

PJ 29 : MODELISATION DES FLUX THERMIQUES

Suivi des modifications du document	
2 ^{ème} dépôt	Refonte de l'annexe avec prise en compte des demandes DREAL et SDIS. Prise en compte des nouveaux plans

Les effets thermiques du feu des cellules de stockage sont calculés à partir du logiciel FLUMILOG développé par l'INERIS.

Les hypothèses utilisées sont détaillées ci-dessous. Les feuilles de calcul FLUMILOG sont consultables en fin de document.

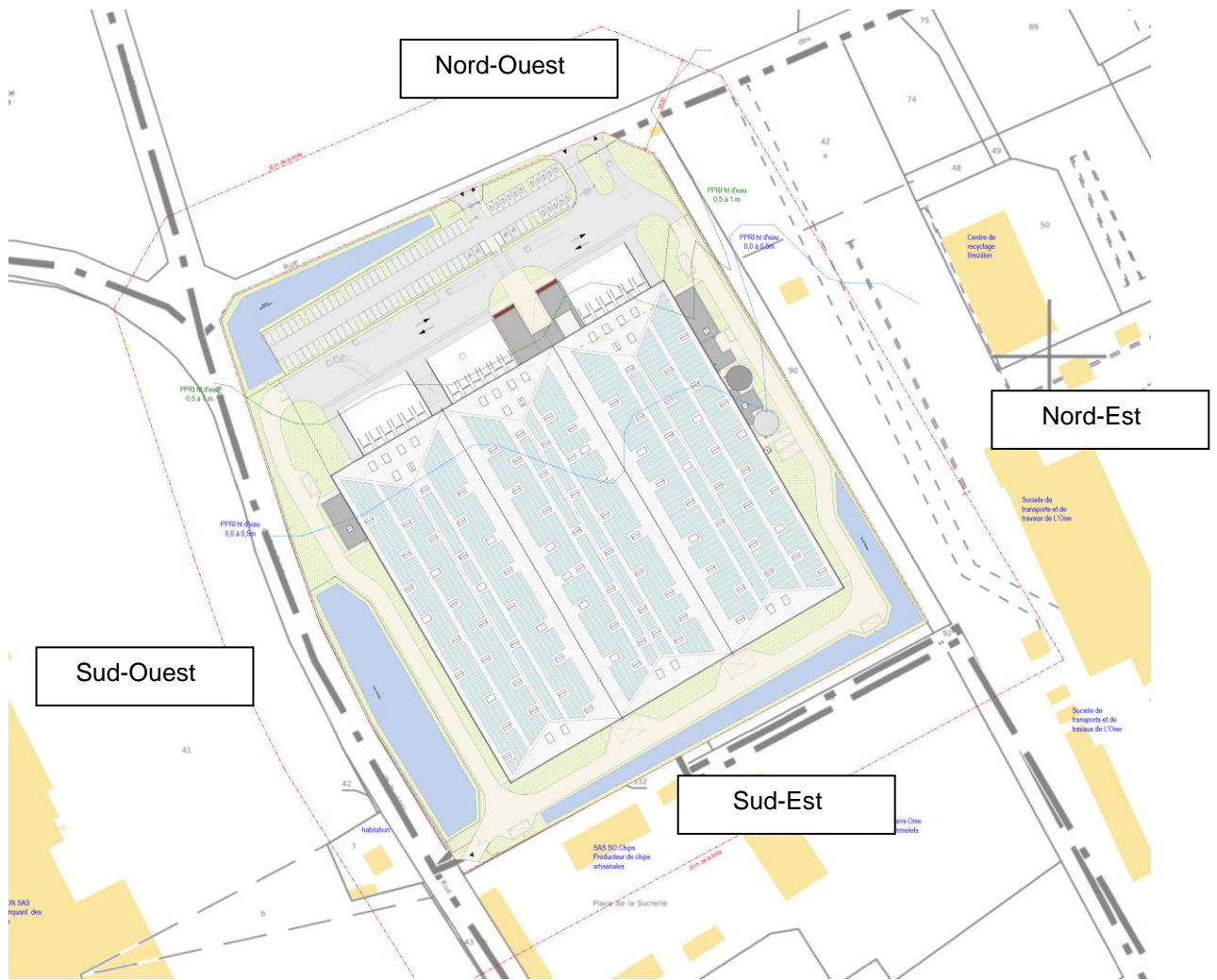
Pour rappel, La conformité des résultats des modélisations sera analysée au regard :

- Des exigences de l'arrêté du 11 avril 2017 modifié qui précise à son article 2 :

Flux de 8 kW/m²	- Ne sort pas des limites de propriétés
Flux de 5 kW/m²	Ne doit pas impacter : - Constructions habitations ou immeubles tiers ; - Zones destinées à l'habitation - Voies de circulation autres que celles de dessertes
Flux de 3 kW/m²	Ne doit pas impacter : - Des IGH ERP hors ceux sur site ; - Voies ferrées voyageurs - Voie d'eau ou bassin excepté les réserves incendies et bassins des EP du site - Voie routière à grande circulation

- Des exigences de la DREAL recueillies lors de la réunion du 25/10/2022 :
 - Aucun flux thermique ne doit impacter la rue du Port Salut-RD26 route à grande circulation à l'Est du projet ;
 - Aucun flux thermique ne doit impacter le site SO CHIPS au Sud et l'habitation abandonnée appartenant à BREZILLON à l'Est.

On notera l'orientation suivante :



CELLULE 1

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Cellule 1	
Dispositions constructives	
Surface	5 910 m ²
Dimensions cellule	46*128
Hauteur faitage	11.7
Toiture	Bac acier multicouche
Désenfumage	2 % désenfumage
Structure	Stabilité de la structure principale (poteau et poutre) : R60 / Stabilité des pannes : R15
Nord-Ouest	Façade de quai. Bardage multicouche sur une structure secondaire métallique, sans propriété coupe-feu 6 portes de quais
Nord-Est	Mur séparatif avec la cellule 2, REI 120
Sud-Est	Façade en mur béton REI 120
Sud-Ouest	Façade en mur béton REI 120
Dispositions du stockage	
Type de stockage	Rack
Nombre de niveaux	R+4 (5 niv)
Hauteur max de stockage	9.3
Longueur du stockage	99 m
Longueur de la zone de quai	22.4 m
Recul du stockage en fond de cellule	6.6 m
Largeur d'un rack simple	1.3 m
Largeur d'un double rack	2.6 m
Nombre de double rack	7
Nombre de simple rack	2
Composition du stockage	
Composition réelle du stockage	Produits matières combustibles (bois papier carton, et autres combustibles-pas de plastiques...) Aérosols Liquides inflammables
Argumentaire	<p>2 choix de palettes rubrique s'imposent ici : palette 1510 et LI :</p> <ul style="list-style-type: none"> On notera que la cellule peut contenir jusqu'à 14,99 t d'aérosols et 49,99 t de liquides inflammables. Sur les 10 457 tonnes que peut contenir la cellule, ce stockage de produits dangereux représente 0,6 %, soit une contribution réduite. Parmi les matières combustibles stockées, on retient que la cellule peut contenir des matières combustibles classiques <p>Nous avons retenu la palette rubrique 1510.</p> <p>Concernant la présence de produits dangereux, la part de ce stockage dans la cellule est extrêmement faible (-de1%), aussi, à notre sens elle est négligeable pour la modélisation des flux thermiques. Afin de le démontrer, nous présenterons néanmoins les résultats des modélisations avec 65 t de produits LI .</p> <p>Pour cette catégorie de produits, FLUMILOG considère que les liquides inflammables forment une nappe sur la surface totale de la cellule ce qui augmente considérablement les distances d'effets par la non prise en compte des espaces libre entre le stockage et les parois notamment côté quai.</p>
Choix de la palette rubrique	Palette rubrique 1510 Palette rubrique LI (pour valider que la palette 1510 est majorante)

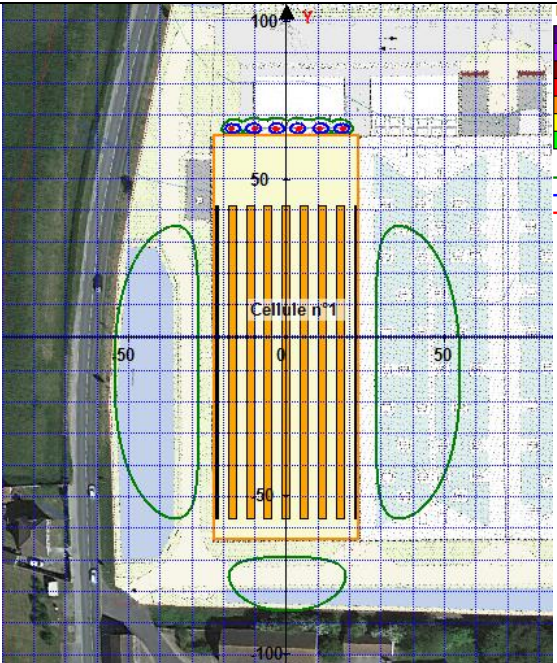
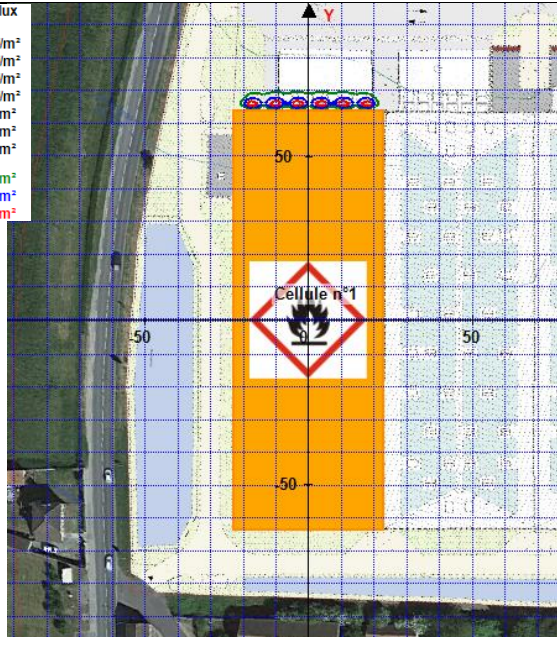
On notera que les allées centrales de circulation ne sont pas prises en compte dans le modèle. Il y a donc une majoration de la quantité de matières combustibles présente.

Résultats

L'ensemble des résultats des modélisations sont présentés en annexe.

Les représentations graphiques des résultats projetées sur le site sont les suivantes :

Représentation graphique des résultats de la modélisation de l'incendie de la cellule 1
(Stockage de matière combustible classique et de 14,99 t d'aérosols et 49,99 t de liquides inflammables)

Palette rubrique 1510	Palette rubrique LI (65t)																									
																										
Figure 1 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 1 (palette rubrique 1510)	Figure 2 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 2 (palette rubrique LI avec 65 tonnes de LI)																									
Durée incendie : 119 min	Durée incendie : 6 min																									
<p>→ Pour la cellule 1, la modélisation majorante est celle avec la palette rubrique 1510.</p> <p>→ Les distances d'effets sont les suivantes :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #0070C0; color: white;"> <th colspan="5">Distances maximales (sommet de la bulle) d'impact des flux par rapport à la façade, pour le cas majorant</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Façade Nord-Ouest (façade de quais)</th> <th>Façade Nord-Est</th> <th>Façades Sud-Est</th> <th>Façade Sud-Ouest</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #FFD700;">Flux de 8 kW/m²</td> <td>5 m(*)</td> <td></td> <td>Non perçu</td> <td>Non perçu</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFF00;">Flux de 5 kW/m²</td> <td>5 m(*)</td> <td></td> <td>Non perçu</td> <td>Non perçu</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">Flux de 3 kW/m²</td> <td>10 m(*)</td> <td></td> <td>21 m</td> <td>31 m</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>(*) Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.</small></p> <p>→ Les murs coupe-feu entre les cellules et en façade restent intègres pendant l'incendie de la cellule 1. Ils absorbent ainsi une grande partie des flux thermiques émis et permettent de limiter les flux perçus.</p> <p>Au niveau des façades de quais, qui n'ont aucune propriété coupe-feu, les flux sortent du bâtiment au niveau des ouvertures (portes notamment), tout en demeurant dans les limites de propriété.</p> <p>Sur les autres façades les flux de 8 et 5 kW/m² ne sont pas perçus. Les flux de 3 kW/m² sont perçus dans une zone située à l'intérieur des limites de propriété.</p> <p>→ Ces résultats respectent les dispositions de l'article 2 de l'AM du 11 avril 2017 modifié et les demandes de la DREAL ;</p>		Distances maximales (sommet de la bulle) d'impact des flux par rapport à la façade, pour le cas majorant						Façade Nord-Ouest (façade de quais)	Façade Nord-Est	Façades Sud-Est	Façade Sud-Ouest	Flux de 8 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	Non perçu	Flux de 5 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	Non perçu	Flux de 3 kW/m ²	10 m(*)		21 m	31 m
Distances maximales (sommet de la bulle) d'impact des flux par rapport à la façade, pour le cas majorant																										
	Façade Nord-Ouest (façade de quais)	Façade Nord-Est	Façades Sud-Est	Façade Sud-Ouest																						
Flux de 8 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	Non perçu																						
Flux de 5 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	Non perçu																						
Flux de 3 kW/m ²	10 m(*)		21 m	31 m																						

CELLULE 2

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Cellule 1	
Dispositions constructives	
Surface	5 910 m ²
Dimensions cellule	46*128
Hauteur faitage	11.7
Toiture	Bac acier multicouche
Désenfumage	2 % désenfumage
Structure	Stabilité de la structure principale (poteau et poutre) : R60 / Stabilité des pannes : R15
Nord-Ouest	Façade de quai. Bardage multicouche sur une structure secondaire métallique, sans propriété coupe-feu 6 portes de quais
Nord-Est	Mur séparatif avec la cellule 3, REI 120
Sud-Est	Façade en mur béton REI 120
Sud-Ouest	Mur séparatif avec la cellule 1, REI 120
Dispositions du stockage	
Type de stockage	Rack
Nombre de niveaux	R+4 (5 niv)
Hauteur max de stockage	9.3
Longueur du stockage	99 m
Longueur de la zone de quai	22.4 m
Recul du stockage en fond de cellule	6.6 m
Largeur d'un rack simple	1.3 m
Largeur d'un double rack	2.6 m
Nombre de double rack	7
Nombre de simple rack	2
Composition du stockage	
Composition réelle du stockage	Produits matières combustibles (bois papier carton, et autres combustibles pas de plastiques...)
Argumentaire	La cellule 2 présente la particularité d'être potentiellement en ambiance frigorifique. Dans ce cas, l'utilisation de la palette rubrique 1511 est justifiée. En cas de stockage en air ambiant, la palette rubrique 1510 est justifiée. Classiquement, l'utilisation de la palette rubrique 1511 génère des flux moins importants que la palette rubrique 1510. Afin de démontrer ce propos nous présenterons les résultats des modélisations avec la palette rubrique 1511.
Choix de la palette rubrique	Palette rubrique 1510 Palette rubrique 1511

Les résultats sont les suivants :

L'ensemble des résultats des modélisations sont présentés en annexe.

Les représentations graphiques des résultats projetées sur le site sont les suivantes :

Représentation graphique des résultats de la modélisation de l'incendie de la cellule 2

(Stockage ambiant de matières combustibles ou stockage en ambiance frigo)

Stockage air ambiant

Stockage frigorifique

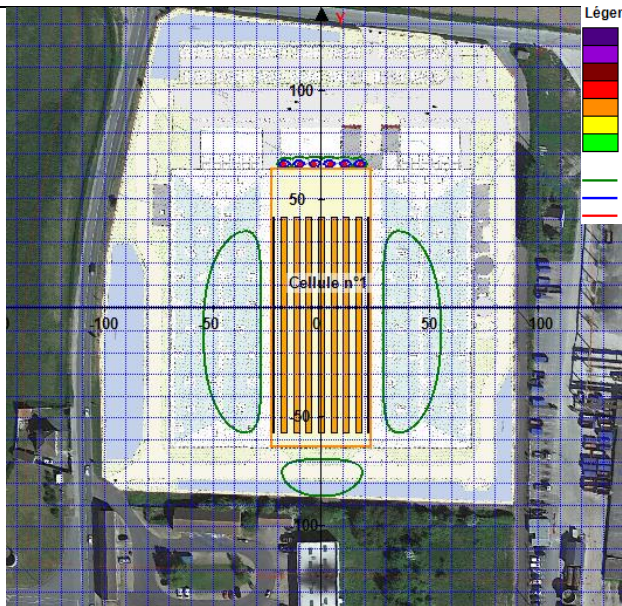


Figure 3 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 2 (palette rubrique 1510)

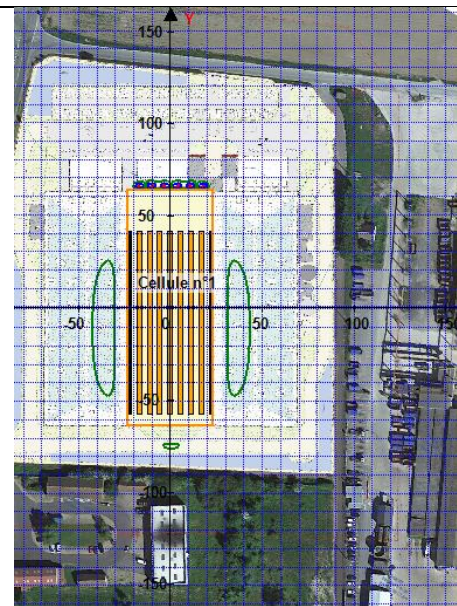


Figure 4 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 2 (palette rubrique 1511)

Durée incendie : 119 min

Durée incendie :121 min

→ Pour la cellule 2, la modélisation majorante est celle avec la palette rubrique 1510.

→ Les distances d'effets sont les suivantes :

Distances maximales (sommet de la bulle) d'impact des flux par rapport à la façade, pour le cas majorant				
	Façade Nord-Ouest (façade de quais)	Façade Nord-Est	Façades Sud-Est	Façade Sud-Ouest
Flux de 8 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	
Flux de 5 kW/m ²	5 m(*)		Non perçu	
Flux de 3 kW/m ²	10 m(*)		21 m	

(*) Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

→ Les murs coupe-feu entre les cellules et en façade restent intègres pendant la majeure partie de l'incendie de chaque cellule. Ils absorbent ainsi une grande partie des flux thermiques émis et permettent de limiter les flux perçus en dehors des limites de propriété

Au niveau des façades de quais, qui n'ont aucune propriété coupe-feu, les flux sortent du bâtiment au niveau des ouvertures (portes notamment), tout en demeurant dans les limites de propriété.

→ Les flux de 8 et 5 kW/m² ne sont pas perçus en façade Sud-Est.

→ Le flux de 3 kW/m² en façade Sud-Est ne dépassent pas des limites de propriété.

→ Les flux respectent les dispositions de l'article 2 de l'AM du 11 avril 2017 modifié, et les exigences de la DREAL.

CELLULE 3

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

Cellule 1	
Dispositions constructives	
Surface	5 910 m ²
Dimensions cellule	46*128
Hauteur faitage	11.7
Toiture	Bac acier multicouche
Désenfumage	2 % désenfumage
Structure	Stabilité de la structure principale (poteau et poutre) : R60 / Stabilité des pannes : R15
Nord-Ouest	Façade de quai. Bardage multicouche sur une structure secondaire métallique 6 portes de quais
Nord-Est	Façade en mur béton REI 120
Sud-Est	Façade en mur béton REI 120
Sud-Ouest	Mur séparatif avec la cellule 2, REI 120
Dispositions du stockage	
Type de stockage	Rack
Nombre de niveaux	R+4 (5 niv)
Hauteur max de stockage	9.3
Longueur du stockage	99 m
Longueur de la zone de quai	22.4 m
Recul du stockage en fond de cellule	6.6 m
Largeur d'un rack simple	1.3 m
Largeur d'un double rack	2.6 m
Nombre de double rack	7
Nombre de simple rack	2
Composition du stockage	
Composition réelle du stockage	Produits matières combustibles (bois papier carton, et autres combustibles...) en air ambiant ou frigorifique
Argumentaire	La cellule 3 présente la particularité d'être potentiellement en ambiance frigorifique. Dans ce cas, l'utilisation de la palette rubrique 1511 est justifiée. En cas de stockage en air ambiant, l'utilisation de la palette rubrique 1510 apparait justifiée. Classiquement, l'utilisation de la palette rubrique 1511 génère des flux moins importants que la palette rubrique 1510. Afin de démontrer ce propos nous présenterons les résultats des modélisations avec la palette rubrique 1511.
Choix de la palette rubrique	Palette rubrique 1510 Palette rubrique 1511

On notera que les allées centrales de circulation ne sont pas prises en compte dans le modèle. Il y a donc une majoration de la quantité de matières combustibles présente.

Résultats

L'ensemble des résultats des modélisations sont présentés en annexe.

Les représentations graphiques des résultats projetées sur le site sont les suivantes :

Représentation graphique des résultats de la modélisation de l'incendie de la cellule 3
(Stockage de matières combustibles dans toute la cellule ou stockage en ambiance frigo)

Stockage air ambiant

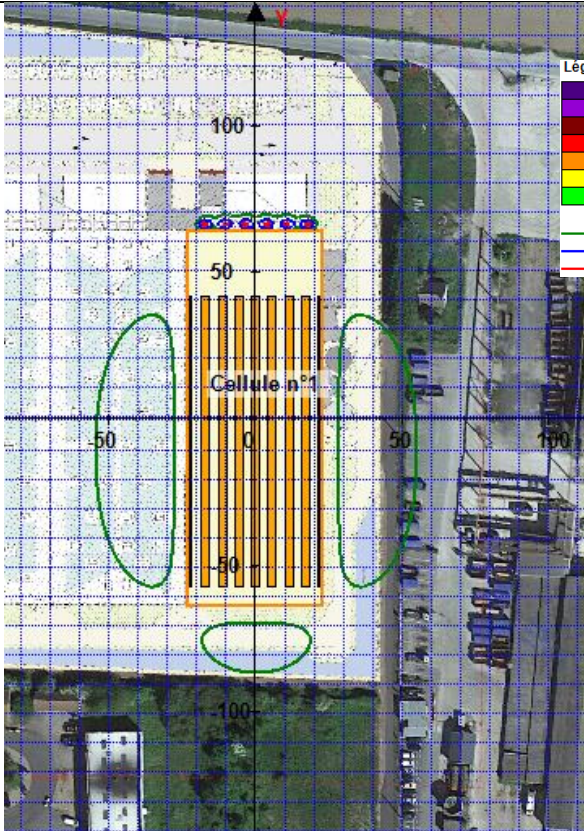


Figure 5 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 3 (palette rubrique 1510)

Stockage en ambiance frigorifique



Figure 6 : Distances des effets thermiques de l'incendie de la cellule 3 (palette rubrique 1511)

Durée incendie : 119 min

Durée incendie 121 min

→ Pour la cellule 3, la modélisation majorante est celle avec la palette 1510.

→ Les distances d'effets sont les suivantes :

Distances maximales (sommet de la bulle) d'impact des flux par rapport à la façade, pour le cas majorant				
	Façade Nord-Ouest (façade de quais)	Façade Nord-Est	Façades Sud-Est	Façade Sud-Ouest
Flux de 8 kW/m ²	5 m(*)	Non perçu	Non perçu	
Flux de 5 kW/m ²	5 m(*)	Non perçu	Non perçu	
Flux de 3 kW/m ²	10 m(*)	31 m	21 m	

(*) Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

→ Les murs coupe-feu entre les cellules et en façade restent intègres pendant la majeure partie de l'incendie de chaque cellule. Ils absorbent ainsi une grande partie des flux thermiques émis et permettent de limiter les flux perçus en dehors des limites de propriété

Au niveau des façades de quais, qui n'ont aucune propriété coupe-feu, les flux sortent du bâtiment au niveau des ouvertures (portes notamment), tout en demeurant dans les limites de propriété.

→ Les flux de 8 et 5 kW/m² ne sont pas perçus.

→ Le flux de 3 kW/m² dépasse des limites de propriété au Nord-Est et impacte légèrement le site BREZILLON. Aucun flux n'impacte la maison qui appartient à BREZILLON et est abandonnée (murée)

Au Sud-Est aucun flux ne dépasse des limites de propriétés.

→ Les flux respectent les dispositions de l'article 2 de l'AM du 11 avril 2017 modifié, et les exigences de la DREAL.

REPRESENTATION DES COURBES ENVELOPPES DE L'INCENDIE DE CHAQUE CELLULE DE STOCKAGE

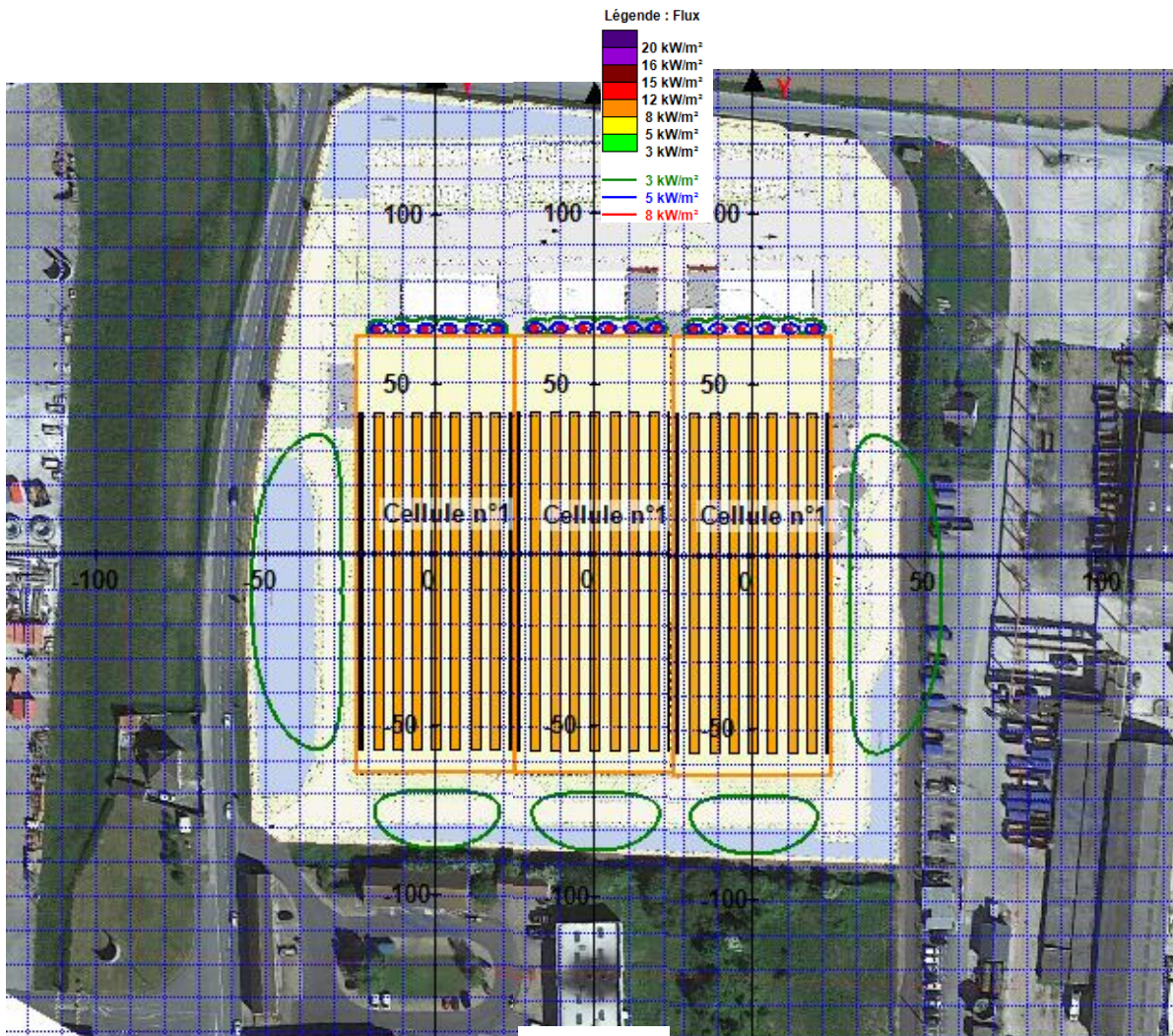


Figure 7 : Représentation des courbes enveloppes du scénario de l'incendie de chaque cellule de stockage.

SCENARIO DE PROPAGATION

Concernant les scénarios de propagation, nous nous en référons à la FAQ Flumilog du 1/12/2020 :

- « Pour le cas des cellules frigorifiques, la charge combustible est généralement limitée. Aussi, il est recommandé de ne pas modéliser le scénario de propagation d'un incendie au travers une paroi REI 120, celle-ci pouvant être considérée comme résistante au feu pendant toute la durée de l'incendie et **ce, quelle que soit la durée de feu calculée par Flumilog** » ;

→ Pas de scénarios de propagation quand les cellules 2 ou/et 3 sont frigorifiées.

- Pour les cellules ambiante (cellule 1, 2 et 3), « **quelle que soit la durée de feu calculée par Flumilog**, il est recommandé de ne pas modéliser de scénario de propagation pour des cellules :
 - De moins de 12 000 m² ;
 - De moins de 23 m de hauteur ;
 - pourvue d'une toiture ayant une résistance au feu de moins de 30 min ;
 - Avec un stockage composé de simples et doubles-racks. »

→ Ces 4 conditions sont bien respectées pour les cellules 1, 2 et 3 ; le scénario de propagation sur ces cellules peut être écarté.