



DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT

PELLETS

VPK PAPER NORMANDIE
ALIZAY

Pièce jointe n°2 bis : Annexe - Conformité aux
arrêtés ministériels
de prescriptions générales



KALIÈS

Étude & conseil
en environnement,
énergie & risques industriels

REVISIONS

Date	Version	Objet de la version
17/10/2023	1	Version finale

ARRETE DU 11/09/2013 - ENREGISTREMENT RUBRIQUE 1532

Annexe 1. Rapport de modélisations des phénomènes dangereux4

ANNEXE 1. RAPPORT DE MODELISATIONS DES PHENOMENES DANGEREUX

RAPPORT DE MODELISATIONS DES PHENOMENES DANGEREUX

TABLE DES MATIERES

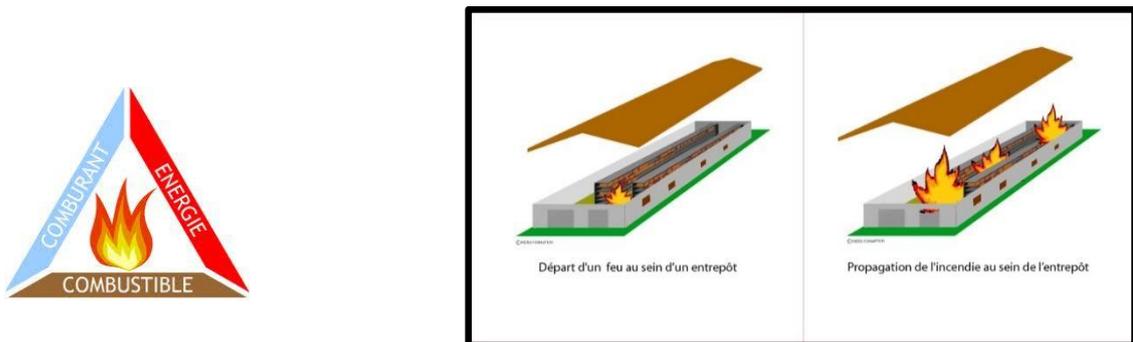
I. Incendie.....	2
I.1. Incendie d'un stockage de matières combustibles	2
I.2. Seuils de référence	3
I.3. Modélisations Incendie	4
II. Explosion de poussières en milieu confiné.....	13
II.1. Description du phénomène dangereux	13
II.2. Méthode utilisée pour quantifier le phénomène dangereux	14
II.3. Modélisations Explosion et ensevelissement	16
III. Bilan des phénomènes dangereux étudiés	23
Annexes.....	

I. INCENDIE

I.1. INCENDIE D'UN STOCKAGE DE MATIERES COMBUSTIBLES

Dans le but de modéliser les effets thermiques d'un incendie, il est nécessaire de déterminer les flux thermiques dégagés par cet incendie.

Figure 1. Exemple de déroulement d'un incendie dans un bâtiment



Pour les incendies de combustibles solides stockés en bâtiments ou en extérieur, les flux thermiques sont calculés selon les modèles développés dans FLUMILOG de l'INERIS, du CNPP et du CTICM - Méthode de calcul des effets thermiques d'incendies généralisés pour les entrepôts de combustibles solides - avril 2010.

Cette méthode permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement du combustible.

À partir des données géométriques de la cellule, de la nature des produits entreposés et du mode de stockage, le logiciel calcule le débit de pyrolyse, les caractéristiques des flammes et les distances d'effet en fonction du temps, ainsi que le comportement au feu des toitures et des parois.

Le calcul prend en compte les cellules de géométrie complexe (parois tronquées ou en équerre), ainsi que les cellules de hauteurs variables.

Le calcul ne s'applique qu'aux bâtiments à simple rez-de-chaussée ou au dernier niveau pour ceux multi-étagés.

Nota : Le logiciel FLUMILOG ne permet pas de choisir l'emplacement exact des portes sectionnelles ou portes de quais. Elles sont mises par défaut à équidistance entre elles et chaque extrémité de la paroi.

I.2. SEUILS DE REFERENCE

Tableau 1. Conséquences d'un incendie en fonction des flux thermiques

Flux thermiques	Effets sur l'homme	Effets sur les structures
3 kW/m ²	Seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	/
5 kW/m ²	Seuil des effets létaux délimitant la zone de dangers graves pour la vie humaine	Seuil de destructions de vitres significatives
8 kW/m ²	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone de dangers très graves pour la vie humaine	Seuil des effets dominos et correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures
16 kW/m ²	/	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m ²	/	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m ²	/	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

À titre comparatif, le tableau ci-dessous présente quelques seuils d'effets thermiques sur les structures issus de la littérature (API 1990 ; GESIP 1991 ; Green Book-TNO 1989).

Tableau 2. Exemples d'effets thermiques

Seuils (en kW/m ²)	Effets caractéristiques
1	Rayonnement solaire en zone tropicale
5	Bris de vitres
8	Début de la combustion spontanée du bois et des peintures
20	Tenue du béton pendant plusieurs heures
35	Auto-inflammation du bois
200	Ruine du béton par éclatement interne en quelques dizaines de minutes (température interne de 200 à 300°C)

I.3. MODELISATIONS INCENDIE

Le projet consiste en l'implantation d'une installation de production de pellets au sein du site VPK PAPER NORMANDIE.

Il est composé de diverses zones identifiées par leur rôle dans le processus de production et se compose des activités suivantes.

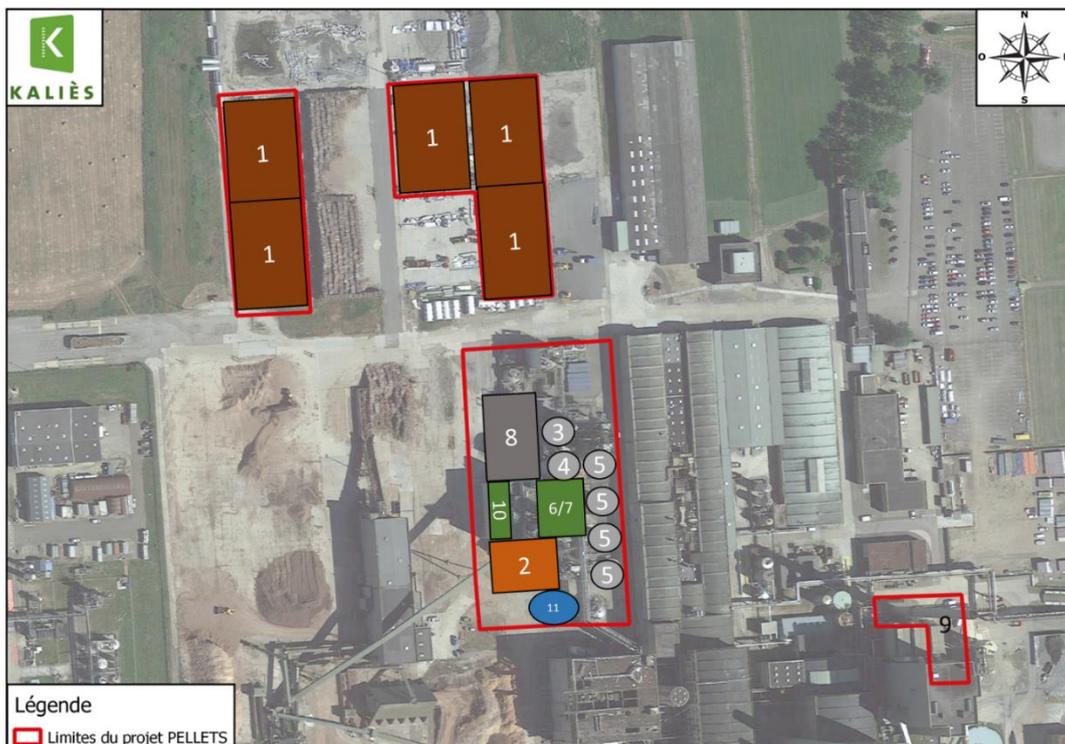
Tableau 3. Zones d'activités du projet

Id	Activités	Surface réelle au sol (m ²)
1	Stockages de bois ronds	10 500
2	Stockages de copeaux	968
3	Stockage de la matière préparée	8,3
4	Stockage de l'amidon	0,2
5	Stockages des pellets	15,2 (soit 4 x 3,8)
6	Broyeurs	Au sein du bâtiment bloc 3 existant
7	Presses extrudeuses	
8	Séchoirs	243,8
9	Centrale de récupération de chaleur fatale de la chaudière de BEA	87
10	Transformateurs	Au sein du bâtiment bloc 3 existant
11	Cuve sprinklage	A proximité du bloc 3 existant.

A noter que les surfaces indiquées comprennent l'emprise au sol des stockages et séchoirs avec les longrines.

Le projet prévoit également l'ajout d'ouvrages de collecte des eaux pluviales et des eaux industrielles raccordés au réseau existant.

Figure 2. Implantation des différentes zones d'activités



I.3.1 HYPOTHESES

À la suite d'une défaillance matérielle ou organisationnelle, l'apparition d'une source d'inflammation conduit à un départ de feu dans l'un des stockages du fait de la présence de matières combustibles.

Pour ces modélisations, il est considéré que l'éventuel système de détection incendie ne fonctionne pas et qu'aucune intervention humaine n'a lieu. Seules les mesures de sécurité passives (dispositions constructives) sont considérées fonctionnelles. Ainsi, l'incendie est généralisé à la totalité du stockage et est non maîtrisé.

Le reste des hypothèses est détaillée dans le tableau et point par point comme suit :

- le stockage prévu est apparenté à du stockage en masse, mais pour représenter la composition des produits stockés, les combustibles sont représentés dans Flumilog sous forme de palettes par convention ;
- la dimension de la palette est de 1 m³ ;
- l'humidité retenue est d'environ 50 %, elles sont renseignées au prorata du volume stocké ;
- le volume maximal stocké dans la modélisation 1 est d'environ 1 250 m³ par cellule, dans la modélisation 2, 20 000 m³ (2 ilots de 10 000 m³), dans la modélisation 3, 30 000 m³ (3 ilots de 10 000 m³).

Le logiciel ne permet pas de modéliser la quantité exacte (d'où les volumes utilisés différents de la réalité). L'objectif est de s'approcher le plus possible de la quantité réelle en majorant le risque, soit respectivement pour la modélisation 1,2 et 3 : 1 800 m³, 24 072 m³, 37 170 m³ ;

- FLUMILOG permet de présenter les murs comme étant composé de 4 matériaux aux caractéristiques différentes, dans le cas où ces murs ne sont composés que de deux matériaux, les 2 autres parties du mur seront renseignées comme nul;
- enfin, dans le cas de la modélisation 1, il y a en réalité 6 cellules avec chacune les mêmes caractéristiques, mais le logiciel ne permettant de représenter que 3 cellules à la fois. elle a été transposée pour présenter 6 cellules ;
- la représentation cartographie des flux les représentera sous forme de zone tampon sur l'ensemble du périmètre autour des zones de stockages.

Les notes de calcul FLUMILOG sont disponibles en annexe 1 de ce rapport.

Tableau 4. Hypothèses considérées pour la modélisation des stockages extérieurs

		Modélisation 1 : Stockage copeaux de bois	Modélisation 2 : Stockage rondins 2 ilots	Modélisation 3 : Stockage rondins 3 ilots
Localisation		Bâtiment au Sud-Ouest du site	Stockage extérieur au nord du site	Stockage extérieur au nord du site
Dimensions du stockage L x l (m)		30 x 5 (x 3 cellules)	120 x 35	180 x 35
Hauteur du bâtiment (m)		20 m	/	/
Résistance au feu des poutres (min)		15	/	/
Résistance au feu des pannes (min)		15	/	/
Matériaux constituant la couverture		Bardage simple peau	/	/
Nature et résistance au feu structure		0 à 13,5 m : Béton REI 120 13,5 à 20 m : Bardage simple peau REI 15	/	/
Dimension de l'îlot		5 x 30 m	34 x 59 m	35 x 59 m
Nature et résistance au feu parois (REI en min) + position et dimension portes	Est	Aucun mur	/	/
	Sud	0 à 13,5 m : Béton REI 120 13,5 à 20 m : Bardage simple peau REI 15	/	/
	Ouest	0 à 13,5 m : Béton REI 120 13,5 à 20 m : Bardage simple peau REI 15	/	/
	Nord	0 à 13,5 m : Béton REI 120 13,5 à 20 m : Bardage simple peau REI 15	/	/
Hauteur maximale de stockage (m)		10	6	6
Taux d'humidité minimal (%)		50 %	50 %	50 %

I.3.2 RESULTATS

Les distances des flux thermiques émis sont recensées dans le tableau suivant :

Tableau 5. Résultats des flux thermiques émis

Stockage	Paroi	Distance au seuil des		
		3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
		Hauteur cible : 1,8 m		
Modélisation 1 : Stockage copeaux de bois	Est	<10	<5	NA
	Sud	<10	NA	NA
	Ouest	NA	NA	NA
	Nord	<10	NA	NA
Modélisation 2 : Stockage rondins 2 ilots	Est	<10	<5	NA
	Sud	<10	<5	NA
	Ouest	<10	<5	NA
	Nord	<10	<5	NA
Modélisation 3 : Stockage rondins 3 ilots	Est	<10	<5	NA
	Sud	<10	<5	NA
	Ouest	<10	<5	NA
	Nord	<10	<5	NA

NA : Non atteint

Les distances des zones d'effets correspondantes sont représentées sur les figures en pages suivantes.

Figure 3. Modélisation 1 et sa transposition : copeaux de bois

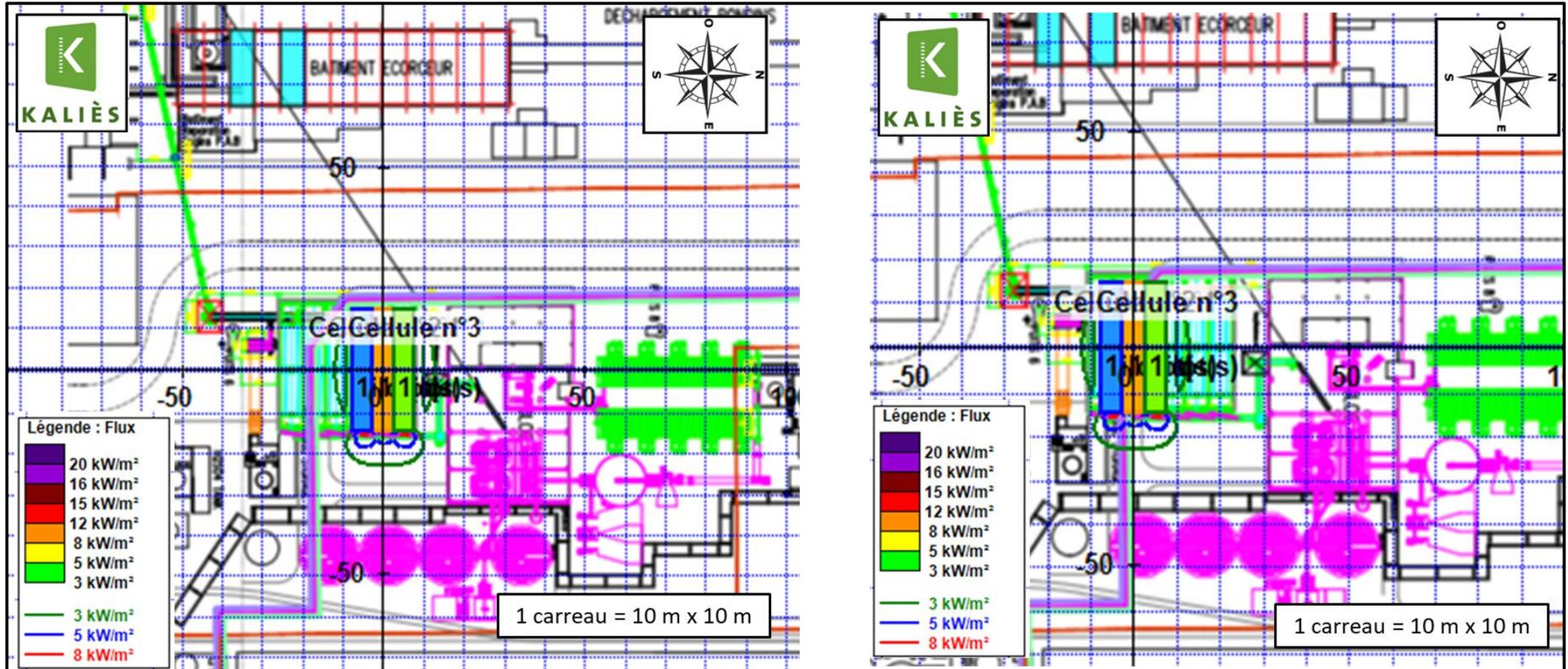


Figure 4. Modélisation 2 : rondins de bois, 2 ilots

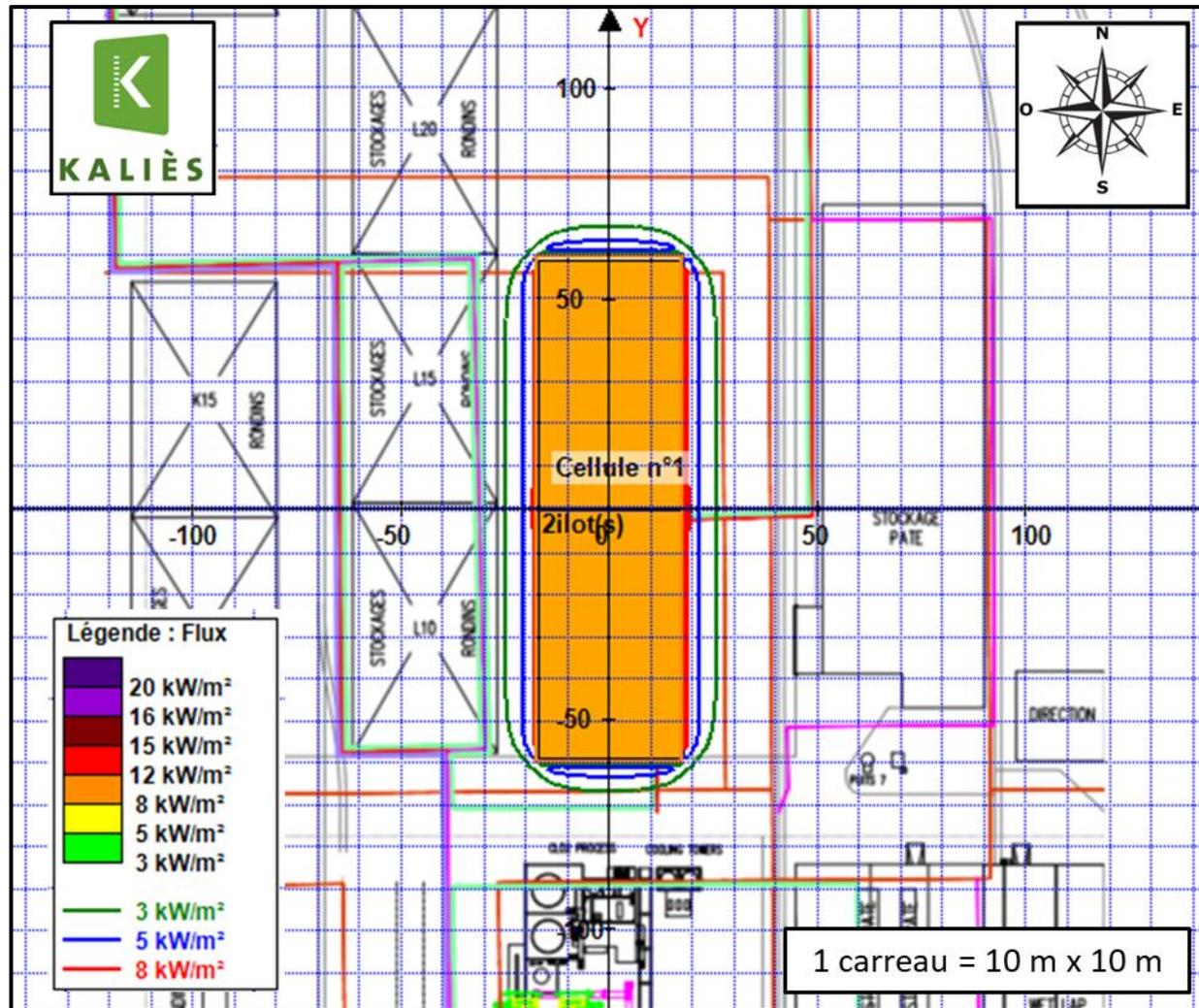


Figure 5. Modélisation 3 : rondins de bois, 3 ilots

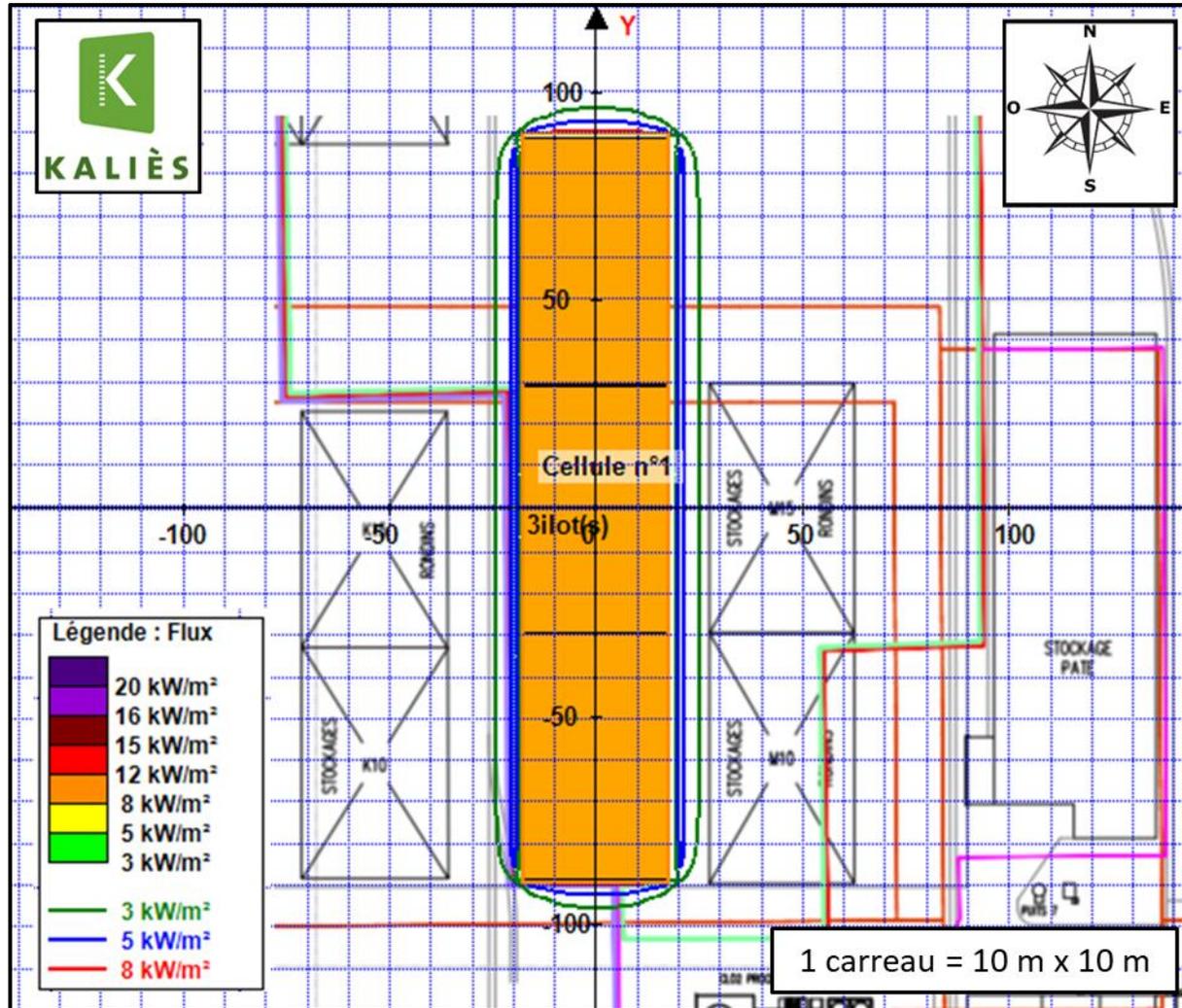
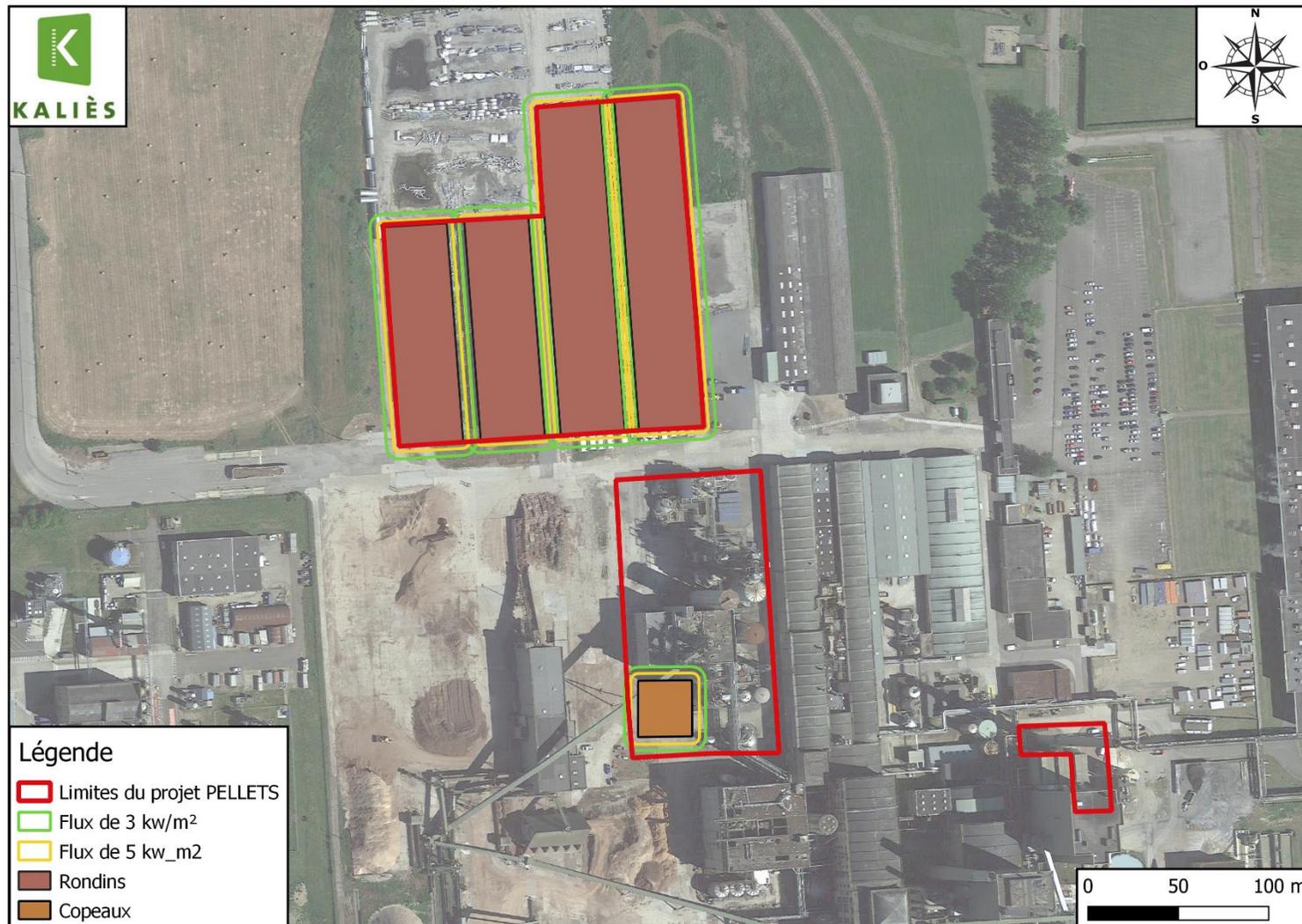


Figure 6. Cartographie des flux thermiques du projet



La représentation des « Copeaux » en un bloc représente les 6 cellules de stockage. Pour les rondins, ce sont des stockages de 2 ilots ou de 3 ilots.

I.3.3 COMMENTAIRES

I.3.3.1 ÉLÉMENTS IMPACTÉS SUR LE SITE

Tableau 6. Éléments du site impactés par les flux thermiques

Zone	Installations impactées <u>sur le site</u>		
	3 kW/m ² Effets irréversibles	5 kW/m ² Effets létaux	8 kW/m ² Effets létaux significatifs
Rondins	Zone de stockage de rondins et de la voirie	Zone de stockage de rondins et de la voirie	NA
Copeaux	Bâtiment bloc 3 situé au nord des flux.	Voirie	NA

I.3.3.2 ELEMENTS IMPACTES HORS DU SITE

Aucun élément n'est impacté hors du site.

I.3.4 CONCLUSION

Les modélisations réalisées ont montré que, sous réserve des hypothèses présentées au II.2.1, les incendies des différentes zones n'entraînent aucun effet significatif sur les structures voisines et hors du site.

II. EXPLOSION DE POUSSIÈRES EN MILIEU CONFINÉ

II.1. DESCRIPTION DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

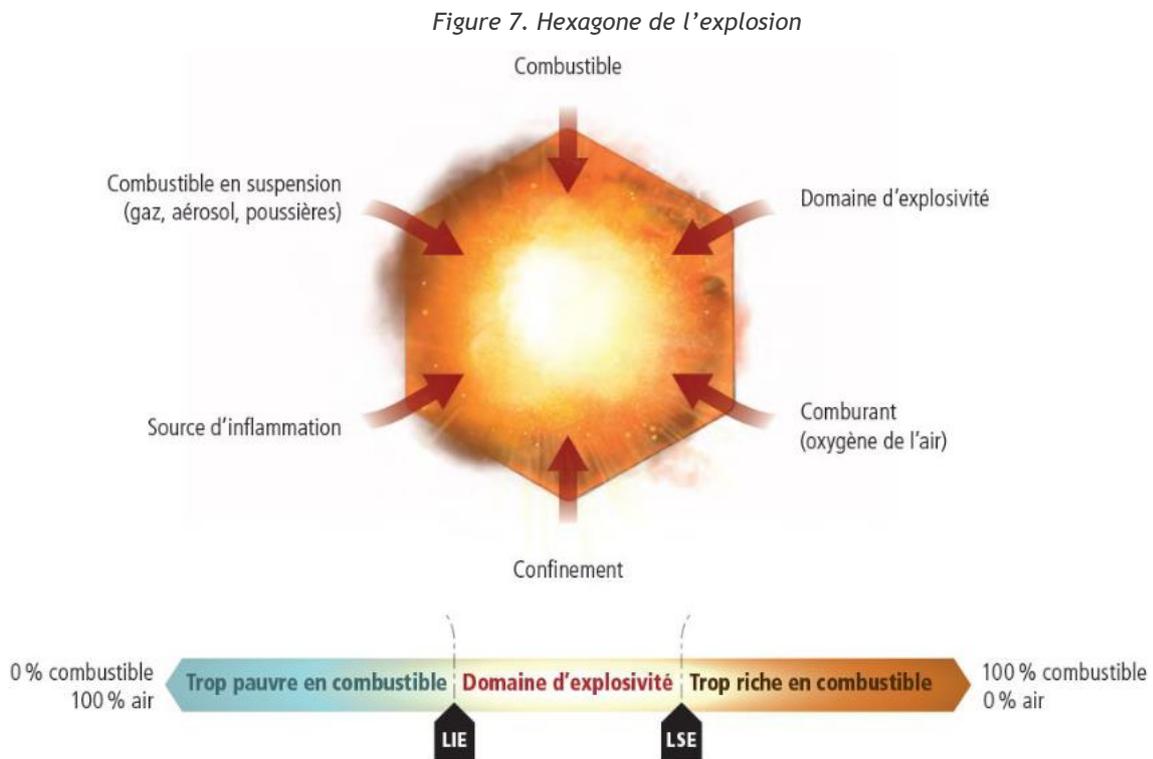
II.1.1 DÉFINITION DE L'EXPLOSION DE POUSSIÈRES EN MILIEU CONFINÉ

Ce phénomène survient lorsque des poussières inflammables en suspension dans une enceinte confinée, sont enflammées par une source d'inflammation d'énergie suffisante.

Pour qu'une explosion de poussières se produise, il est indispensable de réunir simultanément les conditions d'occurrence suivantes :

- Présence d'un produit combustible (poussières agro-alimentaires par exemple) ;
- Présence d'un gaz comburant, comme par exemple, l'oxygène de l'air ;
- Création d'une source d'inflammation d'énergie suffisante ;
- Formation d'un nuage de poussières combustibles en suspension ;
- Teneur en combustible comprise entre la Concentration Minimale d'Explosion (CME) et la Concentration Supérieure d'Explosibilité (CSE) ;
- Mélange suffisamment confiné.

Ces 6 paramètres réunis forment l'hexagone de l'explosion, comme représenté ci-après.



Source : INRS, 2022

En cas de communication entre plusieurs enceintes empoussiérées, on pourra voir apparaître une explosion secondaire, pouvant être nettement plus violente que l'explosion primaire.

II.1.2 EFFETS DE L'EXPLOSION DE POUSSIÈRES EN MILIEU CONFINÉ

Les principaux effets redoutés lors d'une explosion de poussières en milieu confiné sont les effets de surpressions.

À la marge, il peut également être cité :

- L'ensevelissement par le produit contenu dans le silo ;
- Des effets de flamme, notamment au droit des événements. Les effets thermiques ne sont pas modélisés dans le cadre d'une étude de dangers. Il convient toutefois de positionner les événements de façon à éviter l'exposition des personnes à ces effets ;
- Des projections de débris. Les connaissances scientifiques actuelles ne permettent pas de proposer des modélisations fiables pour ces effets. Comme indiqué par la circulaire du 10 mai 2010, l'étude se limitera à l'appréciation des effets dominos pouvant être générés par les fragments sur des installations et équipements proches.

II.2. METHODE UTILISEE POUR QUANTIFIER LE PHENOMENE DANGEREUX

II.2.1 PRESENTATION DE LA METHODE

Le guide silos¹ propose plusieurs méthodes pour quantifier le phénomène dangereux. Dans le cadre de la présente étude, il sera appliqué les méthodes associant un calcul de l'énergie de Brode et la méthode Multi-Énergie.

Cette démarche a l'avantage de définir l'énergie « disponible » par rapport aux spécificités du contenant (pression de rupture et volume). S'agissant du choix de l'indice de violence, bien qu'il puisse être majorant, seul l'indice 10 semble adapté puisqu'on a affaire à un phénomène d'éclatement et de propagation d'onde de choc. Les indices inférieurs correspondent à des explosions de gaz à l'air libre en milieu encombré.

II.2.2 MODELISATION DES EFFETS DE L'EXPLOSION DE POUSSIÈRES

II.2.2.1 DETERMINATION DE L'ENERGIE DE L'EXPLOSION

La première étape de la méthodologie consiste à évaluer l'énergie disponible avant éclatement de l'enceinte. Cette énergie représente l'augmentation de l'énergie interne de l'enceinte produite par l'accroissement de la pression dans le ciel gazeux. Elle peut être estimée à l'aide de l'équation de Brode simplifiée (en Joules) :

$$E = 3 \times V \times (P_{ex} - P_{atmosphérique})$$

Avec :

- V : Volume de l'enceinte considérée en m³ ;
- P_{ex} - P_{atmosphérique} : Pression relative de l'explosion en Pa ;
- P_{ex} : Pression absolue de l'explosion en Pa.

¹ Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables) - version 3 - 2008 - Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

Dans une approche dimensionnante, et dans le cas d'une explosion primaire de poussière, il est retenu comme pression relative $P_{ex} - P_{atmosphérique}$ de l'explosion :

- Pour une explosion primaire :
 - Si le volume est correctement éventé : $P_{ex} - P_{atm} = P_{redmax}$ (la pression d'explosion réduite utilisée pour calculer la surface d'évent aussi appelée pression résiduelle maximum dans l'enceinte après explosion) ;
 - Si le volume est non éventé : $P_{ex} - P_{atm} = 2 \times P_{rupture}$ (où $P_{rupture}$ est la pression statique de rupture de l'enceinte). À noter que 2 constitue un coefficient d'amplification afin de prendre en compte le développement de l'explosion ;
- Pour une explosion secondaire : 5 bars. Cette valeur est prise sur la base du retour d'expérience.

On entend par « volume correctement éventé », un volume disposant d'une surface d'évent (également appelé surfaces soufflables ou encore parois fusibles) au moins égale à la surface calculée selon une norme de dimensionnement d'évent en vigueur (VDI 3673, NFPA 68, NF EN 14491) pour les explosions de poussières. Le respect de ces normes permet de garantir la conservation de l'intégrité de la structure après l'explosion.

II.2.2.2 DETERMINATION DES DISTANCES DES EFFETS DE SURPRESSION

La détermination des distances d'effets sera réalisée par l'intermédiaire des formules correspondantes à un indice de violence de 10, comme proposé dans le guide silos².

Ces formules, respectant la physique du phénomène, donnent les surpressions d'une onde de choc résultant d'un éclatement, en fonction de l'énergie d'explosion définie à l'étape précédente.

Le tableau suivant donne les formules associées aux effets de surpression.

Tableau 7. Distance des effets de surpression suivant la méthode Multi-Énergie, indice 10

Valeurs de références relatives aux effets de surpression	Distance des effets de surpression suivant la méthode Multi-Énergie, indice 10
300 mbar	$0,028 \times E^{1/3}$
200 mbar	$0,032 \times E^{1/3}$
140 mbar	$0,05 \times E^{1/3}$
50 mbar	$0,11 \times E^{1/3}$

E : Énergie de Brode en J

- 200 mbar : seuil des effets létaux significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine et seuil des effets dominos sur les structures ;
- 140 mbar : seuil des effets létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine et seuil des dégâts graves sur les structures ;
- 50 mbar : seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine et seuil des dégâts légers sur les structures ;

Pour le seuil des 20 mbar, il est admis que la distance d'effet est égale à deux fois la distance d'effets obtenue pour une surpression de 50 mbar.

² Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables, Version 3, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT), 2008.

Il est à noter que seules les surpressions suivantes peuvent être atteintes :

- Les surpressions inférieures ou égales à la pression d'ouverture des événements (appelée $P_{red,max}$) ;
- Les surpressions inférieures ou égales au double de la pression de rupture de l'enceinte ($P_{rupture}$).

Pour rappel, une enceinte est dite suffisamment éventée si et seulement les dimensions et les pressions d'ouverture des événements permettent de garantir après explosion, l'intégrité de l'enceinte aux effets du phénomène dangereux. Les dimensions des événements s'obtiennent par l'application de normes (VDI 3673, NFPA 68, NF EN 14491).

Les résistances du fût et du toit de la cellule de stockage seront prises en compte afin de déterminer si les effets sont évalués à partir du sol ou du haut de la cellule. En cas d'effet survenant depuis le haut de la cellule, afin de déterminer les effets à hauteur d'homme, il sera possible de déduire la hauteur de la cellule en appliquant le théorème de Pythagore, comme préconisé par le guide silos.

II.3. MODELISATIONS EXPLOSION ET ENSEVELISSEMENT

II.3.1 DONNEES D'ENTREES

Ci-dessous les données d'entrées permettant le calcul des distances des effets de surpression ainsi que celles des ensevelissements.

Dans les données d'entrées, les silos sont considérés comme correctement éventés.

Tableau 8. Caractéristiques des silos

	Pellets	Matière préparée	Amidon
Volume du silos (m ³)	2 500	2 036	70,3
Hauteur du silos (m)	28,8	26	12,1
Largeur du silos (m)	12,25	12	2,9
Hauteur de l'évent (m)	28,8	25	12,1
Pred (bar)	0,12	0,3	1
Nature des produits stockés	Pellets	Granulé préparé	Amidon
Angle de talutage (°)	35	48	20
Nombre de silos	4	1	1

II.3.2 RESULTATS

Les distances des flux thermiques émis sont recensées dans le tableau suivant :

Tableau 9. Distance des effets de surpressions et d'ensevelissements

Stockages	Distance (m) au seuil des			Distance des ensevelissements (m)
	50 mbars	140 mbars	200 mbars	
	Hauteur cible : 1,8 m			
Silos pellets	49	NA	NA	20
Silo amidon	30	14	9	11
Silo matière préparée	62	28	18	12

NA : Non atteint

A noter que les 4 silos pellets ne sont pas connectés entre eux. De plus, ces derniers ayant les mêmes caractéristiques les résultats de modélisations sont les mêmes.

Les distances des zones d'effets correspondantes sont représentées sur les figures en pages suivantes.

Figure 8. Modélisations des explosions des silos de pellets

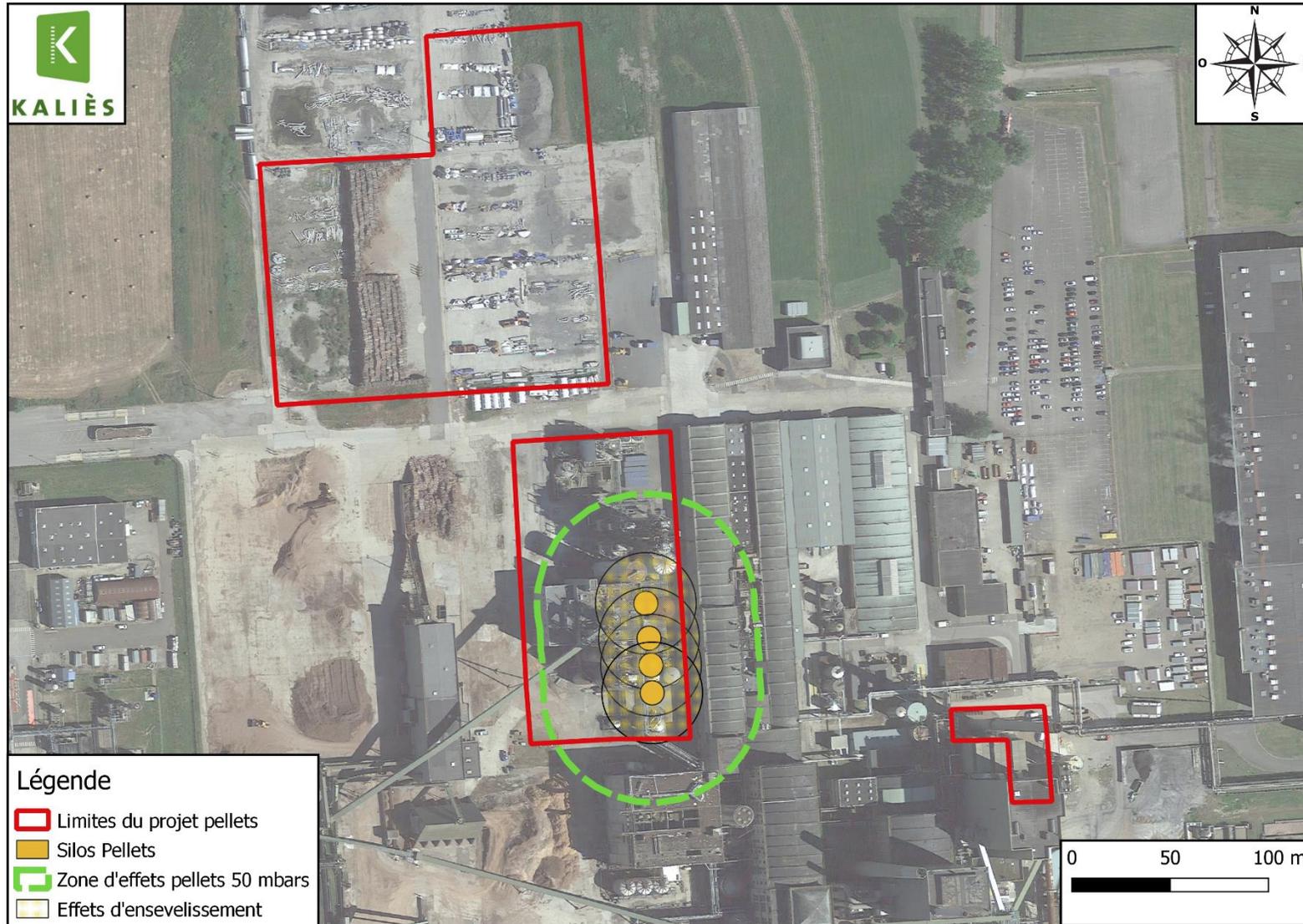


Figure 9. Modélisations des explosions du silo amidon

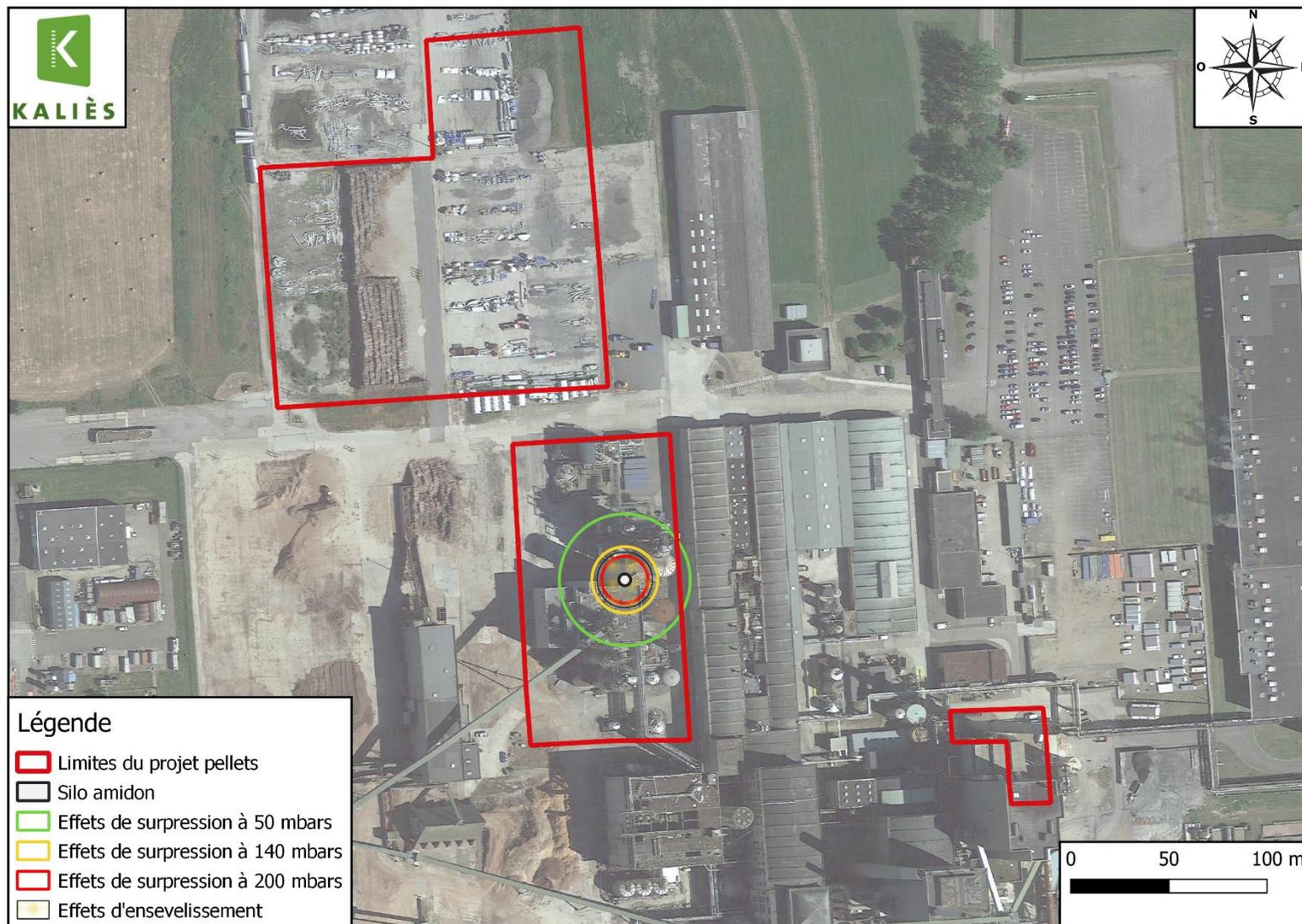
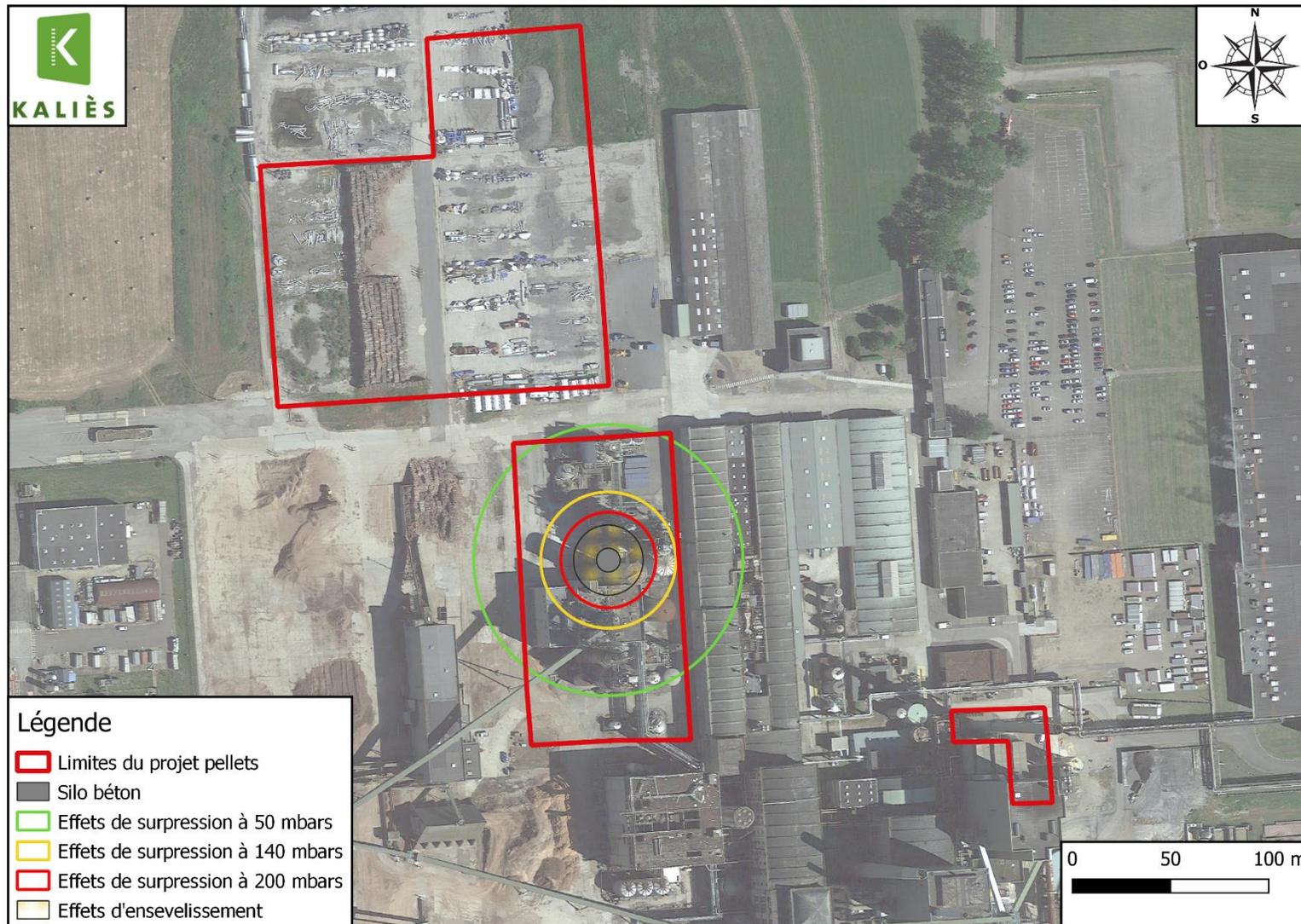
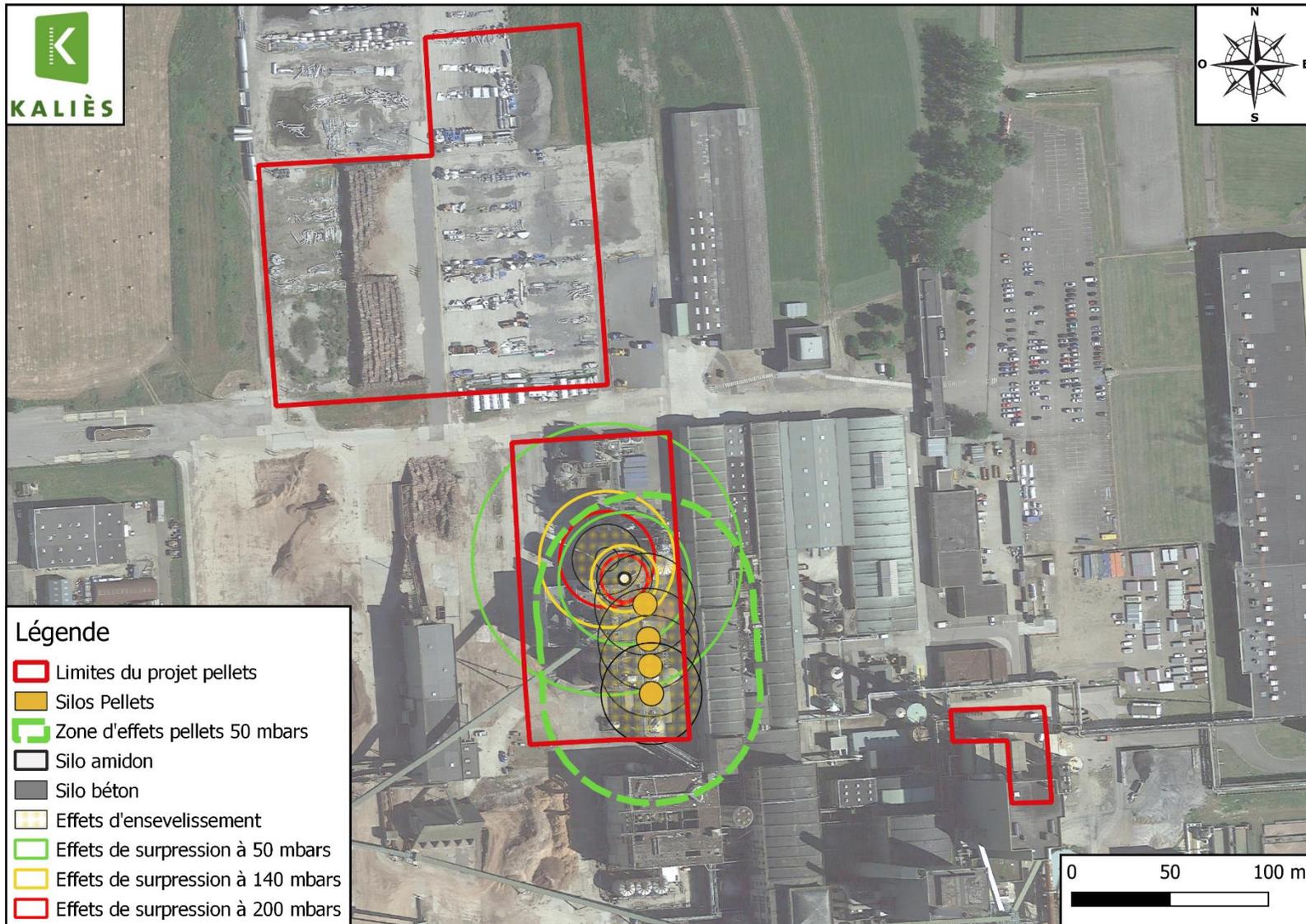


Figure 10. Modélisations des explosions du silo de matière préparée.





II.3.3 COMMENTAIRES

II.3.3.1 ÉLÉMENTS IMPACTES SUR LE SITE

Tableau 10. Éléments impactés par les effets de surpressions et d'ensevelissements.

Stockages	Distance (m) au seuil des			Distance des ensevelissements (m)
	50 mbars	140 mbars	200 mbars	
	Hauteur cible : 1,8 m			
Silos pellets	Voie engins côté est (entre silos et bâtiment) L'ensemble de la zone du projet PELLETS à l'exception de la zone de stockage des rondins et de la récupération de chaleur.		NA	Voie engins L'ensemble de la zone du projet PELLETS à l'exception de la zone de stockage des rondins et de la récupération de chaleur.
Silo amidon			Les silos : amidon, matière préparée et le silo pellet le plus au nord. Le bâtiment bloc 3 ainsi que la zone des séchoirs.	
Silo matière préparée				

NA : Non atteint

II.3.3.2 ÉLÉMENTS IMPACTES HORS DU SITE

Aucun élément n'est impacté hors du site.

II.3.4 CONCLUSION

Les modélisations réalisées ont montré que, sous réserve des données d'entrées et sans dispositifs de sécurité mis en place, les effets de surpressions et d'ensevelissement n'entraînent aucun effet significatif hors du site.

En revanche, dans le cas du silo amidon et du silo de matière préparée, le seuil des effets dominos est atteint et peut impacter certaines structures du site.

III. BILAN DES PHENOMENES DANGEREUX ETUDIES

Tableau 11. Intensité des phénomènes thermiques observées

Phénomène dangereux	Effets	Intensité*			Cinétique	Impact à l'extérieur du site
		Effets Irréversibles (m)	Effets Létaux (m)	Effets Létaux significatifs (m)		
Modélisation 1	Thermiques	<10	<5	NA	Rapide	Non
Modélisation 2	Thermiques	<10	<5	NA	Rapide	Non
Modélisation 3	Thermiques	<10	<5	NA	Rapide	Non

NA : Non atteint

Les flux thermiques des différentes zones ont certains flux sortant des limites du projet, mais n'entraînent aucun effet en dehors du site VPK PAPER NORMANDIE et de BEA.

Comme le montre les tableaux 8 et 9, l'ensevelissement et certains effets de surpression sont susceptibles d'impacter certaines structures de VPK PAPER NORMANDIE, mais aucun de ces derniers ne sort des limites du site.

Pour rappel, BEA n'est pas considérée comme un tiers.

ANNEXES

Annexe 1. Notes de calcul FLUMILOG Copeaux, Rondins 2 cellules et Rondins 3 cellules25

**ANNEXE 1. NOTES DE CALCUL FLUMILOG COPEAUX, RONDINS 2
CELLULES ET RONDINS 3 CELLULES**

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	CM
Société :	KALIES
Nom du Projet :	M1_V3
Cellule :	BOIS RONDS
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	11/08/2023 à 13:33:25 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	11/8/23

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

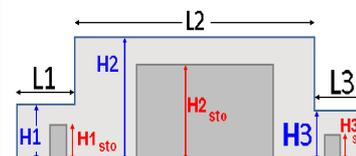
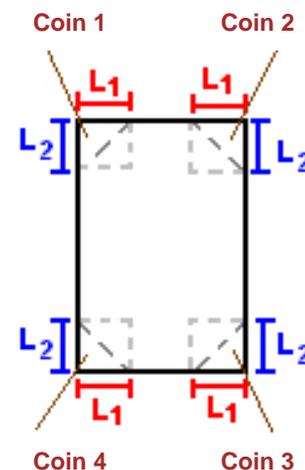
Hauteur de la cible : **1,8 m**

Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **120 min** ; REI C1/C3 : **120 min**

Géométrie Cellule1

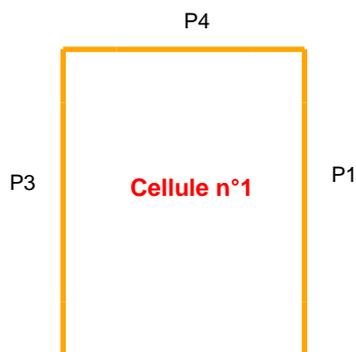
Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		30,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		5,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		20,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 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	Fibrociment
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule n°1



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Autostable	Autostable	Autostable	Autostable
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	4,0	0,0	0,0	0,0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	15	0	15	15
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	15	0	15	15
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	15	0	15	15
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	15	0	15	0
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	6,5		6,5	6,5
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	0,0
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Parpaings/Briques		Parpaings/Briques	Parpaings/Briques
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	13,5		13,5	13,5
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	10,0

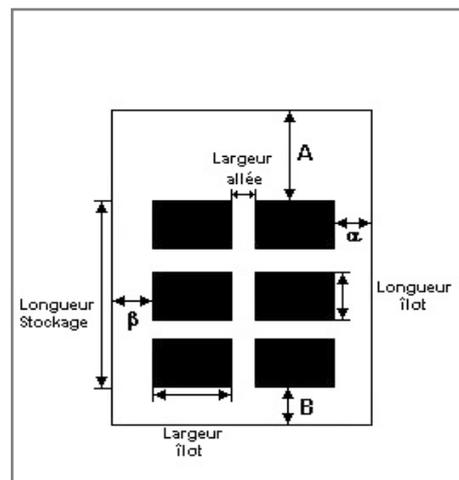
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

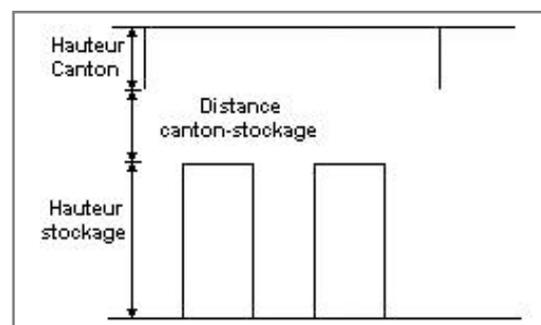
Dimensions

Longueur de préparation A	0,0 m
Longueur de préparation B	0,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Hauteur du canton	0,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	5,0 m
Longueur des îlots	30,0 m
Hauteur des îlots	10,0 m
Largeur des allées entre îlots	0,0 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,0 m
Largeur de la palette :	1,0 m
Hauteur de la palette :	1,0 m
Volume de la palette :	1,0 m ³
Nom de la palette :	copeaux

Poids total de la palette : 300,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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 :	59,5 min
Puissance dégagée par la palette :	393,9 kW

I. DONNEES D'ENTREE :

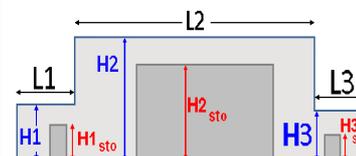
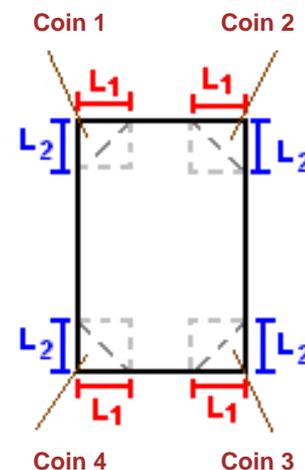
Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule2

Nom de la Cellule :Cellule n°2				
Longueur maximum de la cellule (m)		30,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		5,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		20,0		
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	

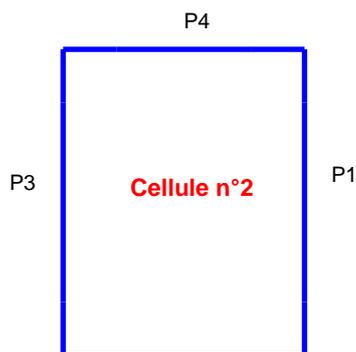
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0,0	0,0	0,0
H (m)	0,0	0,0	0,0
H sto (m)	0,0	0,0	0,0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	15
Résistance au feu des pannes (min)	15
Matériaux constituant la couverture	Fibrociment
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule n°2



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Autostable	Autostable	Autostable	Autostable
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	0,0	0,0	4,0	0,0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	15	0	15	15
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	15	0	15	15
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	15	0	15	15
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	15	0	15	15
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	6,5		6,5	6,5
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	0,0
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Parpaings/Briques		Parpaings/Briques	Parpaings/Briques
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	13,5		13,5	13,5
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	0,0

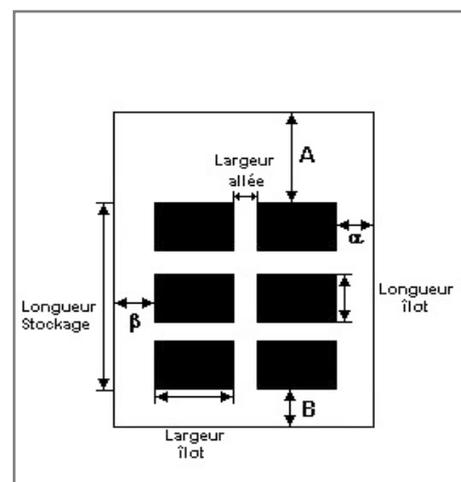
Stockage de la cellule : Cellule n°2

Mode de stockage

Masse

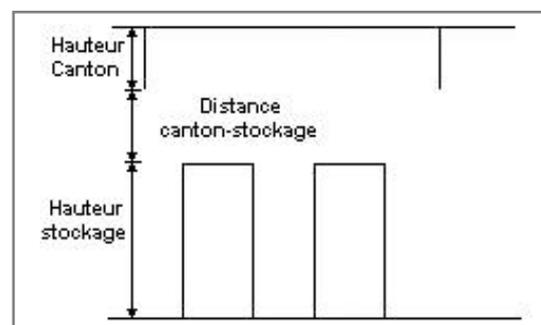
Dimensions

Longueur de préparation A	0,0 m
Longueur de préparation B	0,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Hauteur du canton	0,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	5,0 m
Longueur des îlots	30,0 m
Hauteur des îlots	12,0 m
Largeur des allées entre îlots	0,0 m



Palette type de la cellule Cellule n°2

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,0 m
Largeur de la palette :	1,0 m
Hauteur de la palette :	1,0 m
Volume de la palette :	1,0 m ³
Nom de la palette :	copeaux

Poids total de la palette : 300,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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 :	59,5 min
Puissance dégagée par la palette :	393,9 kW

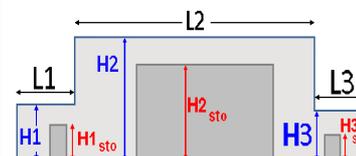
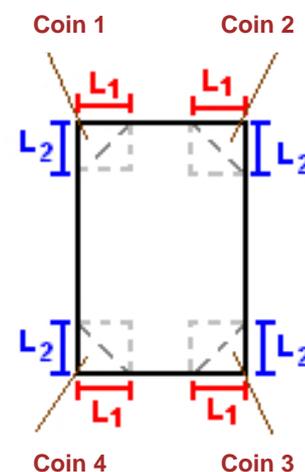
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,8 m**

Géométrie Cellule3

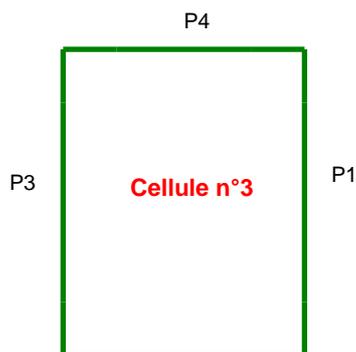
Nom de la Cellule :Cellule n°3				
Longueur maximum de la cellule (m)		30,0		
Largeur maximum de la cellule (m)		5,0		
Hauteur maximum de la cellule (m)		20,0		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0,0	
		L2 (m)	0,0	
Coin 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	Fibrociment
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

Parois de la cellule : Cellule n°3



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Autostable	Autostable	Autostable	Autostable
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0,0	0,0	0,0	0,0
Hauteur des portes (m)	0,0	4,0	0,0	0,0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	15	0	15	15
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	15	0	15	15
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	15	0	15	15
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	15	0	15	15
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	6,5		6,5	6,5
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	0,0
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Parpaings/Briques		Parpaings/Briques	Parpaings/Briques
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	30,0		30,0	5,0
Hauteur (m)	13,5		13,5	120,0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	0		0	0
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	0		0	0
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	0		0	0
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	0		0	0
Largeur (m)	0,0		0,0	0,0
Hauteur (m)	0,0		0,0	0,0

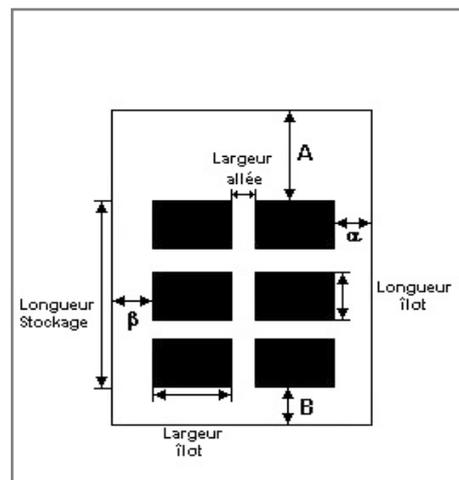
Stockage de la cellule : Cellule n°3

Mode de stockage

Masse

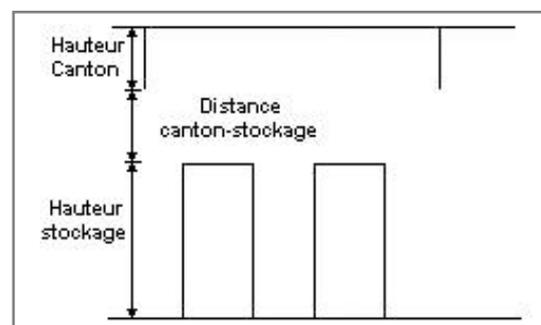
Dimensions

Longueur de préparation A	0,0 m
Longueur de préparation B	0,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Hauteur du canton	0,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	5,0 m
Longueur des îlots	30,0 m
Hauteur des îlots	12,0 m
Largeur des allées entre îlots	0,0 m



Palette type de la cellule Cellule n°3

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,0 m
Largeur de la palette :	1,0 m
Hauteur de la palette :	1,0 m
Volume de la palette :	1,0 m ³
Nom de la palette :	copeaux

Poids total de la palette : 300,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
150,0	150,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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 :	59,5 min
Puissance dégagée par la palette :	393,9 kW

II. RESULTATS :

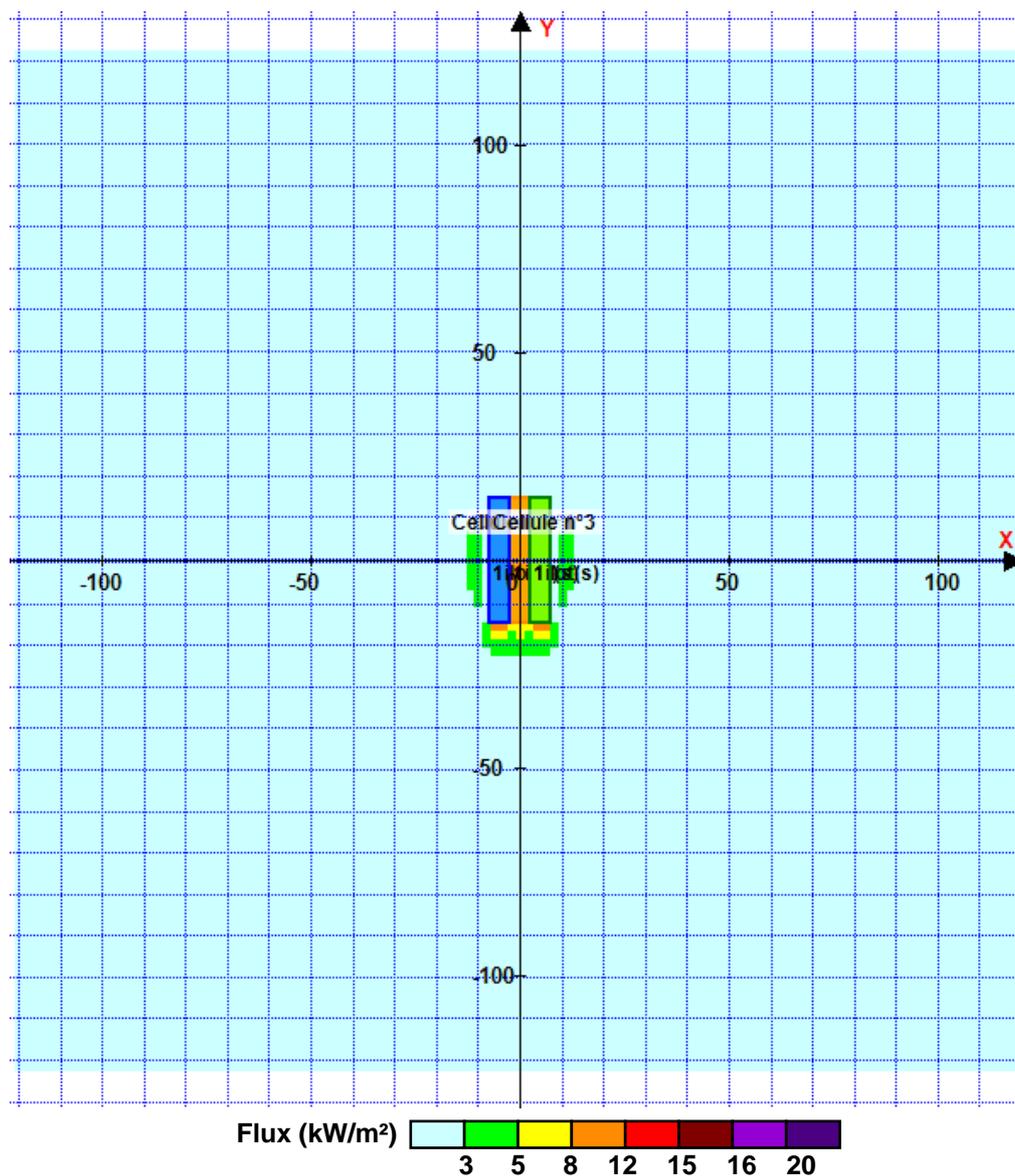
Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule n°1**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **165,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°2 **178,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°3 **178,0** min

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

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.

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

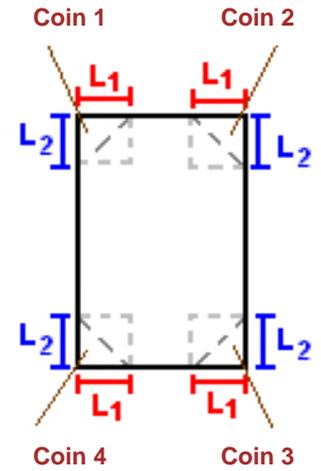
Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	CM
Société :	KALIES
Nom du Projet :	M5_2
Cellule :	Rondins mutualisé
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	04/07/2023 à 09:37:06 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	4/7/23

I. **DONNEES D'ENTREE :****Donnée Cible**Hauteur de la cible : **1,8** m**Stockage à l'air libre****Oui****Géométrie Cellule1**

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la zone de stockage(m)		120,0		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)		35,0		
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	



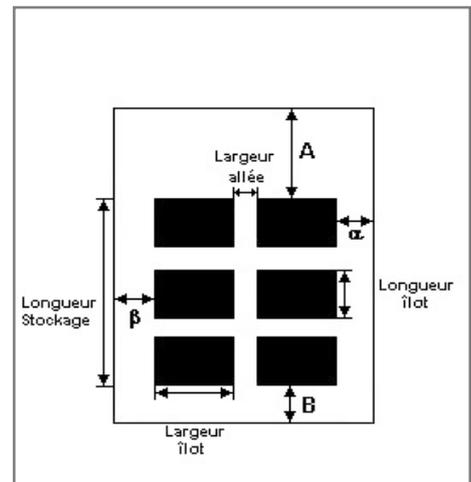
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

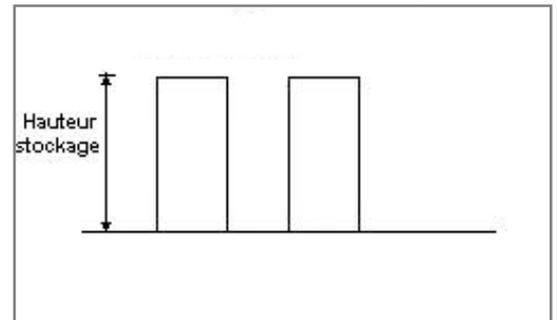
Dimensions

Longueur de préparation A	0,7 m
Longueur de préparation B	0,8 m
Déport latéral a	0,5 m
Déport latéral b	0,5 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	2
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	34,0 m
Longueur des îlots	59,0 m
Hauteur des îlots	6,0 m
Largeur des allées entre îlots	0,5 m



Palette type de la cellule Cellule n°1

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,0 m
Largeur de la palette :	1,0 m
Hauteur de la palette :	1,0 m
Volume de la palette :	1,0 m ³
Nom de la palette :	bois ronds

Poids total de la palette : 400,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
200,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

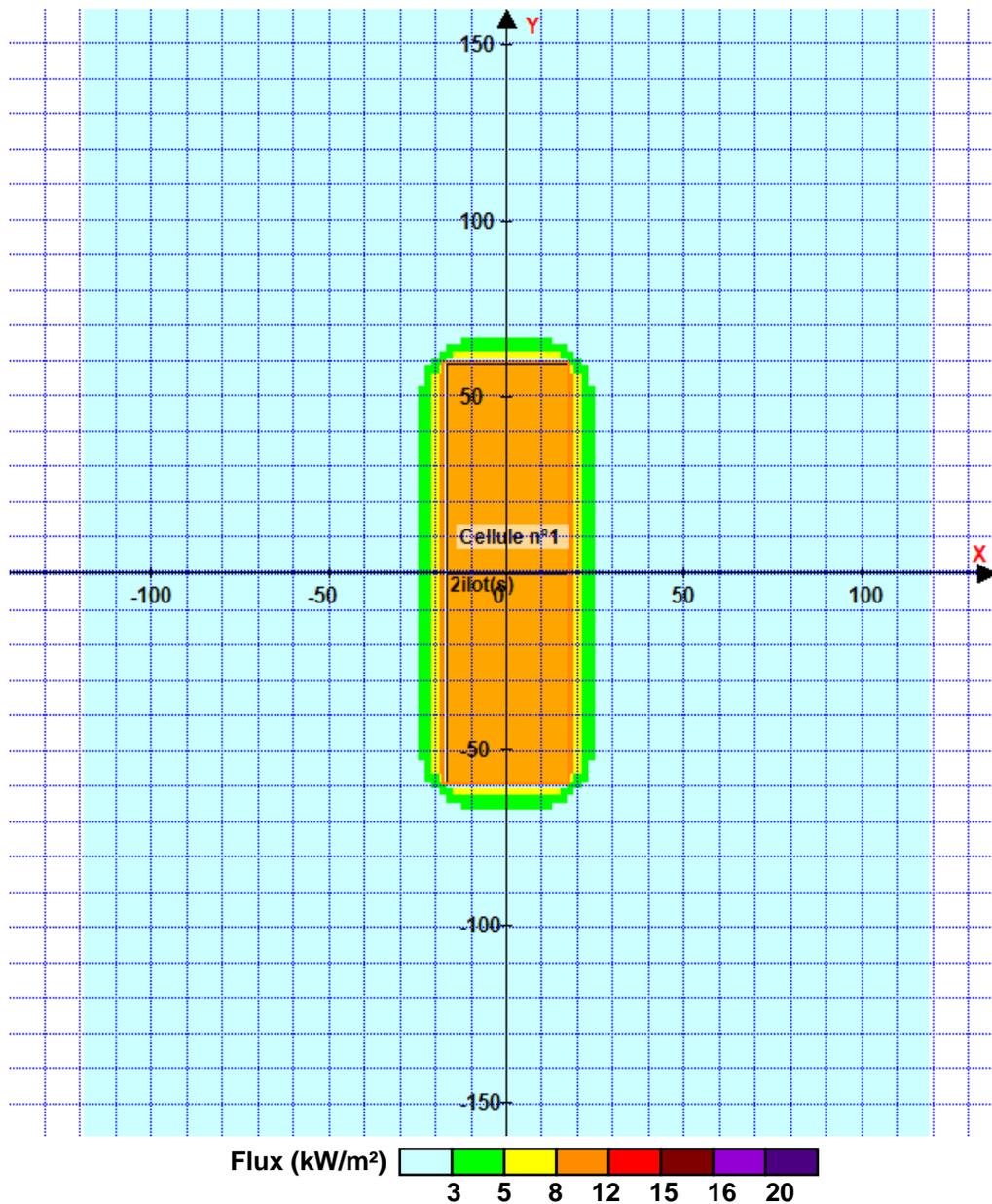
Durée de combustion de la palette :	69,3 min
Puissance dégagée par la palette :	464,3 kW

II. RESULTATS :

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **267,0** 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.

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	M4_2
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	04/07/2023 à 08:51:48 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	4/7/23

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

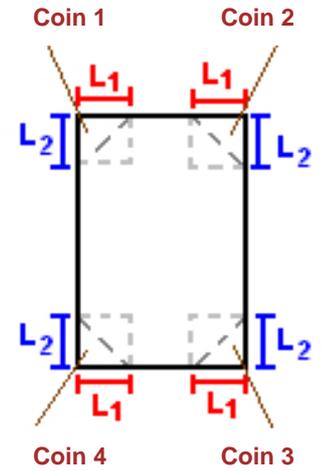
Hauteur de la cible : **1,8** m

Stockage à l'air libre

Oui

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la zone de stockage(m)		180,0		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)		35,0		
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	



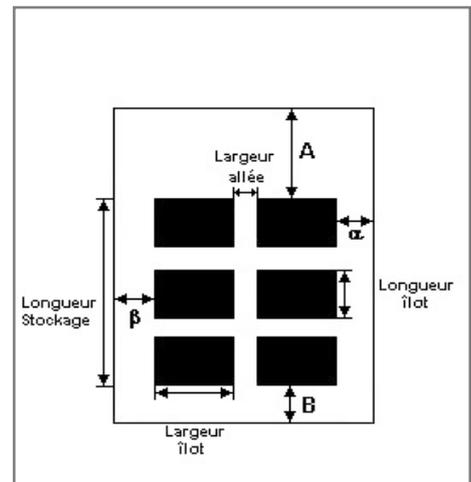
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

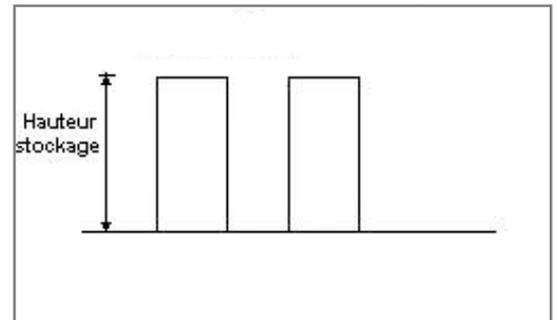
Dimensions

Longueur de préparation A	1,0 m
Longueur de préparation B	1,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	3
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	35,0 m
Longueur des îlots	59,0 m
Hauteur des îlots	6,0 m
Largeur des allées entre îlots	0,5 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 :	6,0 m
Volume de la palette :	5,8 m ³
Nom de la palette :	rondins

Poids total de la palette : 400,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Bois	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
200,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

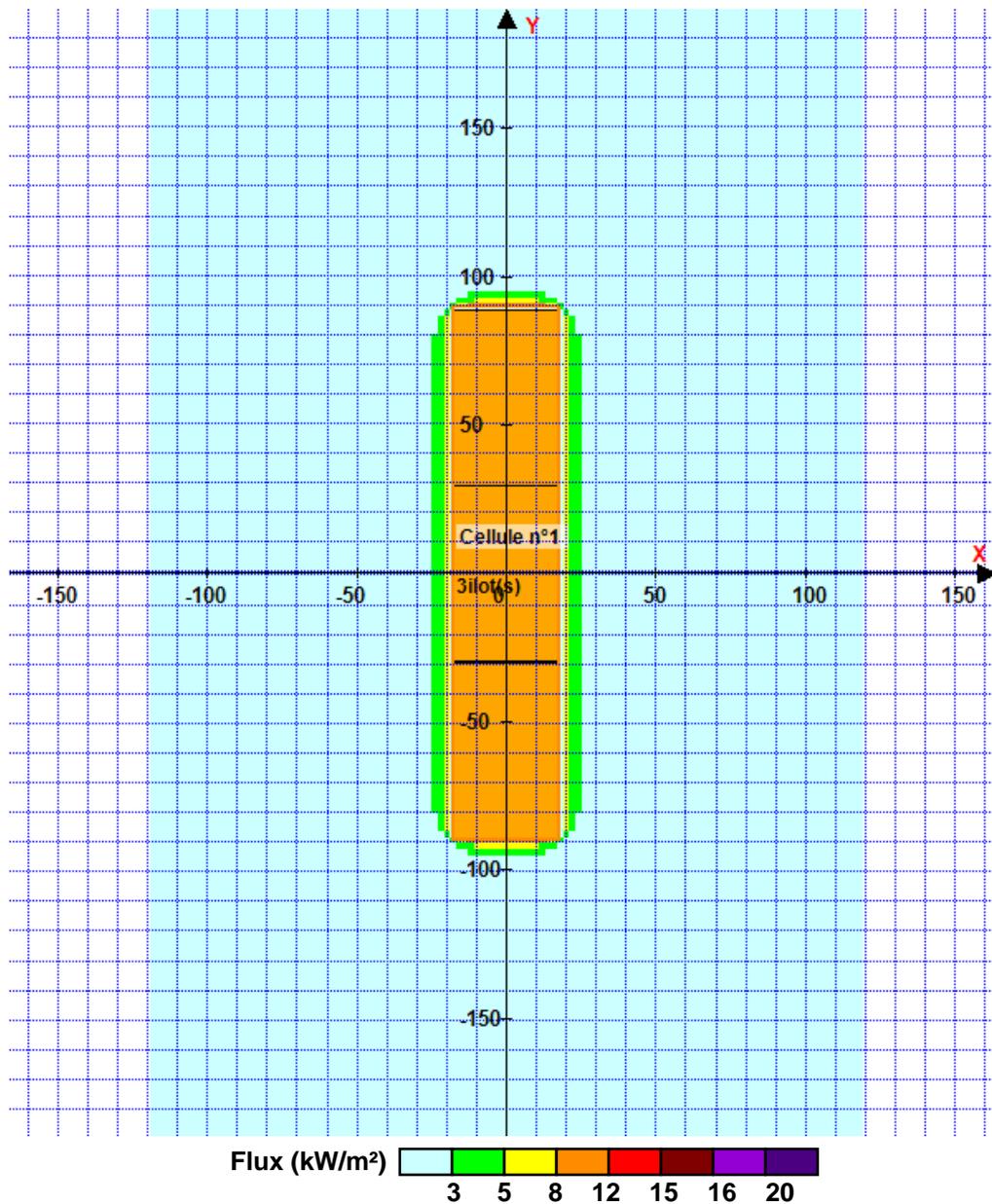
Durée de combustion de la palette :	57,0 min
Puissance dégagée par la palette :	934,9 kW

II. RESULTATS :

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **126,0** 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.