



ITM-SST 11001.2

Instruction technique

EFFETS D'EVENEMENTS ACCIDENTELS

Valeurs limites de référence

Le présent document comporte 6 pages

SOMMAIRE

Article 1 ^{er} Contexte réglementaire	2
Article 2. Incendie - Rayonnement thermique	2
Article 3. Explosion - Onde de pression	4
Article 4. Risque toxique	5
Article 5. Suroxygénation	6
Article 6. Sous-oxygénation	6

Article 1^{er} Contexte réglementaire

La loi du 28 avril 2017 relative aux accidents majeurs impliquant des substances dangereuses et le règlement grand-ducal modifié du 14 septembre 2000 concernant les études des risques et les rapports de sécurité imposent aux établissements concernés de présenter une étude des risques.

Celle-ci nécessite la détermination de "zones à risque" représentant l'impact d'un site présentant un danger potentiel sur son voisinage, notamment par rapport à l'éloignement des personnes ou aux projets d'occupation des sols.

Le présent document définit les valeurs limites, en l'état actuel des connaissances, à respecter en vue de garantir l'uniformité des études des risques.

D'autre part, afin de permettre aux services communaux et aux services des secours de définir les distances de sécurité en cas d'évènement, les exploitants des sites concernés par les études des risques sont invités à fournir les éléments complémentaires précisés à l'annexe 1.

Article 2. Incendie - Rayonnement thermique

2.1. Seuils

⇒ Incendie de durée supérieure à 2 minutes

Exemples : feu d'entrepôt non maîtrisé, feu d'encuvement ou de compartiment de rétention dépôts pétroliers, feux de nappe, incendies de stockage, feux torches et feux de solide, etc.

Seuil limite (kW/m ²)	Caractérisation des effets
Sur les personnes	
3	Seuil des effets irréversibles (provoquant des séquelles permanentes sans provoquer la mort)
5	Seuil des premiers effets létaux (décès de 1% de la population, y compris les personnes sensibles)
8	<i>Pour mémoire: approche des professionnels avec tenue ignifuge</i> Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » (létaux pour 50% des personnes exposées)
10	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers extrêmement graves pour la vie humaine » (létaux pour plus de 50% des personnes exposées)
Sur les biens	
5	Destruction des vitres
8	Dégâts sur structures métalliques (exposition de plus de 15 min) Seuil des effets domino
16	Dégâts très graves sur les structures (hors béton)
20	Tenue des ouvrages d'art en béton pendant plusieurs heures
40	Un bâtiment n'offre aucune protection

Dans les études des risques :

- les distances auxquelles sont rencontrés les flux de 3 et 5 kW/m² seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer les effets sur les personnes.
- les distances auxquelles sont rencontrés les flux de 8 kW/m² seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour identifier les zones soumises potentiellement à des effets domino.

⇒ Incendie de durée inférieure à 2 minutes

Exemples : feu de flaque (déversement d'un fût de 200 l ou d'un conteneur de 1000 l), boule de feu, boil over, flash-fire, UVCE ¹, BLEVE ², etc.

Dose d'effets ³ [(kW/m ²) ^{4/3} .s]	Caractérisation des effets sur les personnes ⁴
600	Effets irréversibles (provoquant des séquelles permanentes sans provoquer la mort)
1000	Premiers effets létaux (décès de 1% de la population, y compris les personnes sensibles)
1800	Effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » (<i>létaux pour 50% des personnes exposées</i>)
2600	Effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers extrêmement graves pour la vie humaine » (<i>létaux pour plus de 50% des personnes exposées</i>)

Dans les études des risques, les distances auxquelles sont rencontrés les flux de 600, 1000 et 1800 [(kW/m²)^{4/3} .s] seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer les effets sur les personnes.

Si des matières sont stockées dans les zones impactées par les effets thermiques, leur réactivité à la chaleur sera examinée, afin d'identifier les effets dominos potentiels. La tenue des éléments constructifs ou déco devra être aussi analysée.

2.2. Commentaires

Les effets du rayonnement thermique sur les personnes se manifestent :

⇒ soit par l'absence de conséquences durables (coups de soleil, apparition de cloques, etc.),

⇒ soit par des brûlures profondes a minima du 2^{ème} degré ou du 3^{ème} degré

Retenant que la main représente environ 1% de la surface du corps et que :

- la tête,
- un bras,
- la partie supérieure de la jambe,
- la partie inférieure de la jambe,
- la partie supérieure du dos,
- la partie inférieure du dos,
- la poitrine,
- le ventre,

représentent chacun environ 9% de la surface du corps, on pourra observer :

⇒ des effets irréversibles si les brûlures atteignent 15% de la surface du corps,

⇒ des risques d'effets létaux si les brûlures sont supérieures à 50% de la surface du corps.

¹ Unconfined Vapour Cloud Explosion

² Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion

³ Pour une durée du phénomène inférieure à 2 minutes, les effets sont appréhendés en termes de dose reçue

$$[Dose = \int t_{exp} G^n dt], \text{ avec :}$$

- G , intensité de l'agression thermique (n étant son coefficient spécifique),
- t_{exp} , temps d'exposition au flux,

⁴ Pour les expositions de courte durée, il est admis en général l'absence d'effets notables sur les structures compte tenu de leur inertie thermique (pas d'effet domino potentiel).

Article 3. Explosion - Onde de pression

3.1. Seuils

Les seuils d'effets sont référés à l'abaque EDF "Classification des dégâts - TM 5 – 1300"

Seuil limite (mbar)	Caractérisation des effets
Sur les personnes (par effet indirect)	
20	<i>Pour mémoire : seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur les personnes</i>
50	Seuil des effets irréversibles (provoquant des séquelles permanentes sans provoquer la mort)
140	Seuil des premiers effets létaux (décès de 1% de la population, y compris les personnes sensibles)
200	Seuil des effets létaux significatifs (létaux pour 50% des personnes exposées)
Sur les personnes (par effet direct)	
350	Probabilité de rupture des tympanes pour 1% des personnes exposées
Sur les biens	
20	Destruction significative des vitres (délimitant la zone d'effets indirects par bris de vitres sur les personnes)
50	Éclatement des fenêtres, des panneaux en fibrociment Implosion des panneaux en tôle ondulée
140	Effondrement partiel des murs en briques, tuiles, ...
200	Destruction des bâtiments légers en charpentes métalliques Éclatement des murs en moellons Rupture des réservoirs de stockage Seuil des effets domino
300	Dégâts très graves aux structures
490	Destruction pratiquement totale des maisons Retournement de wagons de chemin de fer

Dans les études des risques :

- les distances auxquelles sont rencontrées les surpressions de 50 et 140 mbar seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer les effets sur les personnes.
- les distances auxquelles sont rencontrées les surpressions de 200 mbar seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour identifier les zones soumises potentiellement à des effets domino.

3.2. Commentaires

A moins de 50 mbar, les effets de surpressions restent réversibles (au plus, une surdité temporaire). Aux surpressions supérieures à 50 mbar, il y a une probabilité par effet direct de lésions irréversibles sans mortalité certaine.

Article 4. Risque toxique

Ne concernant que les effets sur les personnes, les seuils se réfèrent à une concentration inhalable (atteinte par les voies respiratoires) durant un temps donné (lorsque cela est applicable).

Lorsqu'elles existent, sont à utiliser les valeurs limites AEGL ⁵.

Seuil limite	Caractérisation des effets sur les personnes
AEGL-1	<i>Pour mémoire : concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle la population générale, individus sensibles inclus, pourrait présenter des signes d'inconfort notable, d'irritation ou tout autre signe non-sensoriel et asymptomatique. Ces effets sont transitoires, non-invalidants et réversibles après cessation de l'exposition.</i>
AEGL-2	Concentration dans l'air d'une substance (exprimée en ppm ou mg/m ³) au-dessus de laquelle on prévoit que la population générale, y compris les individus sensibles, pourraient éprouver des effets irréversibles ou d'autres effets sévères à plus ou moins long terme, ou pouvant entraîner une incapacité à s'échapper.
AEGL-3	Concentration dans l'air d'une substance (exprimée en ppm ou mg/m ³) au-dessus de laquelle on prévoit que la population générale, y compris les individus sensibles, pourrait décéder ou éprouver des effets pouvant mettre leur vie en péril.

Dans les études des risques, les distances auxquelles sont rencontrées les valeurs de concentration AEGL-2 et AEGL-3 seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer les effets sur les personnes.

En se basant sur la démarche PACs ⁶, portée par l'Administration Océanique et Atmosphérique Nationale (des États-Unis d'Amérique), en l'absence de valeurs finales AEGL, les valeurs de référence pouvant être retenues sont (dans l'ordre suivant) :

1. Valeurs intermédiaires AEGL 60 minutes,
2. Valeurs ERPG ⁷,
3. Valeurs TEEL ⁸.

Les valeurs ERPG sont déterminées pour une exposition d'une heure en cas d'émission de substances toxiques et sont publiés par l'AIHA (American Industrial Hygienist Association).

Les valeurs TEEL sont des valeurs calculées à partir de différentes bases de données. Elles sont disponibles sur le site du Bureau de l'environnement, de la santé, de la sécurité et de la sûreté des États unis d'Amérique (Office of Environment, Health, Safety & Security).

En l'absence de valeurs PAC, les valeurs de référence à prendre en considération seront définies en accord avec l'Inspection du travail et des mines.

⁵ *Acute Exposure Guideline Levels*

⁶ *Protective Action Criteria for Chemicals*

⁷ *Emergency Response Planning Guideline*

⁸ *Temporary Emergency Exposure Limits*

Les valeurs de références peuvent être obtenues, par exemple, sur les sites internet suivants :

	Site
AEGL	https://www.epa.gov/aegl
ERPG	https://www.aiha.org/get-involved/AIHAGuidelineFoundation/EmergencyResponsePlanningGuidelines/Pages/default.aspx
PAC TEEL	https://www.energy.gov/ehss/protective-action-criteria-pac-aegls-erpgs-teels-rev-29-chemicals-concern-may-2016

Article 5. Suroxygénation

Le risque de suroxygénation est lié à l'activation d'un incendie en cas de sources d'inflammations potentielles ou existantes dans ou au voisinage des installations en défaut.

Teneur en oxygène	Caractérisation des effets sur les personnes
23 %vol	Seuil correspondant à une suroxygénation pouvant présenter des risques pour les personnes (éventualité de risque de feu en raison d'une modification significative des paramètres de combustion des matériaux à ce niveau de suroxygénation)
37 %vol	Seuil correspondant à une suroxygénation présentant des risques pour les personnes par activation d'un incendie en cas de source de feu potentielle (vapeur chaude de produit combustible) ou existante (cigarette, moteur, flamme nue, ...)

Dans les études des risques, les distances auxquelles sont rencontrées les concentrations de 23 et 37% seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer :

- les effets sur les personnes,
- les possibilités d'inflammation de composés chimiques ou organiques présents dans ce périmètre.

Pour les zones où les taux d'oxygène sont compris entre 23 et 37%, une évaluation des risques doit être réalisée au cas par cas par un bureau d'expert en impliquant les parties intéressés (exploitants, Inspection du travail et des mines, ...).

Article 6. Sous-oxygénation

Le risque de sous-oxygénation est à examiner chaque fois que la libération d'une quantité importante de gaz non toxique peut appauvrir de manière significative la teneur en oxygène de l'atmosphère.

Teneur en oxygène	Caractérisation des effets sur les personnes
19 %vol	Seuil d'alerte (avant la survenue des premiers effets physiologiques)
13 %vol	Perte de conscience potentielle
6 %vol	Effets létaux avérés (arrêts cardiaques et respiratoires)

Dans les études des risques, les distances auxquelles est rencontrée la concentration de 13% seront recherchées et tracées graphiquement sur support cartographique pour évaluer les effets sur les personnes.