

USINE D'ÉPURATION SEINE AVAL

SIMULATIONS NUMÉRIQUES D'UNE EXPLOSION

SUITE A LA FORMATION D'UNE ATEX

Rapport d'étude N°2

N/REF : 181 022 135 (suite 180 921 12)

<i>Destinataire :</i>	Setec Hydratec <i>Monsieur François Fiévet</i> <i>Responsable du pôle Traitement des Eaux</i>	<i>Fixe : +33 1 82 51 62 39</i> <i>Mobile : +33 6 15 49 39 02</i> <i>Fax : +33 1 82 51 41 39</i>
<i>Date</i>	22 octobre 2018	

Table des matières

1.	Introduction	3
2.	Seuils d'effets des phénomènes dangereux	3
3.	Détermination des distances d'effet	4
	3.1. <i>Présentation des données d'entrée</i>	4
	3.2. <i>Calculs des distances d'effet</i>	4
4.	Conclusion	7

Table des tableaux

Tableau 1: Seuils d'effets utilisés pour évaluer les zones de dangers - Surpressions	3
Tableau 2: Paramètres considérés pour les modélisations	4
Tableau 3: Correspondance entre l'indice de violence de la méthode multi-énergie et la surpression maximale de l'explosion	5
Tableau 4: Distances du centre de l'explosion correspondant aux seuils réglementaires	6

1. Introduction

L'objectif de cette étude est d'examiner les impacts de l'explosion d'une atmosphère explosive (ATEX) au sein d'une station d'épuration – Seine Aval.

L'objectif est de déterminer les distances d'atteinte des surpressions définies dans la réglementation.

2. Seuils d'effets des phénomènes dangereux

- Les seuils d'effet considérés sont ceux indiqués dans l'Annexe II de l'arrêté du 25 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 de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Ces seuils sont reportés dans le tableau ci-après.

Tableau 1: Seuils d'effets utilisés pour évaluer les zones de dangers - Surpressions

	Zones des dangers	Effets constatés	Seuils d'effets de surpression
Effets sur la vie humaine	Effets indirects sur l'Homme	Effets indirects par bris de vitre	20 mbar
	Zone des dangers significatifs	Effets irréversibles	50 mbar
	Zone des dangers graves	Premiers effets létaux	140 mbar
	Zone des dangers très graves	Effets létaux significatifs	200 mbar
Effets sur les structures	Destruction significative des vitres	Destruction de vitres	20 mbar
	Dégâts légers	Dégâts mineurs sur les maisons	50 mbar
	Dégâts graves	Hors structures béton	140 mbar
		Effets dominos pour la surpression, fluage des aciers pour les effets thermiques	200 mbar
	Dégâts très graves sur les structures hors béton	Tenue du béton aux effets thermiques	-
Dégâts très graves	Ruine du béton et destruction quasi complète des maisons	300 mbar	

3. Détermination des distances d'effet

3.1. Présentation des données d'entrée

Il est considéré la formation d'une atmosphère explosive au sein des postes HPX21 et HPX31 et des carneaux HPY20 et HPY30.

Le volume gazeux correspondant à l'ensemble de ces unités est indiqué dans le tableau ci-après.

Tableau 2: Paramètres considérés pour les modélisations

Paramètre	Unité	Postes HPX21 & HPX31 +Carneaux HPY30 & HPY31
Volume gazeux	[m ³]	2*470 + 2*221 = 1382

3.2. Calculs des distances d'effet

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multi-énergie (préconisée par l'Ineris).

Cette méthode a été développée par le TNO Prins Maurits Laboratory (V.d. Berg, 1984, V.d. Berg et al., 1991 et Wingerden et al., 1990).

Elle s'articule autour de trois étapes distinctes :

1. Déterminer l'énergie d'explosion ;
2. Déterminer la surpression maximale susceptible d'être observée dans le champ proche de l'explosion. S'agissant de l'utilisation de la méthode multi-énergie, déterminer la (ou les) surpression(s) maximale(s) en champ proche revient à choisir un « indice de violence » ;
3. Déterminer les distances où les surpressions seront égales aux seuils définis dans la réglementation à l'aide d'un abaque.

Les indices de violence sont compris entre 1 et 10 selon la surpression maximale. Cette correspondance est synthétisée dans le tableau qui suit.

Tableau 3: Correspondance entre l'indice de violence de la méthode multi-énergie et la surpression maximale de l'explosion

Seuils de suppression	Indice de violence
10 mbar	1
20 mbar	2
50 mbar	3
100 mbar	4
200 mbar	5
500 mbar	6
1000 mbar	7
2000 mbar	8
5000 mbar	9
10000 mbar	10

Détermination de l'énergie d'explosion

L'énergie de l'explosion est calculée à l'aide de l'équation de Brode :

$$\text{Energie de l'explosion [Joule]} = \text{Volume libre [m}^3\text{]} * (\text{Pression absolue de l'explosion} - \text{pression atmosphérique}) / (\gamma - 1)$$

Avec :

- Volume libre = volume non encombré du local – Par excès, le **mélange air-méthane** est considéré comme étant égal à ce volume.
- γ = Rapport des capacités calorifiques du gaz [= 1,29 pour le méthane]
- Pression absolue de l'explosion - pression atmosphérique = 2 * Pression de rupture [Pa]
- Pression de rupture¹ = 400 mbar pour un toit d'une cellule en béton

Cette équation s'applique dans le cas d'un espace confiné : elle traduit l'augmentation de l'énergie interne d'un réservoir ou d'un équipement, produite par l'accroissement de la pression.

¹ 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 Version 3 (2008)

Détermination de la surpression maximale et de l'indice de violence

Comme il s'agit de modéliser l'explosion dans un espace confiné, il est considéré l'indice de violence maximal, c'est-à-dire : **10**.

Détermination des distances des effets

Les distances du centre de l'explosion sont ensuite déterminées à l'aide des formules rappelées ci-dessous.

Ces dernières correspondent au profil de la courbe multi-énergie indice 10 :

- Seuil de 300 mbar : d_{300} [mètre] = $0,028 * E^{1/3}$
- Seuil de 200 mbar : d_{200} [mètre] = $0,032 * E^{1/3}$
- Seuil de 140 mbar : d_{140} [mètre] = $0,050 * E^{1/3}$
- Seuil de 50 mbar : d_{50} [mètre] = $0,110 * E^{1/3}$
- Seuil de 20 mbar : d_{20} [mètre] = $0,220 * E^{1/3}$

$E = \text{Energie de l'explosion [Joule]}$

Pour davantage de clarté, les distances correspondant aux surpressions réglementaires sont précisées dans le tableau qui va suivre.

Tableau 4: Distances du centre de l'explosion correspondant aux seuils réglementaires

	[Unité : mètre]	Ensemble
Surpressions réglementaires	300 mbar	19,40
	200 mbar	22,10
	140 mbar	34,60
	50 mbar	76,10
	20 mbar	152,2

4. Conclusion

Dans la présente étude, il a été déterminé les distances d'atteinte des surpressions définies dans la réglementation dans le cas de l'explosion d'une ATEX au sein des postes HPX21 et HPX31 et des carneaux HPY20 et HPY30.

S'agissant d'une explosion confinée, l'énergie de l'explosion a été calculée à l'aide de l'équation de Brode.

Les distances d'atteinte des seuils de surpressions réglementaires ont été calculées à l'aide la méthode dite Multi énergie – indice de violence 10.

NOTA	<i>Ces résultats ne sont valables que pour les hypothèses de travail considérées et ne sont en aucun cas transposables à d'autres scénarios.</i>
BENE	<i>L'appropriation et l'usage des résultats sont de la seule responsabilité de l'utilisateur.</i>