



## **Modélisation des scénarios d'incendie - FLUMILOG**

Déposé par :

**PARISLOIRE**

**12 Rue Baptiste Marcet**

**86320 Lussac-les-Châteaux**

**Novembre 2019**

Dossier réalisé par :



4 impasse de la Ferbouchère

86 410 ST LAURENT DE JOURDES

## 1 PREAMBULE

Le présent document est élaboré dans le cadre de l'étude de dangers, qui a identifié différents scénarios d'incendie dans les installations du site de PARISLOIRE.

Le but du présent document est de modéliser le rayonnement thermique émis par un incendie généralisé se déclarant dans une cellule de stockage pour les scénarios identifiés :

- Incendie du barnum existant de stockage de matières premières ;
- Incendie de la zone de stockage de produits finis ;
- Incendie du nouveau barnum de stockage de matières premières.

## 2 Méthodologie

### 2.1 Objectifs

L'évaluation des conséquences potentielles de chaque scénario d'accident consiste à calculer les distances d'effets autour des installations considérées.

L'arrêté du 29 septembre 2005<sup>1</sup> fixe pour chaque type de phénomène dangereux (explosion, incendie, ...), les seuils des différents niveaux de gravité d'effets sur les hommes : effets mortels, blessures, dégâts matériels..., ainsi que sur les structures : ruines des structure, effets dominos

Dans le cas présent, les effets des incendies de produits solides sont caractérisés par les flux thermiques dont les valeurs de référence sont les suivantes :

Cibles	Valeurs des flux thermiques (ou doses thermiques)	Effets
Effets sur les structures	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions de vitres significatives
	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets domino <sup>2</sup> et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
	16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
	20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
	200 kW/m <sup>2</sup> ,	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes
Effets sur l'homme	3 kW/m <sup>2</sup> ou 600 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	<b>SEI</b> : Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
	5 kW/m <sup>2</sup> ou 1 000 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	<b>SEL</b> : Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »
	8 kW/m <sup>2</sup> ou 1 800 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> ].s	<b>SELS</b> : Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »

Tableau 1 : Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

<sup>1</sup> 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 classées soumises à autorisation.

<sup>2</sup> Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

## 2.2 Domaine d'application

La modélisation des flux thermiques a été réalisée à partir du logiciel FLUMILOG développé par l'INERIS en collaboration avec le CNPP et le CTICM et du référentiel DRA-09-90977-14553A Version 2 du 04/08/201 – FLUMILOG – « Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt ».

La méthode concerne principalement les entrepôts entrant dans les rubriques 1510, 1511, 1530, 2662 et 2663 de la nomenclature ICPE et plus globalement les rubriques comportant des combustibles solides.

La méthode permet de calculer les distances d'effets du flux thermique dans le cas d'un incendie qui va se généraliser à la cellule. En effet, il est considéré que :

- Les moyens d'extinction n'ont pas permis de circonscrire le feu dans sa phase d'éclosion ou de développement (hypothèse majorante).
- La puissance de l'incendie va évoluer au cours du temps.
- La protection passive, constituée par les murs séparatifs coupe- feu qui isolent les cellules entre elles, est considérée suffisante pour éviter la propagation de l'incendie aux autres cellules et constituer une barrière sur laquelle les services de secours pourront s'appuyer pour maîtriser l'incendie de la cellule en feu et protéger les cellules voisines. Il appartient néanmoins à l'exploitant de démontrer que les dispositions prises permettent de se placer dans cette situation.

Dans le cas où la propagation à d'autres cellules ne pourrait être évitée et qu'il faudrait de fait en calculer les effets, la méthode décrite permet de traiter cette situation à partir du calcul réalisé pour chaque cellule prise individuellement.

## 2.3 Les grandes étapes de la méthode

Le logiciel s'appuie sur le modèle de flamme solide. Cette méthode permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement du combustible (prise en compte de la cinétique du phénomène).

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.

Les différentes étapes de la méthode sont présentées sur le logigramme ci-après :

- • Acquisition et initialisation des données d'entrée,
  - données géométriques de la cellule, nature des produits entreposés, le mode de stockage.
  - Et détermination des données d'entrées pour le calcul : débit de pyrolyse en fonction du temps, comportement au feu des toitures et parois...
- Détermination des caractéristiques des flammes en fonction du temps (hauteur moyenne et émittance). Ces valeurs sont déterminées à partir de la propagation de la combustion dans la cellule, de l'ouverture de la toiture.
- Calcul des distances d'effet en fonction du temps. Ce calcul est réalisé sur la base des caractéristiques des flammes déterminées précédemment et de celles des parois résiduelles susceptibles de jouer le rôle d'obstacle au rayonnement.

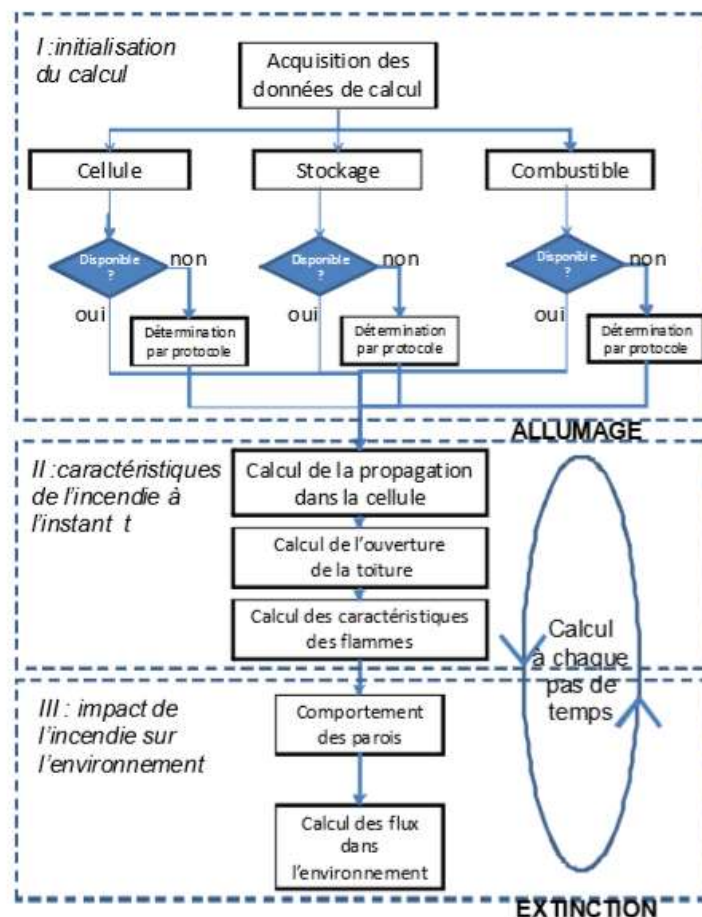


Figure 1 : Principe de la méthode FLUMILOG

La description complète de la méthode et des modèles utilisés dans le logiciel sont décrits dans le référentiel DRA-09-90977-14553A Version 2 du 04/08/201 – FLUMILOG – « Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt ».

## 2.4 Calcul des caractéristiques du combustible

Afin de caractériser la palette moyenne du stockage par cellule, 3 cas sont possibles :

- **cas n°1 : palette de composition connue**

Dans cette configuration, les quantités des produits combustibles (bois, papier, plastique...) et incombustibles (métal...) présents dans une palette sont évaluées. Le logiciel calcule les vitesses de combustion et la puissance dégagée par la palette à partir des données bibliographiques connues de ces matériaux.

- **cas n°2 : caractéristiques de palettes obtenues expérimentalement**

Dans le cas de produits spécifiques, les valeurs de vitesse de combustion et de puissance sont données par l'utilisateur à partir d'essais et mesures.

- **cas n°3 : la palette rubrique**

Dans cette dernière configuration, des essais réalisés sur un échantillon de 30 000 compositions de palette « rubrique » ont permis de définir pour chacune des rubriques une courbe enveloppe de la puissance palette.

## 2.5 Type de stockage

Différents types de stockage peuvent être modélisés dans le logiciel : stockage en rack ou stockage en masse.

Le stockage en masse est caractérisé par :

- le nombre d'îlots de stockage ;
- les dimensions d'un îlot (largeur ; longueur ; hauteur) ;
- la largeur des allées entre les îlots.

Ces paramètres déterminent le volume réel du stockage. Ce volume est ensuite « rempli » par des « palettes types » qui constituent des fractions homogènes du volume de stockage.

## 2.6 Calcul de la propagation dans la cellule

Dans le cas d'un stockage en rack, le logiciel prend l'hypothèse majorante d'une ignition du stockage au centre de la cellule, au bas du double rack central.

Ce point d'inflammation correspond au départ de feu le plus pénalisant puisqu'il engendrera la surface en feu la plus conséquente. Tandis que le feu se propage dans le rack central, un calcul de flux est effectué pour estimer si les palettes des racks mitoyens sont capables de s'enflammer par rayonnement. Si le flux critique d'auto-inflammation est atteint, le feu passe d'un rack à l'autre. Simultanément, les flammes montent rapidement par effet cheminée vers le plafond pour s'étaler horizontalement. Au bout d'un certain temps, une couche thermique contenant les gaz chauds et les suies se développe sous le plafond pour atteindre les bords de la cellule. La présence de cette couche entraîne le début de la pyrolyse des produits stockés au niveau le plus élevé des racks voisins par convection naturelle et par rayonnement.

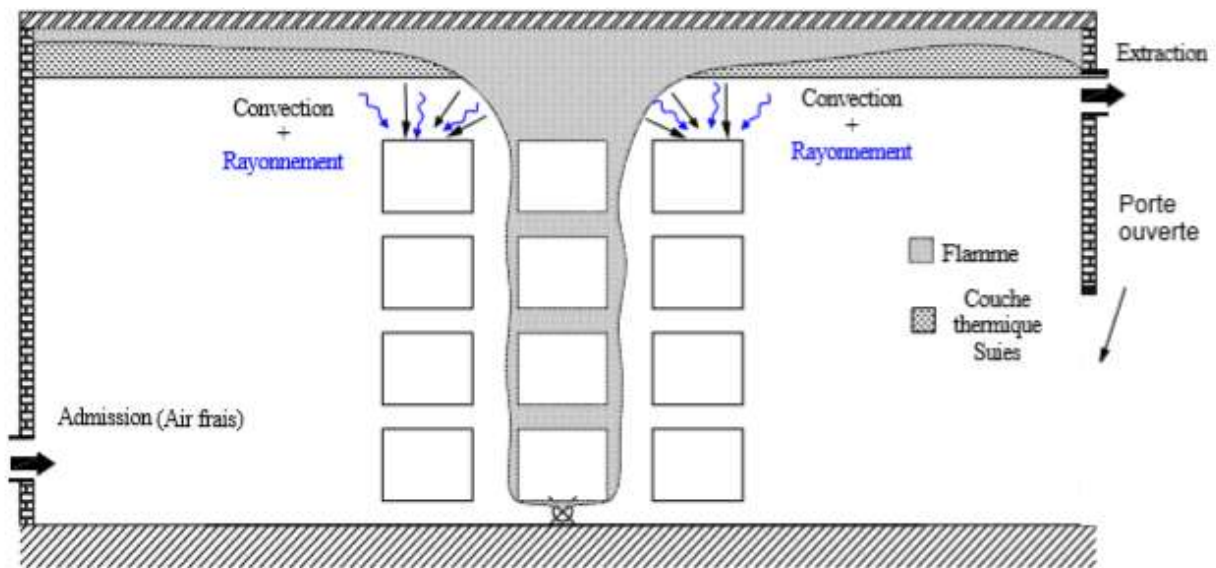


Figure 2 : Apparition de la couche chaude, influence du rayonnement et de la convection naturelle sur les racks voisins

En raison du confinement, les gaz de combustion et les suies s'accroissent en partie haute.

A une température de 140 °C, les exutoires s'ouvrent laissant s'évacuer une partie des fumées. Toutefois, cette surface d'exutoires n'est pas suffisante pour évacuer assez de gaz de combustion, la couche thermique continue donc de s'accroître. La température et la hauteur de cette couche chaude sont déterminées à chaque pas de temps. Pour le calcul de la hauteur de couche chaude, l'ouverture des exutoires ainsi que l'effondrement progressif de la toiture sont pris en compte. Dès que la couche thermique atteint le haut des racks et possède une température égale à la température d'autoinflammation retenue, une inflammation brutale ou flashover se produit sur les palettes stockées au dernier niveau des racks. Les flammes se propagent ensuite de façon exclusivement verticale jusqu'au sol.

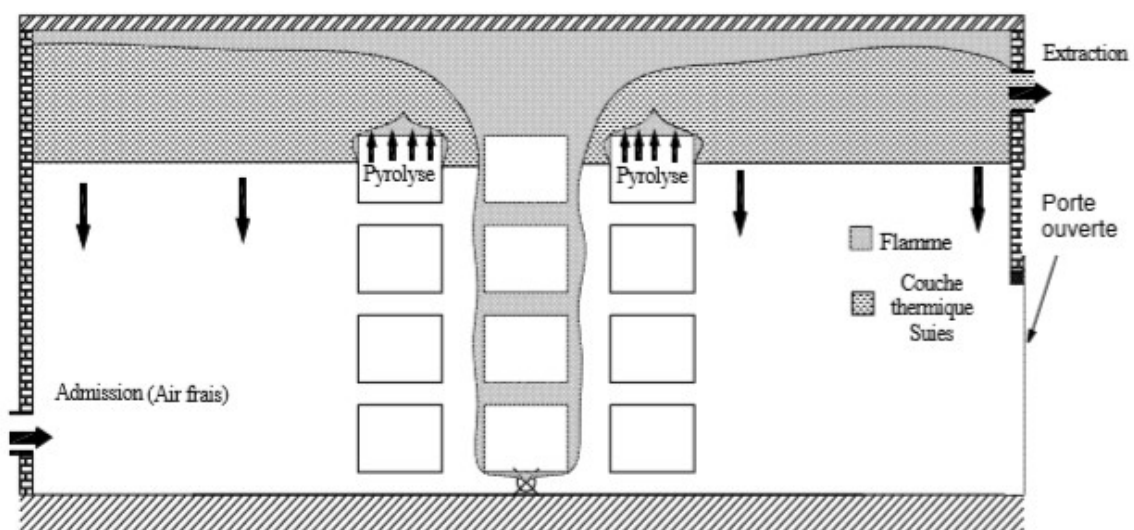


Figure 3 : Descente de la couche chaude, pyrolyse et inflammation des produits au-dessus des racks voisins

Ce manque d'oxygène peut aboutir à l'extinction du feu si le bâtiment reste intègre suffisamment longtemps (ex : cellule avec murs coupe-feu et dalle béton en toiture). Toutefois, dans la plupart des cas, l'étanchéité n'est pas suffisante pour permettre l'auto-extinction de l'incendie. En effet, suite à la sollicitation thermique provoquée par l'incendie, le bâtiment se dégrade et la toiture commence à s'effondrer. Le feu devient alors un feu en milieu ouvert, bien ventilé, avec des flammes de dimensions importantes.

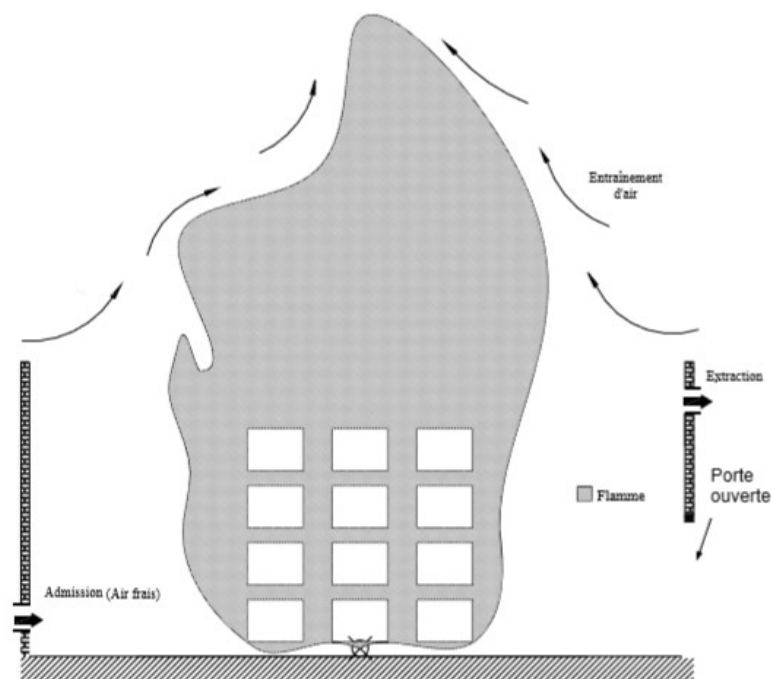


Figure 4 : Après effondrement de la toiture, feu bien ventilé.



## 3 Evaluation des flux thermiques

### 3.1 Scénario d'incendie du barnum existant de stockage de matières premières

#### 3.1.1 Données d'entrée

##### 3.1.1.1 Description générale

Le barnum existant de stockage de matières premières (aussi appelé « ancien barnum ») est situé au Sud-Est du site. Il est situé à plus de 10 m des autres installations et équipements. Les parois sont en bardage métallique simple peau (pas de classement EI). Les profils aluminium et les pièces acier constituant l'ossature sont R15. La totalité de la bache fait office d'exutoire de fumées. Il abrite le stockage de bobines mères de papier et carton. Les bobines sont entreposées sur 3-4 niveaux de stockage, permettant d'atteindre une hauteur de stockage maximale de 5 m. Il peut aussi y avoir quelques palettes bois. Celles-ci ne sont pas incluses dans la modélisation en raison de leur très faible proportion et de leur pouvoir calorifique analogue à celui du papier.

Aujourd'hui, le stockage est divisé en deux îlots, situés de part et d'autre d'une allée centrale de circulation. Dans le cadre du projet, deux portes de 3m par 3m vont être aménagées, l'une à l'angle Sud-Ouest et l'autre sur le pignon Nord.

Le scénario est un départ de feu dans un des îlots latéraux et une généralisation à l'ensemble du bâtiment de stockage de papier et carton.

##### 3.1.1.2 Géométrie de la cellule modélisée

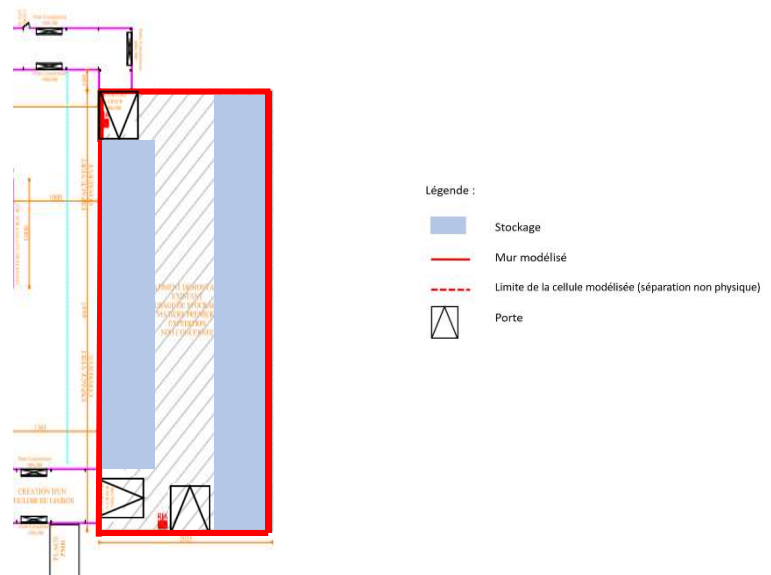


Figure 5 : configuration réelle du barnum existant matières premières

En raison des limites du logiciel, la disposition du stockage a été simplifiée en considérant que le stockage était constitué de 2 îlots latéraux de 8 m de large et de 40 m de long, séparés par une allée centrale de 4 m de large et de 40 m de long. Cette configuration est majorante par rapport à la réalité.

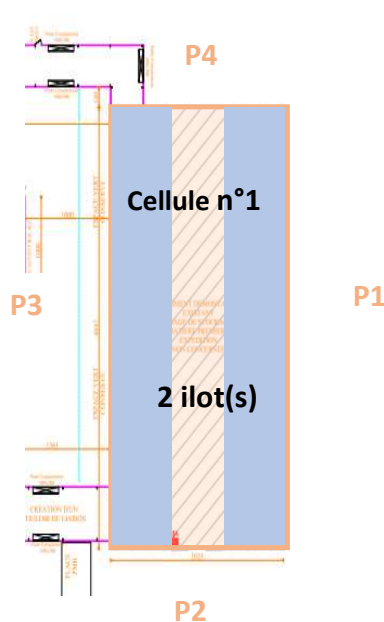


Figure 6 : configuration utilisée pour la modélisation FLUMILOG du barnum existant.

La parois P2 est munie d'une porte de 4 m de large par 4 m de haut. Les parois P3 et P4 sont munies chacune d'une porte de 3 m de large par 3 m de haut.

Les caractéristiques géométriques sont présentées en détail dans le rapport FLUMILOG<sup>3</sup>.

### 3.1.1.3 Hypothèses de modélisation

Les bobines de papier et carton sont stockées en masse (îlots formés par superposition de bobines). Au niveau de ce stockage, à l'exception de quelques palettes bois, il n'y a pas d'emballages tels que films plastiques, ...

Dans le cadre de la modélisation, la palette type du bâtiment (1.2\*0.8\*5m) correspond approximativement à une colonne de bobines superposées sur 4 hauteurs, soit une hauteur totale de stockage d'environ 5 m. La masse volumique de cette palette type de 220 kg/m<sup>3</sup> a été obtenue en divisant la masse totale de stockage du bâtiment par le volume réellement occupé (surface des îlots \* hauteur moyenne de 5 m).

Produit	Papier/carton 100 %
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) <sup>4</sup>	18 MJ/kg
Masse volumique (moyenne)	220 kg/m <sup>3</sup>
Hauteur de stockage (moyenne)	5 m
Surface de stockage max	640 m <sup>2</sup>

Tableau 2 : Hypothèses de modélisation pour le barnum existant.

<sup>3</sup> Voir Annexe 1 : Rapport FLUMILOG ANCIEN BARNUM

<sup>4</sup> Valeur paramétrée par défaut dans le logiciel FLUMILOG

### 3.1.2 Résultats

Le rapport FLUMILOG complet est présenté en annexe<sup>5</sup>.

Dans le cas de l'incendie généralisé du bâtiment matières premières, les flux thermiques extérieurs modélisés par le logiciel FLUMILOG sont représentés ci-dessous :

#### Distance d'effets des flux maximum

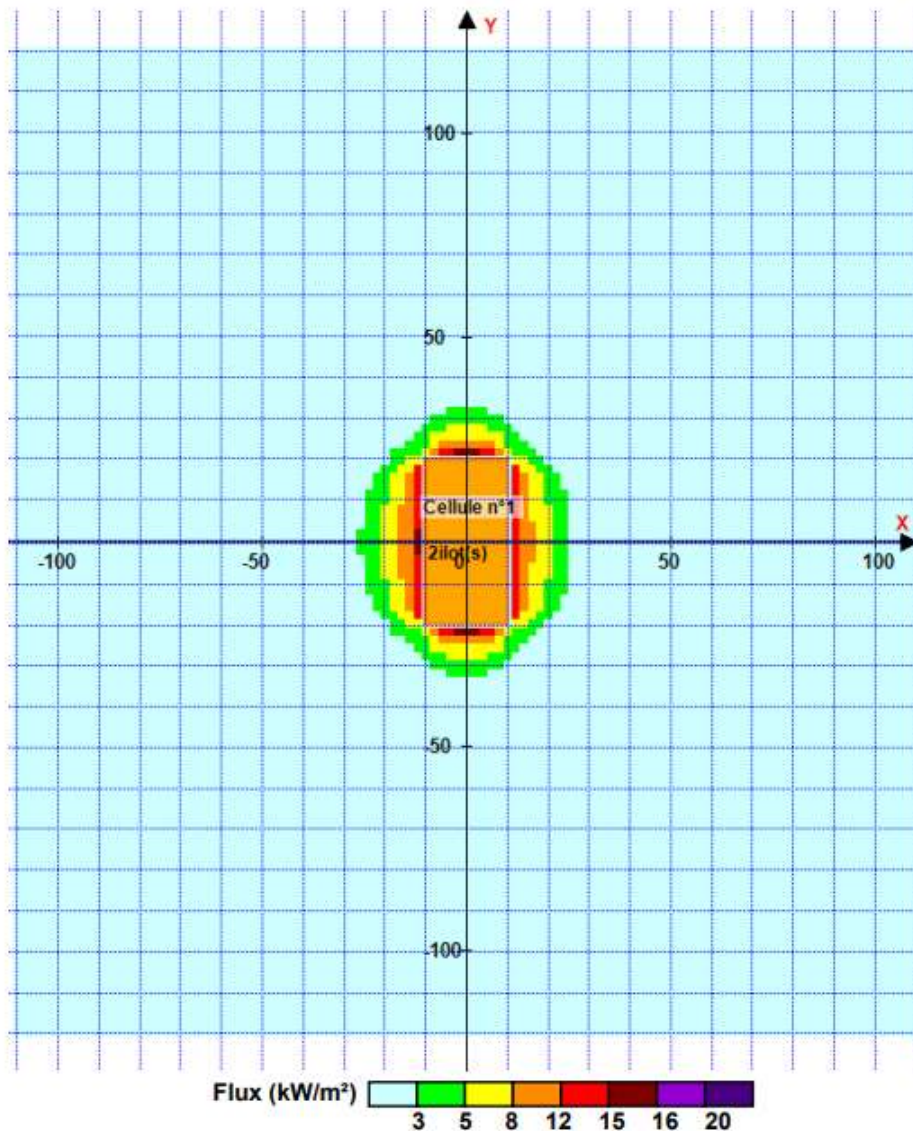


Figure 7 : Flux thermiques extérieurs en cas d'incendie généralisé du barnum existant

La durée d'incendie dans la cellule est d'environ 3H20 (201 min).

La cartographie à l'échelle des effets est présentée en annexe<sup>6</sup>.

Les flux thermiques émis à l'extérieur du bâtiment sont les suivants pour une hauteur de cible de 1,8 m.

<sup>5</sup> Voir Annexe 1 : Rapport FLUMILOG ANCIEN BARNUM

<sup>6</sup> Voir Annexe 4 : Cartographie des effets de flux thermiques

Façade exposée	Distance des effets thermiques (en m) à partir de la paroi		
	SEI 3 KW/m <sup>2</sup>	SEL 5 KW/m <sup>2</sup>	SELS 8 KW/m <sup>2</sup>
NE	12	9	4
SE	14	10	7
SW	12	9	4
NW	16	11	7

Tableau 3 : Distances maximales d'effets des flux thermique en cas d'incendie du barnum existant

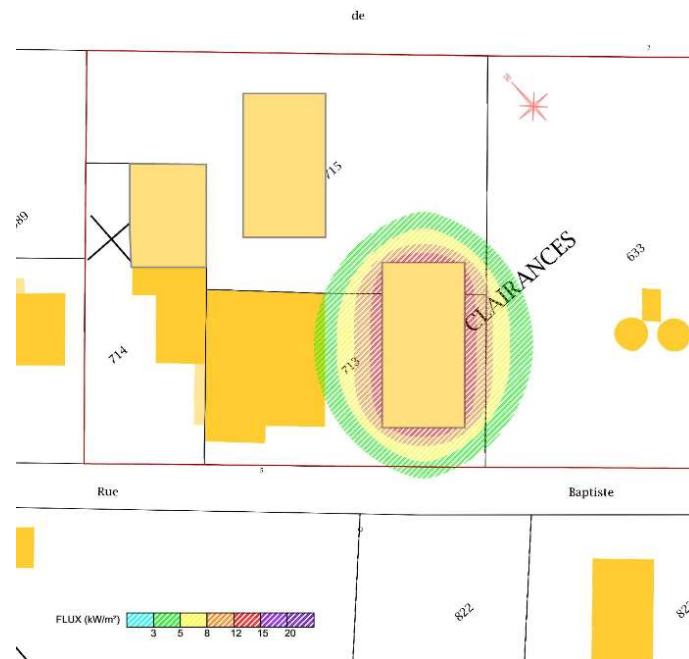


Figure 8 : cartographie des effets en cas d'incendie du barnum existant (sans échelle)

### 3.1.1 Conclusion

La modélisation de l'incendie généralisé du barnum existant de stockage de matières premières montre que les effets liés aux flux thermiques sortent des limites de propriété.

La zone extérieure impactée par le seuil des effets irréversibles (3 kW/m<sup>2</sup>) correspond à une portion limitée de la rue B. Marcet qui a une faible fréquentation (desserte d'une partie de la ZA). A ce niveau, il est important de préciser que les feux de bobines ont une cinétique lente qui permettrait de fermer la circulation de la rue B Marcet avant que l'incendie soit pleinement développé. La zone d'effets irréversibles touche également la façade Est de l'atelier de production. Compte tenu de la présence de la paroi et de l'inertie de l'incendie, les effets sur le personnel présent seraient limités.

Il faut aussi rappeler que le logiciel FLUMILOG se place dans des conditions majorantes sans tenir compte des moyens de protection du site et de la proximité des services de secours à moins de 100 m.

Le seuil des effets mortels (5 kW/m<sup>2</sup>) reste cantonné à l'intérieur des limites de propriété.

Le seuil des effets domino (8 kW/m<sup>2</sup>) n'atteint aucun autre bâtiment.

## 3.2 Scénario d'incendie de la zone de stockage de produits finis

### 3.2.1 Données d'entrée

#### 3.2.1.1 Description générale

La zone de e stockage de produits finis se trouve dans la partie Nord-Ouest du bâtiment principal. Elle communique sans séparation avec la zone de découpe mandrin et la zone de réception-expédition. Les parois extérieures sont en bardage métallique simple peau (REI15). Le mur séparatif avec le local compacteur est en parpaing. La toiture en fibrociment est équipée d'aération et d'exutoires de fumées d'une surface utile totale de 3 m<sup>2</sup>.

Les bobines filles de papier et carton sont entreposées sur 3-4 niveaux de stockage, permettant d'atteindre une hauteur de stockage maximale de 5 m.

La zone de stockage comprend une allée centrale de circulation de 4 m de large.

Le scénario est un départ de feu dans la zone de stockage et une généralisation à l'ensemble du stockage de papier et carton.

#### 3.2.1.2 Géométrie de la cellule modélisée

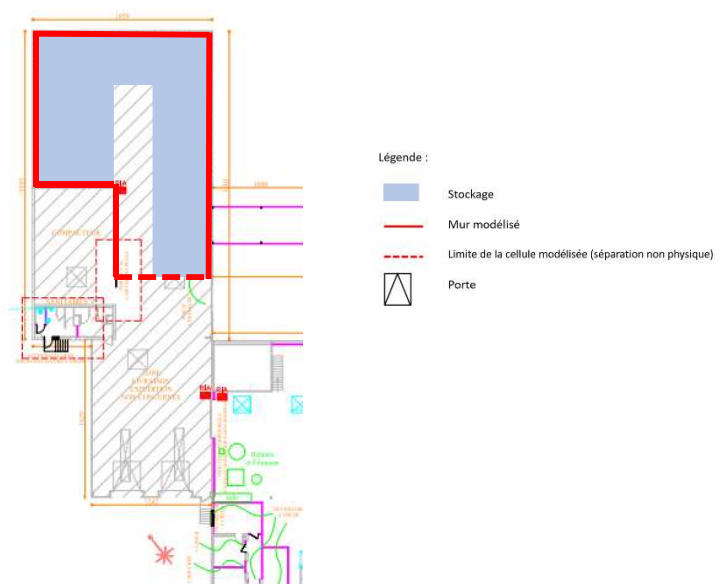
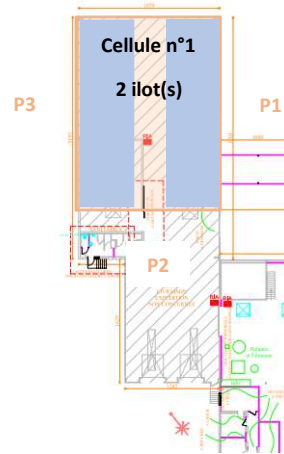


Figure 9 : configuration réelle de la zone de stockage de produits finis

En raison des limites du logiciel, la disposition du stockage a été simplifiée en considérant que le stockage était constitué de 2 îlots latéraux de 8 m de large et de 29 m de long, séparés par une allée centrale de 2.5 m de large et de 29 m de long. Cette configuration est majorante par rapport à la réalité car elle ne tient pas compte de l'espace sans bobines occupé par le local compacteur ni des murs parpaings de ce local qui ont des propriétés coupe-feu.



*Figure 10 : configuration utilisée pour la modélisation FLUMILOG de la zone de stockage de produits finis*

La paroi P2 est munie d'une porte de 70 m<sup>2</sup> correspondant au couloir ouvert (10 m par 7 m de haut). Les caractéristiques géométriques sont présentées en détail dans le rapport FLUMILOG<sup>7</sup>.

### 3.2.1.3 Hypothèses de modélisation

Les bobines de papier et carton sont stockées en masse (îlots formés par superposition de bobines). Au niveau de ce stockage, il peut y avoir, dans de faibles proportions, des emballages en films plastiques ainsi que quelques bobines en matières plastiques. La proportion des composants en matières plastiques est estimée à 1 %.

Il peut aussi y avoir quelques palettes bois. Celles-ci ne sont pas incluses dans la modélisation en raison de leur très faible proportion et de leur pouvoir calorifique analogue à celui du papier.

Dans le cadre de la modélisation, la palette type du bâtiment (1.2\*0.8\*5m) correspond approximativement à une colonne de bobines superposées sur 4 hauteurs, soit une hauteur totale de stockage d'environ 5 m.

La masse volumique de cette palette type de 220 kg/m<sup>3</sup> a été obtenue en divisant la masse totale de stockage du bâtiment par le volume réellement occupé (surface des îlots \* hauteur moyenne de 5 m).

---

<sup>7</sup> Voir Annexe 2 : Rapport FLUMILOG PDTSFINIS\_1

Produit 1	Intitulé	Papier/carton - 99 %
	Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) <sup>8</sup>	18 MJ/kg
Produit 2	Intitulé	Matières plastiques (PE, PP,...) - 1 %
	Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) <sup>8</sup>	40 MJ/kg
Masse volumique (moyenne)		220 kg/m <sup>3</sup>
Hauteur de stockage (moyenne)		5 m
Surface de stockage max		464 m <sup>2</sup>

Tableau 4 : Hypothèses de modélisation pour le stockage de produits finis.

### 3.2.2 Résultats

Le rapport FLUMILOG complet est présenté en annexe<sup>7</sup>.

Dans le cas de l'incendie généralisé du bâtiment matières premières, les flux thermiques extérieurs modélisés par le logiciel FLUMILOG sont représentés sur la figure de la page suivante.

Distance d'effets des flux maximum

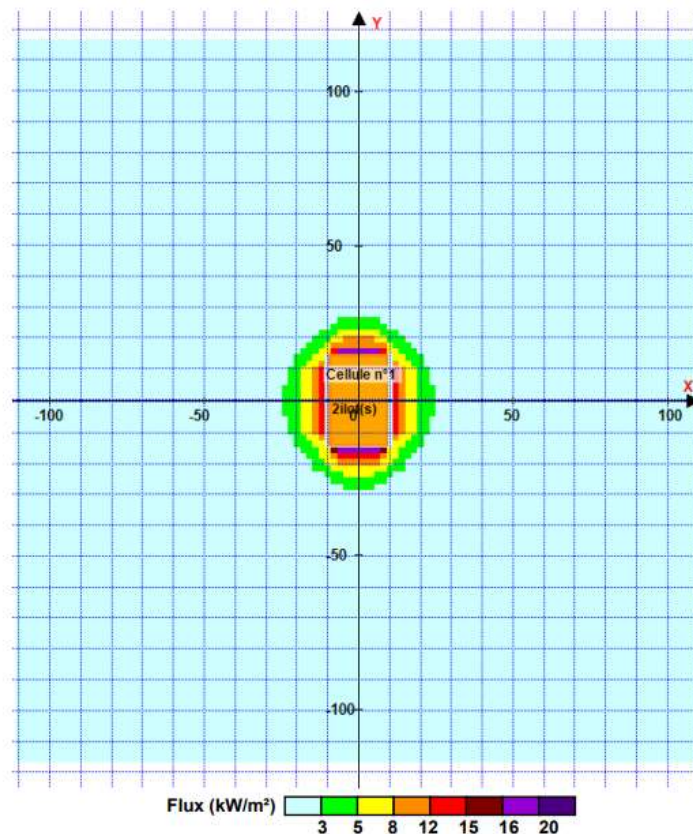


Figure 11 : Flux thermiques extérieurs en cas d'incendie généralisé du stockage de produits finis

<sup>8</sup> Valeur paramétrée par défaut dans le logiciel FLUMILOG

La durée d'incendie dans la cellule est d'environ 1H40 (98 min). La cinétique est plus rapide que les 2 autres scénarios en raison de la présence de matières plastiques.

La cartographie à l'échelle des effets est présentée en annexe<sup>9</sup>.

Les flux thermiques émis à l'extérieur du bâtiment sont les suivants pour une hauteur de cible de 1,8 m.

Façade exposée	Distance des effets thermiques (en m) à partir de la paroi		
	SEI 3 KW/m2	SEL 5 KW/m2	SELS 8 KW/m2
NE	12	9	5
SE	14	9	5
SW	14	10	6
NW	14	9	5

Tableau 5 : Distances maximales d'effets des flux thermique en cas d'incendie du stockage de produits finis.



Figure 12 : Cartographie des effets en cas d'incendie du stockage de produits finis

<sup>9</sup> Voir Annexe 4 : Cartographie des effets de flux thermiques



### 3.2.3 Conclusion

La modélisation de l'incendie généralisé du stockage de produits finis montre que les effets liés aux flux thermiques sont très limités à l'extérieur du site. La zone extérieure impactée par le seuil des effets irréversibles ( $3 \text{ kW/m}^2$ ) correspond à une bande de 3 m de large du terrain de l'entreprise Lussac Motoculture. Il s'agit d'une zone enherbée située l'arrière de l'atelier de réparation où la présence de personnel est réduite. A ce niveau, il est important de préciser que les feux de bobines ont une cinétique lente qui permettrait d'évacuer le personnel des entreprises voisines avant que l'incendie atteigne le stade de feu pleinement développé. A noter également que le logiciel FLUMILOG considère que les moyens d'extinction n'ont pas permis de contenir le développement de l'incendie, ce qui paraît peu probable au regard des moyens de lutte contre l'incendie du site : DAI, RIA et sapeurs-pompier à moins de 100 m.

Les zones des effets mortels ( $5 \text{ kW/m}^2$ ) et des effets domino ( $8 \text{ kW/m}^2$ ) restent quant à elles cantonnées à l'intérieur des limites de propriété.

La zone des effets domino ( $8 \text{ kW/m}^2$ ) n'atteint pas l'atelier de production ni le nouveau barnum de stockage de matières premières.

## 3.3 Scénario d'incendie du nouveau barnum de stockage de matières premières

### 3.3.1 Données d'entrée

#### 3.3.1.1 Description générale

Le nouveau barnum de stockage de matières premières est situé au Nord-Est du site. Il est situé à plus de 10 m des autres installations et équipements. Les parois sont en bardage métallique simple peau (pas de classement EI). Les profils aluminium et les pièces acier constituant l'ossature sont R15. La totalité de la bâche fait office d'exutoire de fumées.

Il abrite le stockage de bobines mères de papier et carton. Les bobines sont entreposées sur 3-4 niveaux de stockage, permettant d'atteindre une hauteur de stockage maximale de 5 m. Il peut aussi y avoir quelques palettes bois. Celles-ci ne sont pas incluses dans la modélisation en raison de leur très faible proportion et de leur pouvoir calorifique analogue à celui du papier.

Le stockage sera divisé en deux îlots, situés de part et d'autre d'une allée centrale de circulation.

Le scénario est un départ de feu dans un des îlots latéraux et une généralisation à l'ensemble du bâtiment de stockage de papier et carton.

## 3.3.1.2 Géométrie de la cellule modélisée

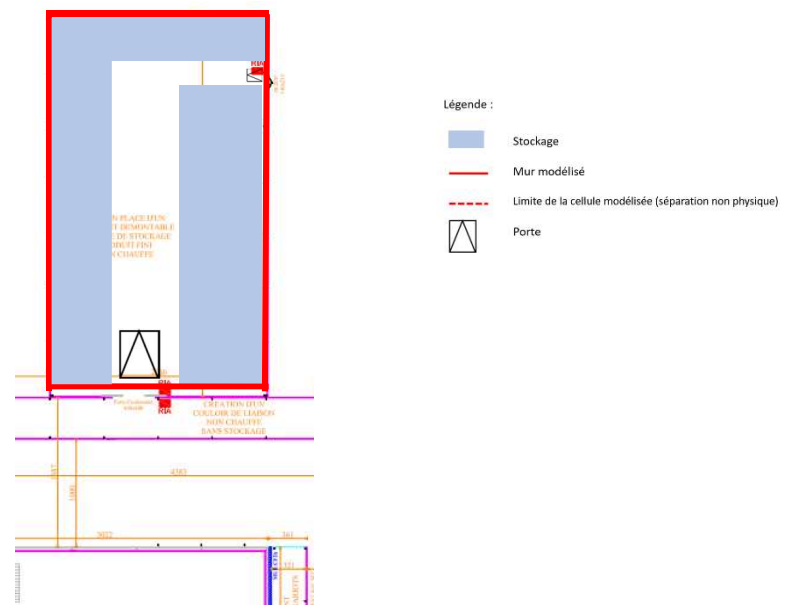


Figure 13 : configuration réelle du nouveau barnum matières premières

En raison des limites du logiciel, la disposition du stockage a été simplifiée en considérant que le stockage était constitué de 2 ilots latéraux de 8 m de large et de 35 m de long, séparés par une allée centrale de 4 m de large et de 35 m de long.

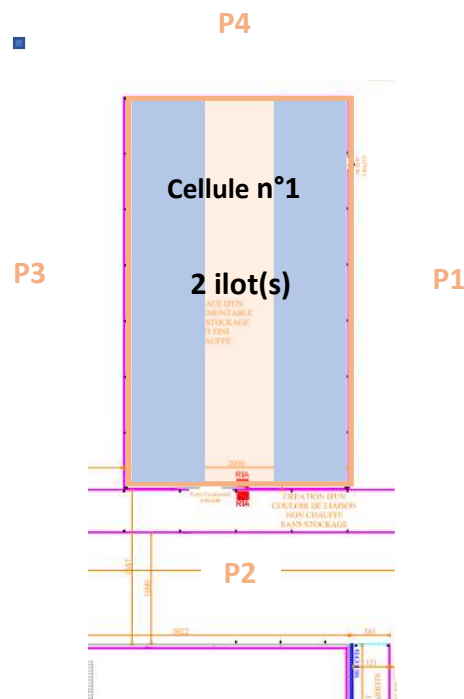


Figure 14 : configuration utilisée pour la modélisation FLUMILOG du nouveau barnum.

La paroi P2 est munie d'une porte de 4 m de large par 4 m de haut. La paroi P1 est munie d'une porte de 1.4 m de large par 2.15 m de haut.

Les caractéristiques géométriques sont présentées en détail dans le rapport FLUMILOG<sup>10</sup>.

### 3.3.1.3 Hypothèses de modélisation

Les bobines de papier et carton sont stockées en masse (îlots formés par superposition de bobines). Au niveau de ce stockage, à l'exception de quelques palettes bois, il n'y a pas d'emballages tels que films plastiques, ...

Dans le cadre de la modélisation, la palette type du bâtiment (1.2\*0.8\*5m) correspond approximativement à une colonne de bobines superposées sur 4 hauteurs, soit une hauteur totale de stockage d'environ 5 m. La masse volumique de cette palette type de 220 kg/m<sup>3</sup> a été obtenue en divisant la masse totale de stockage du bâtiment par le volume réellement occupé (surface des îlots \* hauteur moyenne de 5 m).

Produit	Papier/carton 100 %
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) <sup>11</sup>	18 MJ/kg
Masse volumique (moyenne)	220 kg/m <sup>3</sup>
Hauteur de stockage (moyenne)	5 m
Surface de stockage max	560 m <sup>2</sup>

*Tableau 6 : Hypothèses de modélisation pour le nouveau barnum.*

### 3.3.2 Résultats

Le rapport FLUMILOG complet est présenté en annexe<sup>10</sup>.

Dans le cas de l'incendie généralisé du bâtiment matières premières, les flux thermiques extérieurs modélisés par le logiciel FLUMILOG sont représentés ci-dessous :

---

<sup>10</sup> Voir Annexe 1 : Rapport FLUMILOG NOUVEAU BARNUM

<sup>11</sup> Valeur paramétrée par défaut dans le logiciel FLUMILOG

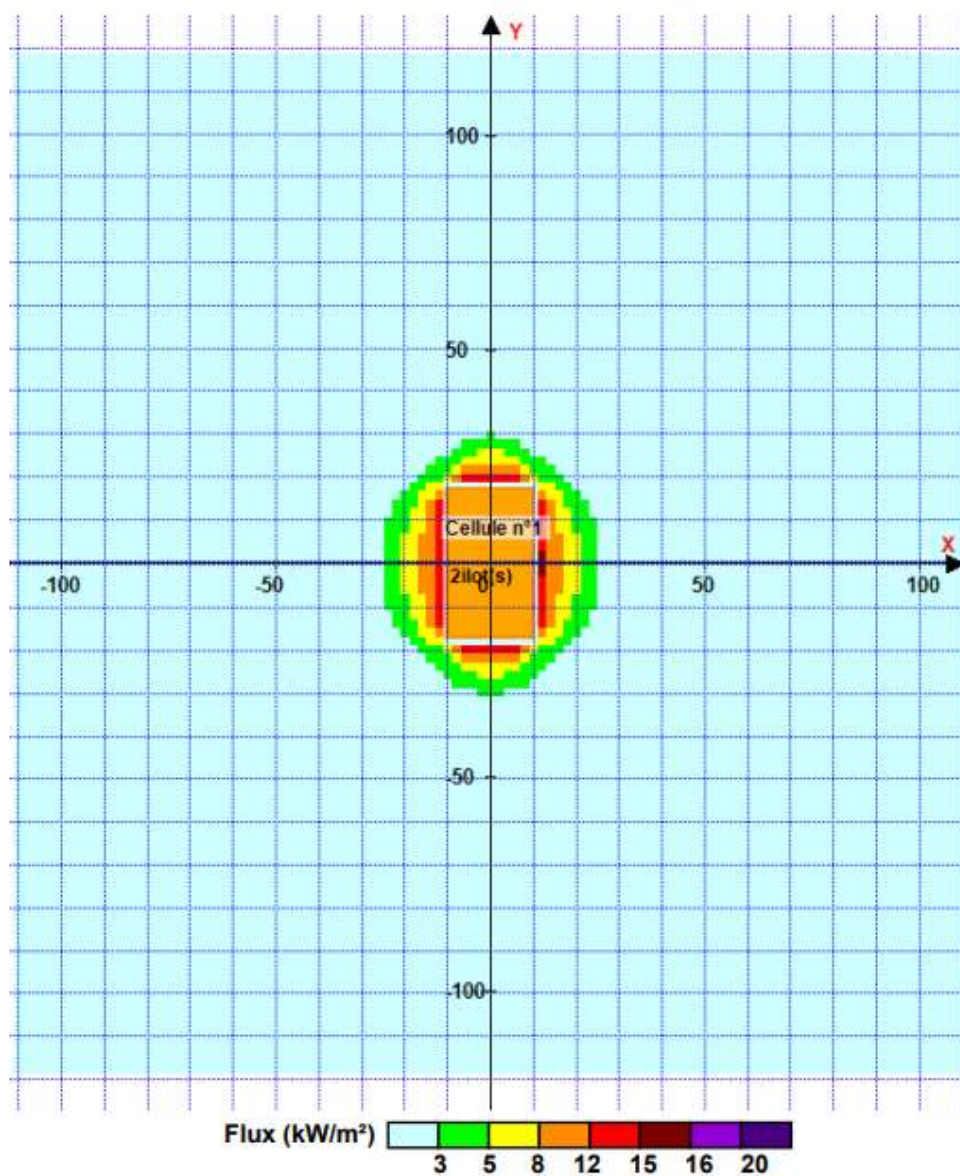
**Distance d'effets des flux maximum**

Figure 15 : Flux thermiques extérieurs en cas d'incendie généralisé du nouveau barnum

La durée d'incendie dans la cellule est d'environ 3H20 (200 min).

La cartographies à l'échelle des effets est présentée en annexe<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Voir Annexe 4 : Cartographie des effets de flux thermiques

Les flux thermiques émis à l'extérieur du bâtiment sont les suivants pour une hauteur de cible de 1,8 m.

Façade exposée	Distance des effets thermiques (en m) à partir de la paroi		
	SEI 3 KW/m <sup>2</sup>	SEL 5 KW/m <sup>2</sup>	SELS 8 KW/m <sup>2</sup>
NE	12	9	5
SE	14	10	7
SW	12	9	5
NW	14	10	7

Tableau 7 : Distances maximales d'effets des flux thermique en cas d'incendie du nouveau barnum

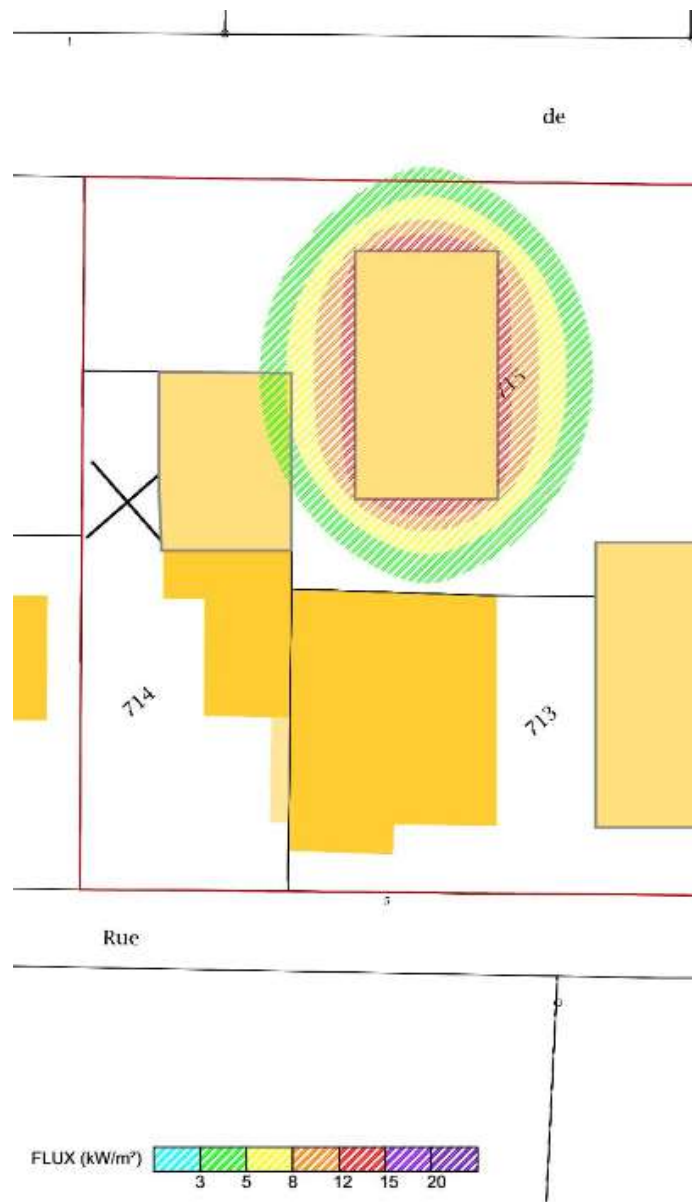


Figure 16 : Cartographie des effets en cas d'incendie du nouveau barnum

### 3.3.3 Conclusion

La modélisation de l'incendie généralisé du nouveau barnum de stockage de matières premières montre que les effets liés aux flux thermiques sortent des limites de propriété.

Toutefois, la zone extérieure impactée par le seuil des effets irréversibles (3 kW/m<sup>2</sup>) reste limitée puisqu'elle correspond à une bande de 3 m de l'avenue de l'Europe (RD 163) qui a une fréquentation comprise entre 1 500 et 3 000 véhicules par jour. A ce niveau, il est important de préciser que les feux de bobines ont une cinétique lente qui permettrait de fermer la circulation de cette route avant que l'incendie soit pleinement développé. La zone d'effets irréversibles touche également la façade Est de la zone de stockage de produits finis. Compte tenu de la présence de la paroi et de l'inertie de l'incendie, les effets sur le personnel présent seraient limités.

Il faut aussi rappeler que le logiciel FLUMILOG se place dans des conditions majorantes sans tenir compte des moyens de protection du site et de la proximité des services de secours à moins de 100 m.

La zone des effets mortels (5 kW/m<sup>2</sup>) reste cantonnée à l'intérieur des limites de propriété. Elle touche l'angle Nord-Est de la zone de stockage de produits finis. Pour les mêmes raisons que pour le flux de 3 Kw/m<sup>2</sup>, l'impact sur le personnel serait limité par la présence de la paroi du bâtiment et la cinétique lente de l'incendie.

Le seuil des effets domino (8 kW/m<sup>2</sup>) n'atteint aucun autre bâtiment.

## **ANNEXE**

Annexe 1 : Rapport FLUMILOG ANCIEN BARNUM

Annexe 2 : Rapport FLUMILOG PDTSFINIS\_1

Annexe 3 : Rapport FLUMILOG NOUVEAU BARNUM

Annexe 4 : Cartographie des effets de flux thermiques

**Annexe 1 : Rapport FLUMILOG ANCIEN BARNUM**



**Annexe 2 : Rapport FLUMILOG PDTSFINIS\_1**

**Annexe 3 : Rapport FLUMILOG NOUVEAU BARNUM**

**Annexe 4 : Cartographie des effets de flux thermiques (Echelle 1/1 080 environ )**