000E-001 ms  
Units mm, mg, ms

## ABSTRACT

The occurrence of a chain reaction from blast on atmospheric storage tanks in oil and chemical facilities is difficult to predict. Reliable tools to predict atmospheric oil tank blast resistance have been developed during the VULCAIN research project (2008-2012). Since then, some additional works were engaged involving advanced numerical eulerian and lagrangian models. Eulerian models of blast wave propagation show good agreement with the experimental data from VULCAIN but the results are limited by the processing capacity. Modeling of a real-scaled blast over

an atmospheric tank seems still difficult without very high processing calculators. As a solution, analytical evaluation of far-field pressure waves coupled with an eulerian model in the proximity of the structure can provide very interesting results for reflected overpressure. Lagrangian finite elements models of tanks subjected to the effects of overpressure provide good agreements in terms of displacement and plastic deformation with respect of specific criteria for loading, material and meshing. Further works will introduce fracture analysis and eulerian-lagrangian coupled simulations.