



BIOZ Le biométhane au cœur de nos territoires

DOSSIER D'ENREGISTREMENT D'UNE UNITE DE METHANISATION

CBMIT ENGIE BIOZ
MIGENNES (89)
VERSION N° 2

Analyse des risques et modélisations des dangers



KALIÈS
Étude & conseil
en environnement,
énergie & risques industriels

REVISIONS

Date	Version	Objet de la version
07/09/2022	1	Création du document
06/10/2022	2	Version finale

Ce dossier a été réalisé par :



Agence Auvergne-Rhône-Alpes
Espace des portes de l'Est
Lieu-dit Champ-Dolin
11 rue Aimé Cotton
69800 SAINT-PRIEST
04 87 34 05 14

Rédigé par :

DURANDARD Benjamin

Chargé d'affaires

Vérifié par :

DARY JENNIFER

Responsable projet

Et validé par :

BAYLE Sophie

Responsable d'agence

PREAMBULE

L'objectif de la présente annexe est de modéliser les différents phénomènes dangereux caractérisant les événements considérés comme principaux (Accidents Majeurs potentiels), sur la base du principe de proportionnalité des dangers. À noter également que ce principe de proportionnalité est inclus dans la détermination de la vulnérabilité de la cible, comme suit :

Vulnérabilité d'une cible à un effet " x " (ou " sensibilité ") : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.

Des critères simples permettent d'estimer si les effets des accidents majeurs potentiels peuvent atteindre des enjeux ou cibles situés à l'extérieur des limites d'exploitation :

- la nature et la quantité de produit concerné,
- les caractéristiques des équipements mis en jeu,
- la localisation de l'installation par rapport à la limite d'exploitation,
- ...

Les différents scénarios étudiés sont les suivants :

Tableau 1. Scénarios retenus lors de l'Analyse Préliminaire de Risques

Installations	Phénomènes dangereux modélisés
Plateforme des intrants non odorants	Incendie
Digesteur	Eclatement
Post-digesteur	Eclatement
Conteneur épuration	Eclatement

Les modélisations réalisées ont pour objectif d'identifier les potentiels effets thermiques et de surpression atteints à l'extérieur du projet dans le cadre d'une éventuelle maîtrise de l'urbanisation.

Le projet CBMIT n'étant pas soumis à Autorisation, il n'est pas concerné par l'Arrêté du 29/09/05 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Ainsi, aucun calcul de gravité et probabilité ne sera réalisé en cas d'effet à l'extérieur.

SOMMAIRE

I.	Méthodes utilisées	6
I.1.	Effets thermiques liés à un incendie de matériaux combustibles	6
I.2.	Effets de surpression liés à une explosion de gaz inflammable.....	8
I.2.1	Généralités sur l'UVCE	8
I.2.2	Effets de surpression	9
II.	Seuils de référence	12
II.1.	Effets thermiques	12
II.2.	Effets de surpression.....	13
III.	Evaluation quantitative	14
III.1.	Incendie du stockage d'intrants non odorants	14
III.1.1	Hypothèses.....	14
III.1.2	Résultats	14
III.1.3	Commentaires	16
III.2.	Eclatement d'un ciel gazeux	17
III.2.1	Hypothèses.....	17
III.2.2	Résultats	17
III.2.3	Commentaires	20
III.3.	Explosion du conteneur épuration	21
III.3.1	Hypothèses.....	21
III.3.2	Résultats	21
III.3.3	Commentaires	23
IV.	Mesures de prévention prévues	24
IV.1.	Zonage ATEX	24
IV.2.	Détection	26
IV.3.	Vérifications périodiques	29

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Exemple de déroulement d'un incendie dans un bâtiment.....	6
Figure 2. Déroulement d'un UVCE	8
Figure 3. Représentation schématique du domaine d'explosivité d'un gaz explosible	9
Figure 4. Flux thermiques en cas d'incendie de la plateforme de stockages des intrants non odorants 15	
Figure 5. Effets de surpression en cas d'éclatement du ciel gazeux du digesteur.....	18
Figure 6. Effets de surpression en d'éclatement du ciel gazeux du post-digesteur	19
Figure 7. Effets de surpression en cas d'explosion du conteneur épuration.....	22
Figure 8. Représentation schématique des zones ATEX (Source : ENGIE Bioz)	25

LISTE DES TABLEAUX

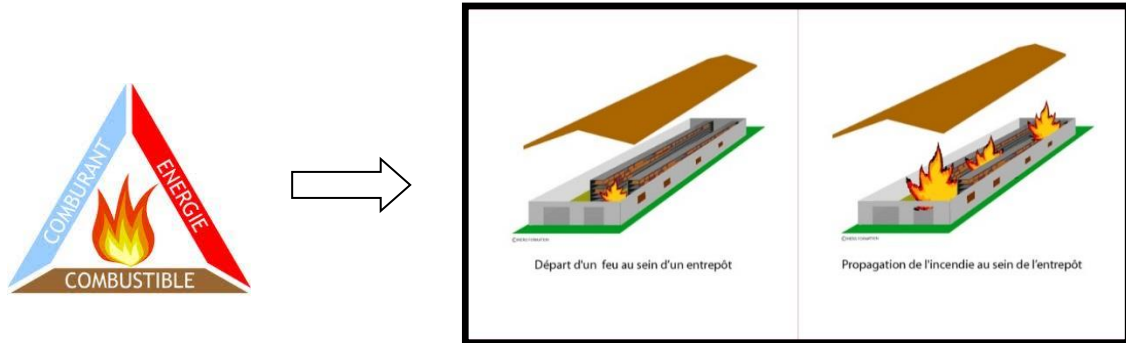
Tableau 1. Scénarios retenus lors de l'Analyse Préliminaire de Risques	3
Tableau 2. Indices multi-énergie	11
Tableau 3. Domaine d'inflammabilité et stœchiométrie.....	11
Tableau 4. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques, conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.....	12
Tableau 5. Seuils d'effets thermiques sur les structures issus de la littérature (API 1990 ; GESIP 1991 ; Green Book-TNO 1989)	13
Tableau 6. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression, conformément à l'arrêté du 29 Septembre 2005.....	13
Tableau 7. Hypothèses retenues pour la modélisation d'un incendie du stockage d'intrants	14
Tableau 8. Distances atteintes par les flux thermiques en cas d'incendie du stockage des intrants non odorants	14
Tableau 9. Hypothèses retenues pour la modélisation de l'éclatement d'un réservoir	17
Tableau 10. Distances atteintes par les effets de surpression en cas de rupture d'un réservoir	17
Tableau 11. Impacts des effets de surpression sur le site.....	20
Tableau 12. Hypothèses retenues pour la modélisation de l'explosion du conteneur épuration	21
Tableau 13. Distances atteintes par les effets de surpression en cas de rupture du conteneur épuration 21	
Tableau 14. Catégories d'appareils utilisés en zones ATEX	25

I. METHODES UTILISEES

I.1. EFFETS THERMIQUES LIES A UN INCENDIE DE MATERIAUX 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, 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, la nature des produits entreposés et le 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.

Des palettes types sont proposées pour certaines rubriques telles que la 1510 (combustible) ou la 2662 (matière plastique).

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

NOTA : Il est à noter que le logiciel FLUMILOG ne permet pas d'inclure dans une même cellule un mélange de configuration de stockages. En effet, dans une même cellule, les stockages doivent tous être sous la même forme (rack ou masse) et orientés dans le même sens (par exemple, tous les racks doivent être parallèles à la longueur de la cellule, et ne peuvent être perpendiculaires entre eux).

Deux approches sont possibles :

- réalisation d'un stockage équivalent : mise en œuvre d'un stockage fictif ayant une configuration majorante et conservatrice moyenne : cas où les zones de stockages ont des dimensions différentes (racks ou îlots de stockage de dimensions différentes). Idéalement conserver le volume de stockage total cellule + la hauteur de stockage + les déports par rapport aux parois ;
- utilisation de l'astuce paroi REI 1 pour diviser votre cellule en deux si vous avez un stockage rack et un stockage masse. Paroi REI sera en béton (hauteur résiduelle plus faible qu'avec du bardage métallique).

C'est pourquoi, dans la suite de ce document, lorsqu'un mélange complexe de stockages existe au sein d'une même cellule, la modélisation sera en utilisant les astuces proposées par le logiciel en cas de configuration spécifique. L'astuce retenue sera la plus représentative et cohérente possible avec la réalité tout en restant sur une configuration majorante et conservatrice.

I.2. EFFETS DE SURPRESSION LIES A UNE EXPLOSION DE GAZ INFLAMMABLE

I.2.1 GENERALITES SUR L'UVCE

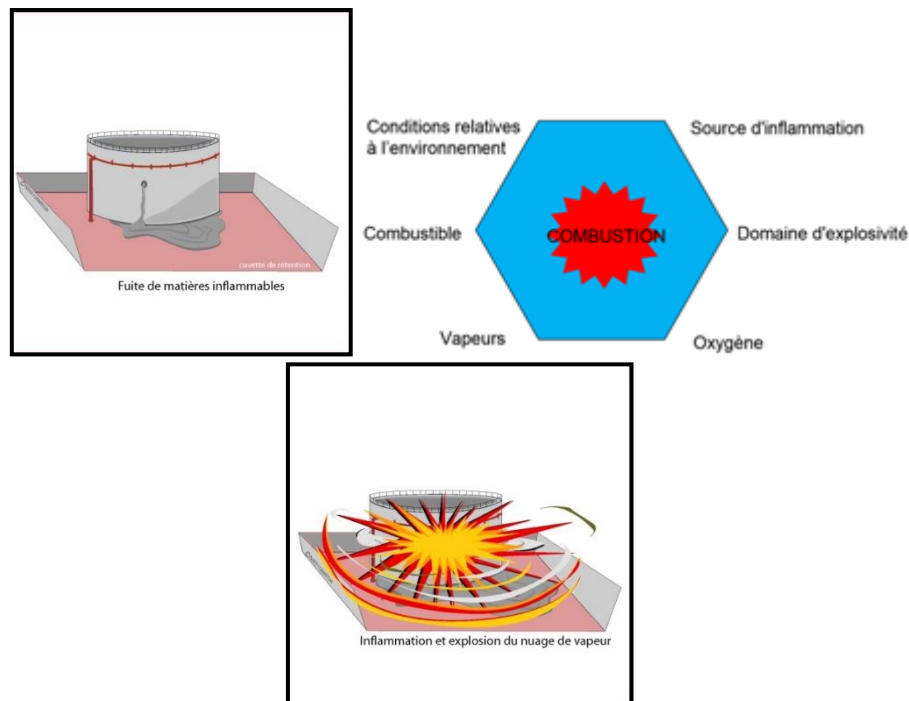
UVCE : Unconfined Vapour Cloud Explosion.

Il s'agit d'une explosion de gaz à l'air libre produisant des effets thermiques et de surpression.

La circulaire du 10 mai 2010 décrit le déroulement d'un UVCE de la façon suivante :

- rejet dans l'atmosphère d'un gaz de pétrole liquéfié, le produit étant en phase gaz ou en phase liquide ;
- mélange avec l'oxygène de l'air pour former un volume inflammable ;
- de manière concomitante, dilution et transport du nuage de gaz dont une partie du volume reste inflammable ;
- inflammation de ce nuage ;
- propagation d'un front de flamme des parties inflammables du nuage ; ce front de flamme, associé à l'expansion des gaz brûlés, agit à la manière d'un piston sur les gaz frais environnants et peut être à l'origine de la formation d'une onde de pression aérienne, appelée déflagration, si sa vitesse de propagation est suffisante ;
- enfin, le cas échéant, mélange avec l'air et combustion des parties du nuage qui étaient initialement trop riches en combustible pour être inflammables ;
- s'il n'y a pas d'effet de pression, le terme flash fire est employé à la place d'UVCE.

Figure 2. Déroulement d'un UVCE



I.2.2 EFFETS DE SURPRESSION

La modélisation consiste dans un premier temps à effectuer la dispersion du nuage de gaz inflammable, de définir la quantité de gaz susceptible d'exploser, de connaître les distances atteintes par le nuage explosible et, dans un deuxième temps, de calculer les distances correspondant aux surpressions engendrées par l'explosion du nuage.

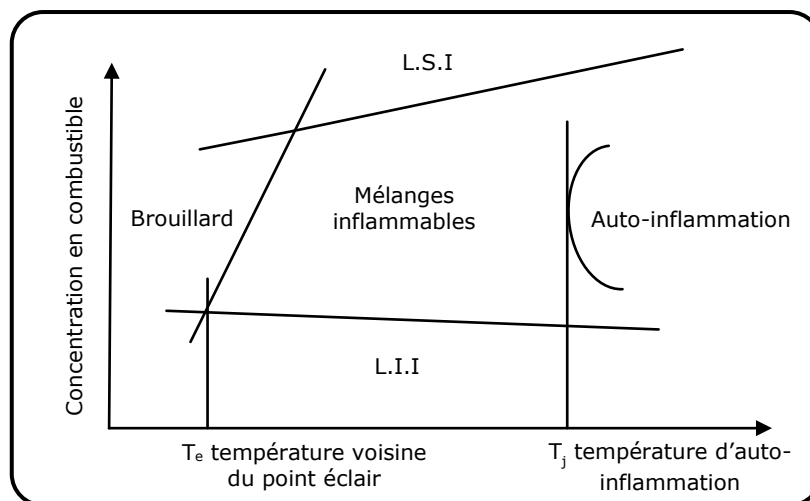
La dispersion du nuage de gaz est effectuée au moyen du logiciel PHAST développé par DNV.

La quantité de gaz explosible est définie par rapport aux limites inférieures et supérieures d'explosivité.

Ce domaine dans lequel se situe cette masse (confère image ci-dessous) est délimité par :

- la Limite Inférieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LII ou LIE) s'exprimant en % de gaz en volume dans l'air. En-dessous de cette limite, le mélange est trop pauvre en combustible (ou trop riche en oxygène) pour que la flamme puisse se propager dans le milieu gazeux ;
- la Limite Supérieure d'Inflammabilité ou d'Explosivité (LSI ou LSE) s'exprimant en % de gaz en volume dans l'air. Au-dessus de cette limite, le mélange est trop riche en combustible (ou trop pauvre en oxygène) pour que la flamme puisse se propager dans le milieu gazeux ;
- la courbe de condensation dans la partie gauche ;
- la courbe d'auto-inflammation dans la partie droite, qui correspond à une inflammation « spontanée » du mélange.

Figure 3. Représentation schématique du domaine d'explosivité d'un gaz explosible



Le calcul des surpressions est également effectué par le logiciel PHAST selon la méthode multi-énergie développée par le TNO (Yellow Book).

Cette méthode repose sur le fait que les conditions de combustion dans un nuage inflammable peuvent varier considérablement d'un point à un autre, du fait des différences de confinement partiel entre les différentes zones. Les zones à fort potentiel de confinement donnent des explosions violentes, tandis que les zones en champ libre ne font que brûler sans effet de pression significatif. Dans la méthode multi-énergie, le confinement partiel d'une zone est représenté par un indice de violence (1 à 10) correspondant à différentes vitesses de flamme.

Un des paramètres importants pour ce type de scénario est le délai d'allumage du nuage explosible. Au regard des travaux de Lannoy (EDF - DER - 1984), il est généralement admis que l'inflammation accidentelle des nuages gazeux explosibles est observée dans la majorité des cas dans un délai inférieur à la minute (délai de 1 min pour 69 % des cas). De récentes analyses (Koshy et al, 1995) indiquent que le délai le plus probable avant inflammation serait plutôt de l'ordre de quelques minutes. Enfin, des exemples d'explosions accidentelles dont le délai avant inflammation avoisinait une dizaine de minutes sont assez nombreux. C'est pourquoi, dans le cas présent, le délai d'allumage est pris égal à 5 minutes.

Ce logiciel permet une modélisation assez fine, prenant en compte les différents régimes de dispersion. Les calculs peuvent être effectués avec des modèles correspondant à autant de problématiques différentes, à savoir :

- un modèle qui est employé lorsque l'énergie cinétique propre au rejet préside à la dispersion (cas des jets de gaz sous pression, par exemple) ;
- un modèle qui est employé lorsque la dispersion dépend à la fois de l'énergie cinétique du rejet et des effets de densité, et qui permet ainsi de pouvoir modéliser l'élévation du nuage d'hydrogène lors de sa dispersion atmosphérique ;
- un modèle pour les calculs de dispersion des gaz lourds ;
- enfin, un modèle classique de dispersion gaussienne lorsque le polluant émis est « dynamiquement passif » et que la dispersion atmosphérique ne dépend plus que des conditions orographiques et météorologiques.

Par ailleurs, certaines limitations sont à noter :

- le terrain est considéré comme plat, de rugosité uniforme et non encombré d'obstacles ;
- la vitesse du vent doit être au moins égale à 1 m/s pour obtenir des résultats plausibles ;
- les conditions météorologiques sont considérées invariables tout au long de l'émission et de la dispersion.

Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques prises en compte dans les scénarios seront les conditions standards prises pour ce type d'étude :

- F3 : stabilité F (très stable), vent de 3 m/s. Cette condition se rencontre notamment la nuit en toute saison et génère une dispersion lente du nuage et une zone de forte concentration relativement longue ;
- D5 : stabilité D (neutre), vent de 5 m/s. Cette condition reflète une situation courante en France et en toute saison.

Indices de violence

Les indices multi-énergie sont choisis selon la méthode définie par le Yellow Book (Methods for the calculation of physical effects - CPR 14E - 3ème édition 1997) édité par le TNO. L'indice est fonction des obstacles, du confinement du nuage de gaz et de l'énergie de la source d'ignition.

- Obstacles :
 - Fort : les obstacles représentent plus de 30 % du volume considéré et sont espacés de moins de 3 m.
 - Faible : les obstacles représentent moins de 30 % d'espace.
 - Aucun : pas d'obstacles.
- Confinement :
 - Oui : le nuage est confiné par des murs sur 2 ou 3 côtés.
 - Non : le nuage n'est pas confiné sauf par le sol.
- Energie d'ignition :
 - Fort : la source d'ignition est, par exemple, une petite explosion (explosion d'une partie du nuage à l'intérieur d'un immeuble) qui ensuite engendre l'explosion du nuage principal.
 - Faible : étincelle, flamme, point chaud.

Le tableau de correspondance est le suivant.

Tableau 2. Indices multi-énergie

Energie d'ignition		Obstacles			Confinement		Indices multi-énergie
Fort	Faible	Fort	Faible	Aucun	Oui	Non	
X		X			X		7-10
X		X				X	7-10
	X	X			X		5-7
X			X		X		5-7
X			X			X	4-6
X				X	X		4-6
	X	X				X	4-5
X				X		X	4-5
	X		X		X		3-5
	X		X			X	2-3
	X			X	X		1-2
	X			X		X	1

Dans cette étude, l'énergie d'ignition est considérée comme faible.

Tableau 3. Domaine d'inflammabilité et stœchiométrie

Gaz	LIE (%vol)	LES (%vol)	Stœchiométrie (%vol)
méthane	5	15	9,5

II. SEUILS DE REFERENCE

II.1. EFFETS THERMIQUES

L'évaluation des conséquences d'un incendie considère les zones suivantes :

Tableau 4. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques, conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005.

Flux thermiques*	Effets sur l'homme	Effets sur les structures
Phénomène > à 2 min : 3 kW/m ² Phénomène < à 2 min : 600 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	seuil des effets irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	/
Phénomène > à 2 min : 5 kW/m ² Phénomène < à 2 min : 1 000 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	seuil des effets létaux délimitant la zone de dangers graves pour la vie humaine	seuil de destructions de vitres significatives
Phénomène > à 2 min : 8 kW/m ² Phénomène < à 2 min : 1 800 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	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

* D'après la circulaire du 10 mai 2010 : « En effet dans le cas où la durée du phénomène est inférieure à 2 minutes, le calcul des distances se fait en terme de doses thermiques reçues exprimés en [(kW/m²)^{4/3}].s, et non en terme de flux exprimés en [kW/m²] ».

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 5. Seuils d'effets thermiques sur les structures issus de la littérature (API 1990 ; GESIP 1991 ; Green Book-TNO 1989)

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)

II.2. EFFETS DE SURPRESSION

L'évaluation des conséquences d'une explosion considère les zones suivantes :

Tableau 6. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression, conformément à l'arrêté du 29 Septembre 2005

Effets de surpression	Effets sur l'homme	Effets sur les structures
20 mbar	Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme	Seuils des destructions significatives de vitres
50 mbar	Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	Seuils des dégâts légers sur les structures
140 mbar	Seuils des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie	Seuils des dégâts graves sur les structures
200 mbar	Seuils des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine	Seuils des effets domino
300 mbar	/	Seuils des dégâts très graves sur les structures

III. EVALUATION QUANTITATIVE

III.1. INCENDIE DU STOCKAGE D'INTRANTS NON ODORANTS

III.1.1 HYPOTHESES

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- les produits présents sont des matières combustibles ;
- l'apparition d'une source d'inflammation conduit à l'inflammation des matières combustibles présentes ;
- la surface en feu est égale à la surface du stockage ;
- aucune des barrières de sécurité actives en place ne fonctionne,
- dans une approche majorante, il est considéré que l'incendie n'est pas maîtrisé et que la totalité du stockage brûle.

Le tableau ci-dessous synthétise les hypothèses de calcul considérées :

Tableau 7. Hypothèses retenues pour la modélisation d'un incendie du stockage d'intrants

	Stockage des intrants solides non odorants
Dimensions de la zone de stockage	Longueur = 70 m
	Largeur = 65 m
Hauteur maximale de stockage	4 m
Produits stockés	Intrants solides non-odorants assimilés à une palette utilisateur composée à 15 % d'eau et à 85 % de carton (matériau proposé par FLUMILOG se rapprochant le plus des matières organiques)
Masse volumique	150 kg/m ³
Nature des murs	Modélisation « à l'air libre » Simulation des 3 murs en béton de 4 m par des merlons
Nature de la toiture	/

III.1.2 RESULTATS

Les résultats sont les suivants :

Tableau 8. Distances atteintes par les flux thermiques en cas d'incendie du stockage des intrants non odorants

	Distance atteinte par le flux de 3 kW/m ²	Distance atteinte par le flux de 5 kW/m ²	Distance atteinte par le flux de 8 kW/m ²	Durée de l'incendie
Façade nord	NA	NA	NA	107 min
Façade ouest	NA	NA	NA	
Façade sud	7 m	4 m	1,80 m	
Façade est	NA	NA	NA	

La cartographie est disponible en page suivante.

Figure 4. Flux thermiques en cas d'incendie de la plateforme de stockages des intrants non odorants



III.1.3 COMMENTAIRES

III.1.3.1 SUR LE SITE

Seul le bâtiment exploitation accolé à la plateforme est atteint par des flux thermiques.

Le flux thermique de 8 kW/m² est le seul susceptible de générer des effets dominos. Dans la configuration du site, aucun effets dominos n'est identifié.

III.1.3.2 A L'EXTERIEUR DU SITE

En cas d'incendie sur le stockage d'intrants solides, aucun effet à l'extérieur du site CBMIT ne sera susceptible d'être observé.

III.2. ECLATEMENT D'UN CIEL GAZEUX

III.2.1 HYPOTHESES

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- une défaillance conduit à la formation d'une atmosphère explosive dans un ciel gazeux (digesteur ou cuve digestat liquide avec gazomètre). En présence d'une source d'inflammation, le ciel gazeux s'enflamme et provoque l'éclatement brutal de l'équipement ;
- biogaz composé à 57 % de méthane ;
l'explosion sera considérée à la stœchiométrie pour le méthane, à savoir 9,5 % ;
- pression relative dans le ciel gazeux : 25 mbar.

Le tableau ci-dessous synthétise les hypothèses de calcul considérées.

Tableau 9. Hypothèses retenues pour la modélisation de l'éclatement d'un réservoir

	Digesteur	Post-digesteur
Volume du ciel gazeux	4 393 m ³	3 000 m ³
Pression absolue dans le ciel gazeux	1,013 + 0,025 = 1,038 bar	1,013 + 0,025 = 1,038 bar
Température dans le ciel gazeux	55 °C	55 °C
Volume de méthane dans le ciel gazeux	2 524 m ³	1 724 m ³
Quantité de méthane à 9,5 %	160,65 kg	109, 70kg
Indice multi-énergie*	3*	3*

**Indice 3 retenu puisqu'il correspond à une surpression maximale de 50 mbar, pression de rupture de la membrane. Approche majorante car les équipements seront équipés de soupapes tarées à une pression inférieure.*

III.2.2 RESULTATS

Les résultats sont les suivants :

Tableau 10. Distances atteintes par les effets de surpression en cas de rupture d'un réservoir

	Digesteur	Post-digesteur
Distance atteinte par le seuil de 200 mbar (Seuil des Effets Létaux Significatifs)	Non atteint	Non atteint
Distance atteinte par le seuil de 140 mbar (Seuil des Effets Létaux)	Non atteint	Non atteint
Distance atteinte par le seuil de 50 mbar (Seuil des Effets Irréversibles)	25 m	22 m
Distance atteinte par le seuil de 20 mbar (Seuil des effets bris de vitre)	70 m	62 m

Les cartographies sont disponibles en pages suivantes.

Figure 5. Effets de surpression en cas d'éclatement du ciel gazeux du digesteur

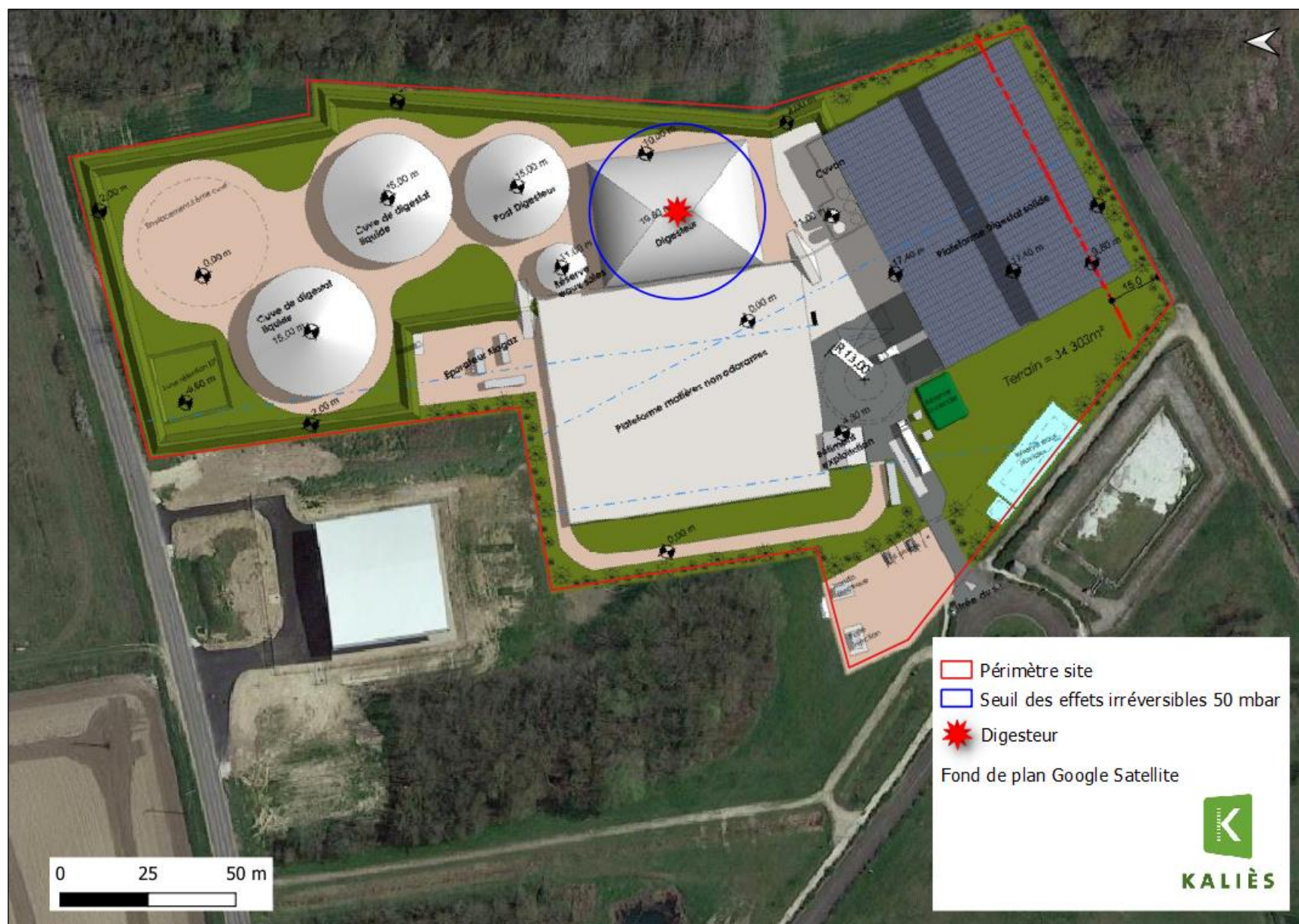
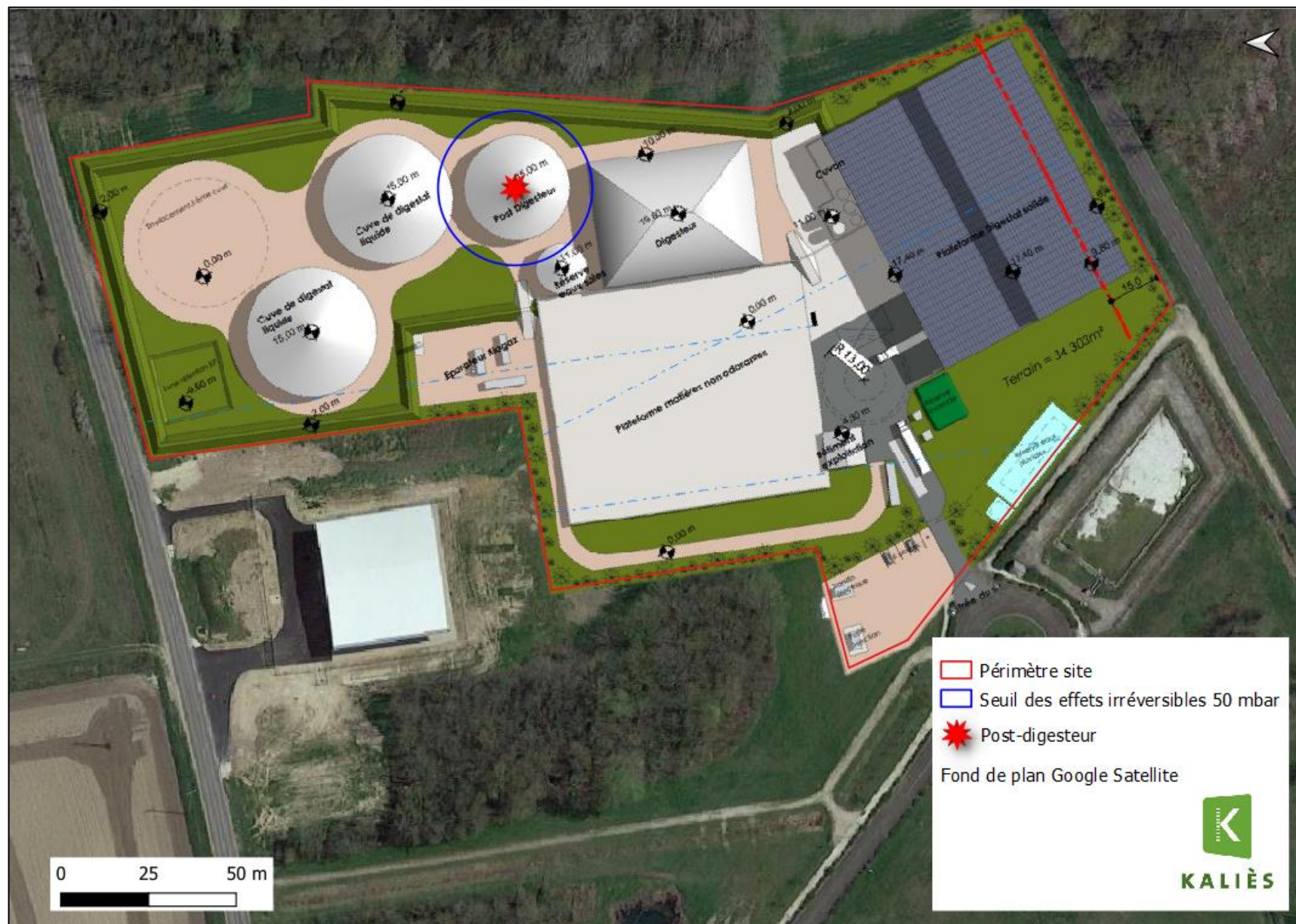


Figure 6. Effets de surpression en d'éclatement du ciel gazeux du post-digesteur



III.2.3 COMMENTAIRES

III.2.3.1 SUR LE SITE

Pour le seuil de 50 mbar, dans le cas d'un éclatement dans le digesteur ou dans le post-digesteur, les équipements suivants sont atteints :

Tableau 11. Impacts des effets de surpression sur le site

Seuil	Digesteur	Post-digesteur
50 mbar	Plateforme matière non odorante	Cuve de digestat liquide Réserve eau sale

Le seuil de 200 mbar, susceptible de générer des effets domino, ne sera pas atteint en cas d'éclatement d'un ciel gazeux. Ainsi, le risque de propagation d'un sinistre peut être écarté.

III.2.3.2 A L'EXTERIEUR DU SITE

Les effets de 50 mbar ne sortent pas des limites de propriétés.

III.3. EXPLOSION DU CONTENEUR EPURATION

III.3.1 HYPOTHESES

Les modélisations ci-dessous ont pour objectif d'estimer les distances des effets d'une explosion interne dans le conteneur épurateur (biogaz et biométhane, constitués respectivement à 57 % et 97 % de méthane) suite à une rupture sur un équipement.

Elles sont réalisées en considérant une défaillance des systèmes de détection gaz asservis à une électrovanne placée sur la canalisation d'alimentation en biogaz. L'explosion du conteneur en présence d'une source d'inflammation ne peut survenir qu'à partir de l'atteinte de la Limite Inférieure d'Inflammabilité (LIE).

Afin de retenir le cas le plus pénalisant, on considérera une fuite de biométhane pour le conteneur épuration, pour lequel le pourcentage de méthane est le plus élevé. Le biométhane sera assimilé à du méthane pur.

Pour la détermination des effets de surpression, on supposera une fuite sur un équipement libérant du biométhane qui remplit alors la totalité du volume du local dédié dans ce conteneur.

Enfin, l'explosion sera considérée à la stœchiométrie pour le méthane, à savoir 9,5 %.

Tableau 12. Hypothèses retenues pour la modélisation de l'explosion du conteneur épuration

	Conteneur épuration
Volume retenu	144 m ³
Quantité de méthane à 9,5 %	9,2 kg
Indice multi-énergie*	*4

*Au vu des dispositions constructives des conteneurs (parois métalliques, résistance de 100 mbar d'après le « Guide technique relatif aux valeurs de références des seuils des effets des phénomènes accidentels, octobre 2014 - Green book TNO », l'indice multi-énergie retenu est 4.

III.3.2 RESULTATS

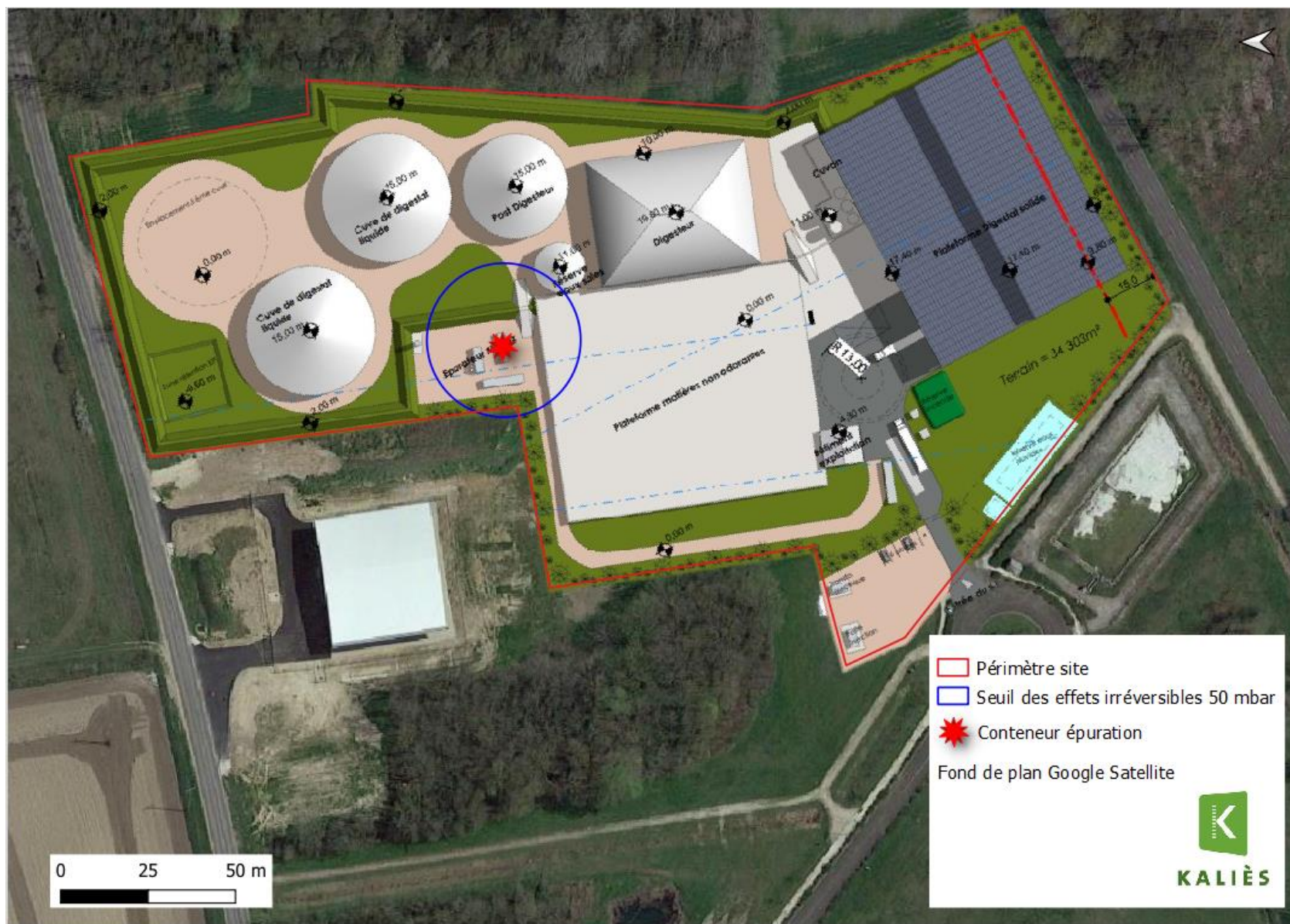
Les résultats sont les suivants :

Tableau 13. Distances atteintes par les effets de surpression en cas de rupture du conteneur épuration

	Conteneur épuration
Distance atteinte par le seuil de 200 mbar (Seuil des Effets Létaux Significatifs)	Non atteint
Distance atteinte par le seuil de 140 mbar (Seuil des Effets Létaux)	Non atteint
Distance atteinte par le seuil de 50 mbar (Seuil des Effets Irréversibles)	22 m
Distance atteinte par le seuil de 20 mbar (Seuil des Effets Irréversible - bris de vitre)	56 m

La cartographie est disponible en page suivante.

Figure 7. Effets de surpression en cas d'explosion du conteneur épuration



III.3.3 COMMENTAIRES

III.3.3.1 SUR LE SITE

Pour les effets relatifs au seuil de 50 mbar, les installations ou équipements du site impactés sont les suivants :

- plateforme matière non odorante ;
- réserve eaux sales.

Le seuil de 200 mbar, susceptible de générer des effets dominos, ne sera pas atteint en cas d'explosion au sein du conteneur épurateur. Ainsi, le risque de propagation d'un sinistre peut être écarté.

III.3.3.2 A L'EXTERIEUR DU SITE

Une surface d'une vingtaine de mètres carrés en bordure du site serait impactée en cas de surpression du conteneur épuration. Ce risque est considéré comme négligeable en considérant l'absence d'occupation permanente par des tiers de ces terrains.

IV. MESURES DE PREVENTION PREVUES

IV.1. ZONAGE ATEX

Conformément à l'article 11 de l'arrêté du 12 août 2010 modifié, une identification des zones présentant un risque de présence d'atmosphère explosive a été réalisée par ENGIE Bioz.

Le tableau suivant présente le zonage ATEX qui a été défini :

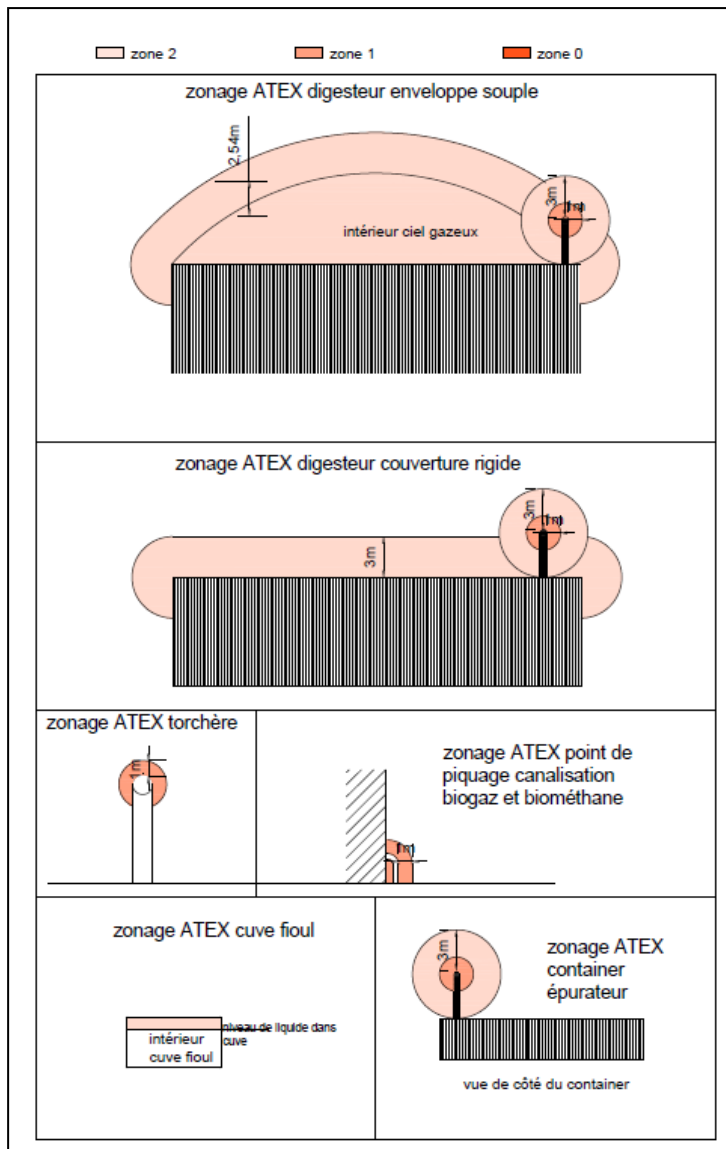
	Zone 0	Zone 1	Zone 2
Digesteur Post-digesteur	/	1 m autour des soupapes	3 m autour du stockage gaz et des soupapes Intérieur du stockage
Torchère	/	1 m	/
Epurateur	/	1 m autour des soupapes	3 m autour des soupapes
Canalisations biogaz, biométhane et gaz naturel	/	1 m autour des raccords	/
Stockage de fioul domestique	/	/	Intérieur du stockage

Source : ENGIE BIOZ

Les risques identifiés ci-dessus seront signalés sur le site et les zones seront reportées sur un plan.

La figure suivante représente les schémas des équipements concernés et le zonage ATEX correspondant.

Figure 8. Représentation schématique des zones ATEX (Source : ENGIE Bioz)



Le matériel implanté dans ces zones explosives sera conforme à la réglementation ATEX en vigueur.
 Le niveau de protection du matériel présent dans les zones ATEX correspondra au tableau suivant :

Tableau 14. Catégories d'appareils utilisés en zones ATEX

Risque	Groupe	Zone	Catégorie d'appareil	Marquage
Permanent	II	0	Cat. 1	CE Ex II 1 G
Occasionnel	II	1	Cat. 2	CE Ex II 2 G
Potentiel	II	2	Cat.3	CE Ex II 3 G

IV.2. DETECTION

Le tableau ci-dessous récapitule les différents dispositifs de détection prévus :

Installation	Détection	Seuil et actions
Bâtiment principal	Incendie	Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte
Bureaux/Accueil (dans chaque pièce)	Incendie	Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte
Cuves de réception des intrants liquides et cuve de stockage du digestat liquide	Niveau	Détection du niveau haut Transmission alarme au niveau du poste de supervision Arrêt des pompes d'alimentation
Canalisations de transfert du biogaz	Pression	Détection Transmission alarme au niveau du poste de supervision Pression haute : brûlage en torchère
	Débit de biogaz (en entrée de l'épurateur)	Détection de défaut arrivée biogaz Transmission alarme au niveau du poste de supervision
Canalisations de transfert du biométhane	Pression	Détection Transmission alarme au niveau du poste de supervision Régulation du fonctionnement du compresseur
Digesteur Post-digesteur	Température	Détection Transmission alarme au niveau du poste de supervision Régulation du fonctionnement de la chaudière
	Niveau de digestat	Détection du niveau haut Transmission alarme au niveau du poste de supervision Arrêt des pompes d'alimentation
	Niveau de remplissage du ciel gazeux (post-digesteur uniquement)	Détection du niveau haut Transmission alarme au niveau du poste de supervision Envoi du biogaz en surplus vers la torchère Arrêt des pompes d'alimentation
	Pression	Détection de pression haute (80 % de la pression maximale) Transmission alarme au niveau du poste de supervision Envoi du biogaz en surplus vers la torchère Arrêt des pompes d'alimentation
	Concentration en oxygène dans le ciel gazeux	Détection Transmission alarme au niveau du poste de supervision Régulation du fonctionnement du compresseur
	Niveau	Détection du niveau haut Transmission alarme au niveau du poste de supervision Arrêt des pompes d'alimentation

Installation	Détection	Seuil et actions
Torchère	Détection de flamme (brûleur)	Détection de l'absence de flamme Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Mise en sécurité des appareils Coupure de l'alimentation en biogaz
Conteneur chaudière	Méthane	10 % de la LIE Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Mise en marche du ventilateur d'extraction 20 % LIE Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Arrêt total de la chaudière et mise en sécurité des installations Coupure de l'alimentation en biogaz/gaz naturel
	Hydrogène sulfuré	10 ppm Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Mise en marche du ventilateur d'extraction 20 ppm Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Arrêt total de la chaudière et mise en sécurité des installations Coupure de l'alimentation en biogaz/gaz naturel
	Détection de flamme (brûleur)	Détection de l'absence de flamme Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Mise en sécurité des installations Coupure de l'alimentation en biogaz/gaz naturel
	Incendie	Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Arrêt total et mise en sécurité des installations Coupure de l'alimentation en biogaz/gaz naturel
	Température	Détection Transmission alarme au niveau du poste de supervision Arrêt de la chaudière
	Conteneur épuration	Méthane

Installation	Détection	Seuil et actions
		Arrêt total et mise en sécurité des installations Coupure des alimentations en biogaz et de sortie en biométhane
	Hydrogène sulfuré	<p style="text-align: center;">10 ppm</p> Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Mise en marche du ventilateur d'extraction <p style="text-align: center;">20 ppm</p> Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Arrêt total et mise en sécurité des installations Coupure des alimentations en biogaz et de sortie en biométhane
	Incendie	Alarme sonore et visuelle Transmission alarme au niveau du poste de supervision et de l'astreinte Arrêt total et mise en sécurité des installations Coupure de l'alimentation en biogaz

A noter également qu'avant et pendant toute intervention, une détection de CH₄ et de H₂S sera réalisée.

IV.3. VERIFICATIONS PERIODIQUES

L'exploitant est tenu de :

- réaliser un autocontrôle et une maintenance préventive de ses installations, afin de valider leur bon fonctionnement et celui de leurs organes de sécurité,
- faire réaliser l'ensemble des contrôles périodiques prescrits par la réglementation par un organisme agréé ou habilité par le ministère ou le préfet du département concerné. Les procédures d'autocontrôle sont réalisées en complément de ces vérifications obligatoires.

Le tableau ci-dessous présente les différents contrôles périodiques et vérifications prévues au niveau du projet ainsi que leur fréquence de réalisation :

Equipement/Installation/Système	Périodicité du contrôle ou de la vérification
Installations électriques	Annuelle
Tous les matériels d'extinction et de secours	Contrôle annuel par un organisme agréé
Extincteur portatif/manuel	Exercice de maniement : Semestriel Accessibilité, présence : Inspection trimestrielle Vérification de l'aptitude des extincteurs à remplir leur fonction : Annuelle
Système d'alarme acoustique ou lumineux	Test semestriel de l'état des alarmes par un prestataire de service chargé de la maintenance des installations
Dispositions constructives	Annuelle
Equipements de Protection Individuels	A chaque utilisation
Installation de combustion	Contrôle annuel dans le cadre d'un contrat de maintenance
Equipements sous pression	Suivant la directive européenne des équipements sous pression et l'arrêté du 15 mars 2000
Equipements de manutention	Contrôle semestriel par un organisme agréé

ANNEXES

Annexe 1. Note de calcul FLUMILOG

ANNEXE 1. NOTE DE CALCUL FLUMILOG

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

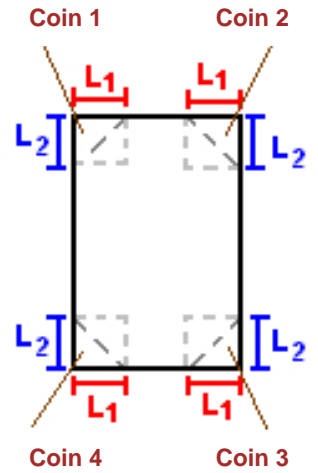
Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	Benjamin Durandard
Société :	KALIES
Nom du Projet :	CBMIT_1664869496
Cellule :	INT SOL
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	04/10/2022 à 09:41:43 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	4/10/22

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)	70,0		
Largeur maximum de la zone de stockage (m)	65,0		
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



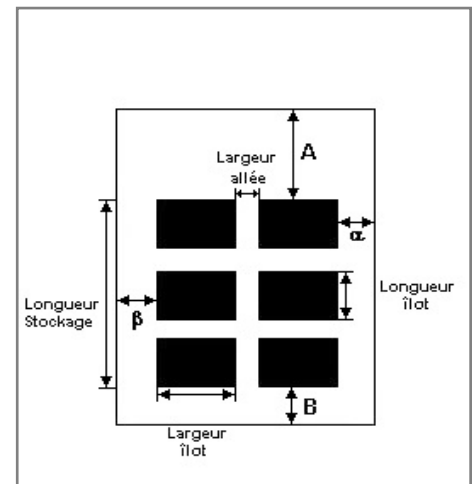
Stockage de la cellule : Cellule n°1

Mode de stockage

Masse

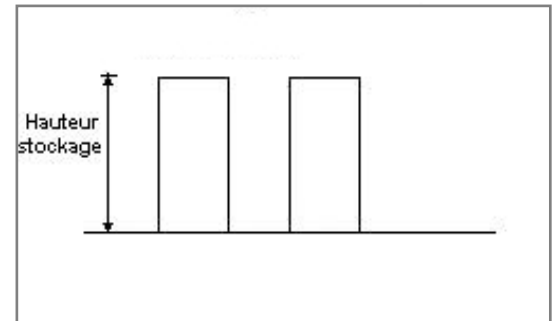
Dimensions

Longueur de préparation A	1,0 m
Longueur de préparation B	1,0 m
Déport latéral a	1,0 m
Déport latéral b	1,0 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	63,0 m
Longueur des îlots	68,0 m
Hauteur des îlots	3,5 m
Largeur des allées entre îlots	0,0 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 :	3,5 m
Volume de la palette :	3,4 m ³
Nom de la palette :	Intrants solides

Poids total de la palette : 504,0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

Carton	Eau	NC	NC	NC	NC	NC
428,5	75,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

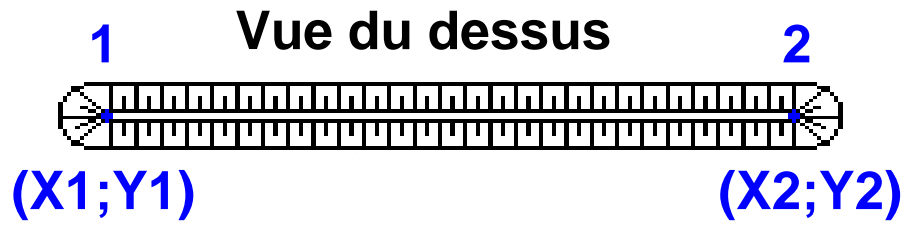
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	70,3 min
Puissance dégagée par la palette :	1268,8 kW

Merlons



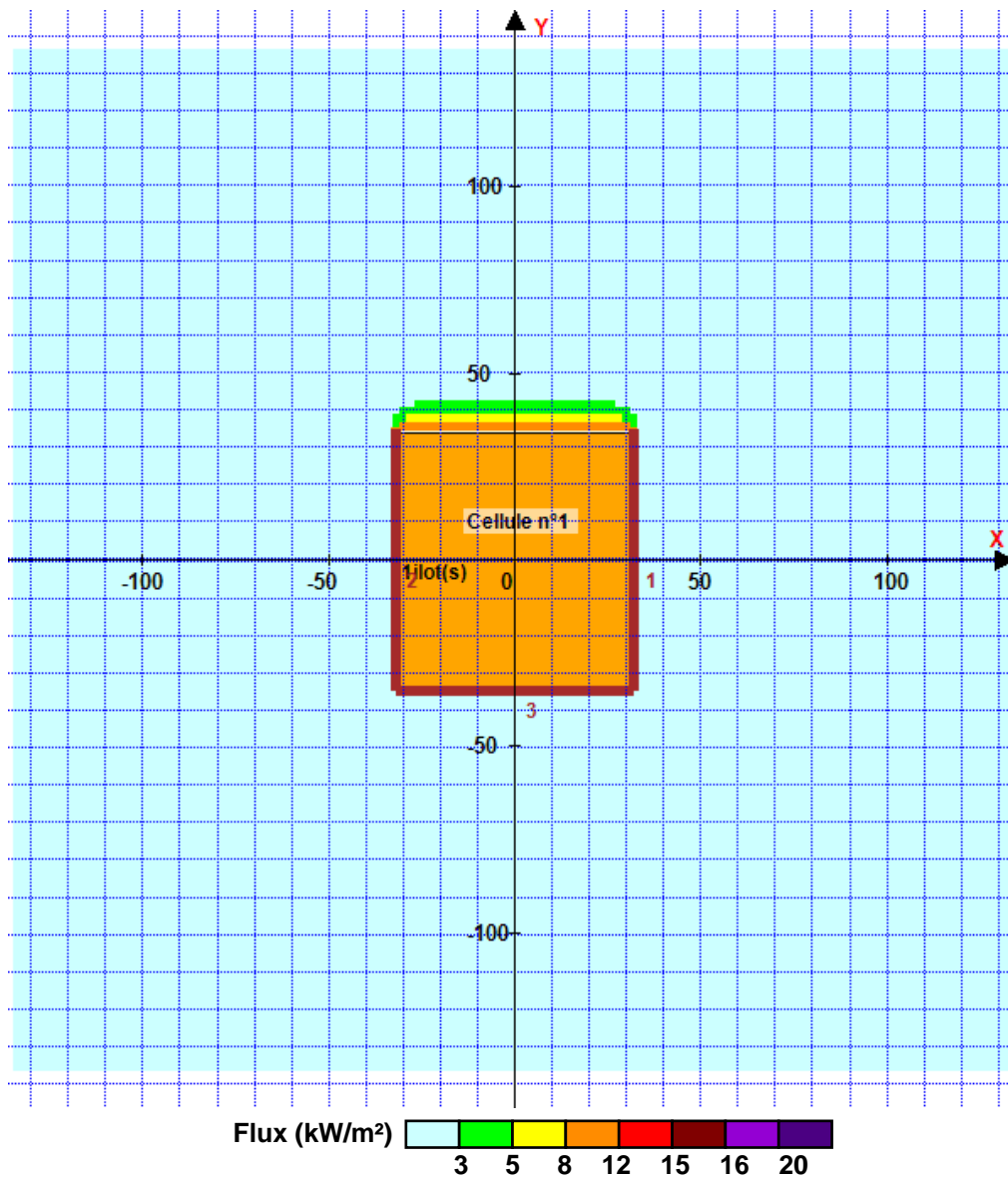
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	4,0	32,0	35,0	32,0	-35,0
2	4,0	-32,0	35,0	-32,0	-35,0
3	4,0	-32,0	-35,0	32,0	-35,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	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 **107,0** 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.