

METACONCEPT

Z.A. des Andr s 2
69126 BRINDAS



MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES D'UN INCENDIE AVEC FLUMILOG Brindas (69)

Rapport

du 06 novembre 2024

Référence MEC CHA 001-R1V1

Suivie par Cyril GERLAND

Tél. : 06 45 56 03 12

E mail : cgerland@orium-conseil.com

ORIUM CONSEIL

24, Rue Robert Desnos
69 120 VAULX-EN-VELIN
SARL au capital de 3000 à
Représentant légal : Emmanuel BONHOMM 
RCS Lyon 842 058 117
SIRET : 842 058 117 00016
APE : 7112B
N  de TVA intracommunautaire : FR 65 842058117

SOMMAIRE

1.	OBJECTIF DE L'ETUDE	1
2.	PRESENTATION DE LA ZONE EST DU NOUVEAU BATIMENT	2
3.	METHODES ET MOYENS DE CALCULS.....	4
3.1.	Seuils d'effets thermiques	4
3.2.	Méthode Flumilog	5
4.	MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES DE L'INCENDIE DE LA ZONE EST DU NOUVEAU BÂTIMENT	7
4.1.	Définition du terme source	7
4.2.	Evaluation des effets	9

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Plan masse du site projeté.....	2
Figure 2 :	Aménagements intérieurs de la zone Est du nouveau bâtiment	3
Figure 3 :	Processus de calcul dans Flumilog.....	6
Figure 4 :	Implantation des racks considérée dans la modélisation Flumilog (vue de dessus).....	7
Figure 5 :	Caractéristiques des palettes de bobines « CENOSEAL »	8
Figure 6 :	Zones d'effets thermiques calculées par Flumilog	10

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques	4
Tableau 2 :	Données d'entrée utilisées pour la modélisation de l'incendie de la zone Est du bâtiment	9
Tableau 3 :	Données de sortie de Flumilog – Scénario « Incendie de la zone Est du bâtiment »	9

LISTE DES ANNEXES

Annexe A :	Note de calcul Flumilog
------------	-------------------------

1. OBJECTIF DE L'ETUDE

La société METACONCEPT projette de construire un nouveau bâtiment d'activités et de stockage sur la commune de Brindas (69).

Dans ce contexte, la société METACONCEPT a sollicité la société ORIUM CONSEIL pour la réalisation de la modélisation des effets thermiques de l'incendie de la partie Est du nouveau bâtiment à l'aide du modèle FLUMilog.

2. PRESENTATION DE LA ZONE EST DU NOUVEAU BATIMENT

Le bâtiment, d'une hauteur de 8 m, comprendra 3 parties séparées par des murs REI120.

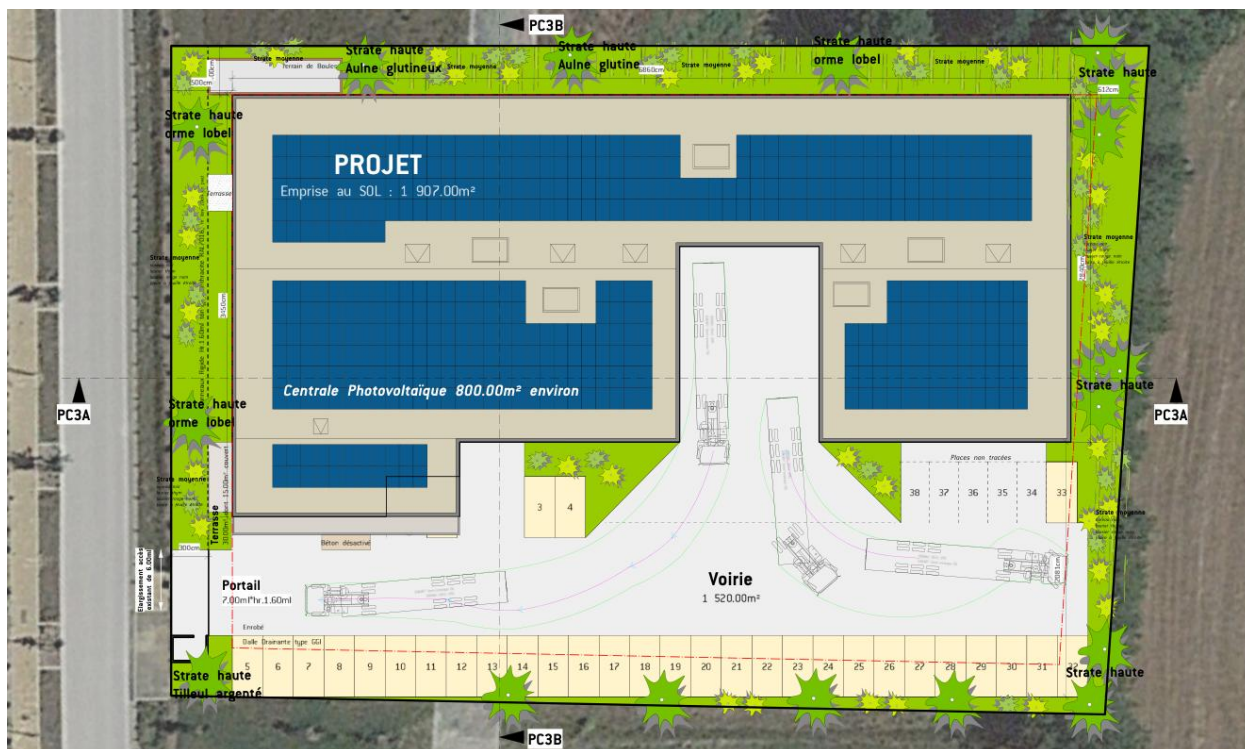


Figure 1 : Plan masse du site projeté

La partie Est du bâtiment, concernée par la modélisation des effets thermiques de l'incendie, comprendra :

- Des racks pour le stockage sur 4 niveaux de 144 palettes de bobines « CENOSEAL » composées de polymère (mousse polyéthylène et PVDC) et d'étain, sur palettes bois.
- Des racks pour le stockage sur 4 niveaux de 256 palettes de pièces métalliques, en présence de palettes bois et emballages/conditionnement,
- Une zone de traitement des bobines « CENOSEAL » (séparation mécanique des parties polymères et étain).

Les aménagements intérieurs sont présentés sur la Figure 2.

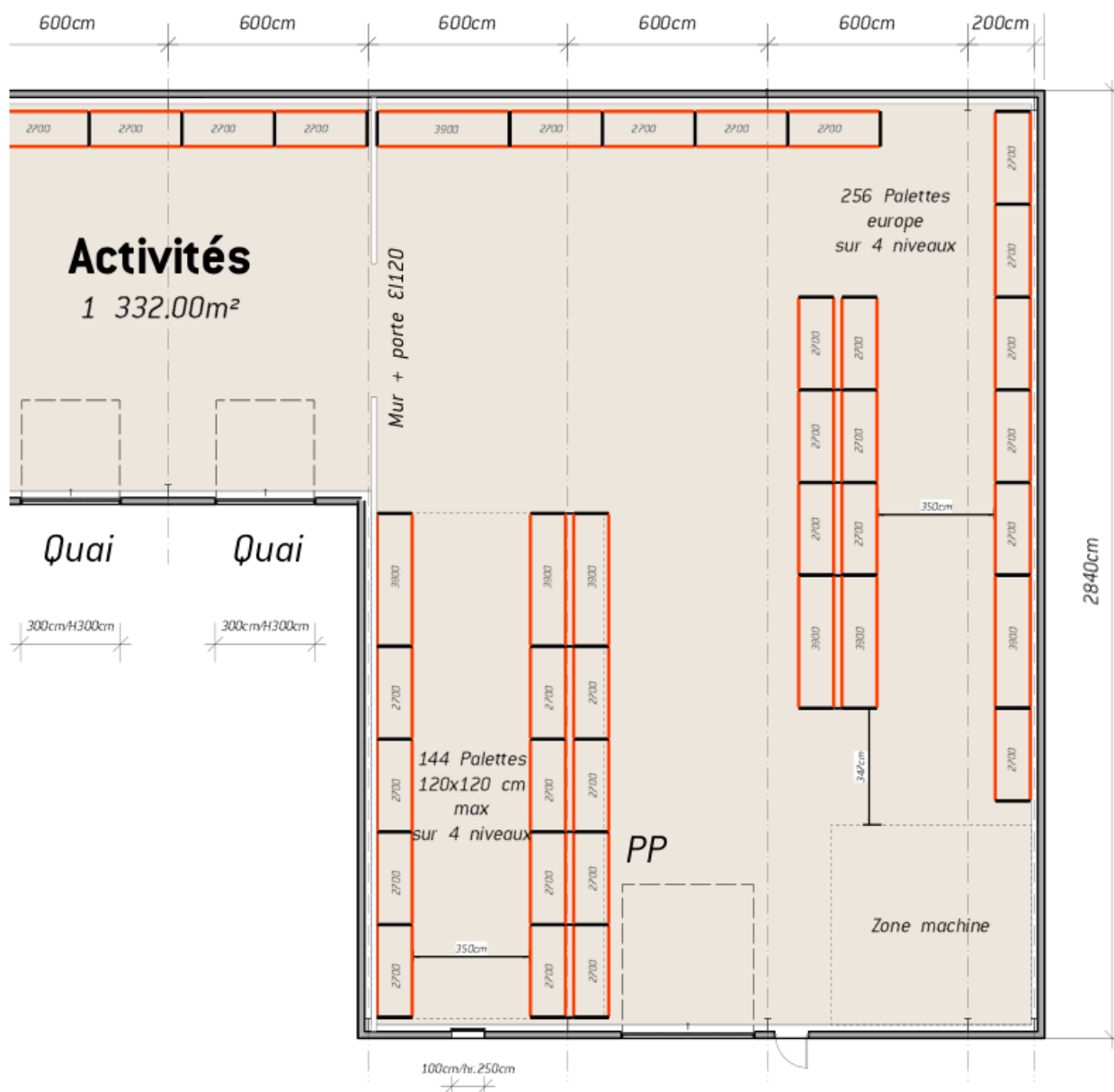


Figure 2 : Aménagements intérieurs de la zone Est du nouveau bâtiment

3. METHODES ET MOYENS DE CALCULS

3.1. Seuils d'effets thermiques

Les seuils retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux sont définis par l'arrêté du 29/09/2005 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 des dangers des installations classées soumises à autorisation ».

Les phénomènes dangereux considérés sont susceptibles de conduire à des effets de surpression, à des effets thermiques ou à des effets toxiques.

Dans le cas de phénomènes thermiques établis (c'est-à-dire pour des durées d'exposition supérieures à 2 minutes), les effets thermiques s'apprécient en termes de flux thermique reçu par une surface exposée. Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques pour les phénomènes thermiques établis sont présentées dans le tableau suivant :

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

Effets prévisibles sur les structures	Effets prévisibles sur l'homme	Flux thermique (kW/m ²)
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton	-	20
Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	-	16
Seuil des effets domino et correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures	Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine	8
Seuil des destructions de vitres significatives	Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine	5
-	Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	3

3.2. Méthode Flumilog

La méthode proposée pour déterminer les flux thermiques associés à un incendie de combustibles solides se démarque sensiblement de celles utilisées jusqu'à présent. En effet, les méthodes employées ne considéraient pas l'évolution temporelle de l'incendie.

Les distances d'effet étaient généralement déterminées en supposant l'incendie instantanément généralisé à une cellule avec un effacement total du toit et un effacement partiel ou total des parois selon les organismes en charge de l'étude. De plus, les valeurs considérées pour calculer les effets avaient un caractère global pour tout le stockage (vitesse de combustion par exemple) qui ne prenait pas non plus en compte le mode de stockage utilisé (rack ou masse par exemple).

Compte tenu des évolutions réglementaires avec notamment une prise en compte accrue de la cinétique du phénomène, il est apparu essentiel de développer une méthode qui puisse répondre au mieux à ces évolutions.

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

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

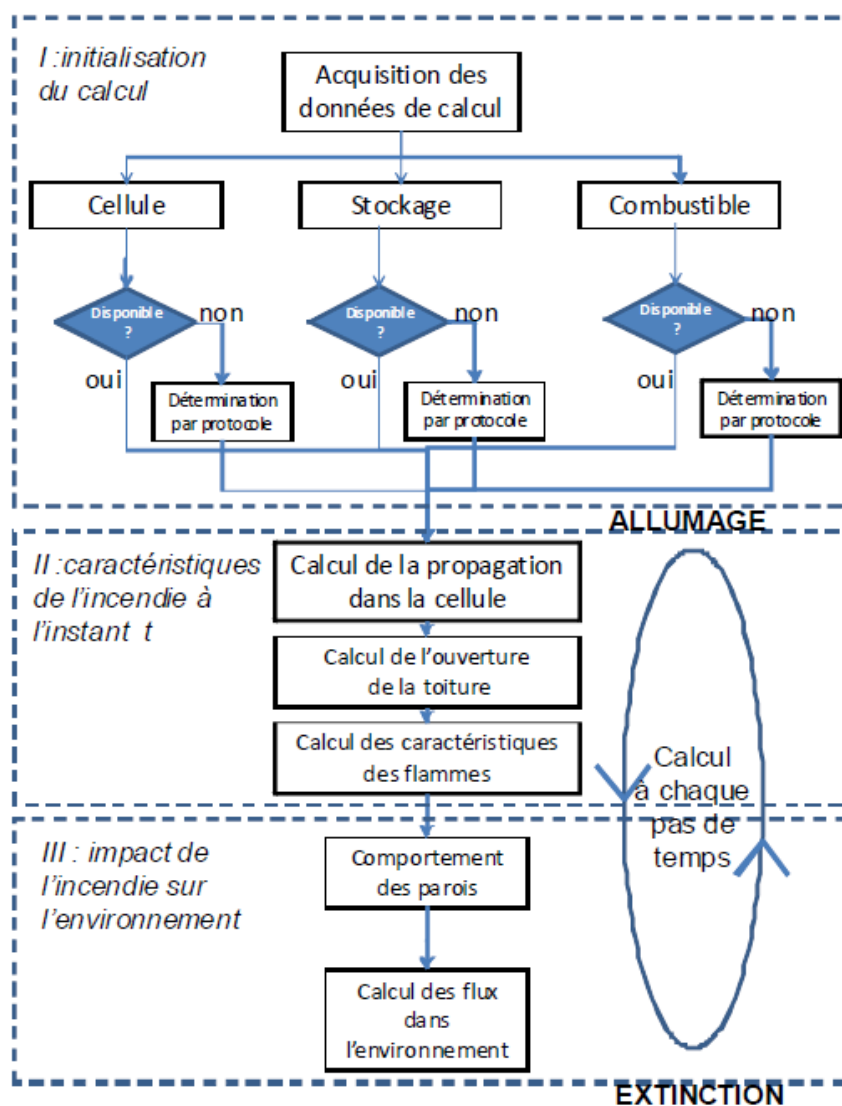


Figure 3 : Processus de calcul dans Flumilog

4. MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES DE L'INCENDIE DE LA ZONE EST DU NOUVEAU BÂTIMENT

4.1. Définition du terme source

On considère l'incendie de la zone Est du nouveau bâtiment.

La figure suivante présente la configuration retenue pour l'implantation des racks de stockage et des allées, ainsi qu'une représentation schématique de l'implantation réelle prévue.

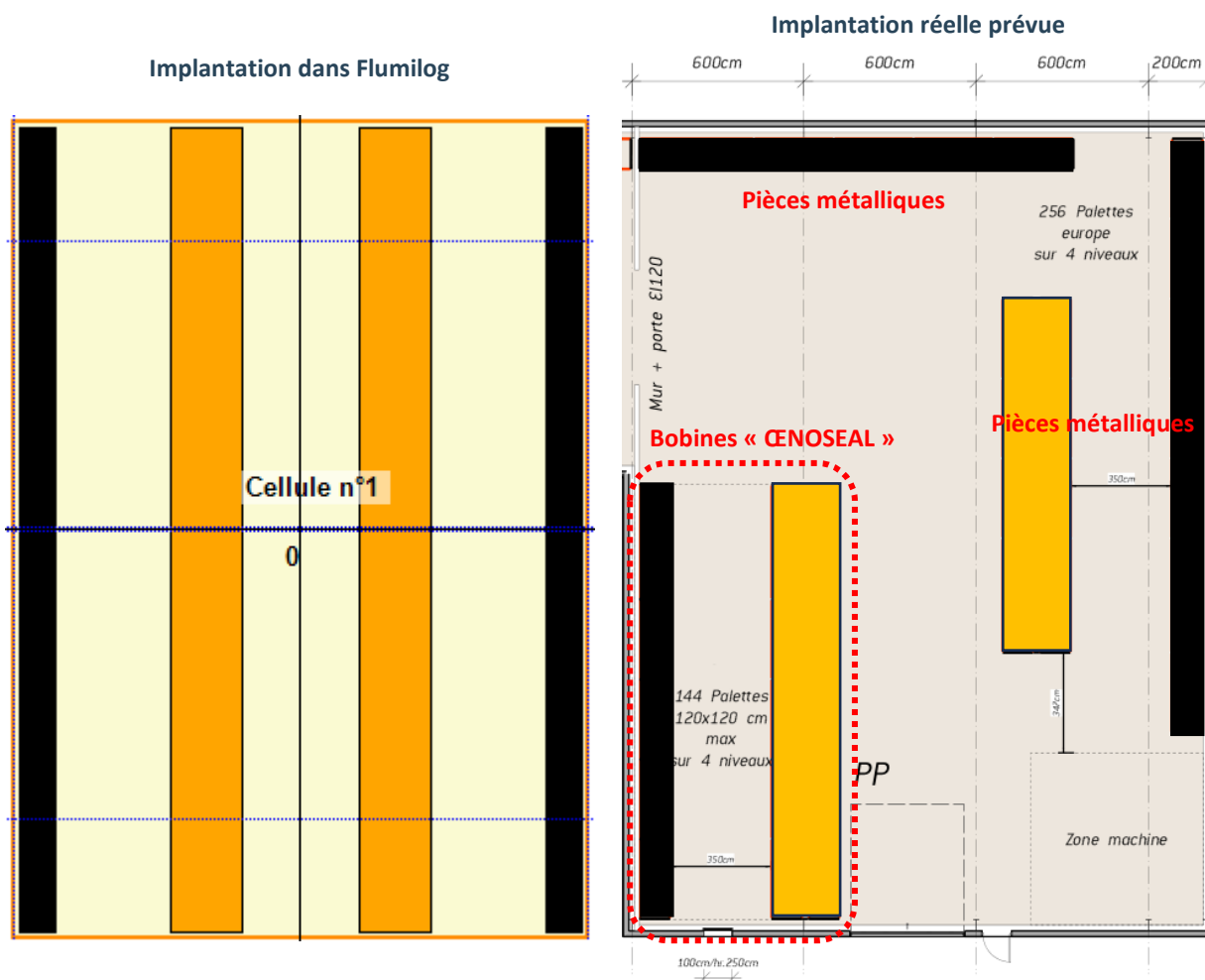


Figure 4 : Implantation des racks considérée dans la modélisation Flumilog (vue de dessus)

On considère 2 racks simples (en noir) positionnés au bord de la zone et 2 racks doubles (en orange) sur toute la longueur du bâtiment. **Le nombre d'emplacements de palettes considéré dans la modélisation est fortement surestimé.**

Les palettes de bobines « CENOSEAL » sont présentées sur la figure suivante :



COMPOSITION

Cap



Low density expanded polyethylene foam
White paper
Tin Foil
PVDC

Bottle/Jar – contact with product

Figure 5 : Caractéristiques des palettes de bobines « CENOSEAL »

Une palette de bobines « CENOSEAL » est composée de 75 kg de polymère (mousse polyéthylène expansée et PVDC) et de 25 kg d'étain, posés sur une palette bois de 20 kg. Les masses de papier et de film polyéthylène sont négligeables.

En plus des 144 palettes de bobines « CENOSEAL » qui seront stockées dans la partie sud-ouest de la zone, cette dernière permettra également le stockage de 256 palettes de pièces métalliques posées sur des palettes en bois (et éventuellement dans des emballages/conditionnement en bois).

La densité de charge calorifique de ces palettes est nettement plus faible que celles des palettes de bobines « CENOSEAL » (puisque ces dernières contiennent 75 kg de polymère).

Afin de ne pas négliger le caractère combustible de ces autres palettes, il sera considéré que l'ensemble des palettes stockées aura les caractéristiques de la palettes de bobines « CENOSEAL ».

Les autres données d'entrées considérées sont les suivantes :

Tableau 2 : Données d'entrée utilisées pour la modélisation de l'incendie de la zone Est du bâtiment

Paramètre	Valeur
Dimensions du bâtiment	L x l x H = 28,4 m x 20 m x 8 m
Toiture	
Résistance au feu des poutres	15 minutes (temps minimum afin d'avoir une disparation de la toiture)
Résistance au feu des pannes	
Matériaux constituant la couverture	Panneaux sandwich - laine de roche
% d'exutoire en surface utile	2 %
Parois	
Structure support	Poteaux béton
Côté Est (paroi n°1)	Béton Arme/Cellulaire REI 120
Côté Sud (paroi n°2)	Béton Arme/Cellulaire REI 120
Côté Ouest (paroi n°3)	Béton Arme/Cellulaire REI 120
Côté Nord (paroi n°4)	Béton Arme/Cellulaire REI 120
Stockage	
Mode de stockage	Racks
Nombre de niveau de stockage	4
Caractéristique du combustible / Palette type	Dimension de la palette type Flumilog : L 1,2 m x l 1,2 m x h 1,8 m Composition de la palette type Flumilog : <ul style="list-style-type: none"> • Polyéthylène : 75 kg • Palette bois : 20 kg • Métaux (assimilé à l'aluminium) : 25 kg

La note de calcul Flumilog est jointe en **Annexe A**.

4.2. Evaluation des effets

L'évaluation des effets est réalisée avec le modèle Flumilog (présenté au § 3.2).

Les paramètres calculés par Flumilog sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Données de sortie de Flumilog – Scénario « Incendie de la zone Est du bâtiment »

Paramètres	Résultats Flumilog
Caractéristiques de la palette type	Durée de combustion
	Puissance dégagée
Durée de l'incendie	

La figure suivante présente la cartographie des zones d'effets thermiques calculées en considérant que la porte de quai (4 m x 4,5 m) sur la paroi Sud n'est pas coupe-feu.

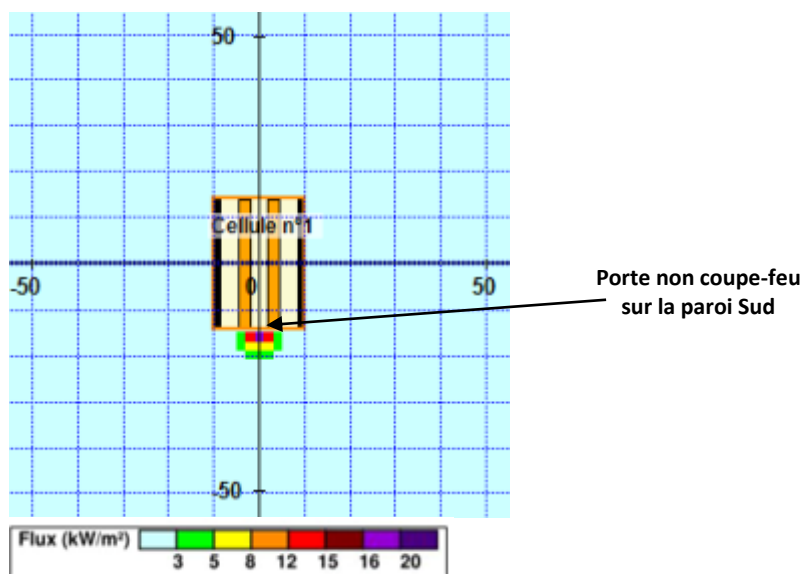


Figure 6 : Zones d'effets thermiques calculées par Flumilog

Les zones des effets irréversibles (zone **verte** correspondant aux flux supérieurs à 3 kW/m^2), des premiers effets létaux (zone **jaune** correspondant aux flux supérieurs à 5 kW/m^2) et des effets létaux significatifs (zone **orange** correspondant aux flux supérieurs à 8 kW/m^2) restent dans les limites du site METACONCEPT.

Elles sont limitées aux premiers mètres devant la porte de quai qui sera présente sur la paroi Sud.

ANNEXES

Annexe A : Note de calcul Flumilog



Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calcul V6.0.3

Flux Thermiques

Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	CGE
Société :	ORIUM Conseil
Nom du Projet :	Meta_1
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	30/10/2024 à 15:41:42 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	30/10/24

I. DONNEES D'ENTREE :

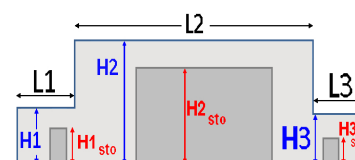
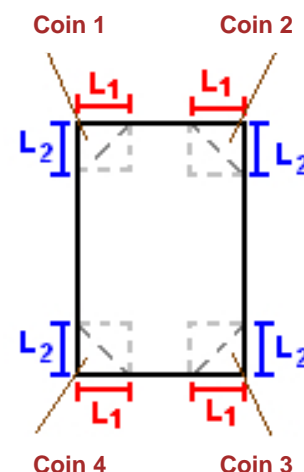
Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,5** m

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la cellule (m)	28,4		
Largeur maximum de la cellule (m)	20,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)	8,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0,0
		L2 (m)	0,0

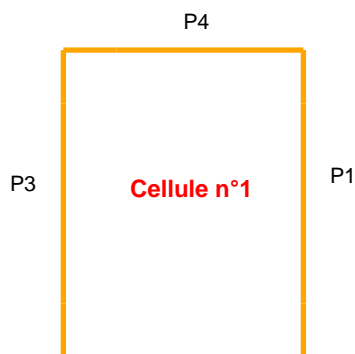
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	15
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	Panneaux sandwich - laine de roche
Nombre d'exutoires	2
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule n°1

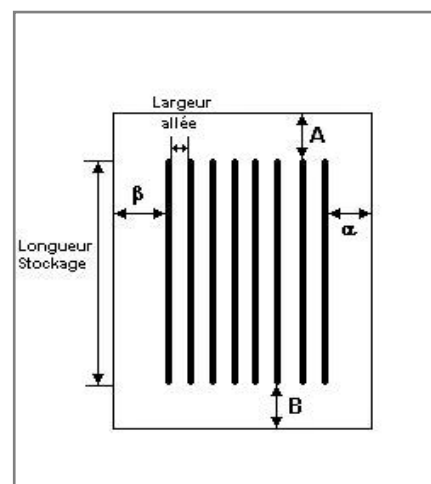
[illegible]

Stockage de la cellule : Cellule n°1

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

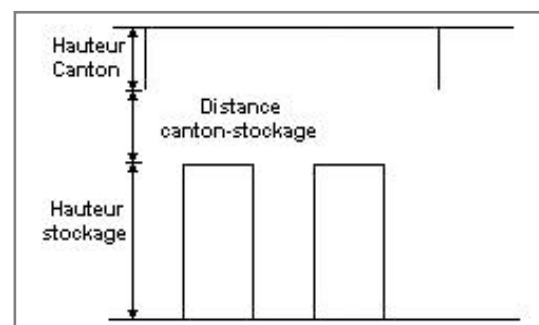
Dimensions

Longueur de stockage **28,0** m
 Déport latéral a **0,2** m
 Déport latéral b **0,2** m
 Longueur de préparation A **0,2** m
 Longueur de préparation B **0,2** m
 Hauteur maximum de stockage **7,8** m
 Hauteur du canton **0,0** m
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **0,2** m



Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**
 Nombre de double racks **2**
 Largeur d'un double rack **2,5** m
 Nombre de racks simples **2**
 Largeur d'un rack simple **1,3** m
 Largeur des allées entre les racks **4,0** m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m
 Largeur de la palette : **1,2** m
 Hauteur de la palette : **1,8** m
 Volume de la palette : **2,6** m³
 Nom de la palette : **META**

Poids total de la palette : **120,0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

PE	Palette Bois	Aluminium	NC	NC	NC	NC
75,0	20,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0

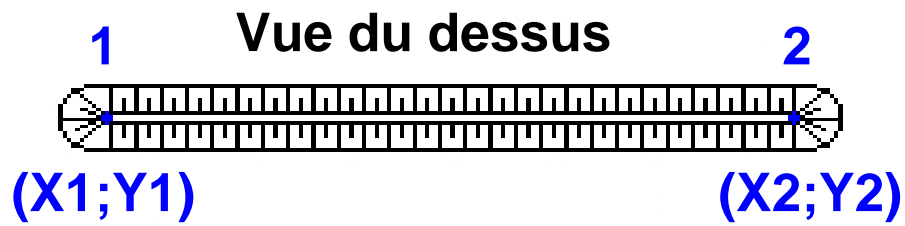
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **50,4** min
 Puissance dégagée par la palette : **1102,4** kW

Merlons



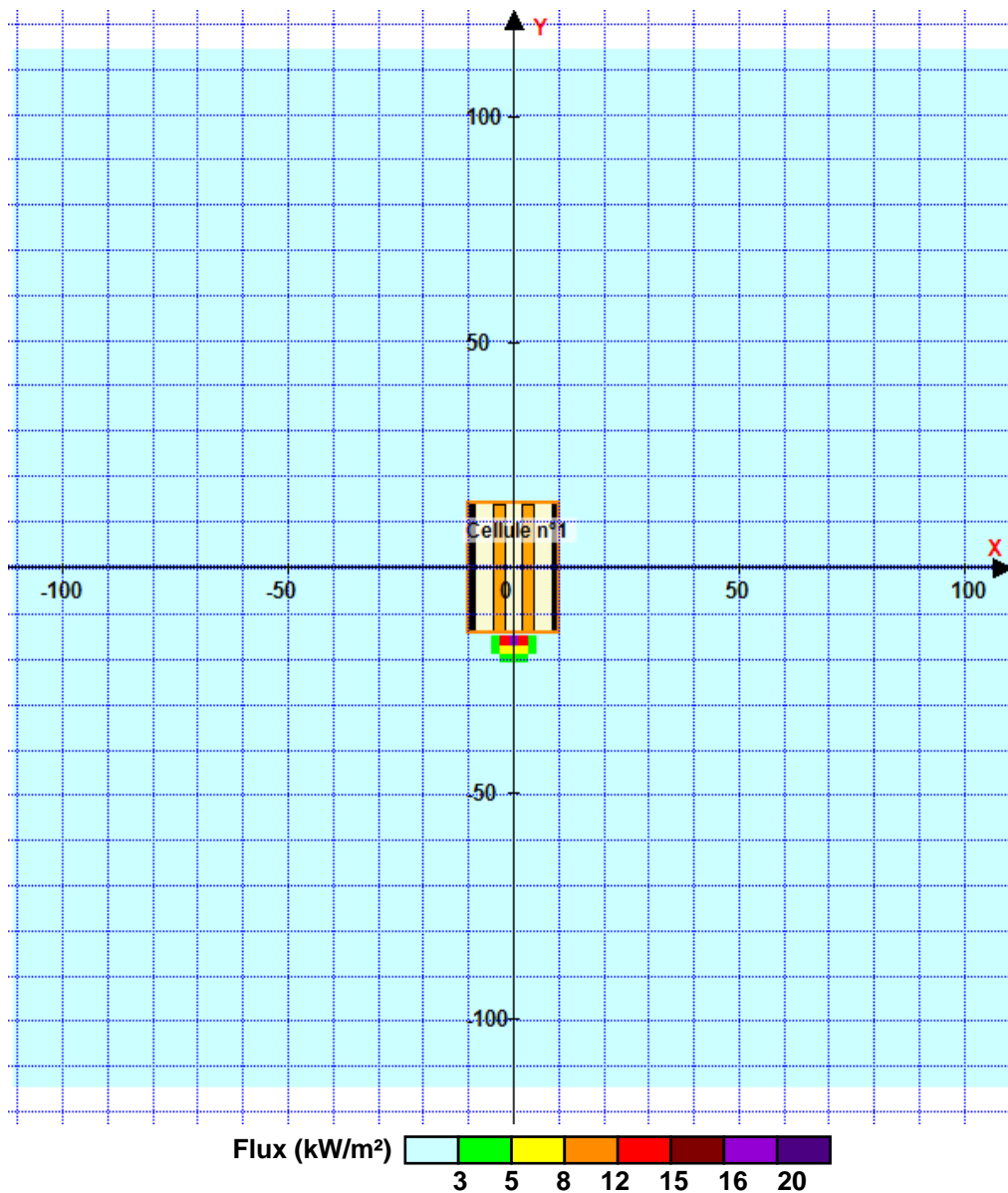
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	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 **84,0** 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.