

# KRAMP – Site de Poitiers

## Analyse des conséquences de l'incendie de la cellule de stockage du hall n°6 – Emission de fumées toxiques

Rapport N° : 797665/7288722-8–RAP1–V0

VERSION	DATE D'EMISSION	AUTEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR
0	25/11/2019	M. DESMERCIERES	NT. LE	H. LEDOUX



## **SOMMAIRE**

1. Scénario étudié	3
2. Généralités	3
3. Conditions ambiantes	3
4. Détermination du débit de fumées toxiques	4
5. Détermination des valeurs seuils de concentration	5
6. Modélisations de la dispersion atmosphérique	5
7. Conclusion	8

Annexe 1 : Courbes iso-concentration – Exposition de 60 min – Monoxyde de carbone

Annexe 2 : Courbes iso-concentration – Exposition de 30 min – Monoxyde de carbone



## 1. Scénario étudié

---

Le scénario d'accident étudié est l'incendie de la cellule de stockage du hall n°6.

La composition retenue des produits stockés est la suivante :

- Plastiques : 50% ;
- Bois : 5% ;
- Caoutchouc : 15% ;
- Carton : 15% ;
- Métal : 15%.

## 2. Généralités

---

L'étude des conséquences de ce scénario d'accident comporte plusieurs phases :

- Détermination du débit en gaz de combustion en fonction des conditions de stockage ;
- Détermination des valeurs seuils de concentration ;
- Modélisations de la dispersion atmosphérique du nuage de gaz formé, en fonction du site et des conditions atmosphériques.

Ces modélisations ont été effectuées à l'aide du logiciel PHAST de DNV Technica (version 6.7).

## 3. Conditions ambiantes

---

Les modélisations de la dispersion atmosphérique ont été effectuées pour les conditions suivantes :

- Vitesse du vent 3 m/s, stabilité atmosphérique A (extrêmement instable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 3 m/s, stabilité atmosphérique B (très instable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 5 m/s, stabilité atmosphérique B (très instable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 5 m/s, stabilité atmosphérique C (instable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 10 m/s, stabilité atmosphérique C (instable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 5 m/s, stabilité atmosphérique D (neutre de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 10 m/s, stabilité atmosphérique D (neutre de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 3 m/s, stabilité atmosphérique E (stable de Pasquill) ;
- Vitesse du vent 3 m/s, stabilité atmosphérique F (très stable de Pasquill) ;
- Température ambiante : 293 K (20°C) pour les stabilités A à E et 288 K (15°C) pour la stabilité F ;
- Humidité relative : 70 %.



Le paramètre de rugosité du sol est de 0,17. Il correspond à un site industriel.

Les vitesses de vent et la stabilité atmosphérique correspondante sont conformes à la fiche n°2 « *La dispersion atmosphérique* » de la circulaire du 10 mai 2010 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 dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

## 4. Détermination du débit de fumées toxiques

Les émissions de gaz toxiques susceptibles d'être engendrées par cet éventuel incendie ont été évaluées ; les produits à considérer étant les produits de combustion des différents types de matière stockés au niveau du hall n°6, à savoir :

- le monoxyde de carbone (CO) ;
- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Le monoxyde de carbone a été déterminé comme le produit toxique majorant dégagé dans un incendie se déclarant dans ce type de stockage.

Les valeurs de vitesse de combustion et de quantité de CO formé lors de la combustion de la cellule de stockage étudiée retenues lors des modélisations sont présentées dans le tableau ci-joint ; elles sont issues du guide « SFPE Handbook of fire protection engineering – Third Edition » pour l'ensemble des différents types de matière, à l'exception du caoutchouc :

Type de matière	%	Vitesse de combustion (en g/m <sup>2</sup> .s)	Quantité de CO formé lors de la combustion (en g/g)
Plastiques <sup>(1)</sup>	50	36	0,060
Bois (palette) – Carton – Papier	20	14	0,004
Caoutchouc	15	11 <sup>(2)</sup>	0,065 <sup>(3)</sup>
Métal	15	-	-
<u>Valeur moyenne au prorata des %</u>		<b><u>22,5</u></b>	<b><u>0,041</u></b>

<sup>(1)</sup> Les plastiques ont été assimilés à du polystyrène pour les 3 raisons suivantes :

- le polystyrène est, avec le polyéthylène, l'un des plastiques industriels les plus courants dans la vie quotidienne ;
- la vitesse de combustion du polystyrène est supérieure à celle du polyéthylène : 36 versus 26 g/m<sup>2</sup>/s ;
- la quantité de CO formé lors de la combustion du polystyrène est supérieure à celle de CO formé lors de la combustion du polyéthylène (0,060 versus 0,024 g/g).

<sup>(2)</sup> Valeur issue d'essais expérimentaux réalisés par le laboratoire national de métrologie et d'essais, LNE, 1999.

<sup>(3)</sup> Valeur issue d'essais expérimentaux réalisés par le Centre National de Prévention et de Protection, CNPP, 1992.



Les hypothèses retenues pour la détermination du débit auquel le monoxyde de carbone est susceptible de se dégager sont présentées ci-après :

- la surface en feu est de 7416 m<sup>2</sup> ;
- il a été considéré que les fumées sont rejetées à l'atmosphère à une altitude égale à la hauteur des flammes. La hauteur de flamme issue du rapport de modélisation des flux thermiques est de 45 m ;
- la vitesse de combustion a été estimée à 22,5 g/m<sup>2</sup>.s ;
- la quantité de CO formée par la combustion de ce stockage a été estimée à 0,041 g/g.

**Compte tenu de ces hypothèses, le débit auquel le monoxyde de carbone est susceptible de se dégager est de 6,8 kg/s.**

De plus, PHAST 6.7 permet de prendre en compte l'entraînement d'air dans la flamme. D'après la méthode de Delichatsios, nous admettons que l'entraînement d'air équivaut à 10 fois la stœchiométrie en haut de la flamme.

## **5. Détermination des valeurs seuils de concentration**

---

Les effets toxiques sur un individu dépendent de la concentration en produit et de la durée d'exposition.

Les seuils d'effets létaux et irréversibles du monoxyde de carbone retenus pour une durée d'exposition de 60 et 30 min sont les suivants :

- Seuils des Effets Irréversibles (SEI) : 800 ppm (pour 60 min) et 1500 ppm (pour 30 min) ;
- Seuils des Premiers Effets Létaux (SPEL) : 3200 ppm (pour 60 min) et 4200 ppm (pour 30 min) ;
- Seuils des Effets Létaux Significatifs (SELS) : Non déterminés.

Ces valeurs sont issues du rapport INERIS "Emissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère – Seuils de Toxicité Aigüe – Monoxyde de carbone (CO) – 1998" (référence : INERIS-DRC-08-94398-12846A).

## **6. Modélisations de la dispersion atmosphérique**

---

A partir des valeurs de débit calculées précédemment et en fonction des conditions météorologiques, les modélisations des dispersions atmosphériques des nuages formés ont été effectuées à l'aide du logiciel PHAST.

Il y a lieu de noter que les modélisations ne prennent pas en compte l'influence des bâtiments sur l'écoulement. Cet écoulement est donc considéré comme exempt de singularités telles qu'effet sillage, tourbillon ou rabattement.



Les zones d'extensions maximales données par PHAST sont les suivantes :

<b>* Vent 3 m.s<sup>-1</sup> stabilité A</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 43,0 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 30,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 16,5 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 14,0 m	non atteints
<b>* Vent 3 m.s<sup>-1</sup> stabilité B</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 61,0 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 42,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 23,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 18,0 m	non atteints
<b>* Vent 5 m.s<sup>-1</sup> stabilité B</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 50,5 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 36,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 21,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 17,5 m	non atteints
<b>* Vent 5 m.s<sup>-1</sup> stabilité C</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 76,0 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 54,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 32,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 25,0 m	non atteints
<b>* Vent 10 m.s<sup>-1</sup> stabilité C</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 56,5 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 42,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 26,5 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 22,5 m	non atteints
<b>* Vent 5 m.s<sup>-1</sup> stabilité D</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 107,0 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 76,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 40,5 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 31,0 m	non atteints
<b>* Vent 10 m.s<sup>-1</sup> stabilité D</b>	<b>au centre du nuage</b>	<b>à hauteur d'homme</b>
• effets irréversibles 60 minutes	: 79,0 m	non atteints
• effets irréversibles 30 minutes	: 58,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 60 minutes	: 37,0 m	non atteints
• premiers effets létaux 30 minutes	: 30,0 m	non atteints



<p>* <b>Vent 3 m.s<sup>-1</sup> stabilité E</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effets irréversibles 60 minutes</li> <li>• effets irréversibles 30 minutes</li> <li>• premiers effets létaux 60 minutes</li> <li>• premiers effets létaux 30 minutes</li> </ul>	<p><b>au centre du nuage</b></p> <p>:</p> <p>:</p> <p>:</p> <p>:</p>	<p><b>à hauteur d'homme</b></p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p>
<p>* <b>Vent 3 m.s<sup>-1</sup> stabilité F</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effets irréversibles 60 minutes</li> <li>• effets irréversibles 30 minutes</li> <li>• premiers effets létaux 60 minutes</li> <li>• premiers effets létaux 30 minutes</li> </ul>	<p><b>au centre du nuage</b></p> <p>:</p> <p>:</p> <p>:</p> <p>:</p>	<p><b>à hauteur d'homme</b></p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p> <p>non atteints</p>

D'après les résultats donnés par PHAST, les concentrations maximales atteintes au niveau du sol sont les suivantes :

Conditions atmosphériques	Concentration (en ppm)	Distance (en m)
3 m.s <sup>-1</sup> / A	36	130
3 m.s <sup>-1</sup> / B	28	215
5 m.s <sup>-1</sup> / B	23	195
5 m.s <sup>-1</sup> / C	20	335
10 m.s <sup>-1</sup> / C	14	290
5 m.s <sup>-1</sup> / D	14	675
10 m.s <sup>-1</sup> / D	11	520
3 m.s <sup>-1</sup> / E	6	1300
3 m.s <sup>-1</sup> / F	1	4300

La concentration maximale en CO calculée par le logiciel PHAST est d'environ 36 ppm pour un vent de 3 m.s<sup>-1</sup> et une classe de stabilité atmosphérique A à 130 m de la source sous le vent et au sol.



## 7. Conclusion

---

Compte tenu des hypothèses de calcul prises en compte et des résultats des modélisations exposés précédemment, la concentration maximale en monoxyde de carbone calculée par le logiciel PHAST est d'environ 36 ppm pour un vent de 3 m.s<sup>-1</sup> et une classe de stabilité atmosphérique A à 130 m de la source sous le vent et au sol.

### **Seuil des effets irréversibles pour des durées d'exposition de 60 et 30 min**

Le seuil des effets irréversibles n'est atteint ni à hauteur d'homme ni au niveau du sol.

### **Seuil des premiers effets létaux pour des durées d'exposition de 60 et 30 min**

Le seuil des premiers effets létaux n'est atteint ni à hauteur d'homme ni au niveau du sol.





## **ANNEXE 1**

### **Incendie hall n°6**

## **COURBES ISO-CONCENTRATIONS – EXPOSITION DE 60 MIN**

### **Monoxyde de carbone (CO)**

Vent 3 m/s stabilité A

Nuage en coupe

Vent 5 m/s stabilité B

Nuage en coupe

Vent 5 m/s stabilité C

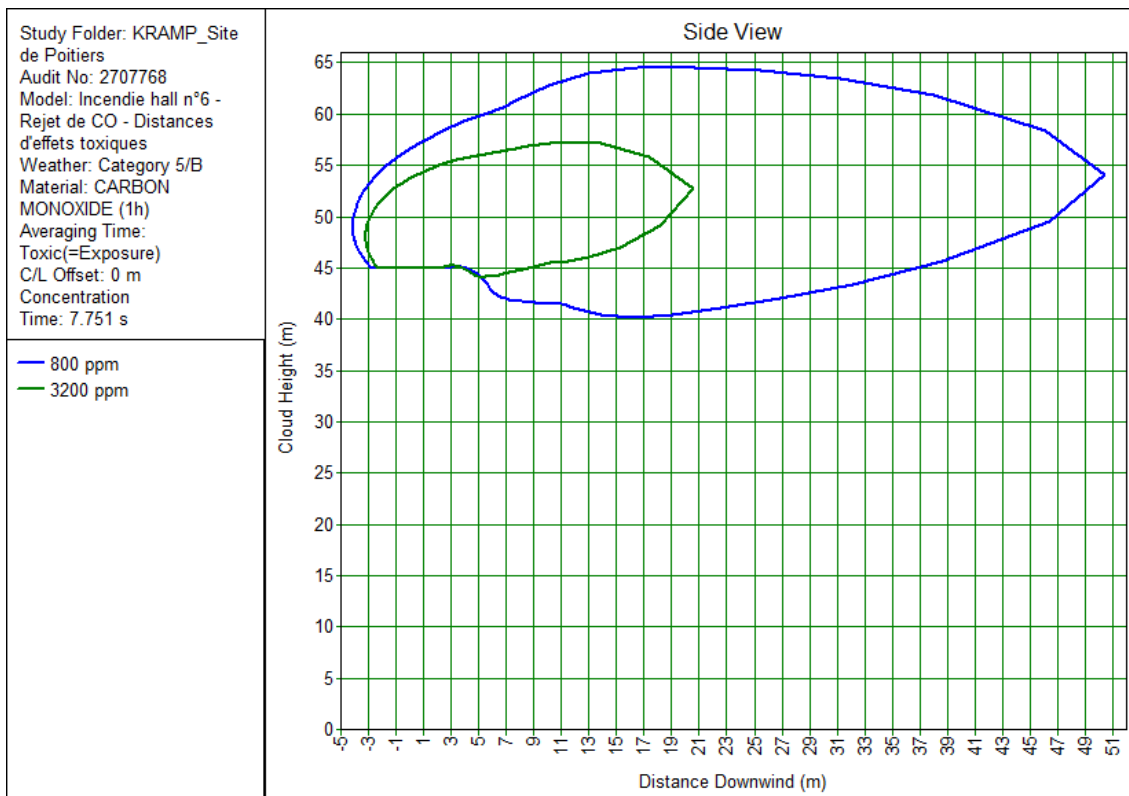
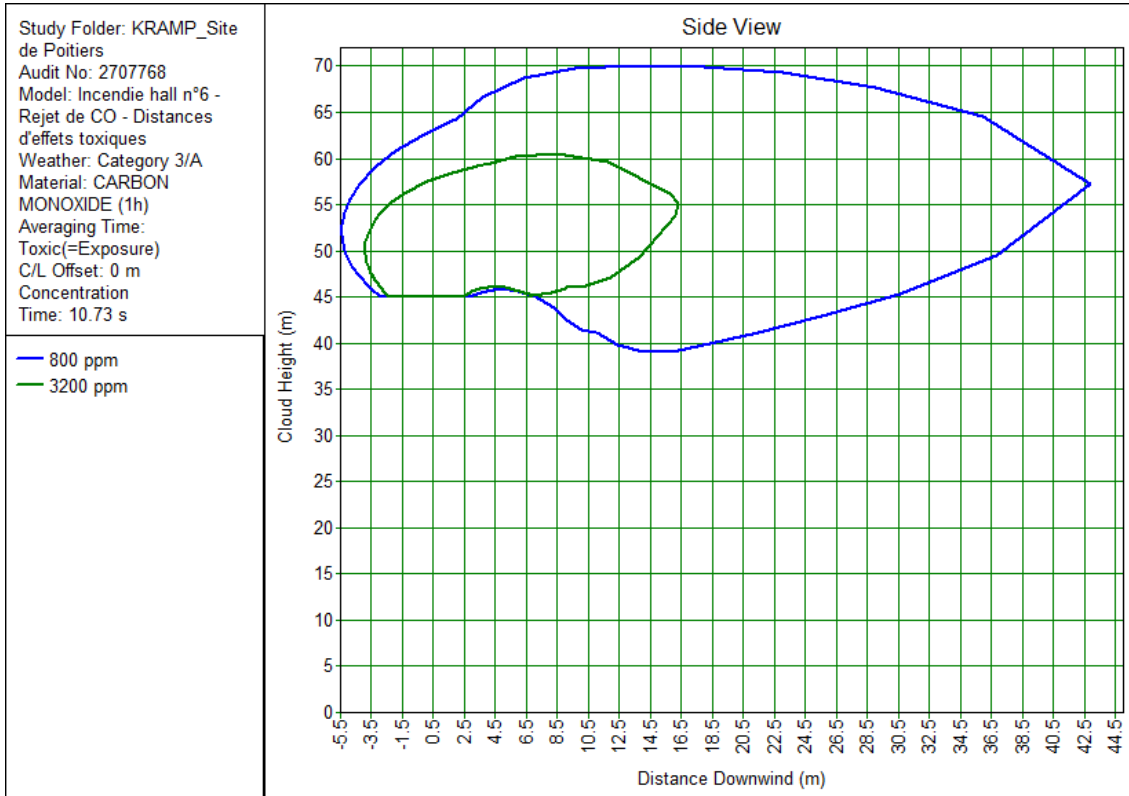
Nuage en coupe

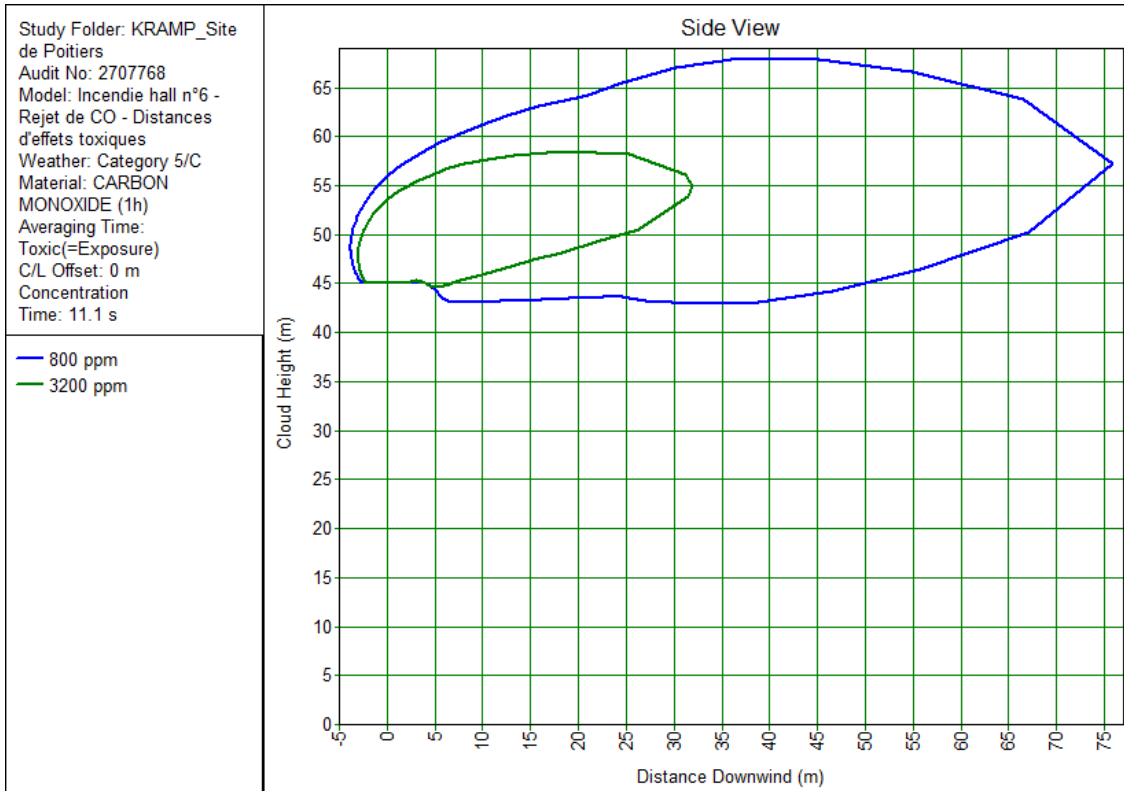
Vent 5 m/s stabilité D

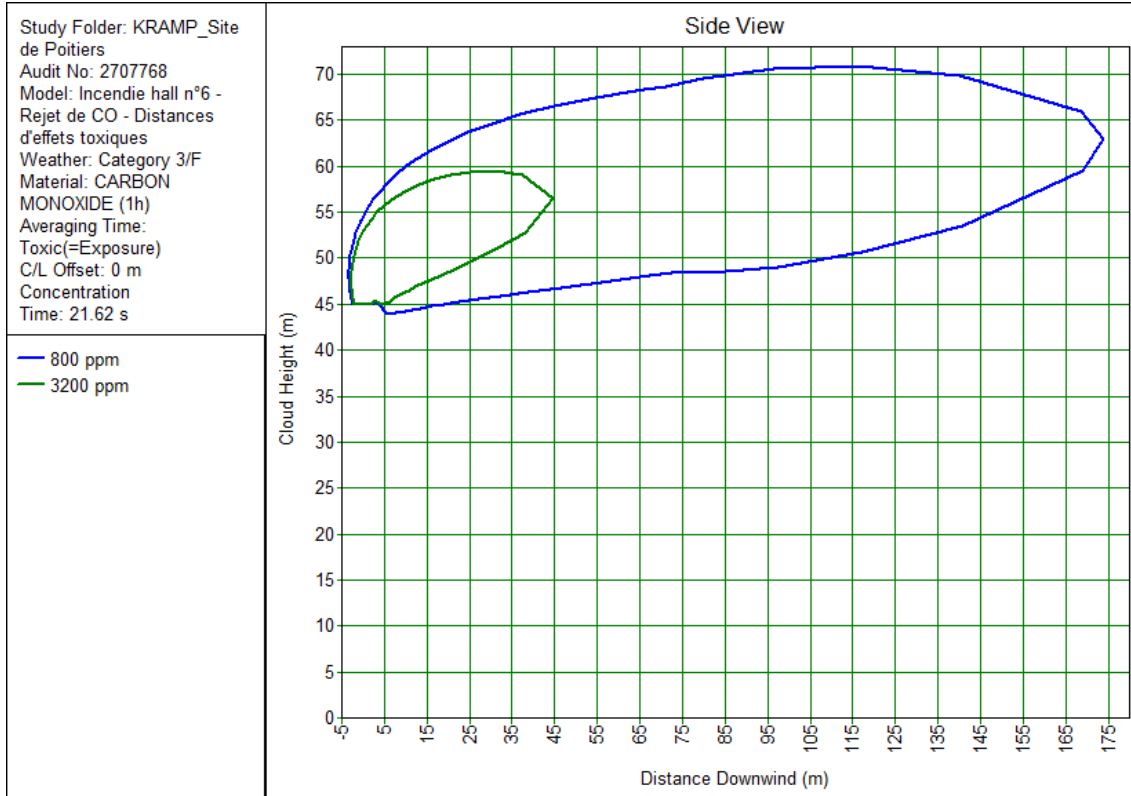
Nuage en coupe

Vent 3 m/s stabilité F

Nuage en coupe









## **ANNEXE 2**

### **Incendie hall n°6**

## **COURBES ISO-CONCENTRATIONS – EXPOSITION DE 30 MIN**

### **Monoxyde de carbone (CO)**

Vent 3 m/s stabilité A

Nuage en coupe

Vent 5 m/s stabilité B

Nuage en coupe

Vent 5 m/s stabilité C

Nuage en coupe

Vent 5 m/s stabilité D

Nuage en coupe

Vent 3 m/s stabilité F

Nuage en coupe

