

PROJET D'ENTREPOT
ZONE INDUSTRIELLE ET PORTUAIRE (ZIP) DE DUNKERQUE
MODELISATION de la dispersion atmosphérique de fumées issues d'un incendie

Site de Loon-Plage [59]

Rapport d'étude N°1

N/réf : 222 801 027

<i>Destinataires :</i>	SETC Société des entrepôt et Transports Chevallier 95 av. Marcellin Berthelot BP55 69702 Givors Tel : 04 72 57 57	ECORCE ICPE Conseil Monsieur Damien ECORCE T. 06 34 44 56 43 Courriel : damien.ecorce@icpe-conseil.fr
<i>Date</i>	03 octobre 2022	

Sommaire

1.	Préambule	3
2.	Méthodologies et références utilisées	3
3.	Scénario examiné	3
3.1.	Caractérisation du (des) terme(s) source(s)	3
4.	Présentation du scénario modélisé	4
5.	Modélisations de la dispersion des fumées toxiques	5
5.1.	Présentation de la méthode d'analyse de la composition des fumées	5
5.2.	Description des méthodes de résolution	8
5.3.	Évaluation de l'intensité du phénomène	10
5.4.	Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Toxicité des fumées	11
5.5.	Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Opacité des fumées	14
6.	Conclusion	17

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition des foyers	4
Tableau 2: Devenir des éléments et des sources potentielles de nuisance	8
Tableau 3: Conditions météorologiques utilisées pour les simulations numériques	9
Tableau 4: Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques	10
Tableau 5: Valeurs de référence pour l'évaluation de la toxicité des fumées	11
Tableau 6: Caractéristiques des sources d'émissions	11
Tableau 7: Seuils de toxicité pour les effets toxiques dans les fumées	12
Tableau 8: Résultats de la modélisation de la dispersion des fumées toxiques – Concentrations maximales relevées à 1,8 m du sol [mg/m ³] – Scénario N°1	12
Tableau 9 : Visibilité minimale en fonction de la vitesse sur route (source : SETRA)	15
Tableau 10: Descriptif des routes autour du site	15
Tableau 11: Résultats de l'opacité	16

Liste des figures

Figure 1: Schéma du phénomène modélisé	8
Figure 2 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SEI pour les 9 conditions météorologiques considérées	13
Figure 3 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SEL pour les 9 conditions météorologiques considérées	13
Figure 4 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SELs pour les 9 conditions météorologiques considérées	14
Figure 5 : Concentration de CO ₂ en fonction de la distance au foyer	17

1. Préambule

Ce document est relatif aux modélisations de la dispersion atmosphérique des fumées issues d'un incendie susceptible de se produire au sein d'un projet d'entrepôt sur le site de la zone industrielle et portuaire de Dunkerque, à Loon-Plage (59).

Ces modélisations permettront de déterminer les distances de la source au niveau desquelles la concentration dans l'air ambiant est égale à un seuil de toxicité.

La prestation s'inscrit dans le cadre du montage d'un Dossier, en accord avec la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement [ICPE].

2. Méthodologies et références utilisées

D'une manière générale, les phénomènes dangereux seront modélisés selon les méthodologies développées dans les références suivantes :

- Le document de l'INERIS - Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie – Verneuil-en-Halatte : Ineris - 203887 – v3.0, 11/07/2022 ;
- Le document du SFPE, The SFPE Handbook of Fire Protection Handbook, NFPA, 3rd edition, 2002 ;
- Les documents du National Institute of Standards and Technology [NIST].

3. Scénario examiné

La prestation consistera à modéliser le scénario accidentel suivant :

✓ *Étude de la dispersion atmosphérique des fumées chaudes et toxiques :*

○ Pour l'incendie de l'ensemble des stockages

3.1. Caractérisation du (des) terme(s) source(s)

Concernant la dispersion de la fumée générée par l'incendie, le foyer sera dimensionné à l'aide des hypothèses développées dans le document de l'INERIS « *Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie (19/01/2022)* » ainsi que par les études du NIST.

Il est considéré dans les cellules du projet des palettes de type **2662**, dont la composition est définie dans la littérature comme un mélange de bois et de plastique.

Les panneaux photovoltaïques sur la toiture sont également considérés.

4. Présentation du scénario modélisé

Le scénario accidentel modélisé est recensé comme suit :

- **Scénario N°1** : Fumées issues de l'incendie du foyer potentiel – stockages

La composition type des produits stockés est fournie dans le tableau ci-après.

Tableau 1: Composition des foyers

	Matières impliquées dans l'incendie	Pourcentage massique	Éléments constitutifs principaux (Formule chimique)	Principaux gaz de combustion toxiques susceptibles de se dégager
Stockage entrepôt	Bois (C ₆ H ₁₀ O ₅)	24,9 %	C, H, O	CO, CO ₂
	Plastique PE (C ₂ H ₄)	41,5 %	C, H	CO, CO ₂
	PVC (C ₂ H ₃ Cl)	8,3 %	C, H, Cl	CO, CO ₂ , HCl
	Polyamide PA (C ₁₂ H ₂₂ N ₂ O ₂)	4,2 %	C, H, O, N	CO, CO ₂ , NO ₂
	Polyuréthane PU (C ₃ H ₇ NO ₂)	4,2 %	C, H, O, N	CO, CO ₂ , NO ₂
Panneaux photovoltaïques	EVA transparent (C ₄ H ₆ O ₂ .C ₂ H ₄)	1,2 %	C, H, O	CO, CO ₂
	Polyéthylène téréphtalate (C ₁₀ H ₈ O ₄)	0,1 %	C, H, O	CO, CO ₂
	Polyfluorure de vinylidène (C ₂ H ₂ F ₂)	0,1 %	C, H, F	CO, CO ₂ , HF
	Polyvinyle butyrate (C ₈ H ₁₄ O ₂)	0,2 %	C, H, O	CO, CO ₂
	éthylène tétrafluoroéthylène (C ₄ H ₄ F ₄)	0,1 %	C, H, F	CO, CO ₂ , HF
	Phosphore (P)	0,1 %	Considéré par excès	Peu former du H ₃ PO ₄
	Silicium (Si)	0,7 %		-
	Verre	12,5 %		-
	Cadre (Al)	1,8 %		-
	Bore (B)	0,1 %	Non combustible Non évaporable	-
	Diséléniure de cuivre et d'indium (CI(G)S)	0,1 %		-
	Tellure de cadmium (CdTe)	0,1 %		-
	Argent (Ag) cuivre (Cu)	0,1 %		-
	Caoutchouc (C ₅ H ₈)	0,1 %	C, H	CO, CO ₂
	Câblage PVC (C ₂ H ₃ Cl)	0,1 %	C, H, Cl	CO, CO ₂ , HCl

5. Modélisations de la dispersion des fumées toxiques

5.1. Présentation de la méthode d'analyse de la composition des fumées

DEFINITION DES TERMES SOURCES

Le 'terme source' désigne la composition, en nature et en quantité, des fumées émises par l'incendie considéré.

Il constitue en pratique les données d'entrée pour la dispersion atmosphérique.

La composition physique et chimique du terme source dépend principalement des caractéristiques thermocinétiques de l'incendie, de la composition des fumées en polluants, et de l'influence de la ventilation au niveau du foyer.

Les caractéristiques thermocinétiques nécessaires à la définition du terme source sont les suivantes :

- Le débit de fumées — qui va fixer la quantité de produits émise dans l'atmosphère
- La vitesse d'émission — qui dépend principalement de la température des gaz de combustion (la vitesse ascensionnelle résulte des forces d'Archimède sur le volume de gaz chauds)
- La hauteur d'émission — qui correspond à l'altitude à laquelle intervient la fin des réactions chimiques de combustion (cela correspond grossièrement à la hauteur des flammes)
- La température — qui résulte principalement de la nature des combustibles ainsi que des conditions de ventilation du foyer

Il est supposé que l'incendie modélisé se rapporte à un feu ouvert (feu bien ventilé).

Ces feux ont lieu avec un excès d'air dans des espaces ouverts (en l'occurrence, il est pris comme hypothèse que tous les feux se déroulent à l'air libre).

Sous ces conditions, la combustion et la décomposition des produits sont supposées complètes.

PARAMETRES THERMOCINETIQUES

✓ **Pouvoir calorifique inférieur**

Il existe différentes méthodes qui permettent de calculer des valeurs acceptables de chaleur de combustion (PCI) à partir de la composition élémentaire ou de la formule chimique du produit. Parmi les premières corrélations développées, la formule de Boie, validée sur un nombre important de composés de type C, H, O, N, S, est probablement la plus appropriée pour un calcul raisonnable dans le domaine de l'incendie.

Pouvoir calorifique supérieur :

$$PCS = 35,160 * C + 116,225 * H - 11,090 * O + 6,280 * N + 10,485 * S$$

Pouvoir calorifique inférieur :

$$PCI = PCS - 21,9 * H$$

où C, H, O, N, S sont les fractions massiques des éléments respectifs dans le produit.

✓ **Puissance thermique**

La quantité de chaleur dégagée lors d'une combustion est fonction du PCI et de la vitesse de combustion. Ces deux paramètres conditionnent la puissance de l'incendie, lequel est modulé par le rendement (généralement du processus de combustion).

$$Q = m'' * S * PCI$$

Où :

- Q : puissance thermique [W]
- m'' : vitesse spécifique de combustion [g/m²/s]
- S : surface du combustible en feu [m²]
- PCI : chaleur de combustion du combustible [J/g]

✓ **Débit total de fumées**

D'après Heskestad (1984), le débit total D de fumées traversant la section à la hauteur d'émission Z-Z₀ peut être relié à la puissance thermique totale dégagée par l'incendie au moyen de la relation suivante :

$$D = 0,071 * Q_c^{\frac{1}{3}} (z - z_0)^{\frac{5}{3}} (1 + 0,026 Q_c^{\frac{2}{3}} (z - z_0)^{\frac{-5}{3}})$$

Où :

- D : débit total des fumées [kg/s]
- Q_c : puissance thermique [kW]
- Z-Z₀ : hauteur d'émission des fumées [m]

✓ **Taux de combustion**

Le taux de combustion moyen des produits est une valeur fixe fonction de la substance considérée et exprimé en kg/(m².s). Les valeurs utilisées dans le présent document proviennent de la bibliographie.

✓ **Hauteur moyenne des fumées**

La hauteur d'émission des fumées peut être considérée égale à la hauteur de flamme ou à la hauteur des exutoires d'un bâtiment si celui-ci résiste suffisamment à l'incendie.

La hauteur moyenne des flammes h est considérée égale à celle calculée par le logiciel FLUMILOG lors de la modélisation des scénarios d'incendie. À noter que la hauteur des flammes

prise en compte est une hauteur moyenne car en réalité ces dernières sont animées d'un mouvement intermittent.

La hauteur des exutoires est celle définie dans la description technique du projet.

✓ **Température des fumées**

La température moyenne des fumées peut être évaluée en fonction du débit total de fumées et de la quantité d'énergie dégagée, d'après la relation suivante :

$$T_{moy} = T_{amb} + \frac{Q_c}{D C_p}$$

où :

- T_{moy} : température moyenne des fumées [K]
- T_{amb} : température ambiante = 293,15 °K
- Q_c : puissance thermique [kW]
- D : débit total des fumées [kg/s]
- C_p : chaleur spécifique de l'air à température ambiante = 1,005 kJ/kg

✓ **Vitesse d'émission des fumées**

La vitesse d'ascension des fumées est donnée par la relation suivante :

$$V = 1,02 Q_c^{\frac{1}{3}} (z - z_0)^{\frac{-1}{3}}$$

où :

- V : vitesse d'émission des fumées [m/s]
- Q_c : puissance thermique [kW]
- $Z-Z_0$: hauteur d'émission des fumées [m]

COMPOSITION DES FUMÉES : LES POLLUANTS

Les produits impliqués dans l'incendie vont se décomposer sous l'effet de la chaleur.

Il faut retenir que les composés formés à la suite de cette dégradation sont potentiellement toxiques.

Le foyer est dimensionné à l'aide des hypothèses développées dans le document de l'INERIS intitulé « *Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie* » (19/01/2022).

Les hypothèses considérées pour estimer la composition des fumées sont synthétisées dans le tableau immédiatement suivant.

Tableau 2: Devenir des éléments et des sources potentielles de nuisance

Gaz de combustion	Hypothèse retenue
CO, CO ₂	100 % C → CO + CO ₂ Incendie bien ventilé : 90% de CO ₂ , 10% de CO Incendie sous ventilé : 75% de CO ₂ , 25% de CO
SO ₂	100 % S → SO ₂
NO ₂	Conversion de 40% du N en NO Formation de NO « prompt » à hauteur de 2 mg/g
HF	100 % F → HF
HCl	100 % Cl → HCl
HBr	100 % Br → HBr
P ₂ O ₄ , H ₃ PO ₄	100 % P → P ₂ O ₄ puis H ₃ PO ₄

5.2. Description des méthodes de résolution

Dans le cas étudié ici, il sera évalué le risque présenté par les fumées par rapport à une cible de 1,8 m (hauteur moyenne d'un visage pour l'Homme) placée au sol.

Le débit d'air entraîné par l'incendie est déterminé par les équations définies par Heskestad selon le profil d'une flamme, tel qu'illustré dans le schéma qui va suivre.

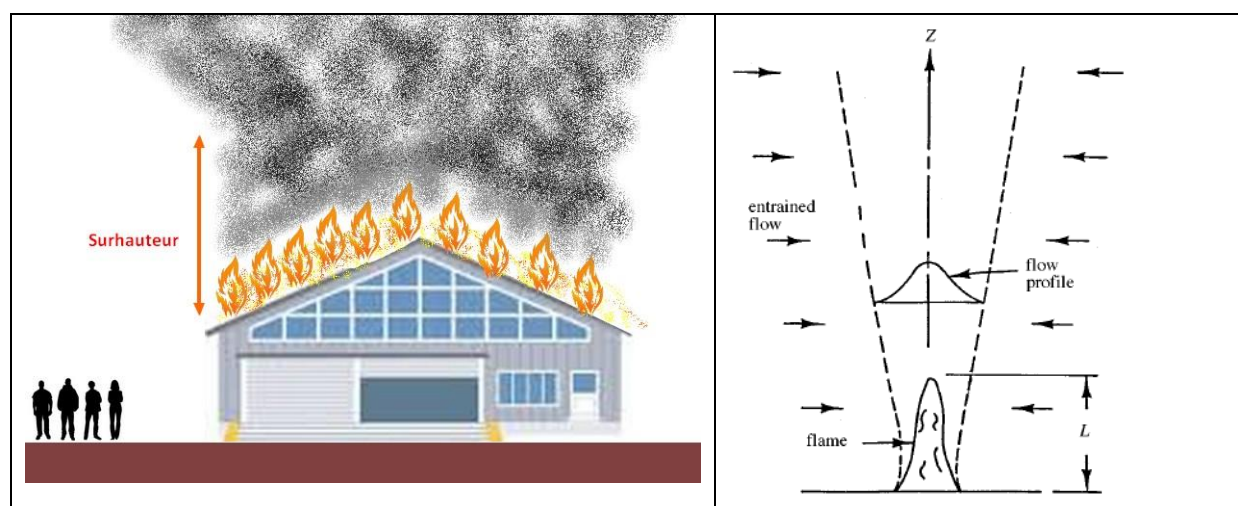


Figure 1: Schéma du phénomène modélisé

Les combustibles gazeux et volatils générés par la chaleur des flammes se mélangent avec l'air environnant et produisent une flamme de diffusion ayant une hauteur moyenne.

Autour des flammes, il existe une frontière (en pointillé sur le schéma) qui confine les produits issus de la combustion, et à travers laquelle l'air est entraîné.

PRESENTATION DU MODELE DE DISPERSION NUMERIQUE

Le calcul de la dispersion dans l'atmosphère est réalisé avec le logiciel PHAST sous la version 8.61. Ce logiciel, commercialisé par DNV Software, est largement utilisé dans l'industrie pour l'estimation des conséquences d'accidents. Il a été rigoureusement validé et vérifié en continu par des experts depuis plus de 30 ans. Le logiciel comporte un module de dispersion atmosphérique appelé « UDM » pour Unified Dispersion Model. Cet outil est un modèle intégral qui permet de prendre en compte les mécanismes physiques des fluides tels que :

- La turbulence dynamique lors de rejet sous forme de jet ;
- Les effets de gravité pour les gaz lourds ;
- Les effets de flottabilité pour les gaz légers ;
- ...

Le modèle intégral utilise un modèle gaussien pour calculer la trajectoire et la dilution du panache dans sa phase passive.

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques utilisées pour les différentes simulations sont celles indiquées dans 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 **P**lans de **P**révention des **R**isques **T**echnologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

Afin de gagner en clarté, ces conditions sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Rappel : pour toutes ces situations, l'humidité est prise égale à 70%, en accord avec les prescriptions de la Circulaire précitée.

Tableau 3: Conditions météorologiques utilisées pour les simulations numériques

CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	Classe de stabilité atmosphérique (Pasquill)	Vitesse de vent (à 10 m du sol)	Température au sol*
A 3	A : Très instable	3 m/s	20°C
B 3	B : Instable	3 m/s	20°C
B 5	B : Instable	5 m/s	20°C
C 5	C : Instable/Neutre	5 m/s	20°C
C 1 0	C : Instable/Neutre	5 m/s	20°C
D 5	D : Neutre	5 m/s	20°C
D 1 0	D : Neutre	10 m/s	20°C
E 3	E : Stable	3 m/s	20°C
F 3	F : Très stable	3 m/s	15°C

*Nota Bene : Les températures indiquées sont celles recommandées dans la Circulaire du 10/05/2010

5.3. Évaluation de l'intensité du phénomène

DISPERSION TOXIQUE

L'intensité des effets est représentée par la mesure physique de l'intensité du phénomène dangereux par rapport à des seuils définis.

Les seuils considérés pour caractériser l'intensité d'un phénomène dangereux sont ceux indiqués dans l'Annexe II de l'arrêté 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 classées soumises à autorisation.

Tableau 4: Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques

SEUILS d'EFFETS TOXIQUES pour l'HOMME par INHALATION			
Durée d'exposition	Types d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
De 1 à 60 minutes	Létaux	SELs (CL 5 %) SPEL (CL 1 %)	Courbes de toxicité aiguë par inhalation – ministère de l'Aménagement du territoire et de l'environnement - 1998.
	Irréversibles	SEI	Seuils de toxicité aiguë - Émissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère - Ministère de l'écologie et du développement durable - Institut national de l'environnement industriel et des risques - 2003.
	Réversibles	SER	
SELs : S euil des E ffets L étaux s ignificatifs SPEL : S euil des P remiers E ffets L étaux SEI : S euil des E ffets I rréversibles			

Note : Les valeurs utilisées afin d'évaluer la toxicité des fumées sont reportées dans le tableau qui va suivre.

Le temps d'exposition considéré est de 60 minutes (durée d'exposition maximale).

Afin de considérer les effets cumulés (« Effet cocktail »), il est défini un seuil toxicologique équivalent.

À chaque type d'effet correspond un seuil équivalent défini par la formule suivante :

$$\text{Seuil}_{eq} = \frac{100}{\sum_{i=1}^n \frac{X_i}{\text{Seuil}_i}} \quad \text{Avec } n : \text{nombre de composés}$$

Xi : fraction massique de polluant exprimée en pourcentage

Tableau 5: Valeurs de référence pour l'évaluation de la toxicité des fumées

Temps d'exposition de 60 min	SEI	SEL	SEIs
	[ppm]	[ppm]	[ppm]
CO	800	3 200	3 200 ⁽¹⁾
CO ₂	40 000	40 000 ⁽²⁾	40 000 ⁽²⁾
NO	80	600	600
SO ₂	81	725	858
HCl	40	240	379
HF	100	189	283
HBr	149	1343	1677
H ₃ PO ₄	7	37	37 ⁽¹⁾

(1) Sans valeur, il a été considéré par défaut la valeur du SEL

(2) Sans valeur, il a été considéré la valeur IDLH « Immediately Dangerous to Life or Health » par défaut

5.4. Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Toxicité des fumées

Les caractéristiques des sources d'émission sont résumées dans le tableau ci-après.

Tableau 6: Caractéristiques des sources d'émissions

Composition des fumées - Polluants		Calculs
Dioxyde de carbone	Pourcentage massique	1,993 %
Monoxyde de carbone		0,141 %
Monoxyde d'azote		0,013 %
Chlorure d'hydrogène		0,053 %
Fluorure d'hydrogène		0,001 %
Acide phosphorique		0,002 %

Pour davantage de clarté, les résultats obtenus avec les hypothèses énoncées précédemment sont reportés dans les tableaux qui vont suivre.

Il s'agit des concentrations maximales obtenues pour toutes les conditions météorologiques examinées.

Elles ont été calculées pour une cible de 1,8 mètre située au niveau du sol [Hauteur d'Homme].

Tableau 7: Seuils de toxicité pour les effets toxiques dans les fumées

Temps d'exposition de 60 min	SEI	SEL	SELS
	[ppm]	[ppm]	[ppm]
Fumées d'incendie des stockages	48 648	247 616	311 563

Tableau 8: Résultats de la modélisation de la dispersion des fumées toxiques – Concentrations maximales relevées à 1,8 m du sol [mg/m³] – Scénario N°1

Condition météo	Distance par rapport au bord du foyer		
	Distance SEI (m)	Distance SEL (m)	Distance SELs (m)
A3	N/A	N/A	N/A
B3	N/A	N/A	N/A
B5	N/A	N/A	N/A
C5	N/A	N/A	N/A
C10	N/A	N/A	N/A
D5	N/A	N/A	N/A
D10	N/A	N/A	N/A
E3	N/A	N/A	N/A
F3	N/A	N/A	N/A
Flux sortant des limites ICPE à hauteur d'Homme	-	-	-

Il est à noter que les fumées ne retombent pas au niveau du sol de la zone d'étude, par conséquent aucun effet toxique n'est atteint à hauteur d'Homme (1,8 m).

Les figures à partir de la page suivante illustrent ces résultats et correspondent à la visualisation en vue de côté des résultats de la dispersion atmosphérique pour les seuils réglementaires considérés (SEI, SEL et SELs).

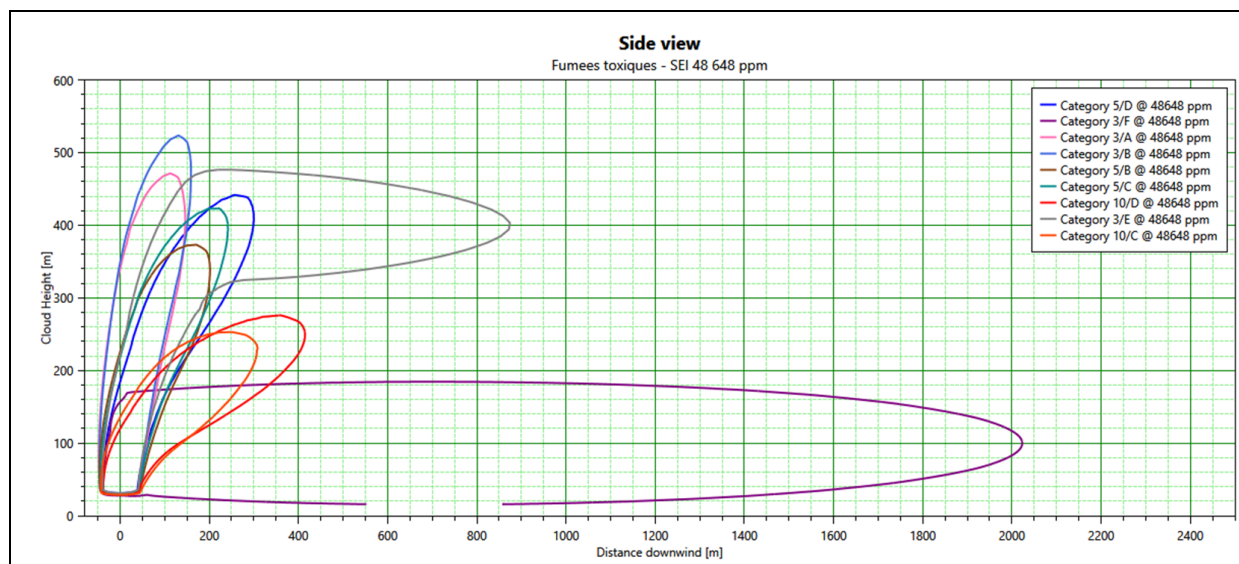


Figure 2 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SEI pour les 9 conditions météorologiques considérées

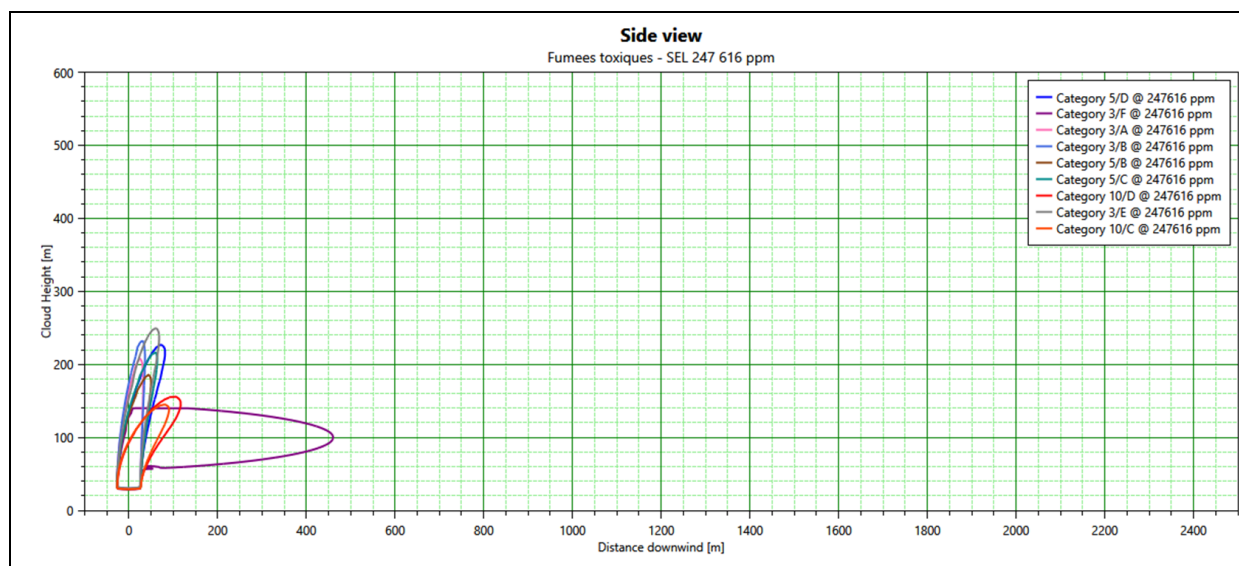


Figure 3 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SEL pour les 9 conditions météorologiques considérées

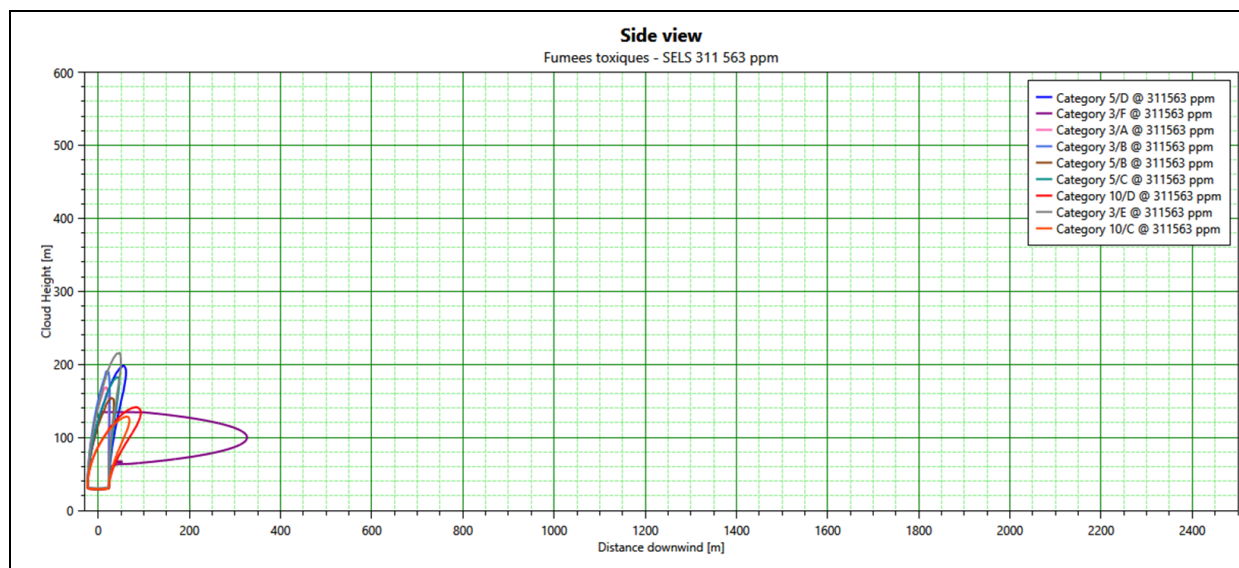


Figure 4 : Résultat de la dispersion atmosphérique des fumées d'incendie du projet – Seuil SELs pour les 9 conditions météorologiques considérées

5.5. Simulation de la dispersion des fumées d'incendie - Opacité des fumées

Les imbrûlés, constitués de particules de carbone et d'aérosols de produits non brûlés, sont responsables de la couleur noire du panache (particules de carbones majoritairement) et de l'absorption de la lumière entraînant une diminution de la visibilité.

Pour évaluer la visibilité, le modèle de Steinert¹ est utilisé :

$$V = \frac{k}{DO}$$

Avec :

- V : visibilité [m]
- k : coefficient compris entre 1 et 10 selon les auteurs. Il a été considéré une valeur moyenne de k = 5
- DO : densité optique [m⁻¹] : $DO = 36040 \frac{CO_2}{T_f}$
- T_f : température des fumées au point où est calculée DO [K] : T_f au sol = T_{ambiante}
- CO₂ : fraction volumique de CO₂ au même point [m³ de CO₂ / m³ de mélange gazeux]

VISIBILITE DANS LE PANACHE DE FUMÉES

Le SETRA a rédigé une fiche² destinée à fournir une définition de base de la visibilité sur axe routier en fonction de la vitesse autorisée. La visibilité minimale est donnée pour une portion de route en ligne droite ou en courbe.

¹ C. Steinert – Smokes and heat production in tunnel fires – Proceedings of the international Conference on Fires in tunnels – Borås – Suède – 10-11 octobre 1994

² Savoirs de base en sécurité routière, référence 0832w-IRSN : EQ-SETRA-08ED17—FR, Sétra, novembre 2008

Tableau 9 : Visibilité minimale en fonction de la vitesse sur route (source : SETRA)

V85 en km/h	30	50	60	70	80	90	100
d en ligne droite [en m]	25	50	65	85	105	130	160
d en courbe [en m]	26,5	55	72	95	121	151	187

Selon le SETRA, la distance de visibilité doit être supérieure à la distance d'arrêt minimale sur la route.

CALCUL DE LA VISIBILITE DANS LE PANACHE

Les axes routiers autour du projet sont donnés dans le tableau suivant, accompagnés des seuils de référence de visibilité en fonction de la vitesse autorisée sur la voie (conformément à la méthode développée précédemment).

Tableau 10: Descriptif des routes autour du site

Axe routier	Distance du projet	Vitesse limite autorisée	Visibilité minimale
Route départementale D601	840 m au Sud du site	70 km/h en ligne droite	85 m

Les résultats de la modélisation sont donnés dans le tableau suivant, et sont comparés aux distances minimales de visibilité. Ainsi, si la visibilité obtenue par modélisation est inférieure à la visibilité minimale à respecter, l'opacité sera trop importante pour circuler sur la voie en sécurité.

Tableau 11: Résultats de l'opacité

Condition météo	Distance par rapport au bord du foyer	Visibilité minimale	Visibilité à 840 m du site
A3	0 m	155 m	> 2000 m
B3	908 m	91 m	92 m
B5	28 m	625 m	>2000 m
C5	59 m	2 663 m	>2000 m
C10	60 m	1 496 m	>2000 m
D5	19 m	525 m	>2000 m
D10	13 m	202 m	>2000 m
E3	0 m	85 m	>2000 m
F3	45 m	470 m	>2000 m
Visibilité minimale à respecter (m)	-	-	85 m

La visibilité est considérée comme suffisante pour toutes les conditions météorologiques au niveau des portions à 70 km/h au Sud du projet.

La figure suivante donne la concentration de dioxyde de carbone, principal composant des suies, en fonction de la distance par rapport au foyer, selon les neuf conditions météorologiques considérées

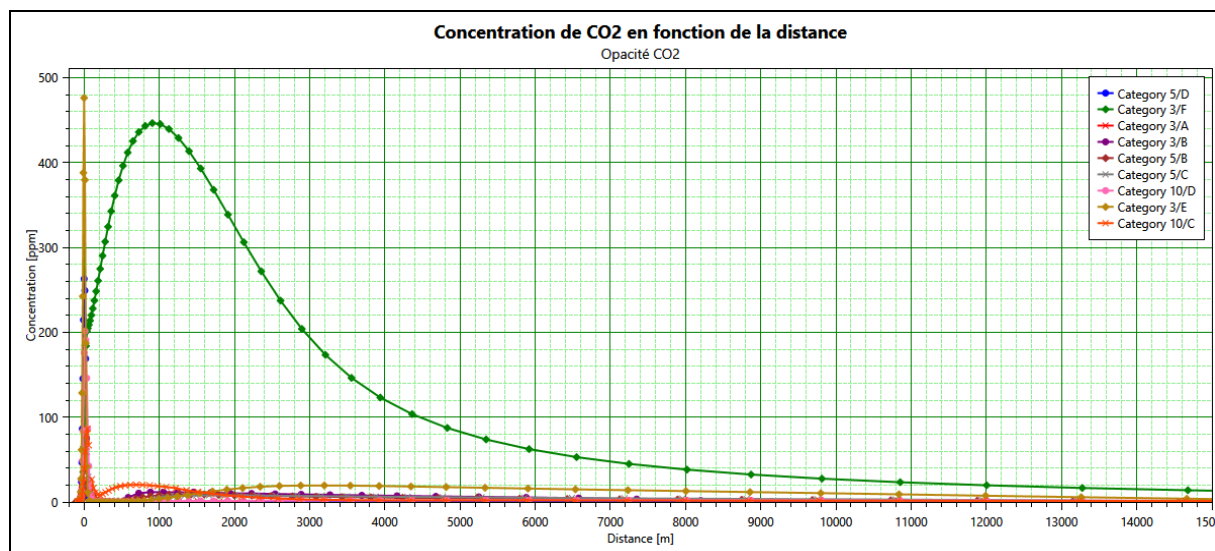


Figure 5 : Concentration de CO₂ en fonction de la distance au foyer

6. Conclusion

Ce document a fait état des modélisations de la dispersion atmosphérique des fumées issues d'un incendie pouvant survenir au sein d'un entrepôt sur le site de la zone industrielle et portuaire de Dunkerque, à Loon-Plage (59).

Il a été modélisé le scénario suivant :

- **Scénario N°1** : Fumées issues de l'incendie du foyer potentiel – entrepôt

Ce rapport présente la méthodologie mise en œuvre afin de réaliser cette prestation, ainsi que les résultats obtenus.

Les modélisations indiquent qu'il n'y a **PAS** de zone correspondant aux seuils réglementaires pour les effets toxiques.

Concernant la visibilité, celle-ci est considérée comme suffisante pour toutes les conditions météorologiques au niveau des portions à 70 km/h au Sud du projet.

INFORMATION IMPORTANTE

Ces résultats ne sont valables que pour les hypothèses de travail considérées et ne sont en aucun cas transposables à d'autres scénarios.
L'appropriation et l'usage des résultats sont de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Contact

Technisim Consultants
316 rue Paul Bert
69003 Lyon

Ligne fixe : 04 37 69 92 80

@ : technisim@wanadoo.fr

Le contenu de ce rapport est uniquement valable pour le projet faisant l'objet de la présente étude.
Toute utilisation à d'autres fins que celles du projet concerné doit faire l'objet d'une autorisation d'exploitation.

ADDENDA :

L'absence de remarque sous un mois à compter de la date de réalisation de l'étude vaut acceptation.

Toute reprise mineure ou majeure ultérieure sera susceptible de faire l'objet d'un avenant financier spécifique.

Nonobstant, le suivi administratif des services instructeurs est inclus dans la prestation.

→ FIN de DOCUMENT ←