

## **ANNEXE 9**

# **Analyse du risque foudre – Bureau Veritas – Février 2018**

## **BUREAU VERITAS EXPLOITATION**

812, route de Plaimpalais  
73230 Saint Alban Leysse

Bruno MARCHAND

Téléphone : 06.08.66.57.37

Mail : bruno.marchand@fr.bureauveritas.com

## **A l'attention de M. Fabrice VALADE**

IMMASSET  
2 place Gailleton  
LYON

Rapport mis à disposition sur le site BVLink

<https://bmlink.bureauveritas.com>

# **ANALYSE DU RISQUE Foudre SUR LES STRUCTURES DE L'ENTREPRISE IMMASSET – projet de Brive la Gaillarde**

## **Intervention du 03/11/2017**

Nom du site : Site IMMASET de Brive la  
Gaillarde  
ZAC PEBO

**Lieu d'intervention :** Entrepôt IMMASET

Brive la Gaillarde

Numéro d'affaire : 7079635  
Référence du rapport : 7079635\_00004\_00001 rev1  
Rédigé le : 03/11/2017 - révisé en février 2018  
Par : **B.MARCHAND**

Cette analyse a été réalisée sur plans

Ce rapport contient 30 page(s)

# SOMMAIRE

PREAMBULE .....	3
RAPPEL SUR LES OBLIGATIONS DU CHEF D'ETABLISSEMENT .....	3
REFERENCES REGLEMENTAIRES.....	4
CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....	5
ETENDUE DE LA MISSION.....	7
LIMITES DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre .....	7
PERSONNE(S) RENCONTREE(S).....	7
RECAPITULATIF .....	8
DOCUMENTS PRESENTES .....	10
DONNEES NECESSAIRES A L'APPROCHE ANALYSE DU RISQUE Foudre .....	11
IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES ET DES MOYENS DE PROTECTION/PREVENTION ASSOCIES .....	12
STRUCTURES RETENUES DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre.....	12
CHOIX DE LA METHODE D'ANALYSE.....	13
ANALYSE DE RISQUE DETAILLEE .....	13

## HISTORIQUE DU RAPPORT

Version - Numéro de rapport	Date	Commentaire
7079635_00004_00001	03/11/2017	Original
7079635_00004_00001	06/03/2018	Modification des tailles de cellules

La dernière version de rapport annule et remplace les versions précédentes.

## **PREAMBULE**

La foudre (ou éclair à la terre) est un phénomène naturel de décharge électrostatique qui se produit lorsque de l'électricité statique s'accumule entre un nuage et la terre.

Un potentiel électrique s'établit alors entre ces deux points. Il peut atteindre les 100 millions de volts.

Ce potentiel élevé provoque une ionisation de l'air et la création d'un canal faiblement conducteur (traceur) qui progresse par bonds successifs. 90% des coups de foudre en France, se font du nuage vers le sol (éclair négatif descendant).

Lorsque le traceur est suffisamment proche du sol, des pré-décharges se produisent à la surface de ce dernier (préférentiellement au niveau d'aspérités ou d'objets pointus) et vont à la rencontre du traceur.

Le point de rencontre entre une de ces pré-décharges et le traceur détermine le point d'impact de la foudre au sol.

C'est alors que va se créer un pont conducteur entre le nuage et le sol, par lequel un important courant électrique va pouvoir transiter.

La valeur du courant résultant s'étend de 2kA à 200kA pour les coups de foudre négatifs.

Ce courant est à l'origine des éclairs et du tonnerre, mais également des incendies, explosions ou des dysfonctionnements dangereux.

Les conséquences liées à la foudre peuvent être particulièrement lourdes tant en ce qui concerne les individus que les structures, et notamment en ce qui concerne les Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.).

L'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 définit donc les dispositions à prendre afin de limiter les conséquences dommageables de la foudre sur certaines installations classées et impose en premier lieu la réalisation d'une Analyse de Risque Foudre (A.R.F.). Cette Analyse de Risque Foudre vise à identifier les équipements et les structures dont la protection doit être assurée.

Elle détaille les obligations qui vous incombent, les risques encourus par vos structures vis-à-vis du risque foudre, et les niveaux de protection qui vous permettront, suite à la réalisation d'une étude technique telle que demandée par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, de mettre en œuvre les protections adéquates.

Ce rapport contient une fiche par structure comprenant les caractéristiques essentielles de la structure, les données nécessaires à la réalisation de l'analyse de risque et le récapitulatif des niveaux de protection à mettre en œuvre pour chaque structure.

## **RAPPEL SUR LES OBLIGATIONS DU CHEF D'ETABLISSEMENT**

Le chef d'un établissement classé, soumis à autorisation pour l'une des rubriques citées dans l'article 16 de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, doit faire réaliser par des organismes compétents (personnes et organismes qualifiés par un organisme indépendant selon un référentiel approuvé par le ministre chargé des installations classées pour la protection de l'environnement) :

- Une analyse du risque foudre (A.R.F.)

L'A.R.F. identifie :

- Les structures qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseau énergie, réseaux de communications, canalisations métalliques) qui nécessitent une protection ;
- La liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- Le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

Elle doit être systématiquement mise à jour à l'occasion de modifications notables des structures nécessitant le dépôt d'une nouvelle autorisation, et à chaque révision de l'étude de dangers, ou pour toute modification des structures qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'A.R.F.

Elle peut également être demandée par le préfet pour des structures classées soumises à autorisation non visées par l'annexe de cet arrêté si leur agression par la foudre est susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature et de l'environnement, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique.

Ces dispositions sont également applicables aux exploitations de carrières au sens des articles 1er et 4 du code minier.

- Une étude technique

En fonction des résultats de l'A.R.F., une étude technique est réalisée, définissant précisément les mesures de prévention et les dispositifs de protection, le lieu de leur implantation, ainsi que les modalités de leur vérification et de leur maintenance.

Une notice de vérification et de maintenance est rédigée lors de l'étude technique et est complétée si besoin après la mise en place des dispositifs de protection.

Un carnet de bord dont les chapitres sont rédigés lors de l'étude technique est tenu à jour par l'exploitant.

- L'installation des dispositifs de protection foudre et mise en place des mesures

L'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention sont réalisées à l'issue de l'étude technique.

- Au plus tard 2 ans après la réalisation de l'A.R.F. pour les structures existantes.
- Avant la mise en exploitation pour les structures dont la demande d'autorisation a été déposée après le 24 août 2008.

- La vérification des dispositifs de protection foudre

L'installation des protections doit faire l'objet d'une vérification complète par un organisme distinct de l'installateur au plus tard 6 mois après sa réalisation.

Une vérification visuelle et une vérification complète sont à faire réaliser alternativement tous les ans.

Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci doit être réalisée dans un délai maximum d'un mois.

Tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre sont à consigner dans le carnet de bord. Les enregistrements des agressions de la foudre sont à dater et si possible localisés sur le site.

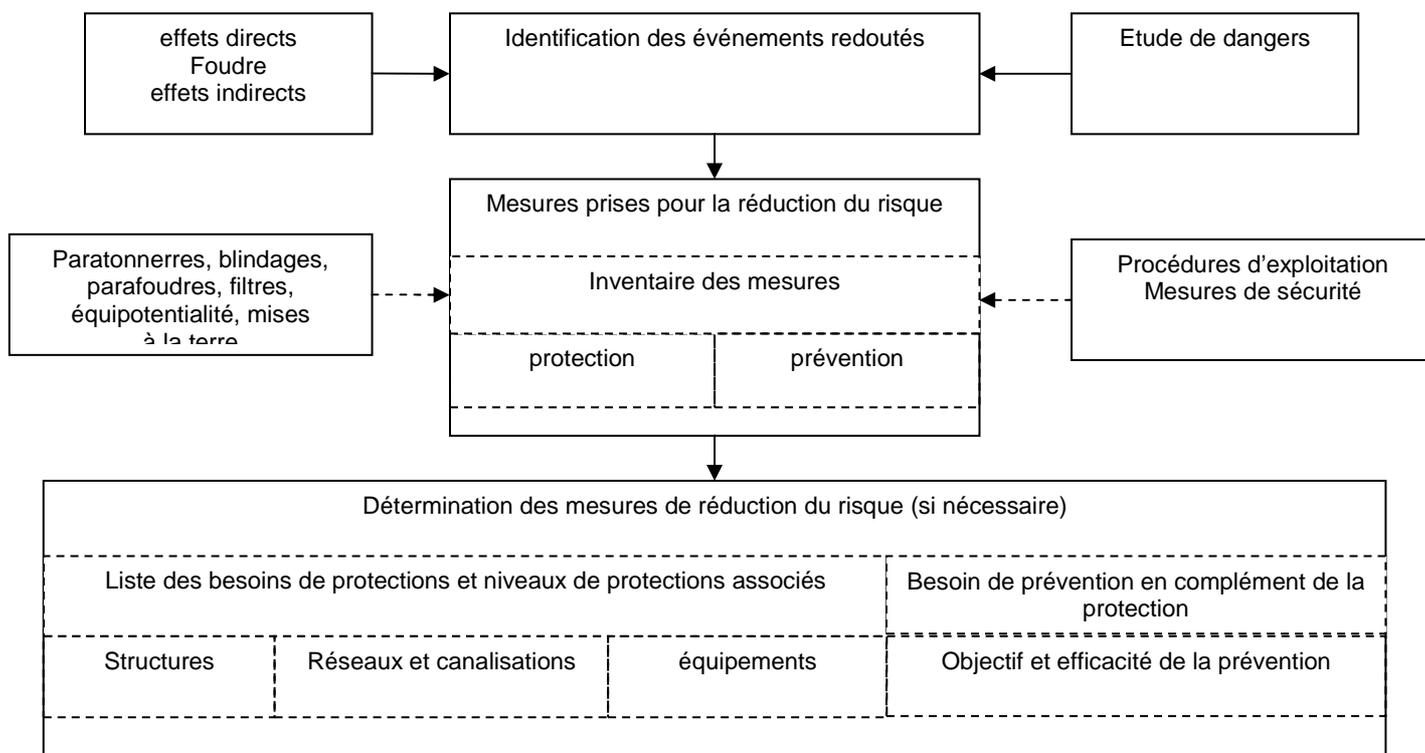
En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection est à réaliser dans un délai maximum d'un mois.

## REFERENCES REGLEMENTAIRES

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation		
Circulaire du 24 avril 2008 relative à la protection contre la foudre de certaines installations classées (NOR DEVP0801538C)		
Norme NF EN 62305-2 (2006)		
Liste des rubriques auxquelles est soumis l'établissement :		
Désignation de l'activité	N° de rubrique	Classement
Entrepôts couverts (stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes dans des	1510	A
Papiers, cartons ou matériaux combustibles analogues, y compris les produits finis conditionnés (dépôt de)	1530	A
Bois ou matériaux combustibles analogues y compris les produits finis conditionnés et les produits ou déchets répondant à la définition de la biomasse et visés par la rubrique 2910-A, ne relevant pas de la rubrique 1531	1532	A
Polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de).	2662	A
Pneumatiques et produits dont 50 % au moins de la masse totale unitaire est composée de polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de) :	2663	A
Accumulateurs (ateliers de charge d')	2925	D

## CONDUITE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

L'analyse de risque foudre d'une structure industrielle réalisée selon la méthode de la norme NF EN62305-2 (février 2006) est menée selon le schéma suivant :



### METHODE PROBABILISTE

L'évaluation probabiliste du risque permet une classification des risques de la structure, elle permet donc de définir des priorités dans le choix des protections et de vérifier la pertinence d'un système de protection.

Elle permet de définir les niveaux de protections à atteindre pour les bâtiments, afin de lutter contre les effets directs et indirects de la foudre.

La méthode utilisée s'applique aux structures fermées (de type bâtiment), elle tient compte des dimensions, de la structure du bâtiment, de l'activité qu'il abrite, et des dommages que peut engendrer la foudre en cas de foudroiement sur ou à proximité des bâtiments.

Les risques de dommages causés par la foudre peuvent être de 4 types :

- R1 : Risque de perte humaine
- R2 : Risque de perte de service public
- R3 : Risque de perte d'héritage culturel
- R4 : Risque de pertes économiques.

Suivant la circulaire du 24/04/2008, seul le risque R1 est pris en considération.

Lorsque le risque calculé est supérieur au risque acceptable, des solutions de protection et de prévention sont adoptées jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable.

Cette méthode probabiliste permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection.

Le résultat obtenu fournit le niveau de protection à mettre en œuvre à l'aide de parafoudres, d'interconnexions et/ou de paratonnerres.

La présence de systèmes de détection et d'extinction incendie est également prise en compte dans l'optimisation du résultat.

**Zone ouverte :** Lorsque la norme NF-EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que cheminées, aéro-réfrigérants, racks, stockages extérieurs) cette méthode est choisie.

Les installations particulières en zone ouverte font l'objet d'un calcul suivant la norme NF EN 62305-2 mais la seule composante RB est déterminée. (Suivant le guide GTA F2C ARF)

### Analyse complémentaire

Une analyse complémentaire peut être utilisée en cas de besoin pour traiter les risques qui affectent les équipements ou les fonctions IPS pour lesquels l'intégrité doit être préservée pour assurer la sécurité.

Un équipement défini comme IPS, sera alors systématiquement protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Le niveau de protection foudre minimal requis sera alors le niveau IV.

### Détermination des zones à l'intérieur de la structure :

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes...) sont définies à l'intérieur de ces structures, et le risque inhérent à chacune de ces zones est défini de la manière suivante :

#### Détermination du niveau de panique :

##### **Faible niveau de panique :**

Par exemple structure limitée à deux étages et nombre de personnes inférieur à 100

##### **Niveau de panique moyen :**

Structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1000

##### **Difficulté d'évacuation :**

Par exemple structures avec personnes immobilisées, hôpitaux

##### **Niveau de panique élevé :**

Par exemple structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1000

#### Détermination du risque d'incendie :

##### **Structures présentant un risque élevé :**

Structures en matériaux combustibles ou structures dont le toit est en matériaux combustibles ou structures avec une charge calorifique particulière supérieure à 800MJ/m<sup>2</sup>.

##### **Structures présentant un risque ordinaire :**

Structures dont la charge calorifique est comprise entre 400MJ/m<sup>2</sup> et 800MJ/m<sup>2</sup>.

##### **Structures présentant un risque faible :**

Structures avec une charge calorifique inférieure à 400MJ/m<sup>2</sup> ou structures ne contenant qu'occasionnellement des matériaux combustibles

*Nota :* Une zone n'est considérée à risque d'explosion, que si ce risque est permanent (zone 0).

### Définition et efficacité des niveaux de protection

Niveau de protection suivant NF EN 62305-1 et NF C 17-100	Rayon de la sphère fictive (m)	Taille des mailles (m)	Espacement des conducteurs de descente (m)	Courant de crête minima (kA)	Probabilités que le courant de foudre soit inférieur au courant minimal (1)	Courant de crête maximal (kA)	Probabilités que le courant de foudre soit supérieur au courant mini (1)
I	20	5X5	10	3	0.99	200	0.99
II	30	10X10	10	5	0.98	150	0.97
III	45	15X15	15	10	0.97	100	0.91
IV	60	20X20	20	16	0.97	100	0.84

## **ETENDUE DE LA MISSION**

Notre mission consiste à réaliser une analyse de risque foudre portant sur l'ensemble des installations du site.

## **LIMITES DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre**

L'Analyse de Risque Foudre consiste à déterminer le niveau de protection requis pour la protection contre les effets de la foudre des installations considérées. Ceci, afin d'assurer la sécurité des personnes et des biens, et la continuité de service des équipements et fonctions de sécurité.

Concernant les équipements et fonctions de sécurité, seuls ceux et celles dont la protection doit être assurée sont évoqués dans l'analyse de risque foudre.

Ces équipements et fonctions sont identifiés selon la classification du site (SEVESO ou non), soit parmi les Mesures de Maitrise des Risques (M.M.R.), soit parmi les éléments EIPS (Eléments Importants Pour la Sécurité) évoqués dans l'étude de dangers, pour leur vulnérabilité à la foudre.

Les MMR correspondent à un ensemble d'éléments techniques ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. Les mesures sont réparties en 3 catégories :

- prévention : visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable en amont du phénomène dangereux ;
- limitation : visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- protection : visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.

Les MMR ou les EIPS, dont la perte serait à l'origine d'un risque potentiel, ou dégraderait le niveau de sécurité de la structure sont déterminés par l'exploitant.

La prise en compte des éléments IPS à protéger peut être réduite en cas de besoin si un mode commun de défaillance de la chaîne de sécurité est déterminé :

- par l'exploitant qui justifie d'une étude de sûreté de fonctionnement des éléments IPS ;
- par le fabricant de matériel qui prédéfinit l'élément de mode commun à protéger.

L'A.R.F. n'indique pas de solution technique (type de protection contre les effets directs ou indirects de la foudre).

La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres, ...) ainsi que la vérification des systèmes de protection existants sont du ressort de l'étude technique.

## **PERSONNE(S) RENCONTREE(S)**

Sans Objet, l'analyse ayant été réalisée sur plans.

## RECAPITULATIF

### GENERALITES

Concernant ce site, et compte tenu des éléments qui nous ont été fournis, les structures ayant fait l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

<b>Structures retenues</b>
Cellules de stockage 1 ou 2
Cellule de stockage N°3

Les autres structures n'ayant pas été prises en compte dans la mesure où elles n'entraînent pas de risques pour leur environnement, qu'elles ne contiennent pas d'installations classées soumises à l'arrêté du 04/10/2010, ni de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

L'analyse des besoins en protection, concernant ces structures ainsi que les Eléments Importants Pour la Sécurité du site, est détaillée dans chacune des fiches relatives à la structure concernée.

Un résumé de ces besoins figure pages suivantes.

En complément de ces éléments et afin d'assurer la sécurité des personnes durant les périodes orageuses, une procédure interdisant les opérations dangereuses suivantes, doit être mise en place :

- Travaux extérieurs
- Travaux sur les réseaux courants forts ou courants faibles

L'analyse de risque foudre, menée sur les structures retenues, faisant apparaître un besoin de protection contre la foudre, il est donc nécessaire de faire réaliser une Etude Technique, qui définira les caractéristiques précises des moyens de protection à mettre en œuvre.

Les calculs ont été réalisés soit avec le logiciel DEHN RISK TOOL, soit avec le logiciel « JUPITER » en retenant comme densité de foudroiement (nombre d'arcs au sol par km<sup>2</sup> et par an) la valeur N<sub>SG</sub> donnée par METEORAGE, qui est inférieure à la valeur donnée par les cartes figurant dans les normes françaises.

Fiche n° 1	<b>STRUCTURE</b>	<b>Cellule de stockage (1 ou 2)</b>
	<b>Conclusion</b>	<p><b>Structure et Lignes :</b></p> <p>Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. <b>De ce fait, une protection de niveau NP IV devra être réalisée</b> sur la structure, ainsi que sur les lignes d'alimentation et de communication suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrivée générale Haute tension</li> <li>- Réseau téléphonique et télétransmission</li> </ul> <p><b>Fonctions ou Equipements important pour la sécurité :</b></p> <p>Les équipements suivants, considérés comme important pour la sécurité, doivent être protégés, par <b>parafoudres coordonnés à un niveau NP IV</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprinkler</li> </ul> <p><b>Equipotentialités :</b></p> <p>Aucune canalisation conductrice avec l'extérieur ne nous a été signalée.</p>
Fiche n° 2	<b>STRUCTURE</b>	<b>Cellule N°3</b>
	<b>Conclusion</b>	<p><b>Structure et Lignes :</b></p> <p>Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, <b>une protection de niveau NP III devra être réalisée</b> sur la structure, ainsi que sur les lignes d'alimentation et de communication suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentation cellule</li> <li>- Réseau téléphonique</li> </ul> <p><b>Fonctions ou Equipements important pour la sécurité :</b></p> <p>Les équipements suivants, considérés comme important pour la sécurité, doivent être protégés, <b>par parafoudres coordonnés à un niveau NP III</b> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sprinkler</li> </ul> <p><b>Equipotentialités :</b></p> <p><b>Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides</b> (notamment celles de chauffage et de sprinklage), et la prise de terre. La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.</p>

## Fiche Généralités

### DOCUMENTS PRESENTES

<b>Documents</b>	<p>Documents utilisés pour l'Analyse de risque :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Extraits de l'étude de dangers n°7079635/PC/ET – Révision 0 – Novembre 2017</li><li>- Plan de masse des structures : 45479-1-Mas_H du 17/10/2017</li><li>- Plans de coupe et d'élévation des structures : Non communiqués</li></ul> <p>Localisation des zones à risque d'incendie/Explosion (ATEX) : non réalisé à la date de notre analyse</p> <p>Plan des réseaux conducteurs entrants et sortants des structures : non réalisé à la date de notre analyse</p> <p>Plan des liaisons équipotentielles entre le réseau de terre et les réseaux métalliques pénétrant dans les structures. : non réalisé à la date de notre analyse</p> <p>Schéma de principe du réseau de terre : non réalisé à la date de notre analyse</p>
------------------	---

## DONNEES NECESSAIRES A L'APPROCHE ANALYSE DU RISQUE Foudre

<b>Activité de l'établissement :</b>	Etablissement industriel soumis à la législation des Installations classées ayant pour activité principale : Entrepôt logistique
<b>Caractéristiques</b>	<p><b>Descriptif du site et des services entrants :</b></p> <p>Le site sera composé d'un bâtiment comprenant 3 cellules de stockage.</p> <p>Il sera alimenté en HT par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans le poste de transformation, et dont la longueur au premier nœud d'alimentation n'est pas connue.</p> <p>Les télécommunications avec l'extérieur seront transmises par l'intermédiaire d'une ligne souterraine aboutissant dans les bureaux, et dont la longueur au premier nœud de répartition n'est pas connue.</p> <p>L'alimentation en gaz sera réalisée par une canalisation non conductrice en PER aboutissant dans la chaufferie.</p> <p>L'alimentation en eau sera réalisée par une canalisation non conductrice en PER dont le point d'arrivée dans le bâtiment n'est pas connu.</p> <p>Structures adjacentes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Etablissements industriels et artisanaux</li> <li>Etablissements à risques ICPE</li> </ul> <p>Topologie du site : Terrain plat</p>
<b>Mesures de prévention en cas d'orage</b>	Aucune mesure de prévention particulière n'est prévue.
<b>Système de détection d'orage</b>	Le site n'est pas équipé de dispositif particulier.
<b>Données statistiques</b>	<p>La norme NF EN 62858 de 2016 vise à établir des règles communes et à déterminer des méthodes fiables pour l'établissement de statistiques de foudroiement qui servent de base aux analyses du risque foudre (ARF). La prise en compte des points de contact au sol traduit plus fidèlement la réalité physique du phénomène que le nombre de flash car un même flash peut avoir plusieurs points de contact au sol.</p> <p>Les points de contacts peuvent-être directement fournis par un opérateur du réseau de détection foudre. Il a été fait le choix d'utiliser le réseau Météorage et de retenir comme densité de foudroiement <math>N_G</math>, la valeur <math>N_{SG}</math> qui est relative aux points de contact au sol basée sur un découpage administratif officiel des communes.</p> <p>Le choix de la densité de foudroiement, pour la suite du rapport, a été faite par la consultation du site Météorage (données de 2007 à 2016). Elle représente une moyenne sur les 10 dernières années.</p> <p>La densité de foudroiement <math>N_G</math> (nombre d'impacts par km<sup>2</sup> et par an) = <b><math>N_{SG} = 1.3</math></b> et est considérée comme <b>modéré</b>.</p> <p>La valeur moyenne de la densité de foudroiement (<math>N_{SG}</math>) est de 1,12 impacts/km<sup>2</sup>/an.</p>

## IDENTIFICATION DES EVENEMENTS REDOUTES ET DES MOYENS DE PROTECTION/PREVENTION ASSOCIES

Sont recensés dans les tableaux suivant, les événements redoutés, les Mesures de Maitrise des Risques et/ou les équipements importants pour la sécurité, issus de l'étude danger complétés si besoin par les informations qui nous ont été transmises par l'exploitant et/ou recueillies suite à l'audit effectué sur place :

Scenario retenu	Moyens de protection/prévention mis en œuvre pour limiter les conséquences du scénario	La foudre peut-elle être un facteur déclenchant du scénario ?	La foudre peut-elle être un facteur aggravant en affectant les moyens de protection/prévention existants ?
Incendie	Système d'extinction automatique d'incendie	Oui	Oui

Liste des MMR (Mesures de Maitrise des Risques) transmises par le client ou proposée avant validation par le client*			
MMR (Mesures de Maitrise des Risques)	Risque de destruction par la foudre		
	Oui	Non	Commentaire
RIA ou extincteur		X	Manuel
Système de Sprinklage	X		Le temps d'intervention des pompiers est estimé supérieur à 10mn.

\*Si les Equipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) ne sont pas détaillés dans l'étude de dangers, une liste est alors établie par nos soins, et proposée pour validation au client.

## STRUCTURES RETENUES DANS L'ANALYSE DE RISQUE Foudre

Si l'ensemble d'un site classé ICPE soumis à l'arrêté du 04/10/2010 est concerné par l'analyse du risque foudre, certaines de ses installations peuvent ne pas faire l'objet d'une analyse approfondie. Notamment, dans la mesure où elles n'entraînent pas de risques pour leur environnement, et où elles ne contiennent pas de dispositifs intervenant dans la gestion de la sécurité du site.

Suite à l'examen des documents fournis, les structures devant faire l'objet d'une analyse détaillée sont les suivantes :

Structures retenues
Cellules de stockage

### NOTA :

Les cellules peuvent être scindées en 2 groupes, les cellules 1 et 2 qui ont approximativement les mêmes dimensions, et la cellule 3.

Les cellules 1 et 2 étant sensiblement identiques, notre analyse a été réalisée sur une seule des 2 cellules.

Le résultat de cette analyse est valable pour l'ensemble des 2 cellules.

Les installations de sprinklage sont attenantes aux cellules de stockage 1 et 2, elles n'influent pas sur la surface de capture équivalente mais font partie intégrante des Mesures de Maitrise des Risques.

Ces installations seront prises en compte et intégrées aux calculs effectués pour les cellules 1 et 2.

Compte tenu des justifications figurant dans le tableau ci-dessous, les structures suivantes ne feront pas l'objet d'une analyse particulière :

<b>Structures non retenues</b>	<b>Justification</b>
Locaux techniques	Les locaux sont attenants aux cellules de stockage, Ils n'influent pas sur la surface de capture équivalente. Ils sont séparés par murs coupe feu et n'influent pas sur le fonctionnement des Mesures de Maitrise des Risques. Les lignes entrantes sont intégrées à la cellule la plus proche pour la réalisation des calculs.
Locaux de charge	Les locaux sont attenants aux cellules de stockage, Ils n'influent pas sur la surface de capture équivalente. Ils sont séparés par murs coupe feu et n'influent pas sur le fonctionnement des Mesures de Maitrise des Risques. Les lignes entrantes sont intégrées à la cellule la plus proche pour la réalisation des calculs.
Bureaux	Les bureaux sont attenants aux cellules de stockage, Ils n'influent pas sur la surface de capture équivalente. Ils sont séparés par murs coupe feu et n'influent pas sur le fonctionnement des Mesures de Maitrise des Risques. Les lignes entrantes sont intégrées à la cellule la plus proche pour la réalisation des calculs.

## **CHOIX DE LA METHODE D'ANALYSE**

Conformément aux prescriptions du guide méthodologique GTA F2C 03-22 version 2.0, la méthode utilisée pour mener notre analyse de risque sera la méthode probabiliste.

## **ANALYSE DE RISQUE DETAILLEE**

L'analyse des risques est effectuée structure par structure.

Le détail des données d'entrée utilisées pour la détermination du niveau de protection figure dans les fiches ci-dessous.

<b>Fiche n° 1</b>	STRUCTURE	Identification :	Cellule de stockage (1ou 2)
-------------------	-----------	------------------	--------------------------------

### DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

Activité	Stockage
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux</b>	
Dimensions (m) ( $A_{d/b}$ )	La structure et ses annexes ayant une forme complexe, voir le détail en annexe. Les hauteurs des bâtiments annexes à la cellule n'ont aucune influence sur la surface de la capture au regard de la hauteur de cette dernière.
Facteur d'emplacement ( $C_{d/b}$ )	Structure entourée par des objets de la même hauteur ou plus petits
<b>Blindage</b>	
Blindage de la structure, toutes zones ( $K_{S1}$ ) (Frontière ZPF0/1)	Pas de blindage
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>	
Constitution	<b>Structure</b> : béton <b>Toiture</b> : bac acier avec étanchéité externe <b>Parois</b> : bardage métallique double peau
Canalisations conductrices provenant de l'extérieur de la structure	Aucune canalisation métallique provenant de l'extérieur du site

Dispositifs de protection foudre existants			
Protections contre les effets directs de la foudre	<b>Type, référence, marque</b>	<b>Hauteur (m)</b>	<b>Caractéristiques</b>
	Sans objet (bâtiment en cours de construction)	/	/
Protections contre les effets indirects de la foudre	<b>Localisation</b>	<b>Type</b>	<b>référence, marque</b>
	Sans objet (bâtiment en cours de construction)	/	/

Equipements importants pour la sécurité		
<b>Localisation</b>	<b>Elément</b>	<b>Protégé par parafoudres</b>
Bureaux	Centrale de détection incendie (CMSI)	Non
/	Centrale de détection de gaz	La nécessité de mise en œuvre d'une détection gaz sera déterminée lors de la réalisation de l'étude ATEX.

**IDENTIFICATION DES LIGNES PROVENANT DE L'EXTÉRIEUR DE LA STRUCTURE :**

Ci-dessous sont listées les lignes provenant de l'extérieur de la structure, et par lesquelles une surtension serait susceptible d'être conduite à l'intérieur de cette structure.

<b>LIGNE N°1</b>	
<b>Nature de la ligne : Alimentation HT</b>	<b>Nom de la ligne : Arrivée générale Haute tension</b>

<b>Zone(s) concernée(s) par cette ligne</b>	
Zone intérieure (cellule 1 ou 2)	
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service <math>N_L</math></b>	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur (Lc)	1000 m
Hauteur (Hc)	0 m
Résistivité du sol ( $\rho$ )	500 $\Omega$ .m
Facteur d'emplacement du service (Cd)	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service (Ce)	Urbain (10m < h ≤ 20m)
Facteur de type de service (Ct)	Puissance HT avec transformateur HT/BT
Structure à l'extrémité du service (Ad/a)	Non connue
Facteur d'emplacement de cette structure (Cd/a)	Sans Objet
<b>Probabilité des dommages</b>	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter les boucles de grande taille (S : 10 m <sup>2</sup> )
Tension de tenue des réseaux internes (PLD,PLI)	2.5 kV
Type câblage externe	Câble blindé dont le blindage est relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté : R < 1 $\Omega$ /km

<b>LIGNE N°2</b>	
<b>Nature de la ligne : Télécommunications</b>	<b>Nom de la ligne : Réseau téléphonique et télétransmission</b>

<b>Zone(s) concernée(s) par cette ligne</b>	
Zone intérieure (cellule 1 et 2)	
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N<sub>L</sub></b>	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur (Lc)	1000 m
Hauteur (Hc)	0 m
Résistivité du sol (rho)	500 Ω.m
Facteur d'emplacement du service (Cd)	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service (Ce)	Urbain (10m < h ≤ 20m)
Facteur de type de service (Ct)	Puissance BT, communication, transmission de données
Structure à l'extrémité du service (Ad/a)	Sans objet, Regard sous terrain
Facteur d'emplacement de cette structure (Cd/a)	Structure entourée d'objets plus hauts
<b>Probabilité des dommages</b>	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter les boucles de grande taille (S : 10 m <sup>2</sup> )
Tension de tenue des réseaux internes (PLD,PLI)	1.5 kV
Type câblage externe	Câble non blindé ou blindé dont le blindage a une résistance R>20Ω/km

## DETERMINATION DES ZONES A L'INTERIEUR DE LA STRUCTURE

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes, risque ...) sont définies à l'intérieur de ces structures. Ces zones sont les suivantes :

Zone n°1 : Intérieur

<b>ZONE N°1 : INTERIEUR</b>	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_u$ )	Agricole, béton
<b>Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne N°1 : Arrivée générale Haute tension Ligne N°2 : Réseau téléphonique et télétransmission
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction manuelle
	Justification : Un réseau de sprinklage est prévu mais le temps d'intervention des pompiers est estimé supérieur à 10 minutes
Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie élevé
	Justification : Le pouvoir calorifique pour les entrepôts logistique est systématiquement considéré comme élevé.
<b>Blindage</b>	
Blindage de la zone considérée ( $K_{S2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec $X>0$ et $Y>1$ )	Pas de blindage
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u = 0.001$
En cas d'incendie ( $L_f$ )	Valeur typique $L_f = 0.05$
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_o$ )	Valeur typique $L_o = 0$ (absence de risque) Par comparaison à d'autres établissements d'activité similaire. Bien que l'étude ATEX n'ai pas été réalisée, et compte tenu que le scénario d'explosion ne soit pas retenu dans l'étude de dangers, nous avons considéré qu'aucune zone 0 impactable ou équipée d'appareils électriques ne serait mise en œuvre.
Dangers particuliers (hz)	Faible niveau de panique
	Justification : Nous avons considéré qu'en cas d'incendie, les personnes présentes dans la cellule auraient le temps d'évacuer sans subir d'effets irréversibles pour la santé.

## DESCRIPTIF DE LA ZONE EXTERIEURE A LA STRUCTURE

La zone décrite ci-dessous est la zone située dans le volume de protection de la structure.

ZONE EXTERIEURE	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_a$ )	Asphalte, linoléum, bois
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_a$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Sans objet
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Pas de disposition
	Justification : Aucun dispositif spécifique n'est implanté dans la zone.
Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie faible
	Justification : Aucun matériau n'est implanté dans la zone
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact	Valeur typique $L_a = 0.01$
En cas d'incendie	Valeur typique $L_f = 0.05$
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux)	Valeur typique $L_o = 0$
Dangers particuliers ( $h_z$ )	Pas de danger particulier
	Justification : présence de personnes rare et éphémère dans la zone.

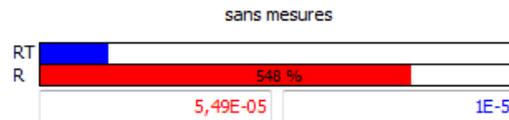
## DETERMINATION DES COMPOSANTES DES RISQUES RELATIFS A LA Foudre

### Risque estimé :

L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines).  
Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par convention à  $1E^{-5}$ , l'installation est alors considérée comme protégée.  
Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en oeuvre.

### Pertes humaines

### Risque estimé avant mise en place des protections :

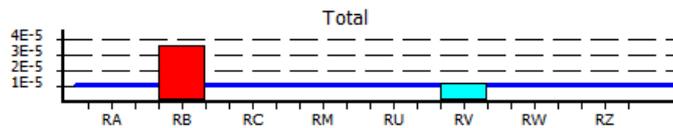


Avec :

RT : Risque tolérable.

R : Risque estimé

### Différentes composantes du risque avant mise en place des protections :



### Protections nécessaires

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF IV	2.000E-01
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	3.000E-02

Avec :

**RA** : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

**RB** : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

**RC** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

**RM** : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

**RU** : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

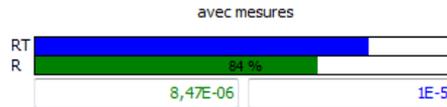
**RV** : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

**RW** : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

**RZ :** composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

**IEMF :** Impulsion électromagnétique Foudre

**Niveau du risque après mise en place des protections :**



***DETERMINATION DU NIVEAU DE PROTECTION***

**CONCLUSION**

**Structure et Lignes :**

Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, une protection de niveau NPIV devra être réalisée sur la structure, ainsi que sur les lignes d'alimentation et de communication suivantes :

- Arrivée générale Haute tension
- Réseau téléphonique et télétransmission

**Fonctions ou Equipements important pour la sécurité :**

Les équipements suivants, considérés comme important pour la sécurité, doivent être protégés, par parafoudres coordonnés à un niveau NP IV :

- Sprinkler

**Equipotentialités :**

Aucune canalisation conductrice avec l'extérieur ne nous a été signalée.

<b>Fiche n° 2</b>	STRUCTURE	Identification :	Cellule de stockage N°3
-------------------	-----------	------------------	----------------------------

### DESCRIPTION DE LA STRUCTURE

Activité	Stockage		
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux</b>			
Dimensions (m) ( $A_{d/b}$ )	L (m) : 115.	l (m) : 98.2	h (m) : 13.7
Facteur d'emplacement ( $C_{d/b}$ )	Structure entourée par des objets de la même hauteur ou plus petits		
<b>Blindage</b>			
Blindage de la structure, toutes zones ( $K_{S1}$ ) (Frontière ZPF0/1)	Pas de blindage		
<b>Informations complémentaires relatives à la structure et utiles à la compréhension de l'analyse</b>			
Constitution	<p><b>Structure</b> : béton</p> <p><b>Toiture</b> : bac acier avec étanchéité externe</p> <p><b>Parois</b> : bardage métallique double peau</p>		
Canalisations conductrices provenant de l'extérieur de la structure	<b>Localisation</b>	<b>Elément</b>	<b>Liaisons équipotentielles avec la prise de terre du bâtiment</b>
	Pénétration dans la cellule	Canalisations de sprinklage	A réaliser
	Pénétration dans la cellule	Canalisations de chauffage	A réaliser

<b>Dispositifs de protection foudre existants</b>			
Protections contre les effets directs de la foudre	<b>Type, référence, marque</b>	<b>Hauteur (m)</b>	<b>Caractéristiques</b>
	Sans objet (bâtiment en cours de construction)	/	/
Protections contre les effets indirects de la foudre	<b>Localisation</b>	<b>Type</b>	<b>référence, marque</b>
	Sans objet (bâtiment en cours de construction)	/	/

<b>Equipements importants pour la sécurité</b>		
<b>Localisation</b>	<b>Elément</b>	<b>Protégé par parafoudres</b>
Bureaux	Centrale de détection incendie (CMSI)	Non
/	Centrale de détection de gaz	La nécessité de mise en œuvre d'une détection gaz sera déterminée lors de la réalisation de l'étude ATEX.

**IDENTIFICATION DES LIGNES PROVENANT DE L'EXTÉRIEUR DE LA STRUCTURE :**

Ci-dessous sont listées les lignes provenant de l'extérieur de la structure, et par lesquelles une surtension serait susceptible d'être conduite à l'intérieur de cette structure.

<b>LIGNE N°1</b>	
<b>Nature de la ligne : Alimentation HT</b>	<b>Nom de la ligne : Alimentation cellule</b>
<b>Zone(s) concernée(s) par cette ligne</b>	
Zone intérieure (cellule 3)	
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N<sub>L</sub></b>	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur (Lc)	250 m
Hauteur (Hc)	0 m
Résistivité du sol (rho)	500 Ω.m
Facteur d'emplacement du service (Cd)	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service (Ce)	Urbain (10m < h ≤ 20m)
Facteur de type de service (Ct)	Puissance BT, communication, transmission de données
Structure à l'extrémité du service (Ad/a)	L (m) : 115.      I (m) : 80      h (m) : 13.7
Facteur d'emplacement de cette structure (Cd/a)	Structure entourée d'objets de même hauteur
<b>Probabilité des dommages</b>	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter les boucles de grande taille (S : 10 m <sup>2</sup> )
Tension de tenue des réseaux internes (PLD,PLI)	2.5 kV
Type câblage externe	Câble non blindé ou blindé dont le blindage a une résistance R>20Ω/km

<b>LIGNE N°2</b>	
<b>Nature de la ligne : Télécommunications</b>	<b>Nom de la ligne : Réseau téléphonique</b>

<b>Zone(s) concernée(s) par cette ligne</b>	
Zone intérieure (cellule 3)	
<b>Evaluation du nombre annuel d'évènements dangereux sur un service N<sub>L</sub></b>	
Condition de cheminement du service	Souterrain
Longueur (Lc)	250 m
Hauteur (Hc)	0 m
Résistivité du sol (rho)	500 Ω.m
Facteur d'emplacement du service (Cd)	Entourée d'objets plus hauts
Facteur d'environnement du service (Ce)	Urbain (10m < h ≤ 20m)
Facteur de type de service (Ct)	Puissance BT, communication, transmission de données
Structure à l'extrémité du service (Ad/a)	L (m) : 115.      I (m) : 80      h (m) : 13.7
Facteur d'emplacement de cette structure (Cd/a)	Structure entourée d'objets de même hauteur
<b>Probabilité des dommages</b>	
Type câblage interne	Câble non blindé – Précaution de cheminement afin d'éviter les boucles de grande taille (S : 10 m²)
Tension de tenue des réseaux internes (PLD,PLI)	1.5 kV
Type câblage externe	Câble non blindé ou blindé dont le blindage a une résistance R>20Ω/km

## DETERMINATION DES ZONES A L'INTERIEUR DE LA STRUCTURE

L'Analyse du Risque Foudre est conduite séparément sur les différentes structures.

Elle décrit les structures ainsi que les réseaux entrants et sortants pour chacun d'entre eux.

Afin de ne pas surévaluer le risque global, des zones homogènes (type de sol, nombre de personnes, risque ...) sont définies à l'intérieur de ces structures. Ces zones sont les suivantes :

Zone n°1 : Intérieur

<b>ZONE N°1 : INTERIEUR</b>	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_u$ )	Agricole, béton
<b>Probabilité qu'un impact sur un service entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_u$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Ligne N°1 : Arrivée générale Haute tension Ligne N°2 : Réseau téléphonique et télétransmission
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Extinction manuelle
	Justification : Un réseau de sprinklage est prévu mais le temps d'intervention des pompiers est estimé supérieur à 10 minutes
Risque d'incendie ( $R_i$ )	Incendie élevé
	Justification : Le pouvoir calorifique pour les entrepôts logistique est systématiquement considéré comme élevé.
<b>Blindage</b>	
Blindage de la zone considérée ( $K_{S2}$ ) (Frontière ZPF X/Y avec $X>0$ et $Y>1$ )	Pas de blindage
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact ( $L_u$ )	Valeur typique $L_u = 0.001$
En cas d'incendie ( $L_i$ )	Valeur typique $L_i = 0.05$
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux) ( $L_o$ )	Valeur typique $L_o = 0$ (absence de risque) Par comparaison à d'autres établissements d'activité similaire. Bien que l'étude ATEX n'ait pas été réalisée, et compte tenu que le scénario d'explosion ne soit pas retenu dans l'étude de dangers, nous avons considéré qu'aucune zone 0 impactable ou équipée d'appareils électriques ne serait mise en œuvre.
Dangers particuliers (hz)	Faible niveau de panique
	Justification : Nous avons considéré qu'en cas d'incendie, les personnes présentes dans la cellule auraient le temps d'évacuer sans subir d'effets irréversibles pour la santé.

## DESCRIPTIF DE LA ZONE EXTERIEURE A LA STRUCTURE

La zone décrite ci-dessous est la zone située dans le volume de protection de la structure.

ZONE EXTERIEURE	
<b>Probabilité qu'un impact sur la structure entraîne des chocs sur des êtres vivants dus à des tensions dangereuses de contact et de pas</b>	
Type de sol ( $r_a$ )	Asphalte, linoléum, bois
Protections contre tension de contact et de pas ( $p_a$ )	Pas de mesures de protection
<b>Services externes pénétrant dans la zone</b>	
Systèmes intérieurs à la zone	Sans objet
<b>Incendie</b>	
Protection anti-incendie ( $R_p$ )	Pas de disposition
	Justification : Aucun dispositif spécifique n'est implanté dans la zone.
Risque d'incendie ( $R_f$ )	Incendie faible
	Justification : Aucun matériau n'est implanté dans la zone
<b>Pertes humaines</b>	
En cas de tension de contact	Valeur typique $L_a = 0.01$
En cas d'incendie	Valeur typique $L_f = 0.05$
En cas de surtensions (zones à risque d'explosion ou hôpitaux)	Valeur typique $L_o = 0$
Dangers particuliers ( $h_z$ )	Pas de danger particulier
	Justification : présence de personnes rare et éphémère dans la zone.

## DETERMINATION DES COMPOSANTES DES RISQUES RELATIFS A LA Foudre

### Risque estimé :

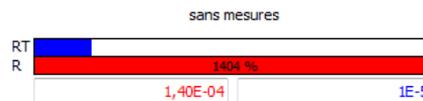
L'estimation du risque consiste à additionner les différentes composantes du risque afin de déterminer la valeur de R1 (risque de pertes de vies humaines).

Lorsque la valeur du risque R1 est inférieure à la valeur du risque tolérable RT, fixée par convention à  $1E^{-5}$ , l'installation est alors considérée comme protégée.

Dans le cas contraire, les composantes critiques sont identifiées afin de déterminer la mesure la plus efficace de réduction du risque à mettre en oeuvre.

### Pertes humaines

### Risque estimé avant mise en place des protections :

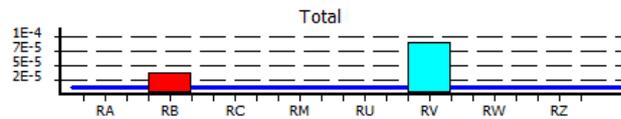


Avec :

RT : Risque tolérable.

R : Risque estimé

### Différentes composantes du risque avant mise en place des protections :



### Protections nécessaires

Région	Mesures	Facteur
pB:	Système de protection contre la foudre SPF Classe SPF III	$1.000E-01$
pEB:	Liaison équipotentielle de foudre Liaison équipotentielle pour un NPF III ou IV	$3.000E-02$

Avec :

RA : composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.

RB : composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.

RC : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'Impulsion Electromagnétique Foudre (IEMF) d'un impact direct sur la structure.

RM : composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF d'un impact à proximité de la structure

RU : composante liée aux blessures d'être vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.

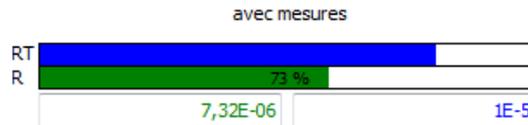
RV : composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une structure extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus au courant de foudre transmis dans les lignes entrantes.

RW : composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à l'intérieur de la structure.

**RZ :** composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure. Des pertes de type L2 et L4 pourraient apparaître dans tous les cas, avec le type L1 dans le cas des structures présentant un risque d'explosion, des hôpitaux ou d'autres structures dans lesquelles des défaillances des réseaux internes mettent immédiatement en danger la vie des personnes.

**IEMF :** Impulsion électromagnétique Foudre

**Niveau du risque après mise en place des protections :**



**DETERMINATION DU NIVEAU DE PROTECTION**

**CONCLUSION**

**Structure et Lignes :**

Il ressort de cette analyse que le risque tolérable sur la structure est plus faible que le risque probable estimé. De ce fait, une protection de niveau NP III devra être réalisée sur la structure, ainsi que sur les lignes d'alimentation et de communication suivantes :

- Alimentation cellule
- Réseau téléphonique

**Fonctions ou Equipements important pour la sécurité :**

Les équipements suivants, considérés comme important pour la sécurité, doivent être protégés, par parafoudres coordonnés à un niveau NP III :

- Sprinkler

**Equipotentialités :**

Une équipotentialité devra être réalisée entre les canalisations métalliques de fluides (notamment celles de chauffage et de sprinklage), et la prise de terre. La localisation des liaisons équipotentielle doit être reportée sur un plan.

## STATISTIQUES DE FOUDDROIEMENT



## STATISTIQUES EN LIGNE

## Résumé



**Ville :**  
BRIVE-LA-GAILLARDE (19031)

**Superficie :**  
48,93 km<sup>2</sup>

**Période d'analyse :**  
2007-2016

## Statistiques du foudroiement

➔ **N<sub>SG</sub> : 1,30 impacts/km<sup>2</sup>/an**



Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [1,20 - 1,40].

➔ **Nombre de jours d'orage : 13 jours par an**

N<sub>SG</sub> : valeur normative de référence (NF EN 62858 – NF C 17-858)

## Records

**Année record :** 2009 (3,25 impacts/km<sup>2</sup>/an)

**Mois record :** Juillet 2010

**Jour record :** 2 juillet 2010

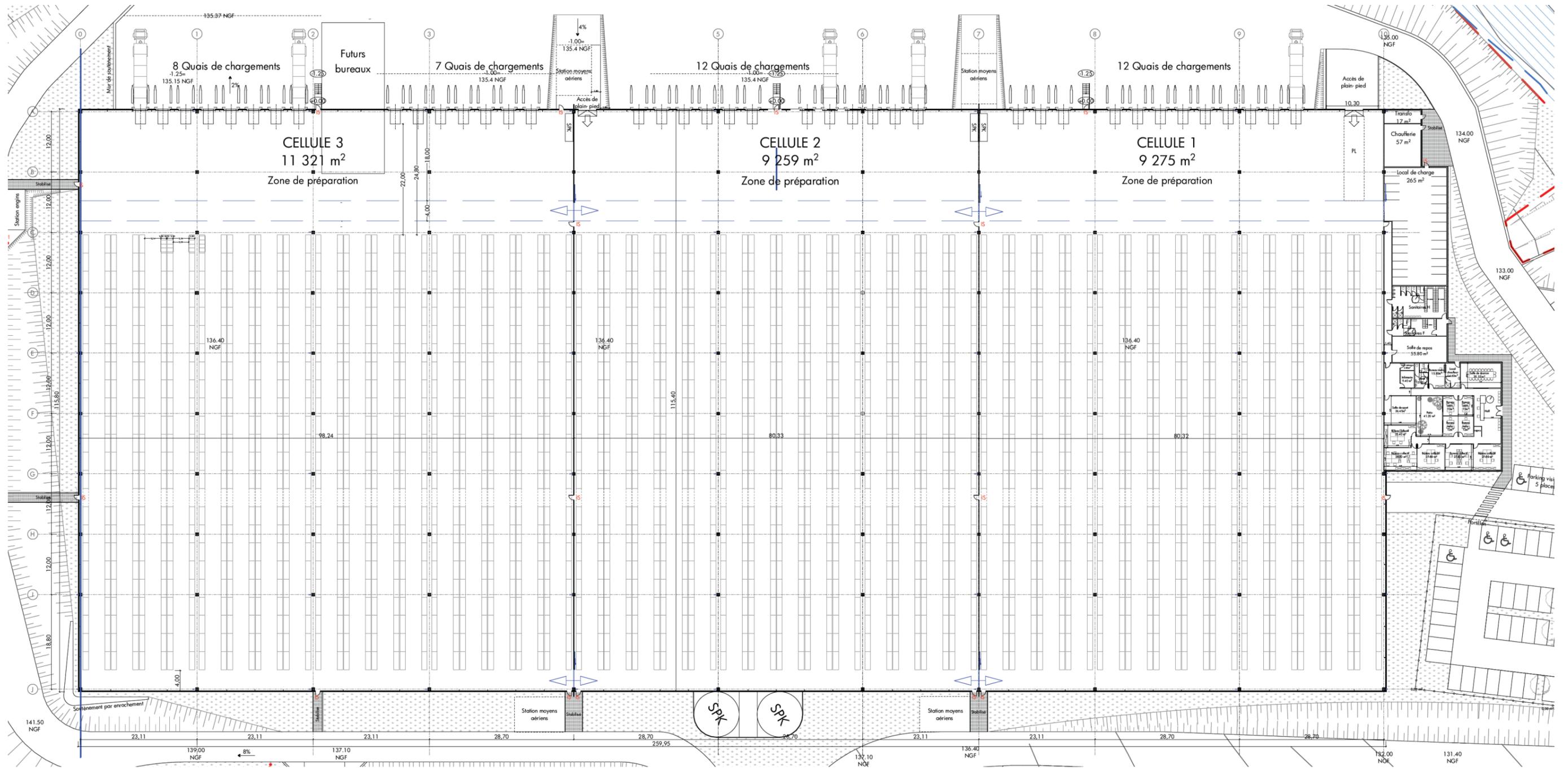
## SURFACE DE CAPTURE DE LA CELLULE 1



### Dimension du bâtiment

Nom	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	X	Y
Cellules	80,00	115,00	13,70	179,00	0,00
Locaux techniques	7,50	11,00	3,00	259,00	104,00
Locaux de charges	12,50	47,00	6,00	259,00	57,00
Bureaux	23,00	37,00	6,00	259,00	20,00
cheminée chaufferie	0,50	0,50	14,00	259,00	104,00

# PLAN DE MASSE



# **ANNEXE 10**

## **Fiches Résultats FLUMILOG**

# FLUMilog

Interface graphique v.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C1_1510_corr_cibl_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/04/2018 à 14:55:26 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	26/4/18

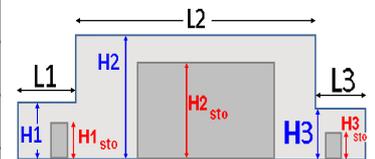
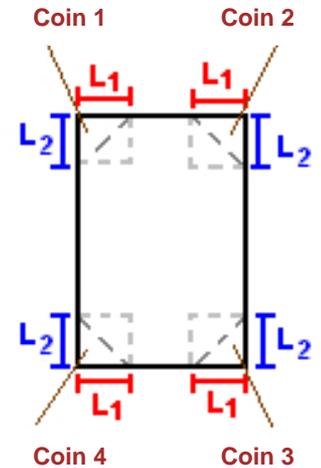
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

Hauteur de la cible : **-0,4 m**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 1				
Longueur maximum de la cellule (m)		115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)		80,3		
Hauteur maximum de la cellule (m)		14,7		
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)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	31
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

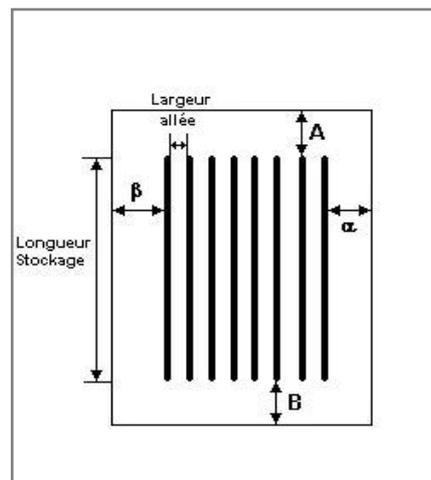


## Stockage de la cellule : Cellule 1

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

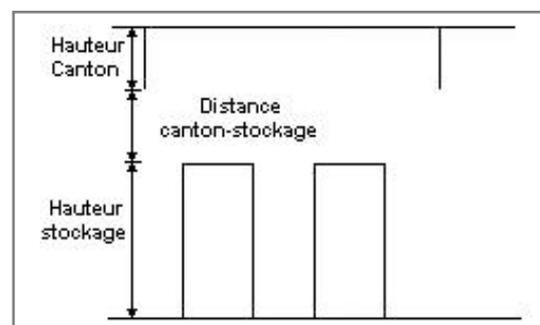
### Dimensions

Longueur de stockage **86,6** m  
 Déport latéral a **0,0** m  
 Déport latéral b **0,0** m  
 Longueur de préparation A **24,8** m  
 Longueur de préparation B **4,0** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,7** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **3,0** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **13**  
 Largeur d'un double rack **2,6** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,1** m



## Palette type de la cellule Cellule 1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m  
 Largeur de la palette : **0,8** m  
 Hauteur de la palette : **1,5** m  
 Volume de la palette : **1,4** m<sup>3</sup>

Nom de la palette : **Palette type 1510**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **1525,0** kW

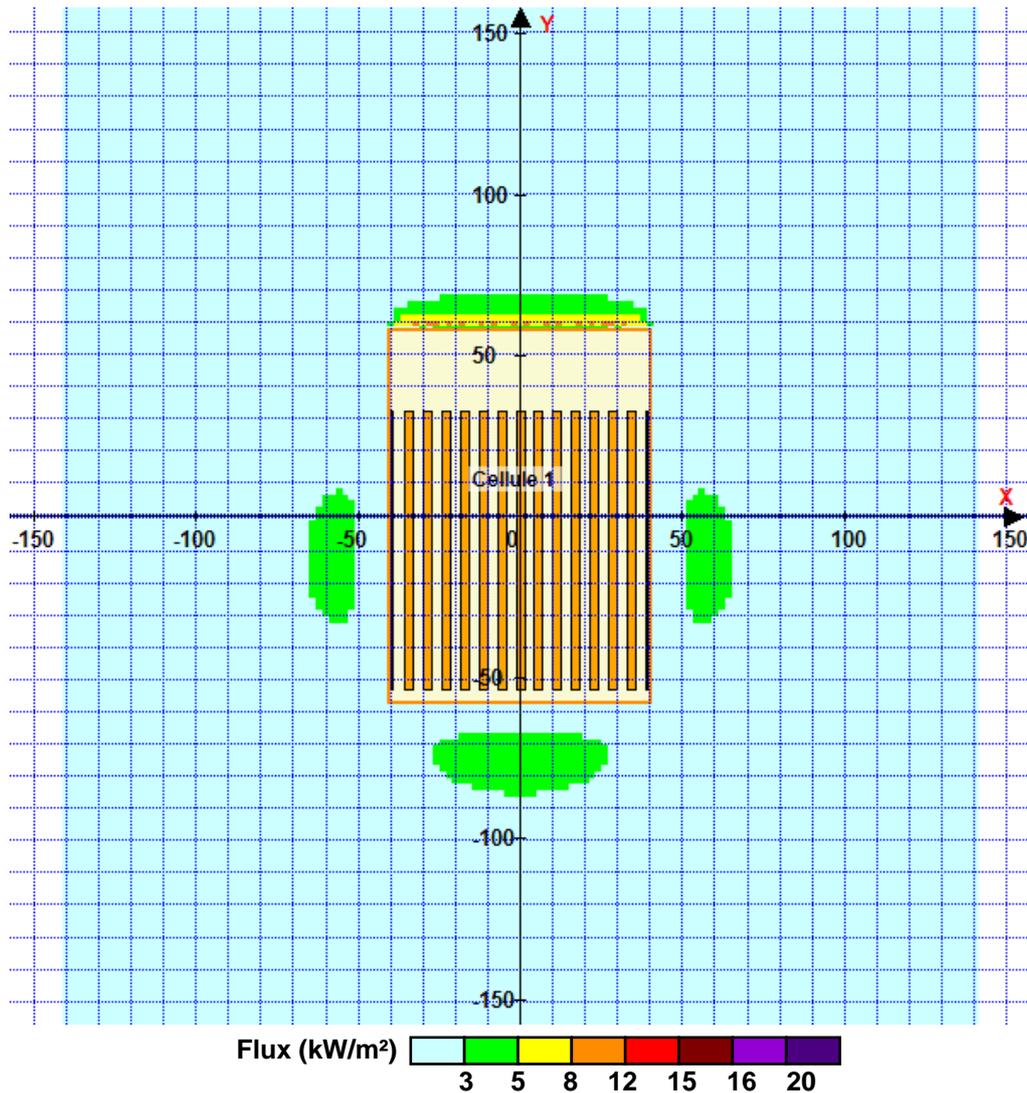


## II. RESULTATS :

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 1 **136,0** 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.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C1_2662_corr_cibl_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/04/2018 à 17:18:58 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/4/18

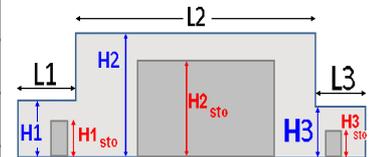
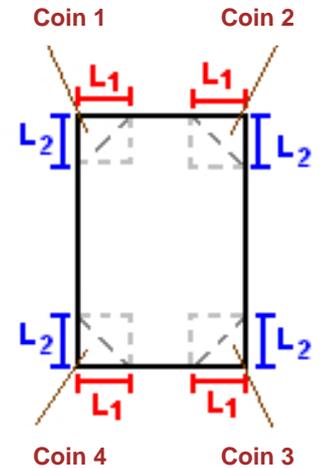
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

Hauteur de la cible : **-0,4 m**

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 1				
Longueur maximum de la cellule (m)		115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)		80,3		
Hauteur maximum de la cellule (m)		14,7		
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)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	31
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

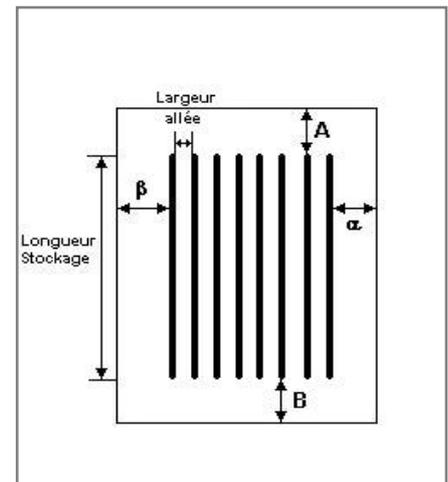


## Stockage de la cellule : Cellule 1

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack

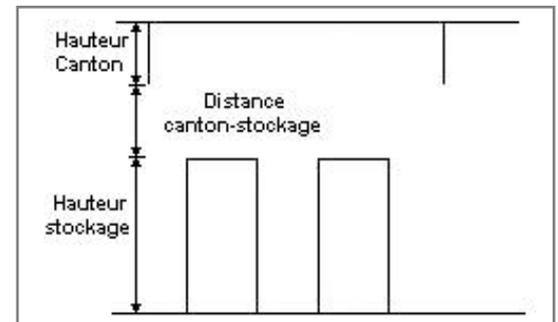
### Dimensions

Longueur de stockage	86,6 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Longueur de préparation A	24,8 m
Longueur de préparation B	4,0 m
Hauteur maximum de stockage	10,7 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	3,0 m



### Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1
Nombre de double racks	13
Largeur d'un double rack	2,6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,1 m



## Palette type de la cellule Cellule 1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1,2 m
Largeur de la palette :	0,8 m
Hauteur de la palette :	1,5 m
Volume de la palette :	1,4 m <sup>3</sup>
Nom de la palette :	Palette type 2662

Poids total de la palette : Par défaut

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

NC						
0,0	0,0	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 :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	1875,0 kW

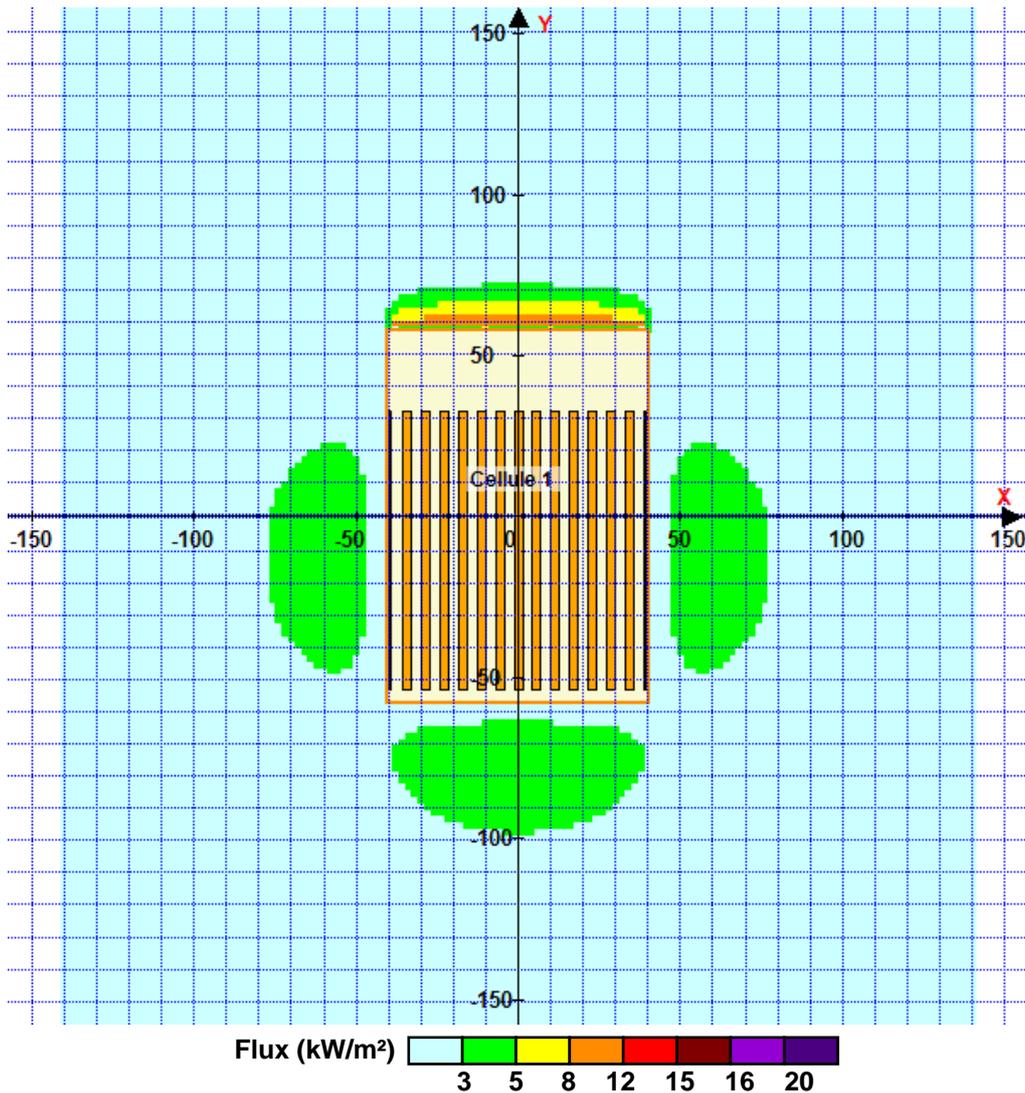


## II. RESULTATS :

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

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 1 **109,0** 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.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C2_1510_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	16/02/2018 à 09:19:03 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	16/2/18

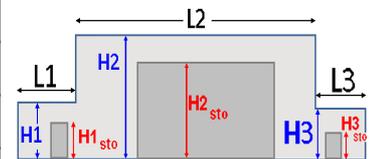
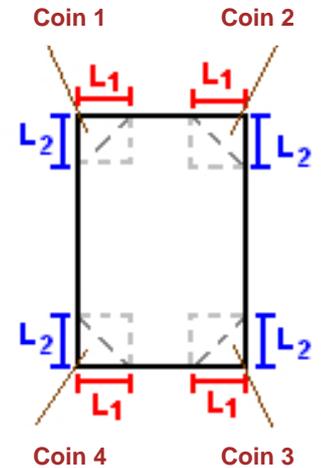
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

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

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>80,3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>31</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

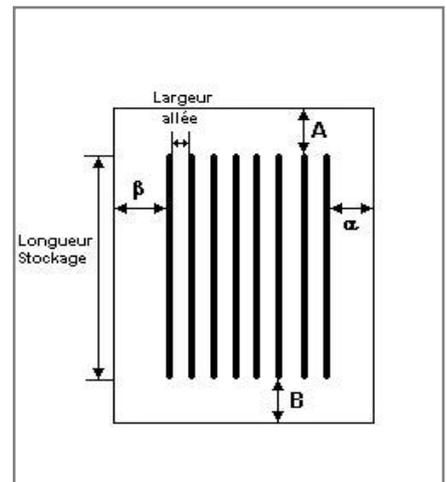


## Stockage de la cellule : Cellule 2

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

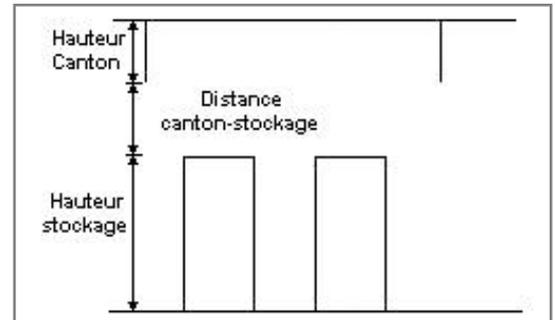
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0** m  
 Déport latéral a **0,0** m  
 Déport latéral b **0,0** m  
 Longueur de préparation A **24,8** m  
 Longueur de préparation B **2,6** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,7** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **13**  
 Largeur d'un double rack **2,6** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,1** m



## Palette type de la cellule Cellule 2

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m  
 Largeur de la palette : **0,8** m  
 Hauteur de la palette : **1,5** m  
 Volume de la palette : **1,4** m<sup>3</sup>

Nom de la palette : **Palette type 1510**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **1525,0** kW

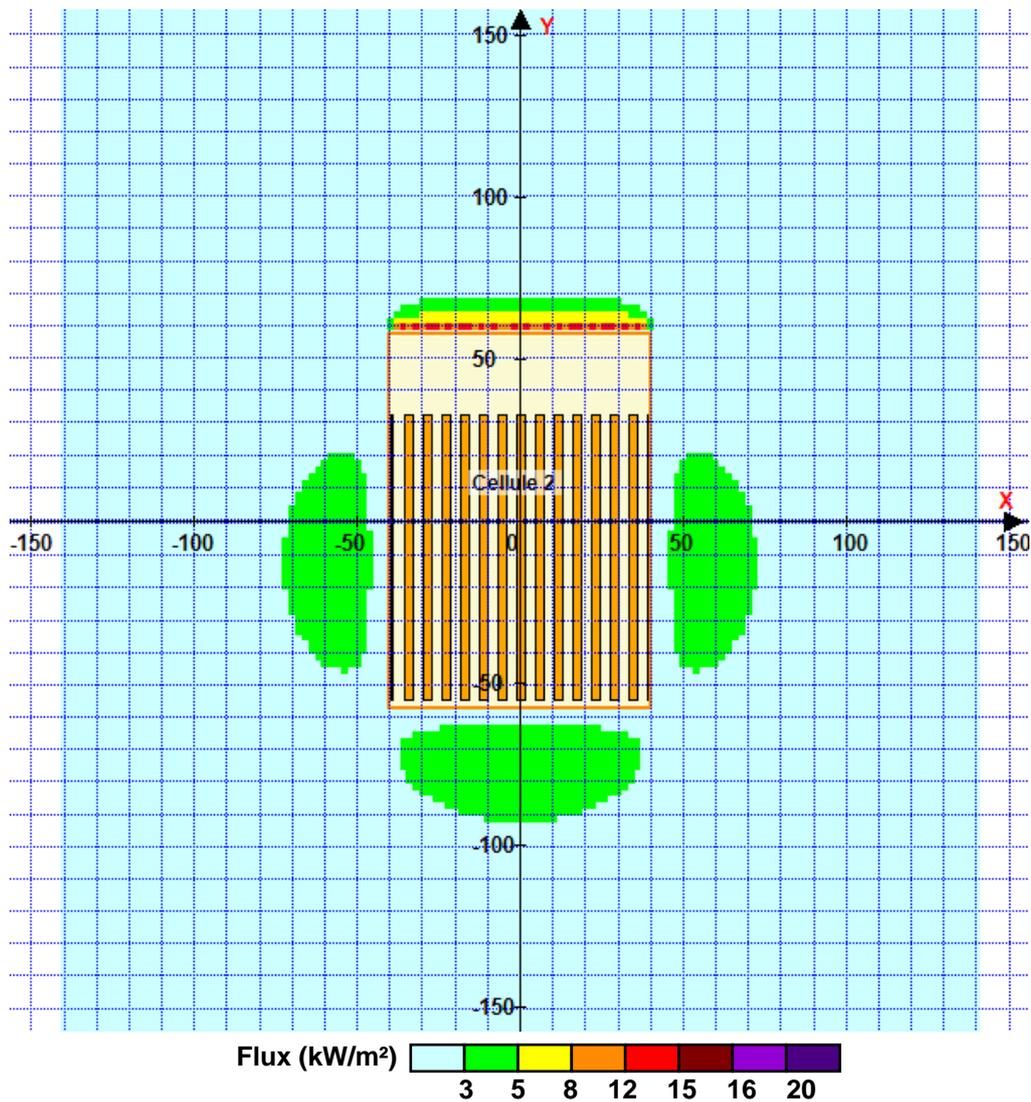


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 **137,0** 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.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C2_2662_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	16/02/2018 à 09:19:21 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	16/2/18

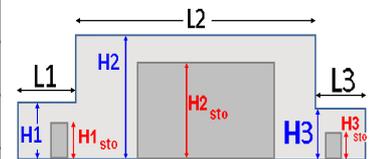
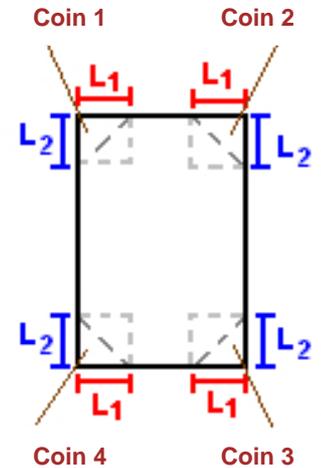
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

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

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>80,3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>31</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

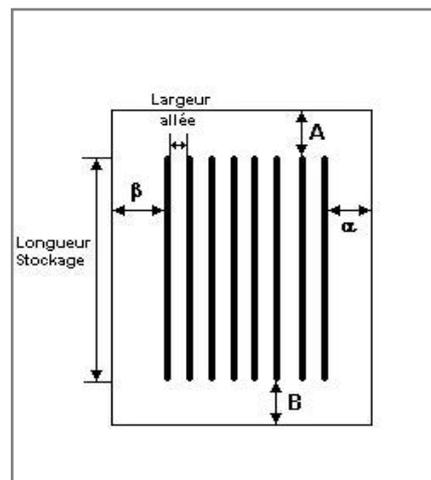


## Stockage de la cellule : Cellule 2

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

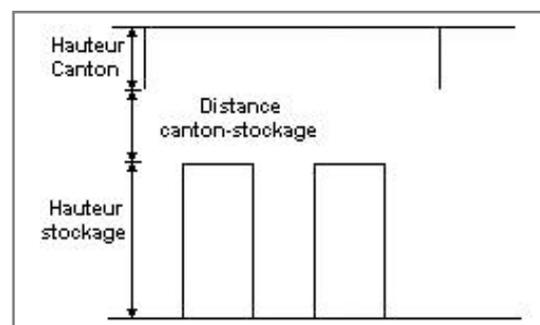
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0 m**  
 Déport latéral a **0,0 m**  
 Déport latéral b **0,0 m**  
 Longueur de préparation A **24,8 m**  
 Longueur de préparation B **2,6 m**  
 Hauteur maximum de stockage **10,7 m**  
 Hauteur du canton **1,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0 m**



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **13**  
 Largeur d'un double rack **2,6 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,1 m**



## Palette type de la cellule Cellule 2

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2 m**  
 Largeur de la palette : **0,8 m**  
 Hauteur de la palette : **1,5 m**  
 Volume de la palette : **1,4 m<sup>3</sup>**

Nom de la palette : **Palette type 2662**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **1875,0 kW**

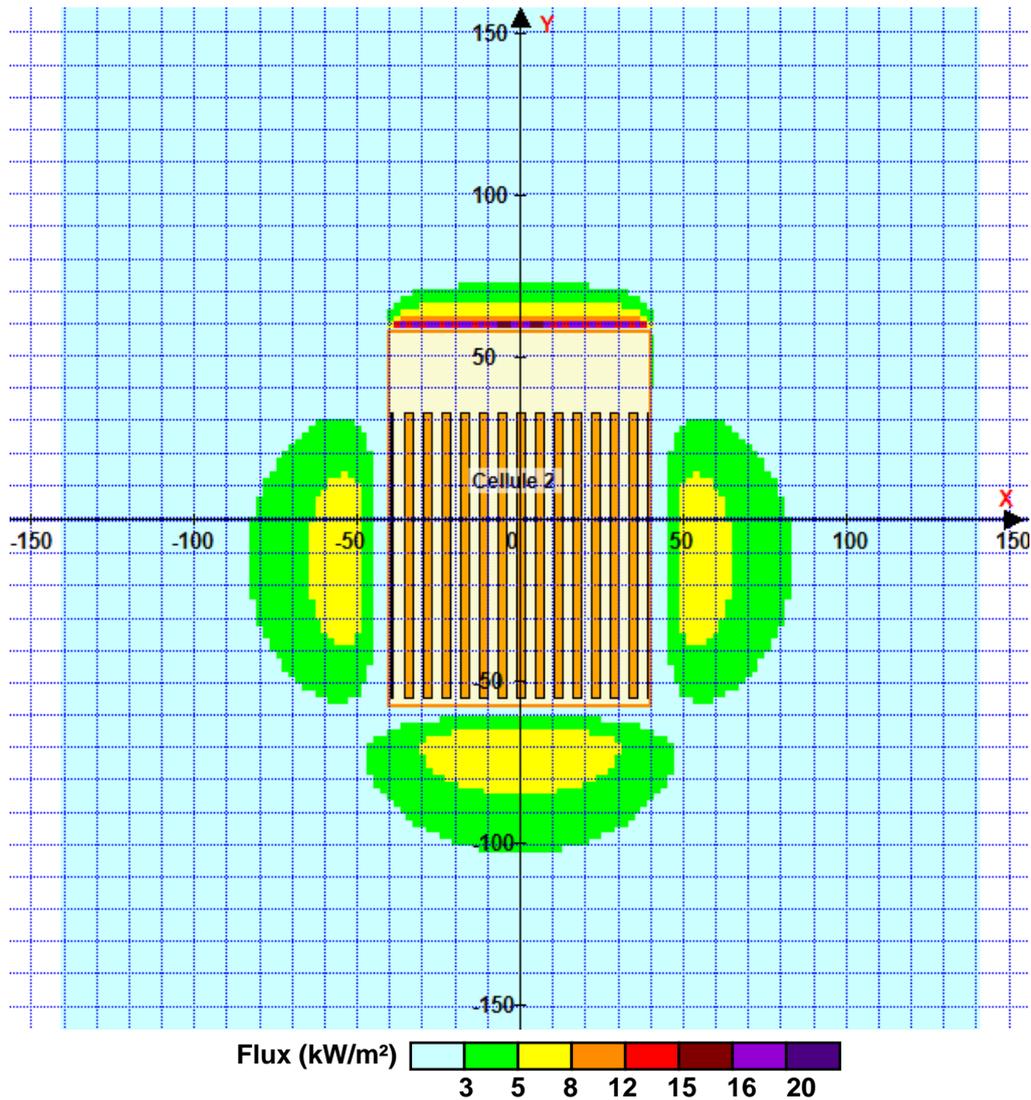


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 **109,0** 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.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C3_1510_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	16/02/2018 à 09:46:43 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	16/2/18

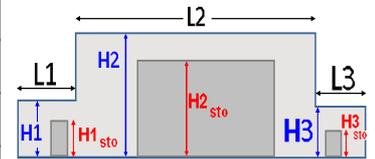
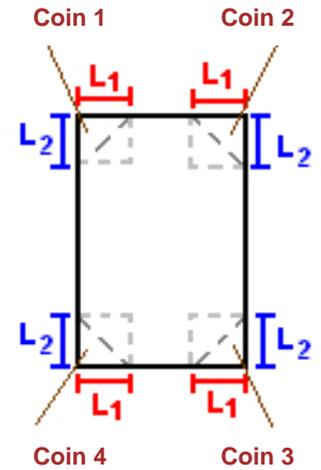
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

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

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 3				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>98,2</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>38</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

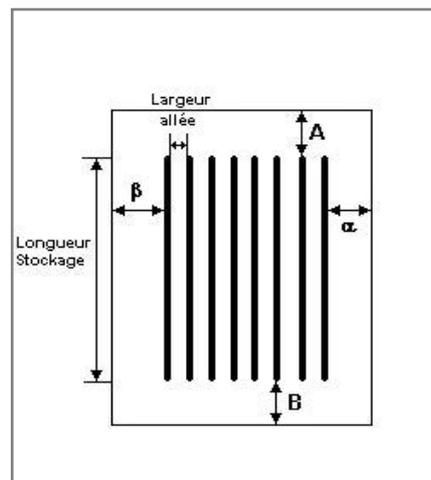


## Stockage de la cellule : Cellule 3

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

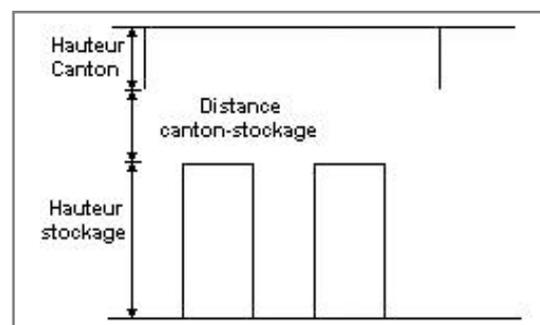
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0** m  
 Déport latéral a **0,0** m  
 Déport latéral b **0,0** m  
 Longueur de préparation A **24,8** m  
 Longueur de préparation B **2,6** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,7** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **16**  
 Largeur d'un double rack **2,6** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,2** m



## Palette type de la cellule Cellule 3

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m  
 Largeur de la palette : **0,8** m  
 Hauteur de la palette : **1,5** m  
 Volume de la palette : **1,4** m<sup>3</sup>

Nom de la palette : **Palette type 1510**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **1525,0** kW

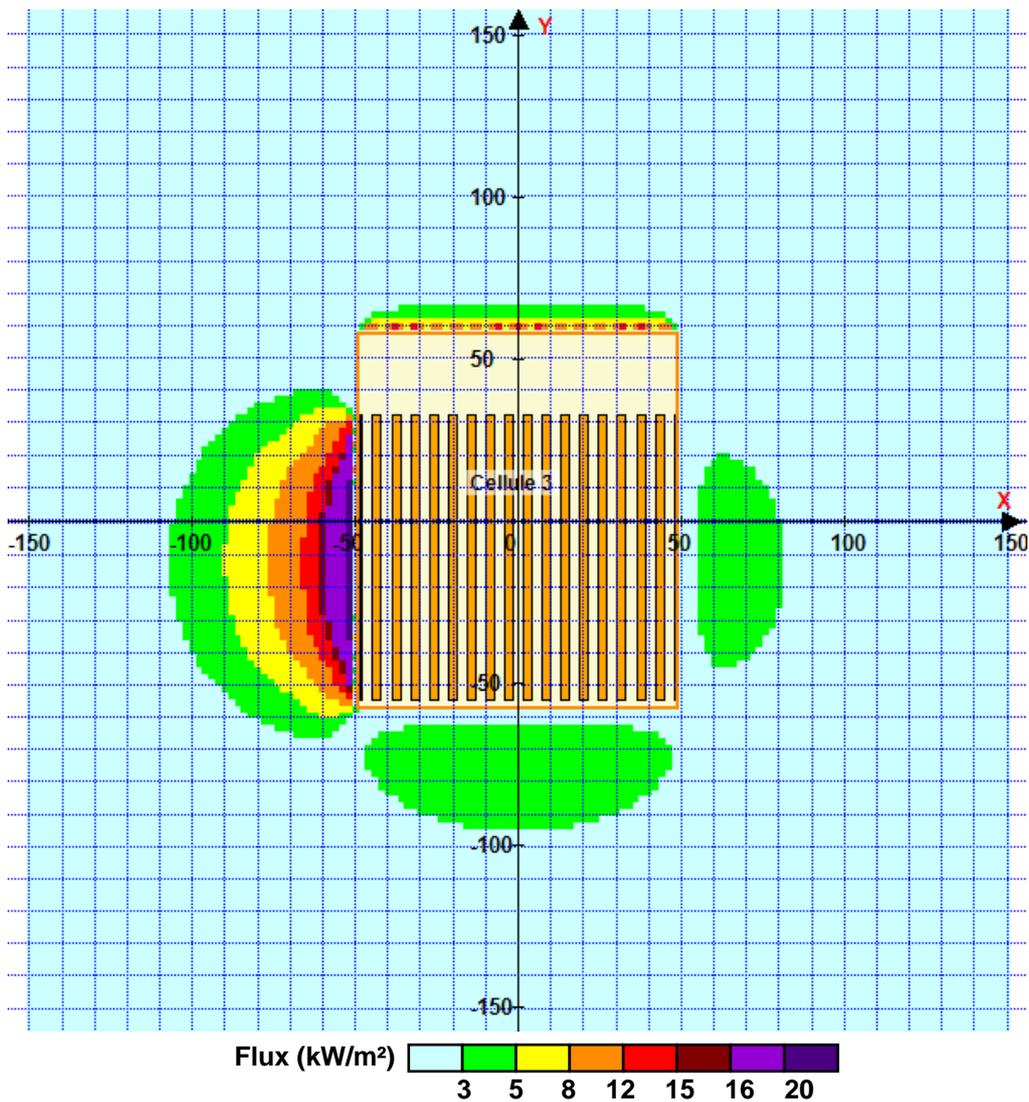


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 3**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 3 **138,0** 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.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C3_2662_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	16/02/2018 à 09:46:22 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	16/2/18

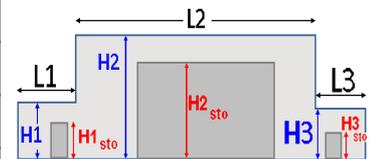
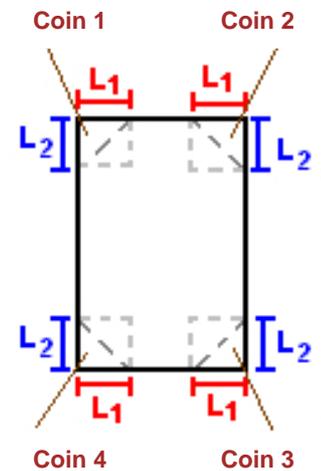
## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

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

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 3				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>98,2</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>38</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

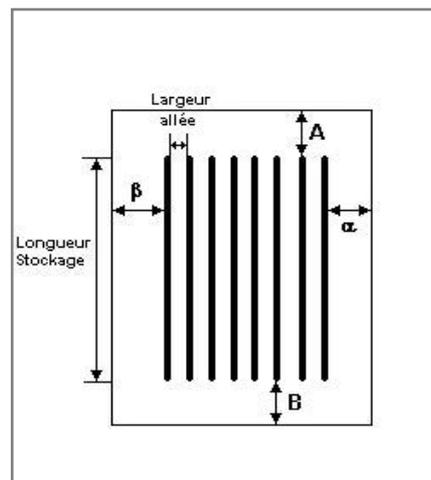


## Stockage de la cellule : Cellule 3

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

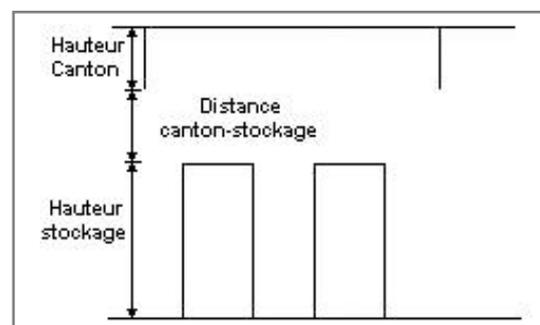
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0** m  
 Déport latéral a **0,0** m  
 Déport latéral b **0,0** m  
 Longueur de préparation A **24,8** m  
 Longueur de préparation B **2,6** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,7** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **16**  
 Largeur d'un double rack **2,6** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,2** m



## Palette type de la cellule Cellule 3

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m  
 Largeur de la palette : **0,8** m  
 Hauteur de la palette : **1,5** m  
 Volume de la palette : **1,4** m<sup>3</sup>

Nom de la palette : **Palette type 2662**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **1875,0** kW

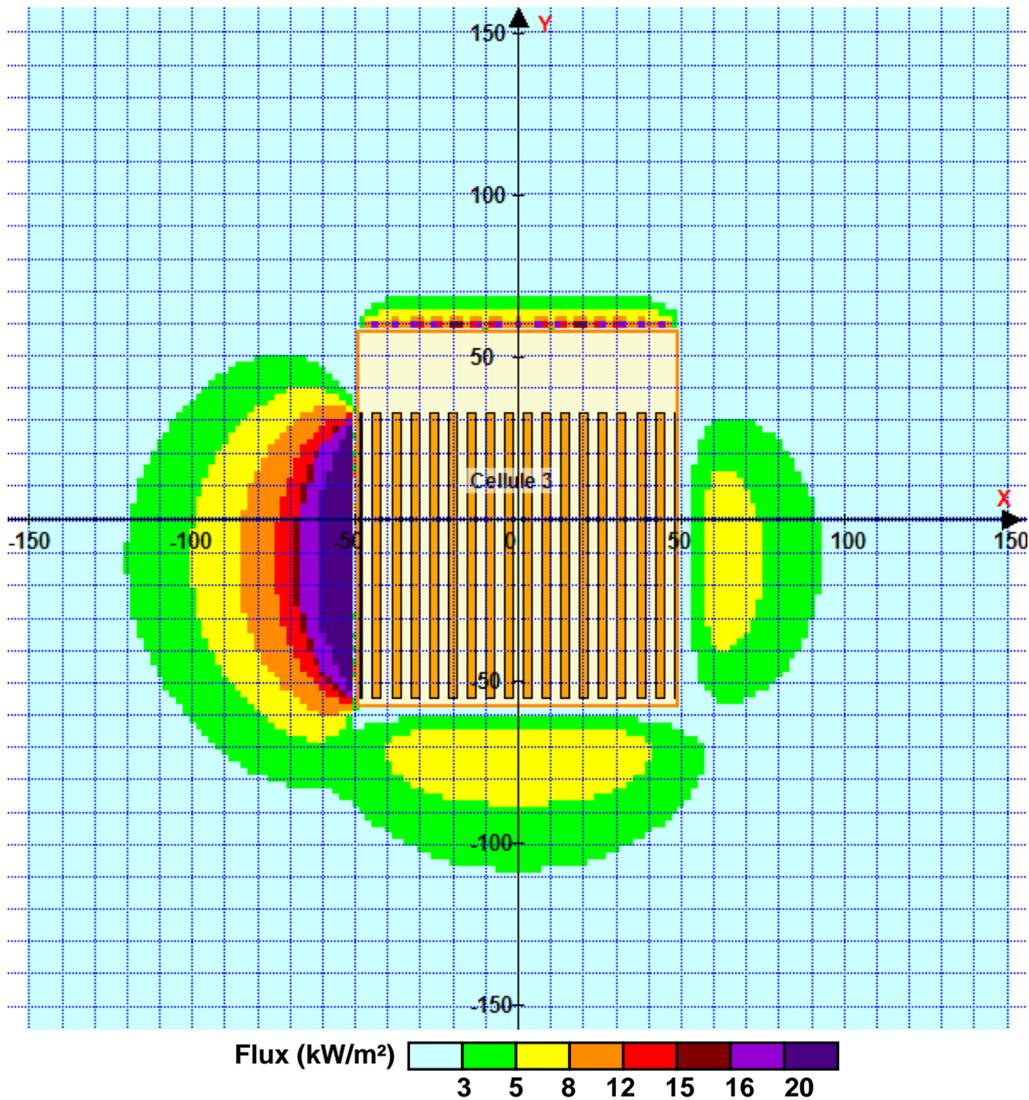


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 3**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 3 **110,0** 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.5.1.1.0

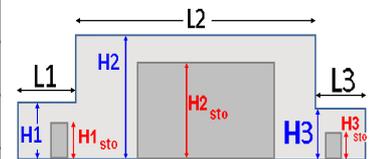
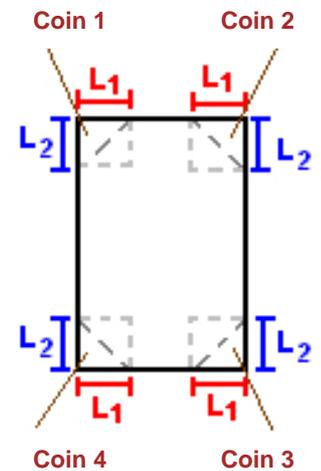
Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C1C2C3_2662_1
Cellule :	C1C2C3
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/02/2018 à 10:37:41 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/2/18

**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 2			
Longueur maximum de la cellule (m)	<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)	<b>80,3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)	<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Hauteur complexe			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Toiture**

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>31</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

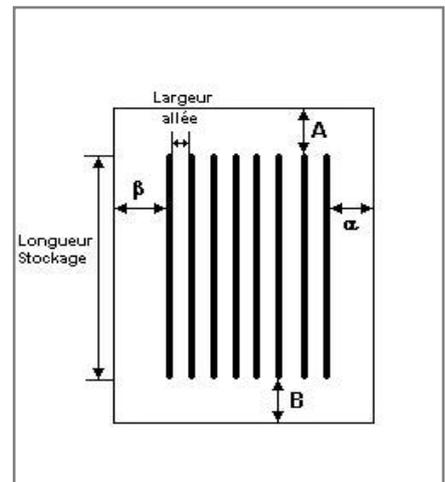


## Stockage de la cellule : Cellule 2

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

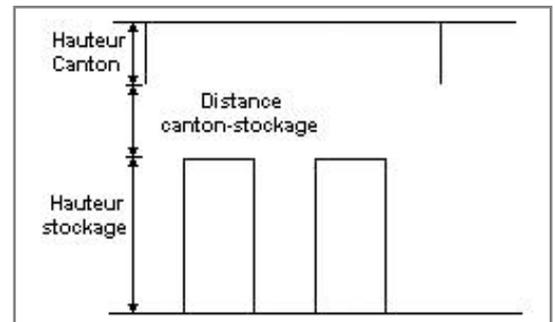
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0** m  
 Déport latéral a **0,0** m  
 Déport latéral b **0,0** m  
 Longueur de préparation A **24,8** m  
 Longueur de préparation B **2,6** m  
 Hauteur maximum de stockage **10,7** m  
 Hauteur du canton **1,0** m  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0** m



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **13**  
 Largeur d'un double rack **2,6** m  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3** m  
 Largeur des allées entre les racks **3,1** m



## Palette type de la cellule Cellule 2

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **1,2** m  
 Largeur de la palette : **0,8** m  
 Hauteur de la palette : **1,5** m  
 Volume de la palette : **1,4** m<sup>3</sup>

Nom de la palette : **Palette type 1510**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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

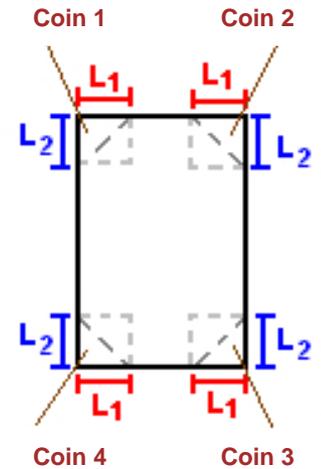
NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

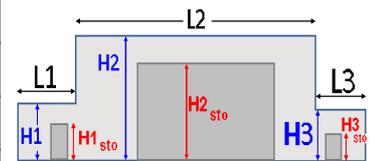
Durée de combustion de la palette : **45,0** min  
 Puissance dégagée par la palette : **1525,0** kW

## Géométrie Cellule2

Nom de la Cellule :Cellule n°3			
Longueur maximum de la cellule (m)	115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)	98,2		
Hauteur maximum de la cellule (m)	13,7		
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)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	38
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

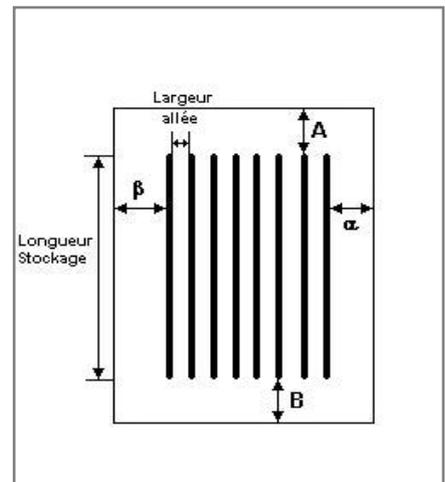


**Stockage de la cellule : Cellule n°3**

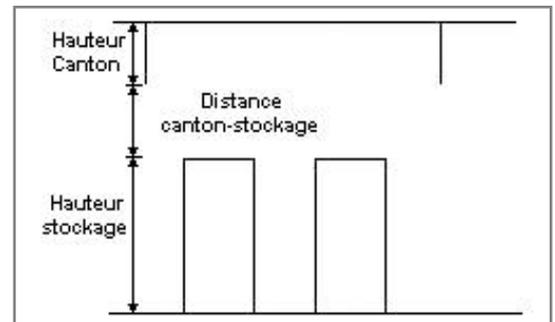
Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

**Dimensions**

Longueur de stockage **88,0 m**  
 Déport latéral a **0,0 m**  
 Déport latéral b **0,0 m**  
 Longueur de préparation A **24,8 m**  
 Longueur de préparation B **2,6 m**  
 Hauteur maximum de stockage **10,7 m**  
 Hauteur du canton **1,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **2,0 m**

**Stockage en rack**

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **16**  
 Largeur d'un double rack **2,6 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,2 m**

**Palette type de la cellule Cellule n°3****Dimensions Palette**

Longueur de la palette : **1,2 m**  
 Largeur de la palette : **0,8 m**  
 Hauteur de la palette : **1,5 m**  
 Volume de la palette : **1,4 m<sup>3</sup>**

Nom de la palette : **Palette type 2662**

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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

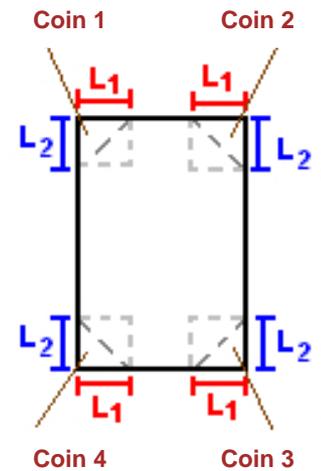
NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

**Données supplémentaires**

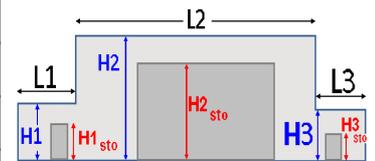
Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **1875,0 kW**

## Géométrie Cellule3

Nom de la Cellule :Cellule n°1				
Longueur maximum de la cellule (m)		115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)		80,3		
Hauteur maximum de la cellule (m)		14,7		
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)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallicque multicouches
Nombre d'exutoires	31
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

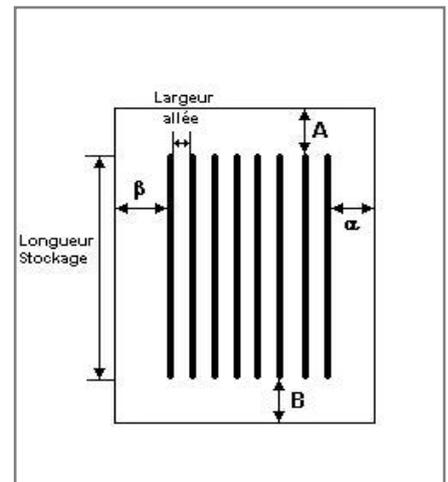


### Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux	<b>5</b>
Mode de stockage	<b>Rack</b>

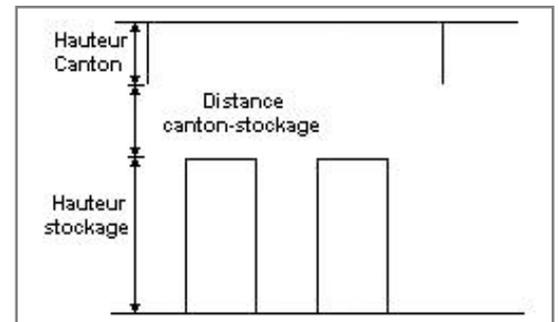
**Dimensions**

Longueur de stockage	<b>88,0</b> m
Déport latéral a	<b>0,0</b> m
Déport latéral b	<b>0,0</b> m
Longueur de préparation A	<b>24,8</b> m
Longueur de préparation B	<b>2,6</b> m
Hauteur maximum de stockage	<b>10,7</b> m
Hauteur du canton	<b>1,0</b> m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	<b>3,0</b> m



#### Stockage en rack

Sens du stockage	<b>dans le sens de la paroi 1</b>
Nombre de double racks	<b>13</b>
Largeur d'un double rack	<b>2,6</b> m
Nombre de racks simples	<b>2</b>
Largeur d'un rack simple	<b>1,3</b> m
Largeur des allées entre les racks	<b>3,1</b> m



### Palette type de la cellule Cellule n°1

#### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	<b>1,2</b> m
Largeur de la palette :	<b>0,8</b> m
Hauteur de la palette :	<b>1,5</b> m
Volume de la palette :	<b>1,4</b> m <sup>3</sup>
Nom de la palette :	<b>Palette type 2662</b>

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 :	<b>45,0</b> min
Puissance dégagée par la palette :	<b>1875,0</b> kW



## II. RESULTATS :

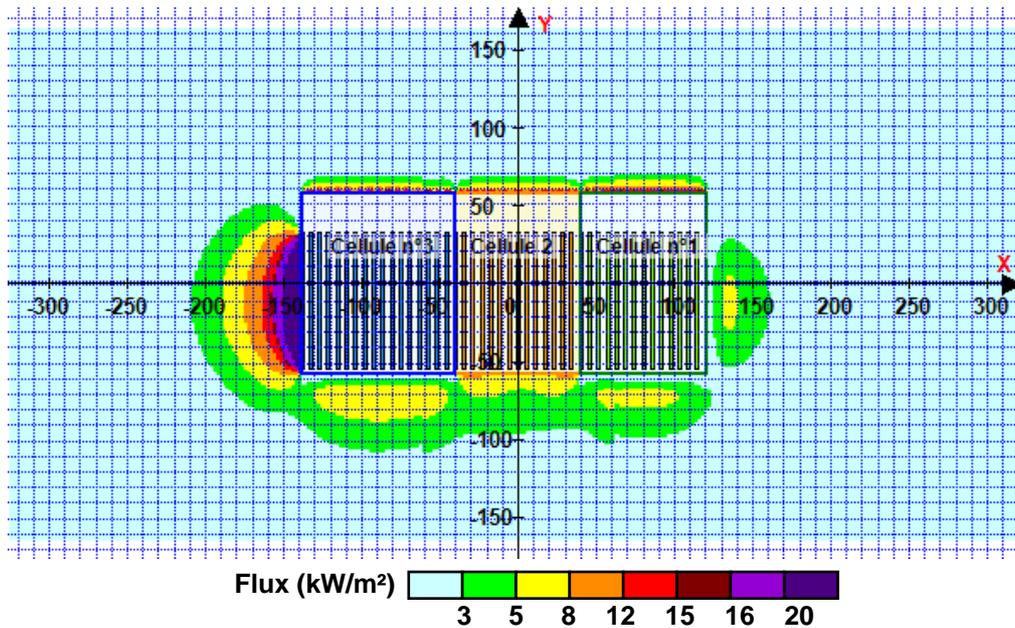
Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 **137,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°3 **109,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **108,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



**Avertissement:** Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interfacede 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.



Interface graphique v.5.1.1.0

Outil de calculV5.01

# Flux Thermiques

## Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	EThollin
Société :	BV
Nom du Projet :	MBE_C9000_h147_2662_V2_domino_1
Cellule :	C1
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	06/02/2018 à 12:14:25 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	7/2/18

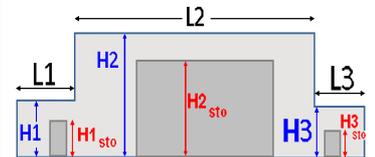
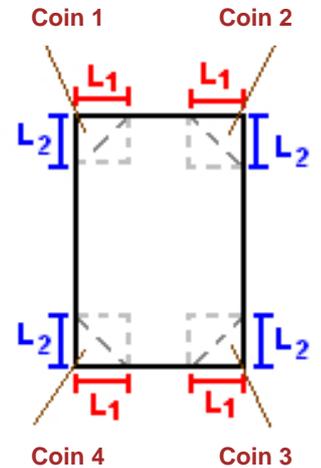
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **13,0 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 9000			
Longueur maximum de la cellule (m)	<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)	<b>80,3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)	<b>14,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>31</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

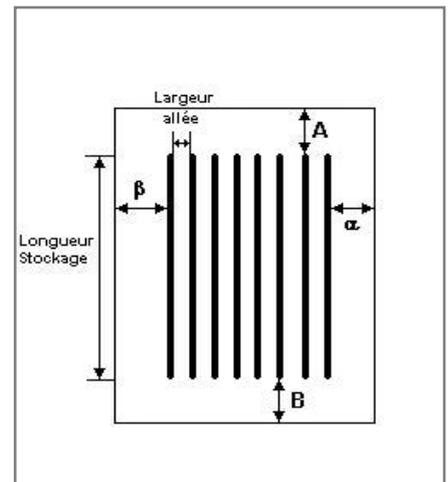


### Stockage de la cellule : Cellule 9000

Nombre de niveaux	<b>5</b>
Mode de stockage	<b>Rack</b>

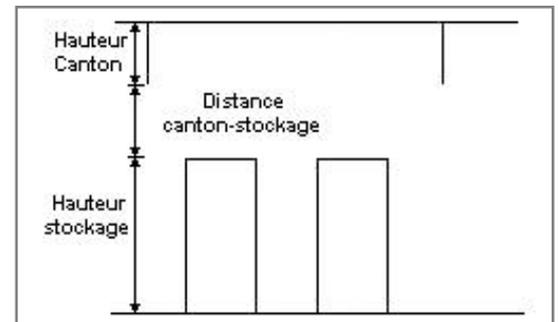
**Dimensions**

Longueur de stockage	<b>88,0</b> m
Déport latéral a	<b>0,0</b> m
Déport latéral b	<b>0,0</b> m
Longueur de préparation A	<b>24,8</b> m
Longueur de préparation B	<b>2,6</b> m
Hauteur maximum de stockage	<b>10,7</b> m
Hauteur du canton	<b>1,0</b> m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	<b>3,0</b> m



**Stockage en rack**

Sens du stockage	<b>dans le sens de la paroi 1</b>
Nombre de double racks	<b>13</b>
Largeur d'un double rack	<b>2,6</b> m
Nombre de racks simples	<b>2</b>
Largeur d'un rack simple	<b>1,3</b> m
Largeur des allées entre les racks	<b>3,1</b> m



### Palette type de la cellule Cellule 9000

**Dimensions Palette**

Longueur de la palette :	<b>1,2</b> m
Largeur de la palette :	<b>0,8</b> m
Hauteur de la palette :	<b>1,5</b> m
Volume de la palette :	<b>1,4</b> m <sup>3</sup>
Nom de la palette :	<b>Palette type 2662</b>

Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 :	<b>45,0</b> min
Puissance dégagée par la palette :	<b>1875,0</b> kW

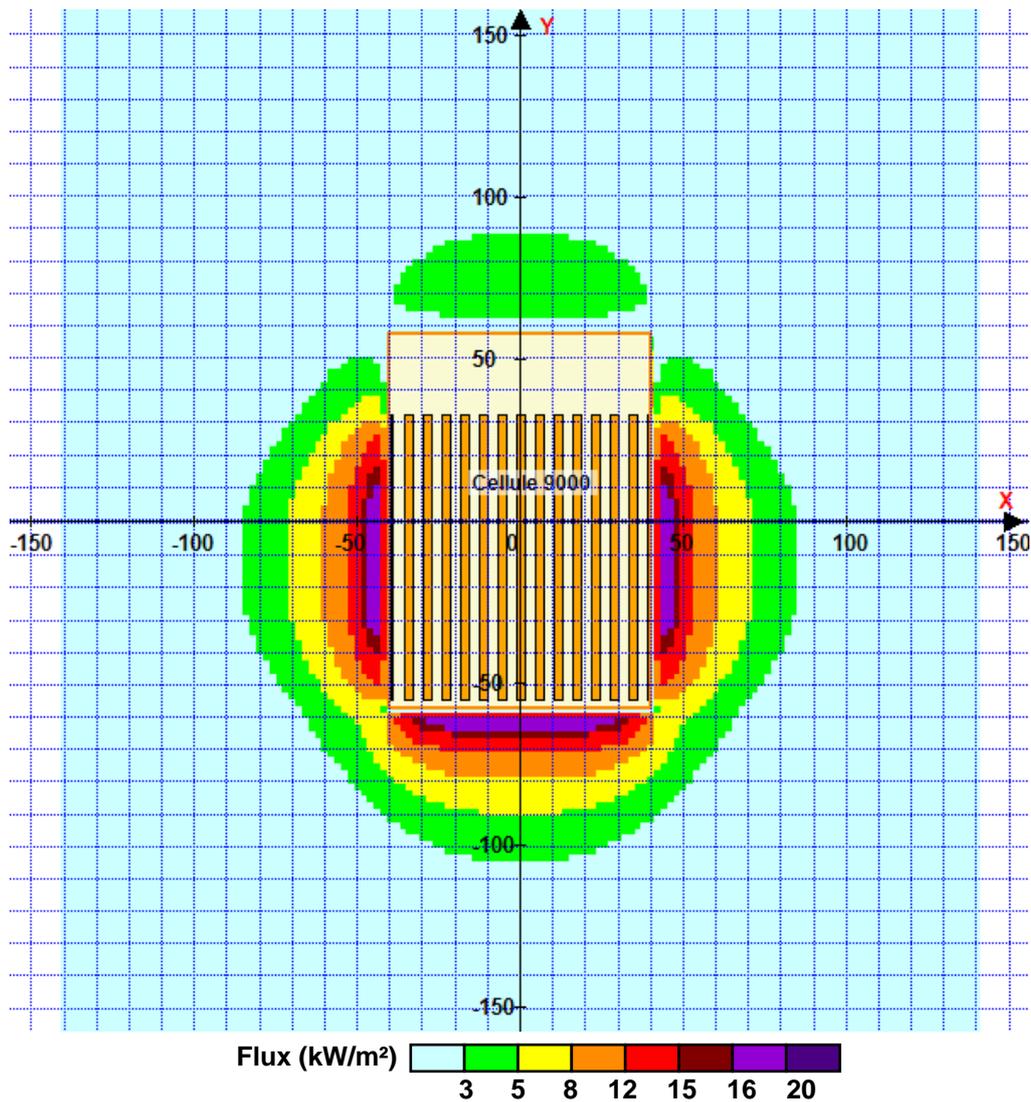


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 9000**

Durée de l'incendie dans la cellule : **Cellule 9000 109,0 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.5.2.0.0

Outil de calculV5.01

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	ETHollin
Société :	BV
Nom du Projet :	IMMASSET_C1C2C3_2662_corr_cibl_1
Cellule :	C1C2C3
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	26/04/2018 à 15:12:12 avec l'interface graphique v. 5.1.1.0
Date de création du fichier de résultats :	26/4/18

## I. DONNEES D'ENTREE :

### Donnée Cible

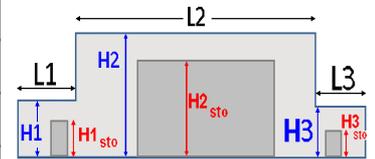
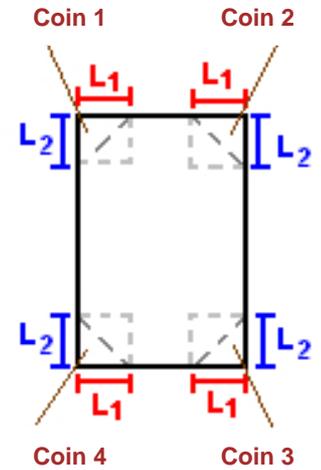
Hauteur de la cible : **-0,4 m**

### Données murs entre cellules

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

### Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2			
Longueur maximum de la cellule (m)	<b>115,4</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)	<b>80,3</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)	<b>13,7</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>
		L2 (m)	<b>0,0</b>
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



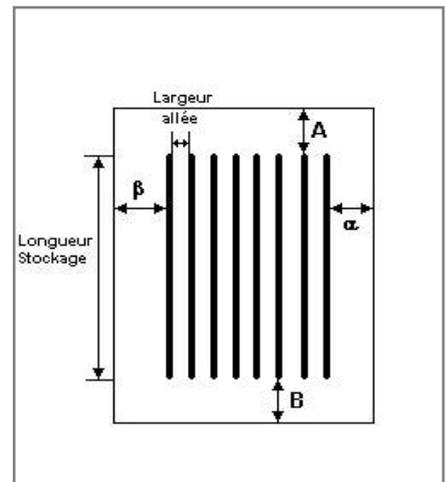
### Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>31</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>



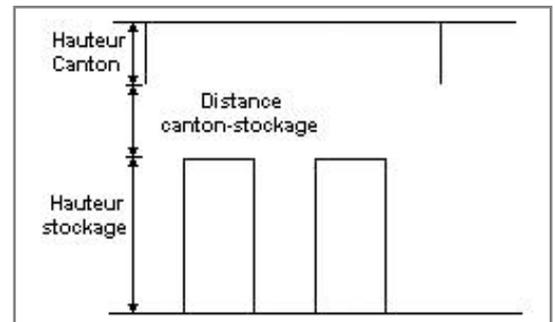
## Stockage de la cellule : Cellule 2

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack
<b>Dimensions</b>	
Longueur de stockage	88,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Longueur de préparation A	24,8 m
Longueur de préparation B	2,6 m
Hauteur maximum de stockage	10,7 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	2,0 m



### Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1
Nombre de double racks	13
Largeur d'un double rack	2,6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,1 m



## Palette type de la cellule Cellule 2

### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 1510	Poids total de la palette : Par défaut

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

NC						
0,0	0,0	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

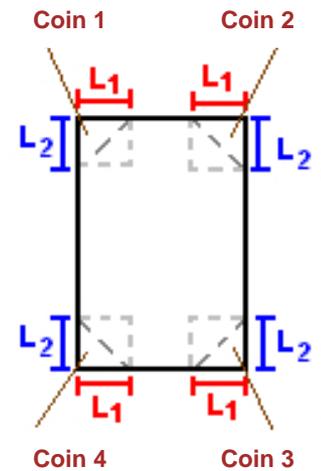
NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

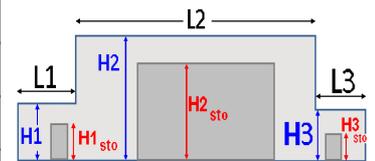
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW	

## Géométrie Cellule2

Nom de la Cellule :Cellule n°3				
Longueur maximum de la cellule (m)		115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)		98,2		
Hauteur maximum de la cellule (m)		13,7		
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



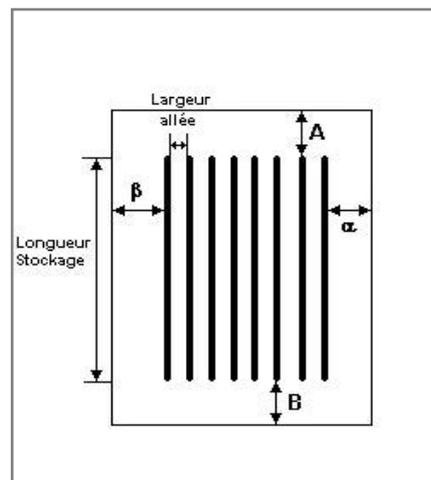
## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	38
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0



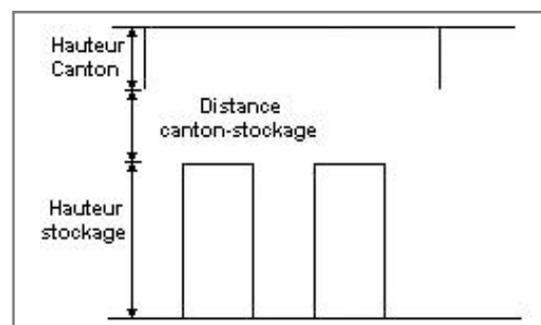
## Stockage de la cellule : Cellule n°3

Nombre de niveaux	5
Mode de stockage	Rack
<b>Dimensions</b>	
Longueur de stockage	88,0 m
Déport latéral a	0,0 m
Déport latéral b	0,0 m
Longueur de préparation A	24,8 m
Longueur de préparation B	2,6 m
Hauteur maximum de stockage	10,7 m
Hauteur du canton	1,0 m
Ecart entre le haut du stockage et le canton	2,0 m



### Stockage en rack

Sens du stockage	dans le sens de la paroi 1
Nombre de double racks	16
Largeur d'un double rack	2,6 m
Nombre de racks simples	2
Largeur d'un rack simple	1,3 m
Largeur des allées entre les racks	3,2 m



## Palette type de la cellule Cellule n°3

### Dimensions Palette

Longueur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Largeur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Hauteur de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Volume de la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette	
Nom de la palette :	Palette type 2662	Poids total de la palette : Par défaut

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

NC						
0,0	0,0	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

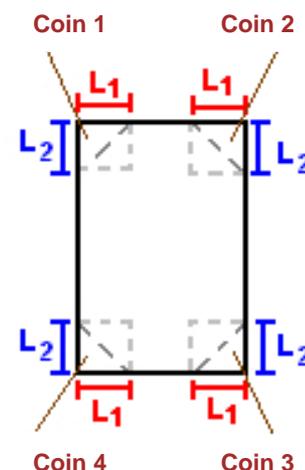
NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

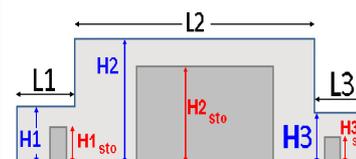
Durée de combustion de la palette :	45,0 min
Puissance dégagée par la palette :	Adaptée aux dimensions de la palette
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW	

## Géométrie Cellule3

Nom de la Cellule :Cellule n°1			
Longueur maximum de la cellule (m)	115,4		
Largeur maximum de la cellule (m)	80,3		
Hauteur maximum de la cellule (m)	14,7		
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)	60
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique multicouches
Nombre d'exutoires	31
Longueur des exutoires (m)	3,0
Largeur des exutoires (m)	2,0

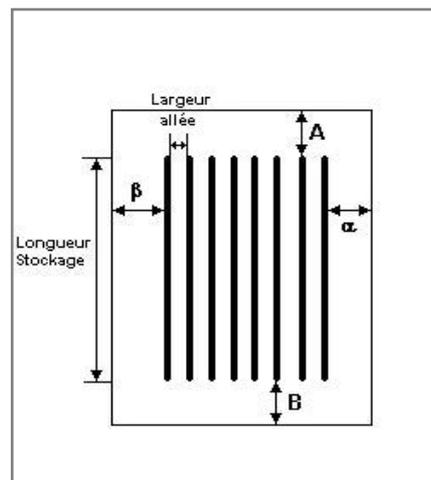


## Stockage de la cellule : Cellule n°1

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

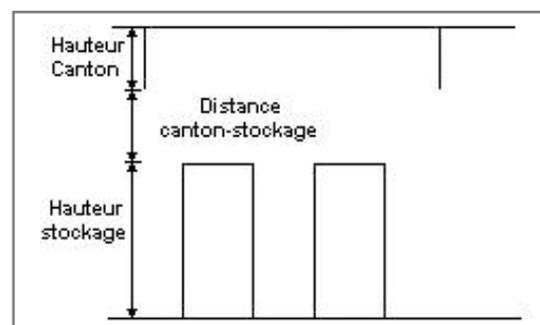
### Dimensions

Longueur de stockage **88,0 m**  
 Déport latéral a **0,0 m**  
 Déport latéral b **0,0 m**  
 Longueur de préparation A **24,8 m**  
 Longueur de préparation B **2,6 m**  
 Hauteur maximum de stockage **10,7 m**  
 Hauteur du canton **1,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **3,0 m**



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **13**  
 Largeur d'un double rack **2,6 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,1 m**



## Palette type de la cellule Cellule n°1

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 2662**      Poids total de la palette : **Par défaut**

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

NC						
0,0	0,0	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 : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW



## II. RESULTATS :

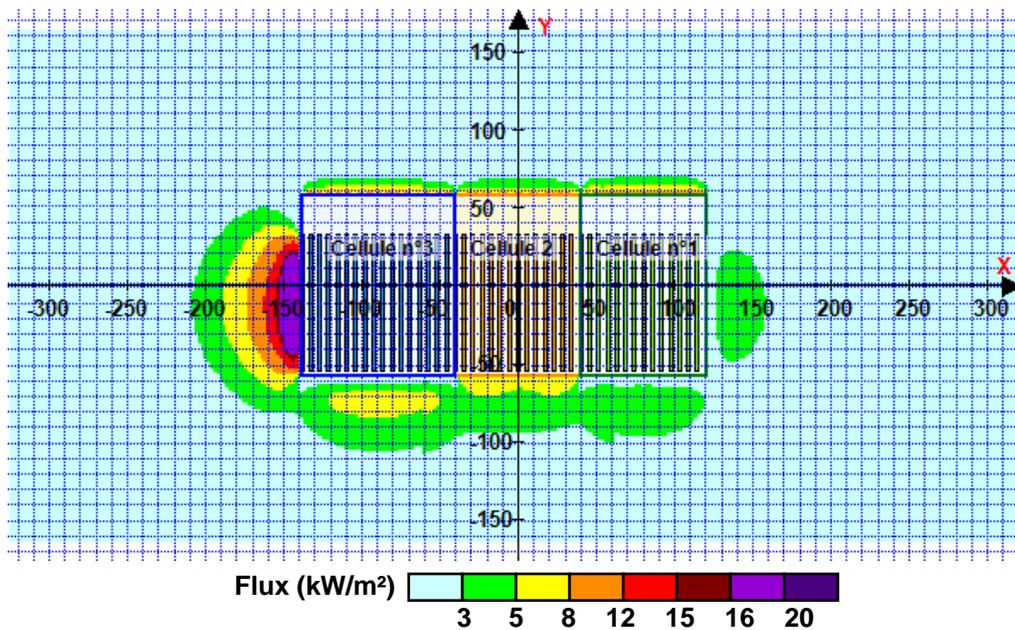
Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 **137,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°3 **109,0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule n°1 **108,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



**Avertissement:** Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interfacede 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.

## **ANNEXE 11**

### **Modélisation des effets liés à la dispersion de fumées en cas d'incendie – Bureau Veritas – Février 2018**



## **Modélisation des effets toxiques des fumées en cas d'incendie**

**IMMASSET**



## SOMMAIRE

<b>1. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE .....</b>	<b>3</b>
1.1. TEXTES RÉGLEMENTAIRES .....	3
1.2. GUIDES TECHNIQUES ET RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	3
<b>2. MÉTHODES DE CALCUL DES DISTANCES D'EFFETS DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX</b>	<b>3</b>
2.1. SEUILS D'EFFETS TOXIQUES .....	3
<b>2.2. MODÈLES DE CALCUL DES EFFETS TOXIQUES DES FUMÉES D'UN INCENDIE DE BÂTIMENTS DE STOCKAGE .....</b>	<b>4</b>
2.2.1. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE .....	4
2.2.2. ÉVALUATION DE LA NATURE ET DU TAUX DE PRODUCTION EN GAZ OU VAPEURS TOXIQUES.....	5
2.2.3. DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES THERMOCINÉTIQUES DU FEU : DÉBIT, HAUTEUR ET TEMPÉRATURE DES FUMÉES ÉMISES .....	6
2.2.4. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES FUMÉES .....	6
2.2.5. ANALYSE DES EFFETS TOXIQUES .....	8
<b>2.3. MODÉLISATION DES EFFETS TOXIQUES DES FUMÉES EN CAS D'INCENDIE D'UNE CELLULE DE STOCKAGE .....</b>	<b>10</b>
2.3.1. DONNÉES – HYPOTHÈSES DE CALCUL.....	11
2.3.2. GAZ TOXIQUES DE COMBUSTION PRODUITS .....	12
2.3.3. CARACTÉRISTIQUES DES FUMÉES ÉMISES .....	15
2.3.4. ÉTUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE .....	17
2.3.5. Résultats – CONCLUSIONS.....	20

## 1. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

### 1.1. TEXTES RÉGLEMENTAIRES

Les textes réglementaires en vigueur, considérés dans le cadre de la présente étude, sont :

- [R1] Arrêté du 29 septembre 2005 – dit arrêté « PCIG » – 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 soumises à autorisation.

### 1.2. GUIDES TECHNIQUES ET RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cette étude s'appuie sur les guides techniques et rapports d'expertises suivants :

- [R2] G. HESKESTAD – « Engineering Relations for Fire Plumes » – Factory Mutual Research Corporation – Fire safety Journal, 7, 1984, pp 25-32.
- [R3] Toxicité et dispersion des fumées d'incendie – Phénoménologie et modélisation des effets – INERIS – rapport Ω16.
- [R4] SFPE – Handbook of fire protection engineering – 3rd edition.
- [R5] Incendie dans les tunnels routiers – Guide DSC/DR – Avril 1999 ; Les études spécifiques des dangers (ESD) pour les tunnels du réseau routier – Guide méthodologique – Juillet 2001.
- [R6] G. A. BRIGGS – « Plume Rise », U.S. Atomic Energy Commission, Office of information Services – 1969.
- [R7] INERIS – Rapport d'étude 04/11/2005 N° 71165/P01b – « Estimation de l'exposition aux fumées de l'incendie du 27/06/2005 sur le site de SBM Formulation à Béziers.
- [R8] Storage and handling of ACL chlorinated isocyanurate – Technical bulletin IC / SCS-310 – Monsanto Industrial Chemicals Co

## 2. MÉTHODES DE CALCUL DES DISTANCES D'EFFETS DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX

### 2.1. SEUILS D'EFFETS TOXIQUES

Trois seuils sont définis, correspondant à trois types d'effets (cf. arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation) :

- le seuil des effets létaux significatif (SELS) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité de 5% au sein de la population exposée ;
- le seuil des premiers effets létaux (SPEL) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité de 1% au sein de la population exposée ;
- le seuil des effets irréversibles (SEI) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle des effets irréversibles peuvent apparaître au sein de la population exposée.

Les seuils de toxicité aiguë considérés sont ceux définis par l'INERIS. A défaut, il est possible d'utiliser les seuils américains tels que, par ordre de priorité, les seuils AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels) définis par l'US EPA, les seuils ERPG (Emergency Response Planning Guidelines) définis par l'AIHA, les seuils IDLH (Immediately Dangerous to Life ou Health concentrations), les seuils TEEL (Temporary Exposure Emergency Limits) définis par le ministère des transports aux Etats-Unis.

## **2.2. MODÈLES DE CALCUL DES EFFETS TOXIQUES DES FUMÉES D'UN INCENDIE DE BÂTIMENTS DE STOCKAGE**

### **2.2.1. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE**

Le développement d'un feu dans un local comprend, en simplifiant, trois phases :

1. une phase ascendante d'extension/propagation ;
2. une phase d'incendie généralisé, stabilisé, à plein régime ;
3. une phase décroissante d'extinction.

Dans la phase de propagation, le feu est gouverné par les conditions d'amenée d'air. C'est un feu avec peu de flammes, produisant des quantités importantes de fumées qui s'élèvent à faible vitesse et faible température initiales. Ces fumées sont fortement chargées en produits de combustion toxiques dus aux imbrûlés.

Dans la phase d'incendie « à plein régime », le feu est largement ventilé (du fait de la ruine de la toiture). Les fumées sont importantes mais elles sont moins chargées en gaz toxiques du fait d'une bonne oxygénation. L'élévation du panache est généralement notable en raison des effets thermo-convectifs des gaz chauds.

Dans la phase décroissante d'extinction, les fumées produites sont émises en quantités de moins en moins importantes et à faible température du fait de la plus faible puissance thermique de l'incendie (arrosage massif, ...). Elles peuvent cependant contenir des particules (imbrûlés, suies) et des gaz toxiques en teneurs encore élevées.

Afin de rendre compte de cette évolution, deux configurations sont étudiées pour la dispersion des fumées en cas d'incendie dans un local fermé :

- l'incendie débutant ;
- l'incendie généralisé.

Dans la configuration « incendie débutant », l'incendie est en phase de développement. Le foyer est encore peu étendu. Le feu est mal ventilé (=> combustion incomplète). Les fumées sortent par les exutoires.

La phase d'extension / propagation étant représentative également des conditions de décroissance et d'extinction du foyer.

Dans la configuration « incendie généralisé », l'incendie s'est propagé à la totalité de la surface de stockage considérée. Il est bien oxygéné du fait de l'effondrement de la toiture (et des murs si ceux-ci sont non coupe-feu) (la combustion est relativement complète).

La démarche de modélisation des effets des fumées comprend quatre étapes :

- le choix du ou des incendies retenus et la caractérisation du terme source ;
- la surface du foyer de l'incendie ;
- l'inventaire des produits impliqués dans l'incendie ;

- la quantification de la production des fumées toxiques en fonction de la nature et du tonnage des produits présents au moment de l'incendie. Les fumées toxiques produites sont quantifiées sur la base d'hypothèses issues du REX (CNPP, INERIS [R3]) ;
- la détermination des caractéristiques thermocinétiques du feu : débit, hauteur et température des fumées émises. Ces caractéristiques thermocinétiques sont évaluées sur la base des corrélations issues des travaux de Heskestad (1984) [R2].
- le calcul de la dispersion atmosphérique des fumées en tenant compte des conditions météorologiques et orographiques ;
- l'analyse des conséquences du point de vue de la toxicité de l'air. Cette analyse est effectuée en comparant les concentrations au sol obtenues précédemment aux seuils de toxicité équivalents des fumées définis au préalable.
- l'analyse des conséquences du point de vue de la visibilité (appréciation de l'impact des fumées sur la visibilité).

## 2.2.2. EVALUATION DE LA NATURE ET DU TAUX DE PRODUCTION EN GAZ OU VAPEURS TOXIQUES

La nature des substances émises par combustion (pour les matières combustibles) ou décomposition thermique (pour les incombustibles) est fonction de la composition chimique des produits impliqués.

Ces substances sont présentes dans les fumées soit sous forme gazeuse, soit sous forme liquide (dissoutes dans des gouttelettes d'eau ou sous forme d'aérosols) ou absorbés dans les particules de suies.

La nature des gaz ou vapeurs nocifs ou toxiques émis lors de l'incendie est fonction des éléments simples (C, H, O, N, Cl, ...) présents dans les produits brûlés. Les données disponibles dans les FDS des produits et dans la littérature sont également utiles.

La proportion des différents gaz et vapeurs toxiques émis et les débits de production de ces gaz et vapeurs sont fonction des conditions externes, notamment de la température et de la disponibilité de l'oxygène. Ils sont évalués sur la base d'hypothèses fondées sur des résultats d'essais (INERIS [R6], CNPP).

### Remarques sur les hypothèses considérées :

- 1) Seuls les gaz ou vapeurs toxiques gazeux majeurs sont pris en compte. Les produits de combustion secondaires, telles que les suies, aérosols, produits sublimés, imbrûlés, etc. ne sont pas retenus pour les raisons qui suivent :
  - Les mécanismes et les taux de production de ces composés secondaires dépendent de très nombreux paramètres (nature des molécules, taille et oxygénation du foyer, ...). On sait, par exemple, que la formation des suies et imbrûlés est favorisée par la présence de doubles liaisons dans la molécule et par la grandeur du foyer. Inversement, la présence d'eau ou d'oxygène dans la molécule diminue la quantité de suies formées. Cependant, à notre connaissance, aucune étude expérimentale n'a permis de quantifier d'une part les produits secondaires de combustion et, d'autre part, leurs effets sur la santé, lesquels vont dépendre des produits, mais aussi de la taille des particules. Plus celles-ci sont grosses, moins elles sont dangereuses car elles sont arrêtées au niveau des bronches et du nez. Or, si les particules formées sont très petites (diamètre < 1 micron), au niveau du foyer, elles ont tendance à s'agglomérer en se dispersant pour générer des particules de dimensions supérieures à 20 µm.
  - Il est généralement admis (peut-être par manque de connaissances sur les produits secondaires de combustion), que les principaux facteurs de blessures, voire de décès, au cours d'un incendie sont la chaleur et les gaz toxiques de combustion (CO, HCl, NOx, ...).
- 2) Par ailleurs, il n'est pas tenu compte des éventuelles réactions entre produits qui pourraient potentiellement générer d'autres gaz ou vapeurs par recombinaison des éléments chimiques.

### **2.2.3. DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES THERMOCINÉTIQUES DU FEU : DÉBIT, HAUTEUR ET TEMPÉRATURE DES FUMÉES ÉMISES**

#### **Débit des fumées :**

Le débit de fumées est estimé en appliquant le modèle de Heskestad (1984) qui tient compte de la dilution des flammes par l'air. Selon cette corrélation, le débit des fumées (gaz et vapeurs toxiques émis + air de dilution/entraînement) est proportionnel à la puissance de l'incendie (en tenant compte d'un rendement de 95%) :

$$Q_{\text{fum}} \text{ (kg/s)} = 3,24 \times P \text{ avec } P \text{ puissance en MW.}$$

#### **Hauteur d'émission des fumées :**

Dans le cas de l'incendie débutant, les fumées sortent par les exutoires ouverts. La hauteur d'émission des fumées est donc prise à la hauteur des exutoires, égale à la hauteur du bâtiment. Dans le cas de l'incendie généralisé, les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes. Dans ce cas, la hauteur d'émission des fumées est prise à la hauteur des flammes laquelle est soit déterminée avec la formule de Heskestad, ou avec la formule de Thomas (moins favorable que la formule de Heskestad pour ce qui concerne les effets toxiques des fumées), soit est reprise des calculs de flux thermiques.

A noter, la hauteur des flammes prise en compte est une hauteur moyenne car en réalité ces dernières sont animées d'un mouvement intermittent.

#### **Température et vitesse des fumées au point d'émission :**

Dans le cas de l'incendie débutant, les fumées sortent par les exutoires ouverts. La température des fumées est donc prise égale à la température d'ouverture des exutoires = 80°C (hypothèse plutôt pénalisante).

Dans le cas de l'incendie généralisé, Heskestad a montré qu'à la hauteur d'émission des fumées l'écart moyen entre la température des fumées et la température de l'air ambiant est de l'ordre de 250K. La température des fumées est donc prise égale à 265°C.

Par ailleurs, ce même auteur fournit une corrélation empirique permettant de déterminer la vitesse moyenne d'élévation des fumées à la hauteur h en fonction de la quantité de chaleur convectée par les fumées. Des mesures expérimentales montrent qu'environ 65% de la puissance thermique développée par un incendie est convectée.

### **2.2.4. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE DES FUMÉES**

La dispersion atmosphérique est modélisée au moyen du logiciel PHAST version 7.21.

Le paramétrage de PHAST est fait conformément au « Guide de bonnes pratiques pour l'utilisation du logiciel PHAST à l'usage des industriels de l'industrie chimique » – UIC – DT 102 – Septembre 2012.

Les trois paramètres importants pour la phase de dispersion qu'intègre le logiciel PHAST sont :

- les conditions météorologiques ;
- les conditions orographiques (coefficient de rugosité du terrain uniforme) ;
- un facteur correctif de dispersion du nuage (averaging time).

**Conditions météorologiques :**

Les conditions météorologiques régissent la cinétique de la phase gaz après la phase de rejet.

Elles sont définies par une classe de stabilité (classe de Pasquill), la vitesse de vent à 10 mètres de hauteur et la température ambiante.

Les conditions météorologiques retenues sont celles recommandées dans la circulaire du 10/05/2010 pour les rejets en hauteur.

Stabilité (selon Pasquill)		Vitesse de vent	Température ambiante
A	Très instable	3 m/s	20°C
B	Instable	3 m/s	20°C
B	Instable	5 m/s	20°C
C	Moyennement instable	5 m/s	20°C
C	Moyennement instable	10 m/s	20°C
D	Neutre	5 m/s	20°C
D	Neutre	10 m/s	20°C
E	Moyennement stable	3 m/s	20°C
F	Stable	3 m/s	15°C

Les atmosphères stables (F) et, à l'inverse, très instables (A) sont défavorables à la dispersion atmosphérique.

Une atmosphère neutre (D) est plutôt favorable à la dispersion mais cet effet peut être contrecarré par un vent fort (10 m/s) qui rabat le panache de fumées vers le sol.

Quelles que soient les conditions atmosphériques, l'humidité relative de l'air est considérée égale à 70%.

A chaque classe de stabilité est associée une hauteur de couche d'inversion de température qui joue le rôle de « couvercle thermique » puisque cette couche est quasiment franchissable par un nuage de polluants.

Ce phénomène se produit généralement la nuit pendant laquelle le sol se refroidit plus vite que l'atmosphère (température à quelques centaines de mètres d'altitude supérieure à celle mesurée au niveau du sol). Le phénomène est accentué en cas de vent faible.

Une hauteur de la couche d'inversion est considérée par défaut, dans le logiciel PHAST, en fonction de la classe de stabilité atmosphérique. Elle est la plus faible pour les conditions F, égale à 100 m.

Toutefois, dans le cas d'un incendie de grande ampleur, compte tenu de l'énergie thermo-cinétique initiale des fumées, la couche d'inversion serait « transpercée » et le panache de fumées s'élèverait dans le champ proche de l'incendie (typiquement les 100 premiers mètres). Ceci a été confirmé par le REX (Buncefield, SBM Béziers [R7]).

Dans ce cas (incendie de grande ampleur), la hauteur à partir de laquelle une couche d'inversion serait en mesure de stopper l'élévation du panache malgré son énergie thermo-cinétique restante, doit être ajustée. Pour ce faire, on retient les corrélations proposées par Briggs [R6] qui permettent de calculer l'altitude de culmination  $\Delta h$  d'un panache se dispersant dans une atmosphère très stable. Or une couche d'inversion de température est justement une zone de forte stabilité atmosphérique. Finalement, l'altitude  $\Delta h$  a été retenue comme correspondant à une bonne estimation de l'altitude de la couche d'inversion [R7].

**Conditions orographiques :**

Les conditions orographiques traduisent les caractéristiques du terrain, c'est-à-dire essentiellement l'état de « rugosité » du sol, influant sur la turbulence atmosphérique et donc sur la dispersion.

La rugosité peut être interprétée comme un coefficient de frottement du nuage sur le sol, et produit deux types d'effets antagonistes :

- elle augmente la turbulence, ce qui favorise la dilution ;
- elle freine le nuage, ce qui favorise l'effet d'accumulation et la concentration.

La rugosité a une influence non négligeable sur la dispersion des nuages de gaz lourds, ayant un comportement « rampant » au sol, du fait de leur densité plus élevée que celle de l'air.

Dans le cas de la dispersion des fumées d'incendie, ce paramètre est peu influent car le panache de fumées a une densité proche de celle de l'air (il est composé en majorité de l'air entraîné) et est émis en hauteur (à la hauteur des flammes).

Pour rendre compte de l'état du sol aux alentours du site, nous avons considéré, dans le logiciel PHAST 6.7, une rugosité de surface de 1 m (valeur classiquement retenue dans les études de dangers, représentative d'une zone industrielle ou urbanisée).

A noter : le terrain est considéré plat. Le paramètre de rugosité ne permet pas de prendre en compte les reliefs marqués.

**« Averaging time » et « core averaging time » ou durée de moyennage du nuage :**

Dans le logiciel PHAST, il existe deux paramètres distincts pour le temps de moyennage du nuage : l'averaging time et le core averaging time. Ces deux paramètres n'interviennent que dans la phase de dispersion passive.

L'averaging time correspond à une correction numérique des concentrations moyennes calculées sur l'axe du nuage en fonction de la durée effective d'observation du nuage (= durée d'exposition pour les toxiques), afin de tenir compte en particulier des fluctuations réelles de direction du vent autour de sa direction moyenne pendant la durée d'observation. Il est à noter que cette correction n'intervient que dans la phase de dispersion passive (emploi d'un modèle gaussien).

La valeur du core averaging time est utilisée lors du calcul de la dispersion du nuage, tandis que la valeur de l'averaging time est utilisée uniquement lors de la phase de post-traitement, pour certains résultats.

Le choix de l'averaging time (ou durée de moyennage du nuage) dans les logiciels faisant appel à des modèles de type gaussien peut impacter significativement les distances d'effet.

L'averaging time et le core averaging time sont fixés à la même valeur, égale à la durée d'exposition de la cible, laquelle est prise égale à la durée du rejet pour les rejets de longue durée.

**2.2.5. ANALYSE DES EFFETS TOXIQUES**

Le mode d'exposition aux fumées est aigu, par opposition aux expositions chroniques ou subchroniques pour lesquelles sont définis d'autres seuils de référence. Le mode d'exposition aux fumées est l'inhalation.

Les seuils d'effets toxiques sont définis par l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 [R1] 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.

Trois seuils sont définis, correspondant à trois types d'effets :

- le seuil des effets létaux significatif (SELS) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité de 5% au sein de la population exposée ;
- le seuil des premiers effets létaux (SPEL) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité de 1% au sein de la population exposée ;
- le seuil des effets irréversibles (SEI) : il correspond à la concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle des effets irréversibles peuvent apparaître au sein de la population exposée.

Au sein de la population exposée, les sujets hypersensibles ne sont pas considérés (par exemple, les insuffisants respiratoires).

Les effets létaux correspondent à la survenue de décès. Les effets irréversibles correspondent à la persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à l'exposition. Les effets réversibles correspondent à un retour à l'état de santé antérieur à l'exposition.

Les seuils de toxicité aigüe considérés sont ceux définis par l'INERIS. A défaut, il est possible d'utiliser les seuils américains tels que, par ordre de priorité, les seuils AEGs (Acute Exposure Guideline Levels) définis par l'US EPA, les seuils ERPG (Emergency Response Planning Guidelines) définis par l'AIHA, les seuils IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health concentrations), les seuils TEEL (Temporary Exposure Emergency Limits) définis par le ministère des transports aux Etats-Unis.

On définit les seuils de toxicité équivalents des fumées :

$$\text{SELS}_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{\text{SELS}_i}} \quad \text{SPEL}_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{\text{SPEL}_i}} \quad \text{SEI}_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{\text{SEI}_i}}$$

avec :

- $p_i$  : proportion de la substance  $i$  dans les fumées (% massique ou % volumique)
- $\text{SELS}_i ; \text{SPEL}_i, \text{SEI}_i$  : seuil d'effets de la substance  $i$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$  ou ppm)

Cette démarche permet de rendre compte du mélange gazeux que sont les fumées, composées de gaz toxiques ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ , ...) dilués par une grande quantité d'air. En effet, elle permet, de manière simplifiée, d'une part de prendre en compte la toxicité spécifique à chaque gaz, d'autre part de « sommer » leurs toxicités respectives. Mais, une telle approche, retenue faute de mieux, ne permet pas de prendre en compte les effets de synergies ou d'antagonismes éventuels, induits par la présence simultanée des différents gaz.

Le rayon (ou périmètre, ou zone) de dangers correspond à la distance maximale au-delà de laquelle la concentration en fumées est inférieure au seuil équivalent considéré.

### 2.3. MODÉLISATION DES EFFETS TOXIQUES DES FUMÉES EN CAS D'INCENDIE D'UNE CELLULE DE STOCKAGE

Le phénomène dangereux d'incendie modélisé est la dispersion de fumées en cas d'incendie d'une cellule.

Le bâtiment comprend deux cellules de 9 300 m<sup>2</sup> et une cellule de 12 000 m<sup>2</sup> dans lesquelles sont stockées des produits classés sans les rubriques 1510, 2662, 2663, 1530, 1532, sous le régime de l'autorisation, ainsi que des produits dangereux (4510, 4511, 4741, 4320, 4331) en très faibles quantités, inférieures aux seuils de déclaration (au global, ces rubriques 4xxx représentent 12,4 tonnes de produits (détail de répartition : 4510 = 2,8 t, 4511 = 1,5 t, 4741 = 2,1 t, 4320 = 3,1 t, 4331 = 2,9 t).

La modélisation a été réalisée pour une cellule de 9 300 m<sup>2</sup> de produits classés en 2662, 2663 et en considérant que la totalité des produits dangereux est stockée dans cette cellule. Cette hypothèse de stockage est conservatrice car d'une part sont retenus les matières plastiques, lesquelles génèrent plus de gaz de combustion toxiques que le bois-papier-carton, d'autre part le pourcentage de produits dangereux est maximisé (ils sont supposés ne pas être répartis entre les trois cellules).

Nota : Considérer la cellule de 12 000 m<sup>2</sup> ne serait pas plus dimensionnante car le pourcentage de produits dangereux, ramenés à l'ensemble du stockage serait moindre).

La composition du stockage considérée est donc la suivante :

- Produits 2662-2663 : 4 300 tonnes soit 99,7% du stockage (composition de palette cohérente avec la composition de la palette type 2662-2663 Flumilog et privilégiant les produits susceptibles de générer le plus de gaz toxiques (polyamide)) :
  - o polyéthylène-polypropylène (PE / PP) : 50%
  - o polychlorure de vinyle (PVC) : 10%
  - o polyamide (PA) et polyuréthane (PU) : 10%
  - o bois-papier-carton (palettes, emballages, produits) : 29%
- Produits dangereux (4510, 4511, 4741, 4320, 4331) : 13 tonnes soit 0,3% du stockage arrondi à 1% :
  - o acide trichloroisocyanurique (ATCC) : 1%

Pour rendre compte des produits dangereux, nous avons retenu l'acide trichloroisocyanurique (ATCC) qui est le composant majoritaire des produits pour piscines amenés à être stockés. De plus, l'ATCC dégage, en brûlant, du chlore (Cl<sub>2</sub>) très toxique. L'ATCC apparaît comme la molécule la plus dangereuse en termes de toxicité des fumées pour les rubriques 4xxx stockées.

## 2.3.1. DONNÉES – HYPOTHÈSES DE CALCUL

<b>Dimensions du foyer</b>	Surface = 9 300 m <sup>2</sup> Hauteur toiture : 10,7 m	
<b>Surface du foyer</b>	Pour un local couvert, la configuration « incendie généralisé » est caractérisée par un feu étendu à toute la surface du local (ou de la zone de stockage). La configuration « incendie débutant » est représentée par un feu couvrant 10% de la surface du local.	
	<b>Incendie débutant</b>	<b>Incendie généralisé</b>
	930 m <sup>2</sup>	9 300 m <sup>2</sup>
<b>Produits impliqués dans l'incendie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- polyéthylène-polypropylène (PE / PP) : 50%</li> <li>- polychlorure de vinyle (PVC) : 10%</li> <li>- polyamide (PA) et polyuréthane (PU) : 10%</li> <li>- bois-papier-carton : 29%</li> <li>- ATCC : 1%</li> </ul>	
<b>Hauteur de flammes</b>	<b>Incendie débutant mal ventilé</b>	<b>Incendie généralisé bien ventilé</b>
	10,7 m <sup>(2)</sup>	26,75 m <sup>(1)</sup>
<sup>(1)</sup> résultat FLUMILOG. <sup>(2)</sup> hauteur des exutoires.		
<b>Hauteur et position de la cible</b>	<p>La cible est supposée verticale, placée à 1,8 m de hauteur = stature (valeur haute, majorante) d'un homme.</p> <p>Les effets en hauteur, dans le panache, sont également indiqués à titre informatif. Une hauteur de 30 m maximum est considérée (valeur courante pour la hauteur maximale d'un bâtiment).</p>	
<b>Logiciel de calcul</b>	PHAST 7.22	

### 2.3.2. GAZ TOXIQUES DE COMBUSTION PRODUITS

Pour définir la nature des gaz nocifs ou toxiques émis, les produits impliqués dans l'incendie sont décomposés en éléments simples (C, H, O, N, Cl, ...). Puis, à partir d'hypothèses, sont calculés les débits des gaz toxiques produits (CO, CO<sub>2</sub>, HCl, HCN, NO<sub>2</sub>, ...).

#### Décomposition des produits impliqués dans l'incendie en éléments simples :

	% C	% H	% O	% N	% Cl
<b>Bois – Carton</b>	44,4%	6,2%	49,4%	-	-
<b>Polyéthylène (PE), polypropylène (PP)</b>	85,7%	14,3%	-	-	-
<b>Polychlorure de vinyle (PVC)</b>	38,4%	4,8%	-	-	56,8%
<b>Polyuréthane (PU)</b>	40,9%	6,8%	36,4%	15,9%	-
<b>Polyamide (PA)</b>	63,7%	9,7%	14,2%	12,4%	-
<b>ATCC</b>	15,5%	-	20,6%	18,1%	45,8%

#### Principaux gaz de combustion susceptibles de se dégager :

Les principaux gaz toxiques susceptibles de se dégager lors de la combustion des produits impliqués dans l'incendie sont donc les suivants :

Matières impliquées dans l'incendie	Éléments constitutifs principaux	Principaux gaz de combustion toxiques susceptibles de se dégager
<b>Bois – Carton</b>	C, H, O	CO <sub>2</sub> , CO
<b>Polyéthylène (PE), polypropylène (PP)</b>	C, H	CO <sub>2</sub> , CO
<b>Polychlorure de vinyle (PVC)</b>	C, H, Cl	CO <sub>2</sub> , CO, HCl
<b>Polyuréthane (PU)</b>	C, H, O, N	CO <sub>2</sub> , CO, HCN, NO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>
<b>Polyamide (PA)</b>	C, H, O, N	CO <sub>2</sub> , CO, HCN, NO <sub>2</sub> <sup>(3)</sup>
<b>ATCC</b>	C, O, N, Cl	CO <sub>2</sub> , CO, Cl <sub>2</sub> <sup>(4)</sup>

(Il se dégage également de la vapeur d'eau (non toxique)).

<sup>(3)</sup> *Storage and handling of ACL chlorinated isocyanurate* – Technical bulletin IC / SCS-310 – Monsanto Industrial Chemicals Co [R8].

D'après essais Monsanto [R8], les autres gaz générés sont de l'azote N<sub>2</sub>, non toxique : 25%, et d'autres gaz en très faibles teneurs. Il n'y a pas dégagement d'HCl, ni d'HCN, ni de NO<sub>x</sub>.

<sup>(4)</sup> Il y a formation de NO<sub>x</sub> ; le NO<sub>2</sub> étant le plus toxique des NO<sub>x</sub> il est retenu pour représenter les NO<sub>x</sub> formés.

### Taux de production en gaz de décomposition thermique :

Les taux de production en chacun de ces gaz de combustion sont estimés à partir des hypothèses suivantes :

	Incendie débutant mal ventilé	Incendie généralisé bien ventilé
<b>CO, CO<sub>2</sub></b> <b>(tous produits)</b>	100% C => CO + CO <sub>2</sub> $\frac{[CO_2]}{[CO]} = 5 \text{ poids/poids }^{(5)} = 3,2 \text{ mol/mol}$	100% C => CO + CO <sub>2</sub> $\frac{[CO_2]}{[CO]} = 10 \text{ mol/mol }^{(6)} = 15,6 \text{ poids/poids}$
<b>HCN, NO<sub>2</sub></b> <b>(PU, PA)</b>	100% N => 50% N <sub>2</sub> + 50% (HCN + NO <sub>2</sub> ) $\frac{[NO_2]}{[HCN]} = 0,3 \text{ poids/poids }^{(7)}$ = 0,18 mol/mol	100% N => 50% N <sub>2</sub> + 50% (HCN + NO <sub>2</sub> ) $\frac{[NO_2]}{[HCN]} = 1 \text{ mol/mol }^{(6)}$
<b>HCl</b> <b>(PVC)</b>	100% Cl => HCl	100% Cl => HCl

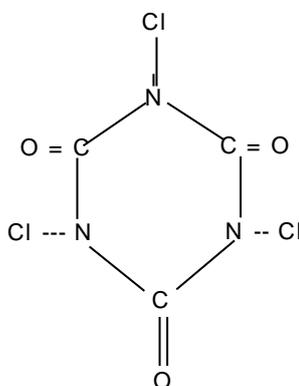
<sup>(5)</sup> Incendie dans les tunnels routiers – Guide DSC/DR – Avril 1999 ; Les études spécifiques des dangers (ESD) pour les tunnels du réseau routier – Guide méthodologique – Juillet 2001 [3].

<sup>(6)</sup> Toxicité et dispersion des fumées d'incendie – Phénoménologie et modélisation des effets – INERIS – rapport Ω16 [2].

<sup>(7)</sup> Handbook of fire protection engineering – Third Edition – SFPE [4].

### Décomposition thermique de l'ATCC :

Structure chimique



Formule



Poids moléculaire

232 g/mol

Cette molécule n'est pas combustible. Toutefois, soumise à un apport d'énergie, elle se décompose, à partir de 220°C-250°C, avec émission importante de gaz et, en particulier, de chlore Cl<sub>2</sub>.

Un nuage dense de couleur blanche se forme lors de la dispersion des gaz chauds dans l'air.

Les essais de combustion réalisés par Monsanto sur des sels de dichloro isocyanurate (KCl<sub>2</sub>(NCO)<sub>3</sub>) ont permis de déterminer les taux de production des principaux gaz toxiques générés, en atmosphère mal et bien ventilée (défaut d'oxygène et excès d'air).

Les résultats obtenus sont les suivants :

	Défaut d'oxygène	Excès d'air
<b>CO</b>	9,6% soit 96 mg/g	4,8% soit 48 mg/g
<b>CO<sub>2</sub></b>	25,2% soit 252 mg/g	33,2% soit 332 mg/g
<b>Cl<sub>2</sub></b>	6,6% soit 66 mg/g	6,6% soit 66 mg/g

Nota : Dans les valeurs ci-dessus, il est tenu compte que 60% de la masse initiale de produit se retrouve sous forme de fumées ; les 40% restants se retrouvent sous forme de cendres.

En l'absence de données sur la combustion de l'ATCC, nous avons extrapolé ces valeurs pour la molécule d'acide trichloro isocyanurique – Cl<sub>3</sub>(NCO)<sub>3</sub> ; M = 232 g/mol – qui contient 3 atomes de chlore au lieu de 2 pour le dichloro isocyanurate de potassium – KCl<sub>2</sub>(NCO)<sub>3</sub> ; M = 236 g/mol.

Les valeurs obtenues et retenues sont reportées dans le tableau qui suit :

	Défaut d'oxygène	Excès d'air
<b>CO</b>	98 mg/g (= 96 mg/g x 236 / 232)	49 mg/g (= 48 mg/g x 236 / 232)
<b>CO<sub>2</sub></b>	256 mg/g (= 252 mg/g x 236 / 232)	338 mg/kg (= 332 mg/g x 236 / 232)
<b>Cl<sub>2</sub></b>	101 mg/g (= 66 mg/g x 236 / 232 x 3 / 2)	101 mg/g (= 66 mg/g x 236 / 232 x 3 / 2)

(Valeurs exprimées par rapport à la masse initiale).

Les taux de production en gaz toxiques ainsi évalués sont :

	Incendie débutant	Incendie généralisé
<b>CO (g/kg de produit brûlé)</b>	357	136
<b>CO<sub>2</sub> (g/kg de produit brûlé)</b>	1 800	2 119
<b>HCN (g/kg de produit brûlé)</b>	12	7
<b>NO<sub>2</sub> (g/kg de produit brûlé)</b>	4	12
<b>HCl (g/kg de produit brûlé)</b>	58	58
<b>Cl<sub>2</sub> (g/kg de produit brûlé)</b>	1	1

### 2.3.3. CARACTÉRISTIQUES DES FUMÉES ÉMISES

#### Débit des fumées :

Le débit de fumées est estimé en appliquant la formule de Heskestad (1984) qui tient compte de la dilution des flammes par l'air. Selon cette corrélation, le débit des fumées est proportionnel à la puissance du foyer.

En considérant la puissance obtenue par FLUMILOG dans le cadre de la modélisation des effets thermiques ( $P = 9\,192$  MW pour l'incendie généralisé), on obtient les débits de fumées suivants :

	Incendie débutant	Incendie généralisé
Débit des fumées (kg/s)	477	29 782

Nota : Dans ce débit est comptabilisé l'air entrainé avec les fumées par les effets termo-convectifs.

#### Composition des fumées :

Compte tenu des taux de production en gaz toxiques et du débit des fumées calculés ci-avant, on en déduit la composition des fumées suivante :

	Incendie débutant	Incendie généralisé
CO (% dans les fumées)	0,45%	0,07%
CO <sub>2</sub> (% dans les fumées)	2,25%	1,06%
HCN (% dans les fumées)	0,014%	0,003%
NO <sub>2</sub> (% dans les fumées)	0,004%	0,006%
HCl (% dans les fumées)	0,073%	0,029%
Cl <sub>2</sub> (% dans les fumées)	0,001%	0,001%

Nota : Le complément est constitué par l'air entrainé avec les fumées par les effets termo-convectifs.

#### Hauteur d'émission des fumées :

Dans le cas de l'incendie débutant, les fumées sortent par les exutoires ouverts. La hauteur d'émission des fumées est donc prise à la hauteur des exutoires, égale à la hauteur du bâtiment.

Dans le cas de l'incendie généralisé, les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes donc à la hauteur des flammes.

	Incendie débutant	Incendie généralisé
Hauteur d'émission des fumées (m)	10,7	26,75

### Température des fumées :

Dans le cas de l'incendie débutant, les fumées sortent par les exutoires ouverts. La température des fumées est donc prise égale à la température d'ouverture des exutoires = 80°C (hypothèse plutôt pénalisante).

Dans le cas de l'incendie généralisé, Heskestad a montré qu'à la hauteur d'émission des fumées, que l'écart moyen entre la température des fumées et la température de l'air ambiant est de l'ordre de 250K. La température des fumées est donc prise égale à 265°C.

	Incendie débutant	Incendie généralisé
Température des fumées (°C)	80	265

### Vitesse d'émission des fumées :

La corrélation proposée par Heskestad, selon laquelle la vitesse des fumées à leur point d'émission est fonction de la puissance du foyer, est utilisée :

	Incendie débutant	Incendie généralisé
Vitesse d'émission des fumées (m/s)	9	21

### Toxicité des fumées :

Les seuils de toxicité aiguë pour une durée d'exposition de 60 minutes des gaz toxiques considérés dans la présente étude sont donnés dans le tableau suivant :

Valeurs toxicologiques de références							
Seuils de toxicité aiguë par inhalation (mg/m <sup>3</sup> / ppm)							
	CO <sup>(8)</sup>	CO <sub>2</sub> <sup>(9)</sup>	HCN <sup>(10), (11), (12)</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>(13), (14)</sup>	Cl <sub>2</sub> <sup>(15), (16)</sup>	HCl <sup>(17), (16)</sup>	
SELS	mg/m <sup>3</sup>	ND	ND	69	138	368	565
	ppm	ND	ND	63	73	127	379
SPEL	mg/m <sup>3</sup>	3 680	73 300	45	132	319	358
	ppm	3 200	40 000	41	70	110	240
SEI	mg/m <sup>3</sup>	920	73 300	7,8	75	55	61
	ppm	800	40 000	7,1	40	19	40

<sup>(8)</sup> Fiche seuils CO INERIS DRC-09-103128-05616A.

<sup>(9)</sup> Pas de données disponibles sauf l'IDLH (<http://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html> - Revised IDLH values) qui est retenue par défaut pour le SEI et le SEL. Ce choix n'est pas impactant étant donné que le CO<sub>2</sub> n'est pas dimensionnant car beaucoup moins toxique que les autres gaz de combustion. Le SPEL est pris par défaut égal au SEI (approche dimensionnante).

<sup>(10)</sup> Le rapport élaboré par l'INERIS en avril 2005 ne présente pas de SEI du fait de l'absence de données toxicologiques pertinentes. Dans ces conditions, en accord avec la circulaire du 10 mai 2010<sup>1</sup>, il est possible d'utiliser les seuils américains, en priorité, les seuils AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels) définis par l'US EPA (AEGL-2 pour le SEI). Pour HCN, l'AEGL-2 est de 7,1 ppm.

<sup>1</sup> récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Cette valeur est donc retenue. A noter elle est très faible comparée au SEL de HCN ou au SEI de NO<sub>2</sub> définies au niveau européen. En effet, les AEGL sont protecteurs ramenés aux définitions et au contexte réglementaire de maîtrise de l'urbanisation, en raison de la prise en compte des sous-populations sensibles.

<sup>(11)</sup> Seuil de toxicité aiguë de l'acide cyanhydrique – INERIS – Rapport d'étude N°DRC-01-25590-ETSC/TOXI- STi – Avril 2005.

<sup>(12)</sup> Courbes de toxicité aiguë par inhalation – Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement – Direction de la prévention de la pollution et des risques – Juin 1998.

<sup>(13)</sup> Seuil de toxicité aiguë du dioxyde d'azote – INERIS – Rapport d'étude N°DRC-03 6 47021-ETSC-Sti – Mai 2004.

<sup>(14)</sup> Détermination des Seuils d'Effets Létaux 5% dans le cadre des réflexions en cours sur les PPRT – INERIS – 03/08/2004.

<sup>(15)</sup> INERIS – Seuils de toxicité aiguë du chlore – Janvier 2000.

<sup>(16)</sup> Détermination des Seuils d'Effets Létaux 5% dans le cadre de la mise en place des PPRT – INERIS – 26/04/2005.

<sup>(17)</sup> Seuils de toxicité aiguë de l'acide chlorhydrique – INERIS – Rapport d'étude N°DRC-99-TOXI APi/SD – Janvier 2003.

Les seuils de toxicité équivalents des fumées sont calculés comme suit :

$$SELS_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{SELS_i}} \quad SPEL_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{SPEL_i}} \quad SEI_{\text{équivalent}} = \frac{1}{\sum \frac{p_i}{SEI_i}}$$

avec :

$p_i$  : proportion de la substance i dans les fumées (% massique ou % volumique)  
 $SELS_i ; SPEL_i, SEI_i$  : seuil d'effets de la substance i (mg/m<sup>3</sup> ou ppm)

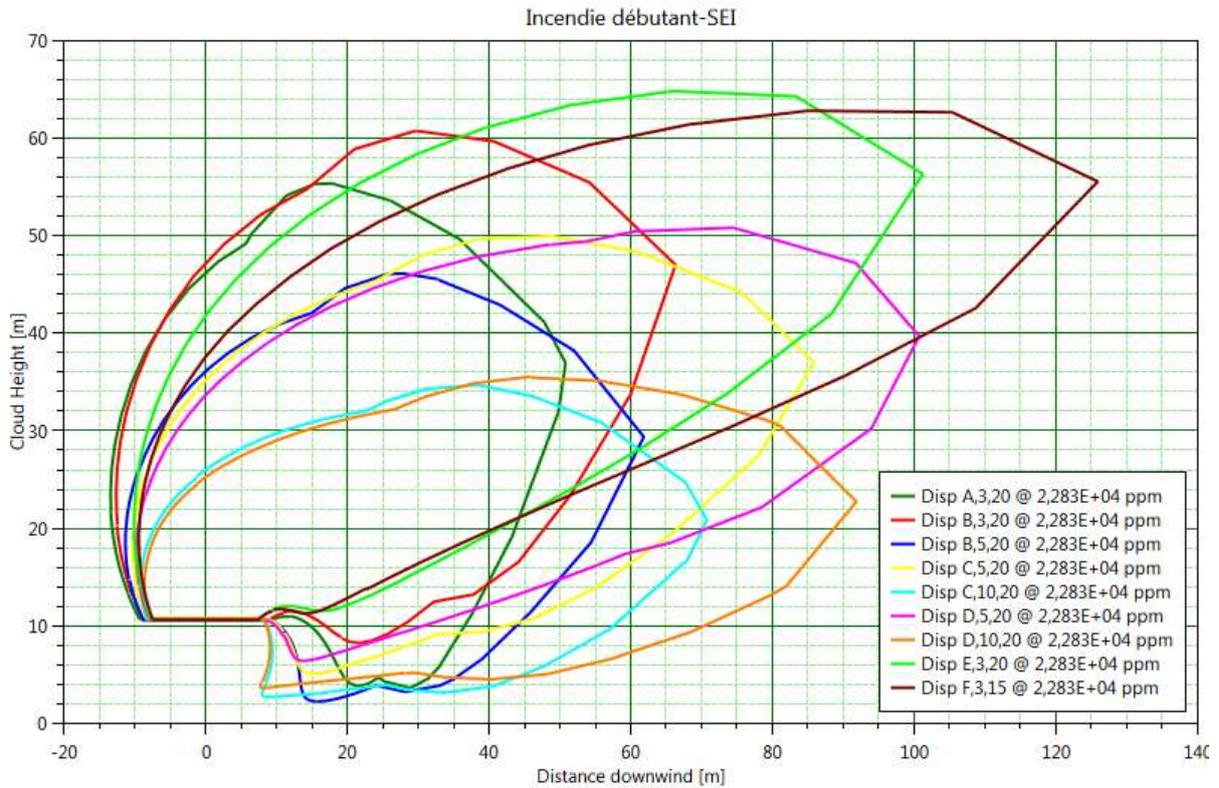
Les seuils de toxicité équivalents des fumées ainsi évalués sont :

	Incendie débutant mal ventilé	Incendie généralisé bien ventilé
<b>SELSeq</b> mg/m <sup>3</sup> ppm	ND ND	ND ND
<b>SELeq</b> mg/m <sup>3</sup> ppm	140 059 116 716	424 335 353 612
<b>SEIeq</b> mg/m <sup>3</sup> ppm	27 400 22 833	91 601 76 334

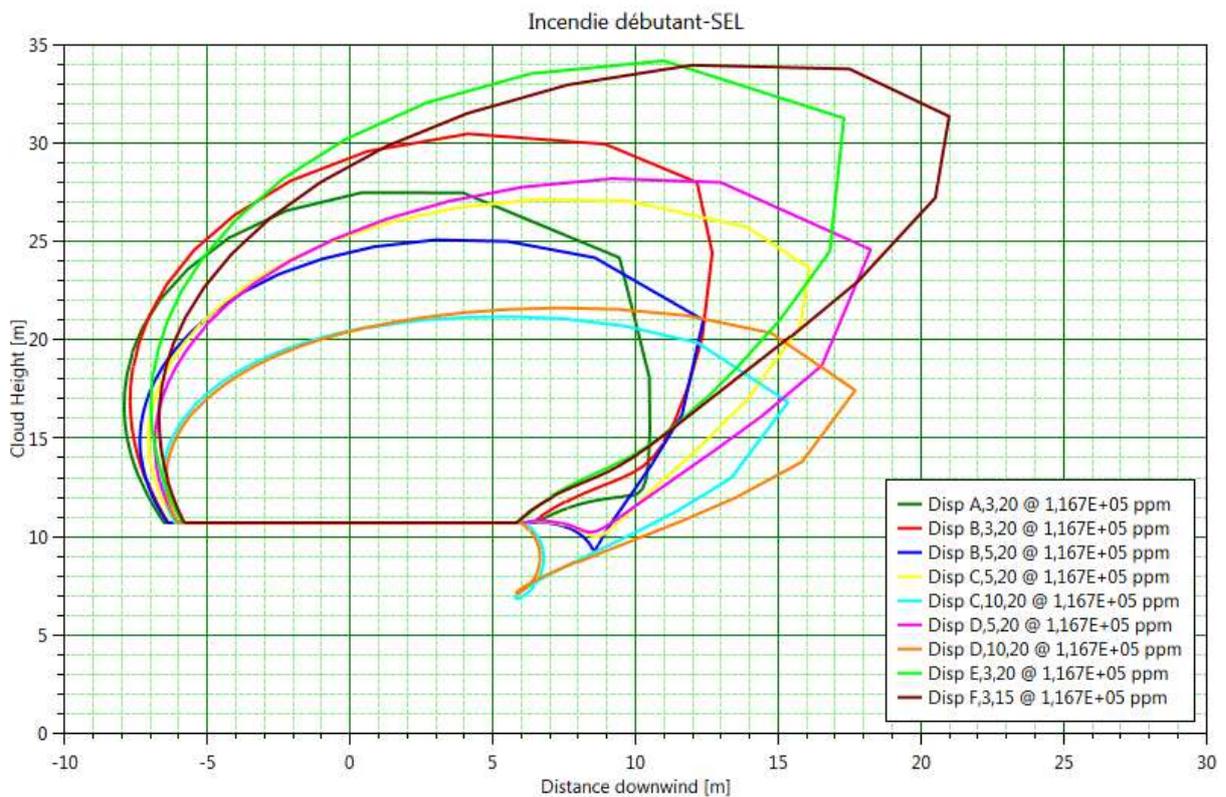
Nota : Le SELSeq n'est pas déterminé car pas de valeurs disponibles pour le CO et le CO<sub>2</sub>. Par défaut, il sera pris égal dans cette étude au SPELeq.

#### 2.3.4. ETUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

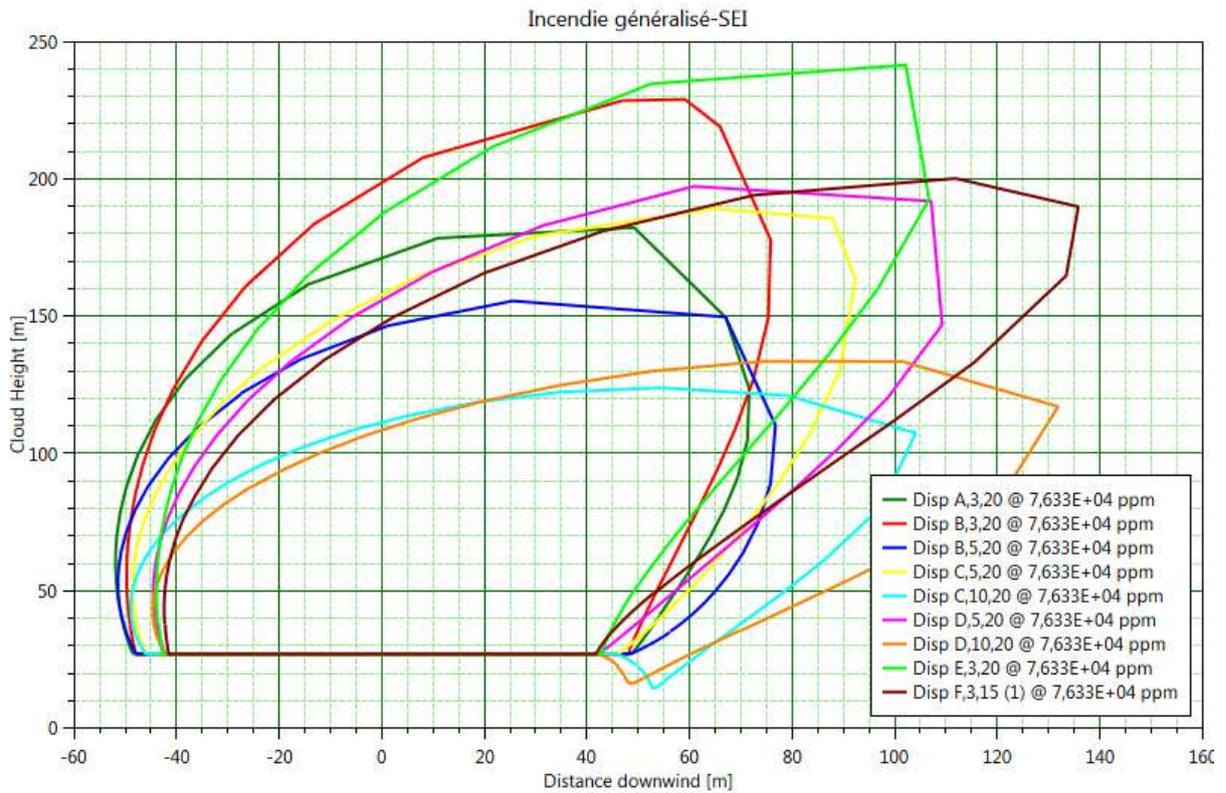
Voir graphes et distances d'effets en pages suivantes.

**Incendie débutant :**

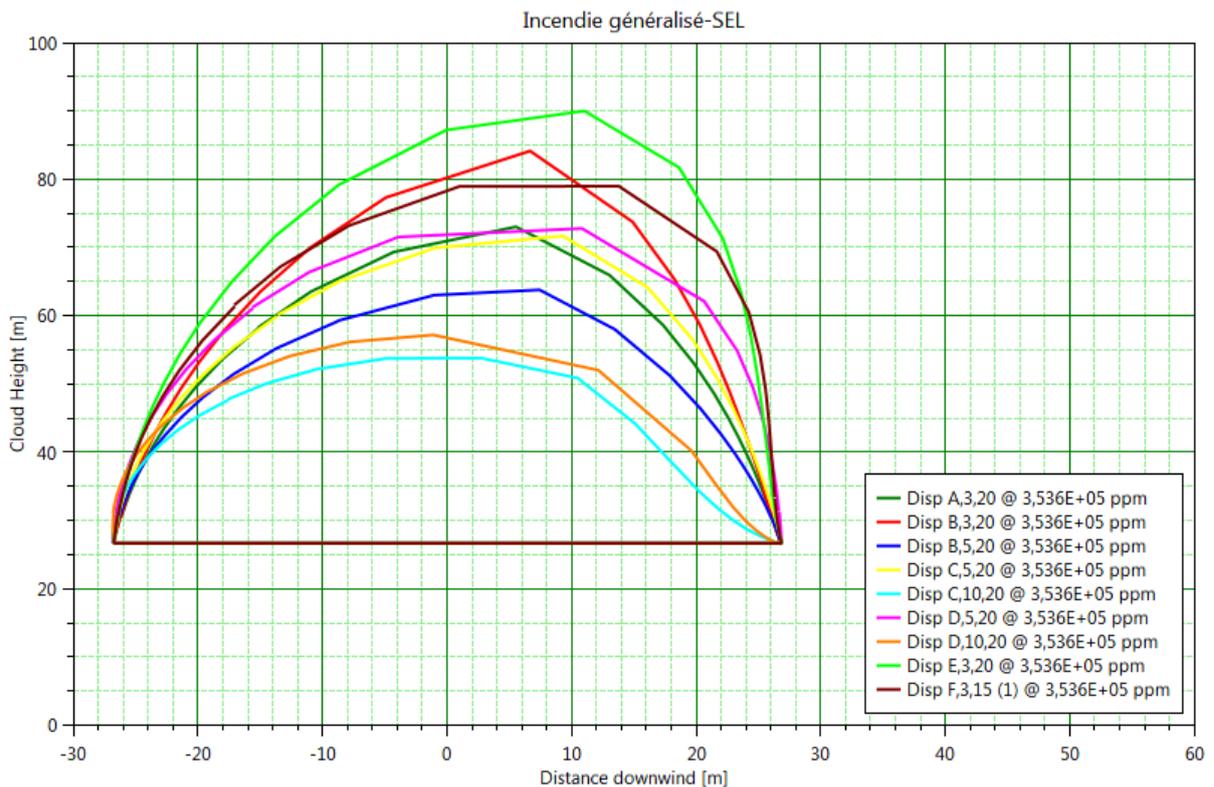
*Coupe du panache en concentration correspondant au SEI équivalents des fumées*



*Coupe du panache en concentration correspondant au SPEL équivalent des fumées*

**Incendie généralisé :**

Coupe du panache en concentration correspondant au SEI équivalents des fumées



Coupe du panache en concentration correspondant au SPEL équivalent des fumées

### 2.3.5. Résultats – CONCLUSIONS

#### Distances d'effets toxiques :

	SPEL (SELS par défaut)	SEI
<b>Incendie débutant</b>		
<b>Hauteur d'émission des fumées = 10,7 m (sortie exutoires)</b>		
<b>Cible à hauteur d'homme</b>	Non atteint	Non atteint
<b>Cible à 10 m de hauteur (hauteur d'une maison individuelle) / altitude du site</b>	10 m (conditions C10, D10)	70 m (conditions D10)
<b>Cible à 20 m de hauteur (hauteur d'un petit immeuble d'habitation collective) / altitude du site</b>	20 m (conditions D5)	90 m (conditions D10)
<b>Cible à 30 m de hauteur (hauteur d'un immeuble d'habitation collective) / altitude du site</b>	25 m (conditions F3)	95 m (conditions D5)
<b>Incendie généralisé</b>		
<b>Hauteur d'émission des fumées = 26,75 m (hauteur de flammes)</b>		
<b>Cible à hauteur d'homme</b>	Non atteint	Non atteint
<b>Cible à 10 m de hauteur (hauteur d'une maison individuelle) / altitude du site</b>	Non atteint	Non atteint
<b>Cible à 20 m de hauteur (hauteur d'un petit immeuble d'habitation collective) / altitude du site</b>	Non atteint	Non atteint
<b>Cible à 30 m de hauteur (hauteur d'un immeuble d'habitation collective) / altitude du site</b>	30 m (conditions D5, E3, F3)	65 m (conditions C10, D10)

Distances d'effets lues sur les graphes présentés précédemment, à compter depuis les façades de la cellule en feu.

Remarque : Dans les deux configurations – incendie débutant et incendie généralisé – les fumées sont émises à la hauteur des flammes. En dessous de cette hauteur, malgré un rabattement possible du panache lié au vent, il est peu probable d'avoir des effets toxiques. Sur les graphes PHAST présentés ci-avant, la forme du panache qui, sur les premiers mètres à dizaines de mètres, « redescend », résulte, au moins en partie, d'artéfacts de calculs. Dans une approche prudente, nous avons toutefois pris en compte ce rabattement de panache.

D'une façon générale, les distances d'effets obtenues sont à considérer comme des ordres de grandeur car elles reposent sur un ensemble d'hypothèses jugées conservatives (notamment tous les éléments simples sont supposés se retrouver sous forme de gaz toxiques dans les fumées) et ont été déterminées à l'aide de modèles semi-empiriques ou théoriques. En outre, il n'est pas tenu compte de la dilution des fumées par la vapeur d'eau générée (par les solutions aqueuses ou les eaux d'extinction).

**A hauteur d'homme, quel que soit le scénario d'incendie (débutant ou généralisé) et quelles que soient les conditions météorologiques, les seuils des effets létaux et irréversibles équivalents des fumées ne sont pas atteints. Il n'y a donc pas de risque toxique.**

**Impact des fumées sur la visibilité :**

Les résultats sont donnés pour une cible placée à différentes distances du foyer et dans la configuration la plus pénalisante qui correspond à l'incendie débutant dans la configuration 2 : ABS.

Distance du foyer (m)	Visibilité minimale (m)
100 m	55 m
200 m	110 m
> 250 m	> 150 m

Les fumées n'auraient plus d'impact sur la visibilité au-delà d'environ 200 à 250 mètres du bâtiment de stockage. En deçà de ce périmètre, des mesures de précaution pourront être prises par les services de secours et d'incendie (usuellement, interdiction de circuler ou de pénétrer dans un périmètre d'une centaine de mètres).

Soulignons là encore que les distances déterminées sont à considérer comme des ordres de grandeur. Elles reposent sur des modèles semi-empiriques et des hypothèses de calcul.

## **ANNEXE 12**

### **Calcul des besoins en eau d'extinction (Fiche de calcul D9)**

## Dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie - D9

Description du scénario retenu: incendie de la cellule 3

Critères	Coefficients	Coefficients retenus		Commentaires			
Hauteur de stockage		Activité	Stockage				
- Jusqu'à 3 m	0	-	0,2				
- Jusqu'à 8 m	(+ ) 0,1						
- Jusqu'à 12 m	(+ ) 0,2						
- Au delà 12 m	(+ ) 0,5						
Type de construction (²)							
- Ossature stable au feu > ou = 1 heures	(- ) 0,1	-	-0,1				
- Ossature stable au feu > ou = 30 minutes	0						
- Ossature stable au feu < 30 minutes	(+ ) 0,1						
Types d'interventions internes							
- Accueil 24 H / 24 ( présence permanente à l'entrée)	(- ) 0,1	-	-0,1				
- DAI généralisée reportée 24H / 24 en télésurveillance ou au poste de secours	(- ) 0,1						
24 H / 24 lorsqu'il existe avec des consignes d'appel							
- Service sécurité incendie 24 H / 24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention en mesure d'intervenir 24 H / 24)	(- ) 0,3						
<b>Σ Coefficients</b>					0	0	
<b>1 + Σ Coefficients</b>					1	1	
<b>Surface de référence : S en m²</b>						<b>11 321</b>	
<b>Q= 30 x S x (1+ Σcoefficients) / 500</b>					0	679,26	
<b>Risque retenu</b>		-	2				
<b>Risque 1</b>	<b>Q1=Qi x 1</b>	0	1018,89				
<b>Risque 2</b>	<b>Q2=Qi x 1,5</b>						
<b>Risque 3</b>	<b>Q3=Qi x 2</b>						
<b>Risque sprinklé (oui ou non)</b>		-	oui				
<b>Cellule de stockage/activité recoupées (oui ou non)</b>		non					
<b>Débit calculé en m³/h</b>	<b>Qcalculé=</b>	0	509,445				
<b>Débit total calculé en m³/h</b>	<b>ΣQcalculé=</b>	509,445					
<b>Débit requis en m³/h</b> (multiple de 30 m³/h)	<b>Qrequis=</b>	<b>510</b>					
<b>Débit minimum requis sous pression en m³/h (1/3 de Q requis)</b>	<b>Qmin pression =</b>	170					
<b>Nombre minimum de PIN implanté à 100 m max des accès (pour 60 m³/h par PIN)</b>	<b>Nombre min de PIN =</b>	3					
<b>Volume maximum en réserve statique en m³ (2/3 besoins sur 2 heures)</b>	<b>Vmax statique=</b>	660					

## **ANNEXE 13**

### **Dimensionnement de la rétention des eaux d'extinction (Fiche de calcul D9a)**

## Dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction - D9A - Edition 08.2004

### Rétention des eaux d'incendie IMMASSET

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat document D9 (Besoins x 2 heures au minimum)	600	m <sup>3</sup>
			+	
Moyens de lutte intérieur contre l'incendie	Sprinkleur	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	550	m <sup>3</sup>
			+	
	Rideau d'eau	Besoins x 90 mn		m <sup>3</sup>
			+	
	RIA	A négliger	0	m <sup>3</sup>
			+	
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15 -25 mn)		m <sup>3</sup>
			+	
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis		m <sup>3</sup>
			+	
Volume d'eau liés aux intempéries	Drainage eau pluviale vers la rétention (10 l/m <sup>2</sup> )	Surface drainée en m <sup>2</sup> ?  31920	319,2	m <sup>3</sup>
			+	
Présence stock de liquides	20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	Plus grand volume de produits liquides contenu dans un local associé à la rétention, en m <sup>3</sup> ?	0	m <sup>3</sup>
			=	
<b>Volume total de la capacité de confinement</b>			<b>1469,2</b>	<b>m<sup>3</sup></b>