

Annexe à la pièce jointe 6 : Etude FLUMILOG

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 1

Sommaire

1.	MODELISATION DES SCENARII INCENDIE.....	3
1.1.	PRESENTATION	3
1.2.	CONSEQUENCES D'UN INCENDIE	4
1.2.1.	Flux thermiques	4
1.2.2.	Dégagement de gaz de combustion et fumées	5
1.2.3.	Les eaux d'extinction d'incendie	6
1.3.	MESURES DE PREVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES.....	6
1.3.1.	Mesures de prévention	6
1.4.	OUTIL DE MODELISATION DES CONSEQUENCES.....	7
2.	DONNEES D'ENTREE.....	8
2.1.	STRUCTURE DES CELLULES/LOCAUX	8
2.2.	CONDITIONS DE STOCKAGE	9
3.	RESULTATS DES MODELISATIONS	10
3.1.	CELLULE 4.....	10
3.2.	CELLULE 5.....	11
4.	ANALYSE DES RESULTATS.....	12
4.1.	SYNTHESE DES RESULTATS.....	12
4.2.	CONFORMITE A L'ARRETE DU 11 AVRIL 2017	12

1. MODELISATION DES SCENARII INCENDIE

1.1. PRESENTATION

Le risque d'incendie est à considérer lorsqu'il est possible de réunir simultanément en présence d'oxygène un produit combustible, et une source d'inflammation d'énergie suffisante. Ce principe est souvent représenté sous la forme du triangle du feu :



Figure 1 : triangle de feu

Les principales sources d'inflammation à considérer sont :

- ☞ les surfaces chaudes : moteurs, coffrets d'alimentation électrique, câbles, frottements de pièces ;
- ☞ les flammes : cigarettes, flammes produites lors de travaux (soudure, meulage) ;
- ☞ les étincelles produites mécaniquement par suite de processus de friction, de choc et d'abrasion ;
- ☞ l'électricité statique (particulièrement les décharges par étincelles...),
- ☞ la foudre

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 3

1.2. CONSEQUENCES D'UN INCENDIE

1.2.1. Flux 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 la propagation d'incendie ou à l'effondrement de constructions.

Flux reçu	Effets
100 kW/m ²	Température de 100° C dans 10 cm de béton au bout de trois heures.
40 kW/m ²	Ignition spontanée du bois dans les 40 s.
36 kW/m ²	Propagation probable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures même refroidis à l'eau.
27 kW/m ²	Ignition spontanée du bois entre 5 et 15 mn.
20 kW/m ²	Tenue des ouvrages d'art en béton pendant plusieurs minutes.
12 kW/m ²	Propagation improbable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures refroidis à l'eau.
9,5 kW/m ²	Seuil de la douleur en 6 s – Flux minimum létal en 30 s.
8,4 kW/m ²	Début de la combustion spontanée du bois et des peintures. Propagation improbable du feu sur des réservoirs d'hydrocarbures non refroidis. Intervention de personnes protégées avec des tenues ignifugées.
5 kW/m ²	Bris de vitres sous l'effet thermique. Douleur chez l'homme après 12 s. Flux minimum létal pour 60 s. Intervention rapide pour des personnes protégées (pompiers).
2,9 kW/m ² (arrondi à 3 kW/m ²)	Flux minimum létal pour 120 s.
1,5 kW/m ²	Seuil acceptable de rayonnement continu pour des personnes non protégées, normalement habillées.
1 kW/m ²	Rayonnement solaire en zone équatoriale.
0,7 kW/m ²	Rougisement de la peau. Brûlure en cas d'exposition prolongée.

Figure 2 : valeurs caractéristiques pour les effets thermiques

Concernant les effets des flux thermiques sur les personnes, les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques retenues par le MEDD (Ministère de l'Environnement et du

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 4

Développement Durable) dans l'arrêté du 29 septembre 2005 pour une durée d'exposition supérieure à 1 minute sont les suivantes :

- 3 kW/m² ou 600 [(kW/m²) 4/3].s, seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 5 kW/m² ou 1 000 [(kW/m²) 4/3].s, 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 ou 1 800 [(kW/m²) 4/3].s, 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.

Concernant les effets d'un flux thermique sur les équipements, toutes les structures subissent des modifications, dès l'instant où l'intensité du flux thermique est assez conséquente, qui vont se traduire par des déformations, voire un effondrement. Dans certains cas, l'effondrement d'une installation peut avoir des conséquences dramatiques pour le personnel situé à proximité. C'est pourquoi il est nécessaire de refroidir les installations situées à proximité d'un incendie.

Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques sur les installations retenues par le MEDD dans l'arrêté du 29 septembre 2005 sont :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets domino 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, les résultats de l'évaluation des conséquences d'un incendie seront présentés en termes de distances limites en deçà desquelles il pourrait être observé les effets :

- ☞ irréversibles sur la santé humaine,
- ☞ létaux,
- ☞ d'atteinte aux structures avec risque de propagation.

1.2.2. Dégagement de gaz de combustion et fumées

La combustion s'accompagne généralement d'émissions de fumées et de gaz dont les principaux dangers sur l'homme sont :

- la chaleur : brûlure externe et/ou interne par inhalation de gaz chaud (lésions du larynx et des poumons),
- l'asphyxie et l'anoxie,
- la toxicité,
- la diminution de la visibilité.

La toxicité provient notamment du CO (monoxyde de carbone), produit lors de la combustion de tout matériau organique, qui empêche la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine et a des effets toxiques membranaires notamment au niveau cérébral, des autres gaz produits en fonction de la nature des produits (SO₂, NO_x...), des particules (suies), qui empêchent une ventilation pulmonaire correcte.

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 5

En général, les fumées sont d'autant plus abondantes et opaques et les teneurs en oxyde de carbone plus élevées, que l'alimentation en air des foyers est moins bonne.

Les fumées auront un mouvement ascensionnel au-dessus du foyer et leur retombée vers le sol peut provoquer localement une diminution de la visibilité, notamment au niveau des voies de circulation.

L'évaluation des effets des gaz et fumées provenant de l'incendie ne fait pas l'objet du présent document.

1.2.3. Les eaux d'extinction d'incendie

En cas d'incendie, les eaux d'extinction incendie peuvent représenter des volumes importants de l'ordre de plusieurs centaines de mètres cube. Etant donnée la nature des produits stockés, ces eaux seraient très certainement polluées. D'où la nécessité de récupérer ces eaux directement sur le site et de les éliminer par des filières adaptées.

L'évaluation du risque de pollution par les eaux d'extinction incendie ne fait pas l'objet du présent document.

1.3. MESURES DE PREVENTION ET DE LIMITATION DES CONSEQUENCES

1.3.1. Mesures de prévention

Les mesures de prévention de « classique » mises en œuvre pour limiter la probabilité d'occurrence d'un incendie sont les suivantes :

- ☞ Respect des règles de comptabilité entre produits dangereux ;
- ☞ Procédure de permis de feu ;
- ☞ Interdiction de fumer sur le site, signalée par des panneaux ;
- ☞ Appareils d'éclairage et de chauffage éloignés des produits entreposés pour éviter tout échauffement ;
- ☞ Installations électriques conformes à la norme NF C 15 100 ;
- ☞ Contrôle périodique des installations électriques par un organisme vérificateur agréé ;
- ☞ Éléments métalliques de stockage reliés à la terre ;
- ☞ Protection contre la foudre.

1.1.1 Mesures de limitation des conséquences

Les mesures « classiques » mises en œuvre pour limiter les conséquences d'un incendie sont de deux types. Il s'agit des mesures pour limiter la propagation de l'incendie et des mesures de lutte contre l'incendie :

- ☞ Cellules, locaux séparés par des murs REI120 dépassant la toiture avec retour en façade ;
- ☞ Bande de protection sur une largeur minimale de 5 mètres de part et d'autre des parois séparatives ;
- ☞ Cellules de stockage, locaux divisés en cantons de désenfumage d'une superficie adaptée au type de combustible et à la taille de la cellule ou du local ;
- ☞ Chaque cantonnement est équipé d'exutoires de fumées et de chaleur à commande manuelle et automatique représentant 2% de la surface utile

A ces mesures, il faut ajouter la présence permanente du personnel pendant les horaires d'ouverture qui permettrait de donner l'alerte rapidement et de circonscrire tout début d'incendie.

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 6

Des dispositifs « coup de poing » répartis dans l'ensemble de bâtiments (notamment au niveau des sorties de secours) permettant de donner l'alerte.

La définition des moyens de lutte contre l'incendie ne fait pas l'objet du présent document.

1.4. OUTIL DE MODELISATION DES CONSEQUENCES

Pour calculer les distances d'effets d'un incendie d'une ou plusieurs cellules, la méthode Flumilog a été utilisée. Cette méthode concerne principalement les entrepôts entrant dans les rubriques 1510 ; 1511 ; 1530 ; 2662 et 2663 de la nomenclature ICPE et plus globalement aux rubriques comportant des combustibles solides.

De fait, la méthode développée permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement du combustible. Elle prend en compte le rôle joué par la structure et les parois tout au long de l'incendie : d'une part lorsqu'elles peuvent limiter la puissance de l'incendie en raison d'un apport d'air réduit au niveau du foyer et d'autre part lorsqu'elles jouent le rôle d'écran thermique plus ou moins important au rayonnement avec une hauteur qui peut varier au cours du temps. Les flux thermiques sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans la cellule et de l'état de la couverture et des parois.

La méthode permet également de calculer les flux thermiques associés à l'incendie de plusieurs cellules dans le cas où le feu se propagerait au-delà de la cellule où l'incendie a débuté. En effet, en fonction des caractéristiques des cellules, des produits stockés et des murs séparatifs, il est possible que l'incendie généralisé à une cellule se propage aux cellules voisines.

A2106.080	SECURIT Ingénierie 1690 rue Aristide Briand – BP62 76650 Petit Couronne	Annexe – Etude FLUMILOG
Porter à connaissance		Page 7

2. DONNEES D'ENTREE

2.1. STRUCTURE DES CELLULES/LOCAUX

Type de données	Valeur	
<u>Hauteur moyenne de la cellule</u> ¹	10,50 m	
Résistance poutres	60 min	
Résistance pannes	15 min	
Couverture	Métallique multicouche	
Désenfumage	2%	
Support structure	Béton	
Cellule 4	Nord	Béton armé / cellulaire REI 120
	Sud	Béton armé / cellulaire REI 120
	Est	Béton armé / cellulaire REI 60 - 4 portes de quais
	Ouest	Béton armé / cellulaire REI 120
Cellule 5	Nord	Béton armé / cellulaire REI 120
	Sud	Béton armé / cellulaire REI 120
	Est	Béton armé / cellulaire REI 60 - 6 portes de quais
	Ouest	Béton armé / cellulaire REI 120

Tableau 1 : dispositions constructives prises en compte pour les modélisations

¹ Cette grandeur est utile pour connaître l'oxygène disponible dans la cellule. Il s'agit d'une moyenne entre la hauteur utile et la hauteur au faîtage.

2.2. CONDITIONS DE STOCKAGE

<i>Local</i>	<i>Type de palette possible</i>	<i>Mode de stockage</i>
Cellule 4	Palette type 1510	5 racks doubles / 2 racks simples Hauteur de stockage disponible : 8 m Zone de préparation (paroi Est) : 12,5 m Distance aux parois Est et Ouest : 0,2 m Distance à la paroi Sud : 0,5 m
Cellule 5	Palette type 1510	9 racks doubles / 2 racks simples Hauteur de stockage disponible : 8 m Zone de préparation (paroi Est) : 9 m Distance aux parois Est et Ouest : 0,5 m Distance à la paroi Sud : 0,5 m

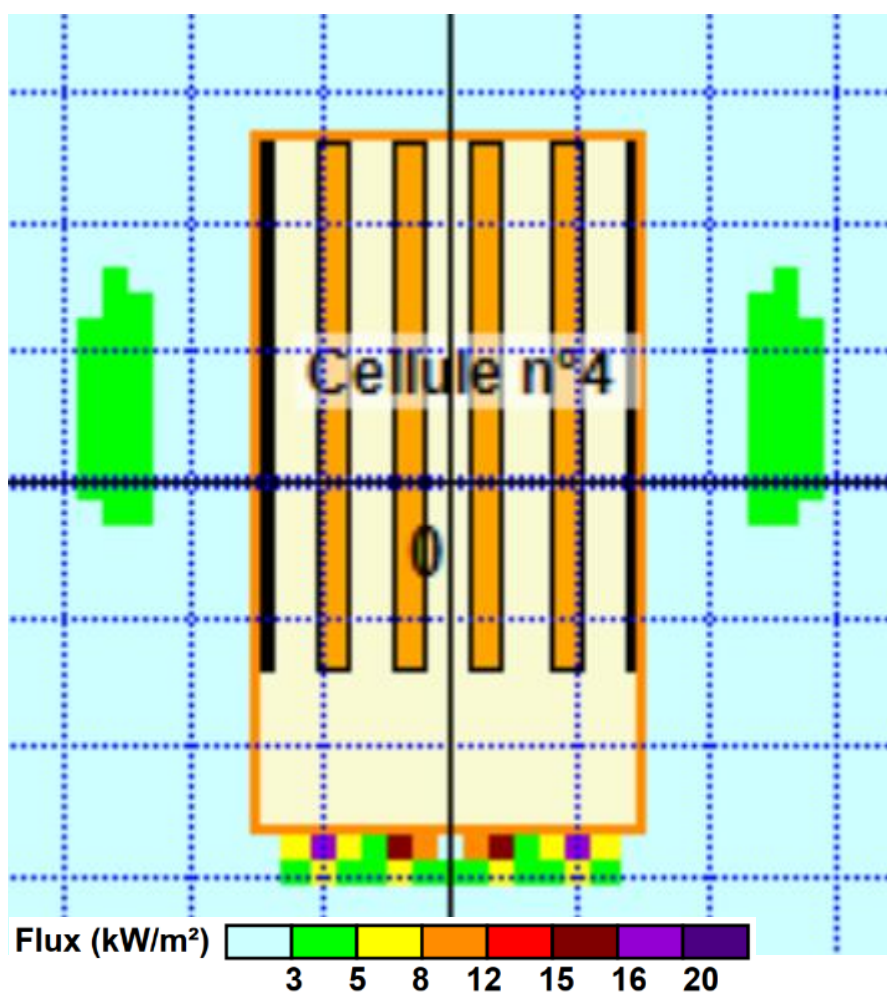
Tableau 2 : conditions de stockage

3. RESULTATS DES MODELISATIONS

3.1. CELLULE 4

Les résultats pour la cellule 4 en stockage 1510 sont les suivants :

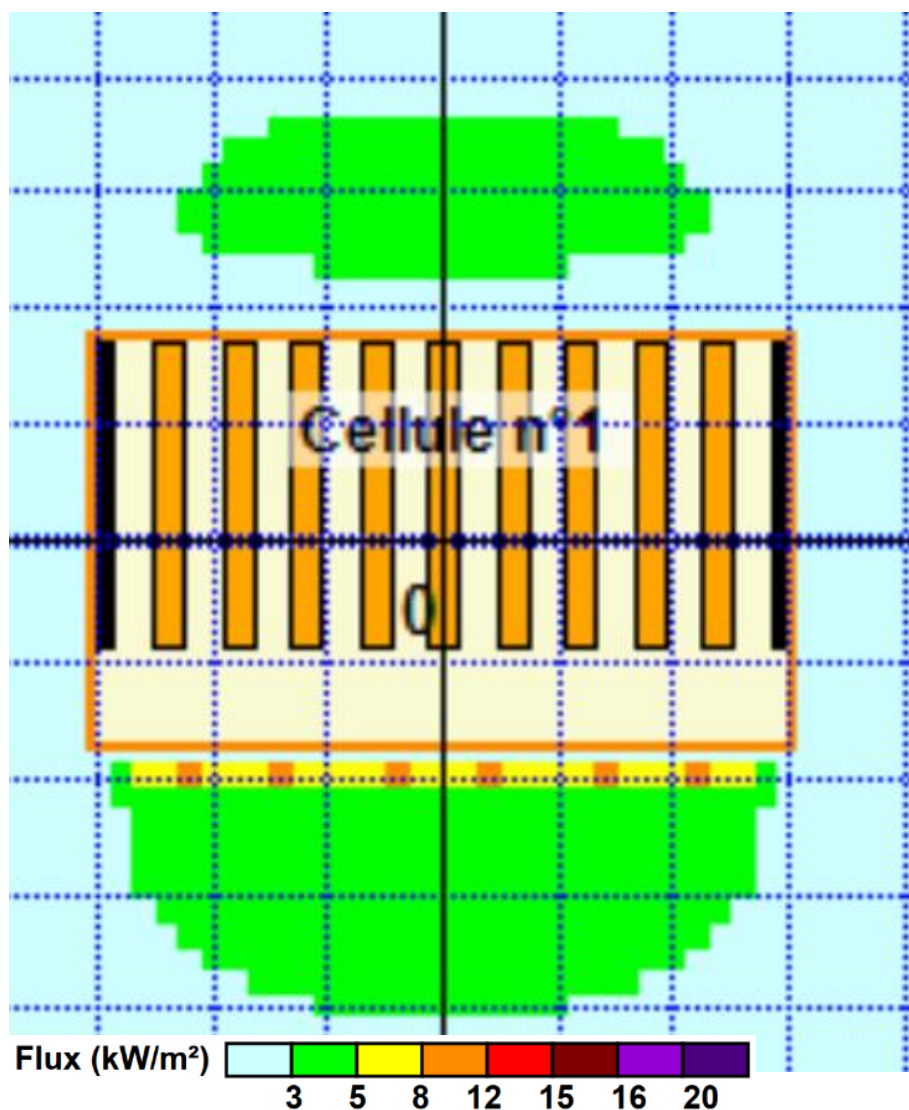
<i>Distance des seuils d'effets thermiques</i>	<i>Façade Nord</i>	<i>Façade Sud</i>	<i>Façade Est (quais)</i>	<i>Façade Ouest</i>
Durée : 98 min				
d ₃	15 m	15 m	5 m	Non atteint
d ₅	Non atteint	Non atteint	5 m	Non atteint
d ₈	Non atteint	Non atteint	5 m	Non atteint



3.2. CELLULE 5

Les résultats pour la cellule 5 en stockage 1510 sont les suivants :

<i>Distance des seuils d'effets thermiques</i>	<i>Façade Nord</i>	<i>Façade Sud</i>	<i>Façade Est (quais)</i>	<i>Façade Ouest</i>
<i>Durée : 98 min</i>				
d ₃	Non atteint	Non atteint	24 m	20 m
d ₅	Non atteint	Non atteint	5 m	Non atteint
d ₈	Non atteint	Non atteint	5 m	Non atteint



4. ANALYSE DES RESULTATS

Les plans avec les enveloppes des effets thermiques sont joints en annexe de la pièce jointe 6 du dossier d'enregistrement.

4.1. SYNTHÈSE DES RESULTATS

Cellule	Simulation	Effets sortant des limites de site	Conformité aux arrêtés de prescriptions générales	Remarque
Cellule 4	1510	Aucun	Conforme	/
Cellule 5	1510	Aucun	Conforme	/

Tableau 3 : Synthèse des effets thermiques

4.2. CONFORMITE A L'ARRETE DU 11 AVRIL 2017

Aucun flux thermique ne sort des limites de propriété.

Cela est donc conforme aux règles d'implantation de l'arrêté du 11 avril 2017 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510.