

A l'attention de  
**Proform**

Date  
**Février 2024**

Référence  
**REH2022N00010-R3**

# **VOURLES (69)**

## **DEMANDE**

## **D'ENREGISTREMENT : PJ**

## **N°3 : DEMANDE**

## **D'AMENAGEMENT DE**

## **PRESCRIPTIONS**



QSSE Temp015 Rev H



## VOURLES (69)

### DEMANDE D'ENREGISTREMENT : PJ N 3 : DEMANDE D'AMENAGEMENT DE PRESCRIPTIONS

Référence **REH2022N00010-R3**  
Version **V3**  
Date **23/02/2024**  
Rédacteur **Hélène Salles**  
Vérificateur **Frédérique Yackowlew**  
Approbateur **Christian Blangis**

Rédacteur :



Vérificateur :



Approbateur :



*Ramboll a rédigé ce document à la demande du client et pour répondre aux objectifs qui y sont précisés. Le présent document et ceux qui l'accompagnent ont pour seul destinataire le client. Ils ne peuvent être utilisés, ni divulgués à toute autre personne, en partie ou dans leur intégralité, sans l'autorisation écrite expresse préalable de Ramboll. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers et ne saurait être tenu responsable des pertes, dommages ou frais occasionnés de quelque nature que ce soit qui seraient dus à l'interprétation par ce tiers des informations contenues dans le présent document.*

#### Révision du Document

Révision	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Description
V1	30/06/2023	HSA	FYA	CBL	Version initiale
V2	14/09/2023	HSA	FYA	CBL	Version révisée
V3	23/02/2024	HSA	FYA	CBL	Version consolidée
Contact client Directeur de projet		Christian Blangis cblangis@ramboll.com Tél : +33 (4) 42904249			
Ramboll France SAS 155, rue Louis de Broglie, Immeuble le Cézanne 13100 AIX-EN-PROVENCE Tel : +33 (0)4 42 90 74 96 Fax : +33 (0)4 42 90 71 58				SAS au capital de 38 115 € Représentant Légal : Mette Søs Lassenen RCS AIX-EN-PROVENCE 2002 B 1288 SIRET : 443 685 029 00094 APE : 7112B	

Etablissement émetteur :  
Ramboll  
Immeuble Le Cézanne  
155 rue Louis de Broglie  
13100 Aix-en-Provence  
T +33 (0)4 42 90 74 96  
F +33 (0)4 42 90 71 58  
www.ramboll.com

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE REGLEMENTAIRE</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>NATURE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICATION DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT</b>	<b>4</b>
3.1	Contexte	4
3.2	Tenue au feu des façades extérieures	5
3.3	Désenfumage de la zone logistique	6
<b>4.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>7</b>
	<b>LIMITATIONS ET RESPONSABILITES</b>	<b>9</b>

## ANNEXES

### Annexe 1

Note de modélisation flumilog

### Annexe 2

Etude d'ingenierie CSTB

## 1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Conformément à l'article R. 512-46-5 du code de l'environnement, le pétitionnaire d'une demande d'enregistrement ICPE peut demander un aménagement aux prescriptions générales applicables à son activité.

## 2. NATURE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT

Proform sollicite un aménagement aux prescriptions générales édictées à :

- l'article 11 de l'arrêté ministériel de prescriptions générales (AMPG) du 14 décembre 2013 relatif à la rubrique 2560 ;
- l'article 2.4.2 de l'AMPG du 27 juillet 2015 relatif à la rubrique 2563 ;
- l'article 13 de l'arrêté ministériel de prescriptions générales (AMPG) du 14 décembre 2013 relatif à la rubrique 2560 ;
- l'article 13 de l'AMPG du 9 avril 2019 relatif à la rubrique 2565 ;

L'article 11 de l'AMPG du 14/12/2013 précise :

*Les locaux à risque incendie présentent les caractéristiques de réaction et de résistance au feu minimales suivantes :*

- matériaux de classe A1 ou A2 s1 d1 selon NF EN 13 501-1 ;
- murs extérieurs : REI 90 ;
- murs séparatifs : REI 90 ;
- planchers/sol : REI 90 ;
- portes et fermetures : EI 90 ;
- toitures et couvertures de toiture BROOF (t3).

*Les ouvertures effectuées dans les éléments séparatifs (passage de gaines et canalisations, de convoyeurs) sont munies de dispositifs assurant un degré coupe-feu équivalent à celui exigé pour ces éléments séparatifs.*

*Les justificatifs attestant des propriétés de résistance au feu sont conservés et tenus à la disposition de l'inspection de l'environnement, spécialité installations classées.*

L'article 2.4.2 de l'AMPG du 27/07/2015 précise :

*Les locaux à risque incendie présentent les caractéristiques de résistance au feu minimales suivantes :*

- murs extérieurs et murs séparatifs REI 90 ;
- planchers REI 90 ;
- portes et fermetures résistantes au feu (y compris celles comportant des vitrages et des quincailleries) et leurs dispositifs de fermeture EI 90.

L'article 13 des AMPG du 14/12/2013 et du 09/04/2019 précise :

*Les locaux à risque incendie sont équipés en partie haute de dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur (DENFC), conformes à la norme NF EN 12101-2, version décembre 2003, permettant l'évacuation à l'air libre des fumées, gaz de combustion, chaleur et produits imbrûlés dégagés en cas d'incendie.*

*Ces dispositifs sont composés d'exutoires à commande automatique et manuelle (ou autocommande). La surface utile d'ouverture de l'ensemble des exutoires n'est pas inférieure à 2 % de la surface au sol du local.*

*Afin d'équilibrer le système de désenfumage et de le répartir de manière optimale, un DENFC de superficie utile comprise entre 1 et 6 m<sup>2</sup> est prévue pour 250 m<sup>2</sup> de superficie projetée de toiture.*

*En exploitation normale, le réarmement (fermeture) est possible depuis le sol du local ou depuis la zone de désenfumage. Ces commandes d'ouverture manuelle sont placées à proximité des accès et installées conformément à la norme NF S 61-932, version décembre 2008.*

*L'action d'une commande de mise en sécurité ne peut pas être inversée par une autre commande.*

*Les dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur sont à adapter aux risques particuliers de l'installation.*

*Tous les dispositifs installés en référence à la norme NF EN 12 101-2, version décembre 2003, présentent les caractéristiques suivantes :*

- système d'ouverture de type B (ouverture + fermeture) ;
- fiabilité : classe RE 300 (300 cycles de mise en sécurité). Les exutoires bifonction sont soumis à 10 000 cycles d'ouverture en position d'aération ;
- la classification de la surcharge neige à l'ouverture est SL 250 (25 daN/m<sup>2</sup>) pour des altitudes inférieures ou égales à 400 mètres et SL 500 (50 daN/m<sup>2</sup>) pour des altitudes supérieures à 400 mètres et intérieures ou égales à 800 mètres. La classe SL 0 est utilisable si la région d'implantation n'est pas susceptible d'être enneigée ou si des dispositions constructives empêchent l'accumulation de la neige. Au-dessus de 800 mètres, les exutoires sont de la classe SL 500 et installés avec des dispositions constructives empêchant l'accumulation de la neige ;
- classe de température ambiante T(00) ;
- classe d'exposition à la chaleur B300.

*Des amenées d'air frais d'une superficie au moins égale à la surface des plus grands exutoires sont réalisées soit par des ouvrants en façade soit par des bouches raccordées à des conduits, soit par les portes des locaux à désenfumer donnant sur l'extérieur.*

Proform souhaite pouvoir déroger à l'obligation de mettre en place :

- Des murs extérieurs REI90 pour les locaux à risque d'incendie (hors local traitement de surface) ;
- Une surface utile d'exutoires de 2% de la surface au sol du local pour la zone logistique.

Les éléments de justification de l'acceptabilité de cette demande sont présentés ci-après.

### 3. JUSTIFICATION DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT

Pour rappel, les locaux à risque d'incendie identifiés au niveau du projet sont constitués uniquement de la zone logistique (local à risque d'incendie), comme indiqué en Figure 1.

Plan des ateliers :

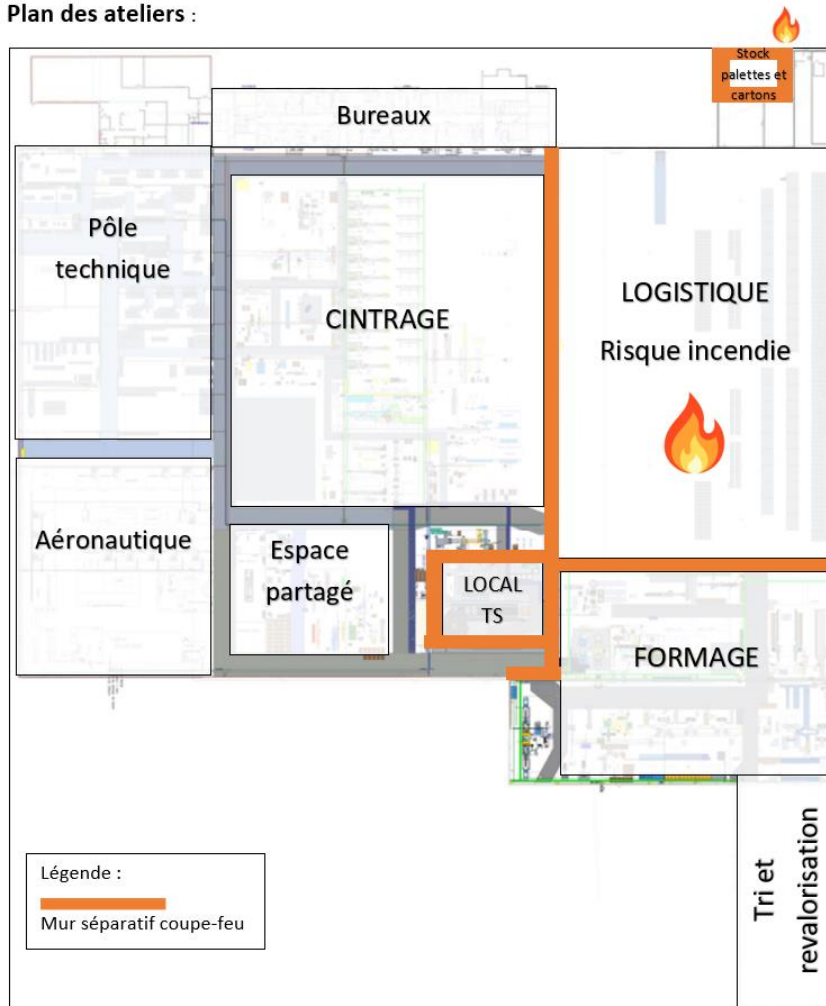


Figure 1 : Localisation du local à risque d'incendie

#### 3.1 Contexte

Afin de réduire l'impact environnemental global de son projet de transfert d'activités, notamment en termes d'utilisation des ressources et d'artificialisation des sols, Proform a fait le choix de réutiliser une friche industrielle : l'ancien site CROWN à Vourles, en cessation d'activité depuis 2018.

Ainsi, bien que les installations soient considérées comme des « *installations nouvelles* » au regard des prescriptions générales applicables, les activités seront mises en œuvre au sein de bâtiments déjà construits et adaptés, dans la mesure du possible, pour répondre aux besoins opérationnels de Proform.

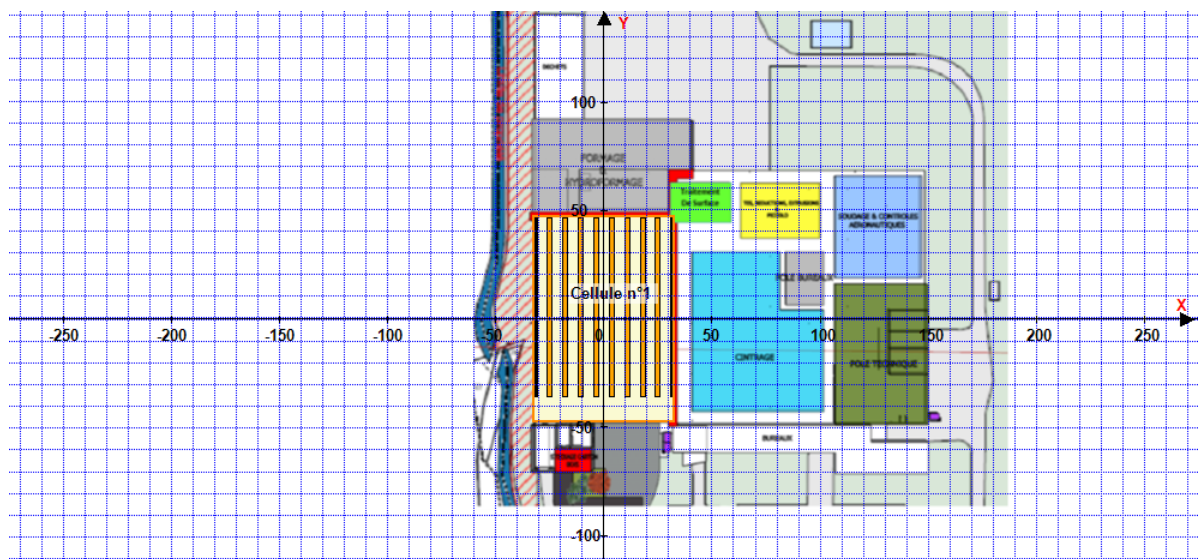
Dans cette démarche, les prescriptions générales applicables aux différentes rubriques et régimes de classement concernés ont été analysées afin de garantir le respect de la réglementation en vigueur, garantir le plus haut niveau de sécurité et minimiser l'impact environnemental des activités.

### 3.2 Tenue au feu des façades extérieures

Cette modélisation a pris comme hypothèse (majorante) une configuration de stockage en rack sur l'intégralité de la cellule à l'exception d'une zone de préparation de 11,7 m à l'avant de la cellule. Une palette de composition correspondant à la composition moyenne des palettes Proform a été prise en compte pour le calcul :

- 220 kg d'acier (produits finis) ;
- 14 kg de bois palette ;
- 6 kg de carton (emballage carton) ;
- 1 kg de plastique PE (emballage film plastique).

**Les résultats de cette modélisation montrent qu'aucun flux thermique supérieur à 3 kW/m<sup>2</sup> n'est généré à l'extérieur du bâtiment par l'incendie du magasin (voir Figure 2).**



**Figure 2 : Résultat de la modélisation de l'incendie du magasin (flumilog)**

<sup>1</sup> La partie basse étant constituée d'une structure béton et de panneau en béton cellulaire respectant une résistance au feu d'au moins 90 minutes.



De plus, il convient de noter que l'ensemble de la structure de cette zone est faite de béton armé (mur, poteau, charpente). De ce fait une rupture de la partie vitrée ne peut entraîner une ruine immédiate de la structure du fait que celle-ci repose sur des piliers béton toute hauteur.

Il est également prévu la mise en place d'une détection infrarouge sur la zone reportée sur un SSI de catégorie A dont toute alarme est reportée vers les astreintes et une société de surveillance, ainsi que d'un réseau de caméras permettant la levée de doute immédiate suite à alarme en cas d'absence de personnels (week-end).

### 3.3 Désenfumage de la zone logistique

L'article 13 de l'arrêté du 14/12/13 applicable aux installations nouvelles relevant de la rubrique 2560 prescrit, que la surface utile d'ouverture de l'ensemble des exutoires des locaux à risque d'incendie ne doit pas être inférieure à 2 % de la surface au sol du local. Or, la zone logistique/magasin prévue dans le cadre du projet ne possède pas une surface d'exutoires correspondant à 2% de la surface au sol du local.

Afin de vérifier la performance de la configuration proposée par Proform (1% de surface utile de désenfumage), une étude d'ingénierie incendie a été réalisée par le CSTB (voir annexe 2).

Une définition pertinente de cet objectif peut être trouvée dans la réglementation des Etablissements Recevant du public (arrêté du 25 juin 1980 modifié) :

*« Le désenfumage a pour objet d'extraire, en début d'incendie, une partie des fumées et des gaz de combustion afin de maintenir praticables les cheminements destinés à l'évacuation du public. Le désenfumage peut concourir également à limiter la propagation de l'incendie et faciliter l'intervention des secours. »*

Ainsi, l'étude d'ingénierie incendie a pour objectif de démontrer que la configuration du désenfumage est compatible avec l'évacuation des personnes présentes dans le local en cas de départ d'incendie.

Dans les 2 scénarios modélisés (feu de racks de stockages de produits finis et feu d'un engin de manutention), **le système de désenfumage de l'entrepôt de stockage garantit des temps suffisamment importants pour permettre l'évacuation des travailleurs.**

**La conclusion de l'étude indique que "l'intervention des secours est possible dans l'ensemble de l'entrepôt jusqu'à 30 minutes d'incendie à l'exclusion des zones proches des foyers."**

## 4. CONCLUSION

Au regard, d'une part, des résultats de la modélisation des effets thermique de l'incendie généralisé du magasin à l'extérieur du bâtiment, et d'autre part, des conclusions de l'étude d'ingénierie incendie de la performance du désenfumage de ce même bâtiment, il est démontré que le niveau de sécurité des installations n'est pas compromis par le non-respect de la tenue au feu REI90 sur la partie haute des façades extérieures de la zone logistique, ni par une surface utile de désenfumage de 1% de la surface au sol du local.

Proform demande donc un aménagement des prescriptions générales édictées aux articles 11 de l'AMPG du 14/12/2013, article 2.4.2 de l'AMPG du 27/07/2015 et 13 des AMPG du 14/12/2013 et du 09/04/2019 comme suit :

### Article 11

*Les locaux à risque incendie présentent les caractéristiques de réaction et de résistance au feu minimales suivantes :*

- matériaux de classe A1 ou A2 s1 d1 selon NF EN 13 501-1 ;
- murs extérieurs : REI 90 **jusqu'à 7 m de hauteur** ;
- murs séparatifs : REI 90 ;
- planchers/sol : REI 90 ;
- portes et fermetures : EI 90 ;
- toitures et couvertures de toiture BROOF (t3).

*Les ouvertures effectuées dans les éléments séparatifs (passage de gaines et canalisations, de convoyeurs) sont munies de dispositifs assurant un degré coupe-feu équivalent à celui exigé pour ces éléments séparatifs.*

*Les justificatifs attestant des propriétés de résistance au feu sont conservés et tenus à la disposition de l'inspection de l'environnement, spécialité installations classées.*

### Article 2.4.2

*Les locaux à risque incendie présentent les caractéristiques de résistance au feu minimales suivantes :*

- murs extérieurs **jusqu'à 7 m de hauteur** et murs séparatifs REI 90 ;
- planchers REI 90 ;
- portes et fermetures résistantes au feu (y compris celles comportant des vitrages et des quincailleries) et leurs dispositifs de fermeture EI 90.

### Article 13

*Les locaux à risque incendie sont équipés en partie haute de dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur (DENFC), conformes à la norme NF EN 12101-2, version décembre 2003, permettant l'évacuation à l'air libre des fumées, gaz de combustion, chaleur et produits imbrûlés dégagés en cas d'incendie.*

*Ces dispositifs sont composés d'exutoires à commande automatique et manuelle (ou autocommande). La surface utile d'ouverture de l'ensemble des exutoires n'est pas inférieure à **1 %** de la surface au sol du local.*

*Afin d'équilibrer le système de désenfumage et de le répartir de manière optimale, un DENFC de superficie utile comprise entre 1 et 6 m<sup>2</sup> est prévue pour 250 m<sup>2</sup> de superficie projetée de toiture.*

*En exploitation normale, le réarmement (fermeture) est possible depuis le sol du local ou depuis la zone de désenfumage. Ces commandes d'ouverture manuelle sont placées à proximité des accès et installées conformément à la norme NF S 61-932, version décembre 2008.*

*L'action d'une commande de mise en sécurité ne peut pas être inversée par une autre commande.*

*Les dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur sont à adapter aux risques particuliers de l'installation.*

*Tous les dispositifs installés en référence à la norme NF EN 12 101-2, version décembre 2003, présentent les caractéristiques suivantes :*

- système d'ouverture de type B (ouverture + fermeture) ;*
- fiabilité : classe RE 300 (300 cycles de mise en sécurité). Les exutoires bifonction sont soumis à 10 000 cycles d'ouverture en position d'aération ;*
- la classification de la surcharge neige à l'ouverture est SL 250 (25 daN/m<sup>2</sup>) pour des altitudes inférieures ou égales à 400 mètres et SL 500 (50 daN/m<sup>2</sup>) pour des altitudes supérieures à 400 mètres et intérieures ou égales à 800 mètres. La classe SL 0 est utilisable si la région d'implantation n'est pas susceptible d'être enneigée ou si des dispositions constructives empêchent l'accumulation de la neige. Au-dessus de 800 mètres, les exutoires sont de la classe SL 500 et installés avec des dispositions constructives empêchant l'accumulation de la neige ;*
- classe de température ambiante T(00) ;*
- classe d'exposition à la chaleur B300.*

*Des amenées d'air frais d'une superficie au moins égale à la surface des plus grands exutoires sont réalisées soit par des ouvrants en façade soit par des bouches raccordées à des conduits, soit par les portes des locaux à désenfumer donnant sur l'extérieur.*

## LIMITATIONS ET RESPONSABILITES

*Ramboll France SAS ("Ramboll") a rédigé ce document à l'usage exclusif du client selon l'accord entre Ramboll et le client qui établit, entre autres, l'objectif, le cadre et les termes et conditions de la mission. Aucune autre garantie, exprimée ou implicite, n'est donnée quant aux jugements professionnels inclus dans ce document, ou concernant tout sujet qui n'entrerait pas dans le cadre de la mission convenue avec le client ou qui ne répondrait pas aux objectifs visés par le document et le cahier des charges associé, ou concernant tout autre service fourni par Ramboll.*

*Afin de mener à bien sa mission et rédiger ce document, Ramboll s'est appuyé sur les données publiques disponibles et sur les informations fournies par le client et par des tiers. En conséquence, les conclusions présentées dans ce document ne sont valides que dans la mesure où les informations fournies à Ramboll étaient correctes, complètes et disponibles à la date d'émission du document.*

*La mission de Ramboll ne peut être considérée comme un conseil juridique, et ne représente pas une revue exhaustive des conditions ou de la conformité réglementaire des sites considérés. Le présent document et ceux qui l'accompagnent ont pour seul destinataire le client. Ils ne peuvent être utilisés ni divulgués à toute autre personne, en partie ou dans leur intégralité, sans l'autorisation écrite expresse préalable de Ramboll. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers, à moins d'un accord formel préalable, à la seule discrétion de Ramboll.*

*Sauf spécification contraire, l'étendue des services, les évaluations et conclusions présentées dans ce document supposent que le site continuera à être employé pour la même activité, sans changements majeurs sur site ou autour du site.*

## **ANNEXE 1**

### **NOTE DE MODELISATION FLUMILOG**



Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calcul V5.61

# Flux Thermiques

## Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	HeleneSalles
Société :	Ramboll
Nom du Projet :	Profrom_log_1687947047
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	28/06/2023 à 12:08:47 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	28/6/23

# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

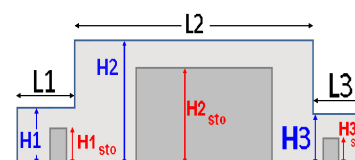
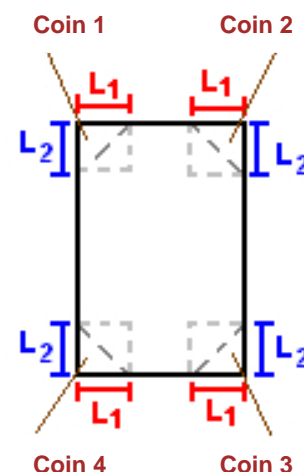
Hauteur de la cible : **1.8** m

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la cellule (m)	<b>95.0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)	<b>65.0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)	<b>10.0</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>
		L2 (m)	<b>0.0</b>

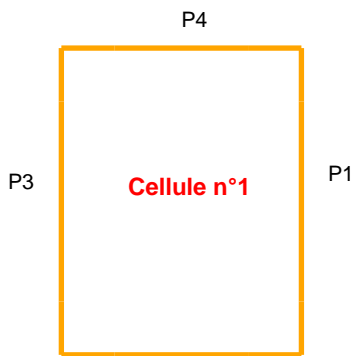
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
H (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
H sto (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>15</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>Panneaux beton</b>
Nombre d'exutoires	<b>10</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3.0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2.0</b>

## Parois de la cellule : Cellule n°1



P2	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
<b>Composantes de la Paroi</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Monocomposante</b>
<b>Structure Support</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>
<b>Nombre de Portes de quais</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur des portes (m)</b>	<b>0.0</b>	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Hauteur des portes (m)</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>	<b>0.0</b>
	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>
<b>Matériau</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>90</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>90</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>90</b>
<b>Largeur (m)</b>		<b>32.5</b>	<b>47.5</b>	
<b>Hauteur (m)</b>		<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	
		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>	
<b>Matériau</b>		<b>bardage simple peau</b>	<b>bardage simple peau</b>	
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>Largeur (m)</b>		<b>32.5</b>	<b>47.5</b>	
<b>Hauteur (m)</b>		<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	
		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>	
<b>Matériau</b>		<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>Largeur (m)</b>		<b>32.5</b>	<b>47.5</b>	
<b>Hauteur (m)</b>		<b>7.0</b>	<b>7.0</b>	
		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>	
<b>Matériau</b>		<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>		<b>90</b>	<b>90</b>	
<b>Largeur (m)</b>		<b>32.5</b>	<b>47.5</b>	
<b>Hauteur (m)</b>		<b>7.0</b>	<b>7.0</b>	

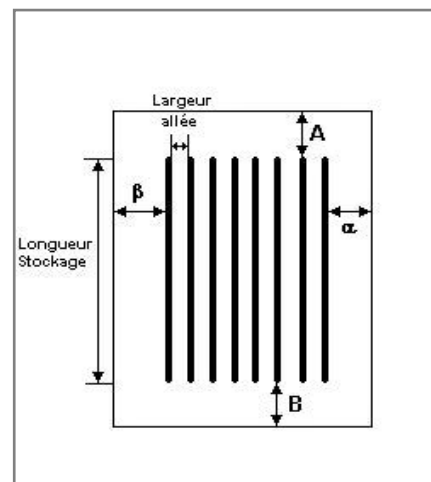


## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux **4**  
Mode de stockage **Rack**

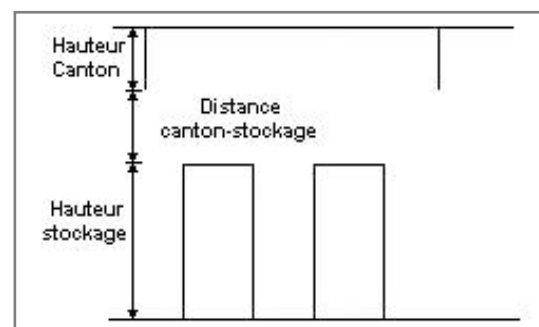
### Dimensions

Longueur de stockage **83.0** m  
Déport latéral a **0.3** m  
Déport latéral b **0.3** m  
Longueur de préparation A **0.3** m  
Longueur de préparation B **11.7** m  
Hauteur maximum de stockage **7.2** m  
Hauteur du canton **1.7** m  
Ecart entre le haut du stockage et le canton **1.1** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
Nombre de double racks **8**  
Largeur d'un double rack **2.4** m  
Nombre de racks simples **2**  
Largeur d'un rack simple **1.2** m  
Largeur des allées entre les racks **4.8** m



## Palette type de la cellule Cellule n°1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1.2** m  
Largeur de la palette : **0.8** m  
Hauteur de la palette : **1.8** m  
Volume de la palette : **1.7** m<sup>3</sup>  
Nom de la palette : **Palette Proform**

Poids total de la palette : **241.0** kg

### Composition de la Palette (Masse en kg)

PE	Carton	Palette Bois	Acier	NC	NC	NC
1.0	6.0	14.0	220.0	0.0	0.0	0.0

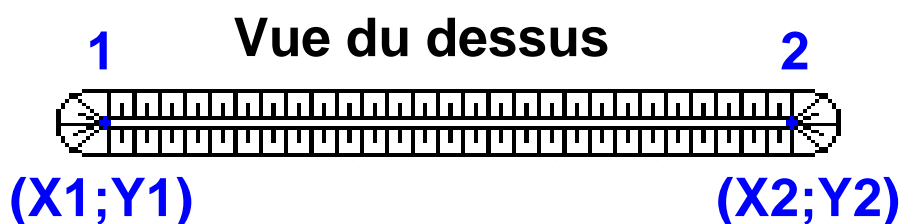
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **7.9** min  
Puissance dégagée par la palette : **688.5** kW

## Merlons



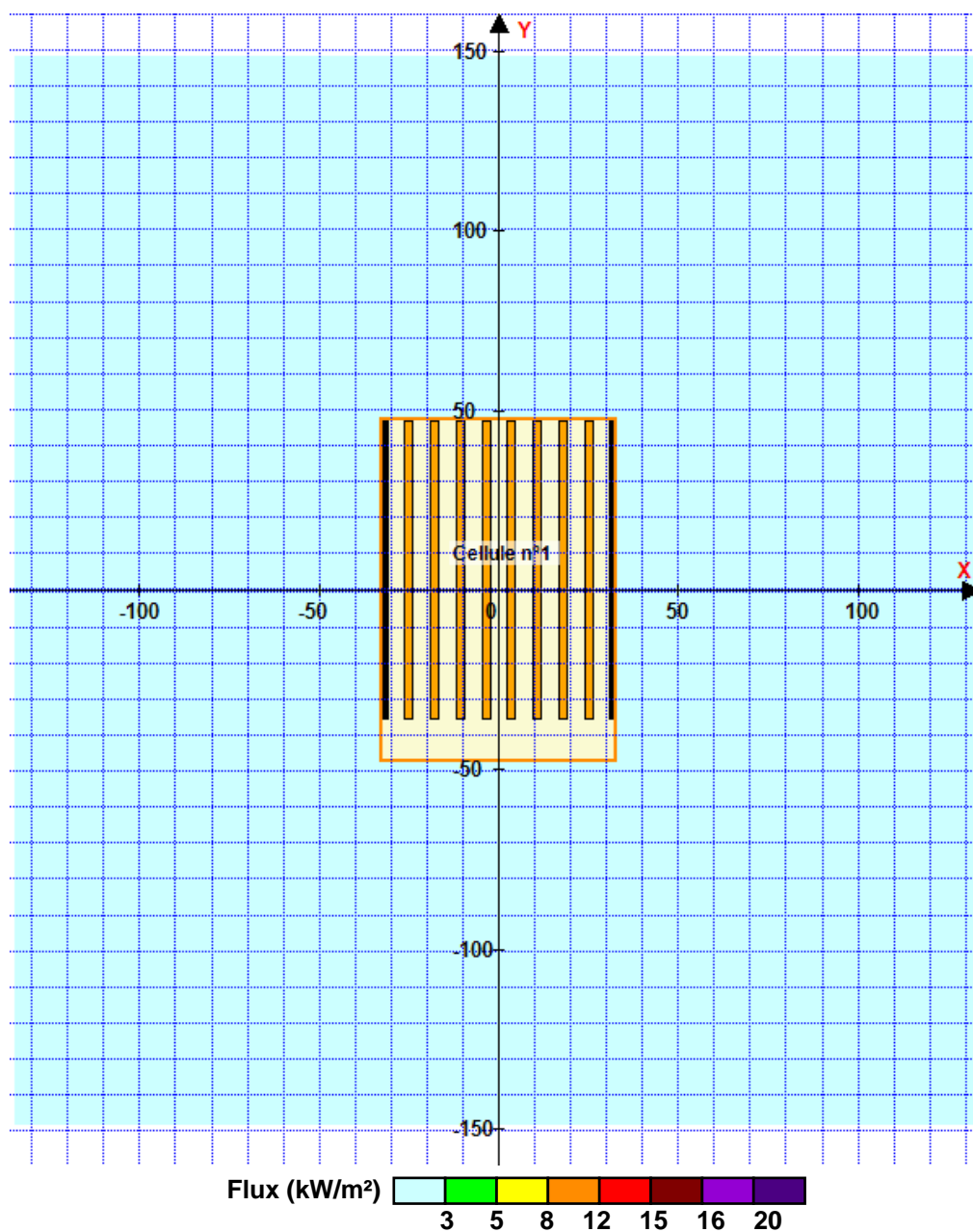
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **67.0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : 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.

## **ANNEXE 2**

### **ETUDE D'INGENIERIE CSTB**

N° affaire : P-00091205



# ÉTUDE D'INGÉNIERIE EN DÉSENFUMAGE RELATIVE À L'ENTREPÔT CLASSÉ ICPE DE PROFORM

## Rapport d'étude

### Demandeur de l'étude :

SOCIETE : Proform

ADRESSE : 4-8 Route du Caillou – ZA des Sables, 69630 Chaponost, France

Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
Renato MOLE-ANTONIAZZA 	Paul LARDET 	El Mehdi KOUTAIBA 	1.0	07/07/2023

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce rapport d'étude comporte 19 pages dont 2 pages d'annexes.

### CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social &gt; 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

# ÉTUDE D'INGÉNIERIE EN DÉSENFUMAGE RELATIVE À L'ENTREPÔT CLASSÉ ICPE DE PROFORM

## Rapport d'étude

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.0	07/07/2023	- Création	/

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. RAPPEL DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>5</b>
2.1. CONTEXTE ET OBJET DE L'ÉTUDE .....	5
2.2. DESCRIPTION DES LOCAUX D'ÉTUDE .....	5
2.3. SOLUTIONS DE DÉSENFUMAGE .....	6
2.4. CONDITIONS D'EXPLOITATION ET STRATÉGIE D'ÉVACUATION.....	8
<b>3. RAPPEL DES OBJECTIFS DE SÉCURITÉS ET CRITÈRES RETENUS .....</b>	<b>9</b>
3.1. OBJECTIFS DE SÉCURITÉ.....	9
3.2. IDENTIFICATION DES CIBLES .....	9
3.3. CRITÈRES DE PERFORMANCE .....	10
<b>4. SCÉNARIOS DE FEU .....</b>	<b>10</b>
<b>5. OUTIL, MODÈLE NUMÉRIQUE ET GRANDEURS EXPLOITÉES .....</b>	<b>13</b>
5.1. PRÉSENTATION DE L'OUTIL NUMÉRIQUE .....	13
5.2. GRANDEURS EXPLOITÉES .....	13
<b>6. RÉSULTATS.....</b>	<b>13</b>
6.1. SCÉNARIO 1 : FEU DE RACKS DE STOCKAGES DE PRODUITS FINIS .....	14
6.2. SCÉNARIO 2 : FEU D'UN ENGIN DE MANUTENTION.....	16
<b>7. CONCLUSION. ....</b>	<b>17</b>
<b>ANNEXE 1    RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUCTION

Ce document constitue le rapport final relatif à l'étude d'ingénierie du désenfumage à mener pour la mise en conformité du système de désenfumage de l'entrepôt Proform situé dans la commune de Vourles.



## 2. RAPPEL DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

### 2.1. Contexte et objet de l'étude

La présente étude est réalisée dans le cadre du projet de mise en conformité du système de désenfumage de la partie stockage de l'entrepôt Proform de Vourles. Proform souhaite vérifier la performance du système de désenfumage prévu en l'état actuel du projet. Ce système est dimensionné selon la règle des 1/100ème en surface géométrique d'exutoire par rapport à la surface au sol. Cette règle est intrinsèque à la nature du bâtiment.

Le bâtiment est classé Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et soumis aux rubriques et articles associés visant le désenfumage :

- 2560 – E : Travail mécanique des métaux et alliages – Supérieure à 100 kW- Article 13
- 2563 – E : Nettoyage-dégraissage de surface quelconque, par des procédés utilisant des liquides à base aqueuse ou hydrosoluble – Supérieure à 7 500 L-Article 13,
- 2565 – E : Revêtement métallique ou traitement de surfaces quelconques par voie électrolytique ou chimique – Supérieure à 1500 L- Article 13,
- 2910 – A – D : Combustion – Article 20, à l'exclusion des installations visées par la rubriques 2770, 2771, 2971,2931 – Des combustibles différents de ceux visés au point 1 ci-dessus, avec une puissance thermique nominale supérieure ou égale à 0,1 MW, mais inférieure à 50 MW – Supérieure ou égale à 1 MW, mais inférieure à 20 MW et
- 2575 – D : Emploi de matière abrasive – La puissance maximum de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir au fonctionnement de l'installation étant supérieure à 20 kW-Annexe I

Le bâtiment est également soumis aux articles :

- R4216-13 : Les locaux de plus de 300 mètres carrés situés en rez-de-chaussée [...] comportent un dispositif de désenfumage naturel ou mécanique,
- R4216-14 : [...] La surface des sections d'évacuation des fumées est supérieure au centième de la superficie du local desservi avec un minimum de 1 mètre carré. Il en est de même pour celle des amenées d'air. [...]

du Code du travail.

### 2.2. Description des locaux d'étude

Comme mentionné précédemment, l'étude porte uniquement sur le bâtiment stockage du site.

Cette zone couvre une superficie de 65 x 95 m<sup>2</sup> soit 6175 m<sup>2</sup> sur rez-de-chaussée pour 10m de hauteur sous plafond (voir Figure 1). Les murs Est (à gauche) et Nord (en bas) ont une bande vitrée à 7 m de hauteur pour 1,2m unitaire. Les murs Ouest et Sud sont CF2H.

L'activité principale est le stockage de produits finis et matière première en ballots (voir Figure 2). Des engins de manutention permettent le stockage et le chargement des produits. Ces engins électriques possèdent des batteries lithium.



Figure 1 : Projet d'agencement intérieur

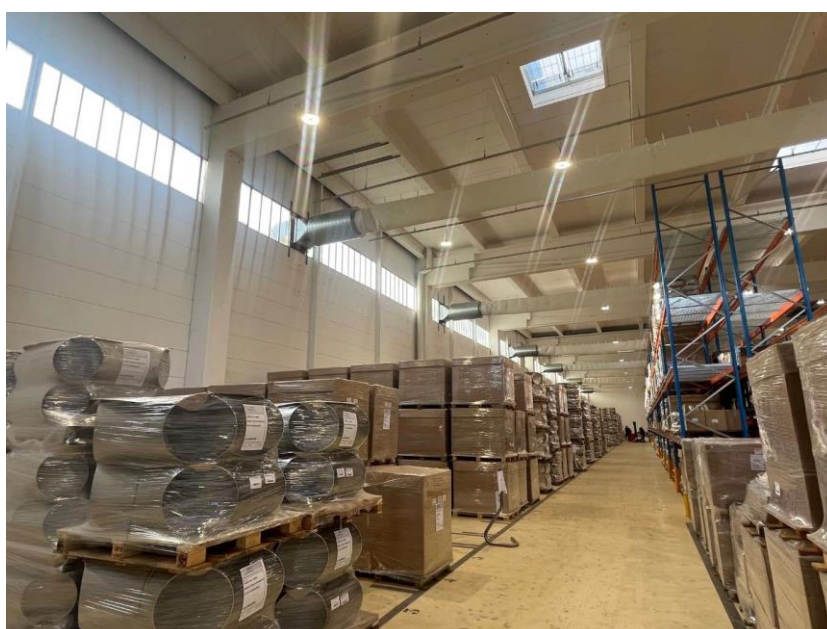


Figure 2 : Photographie intérieure - Au premier plan exemple de stockage de produits finis

### 2.3. Solutions de désenfumage

La solution de désenfumage présentée ci-dessous respecte le contexte réglementaire et les caractéristiques géométriques du bâtiment. Etant donné l'objectif de l'étude, cette solution est en l'état actuel du projet.

Le système de désenfumage est présenté Figure 4[R10]. Le projet s'appuie sur quatre cantonnements séparés par des écrans souples, l'ajout et le remplacement d'exutoires en toiture. Ces exutoires sont asservis à 4 coffret de désenfumage.

Canton	Surface	Nombre d'exutoires
1	1500 m <sup>2</sup>	5
2	1850 m <sup>2</sup>	6
3	1500 m <sup>2</sup>	5
4	1890 m <sup>2</sup>	6

Figure 3 : Principales caractéristiques des cantons 1-4

Le nombre d'exutoire en toiture dépend de la surface du canton. Dans ce cas, la règle de calcul appliquée est de considérer en fonction de la surface à désenfumer (ici celle d'un canton) :

- 1/100ème en surface géométrique et
- 1/200ème en surface utile d'installation.

De plus, la société Kingspan, prestataire du système de désenfumage, installe des exutoires de 1,8 m<sup>2</sup> de côté soit 3,24 m<sup>2</sup> de surface géométrique (voir [R10]). La surface utile est de 1,58m<sup>2</sup>. L'ouverture des lanterneaux est de moins de 1 minute. Les exutoires ont une surface géométrique totale de 71,3m<sup>2</sup>. Les amenées d'air constituent une surface géométrique totale de 136,6m<sup>2</sup>. Les cantons sont délimités par des écrans souples (voir Figure 4). La hauteur entre le bas de l'écran et le sol est de 8,0m.

En l'état actuel du projet et étant donné les données précédentes, il est fait l'hypothèse que l'ensemble des exutoires sont ouverts en début de simulation. Cette ouverture simultanée est possible étant donné que les systèmes de déclenchement des exutoires sont contigus aux issues de secours.

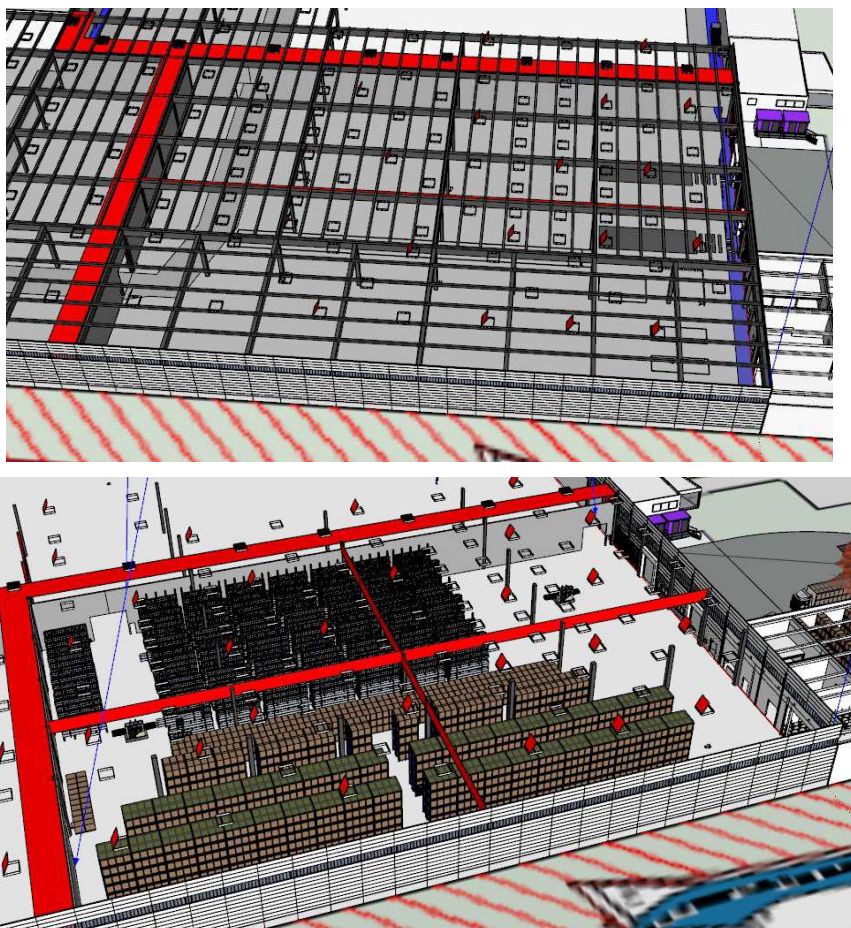


Figure 4 : (En haut) Plan de toiture et exutoires ; (En bas) Ecrans de cantonnement et exutoires



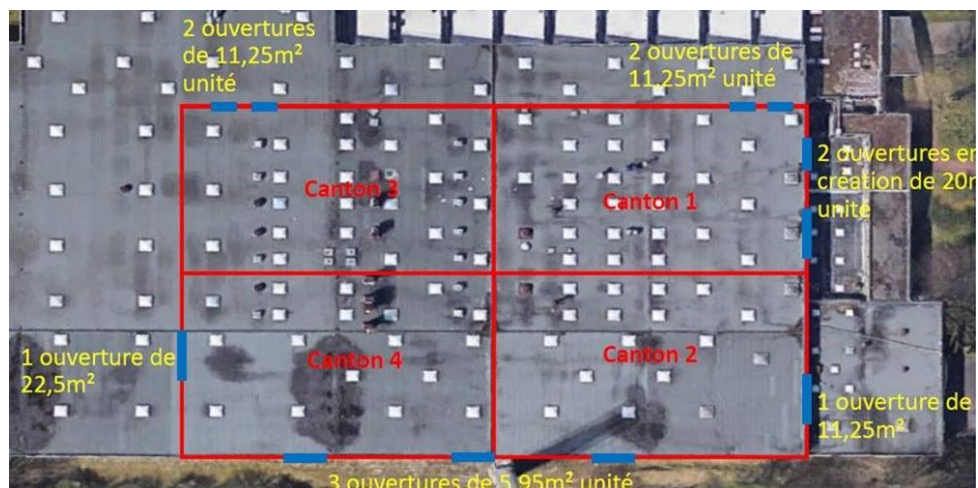


Figure 5 : Schéma des amenées d'air en fonction des cantons

## 2.4. Conditions d'exploitation et stratégie d'évacuation

Seize personnes travaillent dans l'entrepôt. Deux issues de secours sont disposées en façade nord du bâtiment (voir cercle vert Figure 6). Etant donné la configuration, la distance maximale à parcourir pour un travailleur est de 132 m environ entre la position (voir étoile bleue) et l'issue de secours la plus éloignée.

Le temps d'évacuation est défini dans [R2] comme « l'intervalle de temps qui s'écoule entre le déclenchement de l'alarme incendie et l'instant où les occupants d'une partie spécifique d'un immeuble ou de tout l'immeuble sont capables de pénétrer dans une zone de sécurité ou un refuge sûr ».

Ce temps noté  $t_{evac,i}$  dépend d'après [R1] du temps de pré-mouvement noté  $t_{pmv}$  et d'un temps de mouvement. Ce dernier est décomposé par la suite en un temps de déplacement noté  $t_{d,i}$ , un temps de débit aux portes noté  $t_{debit,i}$  et un temps d'attente dû à la congestion noté  $t_{attente,i}$ .

Le temps d'évacuation s'exprime comme :

$$t_{evac,i} = t_{d,i} + t_{debit,i} + t_{attente,i} + t_{pmv}$$

Le temps d'évacuation est une composante du temps de mise en sécurité des personnes  $t_{msp}$  qui inclue également le temps d'alarme. Ce dernier traduit le temps nécessaire à la détection de l'incendie et le temps de temporisation entre la détection et le déclenchement de l'alarme tel que :

$$t_{alarme} = t_{tempo} + t_{detection}$$

Dans l'entrepôt la détection est basée sur un système automatique par infrarouge. Le signal est ensuite envoyé vers une centrale pour le déclenchement généralisé de l'alarme.

Les hypothèses suivantes sont donc définies afin d'évaluer le temps de mise en sécurité. Le temps d'évacuation dépend de :

- Distance maximale à parcourir de 132 m,
- Vitesse de marche de 1,24 m/s[R3],
- Temps de pré-mouvement de 1 minute et
- Temps de débit et de congestion nuls.

La vitesse correspond à celle d'une personne valide. Le temps de débit et celui de congestion sont admis nuls car l'effectif est uniquement de 16 personnes à évacuer sur 3 sorties de secours.

Le temps d'alarme dépend de :

- Temps de détection nul et
- Temps de temporisation nul.

Le temps de mise en sécurité des travailleurs de l'entrepôt est donc :

$$t_{msp} = t_{d,i} + t_{debit,i} + t_{attente,i} + t_{pmv} + t_{tempo} + t_{detection}$$

$$t_{msp} = \frac{132}{1,24} + 0 + 0 + 60 + 0 + 0 = 167 \text{ secondes (3 minutes)}$$

Le temps de mise en sécurité est égal à 3 minutes. Ce temps devra être comparé au temps d'atteinte des critères de sécurité. Le performance du système de désenfumage est évalué au regard de ces deux temps.

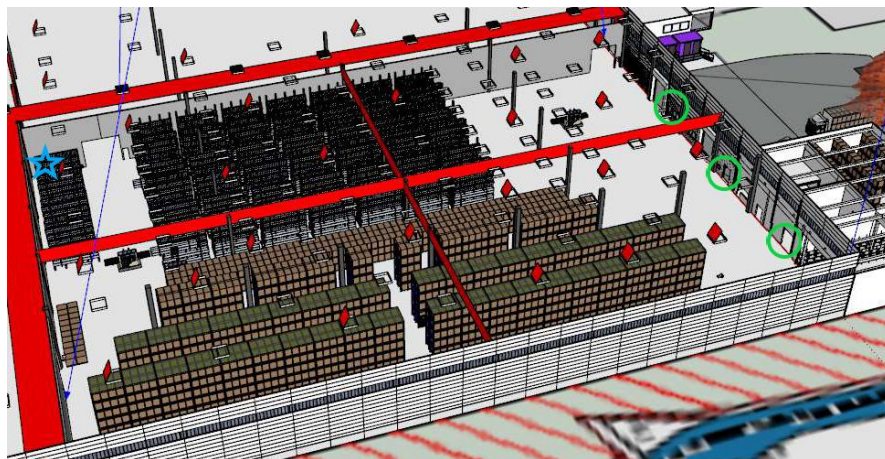


Figure 6 : Schéma repérant les issues de secours et point de départ

### 3. RAPPEL DES OBJECTIFS DE SÉCURITÉS ET CRITÈRES RETENUS

#### 3.1. Objectifs de sécurité

Le code du travail ne précise pas explicitement d'objectif de sécurité au désenfumage. Une définition pertinente de cet objectif peut être trouvée dans la réglementation des Etablissements Recevant du public (arrêté du 25 juin 1980 modifié) :

« Le désenfumage a pour objet d'extraire, en début d'incendie, une partie des fumées et des gaz de combustion afin de maintenir praticables les cheminements destinés à l'évacuation du public. Le désenfumage peut concourir également à limiter la propagation de l'incendie et faciliter l'intervention des secours. »

#### 3.2. Identification des cibles

L'ingénierie du désenfumage permet d'évaluer les conditions globales de danger sur les personnes à l'intérieur des volumes des cantons 1-2-3-4 du bâtiment logistique.

Les cibles auxquelles nous nous intéressons sont, dans l'ordre de priorité :

- Les travailleurs. Les travailleurs sont peu nombreux et formés aux procédures d'évacuation.
- Les secours lors de leur intervention. Ils connaissent en général les lieux. Ils sont formés à la lutte contre le feu. Ils sont de plus équipés de matériel permettant une intervention dans des conditions thermiques et toxiques bien supérieures à celles du public.

Remarque : les objectifs de l'article DF1 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié désignent comme cibles le public et les services de secours mais pas les travailleurs. Ces derniers sont soumis au code du travail. Les travailleurs sont néanmoins traités de la même manière que le public dans la suite de l'étude.

### 3.3. Critères de performance

La performance de la solution est évaluée sur la base des niveaux de danger auxquels les travailleurs et les pompiers sont soumis. Si l'on peut évaluer approximativement les conséquences sur une personne d'un type d'agression donné dû au feu et à la fumée, il est, en revanche, très difficile de quantifier précisément l'effet global de plusieurs facteurs d'agression concomitants et évoluant dans l'espace et au cours du temps.

L'estimation de la gravité de l'ensemble des agressions physiologiques liées à la fumée peut être effectuée à partir de l'application de critères simples sur les grandeurs suivantes que calculent les modèles de physiques de feu.

Les critères retenus par le « guide de bonnes pratiques pour les études d'ingénierie du désenfumage dans les établissements recevant du public » ([R1] édité par le LCPP en mai 2017 auquel a participé le CSTB au titre d'Organisme Reconnu Compétent (ORC)) sont :

- un éclairage énergétique (flux de chaleur) reçu inférieur à  $2,0 \text{ kW/m}^2$ ,
- une température de l'air inférieure à  $40^\circ\text{C}$ ,
- un coefficient d'extinction inférieur à  $0,4 \text{ m}^{-1}$ . Cette grandeur est représentative de l'obscurcissement et, dans une moindre mesure, de la toxicité engendrés par la fumée.

Ces critères seront évalués à 2 m au-dessus du sol et des différents niveaux, soit une estimation sécuritaire de la hauteur d'une personne debout. A noter que le critère lié au flux de chaleur n'est, en général, pas dimensionnant relativement aux deux autres, sauf à proximité immédiate du foyer.

## 4. SCÉNARIOS DE FEU

Le Tableau 1 identifie les 2 scénarios de feu retenus pour évaluer la solution de désenfumage. **Ces scénarios ont fait uniquement l'objet d'une présentation auprès de Proform.** Nous reprenons dans ce qui suit l'ensemble des hypothèses. Ces scénarios sont issus d'une étude des foyers potentiels. Etant donné l'activité du bâtiment, le stockage et la manutention représentent les deux types de foyers potentiels.

Pour le stockage, le choix s'est porté sur le feu d'un racks de produits finis. La position (voir Flamme haute Figure 9) vis-à-vis du désenfumage et la hauteur, 7m, ont orientés ce choix. Le foyer s'étend sur cette hauteur et sur une surface de  $47,6\text{m}^2$ . La puissance, la croissance et la dimension du foyer sont issus de la référence [R4]. La courbe de puissance (voir Figure 7) représente les deux premiers paramètres. En 30 secondes, la puissance thermique atteint 1MW et en 2 minutes environ, 21MW.

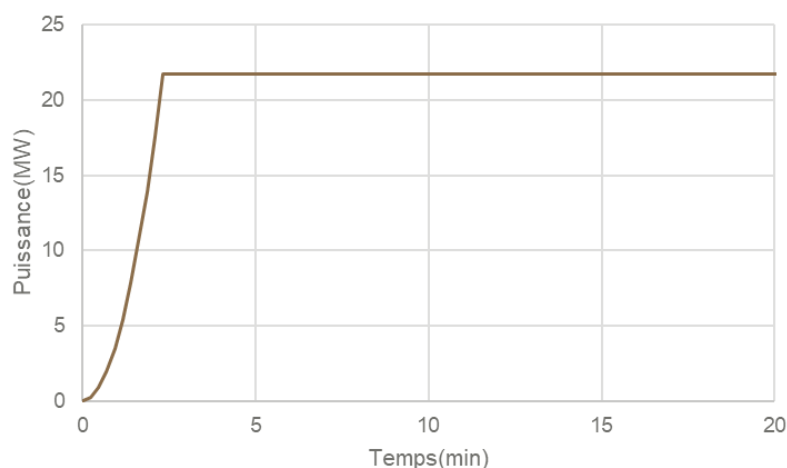


Figure 7 : Scénario 1 - Evolution de la puissance au cours du temps

Les engins de manutention sont stationnés dans la partie Sud (voir Flamme basse Figure 9) pour la charge de leur batterie lithium. Trois types d'engins[R11] sont présents dans l'entrepôt. Nous prenons l'hypothèse que l'engin le plus imposant est à l'origine de l'incendie. Le véhicule en question est un chariot Combilift C3000STE équipé de batterie Lithium ION. Les dimensions globales sont 3,0 x 2,0 x 2,7 m<sup>3</sup>, plateforme de chargement et cabine comprises. Le terme source de ce type de véhicule en version thermique est évalué dans la référence[R5]. La puissance atteint en pic environ 1MW. Dans la référence[R6], l'étude conclut que la puissance d'un feu de véhicule électrique est semblable à celle du même modèle en version thermique. Le changement de combustible a un impact limité sur la puissance. Dans cette même référence, le pic de puissance en kilowatt est évalué d'après la formule suivante :

$$PHRR = 2 E_B^{0,6}$$

Avec  $E_B$  est la capacité de la batterie Lithium ION en watt heure. D'après le document[R11], l'engin possède une charge estimée à 37,2kWh. Le pic de puissance suivant la formule précédente est de 1104kW.

De cette donnée, la courbe de feu, Figure 8, est établie sous certaines hypothèses sécuritaires. La croissance est quadratique et rapide, soit 1MW en 150 secondes. Le foyer s'étend sur une surface de 2,4m<sup>2</sup>.

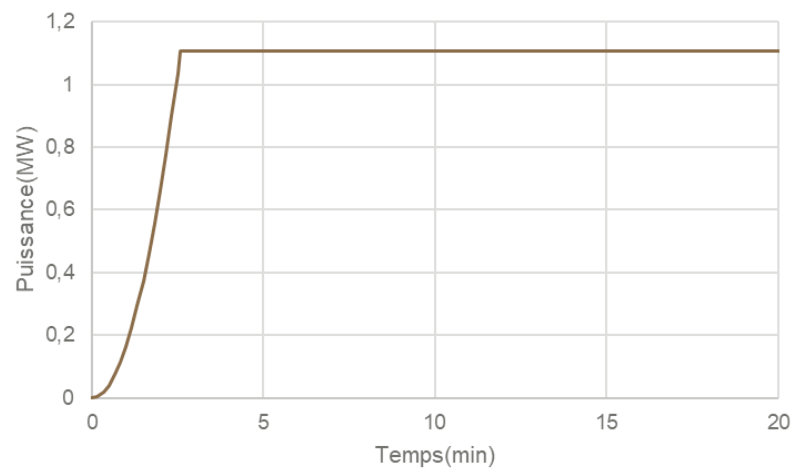


Figure 8 : Scénario 2 - Evolution de la puissance au cours du temps

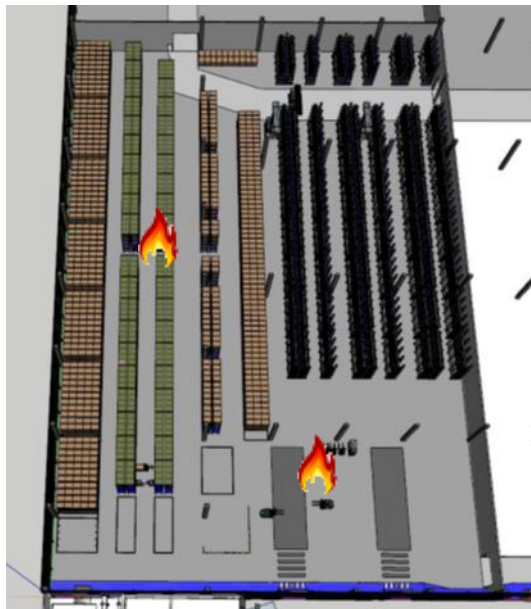


Figure 9 : Positions des foyers d'incendie

Tableau 1 : Synthèse des scénarios de feu

Scénario	Volume étudié	Localisation	Nature des foyers	Puissance maximale du foyer	Surface
1	Entrepôt de stockage	Rack de stockage de produits finis	Feu de racks de stockage	21 MW	47,6m <sup>2</sup>
2		Zone de livraison	Feu de 1 engin de manutention	1,1 MW	2,4ssm <sup>2</sup>



## 5. OUTIL, MODÈLE NUMÉRIQUE ET GRANDEURS EXPLOITÉES

### 5.1. Présentation de l'outil numérique

Le logiciel FDS (Fire Dynamics Simulator)[R7][R8] développé aux États-Unis par le NIST (National Institute of Standards and Technology) est utilisé pour calculer le mouvement de la fumée à l'intérieur de l'établissement.

FDS est un modèle de champs aux volumes finis permettant de résoudre sur une grille de calcul tridimensionnelle les équations de la mécanique des fluides décrivant le mouvement des fluides à faible nombre de Mach. Ce type d'écoulement est caractéristique des incendies en bâtiment. La turbulence est modélisée à l'aide de la technique de simulation des grandes échelles ou LES (Large Eddy Simulation en anglais). Un modèle de combustion basé sur une hypothèse de réaction infiniment rapide, un modèle de rayonnement et un modèle de conduction de la chaleur dans les parois sont couplés à ce modèle aérodynamique de façon à représenter les phénomènes principaux mis en jeu lors d'un incendie en bâtiment.

### 5.2. Grandeurs exploitées

Sur les bases des objectifs de sécurité (voir paragraphe 3.1) et des critères de performance (voir paragraphe 3.3), les grandeurs physiques suivantes :

- la température à 2 m au-dessus de chaque plancher et
- le coefficient d'extinction à 2 m au-dessus de chaque plancher

sont calculées pour chaque scénario.

## 6. RÉSULTATS

Pour chaque scénario, il s'agit des résultats qui permettent d'apprécier globalement la performance de la solution au regard des critères définis.

Les résultats se présentent sous la forme de temps disponible avant dépassement de la valeur seuil pour chaque critère (voir paragraphe 3.3).

Le temps disponible de chaque critère est représenté sous la forme d'une coupe horizontale de type « slice file » dans FDS. Les coupes sont préalablement filtrées. Cette première opération évite les fluctuations très localisées sur un critère. De ces slices filtrés, le temps disponible est déterminé dès lors que la valeur seuil du critère considéré est dépassée. Cette grandeur peut alors être vue comme le temps disponible pour évacuer en toute sécurité. Ce temps est ici indiqué en minutes.

Si la légende de la coupe (voir Figure 10) devait être expliquée : « plus le temps disponible est court, plus la couleur représentée sur la coupe tend vers le rouge. Dans le sens opposé, plus le temps est disponible est important, plus la couleur tend vers le bleu. »

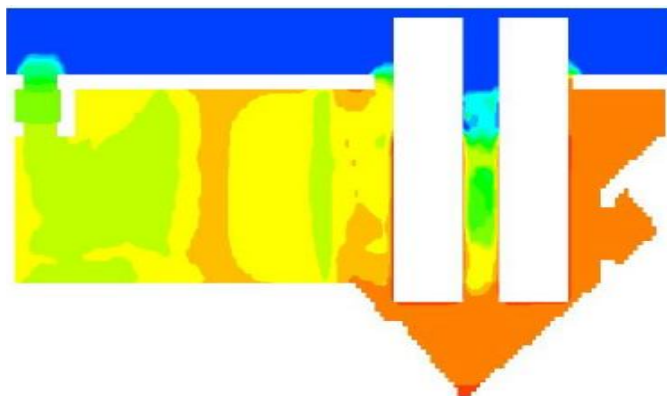


Figure 10 : Exemple du rendu des résultats en temps d'atteinte d'un critère

### 6.1. Scénario 1 : feu de racks de stockages de produits finis

Pour rappel, le scénario 1 est un feu de rack situé aux coordonnées (Longueur : 47m; Largeur : 54m). Le temps d'atteinte du critère de température, soit 40°C, est présenté en Figure 11 et celui du coefficient d'extinction, soit 0,4m<sup>-1</sup>, en Figure 12.

Le critère de température n'est pas atteint jusqu'à 30 minutes à l'exception du champs proche du foyer. Nous ne considérons pas cette position. Le critère de coefficient d'extinction est atteint à plusieurs positions dans l'entrepôt. Le temps d'atteinte varie entre 13 et 16 minutes. Etant donné la position des issues de secours au niveau 0 dans la longueur, l'atteinte du critère sur le coefficient n'est pas critique. Les issues de secours restent libres de fumées jusqu'à 30 minutes pour ce scénario. Ce résultat n'est pas critique d'autant plus que le temps de mise en sécurité est de 3 minutes. Ce temps est bien inférieur au temps d'atteinte des critères de sécurité.

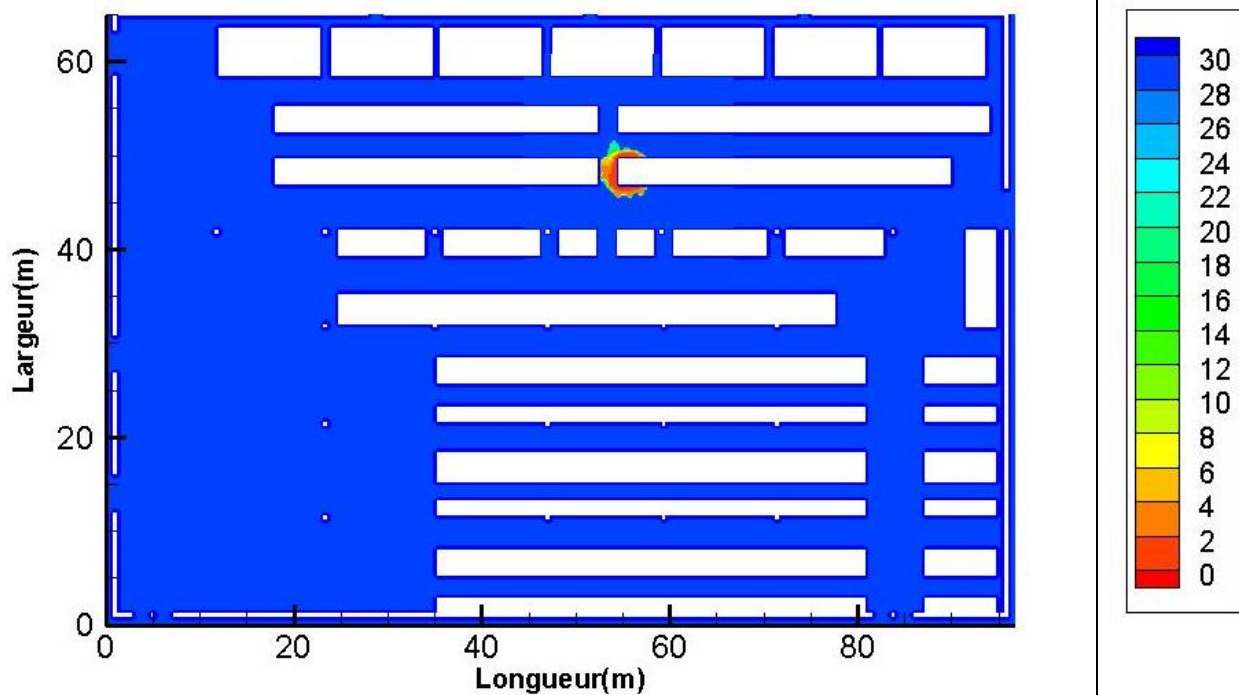


Figure 11 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère de sécurité – Température

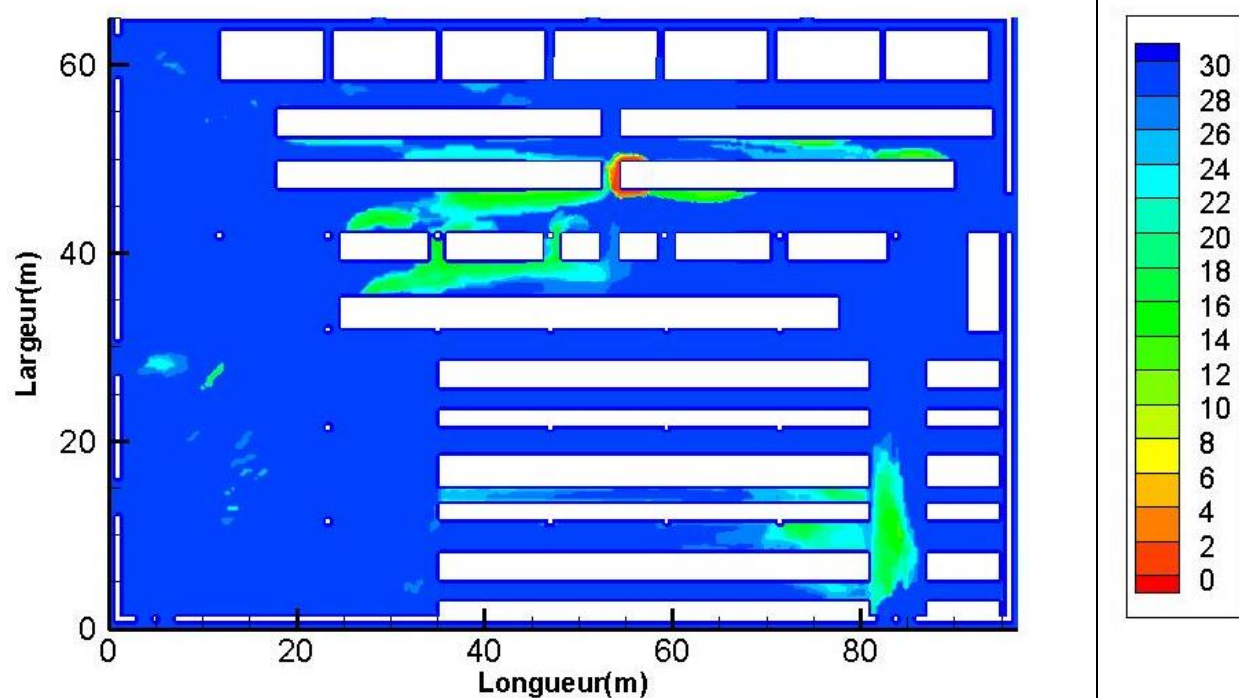


Figure 12 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère de sécurité – Coefficient d'extinction

## 6.2. Scénario 2 : feu d'un engin de manutention

Pour rappel, le scénario 2 est un feu d'engin de manutention situé aux coordonnées (Longueur : 20m; Largeur : 21m). Le temps d'atteinte du critère de température, soit 40°C, est présenté en Figure 13 et celui du coefficient d'extinction, soit 0,4m<sup>-1</sup>, en Figure 14.

On peut observer que sur ces deux grandeurs, les critères de sécurité ne sont pas dépassés jusqu'à 30 minutes.

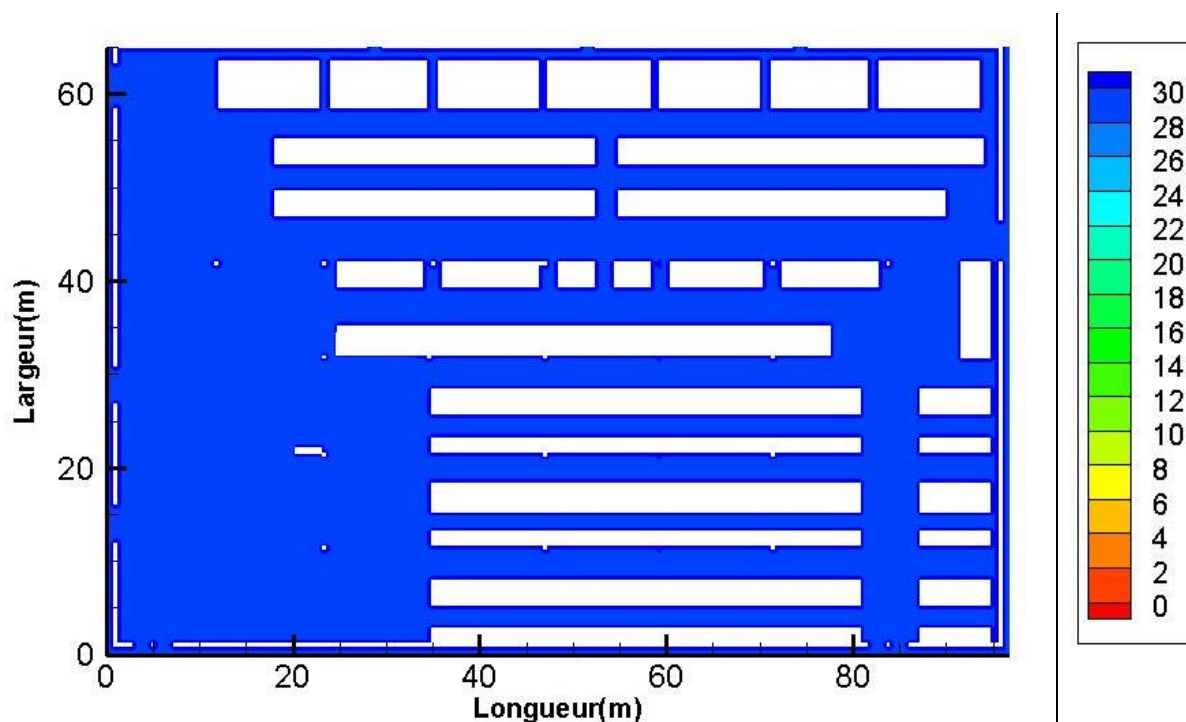


Figure 13 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère de sécurité – Température

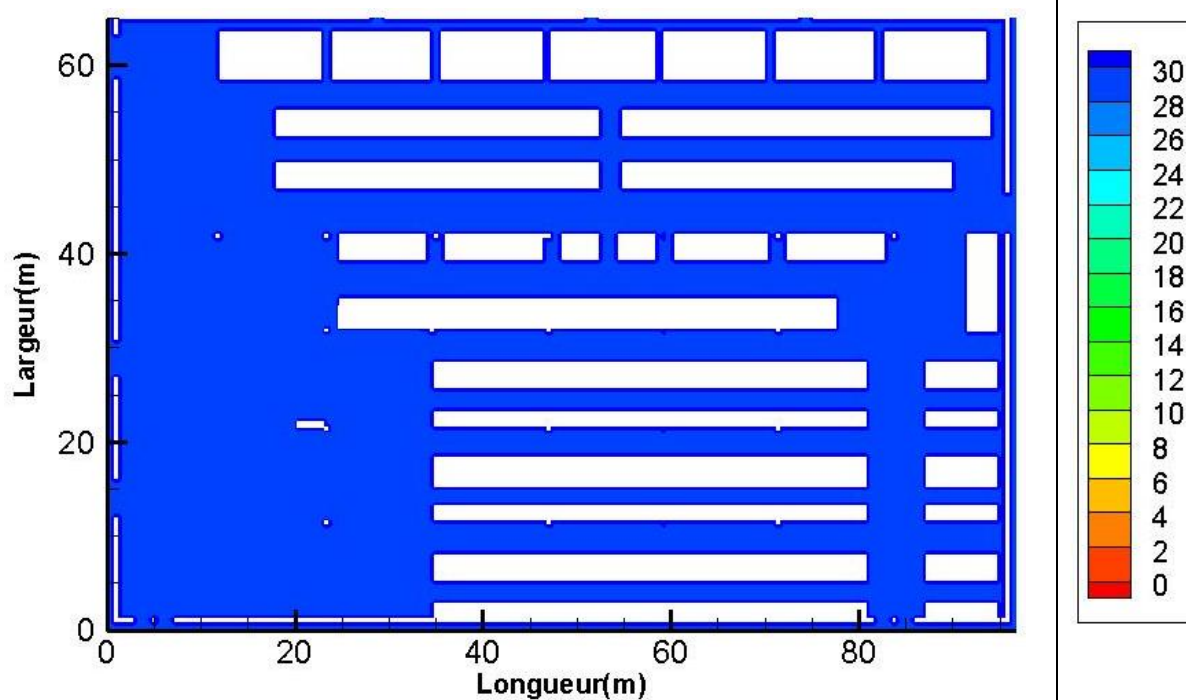


Figure 14 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère de sécurité – Coefficient d'extinction

## 7. CONCLUSION.

En conclusion de cette étude, **le système de désenfumage basé sur la règle des 1/100ème de surface géométrique d'exutoire par rapport à la surface au sol de l'entrepôt garantit des temps suffisamment importants pour permettre l'évacuation des travailleurs.**

# Annexes

---

## **Annexe 1 Références bibliographiques**

### Documents de référence

- [R1] Guide de bonnes pratiques pour les études d'ingénierie du désenfumage dans les établissements recevant du public, LCPP, mai 2017**
- [R2] Norme NF EN ISO 13 943 Sécurité au feu – Vocabulaire, Janvier 2018**
- [R3] buildingEXODUS v6.1, Application Manual, septembre 2014**
- [R4] Numerical Simulation of Sprinkler Suppression of Rack Storage Fires, Yi Wang and al., Fire Safety Science-Proceedings of the eleventh international symposium, 2014**
- [R5] Experimental characterization of a forklift fire, L. Audoin & M. Coutin, Octobre 2017**
- [R6] A review of battery fires in Electric Vehicles, P. Sun & Al., Fire Technology, Février 2020**
- [R7] Fire Dynamics Simulator User's Guide – version 6.5.3, Kevin McGrattan and al., NIST, 2017**
- [R8] Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1, 2, 3, Kevin McGrattan and al., NIST, 2017**

### Documents clients

- [R9] 2023-02-27 Vourles logistique pour CSTB – Proform, Proform**
- [R10] Mémoire Technique Proform Vourles Code du Travail canton 1-2-3-4, Kinspan**
- [R11] Tableau Excel Chariots Gerbeurs logistique, Proform**

N° affaire : P-00147508




# Évaluation de la performance du système de désenfumage de l'entrepôt classé ICPE de PROFORM

## Note technique – Complément sur l'intervention des services de secours

### Demandeur de l'étude :

SOCIETE : PROFORM

ADRESSE : 4-8 Route du Caillou – ZA des Sables, 69630 Chaponost, France

Rédacteur(s)	Vérificateur	Approbateur	Version	Date
Renato MOLE-ANTONIAZZA 	EIMehdi KOUTAIBA 	Philippe LEBLOND 	1.0	04/01/2024

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce rapport d'étude comporte 16 pages dont 6 pages d'annexes.

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT**

Siège social &gt; 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS



# Évaluation de la performance du système de désenfumage de l'entrepôt PROFORM de Vourles – Critères de sécurité des services de secours

## Note technique

Version	Date	Principales modifications effectuées	Partie modifiée
1.0	04/01/2024	- Création	/

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>2. RAPPEL DU PERIMETRE DE L'ETUDE</b>	<b>4</b>
2.1. CONTEXTE ET OBJET DE L'ETUDE	4
2.2. SCENARIOS DE FEU	5
2.3. CRITERES	5
<b>3. OUTIL, MODELE NUMERIQUE ET GRANDEURS EXPLOITEES</b>	<b>5</b>
3.1. PRESENTATION DE L'OUTIL NUMERIQUE	5
3.2. GRANDEURS EXPLOITEES	5
<b>4. RESULTATS</b>	<b>7</b>
4.1. SCENARIO 1	7
4.2. SCENARIO 2	9
<b>5. CONCLUSION</b>	<b>11</b>
<b>ANNEXE 1 BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>13</b>
<b>ANNEXE 2 RECUEIL DES RESULTATS</b>	<b>14</b>

## 1. INTRODUCTION

Ce document constitue une note technique portant l'évaluation de la performance du système de désenfumage au regard des critères d'intervention des services de secours dans l'entrepôt classé ICPE de PROFORM à Vourles.

Cette note est complémentaire du rapport d'étude en ingénierie du désenfumage portant sur ce même entrepôt[R4]. L'ensemble des caractéristiques du projet sont présentés dans ce premier rapport.

Ce travail est réalisé à la demande du SDMIS le 15/11/2023.

## 2. RAPPEL DU PERIMETRE DE L'ETUDE

### 2.1. Contexte et objet de l'étude

La présente étude est réalisée dans le cadre du projet de mise en conformité du système de désenfumage de la partie stockage de l'entrepôt PROFORM de Vourles classé ICPE. PROFORM souhaite vérifier la performance du système de désenfumage prévu en l'état actuel du projet. Ce système est dimensionné selon la règle des 1/100ème en surface géométrique d'exutoire par rapport à la surface au sol.

Cette zone couvre une superficie de 65 x 95 m<sup>2</sup> soit 6175 m<sup>2</sup> sur rez-de-chaussée pour 10 m de hauteur sous plafond (voir Figure 1). Les murs Est (à gauche) et Nord (en bas) ont une bande vitrée à 7 m de hauteur pour 1,2 m unitaire. Les murs Ouest et Sud sont CF2H.

L'activité principale est le stockage de produits finis et matière première en ballots. Des engins de manutention permettent le stockage et le chargement des produits. Ces engins électriques possèdent des batteries lithium.



Figure 1 : Projet d'agencement intérieur

La solution de désenfumage naturelle s'appuie sur quatre cantonnements séparés par des écrans souples, des exutoires en toiture et des amenées d'air via les portes d'accès. Le Tableau 1 présente les principales caractéristiques des cantons. Les exutoires ont une surface géométrique totale de 71,3m<sup>2</sup>. Les amenées d'air constituent une surface géométrique totale de 136,6m<sup>2</sup>. Il est fait également l'hypothèse que l'ensemble des exutoires sont ouverts en début de simulation.

Canton	Surface	Nombre d'exutoires
1	1500 m <sup>2</sup>	5
2	1850 m <sup>2</sup>	6
3	1500 m <sup>2</sup>	5
4	1890 m <sup>2</sup>	6

Tableau 1 : Principales caractéristiques des cantons 1-4

## 2.2. Scénarios de feu

Les scénarios sont identiques à ceux présentés dans le Rapport de synthèse[R4]. Ces scénarios sont résumés dans le Tableau 2.

Scénario	Position	Nature du foyer	Puissance (MW)
1	Rack de stockage de produits finis	Feu de racks de stockage	21
2	Zone de livraison	Feu de 1 engin de manutention	1,1

Tableau 2 : Scénarios d'incendie – Caractéristiques principales

## 2.3. Critères

L'évaluation de la performance du système de désenfumage est basée sur les critères de l'étude ISI Désenfumage adaptés aux secours. Les critères, définis dans la référence [R1], sont :

- un flux thermique radiatif incident inférieur à 5,0 kW/m<sup>2</sup> et
- une température de l'air inférieure à 100 °C à 1 m au-dessus du RdC.

Ces critères sont largement supérieurs à ceux employés pour les travailleurs, car prennent en compte les tenus des pompiers. La hauteur de 1 m correspond à une position d'intervention des secouristes.

## 3. OUTIL, MODELE NUMERIQUE ET GRANDEURS EXPLOITEES

### 3.1. Présentation de l'outil numérique

Le logiciel FDS (Fire Dynamics Simulator) développé aux États-Unis par le NIST (National Institute of Standards and Technology) [R2][R3] est utilisé pour calculer le mouvement de la fumée à l'intérieur de l'établissement.

FDS est un modèle de champs aux volumes finis permettant de résoudre sur une grille de calcul tridimensionnelle les équations de la mécanique des fluides décrivant le mouvement des fluides à faible nombre de Mach. Ce type d'écoulement est caractéristique des incendies en bâtiment. La turbulence est modélisée à l'aide de la technique de simulation des grandes échelles ou LES (Large Eddy Simulation en anglais). Un modèle de combustion basé sur une hypothèse de réaction infiniment rapide, un modèle de rayonnement et un modèle de conduction de la chaleur dans les parois sont couplés à ce modèle aérodynamique de façon à représenter les phénomènes principaux mis en jeu lors d'un incendie en bâtiment.

### 3.2. Grandeurs exploitées

Pour évaluer la performance de la solution de désenfumage, la température de l'air est calculée :

- dans la hauteur selon les plans cartésiens xz, yz (voir Figure 2 et Figure 3) et

- à 1 m au-dessus du RdC.

Le critère de flux radiatif est évalué suivant l'atteinte d'une température équivalente de 272°C. Cette valeur est calculée selon la loi de Stefan-Boltzmann sous l'hypothèse que les gaz d'incendie sont un corps noir. Le flux thermique radiatif issu de ces gaz ne dépend alors que de leur température locale.

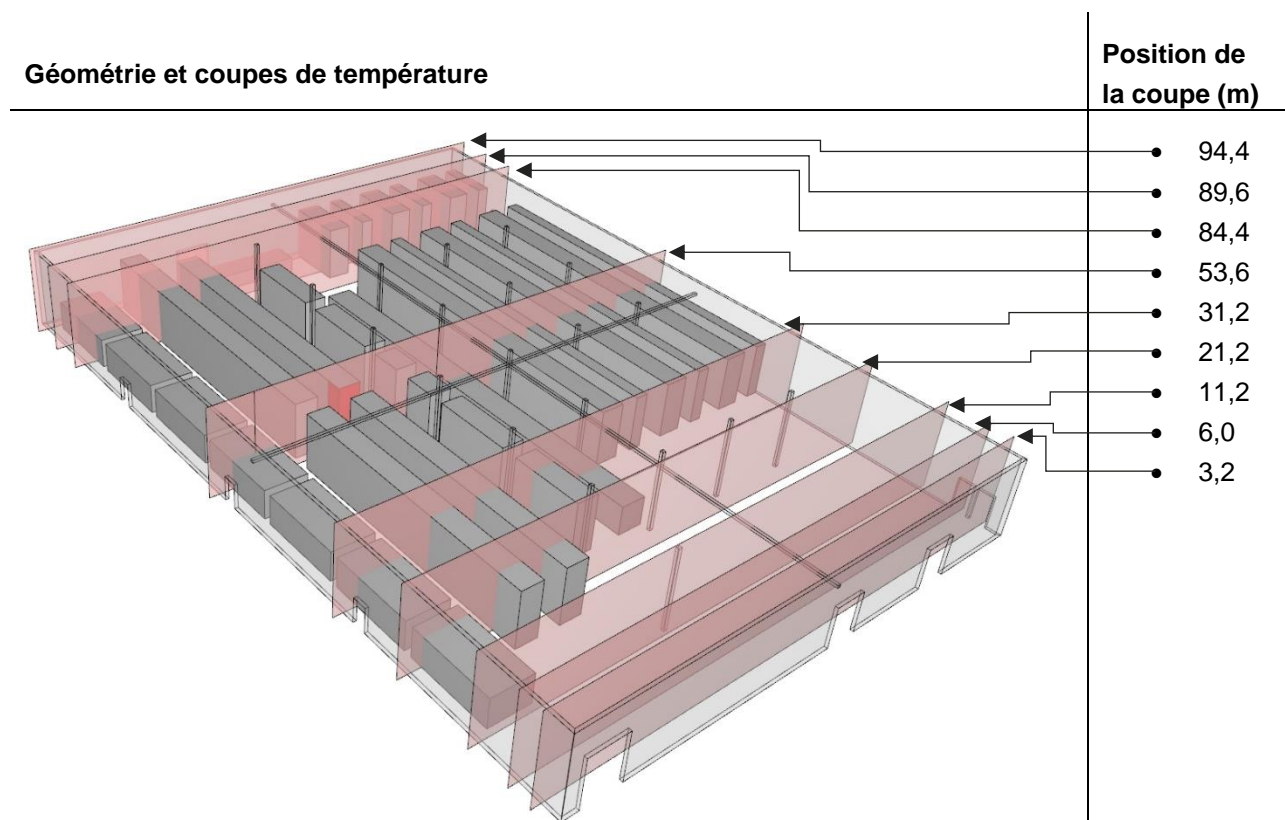


Figure 2 : Positions des coupes de température dans le plan xz

## Géométrie et coupes de température

## Position de la coupe (m)

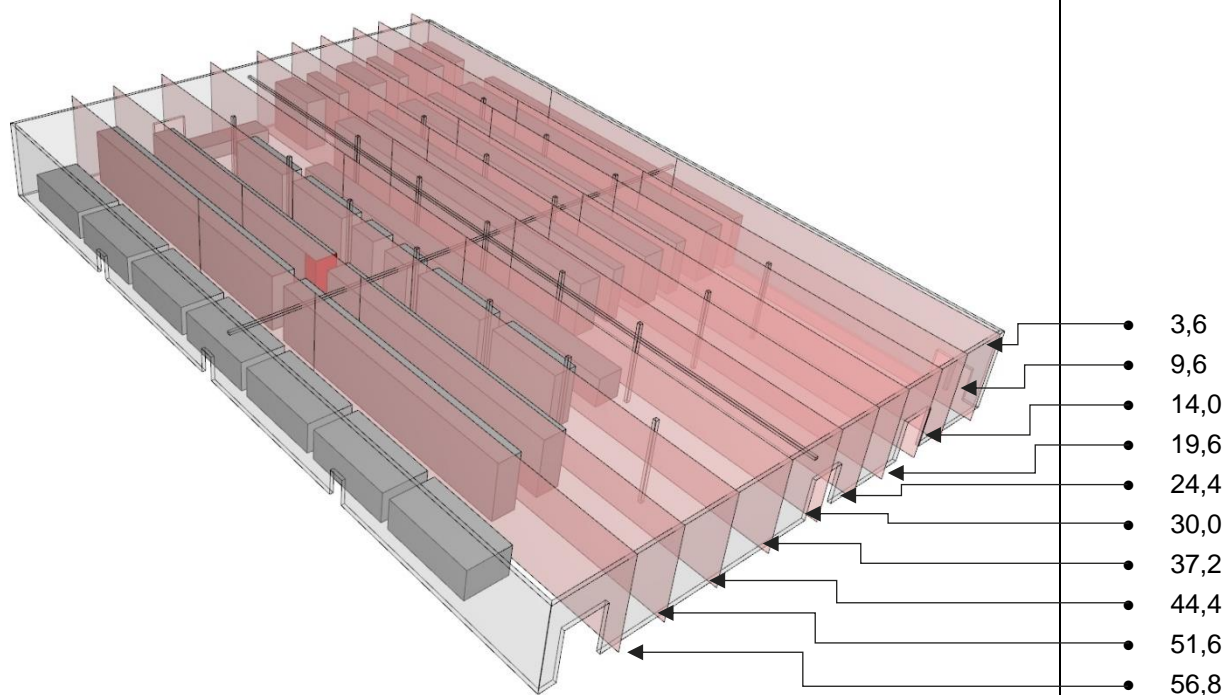


Figure 3 : Positions des coupes de température dans le plan yz

## 4. RESULTATS

Les résultats se présentent sous la forme de cartographie de temps d'atteinte des critères de sécurité. Plus le temps disponible pour intervenir en sécurité est important, plus la couleur tend vers le bleu.

Dans les sections suivantes, seuls les niveaux les plus impactés sont présentés et étudiés. Le coefficient est le critère le plus critique donc uniquement présentée dans la suite. L'ensemble des résultats sont toutefois à retrouver en Annexe 2.

### 4.1. Scénario 1

Le scénario 1 correspond à un incendie d'un rack de stockages. Les résultats sont présentés pour les critères de température ( $T=100^{\circ}\text{C}$ ) à 1 m du sol (voir Figure 4) et de flux radiatif ( $\text{Flux} = 5\text{kW/m}^2$ ) dans la hauteur (voir Figure 5).

Concernant la température, le temps disponible pour intervenir est supérieur à 30 min dans l'ensemble de l'entrepôt hormis autour du foyer (voir flèche) sur une surface très limitée.

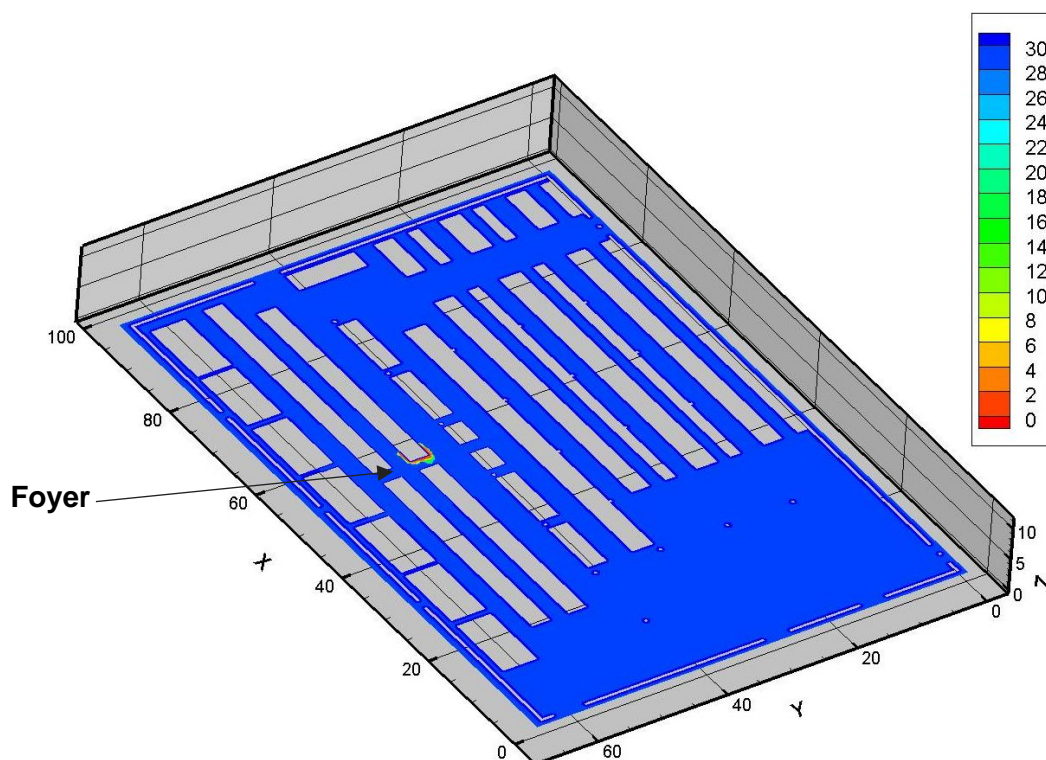


Figure 4 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère sur la température à 1 m du sol

Le critère de flux radiatif est également dépassé uniquement autour du foyer (voir flèche Figure 5) avec des temps très courts (inférieur à 2 min). Ce résultat est attendu étant donné la proximité avec le foyer. Il est remarquable qu'en dehors de la zone foyer, le temps disponible pour intervenir en sécurité dépasse 30 min.



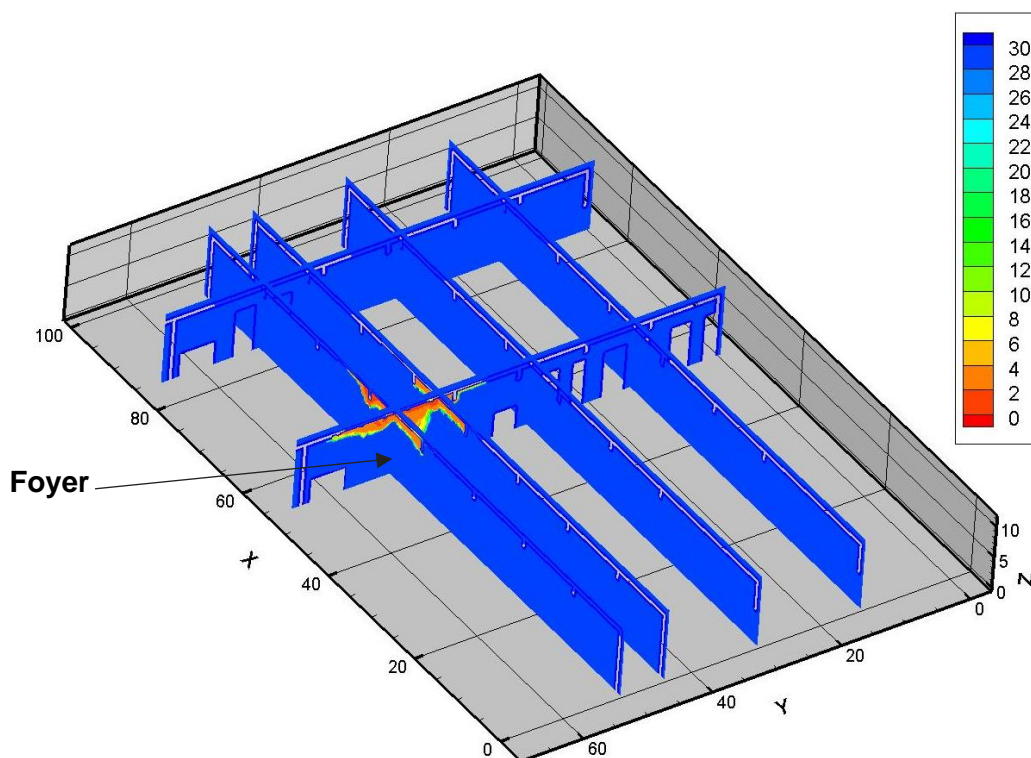


Figure 5 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif - Principaux axes

#### 4.2. Scénario 2

Le scénario 2 correspond à un incendie de chariot de manutention électrique. Les résultats sont présentés pour les critères de température ( $T=100^{\circ}\text{C}$ ) à 1 m du sol (voir Figure 6) et de flux radiatif ( $\text{Flux} = 5\text{kW/m}^2$ ) dans la hauteur (voir Figure 7).

Le temps disponible pour intervenir est supérieur à 30 min dans l'ensemble de l'entrepôt et pour les deux critères. Le critère sur le flux radiatif est atteint dès les premiers instants de l'incendie uniquement autour du foyer.



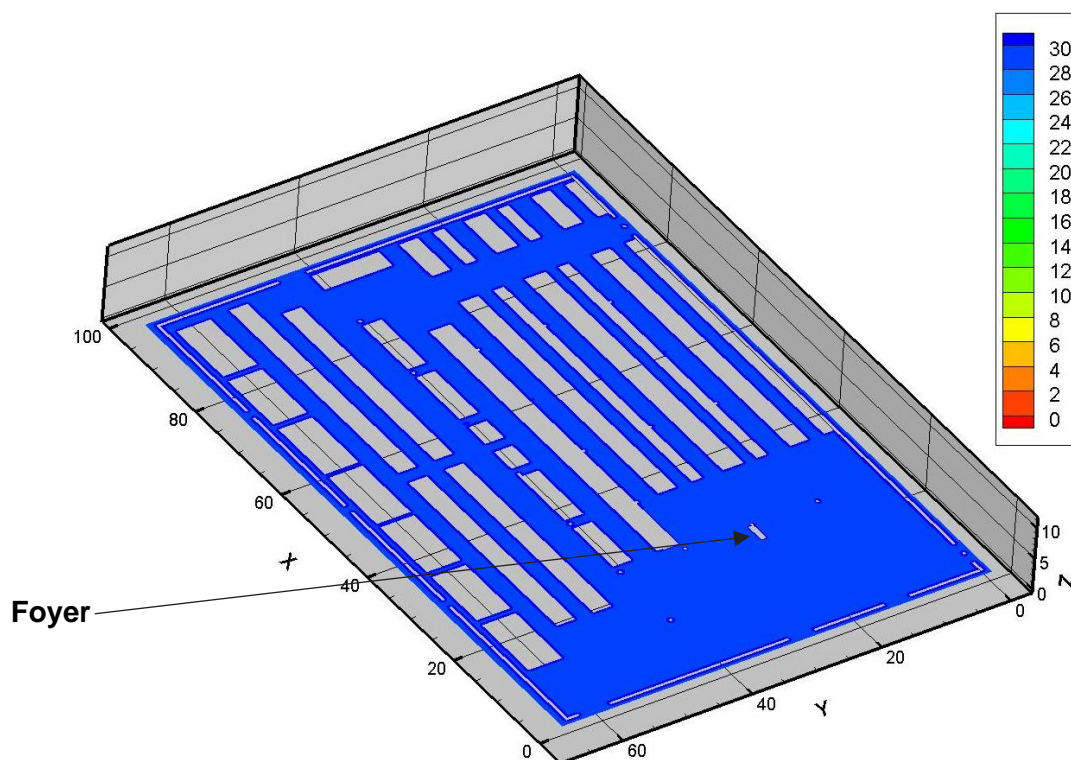


Figure 6 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère sur la température à 1 m du sol

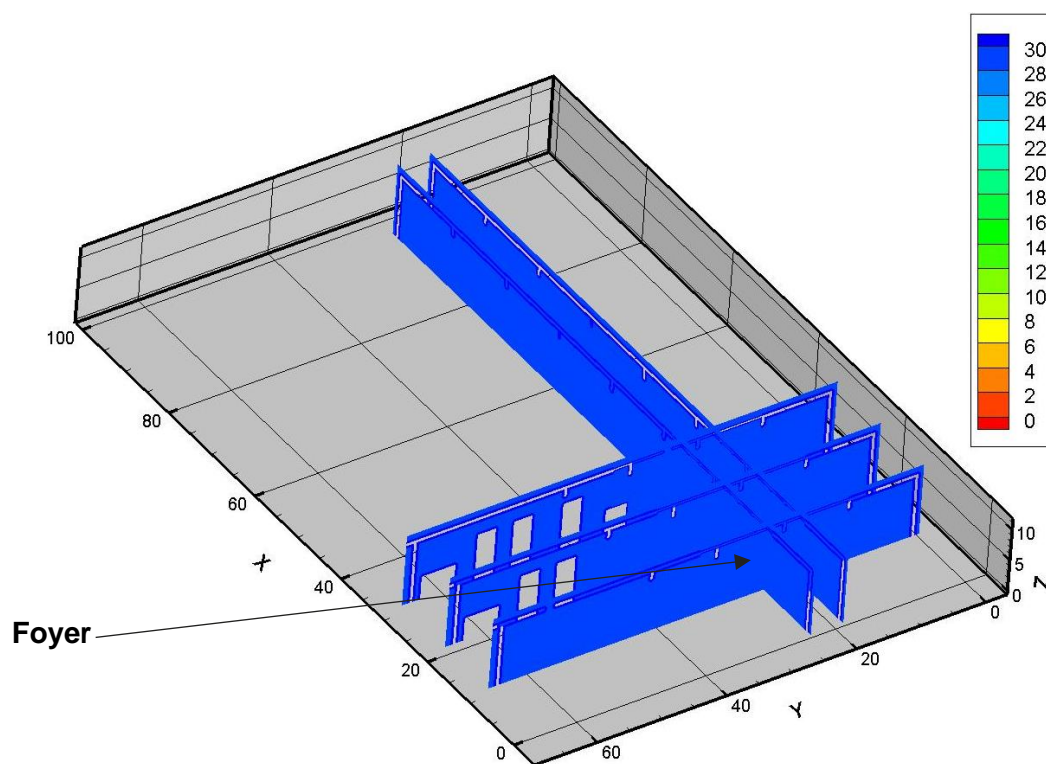


Figure 7 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif - Principaux axes

## 5. CONCLUSION.

La présente note technique a pour objectif d'évaluer la performance du système de désenfumage au regard des critères sur l'intervention des secours.

En conclusion de cette étude, l'intervention des secours est possible dans l'ensemble de l'entrepôt jusqu'à 30 minutes d'incendie à l'exclusion des zones proches des foyers.

# Annexes

---

## Annexe 1 Bibliographie

### Documents de référence

- [R1] Guide de bonnes pratiques pour les études d'ingénierie du désenfumage dans les établissements recevant du public, LCPP, mai 2017**
- [R2] Fire Dynamics Simulator User's Guide, NIST, Janvier 2017**
- [R3] Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1-2-3, NIST, Janvier 207**

### Documents clients

- [R4] Etude d'ingénierie de sécurité incendie en désenfumage relative à l'entrepôt classé ICPE de Proform– Rapport d'étude – version 1.0, CSTB, 07/07/2023**

## Annexe 2 Recueil des résultats

### Scénario 1

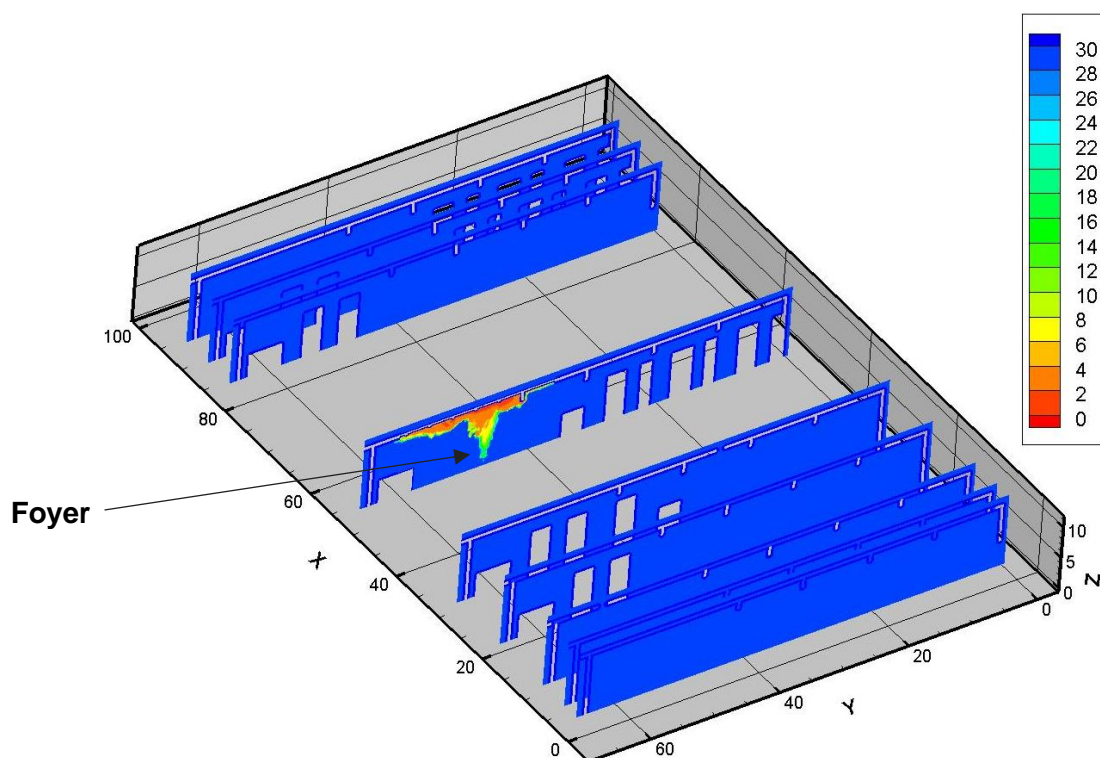


Figure 8 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe X

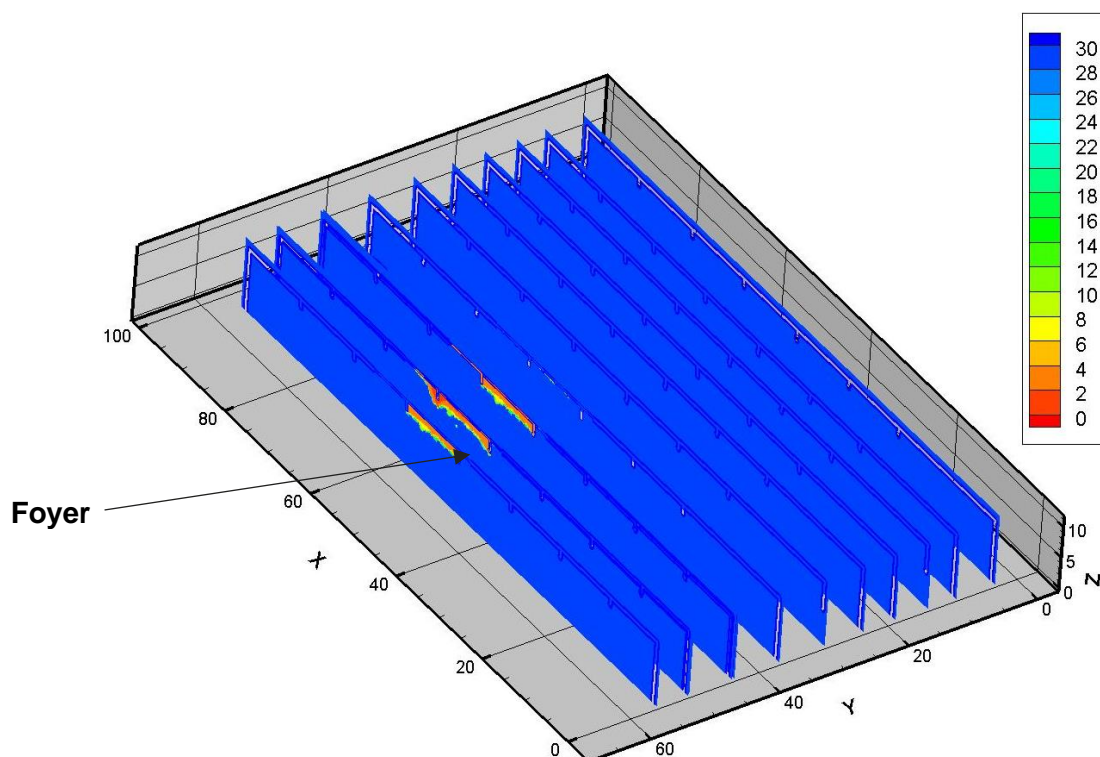


Figure 9 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe Y



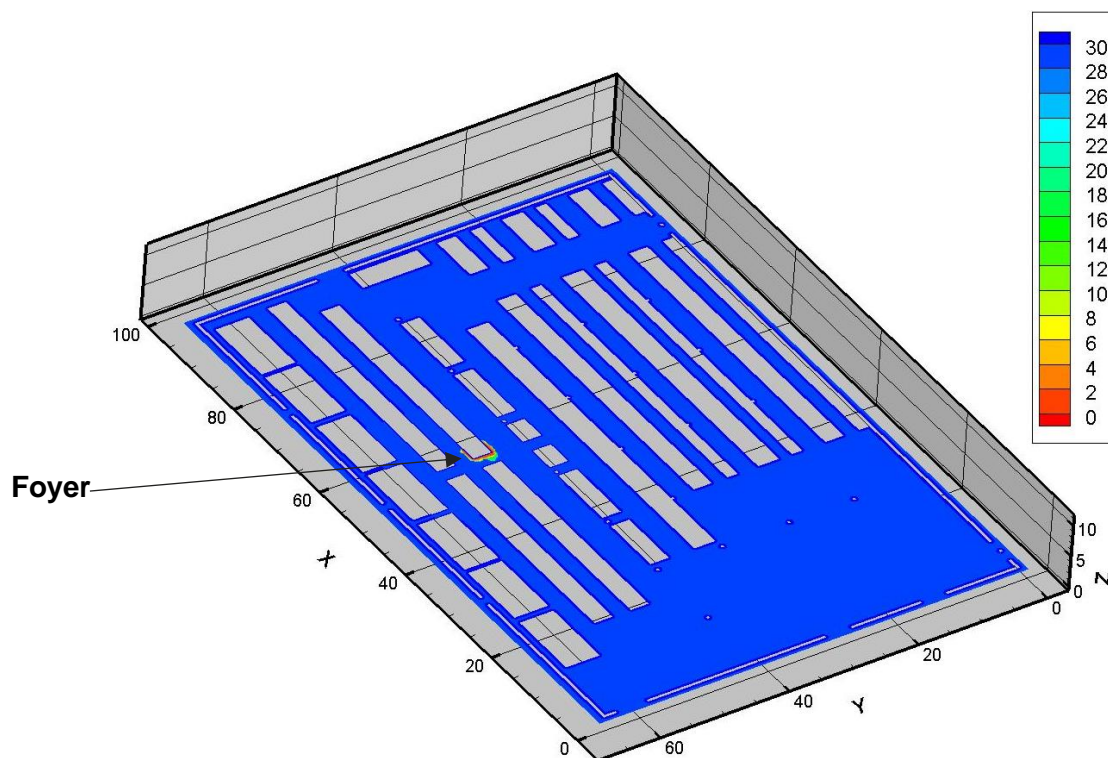


Figure 10 : Scénario 1 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe Z

## Scénario 2

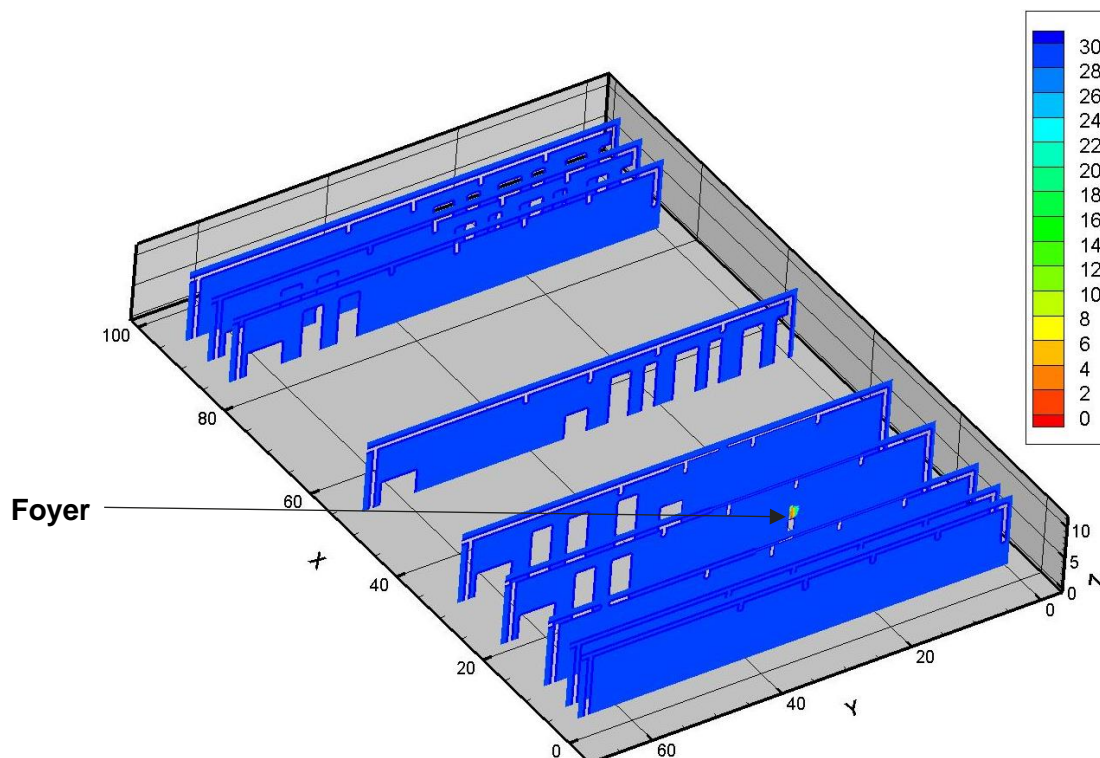


Figure 11 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe X

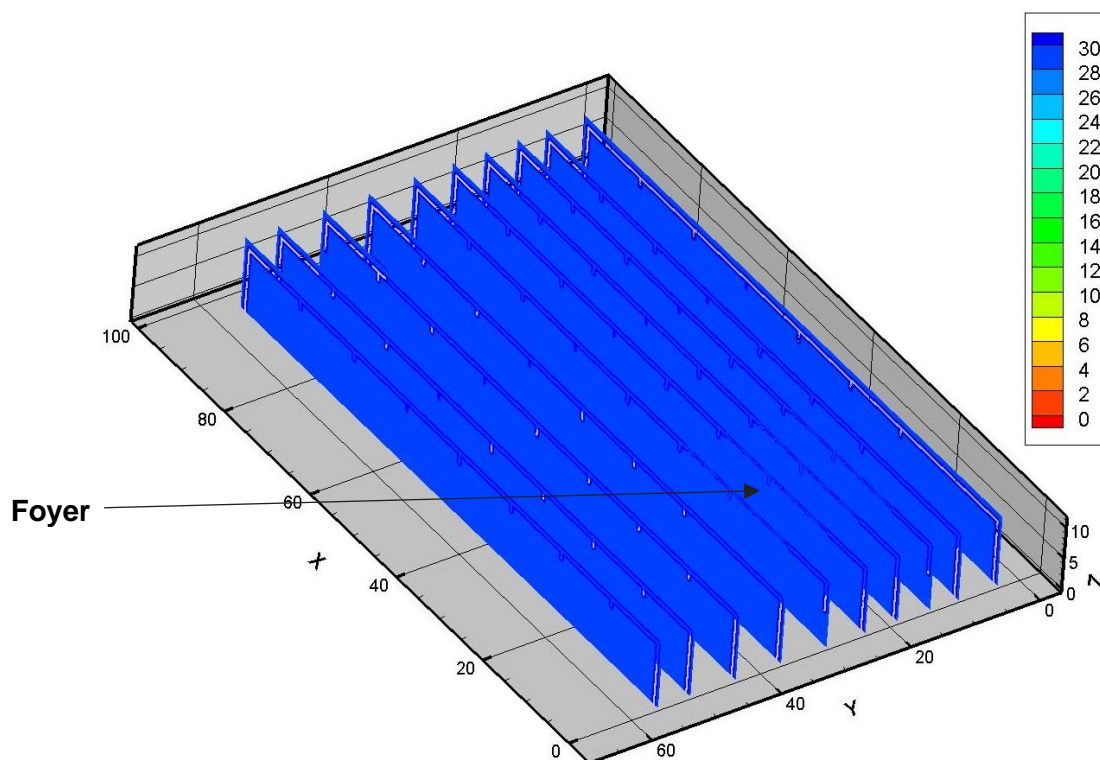


Figure 12 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe Y

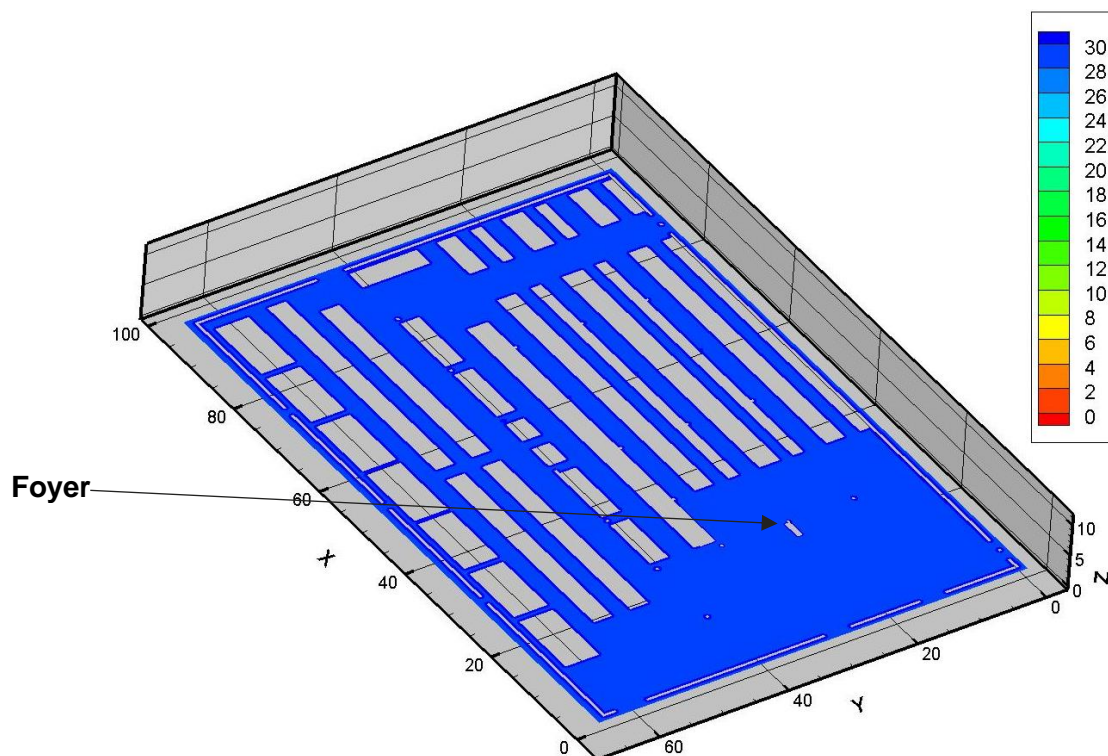


Figure 13 : Scénario 2 - Temps d'atteinte du critère sur le flux radiatif selon l'axe Z