

PRESENTATION DE LA METHODE MULTI-ENERGY

Ref : INERIS-DRA-DRAG-46055-PRIMARISK-Description-Multi-Energy

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	E.LEPRETTE	Bruno DEBRAY	T. LE
Fonction	Ingénieur dans l'unité EDIS de la DRA	Responsable programme	Responsable du développement de PRIMARISK
Date			
Visa			

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Description du modèle	2
Données d'entrée	4
Résultats	5
Limitations du modèle	5
Références :	6

Introduction

Une méthode couramment employée et bien acceptée (Mouilleau et Lechaudel, 1999) pour évaluer les effets d'une explosion de gaz aérienne a été mise au point dans les années 1980 (Van den Berg, 1984) et constamment améliorée depuis. Il s'agit de la méthode dite « Multi-Energy ». L'idée centrale est qu'une explosion de gaz produit des effets d'autant plus important qu'elle se développe dans un environnement encombré ou turbulent dans lequel la flamme peut se propager rapidement, et qu'en dehors de ces zones, les effets de pression associés à la propagation de la flamme sont minimes. Pour une situation réelle où la dimension maximum du nuage explosif a été préalablement estimée, on repère les endroits où la densité d'obstacles ou le degré de turbulence du nuage sont susceptibles d'être importants et on modélise l'explosion globale par une succession d'impulsions de pression engendrées par la propagation de la flamme à travers ces zones. En fait, tout se passe comme s'il n'y avait pas une, mais plusieurs explosions. On associe à chaque explosion « élémentaire » un indice de violence sur une échelle de 1 à 10 qui représente la surpression maximum qui peut être obtenue dans la zone associée. Puis, une série d'abaques paramétrés par l'indice de violence permettent de déterminer, à n'importe quelle distance, le profil du signal de surpression aérienne (amplitude et durée de la phase positive).

Description du modèle

Le modèle actuellement disponible dans PRIMARISK nécessite de connaître au préalable, le volume ou la masse explosive mise en jeu et l'indice de violence associé à l'explosion, et d'avoir localisé le point d'inflammation.

Le volume ou la masse explosive peuvent être déterminés avec un modèle de dispersion atmosphérique (selon les cas il pourra s'agir d'un modèle de jet, de dispersion passive, d'évaporation, etc..).

Le choix d'un indice de violence résulte d'une analyse physique au cas par cas. On rappelle ici les principaux paramètres qui doivent être pris en considération :

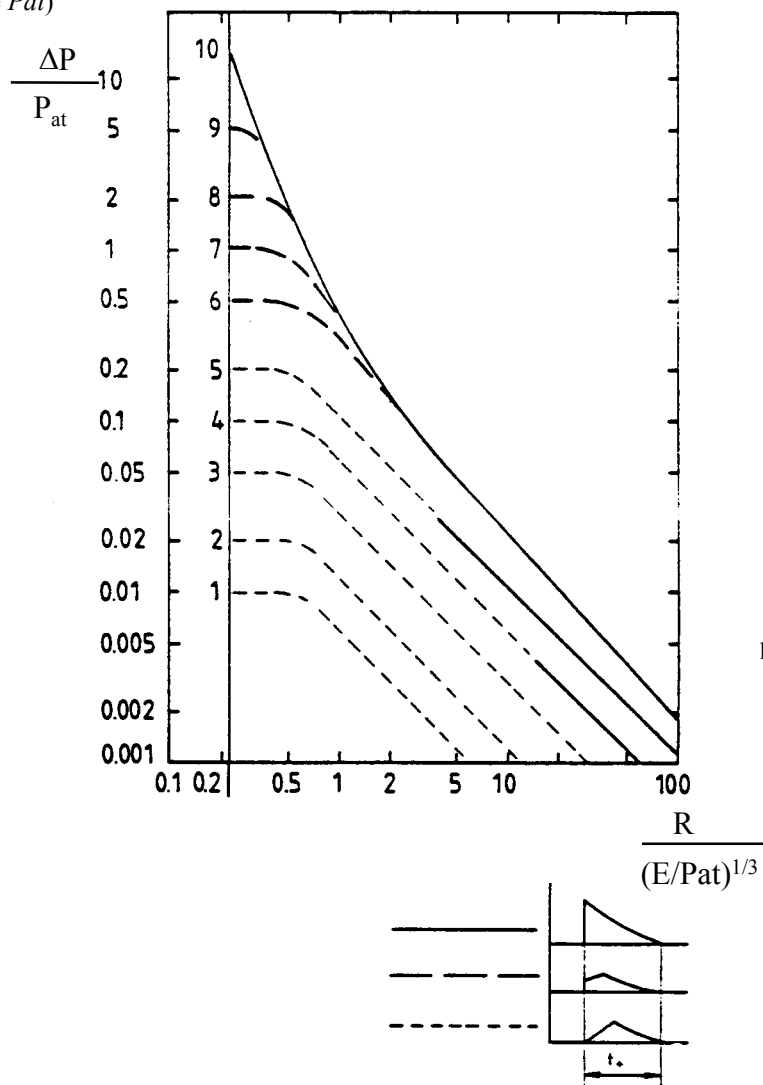
- la réactivité propre du gaz explosif (caractérisée par sa vitesse fondamentale de combustion),
- la turbulence propre du jet,
- l'encombrement, qui induit des effets d'accélération de flamme par contournement d'obstacles et par production de turbulence,
- le confinement partiel, qui empêche l'expansion volumique dans certaines directions (la méthode Multi-Energy n'est pas applicable dans un milieu totalement confiné)
- les gradients de réactivité dans le nuage inflammable (dus, par exemple, à des gradients de concentration).

Pour toutes ces étapes préalables au calcul, le lecteur pourra se reporter utilement au *Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre* (1999) téléchargeable sur www.ineris.fr.

PRIMARISK contient deux jeux d'abaques programmés qui lient respectivement :

- la surpression aérienne en fonction de la distance
- la durée du signal de pression (durée de la phase positive) en fonction de la distance.

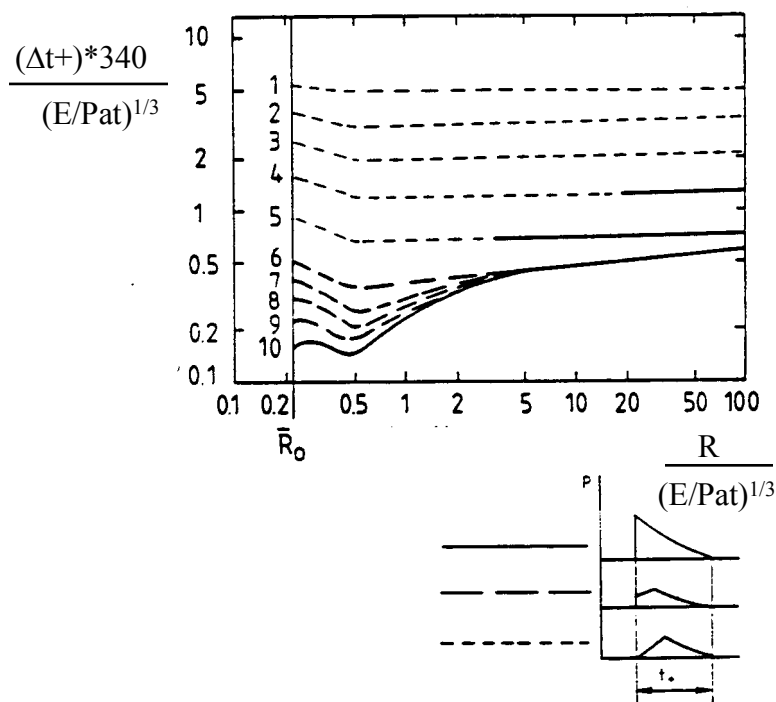
Surpression maximale ΔP
(rapportée à la pression
atmosphérique P_{at})



Eloignement R par rapport au
centre de l'explosion, rapporté à
l'énergie E de combustion dans le
volume considéré et à la pression
atmosphérique P_{at}

*Abaque de la méthode Multi-Energie, donnant les surpressions ΔP engendrées par des déflagrations à
vitesse de flamme constante de volumes explosifs hémisphériques posés au sol
(Van den Berg, 1984).*

Durée de phase positive Δt_+ (rapportée à la pression atmosphérique P_{at} , à l'énergie de combustion E et à la vitesse de propagation du son dans l'air –340 m/s



Durée d'application Δt_+ de la surpression engendrée par la déflagration à vitesse constante d'une charge gazeuse hémisphérique et posée au sol

Données d'entrée

Sélection du produit : cette étape permet de choisir un produit inflammable, caractérisé par son énergie de combustion.

Choix du scénario : le programme permet de déterminer, soit le niveau de surpression atteint à une distance donnée, soit les distances atteintes à des seuils de pression donnés. Dans ce dernier cas, le programme calcule automatiquement les distances aux seuils réglementaires de 200, 140, 50 et 20 mbar, et offre la possibilité à l'utilisateur de rentrer un cinquième seuil.

Paramètres : Dans la version actuelle, deux paramètres sont nécessaires au calcul :

- la masse explosive : il s'agit de la masse de combustible présente dans le nuage explosif. Cette donnée, multipliée par la chaleur de combustion du produit sélectionnée, permet de calculer l'énergie de l'explosion (égale à l'énergie de combustion du nuage inflammable).
- L'indice de violence : il s'agit d'un nombre entier compris entre 1 et 10, qui caractérise le niveau de surpression maximal engendré par l'explosion. La correspondance entre indice de violence et niveau de surpression maximale est la suivante :

Indice de violence	Niveau de surpression maximal
1	10mbar
2	20 mbar
3	50 mbar
4	100 mbar
5	200 mbar
6	500 mbar
7	1 bar
8	2 bar
9	5 bar
10	10 bar

Conditions ambiantes : la valeur de pression atmosphérique proposée sert à calculer les grandeurs sans dimension en abscisse et en ordonnée des abaques. Il est conseillé de ne pas la modifier.

Résultats

La page *Résultats* fournit les résultats du calcul, à savoir, selon le scénario choisi :

- les distances atteintes aux seuils de surpression spécifiés en entrée,
- les niveaux de surpression atteints à la distance spécifiée en entrée

Ces distances sont comptées à partir du point d'inflammation qui doit être identifié préalablement au calcul.

La page *Résultats détaillés* fournit en outre les courbes de surpression et de durée de phase positive en fonction de la distance.

Limitations du modèle

L'une des principales difficultés de la méthode réside dans le choix de l'indice de violence. On remarquera néanmoins qu'au-dessus de l'indice 6, les abaques sont confondus pour les seuils de surpression inférieurs à 200 mbar.

Les limitations de la méthode Multi-Energy sont dues principalement à la manière dont les abaques ont été obtenus. On rappelle que ces abaques proviennent de modèles de déflagration à vitesse constante d'un volume explosif hémisphérique. Toutes les situations qui s'éloignent de ces hypothèses fondamentales doivent donc être traitées avec prudence. En particulier, la méthode ne tient pas compte des accélérations et décélérations dans les milieux hétérogènes, alors que la surpression engendrée par une déflagration est fonction autant de l'accélération de la flamme que de sa vitesse. Les situations de nuage plats ou très allongés, dans lesquelles le front de flamme perd rapidement son profil hémisphérique peuvent également induire une variation du taux d'expansion volumique qui n'est pas pris en compte par la méthode.

D'une manière générale, la méthode est d'autant plus précise que la configuration étudiée se rapproche d'un nuage hémisphérique de réactivité homogène.

Références :

Mouilleau, Lechaudel, 1999 : Guide des méthodes d'évaluation des effets d'une explosion de gaz à l'air libre, rapport INERIS DRA YMo/YMo 1999-20433, téléchargeable sur www.ineris.fr

Van den BERG, 1984 : The Multi-Energy Method, a framework for vapour cloud explosion blast prediction, Rapport TNO-PML n° 1984-C72.

La fiche « UVCE » annexée à la circulaire du 28 décembre 2006 fournit également quelques règles pratiques pour l'application de la méthode Multi-Energy dans le cas des nuages de GPL.