

SOMMAIRE

PREAMBULE	2
1 - GENERALITES SUR L'INCENDIE.....	3
1.1 - FEU ET COMBUSTION	3
1.2 - INFLAMMATION.....	3
1.3 - EFFETS D'UN INCENDIE.....	4
1.3.1 - Effets thermiques.....	4
1.3.2 - Emanation des fumées	6
1.3.3 - Eaux d'extinction	7
2 - METHODE D'EVALUATION DES FLUX THERMIQUES.....	7
2.1 - METHODE D'EVALUATION DU RAYONNEMENT THERMIQUE D'UN FEU DE CUVETTE	7
2.2 - HYPOTHESE ET APPROXIMATIONS SUR LE PHENOMENE	8
2.2.1 - Emittance.....	8
2.2.2 - Débit masse surfacique de combustion	9
2.2.3 - Diamètre équivalent	10
2.2.4 - Surface du mur de flamme.....	10
2.2.5 - Flux résiduel en fonction de la distance	11
2.3 - COMMENTAIRES SUR LA METHODOLOGIE	12
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	12
SOMMAIRE DES ILLUSTRATIONS	
Tableau 1 : Intensité du flux thermique et type de conséquence (Préventique et Sécurité N°5) - août-septembre 1994) (d'après J. JARRY, Ministère de l'Environnement)	4
Tableau 2 : effets sur l'homme d'un incendie en fonction du flux thermique et de la durée d'exposition.....	5
Tableau 3 : Estimation du risque incendie dans le cas des entrepôts de pétrole (extrait de « Process Industry Hazards ; Accidental Release Assesment »Containment and Control I Ch E Symposium - Serie n° 47 - 1976)	6
Figure 1 : représentation des étapes de calcul des flux thermiques	8

PREAMBULE

Les outils méthodologiques pour la modélisation des effets thermiques de feu de gaz ou de liquides inflammables sont maintenant bien au point et font l'objet d'une littérature importante, étayée par des essais de validation en grandeur nature, comme en laboratoire.

Les feux de produits solides n'ont fait l'objet que de très peu d'essais en grandeur nature.

C'est pourquoi, la méthodologie utilisée pour évaluer les effets d'un incendie sur les stockages de déchets verts du projet de déchèterie de LA PLAINE-SUR-MER est la même que pour un incendie résultant de la combustion d'une nappe de combustible liquide, en considérant que ce sont les matières à la surface qui sont en feu.

1 - GENERALITES SUR L'INCENDIE

1.1 - FEU ET COMBUSTION

Un feu est un phénomène physico-chimique. Il est basé sur la réaction d'un combustible avec un comburant. Dans la grande majorité des cas, le comburant est de l'oxygène présent à 21% dans l'air. Pour que la réaction soit possible, une quantité d'énergie, appelée énergie d'activation doit être apportée (exemple de l'allumette sur le grattoir). Très souvent le phénomène de combustion est illustré par le triangle du feu.

Un feu est caractérisé par le flux d'énergie qu'il dégage par unité de temps en Watts (J/s) ou par un débit calorifique (énergie par unité de temps et de masse) responsable des augmentations de température. Cette énergie dépend des caractéristiques et de la quantité de combustible et du comburant (oxygène) mis en jeu. La flamme qui est observée lors d'un feu représente la libération d'une certaine quantité de cette énergie par un rayonnement dans le domaine du visible.

Il y a 4 formes de propagation de l'énergie produite :

- la radiation ;
- la conduction ;
- la convection ;
- les brandons.

La radiation est l'émission d'ondes électromagnétiques qui transportent une partie de l'énergie. Cette énergie est proportionnelle à la puissance 4 de la température. C'est le transfert de chaleur prédominant dès lors que la température est supérieure à 400°C.

La convection est le transport de l'énergie par les mouvements de fluide. Ainsi, la couche limite thermique le long d'une paroi est en relation avec les variations de vitesse des particules à cette paroi (couche limite cinématique).

La conduction est le transfert de chaleur à travers les solides (murs, plafond, etc.). Le transfert d'énergie de cette manière est relié au gradient de température par la loi de Fourier.

Les brandons sont des petites flammellettes qui se dégagent des flammes principales d'un foyer.

La consommation d'oxygène (présent dans l'air) et la production de chaleur génère également d'autres phénomènes et en particulier un écoulement au-dessus de la source combustible qui constitue le panache. La température est plus importante et sous l'effet des forces d'Archimède, il y a une montée des produits de la réaction (fumées, gaz imbrûlés, suie) créant ainsi un mouvement d'entraînement d'air qui alimente le feu en oxygène

1.2 - INFLAMMATION

Le combustible peut être initialement un liquide, un gaz ou un solide. Mais le phénomène de combustion s'effectue sur un produit à l'état gazeux ou sous forme de vapeurs. Pour que l'inflammation ait lieu, une condition nécessaire est que la concentration de gaz dans le mélange combustible-comburant soit comprise entre la limite inférieure et supérieure d'inflammabilité (respectivement LII et LSI).

Pour un solide, l'énergie calorifique apportée a ensuite pour rôle de porter le mélange à une température minimale appelée température d'auto-inflammation. Pour un liquide, on parlera de point éclair.

1.3 - EFFETS D'UN INCENDIE

Les conséquences associées à un feu de nappe sont essentiellement liées :

- au rayonnement thermique, sur l'homme et les équipements ;
- aux dégagements de fumées, particulièrement aux gaz toxiques qu'elles véhiculent, mais aussi à la diminution de la visibilité induite ;
- à la pollution des eaux ou des sols lie par exemple, au transport de substances dangereuses pour l'environnement via les eaux d'extinction.

1.3.1 - EFFETS THERMIQUES

Les flux thermiques dégagés par la combustion de matières peuvent engendrer à la fois :

- des brûlures « graves » pour les personnes ;
- des effets sur les structures pouvant conduire à l'effondrement de constructions.

Le tableau, ci-dessous, donne des indications sur les intensités des flux thermiques et les conséquences possibles.

Flux (kW/m ²)	Conséquences
240	Rayonnement d'un feu intense (1150°C)
200	Ruine du béton par éclatement interne en quelques dizaines de minutes (200-300°C)
150	Rayonnement d'un feu moyen (1000°C)
100	Température de 100°C dans 10 cm de béton au bout de 3 heures
92	Rayonnement d'un feu faible
40	Ignition spontanée du bois en 40 s
36	Propagation probable du feu de réservoirs d'hydrocarbures même refroidis à l'eau
27	Ignition spontanée du bois entre 5 et 15 minutes
20	Tenue des ouvrages d'art en béton pendant plusieurs heures Inflammation possible des vêtements
12	Modification structurelle des fibres de type polyester
10	Modification structurelle de la laine ou du coton
9,5	Seuil de la douleur en 6 s, flux minimal léthal en 30 s
8	Début de la combustion spontanée du bois et des peintures
5	Intervention de personnes protégées avec des tenues ignifuges Bris de vitres sous l'effet thermique Flux minimal léthal pour 60 s Intervention rapide pour des personnes protégées (pompiers)
2,9	Flux minimal léthal en 120 s
1,5	Seuil de rayonnement continu pour des personnes non protégées (habillement normal)
1	Rayonnement solaire en zone équatoriale
0,7	Rougissement de la peau, brûlure en cas d'exposition prolongée

Tableau 1 : Intensité du flux thermique et type de conséquence (Préventique et Sécurité N°5) - août-septembre 1994) (d'après J. JARRY, Ministère de l'Environnement)

1.3.1.1 - Effets sur l'homme

D'une manière tout à fait générale, afin d'estimer les effets d'un phénomène physique dangereux sur l'homme ou l'environnement, il est nécessaire d'évaluer à la fois :

- l'intensité des conséquences du phénomène. Cette intensité peut par exemple s'exprimer en terme de concentration (ppm) pour ce qui concerne la dispersion de gaz toxiques ou de densité de flux thermiques pour des phénomènes de combustion (incendie, BLEVE...)
- la durée d'exposition, soit le temps pendant lequel la cible est exposée aux conséquences du phénomène dangereux.

Ces deux paramètres définissent ainsi la notion de dose, qui relie les effets d'un accident à une fonction de l'intensité des conséquences du phénomène et de la durée d'exposition.

A priori, dans le cas d'un feu d'entrepôt, la cible peut être exposée à des flux thermiques radiatifs pendant toute la durée de l'incendie. Toutefois, pour l'évaluation des effets d'un phénomène aussi long dans le temps, il est nécessaire en particulier d'estimer le temps de réaction des individus. L'hypothèse généralement prise en compte est une réaction des individus en 1 minute, durée certainement sous-évaluée pour certaines tranches d'âges. Ainsi, pour des feux qui perdurent, les personnes exposées ont en général la possibilité de trouver un abri ou un écran en moins d'une minute. C'est donc compte-tenu de ce temps d'exposition que les seuils sont retenus.

Le tableau, ci-dessous, fait une synthèse des données existantes corrélant l'effet sur l'homme et le temps d'exposition :

	Flux thermique	Durée d'exposition
Personnes non protégées en rayonnement (sans effet)	1,5 kW/m ² (une belle journée d'été : 1,3 kW/m ²)	en continu
Douleur	4 kW/m ²	10 - 20 s
Formation de cloques	5 kW/m ²	30 s
	10,5 kW/m ²	10 - 12 s
Personnes non protégées en intervention rapide	5 kW/m ²	-
Personnes protégées (habit d'intervention pour pompier)	8 kW/m ²	-

Tableau 2 : effets sur l'homme d'un incendie en fonction du flux thermique et de la durée d'exposition

Pour les effets sur l'homme, les seuils retenus par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (arrêté du 29 septembre 2005) sont les suivants :

- 3 kW/m², seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 5 kW/m², seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;
- 8 kW/m², seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.

1.3.1.2 - Effets sur les structures

a) Matériaux

Les effets thermiques sur les matériaux dépendent, tout comme les effets sur l'homme, de la durée d'exposition (on retrouve donc une notion de dose). Le phénomène d'inflammation, nécessite ainsi :

- soit des flux élevés ;
- soit des expositions prolongées.

Il peut ainsi être admis que les effets thermiques associés à des phénomènes de courte durée, comme la boule de feu, ne sont pas dangereux pour les équipements situés au-delà de la proximité immédiate. Cependant, d'autres effets sont, dans ce cas, à prendre en compte (surpressions, projectiles incendiaires...).

En revanche, le feu de nappe peut donner lieu à des effets sur les structures dans la mesure où sa durée peut être plus ou moins prolongée (de quelques minutes à plusieurs heures en général).

Outre ce facteur « temps » qui intervient de façon prépondérante, les autres paramètres à prendre en compte sont :

- la nature du matériau ;
- son pouvoir d'absorption ;
- son aptitude à former des produits volatils et inflammables lorsqu'il est chauffé ;
- la présence ou non de flammes ou flammèches qui pourraient enflammer ces vapeurs,

Il devient alors pratiquement impossible de donner des valeurs seuils de façon simple et univoque. La littérature propose cependant un certain nombre d'indications utiles sur les valeurs limites du flux incident, permettant ainsi d'appréhender le risque.

Quelques exemples extraits sont donnés à titre d'illustration :

« En limitant l'étendue de la nappe, la surface du feu peut être contrôlée. Si la hauteur et l'intensité des flammes peuvent être aussi estimées, le risque présenté par les radiations thermiques vis-à-vis d'objets voisins peut aussi être évalué. Les données disponibles, montrent que :

- le bois et le contreplaqué s'enflammeront spontanément, en quelques secondes, pour une intensité de rayonnement de 5 W/cm^2 ;
- du coton s'enflammera spontanément, en quelques secondes, pour une intensité de rayonnement de 4 W/cm^2 ;
- pour une valeur de 3 W/cm^2 le bois s'enflammera après une exposition prolongée ;
- à des niveaux de radiations de $1,25 \text{ W/cm}^2$, les surfaces en celluloïd pourront être suffisamment chauffées pour que l'inflammation survienne en présence d'une flamme pilote.

b) Equipements

Pour les réservoirs d'hydrocarbures des données issues d'auteurs proposant des distances minimales de séparation entre ces équipements sont disponibles.

Entrepôts de pétrole	Flux thermique
Propagation probable de l'incendie, même dans le cas de refroidissement des réservoirs menacés.	36 kW/m ²
Propagation improbable lorsque le refroidissement est suffisant, c'est-à-dire si le maintien de l'équilibre thermique est assuré.	12 kW/m ²
Propagation improbable du feu sans mesure de protection particulière.	8 kW/m ²

Tableau 3 : Estimation du risque incendie dans le cas des entrepôts de pétrole (extrait de « Process Industry Hazards ; Accidental Release Assesment » Containment and Control I Ch E Symposium - Serie n° 47 - 1976)

Pour les effets sur les structures, les seuils retenus par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (arrêté du 29 septembre 2005) sont les suivants :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets domino¹ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures ;
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Ainsi, la valeur de 8 kW/m^2 sera retenue comme valeur maximale du flux pouvant entraîner la propagation d'un incendie entre 2 bâtiments.

1.3.2 - EMANATION DES FUMÉES

Les incendies mettent en œuvre des réactions chimiques nombreuses et complexes. Il est, donc, particulièrement difficile de déterminer, à priori, la nature et les quantités de substances toxiques formées par un feu. D'autre part, la composition élémentaire du combustible joue un rôle prépondérant, avec non seulement la forme de la molécule, ses fonctions chimiques, mais aussi la présence éventuelle d'éléments particuliers comme le chlore, le soufre, l'azote, l'oxygène, ...

D'autre part, les conditions dans lesquelles se déroule le feu, modifient les réactions chimiques de la flamme et changent totalement les substances formées. Parmi ces paramètres, à signaler, en particulier : la température, le flux thermique incident, le taux de comburant disponible qui dépend des conditions de ventilation ou, au contraire, du confinement. La combustion complète de la plupart des produits organiques conduit, théoriquement, à la formation de CO_2 , H_2O et selon les atomes présents de N_2 , NO_2 , SO_2 , ... En l'absence totale

¹ Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

d'oxygène, il y a pyrolyse avec apparition de carbone et d'une série complexe de produits de faible poids moléculaire.

Dans les conditions réelles d'incendie, il y a très rarement combustion complète en raison de la raréfaction de l'oxygène ; par conséquent, une partie du carbone apparaît sous forme de CO et une partie de l'azote sous forme d'HCN (acide cyanhydrique).

Les produits de pyrolyse et de combustion susceptibles de composer les fumées en cas d'incendie de bois sont :

- monoxyde de carbone ;
- dioxyde de carbone ;
- acide acétique
- hydrocarbures aliphatiques, cétones, alcools, hydrocarbures aromatiques, O₂.

1.3.3 - EAUX D'EXTINCTION

Les eaux déversées lors d'un incendie par les sapeurs-pompiers et par les systèmes d'extinction se chargeront de divers composants (résidus de combustion, ...).

2 - METHODE D'ÉVALUATION DES FLUX THERMIQUES

2.1 - METHODE D'ÉVALUATION DU RAYONNEMENT THERMIQUE D'UN FEU DE CUVETTE

La détermination des effets d'un incendie relatif aux feux de cuvettes de rétention est réalisée de la façon suivante :

- à partir des données relatives à :
 - la géométrie du feu ;
 - les quantités de combustibles mises à jeu ;
 - le flux radiatif initial de la flamme ;
 - la vitesse de régression de la nappe ;
- on détermine les caractéristiques de l'incendie et ses effets, et en particulier on calcule :
 - la hauteur de flamme ;
 - les effets en terme de flux thermiques reçus au niveau du sol en fonction de la distance d'approche par rapport au feu.

La méthode utilisée comprend :

- une partie des travaux de A. LANNOY (EDF Bulletin DER Série A n°4 - 1984) mise en formule par la D.R.I.R.E. Midi - Pyrénées et le CERCHAR. Elle est notamment calée sur l'analyse de l'accident de Port Edouard Herriot à LYON en 1987,
- une partie complémentaire qui tient compte :
 - des facteurs de forme en considérant l'implantation exacte des cuvettes, des réservoirs et des points d'observation. Elle a pour origine un modèle empirique du T.N.O (Organisme Néerlandais de Recherche Scientifique Appliquée) ;
 - d'un facteur d'atténuation du flux thermique dans l'air basé sur les travaux de LANNOY précité.

Les méthodes d'évaluation de la partie complémentaire sont également retenues par l'INERIS.

Les différentes étapes du calcul figurent sur l'organigramme ci-dessous :

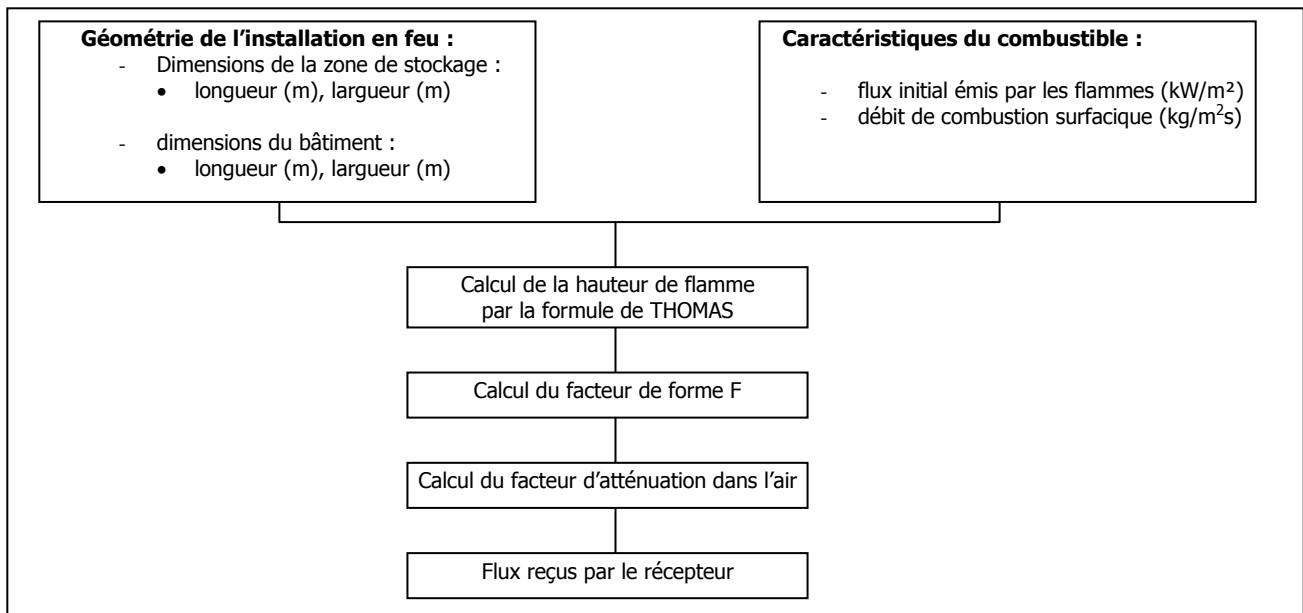


Figure 1 : représentation des étapes de calcul des flux thermiques

2.2 - HYPOTHESE ET APPROXIMATIONS SUR LE PHENOMENE

2.2.1 - EMISSION

L'émission d'une flamme, appelée aussi « flux thermique initial » ou « pouvoir émissif », correspond à l'énergie rayonnée par la flamme par unité de surface et par unité de temps. Elle s'exprime en kW/m².

Le modèle utilisé est le modèle de flamme à une zone : la flamme est supposée rayonner de manière uniforme sur toute sa surface, ce qui revient à considérer une température de flamme et une composition homogènes sur toute la hauteur de la flamme. La surface émettrice est donc supposée homogène, c'est-à-dire que la valeur du flux thermique initial (émission nette) est supposée identique sur toute la surface.

2.2.1.1 - *Émission brute*

L'émission brute d'une flamme correspond à l'énergie rayonnée par la flamme sans tenir compte des fumées et suies générées par l'incendie. Selon le TNO l'émission brute peut être exprimée par la corrélation expérimentale suivante :

$$E_{\text{brute}} = \eta \cdot \frac{\dot{m} \cdot \Delta H_c}{\left(1 + 4 \cdot \frac{h_f}{D_{\text{éq}}}\right)}$$

Avec :

- E_{brute} : Émission brute en kW/m² ;
- η : Fraction radiative (-) ;
- \dot{m} : Taux de combustion surfacique en kg/m².s ;
- ΔH_c : Enthalpie de combustion en kJ/kg ;
- h_f : Hauteur de flamme en m ;
- $D_{\text{éq}}$: Diamètre équivalent de la cuvette en m.

2.2.1.2 - *Émission nette*

Dans un incendie, les fumées issues de la combustion, dont la production augmente avec le diamètre du feu, tendent à recouvrir plus ou moins totalement la surface de la flamme et jouer ainsi un rôle d'écran absorbant une partie du rayonnement émis par la flamme. Cet effet d'écran tend à diminuer le pouvoir émissif moyen de la flamme.

La part de l'énergie rayonnée par les flammes et absorbée par les fumées est ensuite réémise selon une émittance de 20 kW/m².

Pour les hydrocarbures, la part absorbée par les fumées est communément fixée à 80 % [2].

Cependant, certains produits comme l'éthanol possèdent un faible pouvoir fumigène. Ainsi, de manière à rendre compte de cette faible émission de fumées et donc une plus forte visibilité de la flamme, nous nous proposons de réduire la part absorbée puis réémise par les fumées à 20 % (voire moins pour les petites surfaces en feu).

La loi de STEFAN-BOLTZMANN pose une proportionnalité entre ϕ_0 et la température de flamme :

$$\phi_0 = k\sigma T^4$$

avec :

ϕ_0 : Flux émis (kW/m²) (flux maximal) ;

k : Coefficient d'émission du corps considéré (avec $k = 0,9$ pour les flammes d'hydrocarbures liquides, $k = 0,6$ pour les flammes de gaz) ;

σ : Constante de STEFAN-BOLTZMANN ($5,67 \cdot 10^{-11}$ kW/m²/K⁴) ;

T : Température de la flamme ($T = 1200$ °K pour les hydrocarbures liquides, $T = 2000$ °K pour les GPL).

L'émittance nette peut être obtenue avec la formule suivante :

$$E_{\text{nette}} = E_{\text{brute}} \cdot (1 - \xi) + E_{\text{fumée}} \cdot \xi$$

Avec :

- E_{nette} : émittance nette en kW/m² ;
- E_{brute} : émittance brute en kW/m² ;
- $E_{\text{fumée}}$: émittance des fumées fixée à 20 kW/m² ;
- ξ : fraction de la surface de flamme couverte par la fumée :
 - ➔ 80 % pour les hydrocarbures selon TNO [2],
 - ➔ 20 % pour les produits émettant peu de fumée comme l'éthanol (hypothèse APAVE) ;
- τ_a : transmissivité atmosphérique.

Pour le calcul du flux thermique reçu Φ , c'est l'émittance nette qui doit être prise en compte.

2.2.2 - DEBIT MASSE SURFACIQUE DE COMBUSTION

Le débit masse de combustion par unité de surface, m'' , représente la quantité de combustible participant à l'incendie par unité de temps et de surface de combustible au sol.

La vitesse de combustion d'un composé solide n'est pas constante et dépend du renouvellement d'air au voisinage de la flamme et des échanges thermiques avec le milieu ambiant. En effet, dans le cas des feux de solides, ce sont les produits de la décomposition thermique qui brûlent.

D'une manière générale, le débit masse surfacique de combustion tend vers une valeur constante pour des diamètres de feux importants.

Le débit masse surfacique de combustion est calculé à partir de paramètres dépendant de la substance combustible par l'équation suivante :

$$m'' = \rho v$$

avec :

m'' : débit masse surfacique de combustion ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$) ;

ρ : masse volumique (kg/m^3) ;

v : vitesse de régression de la nappe (m/s).

2.2.3 - DIAMETRE EQUIVALENT

Pour un feu de cuvette ou de bâtiment non circulaire, le diamètre équivalent, D_{eq} peut être estimé par la formule suivante :

$$D_{eq} = \frac{4.S}{P}$$

avec :

S : surface de la nappe (surface de la cuvette, du foyer) ;

P : périmètre du foyer.

Il sera pris comme hypothèse que l'incendie occupe toute la surface de la cuvette ou du bâtiment.

2.2.4 - SURFACE DU MUR DE FLAMME

La hauteur des murs de flamme est estimée à partir de la corrélation de THOMAS :

$$L = 42.D_{eq} \left(\frac{m''}{\rho_0 \sqrt{g.D_{eq}}} \right)^{0,61}$$

avec :

L : hauteur de flamme (m) ;

m'' : débit masse surfacique de combustion ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$) ;

ρ_0 : densité de l'air ambiant (environ $1,161 \text{ kg}/\text{m}^3$ à 20°C) ;

g : accélération de la pesanteur ($9,81 \text{ m}/\text{s}^2$) ;

D_{eq} : diamètre équivalent (m).

2.2.5 - FLUX RESIDUEL EN FONCTION DE LA DISTANCE

L'estimation des flux reçus en fonction de la distance par rapport au mur de flamme s'écrit :

$$\phi_r = \phi_0 \cdot F \cdot H$$

avec :

ϕ_r : flux reçu (kW/m²),

ϕ_0 : flux émis (kW/m²),

F : facteur forme,

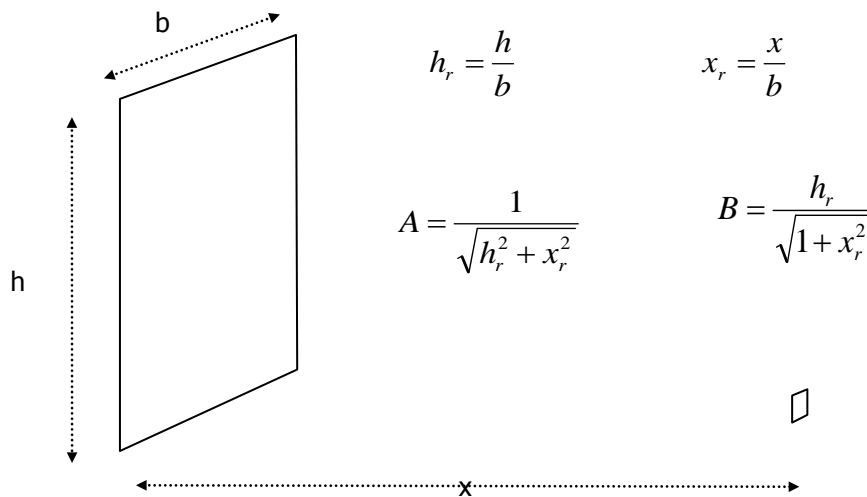
H : effet atténuateur.

Nous supposons pour une cuvette dont les bords sont linéaires, que chaque surface de flamme est un rectangle de hauteur déterminée par la hauteur de flamme, et la largeur est définie par la dimension du bord de cuvette (ou diamètre équivalent).

L'évaluation des facteurs de forme s'effectue de la manière suivante :

Calcul des facteurs de forme pour un mur de flamme :

Le facteur de forme utile pour les calculs de rayonnement en cas d'incendie est le suivant :



$$Fv = \frac{1}{2\pi} \left[h_r \cdot A \cdot \arctan(A) + \frac{B}{h_r} \cdot \arctan(B) \right]$$

$$Fh = \frac{1}{2\pi} \left[\arctan\left(\frac{1}{x_r}\right) - A \cdot x_r \cdot \arctan(A) \right]$$

Le facteur de forme maximum est obtenu pour $F \max = \sqrt{(Fv^2 + Fh^2)}$

Calcul de l'effet atténuateur :

Dans le phénomène incendie, seul le rayonnement sera pris en compte, la chaleur transmise par conduction et convection participant peu à l'échauffement des installations voisines.

Le flux thermique émis par les flammes va être, en partie, absorbé par la traversée d'une longueur donnée de l'atmosphère ambiante, principalement du fait de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone.

Cette humidité sera considérée égale à : $w = 6$ g/kg d'air.

L'effet atténuateur sera calculé grâce au facteur H tel que $H = 0,33 + 0,67 \exp(-0,0002 \cdot w \cdot d)$ avec d est la longueur traversée (en mètres). LANNOY ; DER-EDF ; série A - n°4 - 1984.

2.3 - COMMENTAIRES SUR LA METHODOLOGIE

Rappelons que cette méthode a d'abord été conçue pour des feux d'hydrocarbures et est appliquée au stockage des déchets sur le site par manque de données sur les feux de matières solides.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- « Analyse des explosions air-hydrocarbure en milieu libre » - A. LANNOY (Bulletin de la Direction des Etudes et Recherches - Série A - n°4 - 1984.
- « Guide d'intervention face au risque chimique » - Fédération Nationale des Sapeurs-Pompiers Français.
- « Guide pour la conception et l'exploitation de silos de stockage de produits agro-alimentaires vis-à-vis des risques d'explosion et d'incendie » - INERIS - Mai 2000.
- « Traité pratique de sécurité incendie » - CNPP.
- « Les mélanges explosifs » - INRS.
- « Yellow Book » - TNO (chap. 6) - 1992.
- « Guide méthodologique UFIP pour la réalisation des études des dangers en raffineries, stockages et dépôts de produits liquides et liquéfiés » - volume 1 - mai 2001.
- An Introduction to Fire Dynamics, second Edition, Dougal Drysdale, 1998.
- The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, fourth Edition, SFPE, NFPA, 2008.