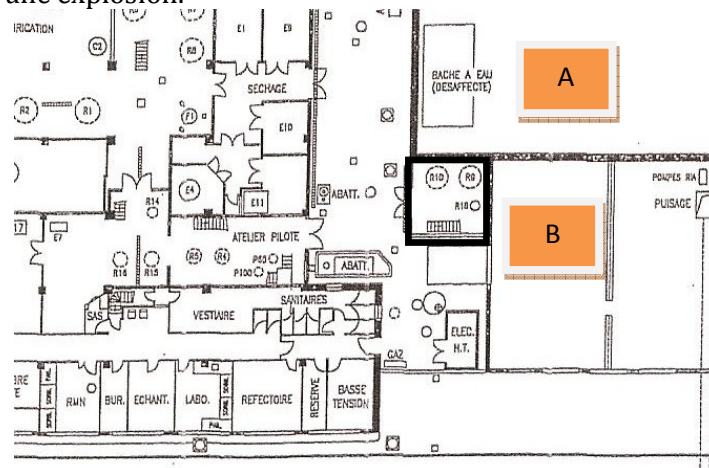
 <p>anteagroup AGENCE Nord Est Métier Risques Industriels</p>	<p>Client : NORCHIM</p> <p>n° de l'affaire : PICP110136</p> <p>Intitulé de l'affaire : Modélisations dans le cadre de l'étude de dangers</p>
<p>Destinataires : GUERIN Risques Industriels</p>	
<p>Copies à :</p>	
<p>Objet : Modélisation n°4 - explosion d'hydrogène dans le local d'hydrogénation</p>	

NOTE n° 4/5

1. Données d'entrée

Le scénario envisagé est l'accumulation d'hydrogène dans le local d'hydrogénation, conduisant à une explosion.



Caractéristiques générales du local d'hydrogénation.

- Surface: $4 \times 5 = 20$ m² environ.
- Hauteur 4 m RDC et 4 m 1^{er} étage.
- Structure métallique, murs en bardage métallique.
- Toiture en plaque fibro-cimentée.
- Plafond en plaque métallique.

8 bouteilles sont stockées à côté de l'atelier d'hydrogénation. Une seule est en permanence branchée. Les bouteilles contiennent chacune 8,8 m³ d'hydrogène.

Le volume du 1^{er} étage de ce local est de 80 m³ environ. Ainsi une fuite totale de la bouteille d'hydrogène occuperait environ 1/10 du volume du 1^{er} étage de l'atelier d'hydrogénation. Le local d'hydrogénation « s'appuie » sur 2 bâtiments beaucoup plus hauts que lui (A et B). (Source : GUERIN Risques Industriels)

2. Seuils d'effets de surpression retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux

Les seuils retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux sont définis par l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif « à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études des dangers des installations classées soumises à autorisation ».

Les effets d'un phénomène de type explosion (explosion confinée, non confinée ou semi-confinée) s'apprécient essentiellement en termes de surpressions sur les cibles exposées (structures ou personnes).

Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression pour les installations classées sont présentées dans le tableau suivant :

Effets prévisibles sur les structures	Effets prévisibles sur l'homme	Surpression (mbar)
Seuil des dégâts très graves sur les structures	-	300
Seuil des premiers effets dominos	Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine	200
Seuil des dégâts graves sur les structures	Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine	140
Seuil des dégâts légers sur les structures	Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	50
Seuil des destructions significatives de vitres	Seuil des effets correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme	20

Tableau 1 : Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression

Dans le cas des phénomènes dangereux retenus, les distances associées aux seuils 200, 140, 50 et 20 mbar sont calculées.

3. Calcul d'effets de surpression générés par l'explosion de locaux semi-confinés

La méthode utilisée est celle de l'équivalent TNT et consiste à :

1. Estimer l'énergie disponible E_i par l'équation de BRODE :

$$E_i = \frac{\Delta P \cdot V}{\gamma - 1}$$

avec :

- E_i ; énergie interne au gaz
- ΔP surpression de rupture en Pa
- V volume (m^3)
- γ ; rapport des chaleurs spécifiques du mélange explosif contenu dans le bâtiment ou le caisson

2. **Evaluer la répartition de l'énergie** entre l'énergie interne au gaz, l'énergie résiduelle disponible pour l'onde de choc, l'énergie de déformation plastique de l'enceinte, l'énergie de rupture de l'enceinte
3. **Application du modèle multi-énergie** (abaque présenté en Figure 1). S'agissant du choix de l'indice multi-énergie, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a à faire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

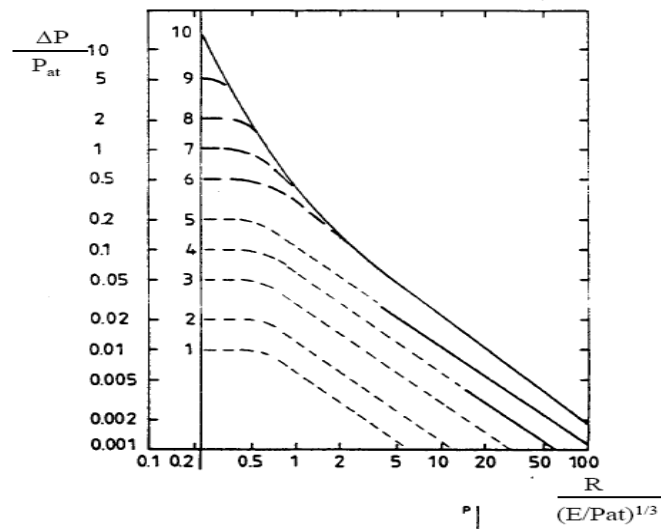


Figure 1 : Abaque présentant les niveaux maximums et les courbes d'atténuation de la surpression en fonction des distances pour chaque indice multi-énergie

ΔP : surpression atteinte

Si les calculs montrent que le volume est **correctement éventé**, on considère la surpression d'explosion suivante : $P_{ex} - P_{atm} = \mathbf{Predmax}$ (pression d'explosion réduite utilisée pour calculer la surface d'évent).

Si le volume est **non correctement éventé**, on considère la surpression d'explosion suivante : $P_{ex} - P_{atm} = \mathbf{2 * P_{rupture}}$ (pression statique de rupture de l'enceinte).

Pour savoir si un volume est correctement éventé, on utilise la norme NFPA68 version 2002.

La norme est applicable entre autres pour un volume inférieur à 1000 m³.

La surface d'évent prise en compte est celle constituée par les toitures en bardage métalliques, les parties vitrées...

Pour le calcul de la pression de résistance de l'enceinte du bâtiment, le document « *Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables* », Rapport version 1 donne les ordres de grandeur suivants de la résistance des matériaux en fonction de leur constitution.

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique)
Tour de manutention en béton	100 à 300 mbar
Tour de manutention en bardage métallique	100 à 300 mbar
Cellules en béton : parois	150 à 800 mbar
Cellules en béton : toit	35 à 200 mbar
Cellule métallique : parois	300 à 1000 mbar
Cellules métallique : toit	100 à 200 mbar
Briques	100 à 300 mbar
Tuiles	5 mbar
Verre simple/armé	3 à 25 mbar
Plaque polyester transparente (fixations crochets)	8 mbar
Plaque amiante-ciment (fixations crochets)	10 mbar

Tableau 2 : Ordre de grandeurs de la résistance des matériaux

4. Zones d'effet des phénomènes dangereux

4.1 ZONES D'EFFET DU PHENOMENE DANGEREUX

Le tableau ci-dessous reprend les distances d'effets du phénomène dangereux modélisé et les principales données intermédiaires.

Phénomènes dangereux (PD)		Principales hypothèses	Résultats intermédiaires	Surpression		
N°	Intitulé			50 mbar	140 mbar	200 mbar
4	Explosion d'hydrogène dans le local d'hydrogénation	Lxlxh : 5 m x 4 m x 5 m Volume : 80 m ³ Pression d'ouverture du bardage : 30 mbar Surfaces fragiles : <ul style="list-style-type: none"> • 1 paroi latérale de 16 m² • 1 paroi latérale de 20 m² • bardage en toiture de 20 m² Kst : 550 bar.m/s pour le H2	Surpression maximale calculée : 30 mbar	Non atteint	Non atteint	Non atteint

(Les distances d1/d2 correspondent aux effets le long des médiatrices faisant face, respectivement, à la longueur et à la largeur du bâtiment en flammes).

Les effets sont limités aux effets thermiques à l'intérieur du local.