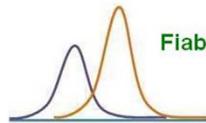




INERIS



Fiabilité des matériaux et des structures 2012
4-5-6 juin 2012 - Chambéry

Vulnérabilité d'enceintes sous explosion ou impact



Cadre du projet ANR PGCU 2007 « VULCAIN »

VULnérabilité des Constructions Aux Impacts et explosioNs



energie atomique • énergies alternatives

J. Baroth

Université Joseph Fourier, Grenoble
jbaroth@ujf-grenoble.fr



Présentation générale du projet ANR

Les partenaires, objectifs

- 1. Université Joseph Fourier - laboratoire UJF
- 2. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
- 3. Université d'Orléans – Institut PRISME
- 4, SME Environnement, Groupe SNPE, Matériaux énergétiques
- 5, PHIMECA Engineering
- 6, Commissariat à l'énergie atomique / Direction des études nucléaires
- 7, Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
- 8, BULL SAS
- 9, Université Paris Est Marne-la-Vallée – laboratoire MSME
- 10, Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
- 11. Direction Générale de l'Armement, Centre d'Etudes de Gramat
- 12. Electricité de France
- 13. Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton

Début : 20 juin 2008 – Durée : 3 ans

Non financés par l'ANR

Budget total : 1 870 k€ (dont 696 k€ ANR)

Labellisation par le pôle de compétitivité VMD (IdF)

Présentation générale du projet ANR

Les partenaires, objectifs

Evénement 1: Explosion
d'enceinte industrielle sous
pression (blève, éclatement)

Fragments engendrés :
nombre, forme, masse,
angles et vitesse de départ

Evénement 2: Projectile - missile
ou avion
(masse, matériau, forme, vitesse)



Sont étudiés :

- Position, vitesse, angles à l'impact
- Probabilité d'impact
- Endommagement (local, global, collatéral)

cible impactée : enceinte
cylindrique
(position, matériaux, géométrie,
contenu)

Risque = f(
probabilité de perforation, endommagement)

Résultats

Travail bibliographique / partage de données

Sollicitations

- nouveaux essais à des gammes intermédiaire de vitesses (10-200m/s ; 100 ms à 1s) ou à haut confinement (> GPa)
- limite de validité de formules empiriques (Riera, seuils de pression, etc.)
- préciser les gammes d'impact « mou » ou « dur »

Modélisation avancée (multi-domaines, dynamique transitoire)

- caractériser le comportement des bétons sous sollicitation extrême, de structures en béton armé sous impact, de réservoirs soufflés
- couplage global – local (échelles de la structure et de la zone d'impact)
- effet « domino » (enchaînement d'explosions et d'impacts)

Evaluation d'indicateurs de sensibilité et fiabilité des structures

- études fiabilistes d'une sélection de modèles de réservoirs
- formalisation d'effets « système » tels que l'effet « domino »

Transfert, diffusion des résultats

Exemple d'étude de sensibilité et fiabilité

Type de réservoir	Chimie, R1	Hydrocarbure léger, R2	Hydrocarbure lourd, R3
Diamètre (m)	12	28	70
Hauteur (m)	12	16	25
Rapport d'élanement (-)	1,00	0,57	0,36
Volume V (m ³)	1357	9852	96211
Epaisseur des viroles (mm): moy., [min ; max]	5, [4 ; 6]	9, [5 ; 13]	15, [10 ; 20]
Représentation			

Tableau 1. Caractéristiques géométriques généralisées (SNCT, 2007)

Sélection de réservoirs (ici atmosphériques)

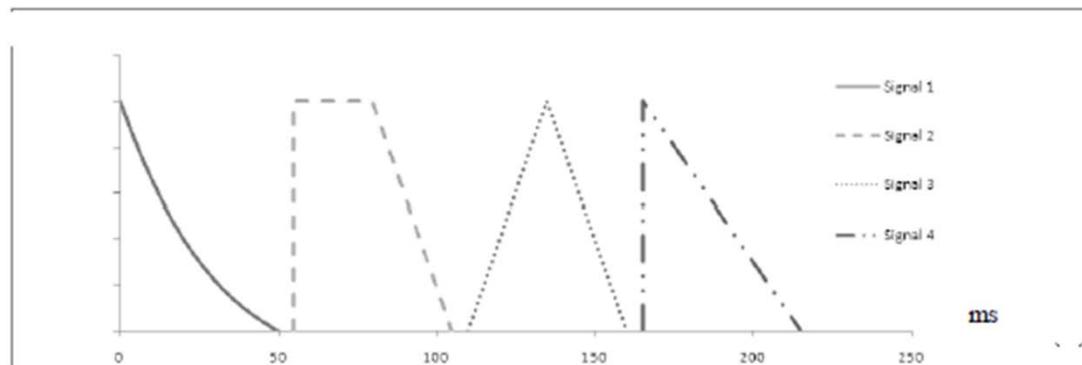


Figure 2. Choix de signaux idéalisés

Sélection de niveaux de pressions

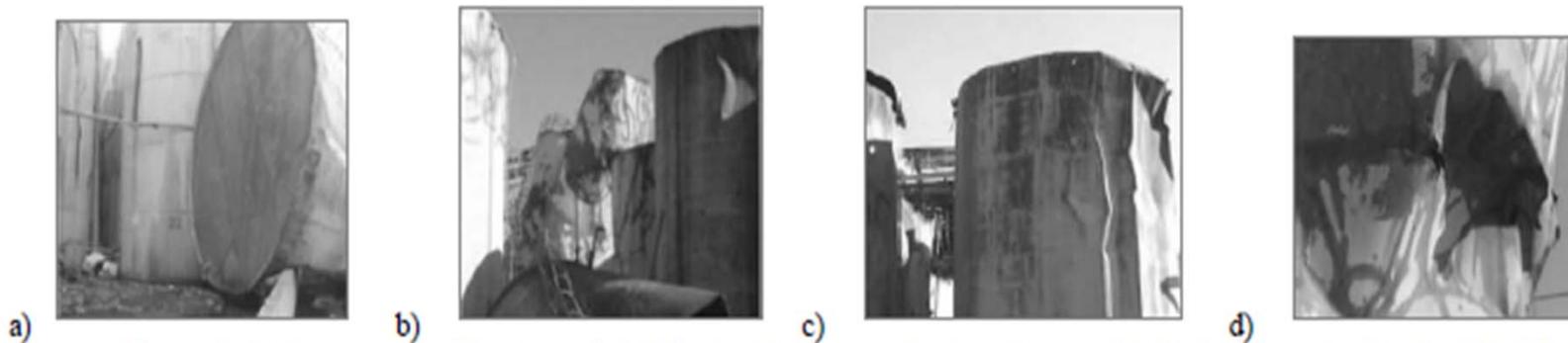


Figure 4. a) Renversement d'un réservoir, b) Flexion de deux parois, c) voilement global, d) déformation locale, (Mouilleau *et al.*, 2001)

Caractéristiques de détonation			
Supression max.	Loi normale [Moyenne : 150 ; écart type: 25] hPa	Temps positif	Uniforme [min :10; max :200] ms
Caractéristiques de projectiles			
Longueur	Loi normale [Moyenne : 5 ; écart type: 2.5] m	Diamètre	Loi Normale [Moyenne :2 ; écart type: 1] m
Epaisseur	Loi normale [Moyenne : 15 ; écart type: 5] mm	Vitesse	Loi Log normale [Moyenne : 75 ; écart type: 20] m/s

Tableau 2. Exemple de modèle stochastique des données

Evaluation de probabilités de défaillance pour chaque mode, en statique et dynamique

- Mode prépondérant ?
- Modèles en statique sécuritaires ?
- Optimisation de la géométrie ?

Projet VULCAIN

Positionnement par rapport aux thématiques Risques /Fiabilité

Thématiques		Précision / commentaire
Estimations des incertitudes (dépendance temps et espace)	oui	Données matériaux / actions
Erreurs de mesures expérimentales ou de données	oui	
Méta-modèle (auxiliaires)	non	
Analyse de fiabilité	oui	Indice fiabilité
Modèles de prévision avancés / d'ingénierie	oui	Plusieurs degrés de complexité – Monte-Carlo
Actualisation probabiliste des modèles	non	
Propagation d'incertitudes	oui	Variables seulement
Optimisation de la décision multicritère en contexte incertain	non	
Couplage expérience / modélisation	oui	