

MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES D'UN INCENDIE

RAPPORT DE MODELISATION

La reprographie de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, sous réserve d'en citer la source

Demandeur :	PSA Groupe 19, allée des Marronniers BP 3357 78035 Versailles Cedex
Date d'intervention :	Octobre 2017
Date d'édition du rapport :	30 Novembre 2017
Site d'intervention :	PSA Motorsport Centre d'Excellence – 19, allée des Marronniers 78000 Versailles
N° Affaire :	1710EN1D100005
N° Rapport :	EN1D1/17/229
Auteur :	Guillaume DUQUESNE
E-mail :	guillaume.duquesne@socotec.com
Tel :	01 41 79 03 83

SOCOTEC Agence HSE IDF

Parc d'activités Capstone
26, rue Robert Witzitz
94200 Ivry-sur-Seine
Tel : 01 41 79 03 80 – Fax : 01 41 79 41 99



SOCOTEC France - S.A. au capital de 17 648 740 euros
542 016 654 RCS Versailles - APE 7120B - N° TVA intracommunautaire : FR77542016654
Siège social : Les Quadrants - 3 avenue du Centre - CS 20732 Guyancourt - 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex -France
www.socotec.com

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	3
2. MODELES UTILISES.....	4
2.1. FLUX THERMIQUES EMIS PAR UN FEU DE NAPPE	4
2.2. FLUX THERMIQUES EMIS LORS D'UN INCENDIE D'UNE ZONE DE STOCKAGE	4
3. ORGANISATION DU RAPPORT	5
4. MODELISATION DES FLUX THERMIQUES	6
4.1. FLUX THERMIQUES EMIS PAR UN FEU DE NAPPE	6
4.2. FLUX THERMIQUES EMIS EN CAS D'INCENDIE DU LOCAL DE STOCKAGE DES PRODUITS CHIMIQUES	9
4.3. FLUX THERMIQUES EMIS EN CAS D'INCENDIE DU LOCAL DE STOCKAGE DES CARBURANTS SPECIAUX.....	13
4.4. FLUX THERMIQUES EMIS EN CAS D'INCENDIE DU LOCAL DE STOCKAGE DES PNEUMATIQUES	18

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La présente étude a pour but de modéliser le rayonnement thermique émis par incendie survenant au droit des nouvelles installations implantées sur le site PSA Motorsport Centre d'Excellence, 19 allée des Marronniers à Versailles (78).

Les scénarios retenus, dans le cadre de ce rapport sont les suivants :

- Incendie au droit de l'aire de dépotage ;
- Incendie au droit du local de stockage des produits chimiques ;
- Incendie au droit du local de stockage des carburants spéciaux ;
- Incendie au droit du local de stockage des pneumatiques.

Nous avons également considéré les effets dominos potentiels de ces scénarios. Ainsi ont été étudiés les événements suivants :

- Incendie généralisé du local pneumatique avec les zones de stockage déchets attenant ;
- Incendie généralisé des zones de stockage des hydrocarbures (impactant à la fois le local produits chimiques et carburants spéciaux ainsi que l'aire de dépotage).

Pour l'ensemble de ces scénarios, ont été recherchées les distances correspondant aux seuils ci-après :

Pour les effets sur l'homme :

- 3 kW/m², seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »,
- 5 kW/m², seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »,
- 8 kW/m², seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine ».

Pour les effets sur les structures :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives,
- 8 kW/m², seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures,
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton,
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton,
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

2. MODELES UTILISES

2.1. Flux thermiques émis par un feu de nappe

Ces calculs ont été réalisés à partir d'un logiciel développé en interne par le groupe SOCOTEC. Cet outil s'appuie sur le modèle de la flamme solide décrit dans le rapport « Feux de nappe » (INERIS, octobre 2002), dans lequel la flamme est modélisée par un parallélépipède dont les surfaces rayonnent uniformément.

Les recommandations du Groupe de Travail Dépôt de Liquides Inflammables, via le guide « Modélisation des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides » de septembre 2006 ont également été prises en compte.

Le flux thermique radiatif reçu par une cible à partir du rayonnement émis par la flamme est évalué en deux étapes :

1. Caractérisation de la flamme, à partir des paramètres suivants :
 - hauteur de la flamme,
 - puissance surfacique rayonnée ou pouvoir émissif de la flamme.
2. Estimation de la décroissance du flux thermique radiatif en fonction de la distance, à partir des paramètres suivants :
 - facteur de forme, qui traduit l'angle solide sous lequel la cible perçoit la flamme,
 - coefficient d'atténuation atmosphérique, qui traduit l'absorption d'une partie du flux thermique radiatif par l'air ambiant.

2.2. Flux thermiques émis lors d'un incendie d'une zone de stockage

Le modèle utilisé est le logiciel FLUMILOG.

Le calcul des distances d'effet associées à l'incendie d'une cellule d'entrepôt a toujours représenté un enjeu important pour la construction de plateformes logistiques car ces distances conditionnent à la fois la surface construite et la position de la plateforme sur le terrain.

Le logiciel FLUMILOG associe tous les acteurs de la logistique et le développement de la méthode a plus particulièrement impliqué les trois centres techniques - INERIS, CTICM et CNPP auxquels sont venus ensuite s'associer l'IRSN et Efectis France,

L'outil a été construit sur la base d'une confrontation des différentes méthodes utilisées par ces centres techniques complétée par des essais à moyenne et d'un essai à grande échelle. Cette méthode prend en compte les paramètres prépondérants dans la construction des entrepôts afin de représenter au mieux la réalité.

Le modèle FLUMILOG est explicitement mentionné dans la réglementation dans les arrêtés à enregistrement pour les rubriques 1510, 1511, 1530, 1532, 2662 et 2663.

3. ORGANISATION DU RAPPORT

Le présent rapport contient ci-après, pour chaque scénario modélisé, les éléments suivants :

- La « liste des hypothèses » ;
- Le « rapport de modélisation » comprenant la méthodologie de calcul des flux thermiques ;
- La modélisation des flux thermiques.

4. MODELISATION DES FLUX THERMIQUES

4.1. Flux thermiques émis par un incendie survenant au droit de l'aire de dépotage (feu de nappe)

a. Hypothèses de travail

Le terme « feu de nappe » décrit, ci-après, un incendie résultant de la combustion d'une nappe de carburant lors d'une opération de dépotage. Ce phénomène implique principalement la surface de la nappe qui est en contact avec l'air.

Les dimensions et la géométrie de la nappe correspondent aux caractéristiques de l'aire de dépotage sur laquelle repose le camion de livraison, à savoir, dans le cas présent :

- 10 m de long sur 5 m de large.

Dans le cadre de la modélisation, le carburant utilisé dans les bancs d'essais a été assimilé à de l'essence dont il partage les mêmes spécificités, en termes de point éclair et de composition.

Le débit masse surfacique de combustion (quantité de combustible participant à l'incendie par unité de temps et de surface au sol) est de 0,055 g/m².s

La chaleur de combustion (énergie thermique dégagée par la combustion d'une unité de masse de carburant) est de 41,84 J/kg.

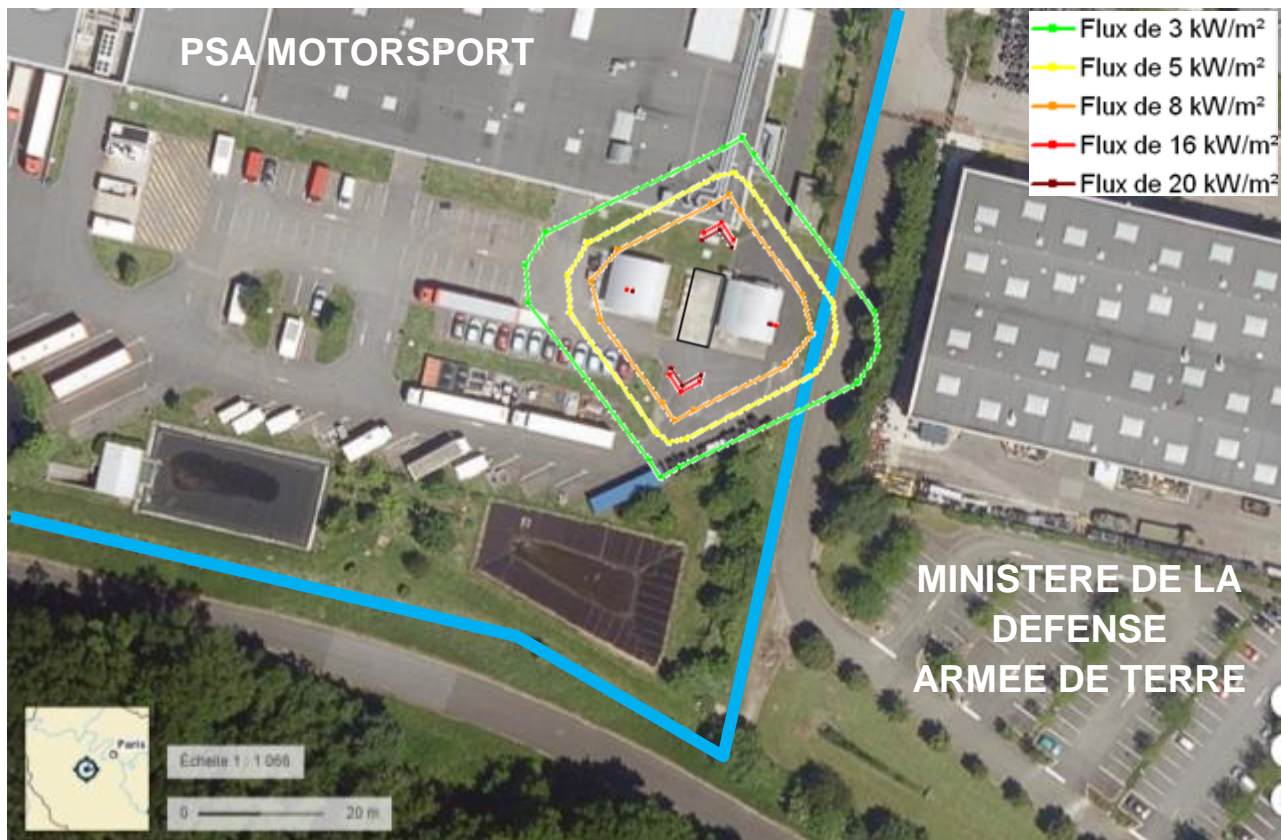
La masse volumique de l'essence est de 850 kg.m⁻³ environ.

Les hypothèses prises en compte est une quantité de carburant épandu sur le sol d'environ d'1 m³ (soit 850 kg) résultant d'une erreur de manipulation (mauvaise fixation) ou d'une rupture de flexible et à l'inflammation dudit liquide suite à la présence d'un point chaud à proximité de l'aire de dépotage (cigarette, travaux de réfection).

b. Rapport de modélisation

(cf. rapport SOCOTEC en annexe)

c. Représentation graphique des flux thermiques



— : Limite de propriétés

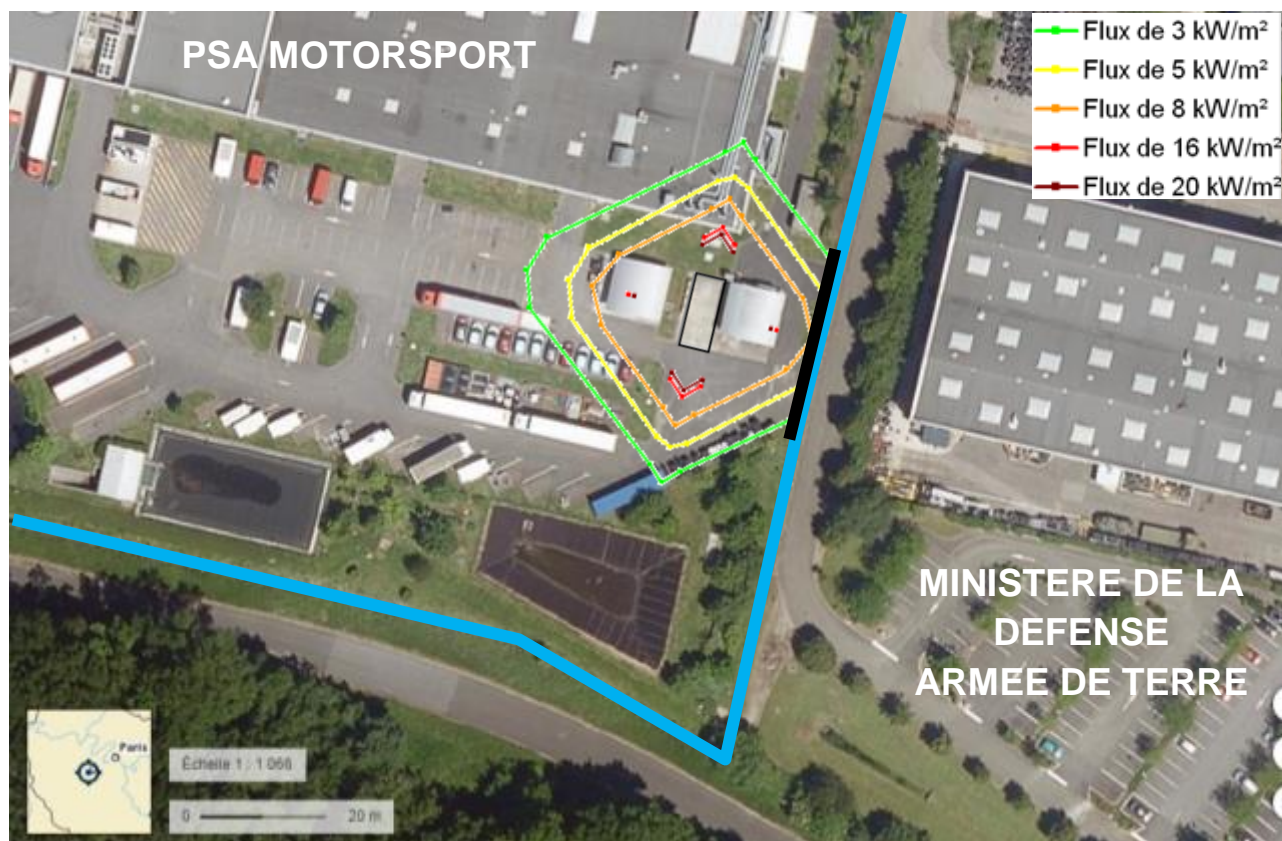
d. Remarque

On observe un dépassement des flux thermiques en dehors des limites de propriétés

e. Mesures compensatoires

On propose la mise en place d'une paroi coupe-feu en limite de propriétés sur une hauteur de 1,8 m minimum

f. Représentation des flux thermiques avec solutions techniques



- : Limite de propriétés
- : Paroi coupe-feu

4.2. Flux thermiques émis en cas d'incendie du local de stockage des produits chimiques

a. Hypothèses de travail

Nous considérons que le phénomène survient suite à une erreur humaine (mauvaise manipulation ou acte de malveillance).

Le local de stockage est un local grillagé sous rétention, situé à l'extérieur du bâtiment d'exploitation. Les dimensions et la géométrie de l'incendie correspondent à celle de l'aire délimitée par le local de stockage, soit dans le cas présent :

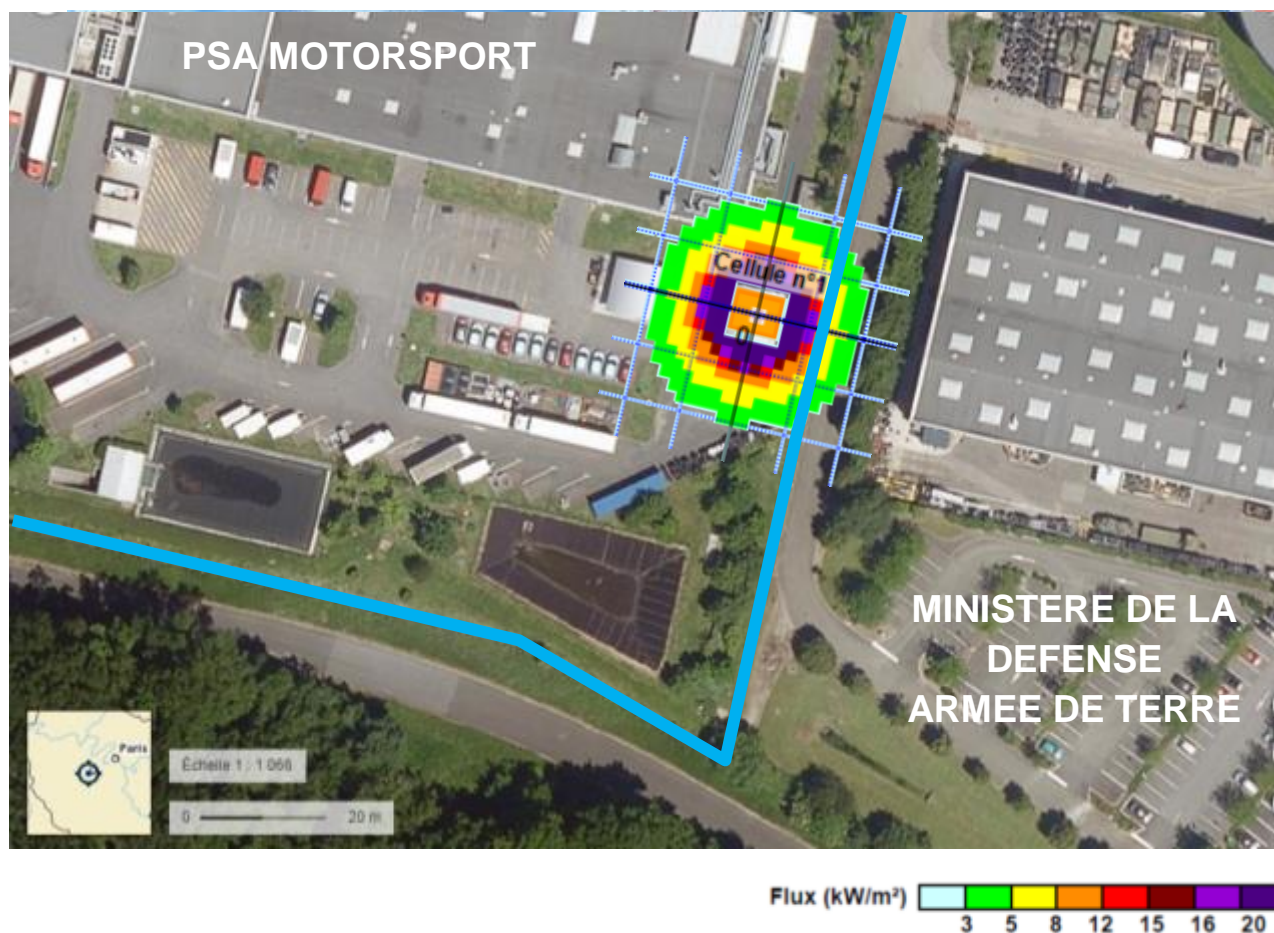
- 7,2 m x 9 m.

Les produits entreposés sont majoritairement des liquides inflammables, composés de carburants de type « essence » et d'huiles de lubrification.

b. Rapport de modélisation

(cf. rapport FLUMILOG en annexe)

c. Représentation graphique des flux thermiques



— : Limite de propriétés

d. Remarque

On observe un dépassement des flux thermiques en dehors des limites de propriétés

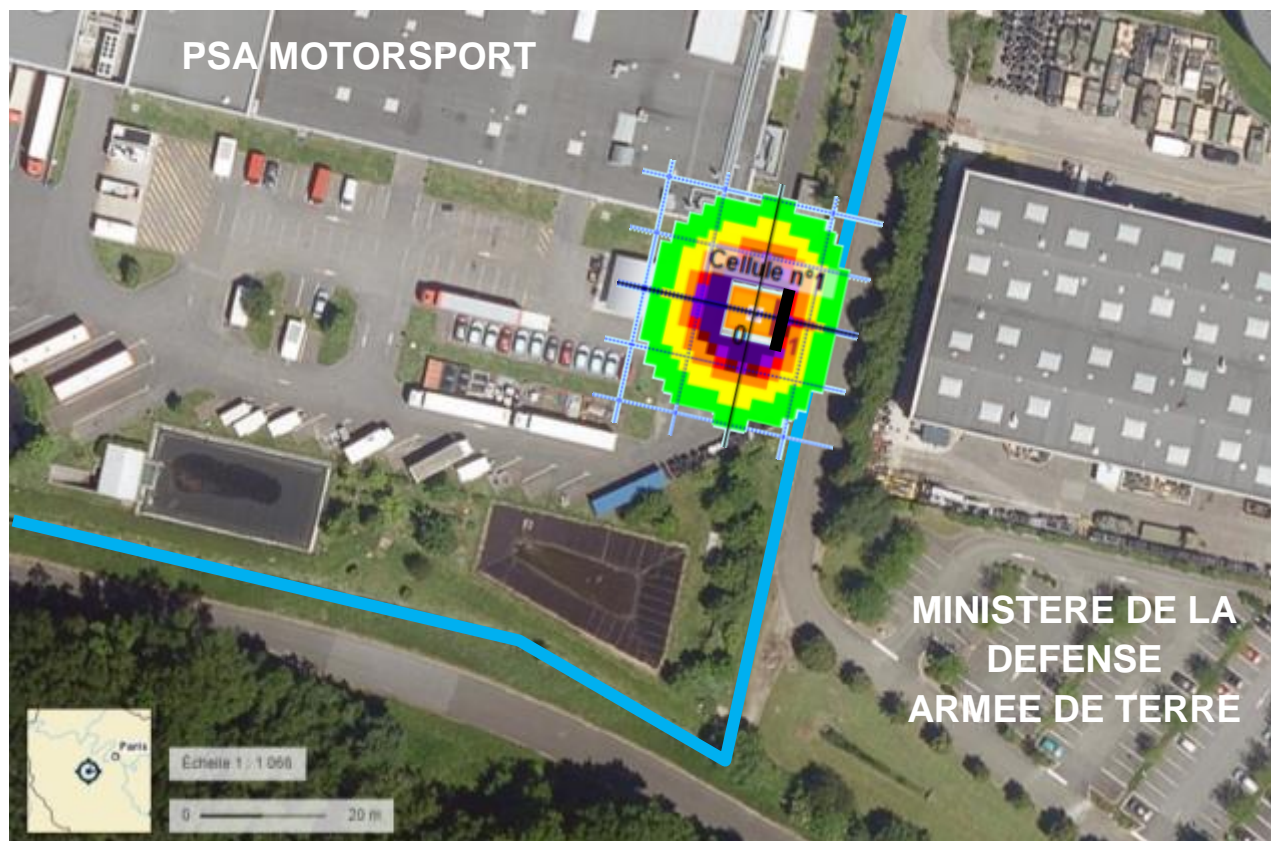
e. Mesures compensatoires

Selon PSA, à ce jour, la solution technique permettant de limiter les flux thermiques à l'emprise du site n'est pas consolidée. Elle pourra soit prendre la forme d'un mur coupe-feu en limite de propriétés soit d'un traitement de la façade du local de produits chimiques avec un débord permettant de limiter les distances du scénario incendie « local de produits chimiques ».

Nous présentons, ci-après, l'impact de ces deux solutions techniques sur la propagation des flux thermiques.

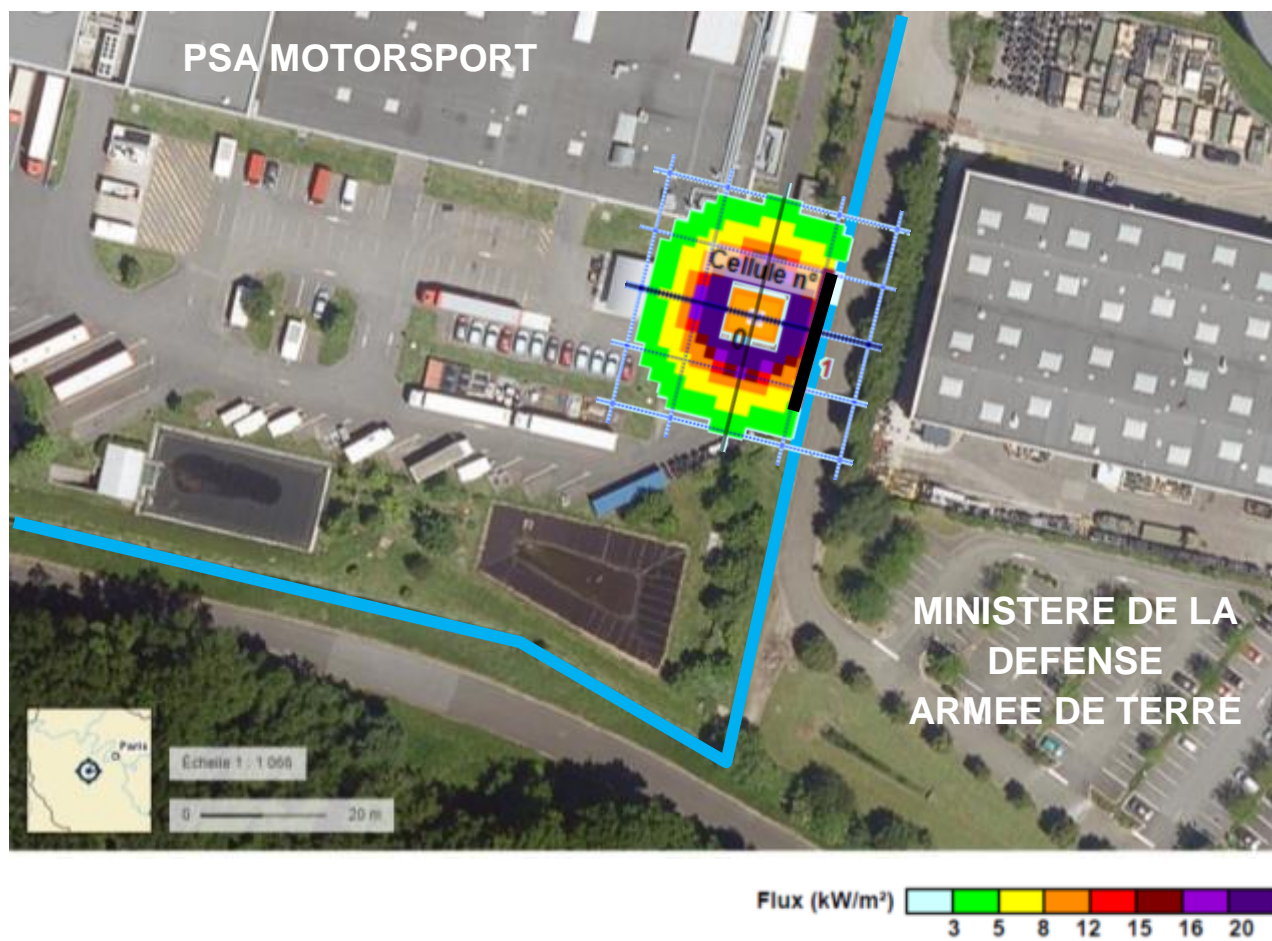
f. Représentation des flux thermiques avec solutions techniques

1^{er} scénario : traitement coupe-feu sur la façade attenante au local de stockage



— : Limite de propriétés
— : Mur coupe-feu

2^{ème} scénario : mur coupe-feu en limite de propriétés



- : Limite de propriétés
- : Mur coupe-feu

4.3. Flux thermiques émis en cas d'incendie du local de stockage des carburants spéciaux

a. Hypothèses de travail

Nous considérons que le phénomène survient suite à une erreur humaine (mauvaise manipulation ou acte de malveillance).

Le local de stockage est un local grillagé sous rétention, situé à l'extérieur du bâtiment d'exploitation. Les dimensions et la géométrie de l'incendie correspondent à celle de l'aire délimitée par le local de stockage, soit dans le cas présent :

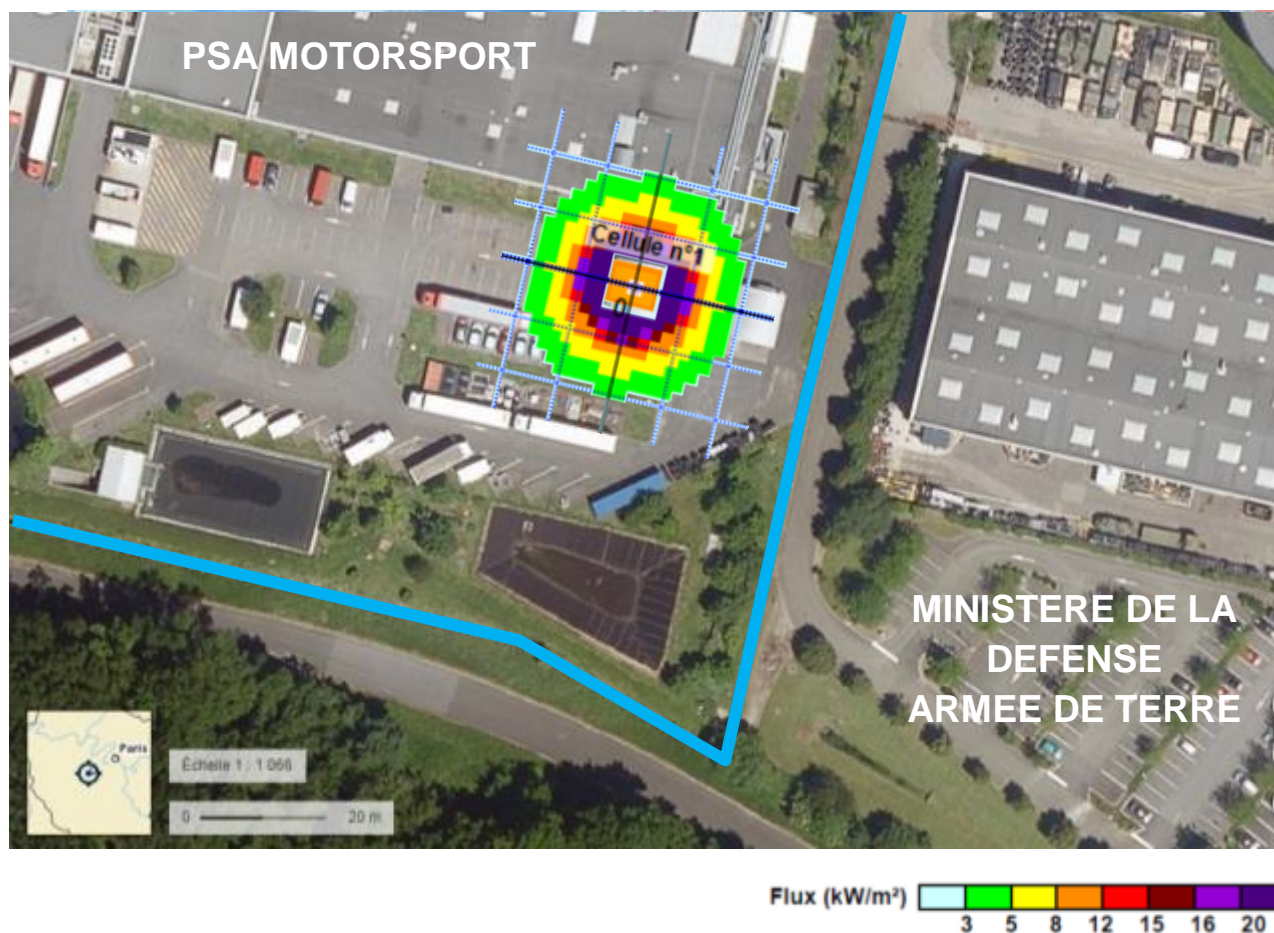
- 7,2 m x 9 m.

Les produits entreposés sont uniquement des carburants de type « essence ».

b. Rapport de modélisation

(cf. rapport FLUMILOG en annexe)

c. Représentation graphique des flux thermiques



— : Limite de propriétés

d. Remarque

Les flux thermiques ne dépassent pas les limites de propriétés

4.4. Incendie généralisé des zones de stockage

a. Hypothèses de travail

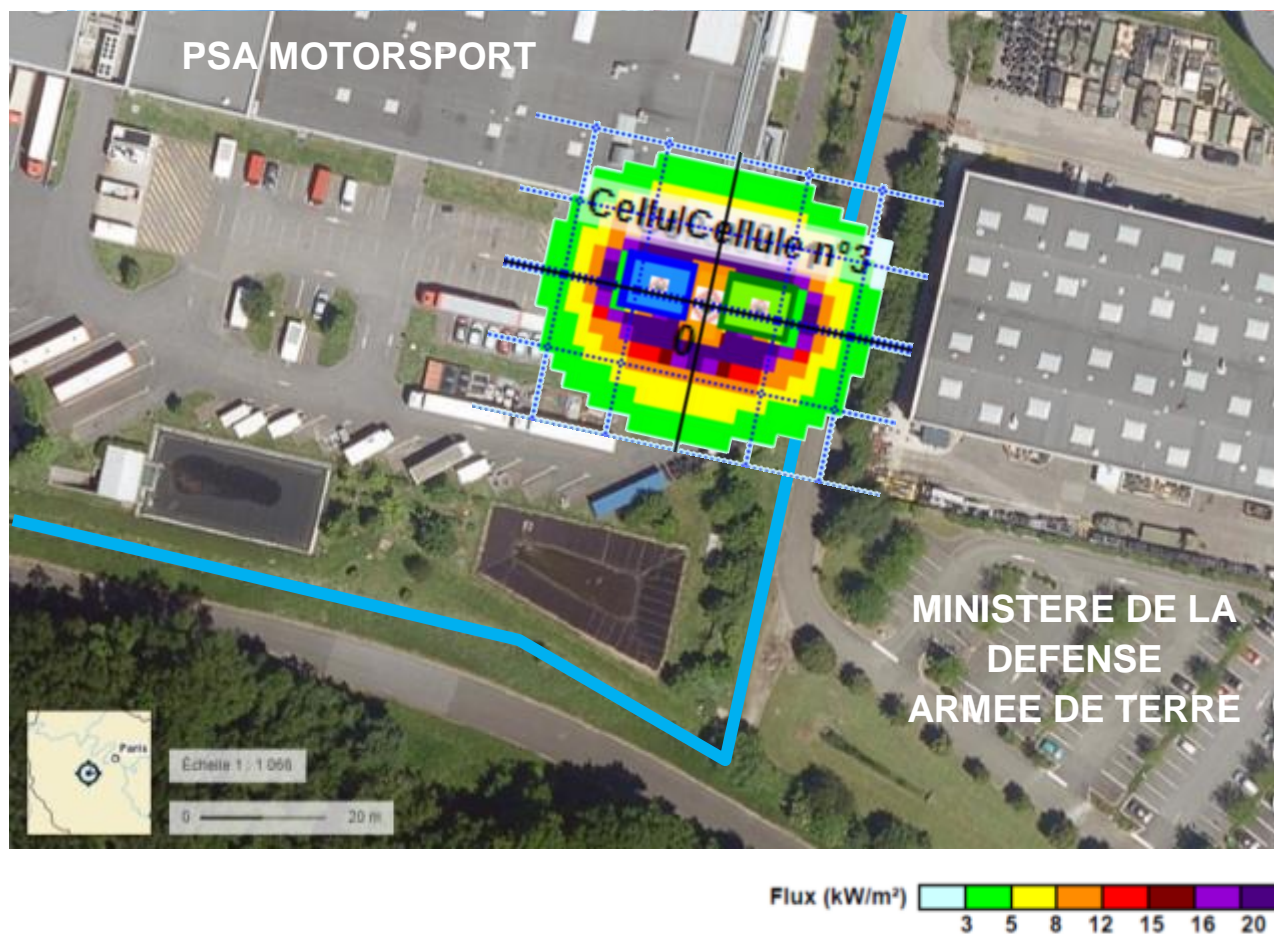
Nous considérons le cas d'un incendie survenant au droit de l'aire de dépotage. Par rayonnement thermique celui-ci se répand au droit des zones de stockage des carburants spéciaux et de produits chimiques, attenantes à l'aire de dépotage.

Dans le cadre de ce scénario, ont été considérées 3 zones de stockage.

b. Rapport de modélisation

(cf. rapport FLUMILOG en annexe)

c. Représentation graphique des flux thermiques



— : Limite de propriétés

d. Flux thermiques et effets domino

On observe un dépassement des flux thermiques en dehors des limites de propriétés.

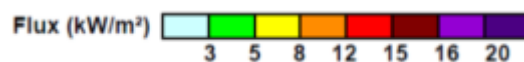
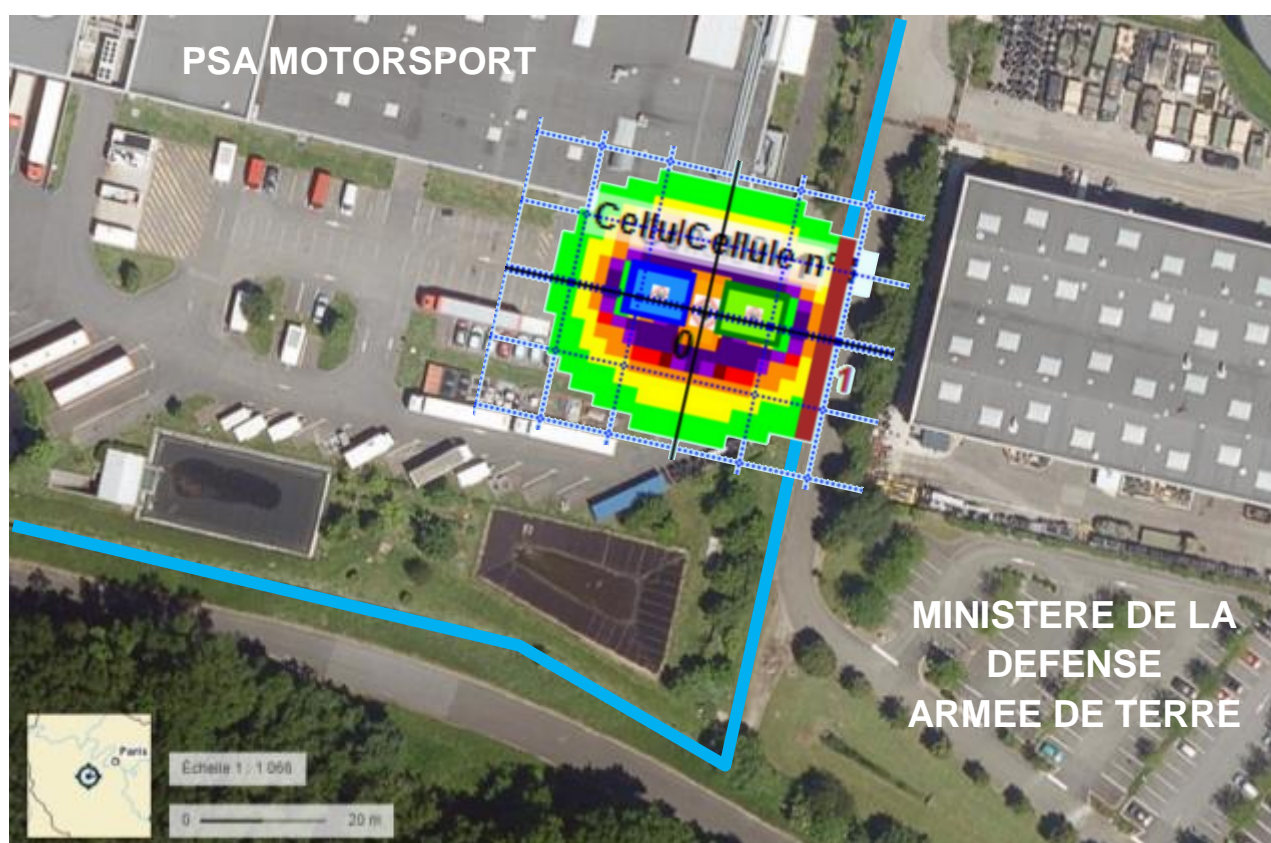
Les flux thermiques de 8 kW/m² (seuils des effets domino) n'atteignent pas les murs des bâtiments de PSA.

Pas d'effet domino supposé.

e. Mesures compensatoires

Nous préconisons la réalisation d'une cloison coupe-feu de degré 2 h en limite de propriétés sur une hauteur de 1,8 m, afin de limiter la propagation des flux thermiques au seul site exploité par PSA.

f. Représentation des flux thermiques avec solution technique



- : Limite de propriétés
- : Mur coupe-feu

4.5. Flux thermiques émis en cas d'incendie du local pneumatiques

a. Hypothèses de travail

Nous considérons que le phénomène survient suite à un acte de malveillance.

Le local de stockage des pneumatiques est un local constitué de parois en béton, situé à l'extérieur des bâtiments d'exploitation.

La couverture de ce local est également en béton.

Les dimensions et la géométrie de l'incendie correspondent à celle de l'aire délimitée par le local de stockage, soit dans le cas présent :

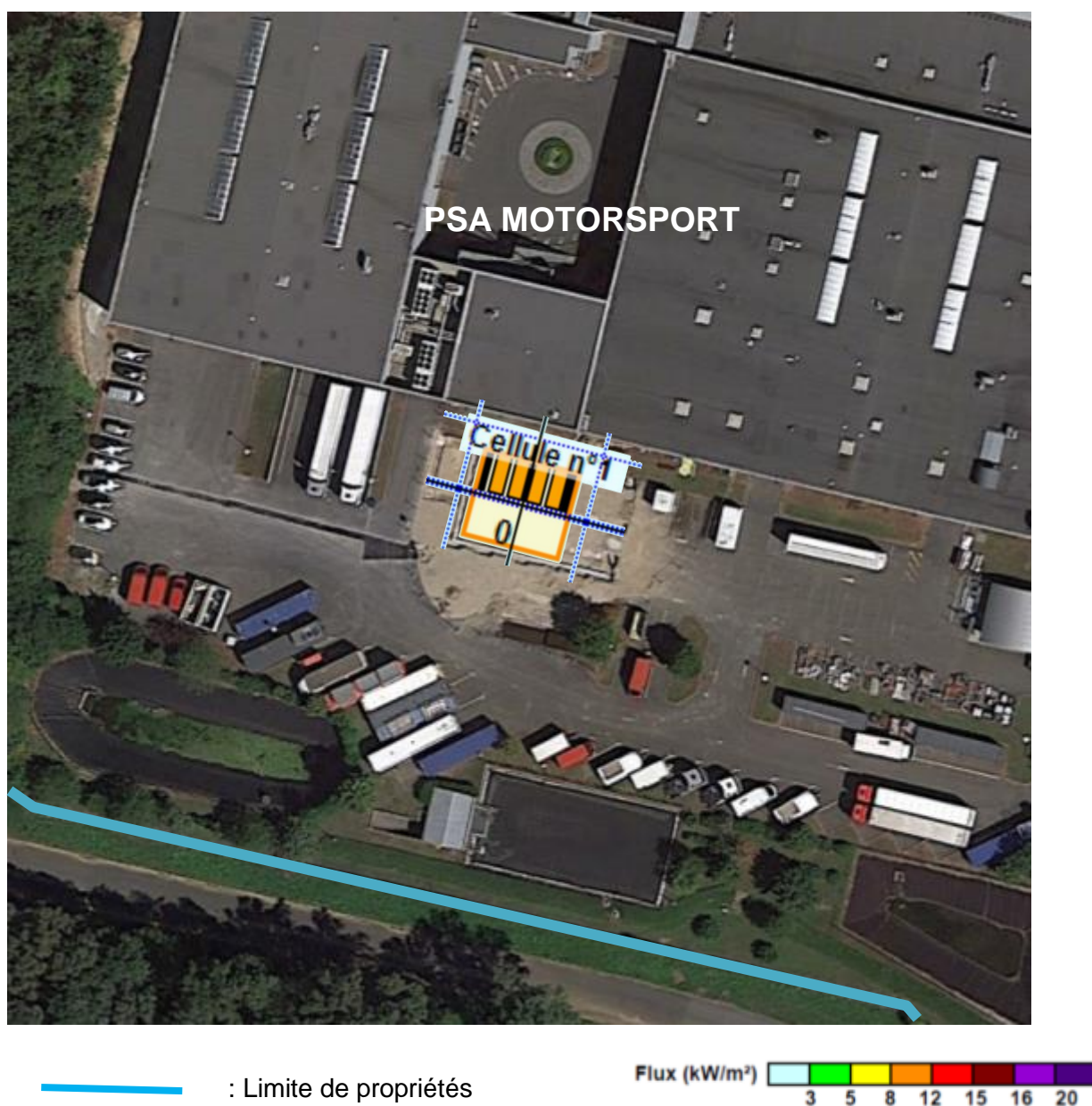
- 14,3 m x 13,3 m.

Le local contiendra au maximum 600 m³ de pneumatiques.

b. Rapport de modélisation

(cf. rapport FLUMILOG en annexe)

c. Représentation graphique des flux thermiques



d. Remarque

Les flux thermiques restent circonscrits dans le local « pneumatiques ».

Annexes

Annexe 1 : Modélisation SOCOTEC – Incendie aire de dépotage (feu de nappe)

Annexe 2 : Modélisation FLUMILOG – Incendie produits chimiques

Annexe 3 : Modélisation FLUMILOG – Incendie pneumatiques

Annexe 4 : Modélisation FLUMILOG – Incendie généralisé zones de stockage