

Les calculs de flux thermiques ont été réalisés avec l'outil de modélisation Flumilog
Interface graphique v 5.1.1.0
Outil de calcul V5.01

L'outil de modélisation FLUMILog développé par l'INERIS, le CTICM, le CNPP et l'INRS, généralement utilisé dans le cas d'entrepôts, n'est pas bien applicable pour les activités hors stockages en entrepôts classiques.

En effet, les calculs et implémentés dans le logiciel ont été étudiés pour permettre de simuler l'inflammation de matériaux combustibles en bâtiment fermé mais pour un seul type de stockage : rack ou masse.

Cet outil ne prend pas en compte les aménagements divers que l'on peut retrouver sur le site.

Le logiciel a certaines limites par rapport à la configuration réelle du site dont :

- Stockage « mixte » racks + casiers ou mezzanines dans une même cellule,
- Configuration de cellules non rectangulaires (limitation des coins tronqués à des distances a maximum égal à 1/3 des dimensions des cellules,

1. Seuils admissibles pour les effets thermiques

Les valeurs de référence pour les installations classées sont les suivantes (arrêté du 29 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 soumises à autorisation) :

Tableau n°1 : Valeurs seuils – effets thermiques

Pour les effets sur les structures	
5 kW/m ²	Seuil des destructions de vitres significatives
8 kW/m ²	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16 kW/m ²	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m ²	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m ²	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes
Pour les effets sur l'homme	
8 kW/m ² ZELS	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine
5 kW/m ² ZEL (Z1)	Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine
3 kW/m ² ZEI (Z2)	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine

ZELS : Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs

ZEL : zone délimitée par le seuil des effets létaux

ZEI : zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine

2. Synthèse des hypothèses

Les flux thermiques ont été modélisés sur les différentes zones de stockage et pour les 2 cellules.

Les hypothèses retenues pour les calculs sont présentées ci-dessous.

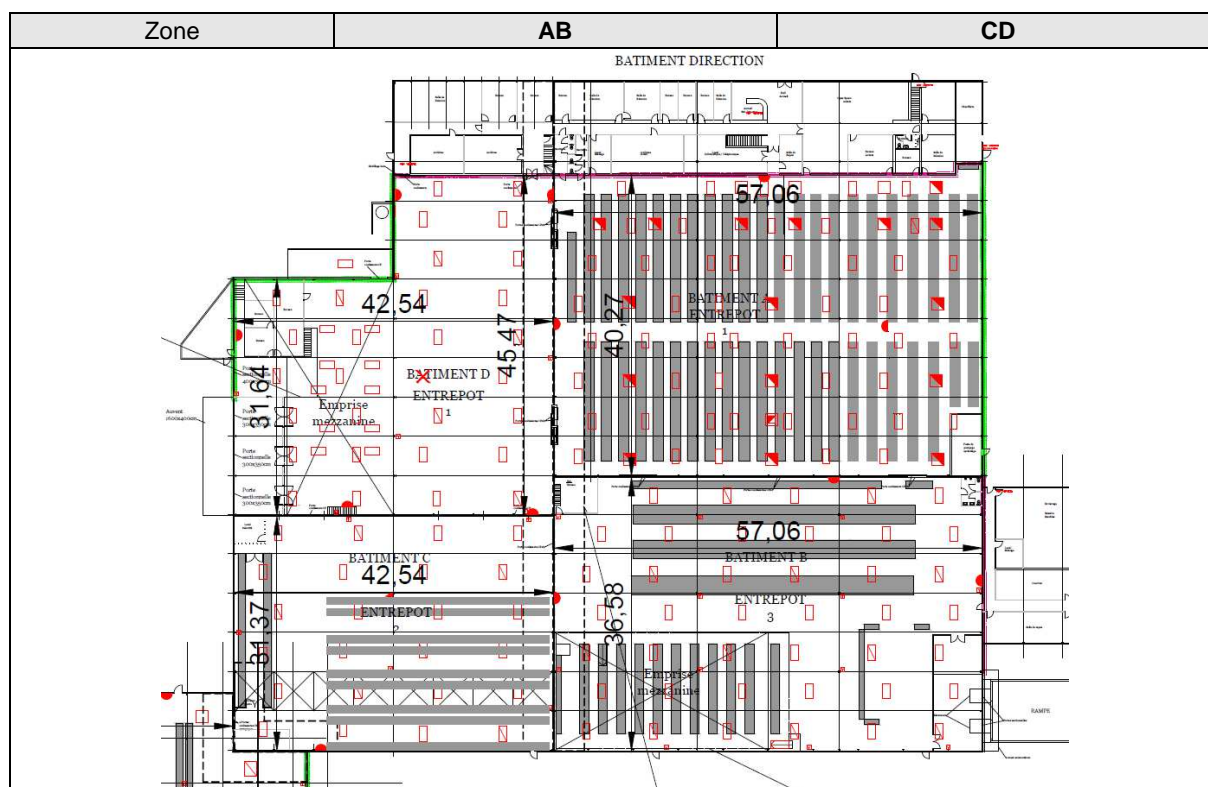
Caractérisation de la cible

Pour les effets sur l'homme, la hauteur de la cible est prise égale à 1,8 m, ce qui correspond à la hauteur moyenne du visage d'un homme.

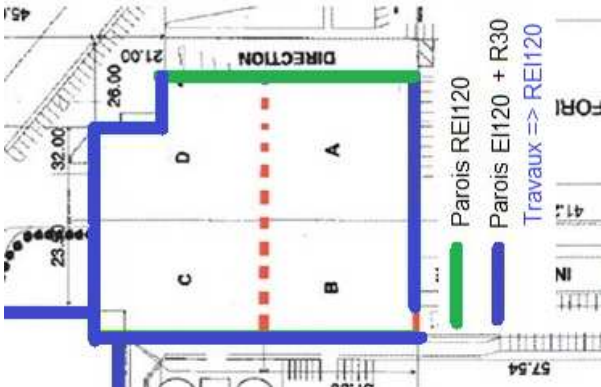
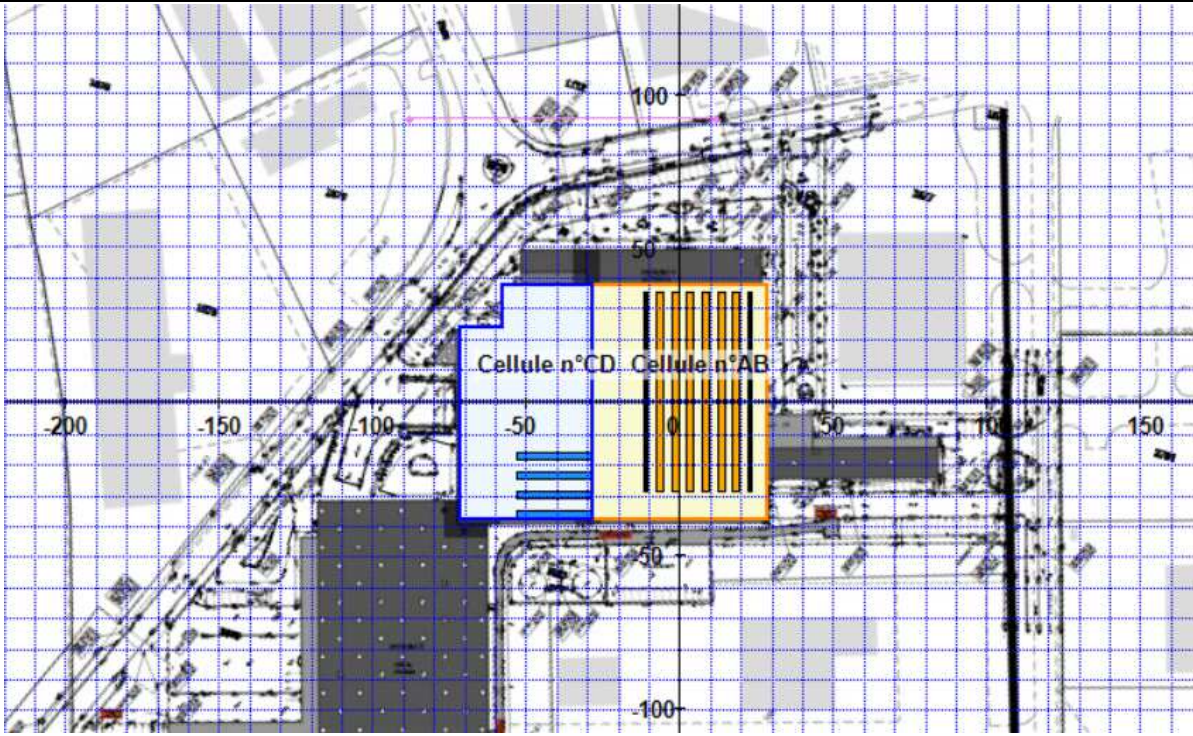
Tableau n°2 : Caractéristiques cellule ABCD

	A	B	C	D
Exploitation	Stockage / picking + préparation	Stockage + Stockage / picking + Préparation + Expédition	Stockage + Préparation	Préparation + Expédition
Dimensions réelles	57 m x 39,50 m	57 m x 37 m	42,5 m x 31,5 m	42,5 m x 45,5 m (coin tronqué 21 m x 14 m)
	57 m x 77 m		43 m x 77 m	
Hauteur sous plafond	5,50 m	7,20 m	7,20 m	7,20 m
Surface totale	3 021 m²	2 019 m²	1 344 m²	1 935 m²
	5 040 m²		3 279 m²	
Type de conditionnement	Boîtes	Palettes + Boîtes	Palettes	/
Aménagements	Etagères	Racks + étagères en mezzanines	Racks	/

Tableau n°3 : Hypothèses cellule ABCD



Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
Note de calcul Flumilog

Zone	AB	CD
Schéma d'implantation (avec mur REI120)		
Hauteur libre retenue	7,250 m	7,20 m
Volume de stockage réel	Boîtes ; 22 970 unités, soit 1 435 palettes, soit 2 010 m ³ Palettes : Répartition entre B et C : 62% => 792 palettes, soit 1 110 m ³ TOTAL 3 120 m ³	Pas de boîtes Palettes : Répartition entre C et B : 38% => 486 palettes, soit 680 m ³ TOTAL 680 m ³
FLUMILOG		
		

Note de calcul Flumilog

Zone	AB	CD
Palette type retenue	<i>Palette type 1510</i>	
Limites / incertitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de prise en compte des hauteurs différentes des cellules A (5,70 m) et B (7,50 m), C et D (7,20 m). - Coin tronqué zone D : limité à 14 m x 14 m au lieu de 21 m x 14 m - Pas de prise en compte des différentes hauteurs de cantons. - Pas de prise en compte des hauteurs différentes de stockage maximal - Pas de prise en compte des stockages sous forme de casiers ou en mezzanines. - Pas de prise en compte des différents types de stockages (casiers, mezzanine et rack) et des différents sens de stockage dans une même zone. - Pas de représentativité des modes de stockage entraînant un volume de stockage beaucoup plus élevé que la réalité. - Palette type 1510 de 1,44 m³, dimensions plus élevées que la palette réelle de 1,4 m³ 	
⇒ Volume de stockage calculé	5 720 m³ <div> <div>Informations</div> <div> <div>Surface de stockage réelle</div> <div>1144,0 m²</div> </div> <div> <div>Volume réel de stockage</div> <div>5720,0 m³</div> </div> </div> <p>Soit 4 085 palettes. (au lieu de 2 227 palettes)</p>	1 200 m³ <div> <div>Informations</div> <div> <div>Surface de stockage réelle</div> <div>240,0 m²</div> </div> <div> <div>Volume réel de stockage</div> <div>1200,0 m³</div> </div> </div> <p>Soit 857 palettes (au lieu de 486 palettes)</p>
	=> Les aménagements de stockage dans chaque cellule ont été ajustés (avec les limites de l'outil) pour limiter au maximum le volume de stockage calculé et être le plus représentatif possible des quantités réellement stockées. En particulier, la hauteur de stockage maximale a été réduite.	
⇒ Durée incendie	87 min	70 min
⇒ Hauteur de flamme maximale	12,5 m	9,8 m
⇒ Flux maximal	24 kW/m ²	20,4 kW/m ²

Tableau n°4 : Caractéristiques cellule EFG

	E	F	G
Exploitation	Stockage / Stockage / picking + préparation	Stockage + Expédition	Stockage + Expédition
Dimensions réelles	90 m x 55 m (coin tronqué 7,70 m x 9,80 m)	22,5 m x 105 m	26,5 m x 105 m
		49 m x 105 m	
Hauteur sous plafond	7,50 m	7,50 m	7,50 m
Surface totale	4 950 m ²	2 362 m ²	2 782 m ²
	4 950 m ²	5 144 m ²	
Type de conditionnement	Palettes + Boîtes	Palettes	Palettes
Aménagements	Racks + étagères en mezzanines + Etagères	Racks	Racks

Tableau n°5 : Hypothèses cellule EFG



Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
Note de calcul Flumilog

Zone	E	FG
Schéma d'implantation (avec mur REI120)		
Volume de stockage réel	Boîtes ; 25 656 unités, soit 1 603 palettes, soit 2 244 m ³ Palettes : Répartition entre E et FG : 30% => 1 866 palettes, soit 2 612 m ³ TOTAL 4 856 m ³	Pas de boîtes Palettes : Répartition entre FG et E : 70% => 4 353 palettes, soit 6 094 m ³ TOTAL 6 094 m ³
FLUMILOG		

Note de calcul Flumilog

Zone	E	FG
Palette type retenue	<i>Palette type 1510</i>	
Limites / incertitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de prise en compte des hauteurs différentes de stockage maximal dans la zone E - Pas de prise en compte des stockages sous forme de casiers ou en mezzanines. - Pas de prise en compte des différents types de stockages (casiers, mezzanine et rack) et des différents sens de stockage dans une même zone. - Pas de représentativité des modes de stockage entraînant un volume de stockage beaucoup plus élevé que la réalité. - Palette type 1510 de 1,44 m³, dimensions plus élevées que la palette réelle de 1,4 m³ 	
⇒ Volume de stockage calculé	<p>8 640 m³</p> <div> <p>Informations</p> <p>Surface de stockage réelle 1728,0 m²</p> <p>Volume réel de stockage 8640,0 m³</p> </div> <p>Soit 6 171 palettes. (au lieu de 3 469 palettes)</p>	<p>7 224 m³</p> <div> <p>Informations</p> <p>Surface de stockage réelle 1444,8 m²</p> <p>Volume réel de stockage 7224,0 m³</p> </div> <p>Soit 5 160 palettes (au lieu de 4 353 palettes)</p>
	<p>=> Les aménagements de stockage dans chaque cellule ont été ajustés (avec les limites de l'outil) pour limiter au maximum le volume de stockage calculé et être le plus représentatif possible des quantités réellement stockées. En particulier, la hauteur de stockage maximale a été réduite.</p>	
⇒ Durée incendie	93 min	83 min
⇒ Hauteur de flamme maximale	10,8 m	8,75 m
⇒ Flux maximal	22,5 kW/m ²	19,7 kW/m ²

3. Représentation graphique

Distance d'effets des flux maximum

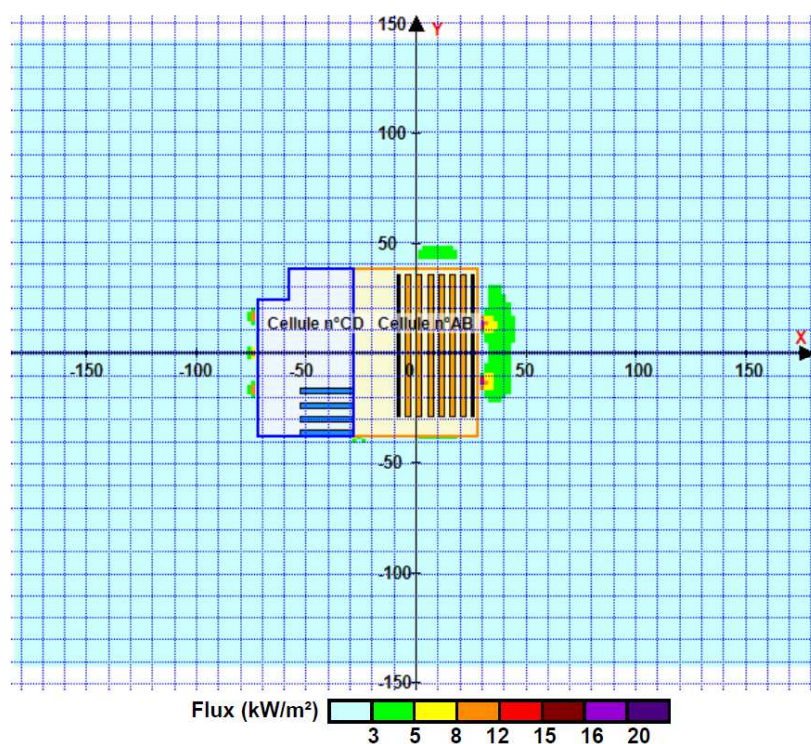


Figure n°2 : Résultats cellule ABCD

Distance d'effets des flux maximum

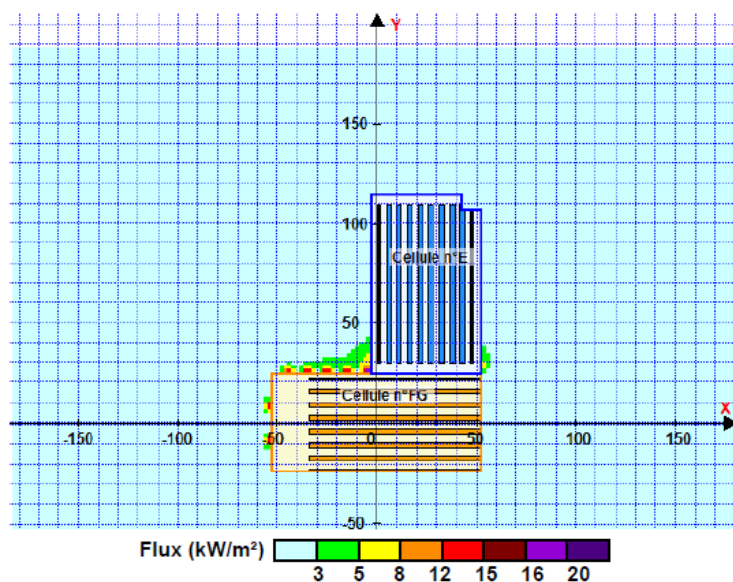


Figure n°3 : Résultats cellule EFG

Afin de visualiser les distances d'effets et les cibles atteintes, les distances calculées ci-avant sont reportées sur les figures suivantes. Les flux sont représentés pour une hauteur de cible à 1,8 m.

Cette représentation graphique qui permet de visualiser les distances reste néanmoins une représentation théorique des conséquences d'un incendie, l'échelle étant approximative.

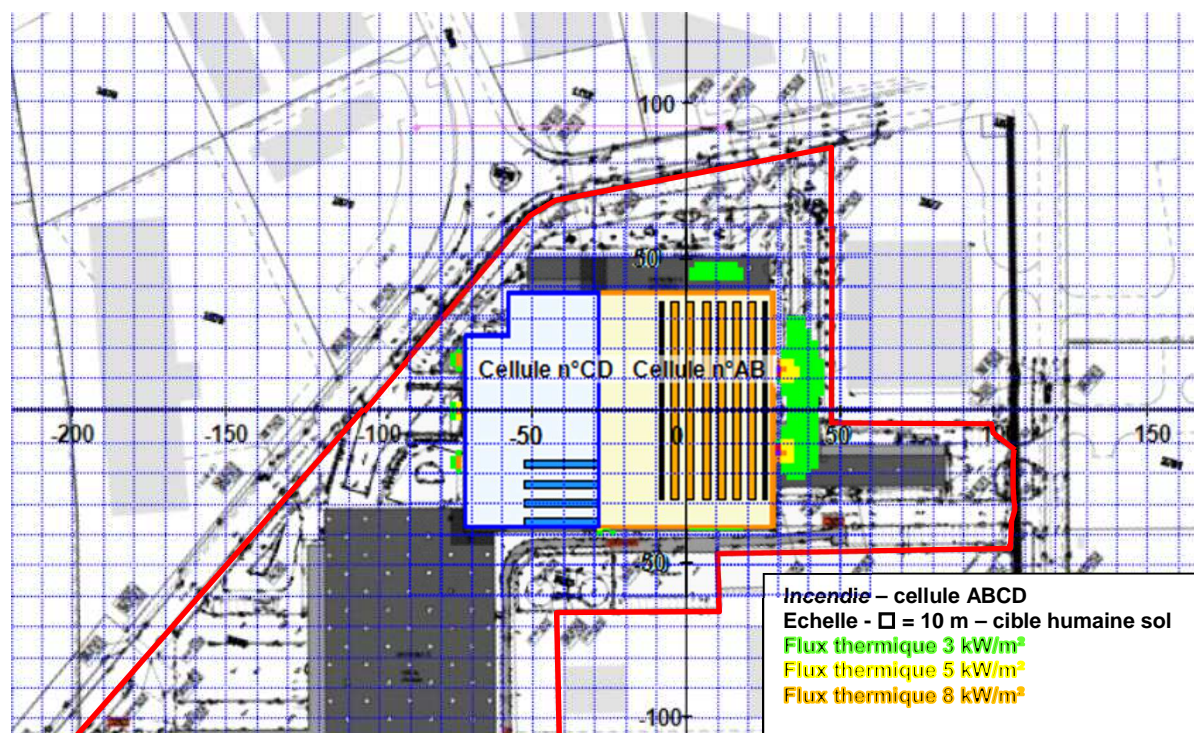


Figure n°4 : Représentation des flux thermiques cellule ABCD

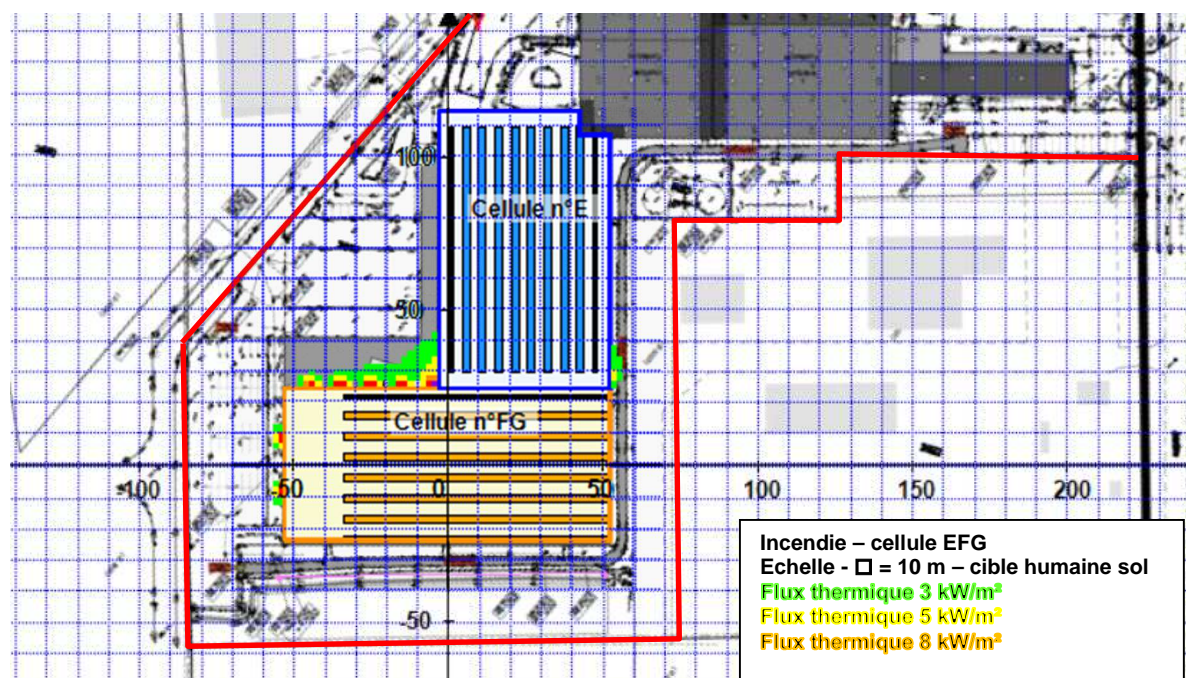


Figure n°5 : Représentation des flux thermiques cellule EFG

4. Constatations

Pour l'ensemble du site, les résultats de flux thermiques des cellules compartimentées sont les suivants :

- Les distances de flux de 8 kW/m² (SELS) ne sortent pas des limites de propriété.
- Les distances de flux de 5 kW/m² (SEL) ne sortent pas des limites de propriété.
- Les distances de flux de 3 kW/m² (SEI) ne sortent pas des limites de propriété.

Ces résultats sont principalement justifiés par :

- La caractéristique REI120 de toutes les parois extérieures.
- Le faible potentiel calorifique dans les cellules de part l'activité et les aménagements en comparaison à un entrepôt « classique ».

La durée d'incendie par chaque zone constituant les cellules est inférieure à 120 minutes.

Il n'y a donc pas de modélisation d'effet domino.