



BERNEX VAILLY - PLQ 30'022

ENQUÊTE PUBLIQUE - JUIN 2023

ETUDE DE RISQUES OPAM

Genève, le 24.08.2022  
GE01678.800

**CSD INGENIEURS SA**

Avenue Industrielle 12

CH-1227 Carouge

t +41 22 308 89 00

f +41 22 308 89 11

e [geneve@csd.ch](mailto:geneve@csd.ch)

[www.csd.ch](http://www.csd.ch)

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1 Contexte et objectifs	1
1.2 Cadre réglementaire	1
1.3 Documents de base	2
<b>2. PLQ VAILLY ET SON VOISINAGE</b>	<b>2</b>
2.1 Description du PLQ Vailly	2
2.2 Description du voisinage	1
2.2.1 Route de Chancy	1
2.2.2 Tramway TCOB	1
2.2.3 P+R Vailly	1
2.2.4 Salle omnisport de Vailly	1
<b>3. DONNÉES DE BASE ET HYPOTHÈSES</b>	<b>2</b>
3.1 Hypothèses de présence	2
3.1.1 Population « place de travail » et « résidente »	2
3.1.1.1 Calcul des facteurs de présence	2
3.1.1.2 État actuel	2
3.1.1.3 État futur	2
3.1.2 Personnes présentes au niveau de la surface commerciale	3
3.1.3 Densités d'occupation des routes	3
3.1.4 Personnes présentes dans le tramway	3
3.1.4.1 Densité d'occupation liée au tramway	3
3.1.4.2 Probabilité d'occupation d'un tram	4
3.1.5 Occupation de la salle omnisport de Vailly	5
3.1.6 Part locale du transport de matière dangereuse par substance (PTMD <sub>i</sub> )	5
3.2 Facteur de protection des bâtiments	5
3.3 Conditions météorologiques	6
3.3.1 Direction et vitesse des vents sur Genève	6
3.3.2 Classe de Pasquill et vitesses de vent	6
<b>4. DÉFINITION DES SCÉNARIOS ET CALCUL DE L'AMPLEUR DES DOMMAGES</b>	<b>8</b>
4.1 Méthodologie	8
4.2 Modélisation des scénarios et évaluation des IAM	9
4.2.1 Scénario 1 : Inflammation d'une nappe après une perte continue d'essence	10
4.2.2 Scénario 2 : Inflammation d'une nappe avec une perte totale d'essence	11
4.2.3 Scénario 3 : Formation d'un feu éclair à la suite d'un nuage d'essence	12
4.2.4 Scénario 4 : Inflammation immédiate de propane et formation d'un BLEVE	12
4.2.5 Scénario 5 : Feu de torche de propane	13
4.2.6 Scénario 6: Formation d'un flash fire gaz	15

4.2.7	Scénario 7 : Explosion d'un nuage de propane	16
4.2.8	Scénario 8 : Formation d'un nuage toxique après une perte continue d'ammoniac	17
4.2.9	Scénario 9 : Formation d'un nuage toxique après une perte spontanée d'ammoniac	18
4.3	Arbres des conséquences	20
4.3.1	Essence	20
4.3.2	Propane	21
4.3.3	Ammoniac	22
<b>5.</b>	<b>COURBES PROBABILITÉS/CONSÉQUENCES</b>	<b>23</b>
5.1	État actuel	23
5.2	État futur 2025	24
5.3	Évaluations relatives aux mesures à la source	27
5.3.1	Courbes P-C essence état actuel	27
5.3.2	Courbes P-C essence état futur avec projet	28
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>31</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Synthèse des SBP par bâtiments et par type d'occupation pour le PLQ Vailly	3
Tableau 2	TJM de la route de Chancy au droit du PLQ Vailly	1
Tableau 3	Facteurs de présence de la population résidente et des personnes au travail	2
Tableau 4	Facteurs de présence des personnes présentes dans les surfaces commerciales	3
Tableau 5	Densités d'occupation des axes routiers présents dans le périmètre d'étude	3
Tableau 6	Arrêt de tramway – Probabilités de présence droit du PLQ Vailly	5
Tableau 7	PTMD <sub>i</sub> pour le tronçon route de Chancy	5
Tableau 8	Rayons d'impact pour chaque type d'accident	8
Tableau 9	Scénario 1 : Distances de létalité	10
Tableau 10	Scénario 2 : Distances de létalité	11
Tableau 11	Scénario 4 : Distances de létalité	13
Tableau 12	Scénario 5 : Distances de dispersion	14
Tableau 13	Scénario 6 : Distances de létalité	15
Tableau 14	Scénario 7 : Distances de létalité	16
Tableau 15	Scénario 8 : Distances de dispersion	17
Tableau 16	Scénario 9 : Distances de dispersion	19

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Implantation du PLQ Vailly et des bâtiments projetés	1
Figure 2	Détermination d'occupation du tramway pendant les heures de pointe	4
Figure 3	Rose des vents de Genève Cointrin ( <i>source : météo suisse</i> )	6
Figure 4	Localisation de l'accident étudié	9
Figure 5	Arbre des évènements de la substance de référence « essence »	20
Figure 6	Arbre des évènements de la substance de référence « propane »	21
Figure 7	Arbre des évènements de la substance de référence « ammoniac »	22
Figure 8	PLQ Vailly - Courbe probabilités-conséquences pour la situation actuelle	24
Figure 9	PLQ Vailly - Courbe probabilités-conséquences pour la situation future	25
Figure 10	Courbes probabilité-conséquences pour la situation future – image directrice 2017 / nouvelle implantation 2020	26
Figure 11	Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation actuelle – comparaison entre les hypothèses de tailles de nappe	28



Figure 12 : Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation future – comparaison entre les hypothèses de tailles de nappe	29
Figure 13 : Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation actuelle – mise en œuvre de mesures de réduction de tailles des nappes	30

## ANNEXES

ANNEXE A	Cahier des charges « Grand Projet Bernex – Etude de risque selon OPAM le long de la route de Chancy », 6.6.2016, SERMA	33
ANNEXE B	Plans de charges TJM, Boulevard des Abarois. CITEC, octobre 2020	34
ANNEXE C	Classes de Pasquill	35
ANNEXE D	Modélisations Effect	36
ANNEXE E	Modélisation – Rayons de létalité	37
ANNEXE F	Calculs des IAM pour l'ensemble des scénarios	38
ANNEXE G	Arbres des événements	39
ANNEXE H	Note technique - efficacité des systèmes de collecte des EAUX en cas d'accident majeur sur route, Groupement Vailly 2020, 4 février 2021	40

## PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

## 1. Introduction

### 1.1 Contexte et objectifs

La route de Chancy est une route cantonale soumise à l'Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) du fait du transport de substances dangereuses qui y transite.

Dans le cadre du développement du Grand Projet Bernex, le trafic de marchandises dangereuses (TMD), qui circule actuellement sur la route de Chancy, sera dévié sur un nouvel axe routier, le boulevard des Abarois. Cet axe parallèle à la route de Chancy libèrera le trafic de marchandises entre le giratoire de Laconnex jusqu'à l'échangeur autoroutier de Bernex.

Néanmoins, compte tenu de la réalisation du boulevard des Abarois en plusieurs étapes, le Service de l'environnement et des accidents majeurs (SERMA) et l'Office de l'urbanisme (OU) du Canton de Genève souhaitent évaluer le risque d'accidents majeurs lié à la route de Chancy au droit du PLQ Vailly.

CSD Ingénieurs a été conjointement mandaté en juin 2016 par le SERMA et l'OU pour actualiser l'étude de sensibilité OPAM au droit de ce PLQ pour les deux horizons d'études : état actuel et état futur avec l'aménagement du PLQ. Cette étude a fait l'objet d'un rapport édité en novembre 2016 et mis à jour en mars 2017.

Suite à la modification du projet du boulevard des Abarois en 3 étapes, le projet prévoit la réalisation à moyen terme (horizon 2025) d'un demi-boulevard entre l'échangeur de Bernex et la route d'Aire-la-Ville. La route de Chancy au droit du PLQ Vailly accueillera donc du TMD jusqu'à la réalisation de la dernière étape du boulevard des Abarois.

Le SERMA et l'OU ont souhaité mettre à jour cette étude afin de pouvoir évaluer le risque intégrant la nouvelle image directrice du PLQ et les différentes modifications des projets avoisinants, notamment la prolongation de l'axe tram TCOB jusqu'à Vailly. L'objectif du rapport porte également sur la nécessité de mise en œuvre de mesures de sécurité supplémentaires, si nécessaire.

Le rapport a été actualisée en 2021 et constituait une version actualisée du rapport édité le 27 mars 2017 suite à la modification du projet du boulevard des Abarois, du projet du PLQ, du projet PEM et le déplacement du P+R.

L'étude intégrait également les évaluations en terme de risque OPAM liées aux résultats des études relatives à l'efficacité d'évacuation des eaux de chaussée effectuées en février 2021 dans le cadre du projet de la PEM au droit du PLQ Vailly.

Le présent rapport est une version actualisée de la version 2021 qui fait suite au préavis du SERMA du 28.03.2022 « Favorable sous conditions » dont certaines, nécessitent des adaptations dans le Rapport d'Impact sur l'environnement Etape 1, ainsi les parties modifiées du présent permettent de prendre en compte les conditions définies dans le préavis, ces parties modifiées ou complétés par rapport à la version initiale sont mis en évidence par un liseré à droite des paragraphes concernés.

### 1.2 Cadre réglementaire

Les principales bases légales et réglementaires à considérer dans le cadre de notre étude sont les suivantes (liste non exhaustive) :

- Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs, RS 814.012, 27 février 1991 (état le 1<sup>er</sup> août 2019) [1] ;
- Guide de planification, Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, ARE / OFEV / OFT / OFEN / OFROU, octobre 2013 [2] ;
- Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, rapport sur la méthode du screening, OFROU / OFEV, 1<sup>er</sup> avril 2010 [3] ;
- Risques d'accident majeur sur les routes de grand transit, Manuel du logiciel "Screening des routes de grand transit" version 1.0, 12 avril 2011 [4] ;
- Risques pour la population liés au transport ferroviaire de marchandises dangereuses. Méthodologie et préparation des données. Screening risques pour la population 2014, OFT, Février 2015 [5] ;
- Rapport-cadre sur la sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures, CARBURA, 2005 [6].
- Guide pratique des mesures de protection contre les accidents majeurs, SERMA, septembre 2020.

## 1.3 Documents de base

Les documents de base suivants utilisés pour la réalisation de la présente étude sont les suivants :

- Cahier des charges de l'étude de risque selon l'OPAM – Sensibilité aux risques OPAM des PLQ le long de la Route de Chancy, SERMA/OU, 6 juin 2016 [7] ;
- SITG, données Synthurba 2020 [8] ;
- OFS – population résidente 2019, population emploi 2019 [9] ;
- Projet du boulevard des Abarois - Plans de charges TJM, Citec 2020 [10].

## 2. PLQ Vailly et son voisinage

### 2.1 Description du PLQ Vailly

Le PLQ Vailly est implanté au sud de la route de Chancy sur les parcelles n°2'347, 2'408 et 7'227 de la commune de Bernex et s'inscrit dans le développement du Grand projet Bernex qui, accompagné par le prolongement du tramway Cornavin – Onex – Bernex (TCOB), prévoit l'aménagement de quartiers mixtes.

Le PLQ Vailly prévoit l'aménagement de logements ainsi que de surfaces d'activités et/ou commerciales réparties sur les niveaux « rez-de-chaussée » des bâtiments implantés au droit de la route de Chancy.

Les surfaces brutes de plancher (SBP) correspondantes et les densités d'occupation pour chacun des bâtiments et pour chaque type d'utilisation (habitations et activités) sont présentées dans le tableau ci-après.

Les hypothèses d'occupation pour les futurs bâtiments prises en compte et validées par le SERMA sont des hypothèses majorantes qui sont les suivantes :

- 2.4 personnes par 100 m<sup>2</sup> de SBP pour les logements ;
- 1 personne par 25 m<sup>2</sup> de SBP pour les activités ;
- 1 personne par 10 m<sup>2</sup> de SBP pour les surfaces commerciales.

N° bâtiment	SBP total [m <sup>2</sup> ]	SBP logements [m <sup>2</sup> ]	SBP activités [m <sup>2</sup> ]	Résidents (2.4 p. / 100 m <sup>2</sup> )	Activités (1 p. / 25 m <sup>2</sup> )	Commerces (1 p. / 10 m <sup>2</sup> )
A	3'100	2'700	400	65	16	
B	6'100	5'550	550	133	22	
C	3'800	3'500	300	84	12	
D	9'750	8'350	1'400	200	0	140
E	7'500	5'950	1'550	143	0	155
F	6'900	6'150	750	148	30	
G	3'300	2'850	450	68	18	
H	4'550	3'800	750	91	30	
I	2'924	2'674	250	64	10	
J	5'826	5'826	0	140	0	
K	3'323	3'323	0	80	0	
L	3'573	3'573	0	86	0	
M	5'900	5'900	0	142	0	
<b>TOTAL PLQ</b>	<b>66'546</b>	<b>60'146</b>	<b>6'400</b>	<b>1'444</b>	<b>138</b>	<b>295</b>

Tableau 1 Synthèse des SBP par bâtiments et par type d'occupation pour le PLQ Vailly

L'implantation des bâtiments et la localisation de la surface commerciale planifiée sont présentées sur la Figure 1.



Figure 1 Implantation du PLQ Vailly et des bâtiments projetés

## 2.2 Description du voisinage

### 2.2.1 Route de Chancy

Le PLQ Vailly longe la route de Chancy sur une distance de 400 mètres.

Les plans de charge de la route de Chancy, avec la construction du demi-boulevard des Abarois (jusqu'à la route d'Aire-la-Ville), ont été établis par le bureau Citec, mandataire mobilité sur le projet du boulevard des Abarois. Ils sont présentés en ANNEXE B .

Dans le cadre de la présente étude, les valeurs de TJM correspondent au TJM à l'horizon 2025.

Routes	État actuel (État 2020)	État futur - Horizon 2025 avec demi-boulevard des Abarois
Route de Chancy	15'400 véh/j	17'100 véh/j

Tableau 2 TJM de la route de Chancy au droit du PLQ Vailly

### 2.2.2 Tramway TCOB

Le grand projet Bernex prévoit le prolongement du tramway TCOB le long de la route de Chancy jusqu'à Vailly.

Le tramway circulera dans les deux sens sur des voies propres. Le terminus de la ligne, nommé arrêt « Vailly » se situe au droit du PLQ Vailly. La localisation de l'arrêt de tram est représentée sur la Figure 1.

Le tramway sera mis en service en 2021 et a été considéré à l'état actuel conformément aux échanges avec le SERMA lors de la séance du 08.12.2020.

### 2.2.3 P+R Vailly

Un P+R temporaire, intégralement aérien et d'une capacité de 300 personnes, est actuellement implanté à l'opposé du futur PLQ Vailly. Ce P+R permet à terme aux utilisateurs du tramway de déposer leur véhicule et de rejoindre leur lieu de travail via le réseau de tramway.

Dans le cadre de la réalisation du PLQ Vailly ce P+R sera déplacé dans le parking souterrain du PLQ Vailly.

La localisation du futur P+R Vailly est représentée sur la Figure 1.

### 2.2.4 Salle omnisport de Vailly

La salle omnisport de Vailly se situe partiellement dans le périmètre d'étude.

Elle reçoit les activités de clubs sportifs de la commune de Bernex et des communes voisines, à savoir basket-ball, gymnastique, football. Son implantation est représentée sur la Figure 1.



## 3. Données de base et hypothèses

### 3.1 Hypothèses de présence

#### 3.1.1 Population « place de travail » et « résidente »

##### 3.1.1.1 Calcul des facteurs de présence

La distinction entre les personnes se trouvant en plein air ou à l'intérieur de bâtiments s'effectue à l'aide des facteurs de présence. Ces facteurs précisent la répartition de la population résidente et des personnes au travail en plein air et dans les bâtiments selon les tranches horaires suivantes :

- Heures de travail : de 08h00 – 17h00 les jours ouvrés, soit 45h par semaine ;
- Autres heures en dehors des heures nocturnes interdites à la circulation des poids lourds (désignées comme « période restante et samedi ») :
  - 05h00 – 08h00 et 17h00 – 22h00 les jours ouvrés ;
  - 05h00 – 22h00 le samedi ;
  - soit un total de 57 h par semaine.

Type de population	Période	À l'intérieur	En plein air
Population résidente	Durant les heures de travail (45 h)	22%	3%
	Période restante et samedi (57 h)	54%	6%
Personnes au travail	Durant les heures de travail (45 h)	81%	9%
	Période restante et samedi (57 h)	4.5%	0.5%

Tableau 3 Facteurs de présence de la population résidente et des personnes au travail  
(Source : Rapport sur la méthodologie du screening, 1<sup>er</sup> avril 2010)

##### 3.1.1.2 État actuel

Les données des résidents et des emplois pour la situation actuelle (données décembre 2019 pour les emplois et 2019 pour les résidents) sont issues de l'Office fédéral de la statistique (OFS) [9]. Ces données sont ensuite pondérées par les facteurs de présence présentés au paragraphe précédent lors des calculs effectués par le logiciel pour le screening des routes de grand transit.

##### 3.1.1.3 État futur

Les données des résidents et des emplois pour la situation future ont été évaluées à partir des données OFS pour la situation actuelle auxquelles a été additionnée la population supplémentaire induite par l'aménagement du PLQ Vailly, présentée au paragraphe 2.1.

### 3.1.2 Personnes présentes au niveau de la surface commerciale

Les facteurs de présence pris en compte au niveau de la surface commerciale sont les suivants.

Période	À l'intérieur	En plein air
Durant les heures de travail (45 h)	30%	3%
Période restante et samedi (55 h)	40%	3%
Pendant les heures de pointe de fin de journée (2 h)	90 %	3%

Tableau 4 Facteurs de présence des personnes présentes dans les surfaces commerciales

### 3.1.3 Densités d'occupation des routes

La route de Chancy se situe dans le périmètre d'étude.

L'estimation de la densité d'occupation des routes pour les deux horizons d'étude se fonde sur les charges de trafic, selon la méthodologie [3] et la norme SN 640 005a. Les hypothèses considérées sont les suivantes :

- Les véhicules transitant sur la route étant hétérogènes (véhicules légers, camions, bus), il n'a pas été considéré de facteurs de protection des véhicules ;
- Conformément à la méthodologie [3], on considère pendant les heures de pointe la formation d'embouteillage sur la route de Chancy. Il est admis que l'espace moyen entre l'avant de deux véhicules immobilisés est alors de 6.5 m et que chaque véhicule est occupé par 1.5 personnes.

On considère 4 périodes d'occupation différentes avec les densités d'occupation suivantes actualisées sur la base des charges de trafic présentées au Tableau 2.

Horizon d'étude	Horizon d'étude	TJOM [véhic./jour]	Densité heures de travail [pers/10m]	Densité embouteillage [pers/10m]	Densité heures restantes [pers/10m]	Densité samedi jour [pers/10m]
Route de Chancy	État actuel	15'400	0.143	2.308	0.032	0.103
	État futur	17'100	0.158	2.308	0.036	0.114

Tableau 5 Densités d'occupation des axes routiers présents dans le périmètre d'étude

### 3.1.4 Personnes présentes dans le tramway

#### 3.1.4.1 Densité d'occupation liée au tramway

Les hypothèses d'occupation se basent sur les hypothèses de présence au droit de l'arrêt de tramway « Vailly » discutées avec le SERMA et l'OCT le 7 novembre 2016.

Afin d'éviter de comptabiliser en doublon les voyageurs, il a été admis que l'ensemble des personnes présent au niveau du P+R ou en attente du tramway au niveau de l'arrêt « Vailly » ou en attente dans le tramway se trouve au niveau de l'arrêt de tramway « Vailly ».

Les hypothèses considérées pour le tramway sont les suivantes :

- Estimation du trafic à l'horizon futur au niveau de l'arrêt « Vailly » : 1'900 voyageurs /jour ;

- En heure de pointe (notée HP) : Il est admis que 10 % du trafic journalier est effectué pendant une heure de pointe. On compte 11 départs de tramway par heure pendant les heures de pointes soit la présence de 17 personnes par rame ;
- En dehors des HP : Il est admis la présence de 9 personnes par rame, dans les deux sens confondus ;
- Au terminus, il est admis la présence d'un seul tramway, le second étant vide ou absent.

Il n'est pas considéré de facteur de protection des tramways sur les voyageurs.

### 3.1.4.2 Probabilité d'occupation d'un tram

- Détermination de l'occupation d'un tram en heure de pointe

L'arrêt Vailly se trouve en tête de ligne. Ainsi, les personnes arrivent petit à petit pour prendre place dans le tram. Selon les demandes du SERMA, on distingue les utilisateurs qui arrivent jusqu'à 2 minutes avant le départ (arrivée « au compte-goutte ») et les utilisateurs qui arrivent pendant les 2 dernières minutes (arrivée « dernière minute »). On estime à 66.6% la proportion des arrivées « au compte-goutte » donc à 33.4% celle des arrivées « dernière minute ». D'autre part, les arrivées « dernière minute » sont 2 fois plus importantes que les autres arrivées. Ainsi, en se basant sur une occupation du tram de 17 personnes aux heures de pointe, on obtient la distribution suivante qui correspond à un nombre moyen de personnes de l'ordre de 8.5 personnes ( $0.666 * \text{nombre moyen de personnes} + 0.334 * 2 * \text{nombre moyen de personnes} = 17 \text{ personnes}$ ) (Figure 2).

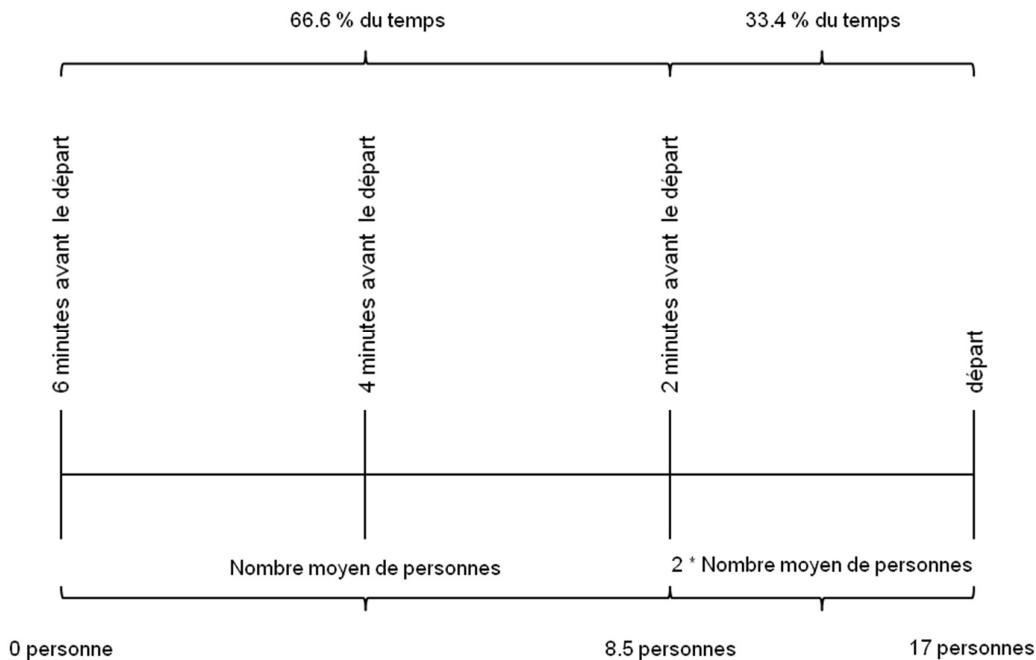


Figure 2 Détermination d'occupation du tramway pendant les heures de pointe

- Détermination de l'occupation d'un tram en dehors heure de pointe

En dehors des heures de pointe, a été ajouté une période de temps pendant lequel l'arrêt de tramway est vide estimée à 33.3 %. On estime alors à 33.3% la proportion des arrivées « au compte-goutte » et à 33.3 % les arrivées « dernières minutes ». En se basant sur une occupation du tram de 9 personnes en dehors des

heures de pointe, on obtient un nombre moyen de l'ordre de 3 personnes pour les scénarios « tramway en attente » et de 9 personnes pour les scénarios « tramway au départ ».

La synthèse des probabilités est présentée ci-après.

Scénario		Nbre de tram / h (par sens de circulation)	Probabilité d'occurrence des scénarios « Tram »		
			Arrêt de tramway vide	Tramway en attente	Tramway au départ
Horaires de travail	HP	11	0 %	66.6 %	33.3%
	En dehors HP		33.3%	33.3%	33.3%
En dehors des horaires de travail	HP	6	0 %	66.6 %	33.3%
	En dehors HP		33.3%	33.3%	33.3%
Samedi	HP	9	0 %	66.6 %	33.3%
	En dehors HP		33.3%	33.3%	33.3%

Tableau 6 Arrêt de tramway – Probabilités de présence droit du PLQ Vailly

### 3.1.5 Occupation de la salle omnisport de Vailly

La salle omnisport se situe partiellement dans le périmètre d'étude.

Les données relatives au nombre de personnes présentes et le planning d'occupation de la salle a été transmis par la commune de Bernex le 26 octobre 2016.

Sur cette base, il est admis la présence de 30 personnes durant les heures de travail et pendant les horaires du soir jusqu'à 22h.

### 3.1.6 Part locale du transport de matière dangereuse par substance (PTMD<sub>j</sub>)

PTMD<sub>j</sub> a été estimé selon les données d'un comptage routier TMD effectué sur 5 jours en semaine en 2015 et adaptées en septembre 2020 par le SERMA.

$$PTMD_j = PPL \times PMD \times PST_j$$

Substance j	PPL	PMD	PST <sub>j</sub>	PTMD <sub>j</sub>
Essence	6%	1.9%	29%	0.03%
Propane	6%	1.9%	2.28%	0.0026%
Ammoniac	6%	1.9%	0.05%	0.00006%

Tableau 7 PTMD<sub>j</sub> pour le tronçon route de Chancy

À l'état futur, il a été admis que la part de TMD augmente de 20% et une augmentation du trafic de propane de 33%. Cette hypothèse constitue une hypothèse majorante notamment du fait de la nature de la densification planifiée sur le Grand Projet Bernex, majoritairement de nature résidente.

## 3.2 Facteur de protection des bâtiments

Pour les trois substances représentatives, des facteurs de protection des bâtiments ont été considérés selon les données de la méthodologie [3], à savoir :

- Pour la substance « essence », les facteurs de protection sont définis selon le point de libération, à savoir : sur la chaussée ou en dehors de la chaussée ;

- Pour la substance « propane », les facteurs de protection sont définis selon le mode de libération (instantané ou continu) et le mode d'inflammation (immédiate ou retardée) ;
- Pour la substance « ammoniac », les facteurs de protection sont définis selon le mode de libération (instantané ou continu).

Les facteurs de protection des bâtiments sont présentés pour chacun des scénarios étudiés dans les paragraphes correspondants.

## 3.3 Conditions météorologiques

### 3.3.1 Direction et vitesse des vents sur Genève

La rose des vents indique la distribution de fréquence de la direction et de la vitesse des vents. La rose des vents de Cointrin (Figure 3) met en évidence que les vents dominants sur Genève sont principalement dans les directions sud-ouest et nord-ouest.

En ce qui concerne les vitesses des vents, celles-ci sont principalement comprises entre 0 et 6 m/s. Les vents calmes (inférieurs à 0.5 m/s) représentent près de 18 % des vents enregistrés.

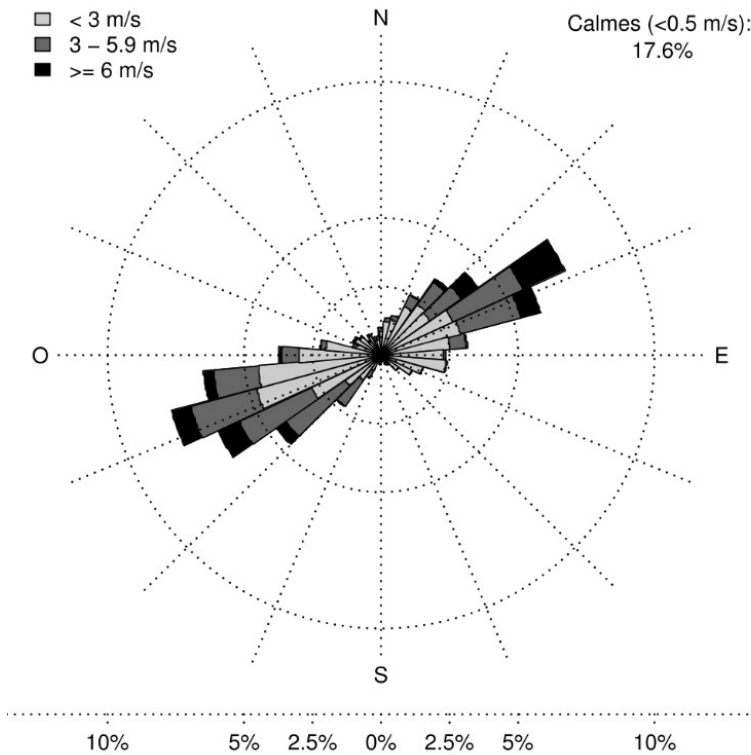


Figure 3 Rose des vents de Genève Cointrin (source : météouisse)

### 3.3.2 Classe de Pasquill et vitesses de vent

Les classes de Pasquill prises en compte constituent le worst-case pour les scénarios « journée » et « nuit ».

Dans le cadre de la présente étude, nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- Pour les scénarios « journée »

Prise en compte d'une classe de Pasquill D avec une vitesse de vent, à 10 m au-dessus du sol, de 5 m/s (situation courante, atmosphère neutre). Dans le cas où il y a une influence de la vitesse de vent sur les scénarios étudiés, il est considéré que pour 20% des cas, la vitesse de vent, à 10 m au-dessus du sol, est égale à 0.5 m/s, conformément aux données de Genève Cointrin ;

- Pour les scénarios « nuit » (correspondant aux scénarios « heures restantes »

Prise en compte d'une classe de Pasquill F avec une vitesse de vent, à 10 m au-dessus du sol, de 2 m/s (hypothèse conservatrice, cas le plus défavorable, atmosphère très stable).

Les données relatives aux classes de Pasquill et des vitesses de vent correspondantes sont présentées en ANNEXE C .

## 4. Définition des scénarios et calcul de l'ampleur des dommages

### 4.1 Méthodologie

Conformément aux demandes du SERMA, les scénarios d'accidents considérés dans la présente étude de risque se basent sur le cahier des charges du SERMA/OU (ANNEXE A ) et sur la méthodologie du screening [3].

L'étude de risque est réalisée pour trois substances représentatives caractéristiques du transport de marchandises dangereuses sur la route. Il s'agit de l'essence, du propane et de l'ammoniac.

La présentation des scénarios étudiés se trouve dans le tableau ci-après.

Substance représentative	Critères de dangerosité déterminant	Effets sur la population	Scénario
<b>Essence</b>	Liquide facilement inflammable	Effets thermiques en cas d'incendie Onde de choc et projection de débris en cas d'explosion	N°1 : Libération continue. Formation d'une flaque de 300 m <sup>2</sup> et inflammation immédiate.
			N°2 : Libération instantanée. Formation d'une flaque de 600 m <sup>2</sup> et inflammation immédiate.
			N°3 : Libération instantanée. Formation d'un nuage de vapeurs et inflammation retardée. Flash fire gaz.
<b>Propane</b>	Gaz liquéfié sous pression facilement inflammable	Effets thermiques en cas d'incendie. Onde de choc et projection de débris en cas d'explosion	N°4 : Libération instantanée et BLEVE. <sup>1</sup>
			N°5 : Libération continue via une brèche et inflammation continue. Feu de torche
			N°6 : Libération continue ou instantanée. Formation d'un nuage de gaz et inflammation retardée. Flash fire gaz
			N°7 : Libération continue. Formation d'un nuage de gaz et explosion du nuage à l'air libre, noté UVCE <sup>2</sup>
<b>Ammoniac</b>	Gaz liquéfié sous pression, toxique pour les humains	Toxicité inhalatrice pour les humains	N°8 : Libération continue via une brèche et formation d'un nuage toxique.
			N°9 : Libération instantanée et formation d'un nuage toxique.

Tableau 8 Rayons d'impact pour chaque type d'accident

<sup>1</sup> BLEVE : acronyme de l'anglais « boiling liquid expanding vapor explosion »

<sup>2</sup> UVCE : acronyme de l'anglais « unconfined vapour Cloud Explosion »

## 4.2 Modélisation des scénarios et évaluation des IAM

Conformément à la demande du SERMA, le calcul de l'ampleur des dommages au moyen de l'indice d'accident majeur (IAM) a été effectué pour les deux horizons d'étude suivants :

- État actuel 2020
- État futur 2025. Cet horizon d'étude correspond à l'horizon futur avec le PLQ Vailly.

Pour l'ensemble des scénarios étudiés, il a été considéré que l'incident se déroule sur la route de Chancy face au bâtiment E du PLQ Vailly et à proximité de l'arrêt de tramway et de l'espace commercial comme représenté sur la figure suivante.

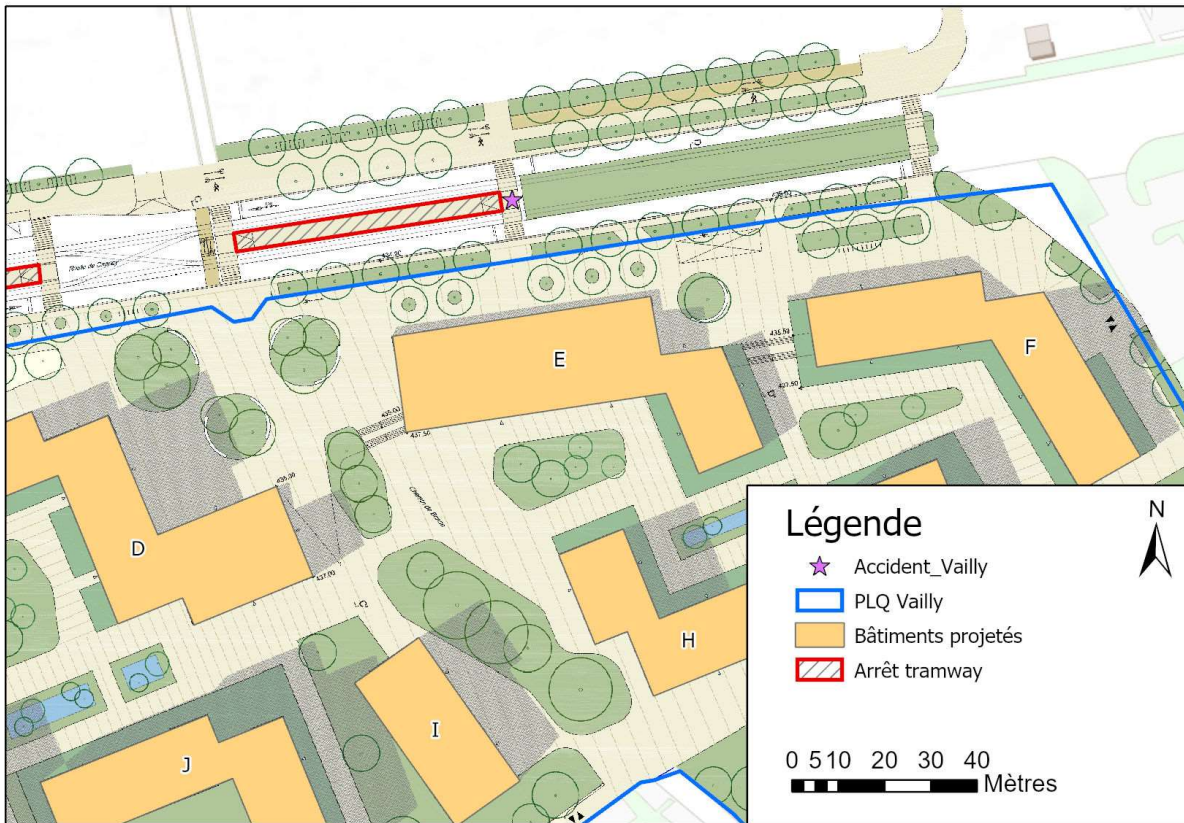


Figure 4 Localisation de l'accident étudié

Conformément à la méthodologie [3], l'ampleur des dommages a été estimée pour chaque période de temps significative du point de vue du trafic des substances dangereuses, avec la présence ou non d'embouteillage et la présence ou non de tramway. Les trois périodes de temps étudiées sont les suivantes :

- Pendant les heures de travail (en semaine) ;
- Le samedi ;
- En dehors des heures de travail (en semaine).



## 4.2.1 Scénario 1 : Inflammation d'une nappe après une perte continue d'essence

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 20 tonnes d'essence se déverse sur la route de Chancy. Une nappe d'essence d'une surface de 300 m<sup>2</sup> (environ 26 m sur 13 m), se forme et un feu de nappe se déclenche immédiatement.

Suite à l'étude de l'efficacité d'évacuation présentée en ANNEXE H , ce scénario également a été considéré avec une taille de nappe d'essence de 40 m<sup>2</sup>.

### Hypothèses prises en considération :

- Température de la nappe : 15°C
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Localisation verticale des cibles : 1.5 m
- Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol : 2 m/s

Le paramètre « vitesse de vent » n'entraîne pas de modification significative des rayons de létalité.

- Durée d'exposition au flux thermique : 20 s

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'un « Feu de nappe » d'une surface de 300 m<sup>2</sup> ;
- Durée maximale du « Feu de nappe » de 20 min.

### Résultats :

Les rayons de létalité ont été calculés sur la base des flux thermiques émis par le feu de nappe.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D1. Les rayons de létalité centrés sur la nappe de 300 m<sup>2</sup> et 40 m<sup>2</sup> sont représentés en ANNEXE E1.

	Flux thermique reçu (kW/m <sup>2</sup> )	Distance (m)	
		Nappe de 300 m <sup>2</sup>	Nappe de 40 m <sup>2</sup>
Létalité 99 %	40	14	1
Létalité 50 %	20	21	5
Létalité 1 %	10	31	11.5

Tableau 9 Scénario 1 : Distances de létalité

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération continue pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 50 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.9 en cas de déversement sur la chaussée ;
- Facteur de protection de 0.5 en cas de déversement en dehors de la chaussée.

Le calcul des IAM pour chacune des hypothèses est présenté en ANNEXE F .

## 4.2.2 Scénario 2 : Inflammation d'une nappe avec une perte totale d'essence

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 20 tonnes d'essence se déverse sur la route de Chancy. Une nappe d'essence d'une surface de l'ordre de 600 m<sup>2</sup> (environ 42 m sur 15 m), se maintenant intégralement sur la chaussée, se forme instantanément et un feu de nappe se déclenche.

Suite à l'étude de l'efficacité d'évacuation présentée en ANNEXE H , ce scénario également a été considéré avec une taille de nappe d'essence de 1'000 m<sup>2</sup>.

### Hypothèses prises en considération :

- Température de la nappe : 15°C
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Localisation verticale des cibles : 1.5 m
- Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol : 2 m/s

Le paramètre « vitesse de vent » n'entraîne pas de modification significative des rayons de létalité.

- Durée d'exposition au flux thermique : 20 s

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'un « Feu de nappe » d'une surface de 600 m<sup>2</sup>.
- Durée maximale du « Feu de nappe » de 10 min.

### Résultats :

Les rayons de létalité ont été calculés sur la base des flux thermiques émis par le feu de nappe.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D2. Les rayons de létalité centrés sur la nappe de 600 m<sup>2</sup> et 1'000 m<sup>2</sup> sont représentés en ANNEXE E2.

	Flux thermique reçu (kW/m <sup>2</sup> )	Distance (m)
Létalité 99 %	40	19
Létalité 50 %	20	29
Létalité 1 %	10	41

Tableau 10 Scénario 2 : Distances de létalité

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération instantanée pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 50 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.7 en cas de déversement sur la chaussée ;
- Facteur de protection de 0.3 en cas de déversement en dehors de la chaussée.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.2.3 Scénario 3 : Formation d'un feu éclair à la suite d'un nuage d'essence

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 20 tonnes d'essence se déverse sur la route de Chancy. Une nappe d'essence se forme sur la route de Chancy. Un nuage de vapeurs se forme et provoque un feu éclair (flash fire gaz).

### Hypothèses prises en considération :

- Quantité d'essence libérée : 27 m<sup>3</sup>
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Température initiale dans le contenant : 15°C
- Classe de Pasquill : D
- Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol : 5 m/s
- Rugosité du sol : grands obstacles, grands objets éparpillés (entre 15 et 20 m de hauteur)

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'un nuage de gaz à la suite d'une libération instantanée d'essence.

### Résultats :

Les caractéristiques chimiques du propane ainsi que les quantités maximales considérées ne sont pas favorables à la formation d'un Flash fire gaz. La modélisation effectuée au moyen du logiciel EFFECT confirme que la prise en compte de ce scénario n'est pas pertinente.

Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D3.

## 4.2.4 Scénario 4 : Inflammation immédiate de propane et formation d'un BLEVE

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 12 tonnes de propane se renverse sur la route de Chancy. L'ensemble du chargement se libère instantanément et se produit un BLEVE.

### Hypothèses prises en considération :

- Température ambiante : 15°C
- Température initiale du contenant : 15°C
- Pression d'explosion : 25 bars

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'un « BLEVE » (dynamic model).

### Résultats :

Les rayons de létalité ont été calculés sur la base des flux thermiques liés au BLEVE.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D4. Les rayons de létalité centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E3.

	Flux thermique reçu (kW/m <sup>2</sup> )	Distance (m)
Létalité 99 %	140	64
Létalité 50 %	70	111
Létalité 1 %	33	172

Tableau 11 Scénario 4 : Distances de létalité

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de BLEVE pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.4 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 50 mètres ;
- Facteur de protection de 0.7 pour les bâtiments présents dans le périmètre 50 – 200 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.2.5 Scénario 5 : Feu de torche de propane

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 12 tonnes de propane se renverse sur la route de Chancy. Une brèche se forme sur le camion-citerne et le propane se libère de manière continue au rythme de 33.3 kg/s pendant 3 minutes. Un feu de torche se forme à la suite de l'inflammation immédiate au droit de la brèche.

Quatre orientations du feu de torche ont été considérées :

- Orientation horizontale du feu de torche :
  - Parallèle à l'axe de la route de Chancy : 40 %
  - Perpendiculaire à l'axe de la route de Chancy, en direction du PLQ Vailly : 20 %
  - Perpendiculaire à l'axe de la route de Chancy, en direction opposés au PLQ Vailly : 20 %
- Orientation verticale du feu de torche à 20%.

### Hypothèses prises en considération :

- Température ambiante : 15°C
- Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol : 0.5 m/s ; 2 m/s ; 5 m/s
- Température initiale du contenant : 15°C

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation de la dimension de la brèche permettant une libération de propane avec un débit de 33.3 kg/s : la brèche formée a un diamètre de 78 mm ;
- Modélisation d'un feu de torche dans les deux orientations (verticale et horizontale).

Dans le cas de l'orientation horizontale du feu de torche, les modélisations prennent également en compte deux vitesses de vent caractéristiques, conformément à la rose des vents (cf. paragraphe 3.3.1), à savoir :

- Dans 20% des cas, la vitesse du vent est égale à 0.5 m/s ;
- Dans les cas restants, la vitesse du vent est égale à 5 m/s.

Dans le cas de l'orientation verticale du feu de torche, la vitesse de vent considérée est de 2 m/s, ce qui constitue le worst case pour ce scénario.

### Résultats :

Les rayons de létalité ont été calculés sur la base des flux thermiques émis par le feu de torche.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS pour les différentes orientations du feu de torche. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D5. Les rayons de létalité centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E4.

Distance (m)			
Orientation du feu	Orientation horizontale		Orientation verticale
Vitesse du vent	0.5 m/s	5 m/s	2 m/s
Létalité 99 %	95	60	-
Létalité 50 %	99	66	-
Létalité 33 %			10
Létalité 1 %	105	72	27

Tableau 12 Scénario 5 : Distances de dispersion

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de torche pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.7 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 50 mètres ;
- Facteur de protection de 1 pour les bâtiments présents dans le périmètre 50 – 200 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.2.6 Scénario 6: Formation d'un flash fire gaz

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 12 tonnes de propane se renverse sur la route de Chancy. Une brèche se forme sur le camion-citerne et le propane se libère de manière continue au rythme de 33.3 kg/s pendant 3 minutes. Un nuage de gaz se forme, s'enflamme et provoque un feu éclair.

### Hypothèses prises en considération :

- Température ambiante : 15°C
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Localisation verticale des cibles : 1.5 m
- Conditions météorologiques : Distinction Jour et Nuit :
  - Jour: dans 20% des cas : classe de Pasquill D (situation courante, atmosphère neutre) avec une vitesse de vent de 5 m/s à 10 m au-dessus du sol ;
  - Nuit : classe de Pasquill F (scénarios « heures restantes », hypothèse conservatrice, et atmosphère très stable) avec une vitesse de vent de 2 m/s à 10 m au-dessus du sol.
- Rugosité du sol : grands obstacles, grands objets éparpillés (entre 15 et 20 m de hauteur)

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée au moyen du logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'un feu éclair.

### Résultats :

Les rayons de létalité ont été calculés sur la base de la surpression émise par le feu éclair.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D6. Les rayons de létalité centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E5.

EFFECTS – Distance (m)		
Pasquill – Vitesse du vent	Jour Classe D – 5 m/s	Nuit Classe F – 2 m/s
Létalité 99 %	42	68
Létalité 50 %	63	115
Létalité 1 %	87	175

Tableau 13 Scénario 6 : Distances de létalité

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération continue pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.5 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.2.7 Scénario 7 : Explosion d'un nuage de propane

### Description du scénario :

Un camion-citerne transportant 12 tonnes de propane se renverse sur la route de Chancy. Le propane se libère de manière continue, formant un nuage de propane. Ce nuage de propane explose.

### Hypothèses prises en considération :

- Pression atmosphérique : 1 bar
- Fraction du nuage inflammable confiné : 8%
- Indice de détonation : 5 (surpression maximale de 200 mbar)

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée grâce au logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'une explosion (UVCE).

### Résultats :

La surpression induite par l'explosion de propane est 206 mbar.

Le rapport-cadre CARBURA [6] sur la sécurité des installations de stockage définit les effets de l'exposition à une onde de choc.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D7. Les rayons de létalité centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E6.

EFFECTS – Explosion – Distance (m)		
Surpression (mbar)	Impact sur les personnes	Distance (m)
210	10% de décès à l'air libre	38

Tableau 14 Scénario 7 : Distances de létalité

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération continue et inflammation retardée de propane pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.5 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 200 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.2.8 Scénario 8 : Formation d'un nuage toxique après une perte continue d'ammoniac

### Description du scénario :

Un camion transportant deux fûts de 500 kg d'ammoniac est victime d'un accident grave. Les deux fûts sont endommagés et ils se déversent entièrement sur le sol au rythme de 8.3 kg/s pendant une minute. Un nuage toxique d'ammoniac se forme : 500 kg d'ammoniac sont libérés dans l'atmosphère.

### Hypothèses prises en considération :

- Température ambiante : 15°C
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Localisation verticale des cibles : 1.5 m
- Température initiale dans le contenant : 15°C
- Conditions météorologiques : Distinction Jour et Nuit :
  - Jour: dans 20% des cas : classe de Pasquill B avec une vitesse de vent de 0.5 m/s à 10 m au-dessus du sol. Dans les cas restants : classe de Pasquill D (situation courante, atmosphère neutre) avec une vitesse de vent de 5 m/s à 10 m au-dessus du sol ;
  - Nuit : classe de Pasquill F (scénarios « heures restantes », hypothèse conservatrice, et atmosphère très stable) avec une vitesse de vent de 2 m/s à 10 m au-dessus du sol.
- Rugosité du sol : grands obstacles, grands objets éparpillés (entre 15 et 20 m de hauteur)

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée grâce au logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation de la dimension de la brèche permettant une libération de propane avec un débit de 33.3 kg/s : la brèche formée a un diamètre de 30 mm ;
- Modélisation d'une dispersion atmosphérique de nuage toxique.

### Résultats :

Les distances de dispersion du nuage d'ammoniac ont été calculées pour différentes valeurs de létalité.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D8. Les rayons de létalités pour le scénario Jour – Pasquill D (correspondant aux rayons de létalité les plus importants) centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E7.

EFFECTS – Atmosphérique dispersion – Distance (m)			
Pasquill – Vitesse du vent	Jour Classe B – 0.5 m/s	Jour Classe D – 5 m/s	Nuit Classe F – 2 m/s
Létalité 99 %	10	7	5
Létalité 50 %	29	43	40
Létalité 1 %	35	97	53

Tableau 15 Scénario 8 : Distances de dispersion



## Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération continue pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 500 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.6 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 500 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## **4.2.9 Scénario 9 : Formation d'un nuage toxique après une perte spontanée d'ammoniac**

### Description du scénario :

Un camion transportant deux fûts de 500 kg d'ammoniac est victime d'un accident grave. Les deux fûts sont endommagés et se déversent intégralement sur le sol au rythme de 500 kg/s. Un nuage toxique d'ammoniac se forme.

### Hypothèses prises en considération :

- Température ambiante : 15°C
- Humidité relative dans l'air : 70%
- Température de la substance dans le contenant : 5°C
- Conditions météorologiques : Distinction Jour et Nuit :
  - Jour: dans 20% des cas : classe de Pasquill B avec une vitesse de vent de 0.5 m/s à 10 m au-dessus du sol. Dans les cas restants : classe de Pasquill D (situation courante, atmosphère neutre) avec une vitesse de vent de 5 m/s à 10 m au-dessus du sol ;
  - Nuit : classe de Pasquill F (scénarios « heures restantes », hypothèse conservatrice, et atmosphère très stable) avec une vitesse de vent de 2 m/s à 10 m au-dessus du sol.
- Rugosité du sol : grands obstacles, grands objets éparpillés (entre 15 et 20 m de hauteur)

### Modélisation des effets :

La modélisation a été réalisée grâce au logiciel EFFECTS 8.1 du TNO selon la méthodologie suivante :

- Modélisation d'une dispersion instantanée d'un nuage toxique.

### Résultats :

Les distances de dispersion du nuage d'ammoniac ont été calculées pour différentes valeurs de mortalité.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus avec EFFECTS. Le détail des calculs est présenté en ANNEXE D9. Les rayons de létalité centrés sur le point d'incident sont représentés en ANNEXE E8.

EFFECTS – Atmosphérique dispersion – Distance (m)			
Pasquill – Vitesse du vent	Jour Classe B – 0.5 m/s	Jour Classe D – 5 m/s	Nuit Classe F – 2 m/s
Létalité 99 %	2.5	2.5	2.5
Létalité 50 %	20	22	32
Létalité 1 %	64	67	150

Tableau 16 Scénario 9 : Distances de dispersion

### Notation des effets :

Pour le décompte des victimes, aucun auto-sauvetage, ni évacuation de personnes n'a été pris en compte (hypothèse majorante).

Les facteurs de protection des bâtiments pris en compte correspondent aux facteurs de protection définis en cas de libération instantanée pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 500 mètres, à savoir :

- Facteur de protection de 0.4 pour les bâtiments présents dans le périmètre 0 – 500 mètres.

Les calculs des IAM pour chacune des hypothèses sont présentés en ANNEXE F .

## 4.3 Arbres des conséquences

Le déroulement des différents scénarios d'accident est décrit à l'aide d'un arbre des conséquences. Ce dernier est présenté de manière schématique dans les paragraphes suivants et pour chacune des substances de référence retenues. Les arbres des conséquences développés se trouvent en ANNEXE G . À noter que les informations probabilistiques présentées dans la méthodologie fédérale [3] ont principalement servi de base à la détermination de la probabilité d'occurrence de chacun des scénarios présentés.

### 4.3.1 Essence

La Figure 5 présente l'arbre des événements de la substance de référence « essence » (liquides inflammables).

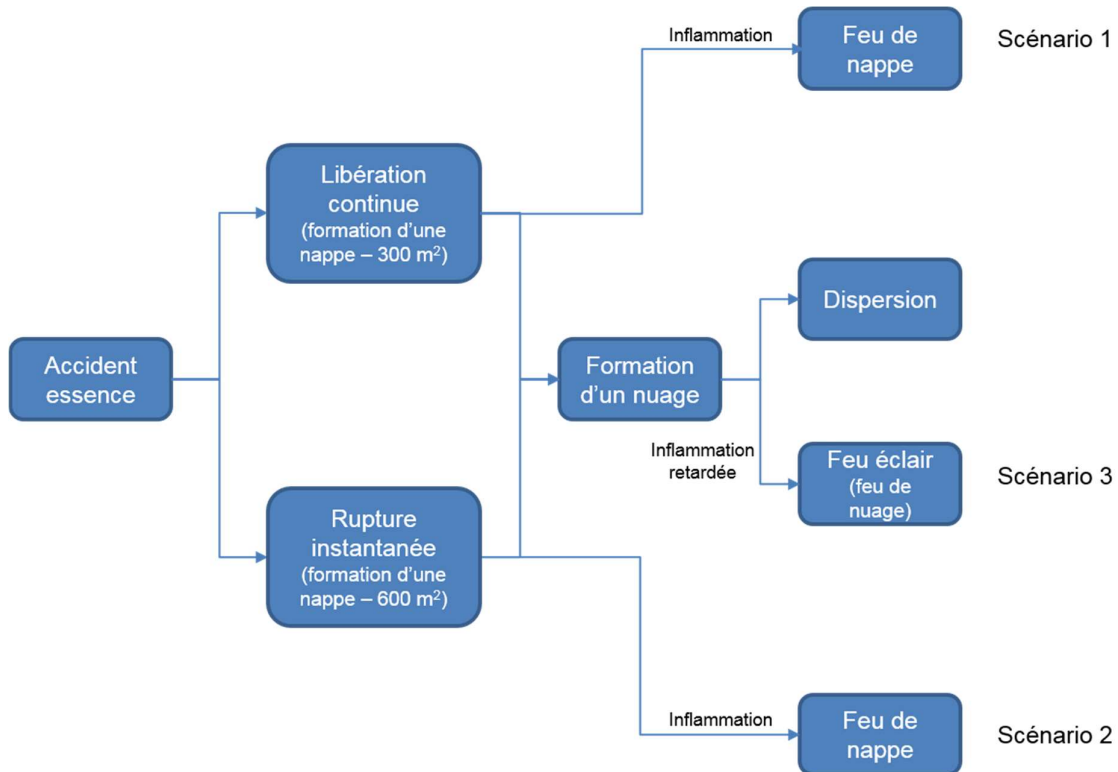


Figure 5 Arbre des événements de la substance de référence « essence »

Selon le type de libération et la présence ou non d'une source d'ignition, trois conséquences distinctes peuvent être identifiées. Ces dernières donnent lieu aux scénarios impliquant un liquide inflammable : le feu de nappe suite à la formation d'une flaque plus ou moins importante (scénarios 1 et 2) et le feu éclair (scénario 3).

Le calcul des conséquences de chacun des scénarios ci-dessus prend encore en compte les données locales et temporelles de l'accident à savoir la période de la semaine, la présence ou non d'un embouteillage ainsi que la présence ou non d'un tram.

L'ANNEXE G1 présente l'arbre des conséquences complet ainsi que les probabilités d'occurrence de chacun des scénarios.

## 4.3.2 Propane

La Figure 6 ci-après présente l'arbre des évènements de la substance de référence « propane » (gaz liquéfiés sous pression).

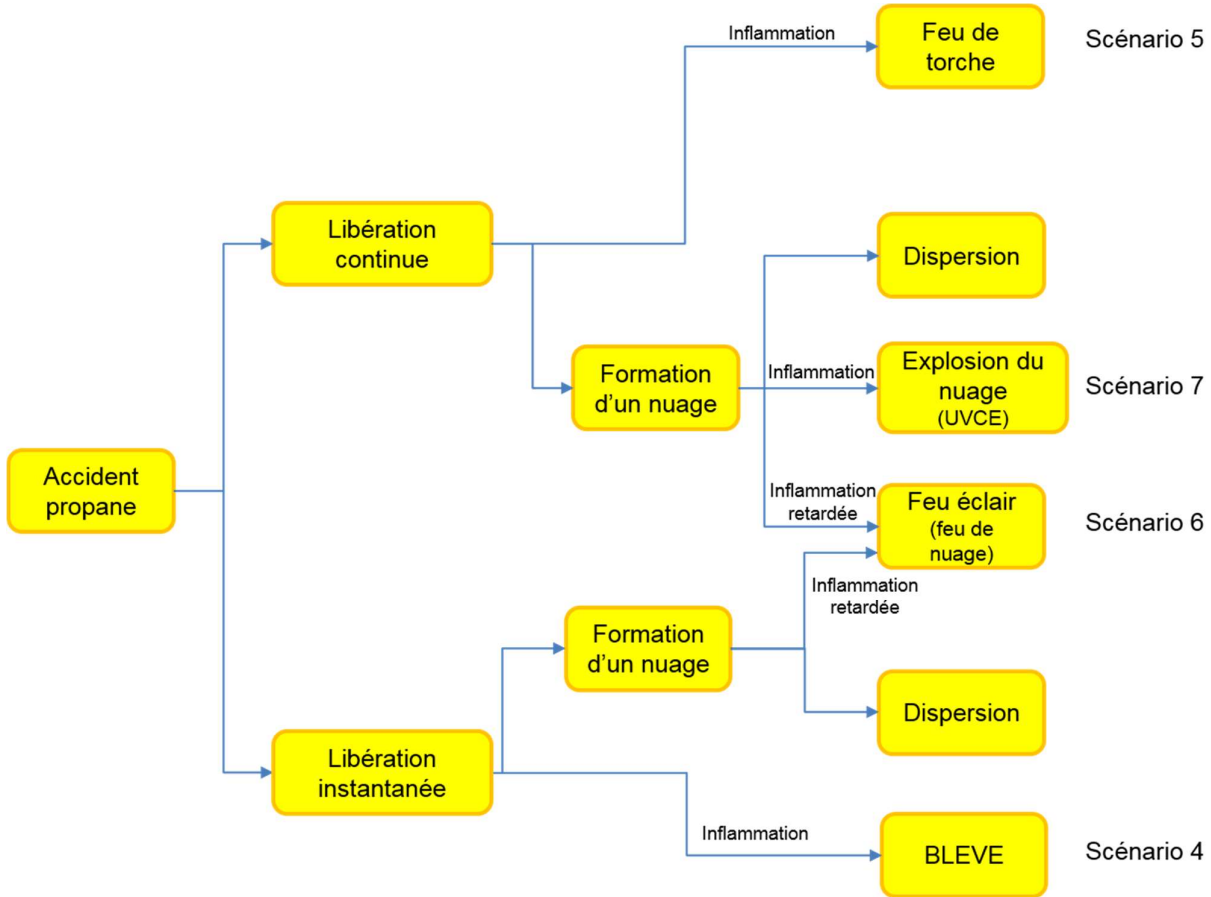


Figure 6 Arbre des évènements de la substance de référence « propane »

Les conséquences en cas d'accident impliquant un gaz liquéfié sous pression de type « propane » pouvant générer des victimes sont au nombre de quatre. Le type de libération (continue ou instantanée) ainsi que la caractéristique de la source d'ignition (immédiate, retardée ou explosive) permettent de différencier les quatre scénarios retenus : le BLEVE (scénario 4), le feu de torche (scénario 5), le feu éclair (scénario 6) et l'explosion du nuage formé (scénario 7).

Pour déterminer les probabilités de chacun des scénarios, les conditions temporelles et locales suivantes sont également intégrées à l'arbre des conséquences : la période de la semaine, la météorologie (direction du vent), la présence ou non d'un embouteillage ainsi que la présence ou non d'un tram.

L'ANNEXE G2 présente l'arbre des conséquences complet ainsi que les probabilités d'occurrence de chacun des scénarios.

### 4.3.3 Ammoniac

La Figure 7 ci-après présente l'arbre des événements de la substance de référence « ammoniac » (gaz toxique).

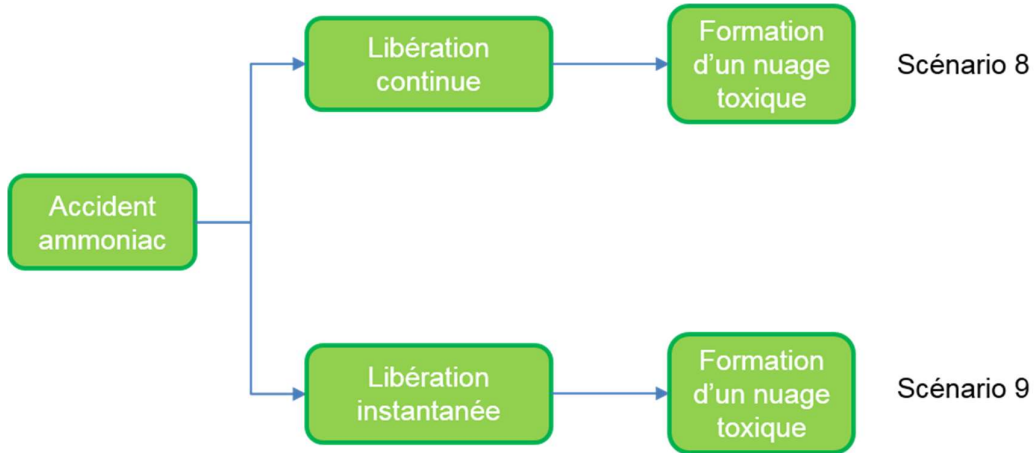


Figure 7 Arbre des événements de la substance de référence « ammoniac »

Dans le cas d'un accident impliquant un camion d'ammoniac, il y aura formation d'un nuage toxique plus ou moins important selon le type de fuite générée et les conditions météorologiques rencontrées.

À noter que les conditions temporelles et locales sont également prises en compte dans le calcul probabilistique des différents scénarios. Il s'agit plus spécifiquement de la période de la semaine, des conditions météorologiques, de la présence ou non d'un embouteillage et de la présence ou non d'un tram.

L'ANNEXE G3 présente l'arbre des conséquences complet ainsi que les probabilités d'occurrence de chacun des scénarios.

## 5. Courbes probabilités/conséquences

La définition du risque est composée d'une dimension probabiliste associée à la dimension de l'ampleur des dommages. La représentation reliant la probabilité d'occurrence d'un accident à un nombre potentiel de victimes est l'outil graphique utilisé pour apprécier le risque résiduel pour la population.

Les paragraphes suivants présentent les courbes PC pour les deux horizons d'études définis au paragraphe 4.2.

Les tableaux d'indices d'accident majeur / probabilités cumulées pour les deux horizons d'étude sont présentés en ANNEXE F.

Suite à l'étude de l'efficacité de l'évacuation des eaux de chaussée établie dans le cadre du projet de la PEM et présentée en ANNEXE H , les courbes PC ont été réévaluées pour ce deux horizons temporels en considérant les conclusions de cette étude. Ces courbes sont présentées au chapitre 5.3.

### 5.1 État actuel

La figure ci-après présente la courbe de risques pour la situation actuelle. Quatre courbes PC peuvent y être distinguées : les courbes PC pour un accident impliquant l'essence, le propane, l'ammoniac ainsi que la courbe dite totale qui représente la courbe cumulative du risque pour la population.

À l'état actuel, le risque pour la population le long de la route de Chancy au droit du futur PLQ Vailly se situe dans la partie inférieure du domaine intermédiaire.

La courbe PC est principalement influencée par les scénarios impliquant l'essence dans le domaine des conséquences « faibles » (dommages inférieurs à 25 victimes).

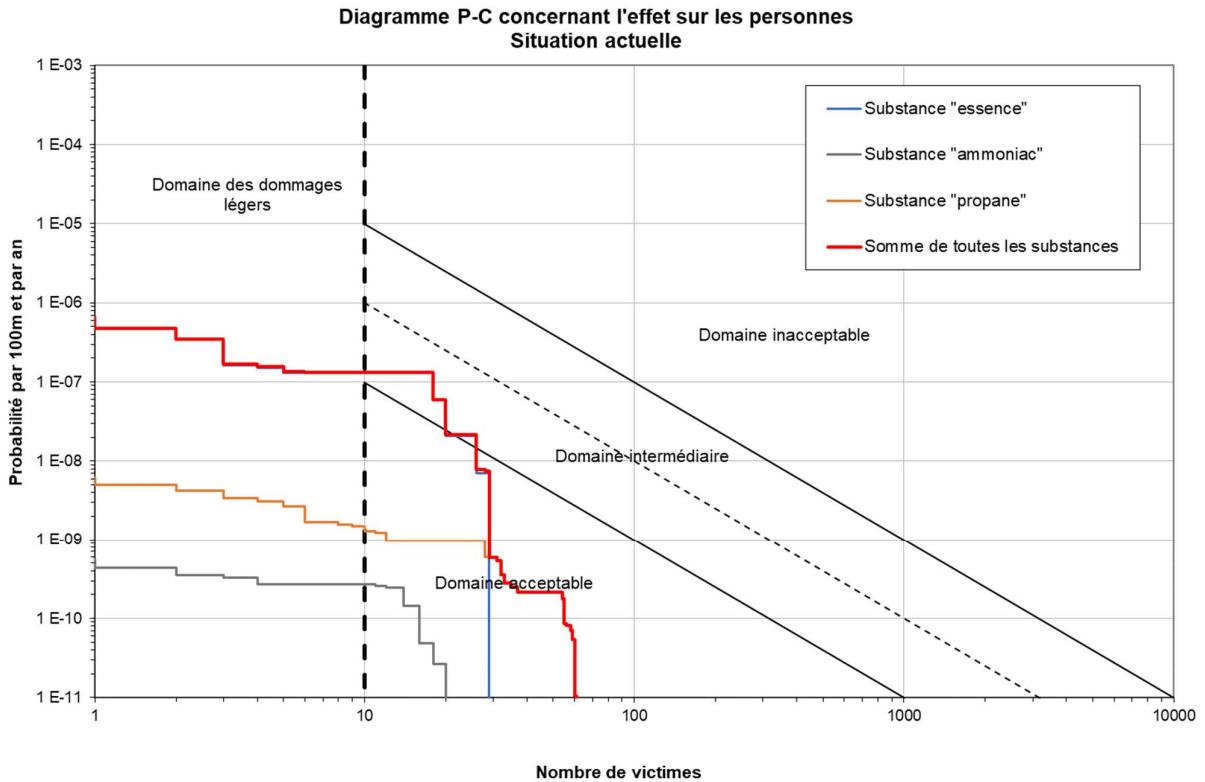


Figure 8 PLQ Vailly - Courbe probabilités-conséquences pour la situation actuelle

Du fait de l'absence de logements ou d'activités au droit du périmètre de Vailly, les victimes sont principalement des personnes présentes sur l'axe routier « route de Chancy ».

Ils tiennent également compte de la mise en service de la ligne de tramway jusqu'à Vailly qui implique une augmentation du nombre de personnes à proximité immédiate du point d'accident (dans le tram ou sur le quai) ce qui a une incidence sur l'augmentation des victimes potentielles en cas d'accident impliquant une matière dangereuse.

## 5.2 État futur 2025

La courbe de risque, pour l'horizon futur 2025 au droit du PLQ Vailly avec le projet actualisé de PLQ, le prolongement du tramway et l'aménagement du demi-boulevard des Abarois, est présentée sur la Figure 9 ci-après.

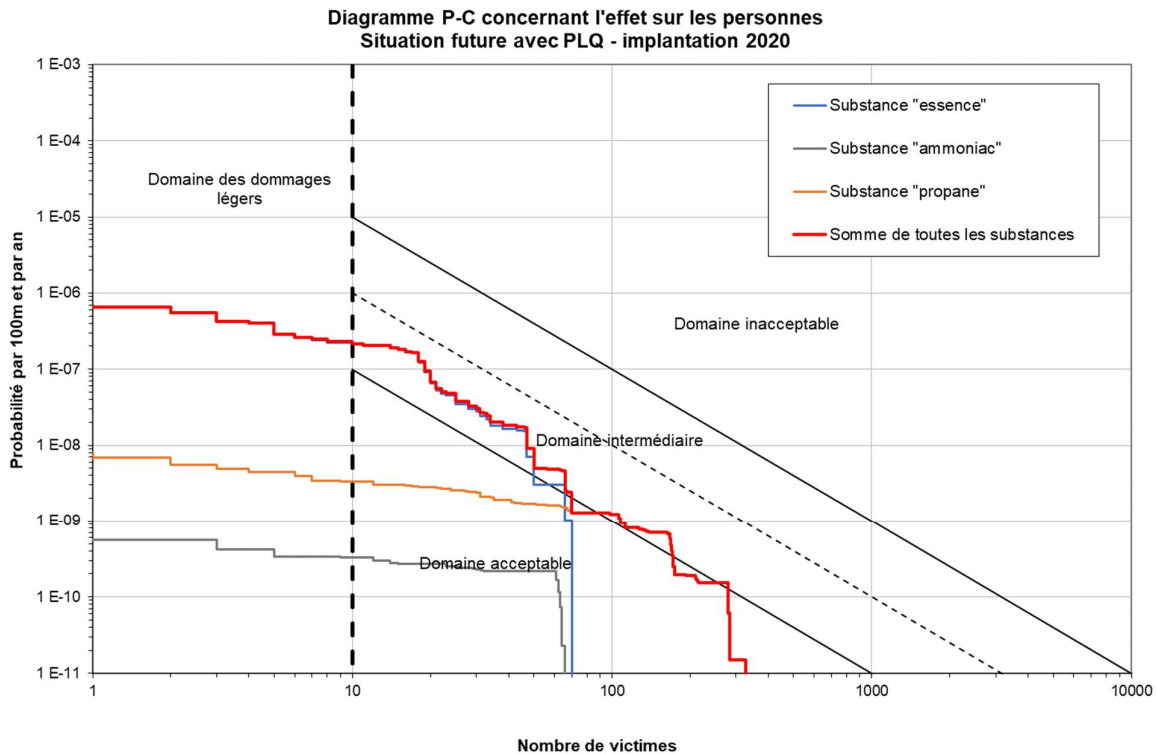


Figure 9 PLQ Vailly - Courbe probabilités-conséquences pour la situation future

Le risque pour la population se situe dans la partie inférieure du domaine intermédiaire. Les contributions principales à la courbe de risque cumulée sont liées au transport d'essence et, dans une moindre mesure, au propane.

Les calculs ont été effectués avec l'hypothèse d'une augmentation du transport de marchandises dangereuses proportionnelle au TJM soit une augmentation de 20 % du trafic routier de marchandises dangereuses. Cette hypothèse constitue une hypothèse majorante, du fait de la nature de la densification planifiée au niveau du Grand Projet Bernex qui est majoritairement de nature résidente.

L'analyse détaillée de la courbe PC au droit du PLQ Vailly amène les commentaires suivants :

- Le développement du PLQ Vailly induit une augmentation significative de personnes (habitants et employés) dans un secteur non urbanisé à l'heure actuelle.  
L'étude de risque a été effectuée au niveau du bâtiment E, face à l'arrêt de tramway afin d'évaluer les risques maximaux au niveau du PLQ. Le bâtiment E se situe alors pour l'ensemble des scénarios en partie ou intégralement dans leur périmètre d'étude.
- Les scénarios impliquant la substance « essence » ont une probabilité d'occurrence importante. Ils ont une incidence élevée sur la courbe cumulative qui se maintient toutefois largement dans la partie inférieure du domaine intermédiaire.
- Les scénarios impliquant la substance « propane » sont les plus décisifs en termes de victimes potentielles mais présentent une probabilité d'occurrence faible.



La comparaison de la courbe de risque obtenue dans le cadre de la présente actualisation (nouvelle image directrice, modifications projet PEM) avec la courbe du projet initial du PLQ étudiée en 2017 représentée sur la Figure 10 ci-après, met en évidence une diminution du niveau du risque. Le niveau de risque évalué en 2017 montrait une incursion dans la partie supérieure du domaine intermédiaire pour les scénarios liés au transport « d'essence ». La nouvelle image directrice du PLQ répartit de manière plus uniforme les sources de présence sur le périmètre du projet et permet ainsi de diminuer le risque lié aux scénarios « essence ».

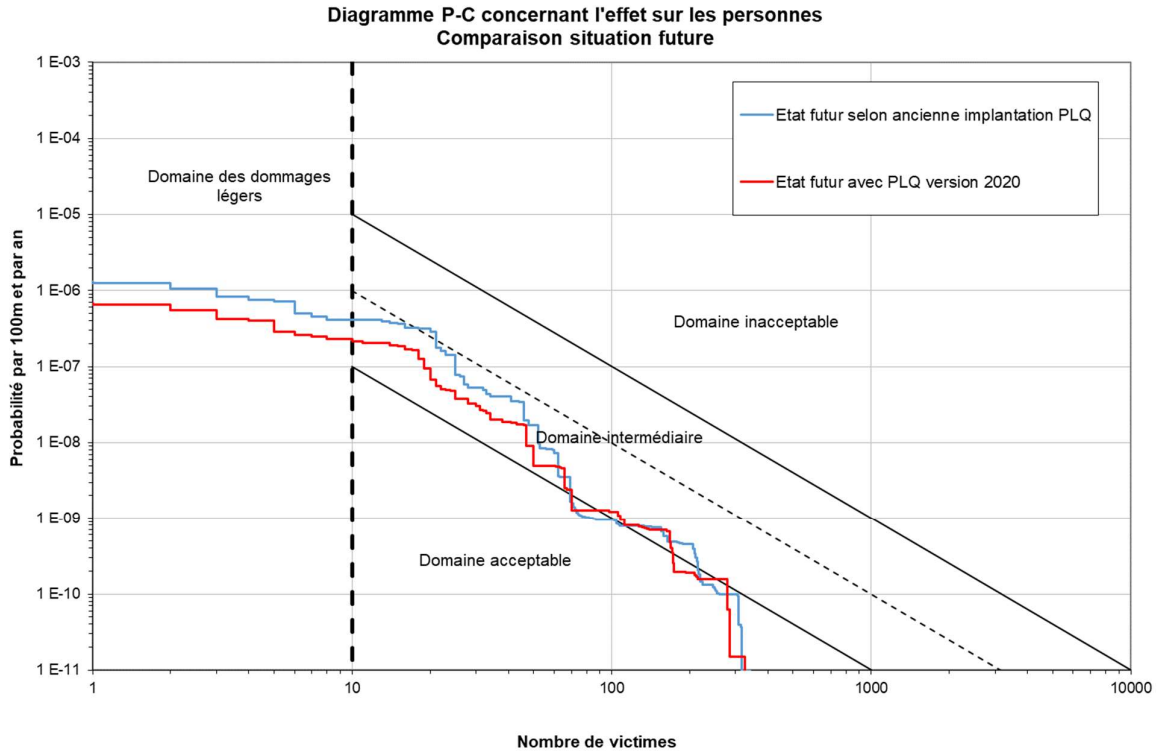


Figure 10 Courbes probabilité-conséquences pour la situation future – image directrice 2017 / nouvelle implantation 2020

### 5.3 Évaluations relatives aux mesures à la source

Dans le cadre du développement du projet de la PEM, une étude sur l'efficacité de l'évacuation des eaux de chaussée a été effectuée afin de déterminer la nécessité de mise en œuvre de mesures à la source afin de réduire le risque sur la population. Ces différents éléments ont fait l'objet d'une séance avec le SERMA tenue le 10 février 2020.

Les hypothèses relatives aux tailles de nappe considérées suite à cette étude sont présentées ci-après :

Scénario	Tailles de nappe		
	Hypothèses de base	Nouvelles hypothèses – système d'évacuation actuel	Nouvelles hypothèses – mise en œuvre de mesures de réduction des tailles de nappe
Scénario 1 – fuite continue	300 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
Scénario 2 – fuite instantanée	600 m <sup>2</sup>	1'000 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>

Les modélisations de ces différents scénarios sont présentées au chapitre 4.2.

L'étude élaborée dans le cadre du projet de la PEM indique que le réseau actuel permet d'évacuer efficacement un déversement lié à une fuite continue. Afin de réduire les tailles de nappe liées aux fuites instantanées, plusieurs mesures peuvent être mises en œuvre et notamment :

- Augmentation des tailles de branchements de D200 à D300 (la taille des branchements constitue le premier facteur limitant pour l'absorption d'un débit important) ;
- Augmentation de la taille du collecteur D300 à D700.

Une diminution encore plus importante des tailles de nappes nécessiterait une modification du type de grille utilisées.

Les courbes probabilités conséquences liées aux scénarios essence sont présentées ci-après

#### 5.3.1 Courbes P-C essence état actuel

La courbe de risque « essence », pour l'état actuel au droit du PLQ Vailly en considérant les hypothèses de base et les nouvelles hypothèses relatives aux tailles de nappe « d'essence » est présentée sur la Figure 11. En considérant les nouvelles hypothèses le risque se situe toujours dans la partie inférieure du domaine intermédiaire.

La diminution du niveau de risque jusqu'à environ 20 victimes est principalement liée à la diminution de la taille de la nappe liée aux fuites continues (scénario n°1). L'augmentation du risque à partir de 20 victimes est liée à l'augmentation de la taille de la nappe pour une fuite instantanée (scénario n°2).

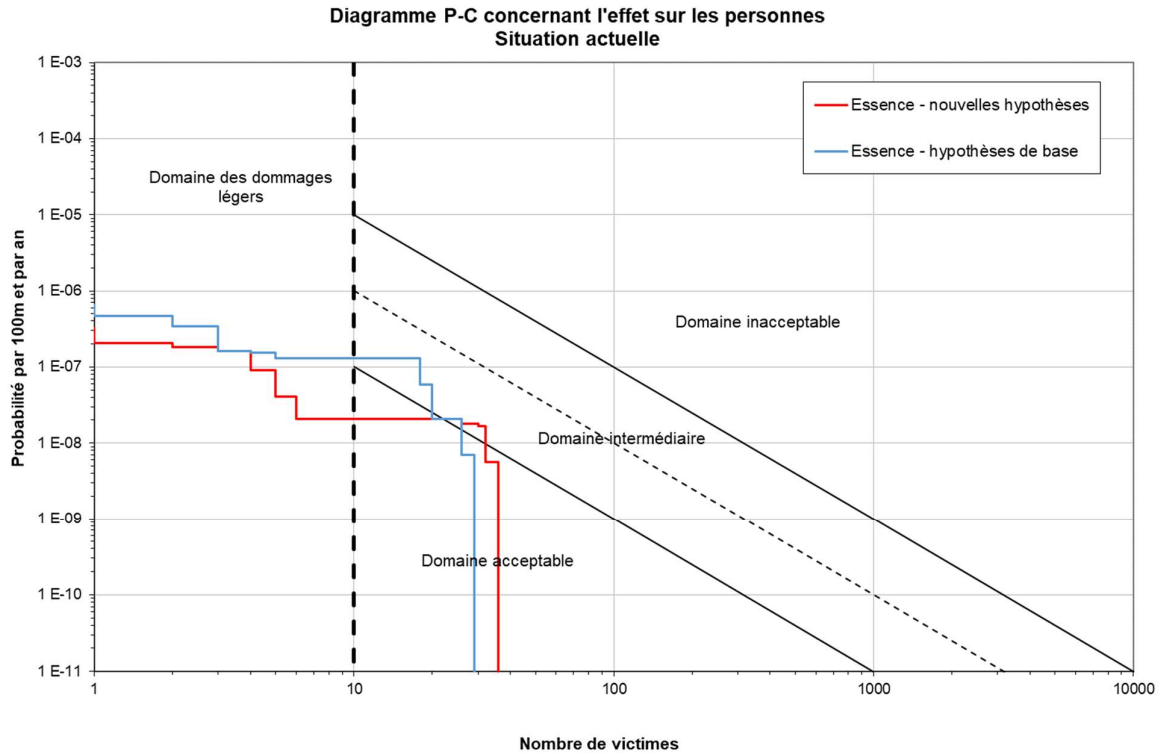


Figure 11 : Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation actuelle – comparaison entre les hypothèses de tailles de nappe

### 5.3.2 Courbes P-C essence état futur avec projet

La courbe de risque « essence », pour l'état futur avec projet au droit du PLQ Vailly en considérant les hypothèses de base et les nouvelles hypothèses relatives aux tailles de nappe « d'essence » est présentée sur la Figure 12. En considérant les nouvelles hypothèses le risque se situe toujours dans la partie inférieure du domaine intermédiaire.

Les différences entre les deux courbes sont liées aux mêmes facteurs présentés au chapitre 5.3.1 pour l'état actuel.

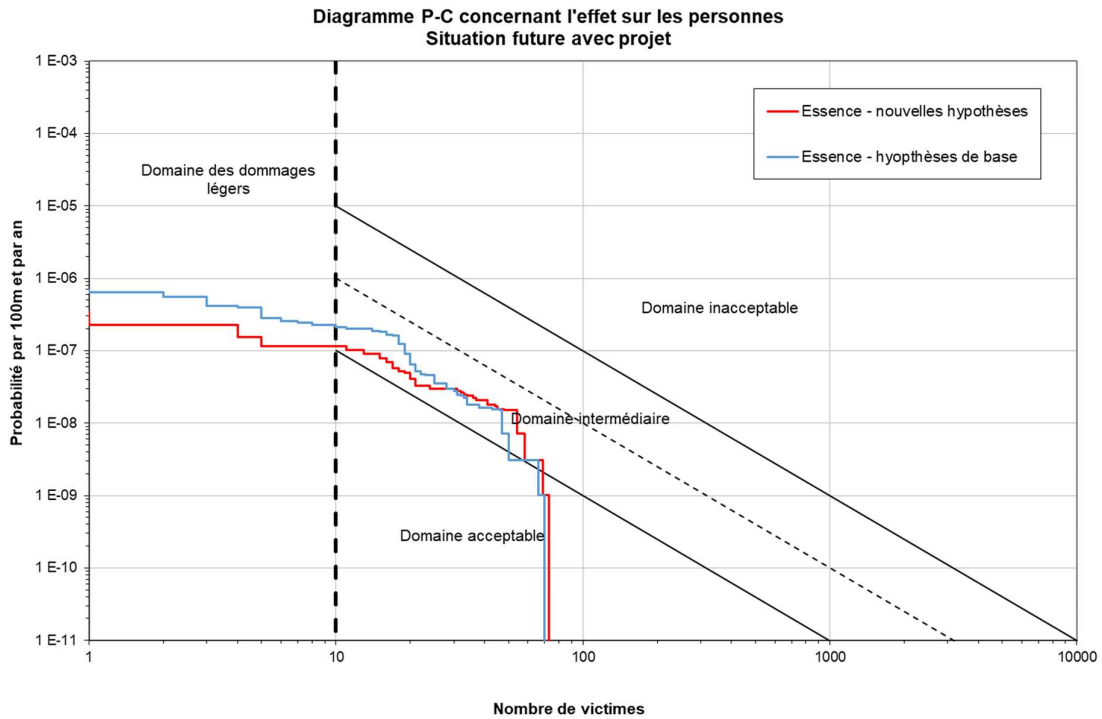


Figure 12 : Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation future – comparaison entre les hypothèses de tailles de nappe

La figure ci-après présente l'effet de la mise en œuvre de mesures permettant d'augmenter l'efficacité d'évacuation du réseau de collecte des eaux de chaussée en considérant les nouvelles hypothèses de tailles de nappe.

La mise en œuvre de mesures à la source permet donc d'abaisser le niveau de risque mais ce dernier reste dans la partie inférieure du domaine intermédiaire. À noter que ces mesures ont un effet uniquement sur le scénario n°2 lié aux fuites instantanées. En effet le réseau d'évacuation actuel permet déjà d'évacuer efficacement les déversements liés à une fuite continue et permet d'admettre une taille de nappe « d'essence » de 40 m<sup>2</sup>.

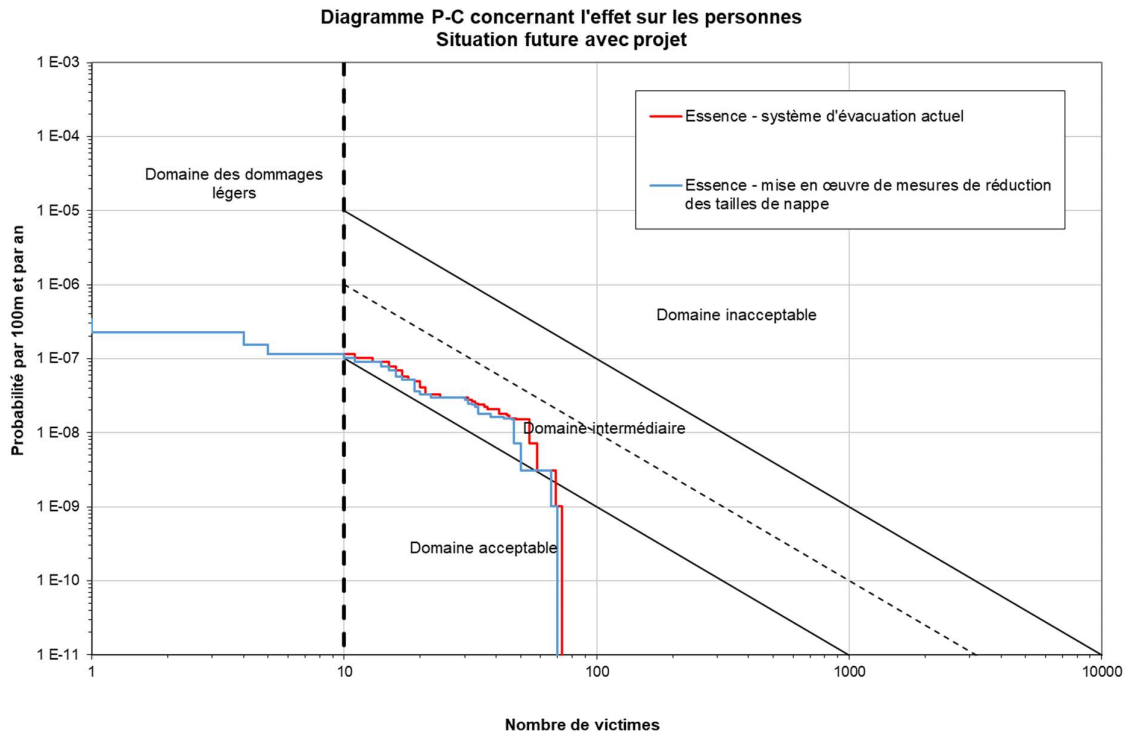


Figure 13 : Courbes probabilité-conséquences pour l'essence et la situation actuelle – mise en œuvre de mesures de réduction de tailles des nappes

## 6. Conclusions et recommandations

Le présent rapport porte sur l'étude des risques induits par le transport de substances dangereuses sur la route de Chancy après la réalisation du PLQ Vailly selon la nouvelle image directrice du PLQ, du prolongement de la ligne de tramway et en considérant la réalisation du demi-boulevard des Abarois.

La courbe de risque obtenue avec le projet de PLQ Vailly se situe dans la partie inférieure du domaine intermédiaire. Le transport « d'essence » est le principal contributeur au niveau du risque.

L'intégration des mesures de sécurité suivantes est préconisée pour le PLQ Vailly :

- Chaque bâtiment devra faire l'objet d'un concept d'évacuation permettant une évacuation à l'opposé de la source du risque (route de Chancy).
  - Les logements disposeront d'une entrée d'immeuble permettant ce type d'évacuation. Les surfaces d'activités dont l'accès principal sera situé côté route de Chancy auront des sorties d'évacuation permettant de sortir au sud.
  - Les façades des surfaces commerciales et d'activités intégreront les recommandations du guide pratique des mesures OPAM (SERMA, septembre 2020, <http://www.ge.ch/document/mesures-protection-opam>).
  - Pour les équipements publics, les exigences à considérer vis-à-vis des objectifs en matière de protection contre les accidents majeurs ont été déterminées de manière préliminaire sur la base du cadre réglementaire en vigueur. Ces dernières sont synthétisées ci-après
- Tous les équipements publics situés dans le secteur Vailly devront intégrer un concept d'évacuation permettant une évacuation de secours à l'opposé de la route de Chancy
  - La construction d'un nouveau bâtiment sur le site de l'école de Robert-Hainard pour l'extension du groupe scolaire sur le périmètre de l'école existante est située dans une zone à bâtir et en dehors des rayons de létalité des scénarios essence. Aucune contrainte supplémentaire n'est à considérer au stade actuel des études.
  - Si l'extension du groupe scolaire se réalise dans le périmètre du PLQ Vailly, l'implantation d'une extension dans le périmètre des 100 m ne nécessite aucune mesure spécifique de coordination mais des mesures d'aménagement doivent toutefois être examinées.

Lors de la séance du 9 juin 2022, la DELTAT s'est positionnée sur le groupe scolaire et est favorable à l'extension de l'école Robert Hainard sur la commune de Bernex dans le périmètre du PLQ Vailly malgré l'exposition de cet établissement sensible au sens de l'OPAM à un risque d'accident majeur. Elle valide l'inscription des principes de protection OPAM dans les documents du PLQ en vue de la requête en autorisation de construire (DD). La pesée des intérêts formelle sera faite lors de l'adoption du PLQ par le Conseil d'Etat.

- La construction d'une crèche en dehors de la limite des 100 m de la route de Chancy n'augmentera pas le risque de manière significative.
- La mise à disposition de surfaces au sein du PLQ Vailly pour l'implantation d'activité parascolaire et de locaux socio-culturel polyvalent devront se situer à plus de 50 m du bord de la chaussée de la route de Chancy. A ce stade de développement du projet, les activités en question se situent à plus de 50 m du bord de la chaussée.

- La nécessité et les modalités de mise en œuvre de ces mesures de protection seront réévaluées dans le cadre des demandes en autorisation de construire notamment en lien avec l'intégration de mesures de protection à la source.
- Aménagement de surfaces perméables le long de la route de Chancy afin d'éviter la formation de flaques d'essence lors d'un accident ;

La mise en œuvre de mesures permettant une évacuation efficace d'un déversement accidentel sur la route de Chancy a également été étudiée dans le cadre du projet PEM. Cette étude a montré que le système d'évacuation des eaux de chaussée pouvait être adapté afin de réduire les tailles de nappes d'essence liées à une fuite instantanée. Selon les échanges advenus lors de la séance tenue le 10.02.2021, ces mesures devraient être prises dans le cadre du projet PEM et permettre de réduire ultérieurement le niveau de risque sur le PLQ Vailly.

## CSD INGENIEURS SA



Eric Säuberli



pp. Nicolas Gouneaud  
Chef de département

Genève, le 24.08.2022

## AUTRE(S) COLLABORATEUR(S) CHARGÉ(S) DE L'ÉTUDE

Aline Guillaume-Gentil, Cheffe de projet risques industriels

W:\Carouge\Mandats\GE1678 Vailly\GE1678.800 - PLQ Vailly 2020\06 Documents de travail\60 - MAJ 2022\01 - OPAM\GE1678.800\_ER\_OPAM\_VAILLY\_V2022.docx

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

**ANNEXE A      CAHIER DES CHARGES « GRAND PROJET BERNEX –  
ETUDE DE RISQUE SELON OPAM LE LONG DE LA ROUTE  
DE CHANCY », 6.6.2016, SERMA**





DETA – SERMA  
Quai du Rhône 12  
1205 Genève

Genève, le 6 juin 2016

N/réf. : PST/JRO/MS/GW

## **Grand projet Bernex – ETUDE INTERNE A L'ADMINISTRATION**

### **Etude de risque selon l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)**

#### **Sensibilité aux risques OPAM des PLQ(s) le long de la Route de Chancy**

#### **ELÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES**

### **1. Contexte**

Dans le cadre de l'urbanisation du Grand Projet Bernex, le transport de matières dangereuses (TMD) sur la route de Chancy (RC4) et la bretelle de l'autoroute représente une source de risques d'accidents majeurs pour la population.

Avec la construction prévue du barreau routier - boulevard des Abarois - le tronçon parallèle de la route de Chancy ne devrait plus être assujéti à l'OPAM. En effet, le TMD sera dévié sur le bvd des Abarois et libèrera la route de Chancy, du croisement de Vailly à l'échangeur autoroutier, des contraintes OPAM.

Toutefois, dans le cas où le boulevard des Abarois ne serait pas réalisé, ou si sa réalisation est significativement décalée dans le temps, le TMD serait maintenu sur la route de Chancy qui resterait ainsi assujéti à l'OPAM.

L'objectif du présent mandat est de déterminer le risque d'accidents majeurs résultant du développement des PLQ situés le long de la route de Chancy si le boulevard des Abarois n'était pas construit.

Sont concernés les PLQ le long de la route de Chancy de la 1<sup>ère</sup> étape d'urbanisation:

- St Matieu
- Grouet
- Vailly
- Coisée

- Vuillonex

Les secteurs de la Croisée et du Vuillonex ne sont pas au même stade de planification et pourront être traités dans un second temps. Ce point sera validé lors de la séance de démarrage de l'étude

Le secteur de la Goutte et son programme scolaire sera analysé dans le cadre d'une autre étude.

## 2. Objectifs

L'objectif de l'étude est d'effectuer une étude de risque selon l'OPAM pour chaque PLQ afin d'évaluer le niveau de risque d'accidents majeurs.

Cette étude doit mettre en évidence quelle est la sensibilité des PLQ actuellement en cours de développement par rapport à l'OPAM.

En fonction du niveau de risque évalué par PLQ, il s'agira de préciser si le risque est acceptable ou dans le cas contraire ce qui devrait être adapté pour que le risque soit jugé acceptable.

## 3. Méthodologie pour les études de risque

Étude de risque selon l'analyse des arbres de défaillance et d'évènement (arbres causes / conséquences) sur la base des images des PLQ actuellement connues.

Il s'agira de :

- Modéliser divers scénarios accidentels possibles, pour une position de l'accident au centre du tronçon étudié. Ce dernier correspondra à la portion de la route de Chancy située au droit du PLQ concerné (à définir précisément avec le SERMA).
- Déterminer leurs conséquences en termes de nombre de victimes et d'y associer des fréquences d'occurrence propres pour chaque scénario dans son contexte. On tiendra compte des occupations en fonction des périodes : jour/nuit, jours ouvrables / fériés.
- Prendre en compte la rose des vents (directions et classes de stabilité atmosphérique) dans les calculs de dispersion atmosphérique de produits inflammables et toxiques.
- Prendre en compte la topographie ou tout autre élément contextuel particulier.

## 4. Données

- Transport de marchandises dangereuses (TMD) actuel et futur sur la route de Chancy  
=> selon données SERMA
- Trafics actuel et futur (TPG (bus, tram), véhicules individuels) : données à récolter auprès des TPG, DGT.

L'état futur mobilité est à comprendre comme étant avec le TCOB mais SANS le bvd des Abarois horizon 2022.

Le bureau d'ingénieur OPAM devra intégrer le coût de la réalisation de ce plan de charge par le bureau MRS, mandataire trafic des PLQ en cours, dans son offre.

=> M. Meiffren (DGT) informe MRS de la présente demande et valide le plan de charge avant de le transmettre au mandataire OPAM.

- Population

=> Population actuelle : selon OFS.

=> Population future : selon agrégat OFS et SYNTHURBA (potentiel de développement maximum, indépendant de l'année) ainsi que selon les données des projets de PLQ. Les hypothèses (affectation, densité), éventuellement avec des variantes, sont à valider par l'office de l'urbanisme.

- Images des PLQ : localisation et emprise des bâtiments, affectations (y compris les installations sensibles), nombre de personnes par bâtiment.

=> M. Robyr et Mme Brogi sont les personnes de contact à l'OU pour la transmission et la validation ces données de base.

## 5. Scenarii pour l'étude de risque

- Accidents avec essence : fuite continue, rupture totale donnant lieu à un feu de nappe, ou à l'incendie d'un nuage de vapeurs (flash fire).
- Accidents avec propane : BLEVE, feu de torche, flash fire et explosion d'un nuage de gaz (UVCE).
- Accidents avec ammoniac : fuite continue de 1 cm, fuite moyenne de 5 cm, rupture totale.

## 6. Présentation des résultats

### Arbres des causes-conséquences

Les arbres de causes / conséquences sont à représenter de façon précise. Les probabilités de chaque cause et conséquence menant à un évènement sont à indiquer, de même que la probabilité finale de chaque évènement, associée à son indice d'accident majeur  $n_i$ .

### Tableaux des résultats

Tableaux d'indices d'accident majeur – probabilités cumulées, à partir desquels sont établies les courbes cumulatives.

### Profils de risque (courbes cumulatives)

Réalisation de courbes cumulatives pour chacune des substances représentatives : essence, propane, ammoniac.

Réalisation de courbes cumulatives totales (somme les substances représentatives).

## 7. Résumé

Résumé de l'étude de risque, destiné à informer les décideurs. Il doit être rédigé sous une forme compréhensible pour des profanes.

On évite les abréviations et le jargon professionnel doit être expliqué en conséquence.

## 8. Séances et délais d'étude

3 séances sont à prévoir:

- Démarrage de l'étude: semaine 25
- Rendu intermédiaire: semaine 27
- Rendu final: semaine 29

Le rapport d'étude pourra être transmis la 1<sup>ère</sup> quinzaine d'août.

## 9. Référence :

Manuel I OPAM, Aide à l'exécution pour entreprises utilisant des substances, des préparations ou des déchets spéciaux, Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne 2008.  
Téléchargement du fichier PDF: [www.environnement-suisse.ch/uv-0818-f](http://www.environnement-suisse.ch/uv-0818-f)

Manuel III OPAM, Directives pour voies de communication, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), décembre 1992.  
[www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00549/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00549/index.html?lang=fr)

Critères d'appréciation II OPAM – Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), août 2001.  
[www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00553/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00553/index.html?lang=fr)

Guide planification Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, Office fédéral du développement territorial (ARE) et al., 2013.  
<http://www.are.admin.ch/dokumentation/publikationen/00017/00291/index.html?lang=fr>

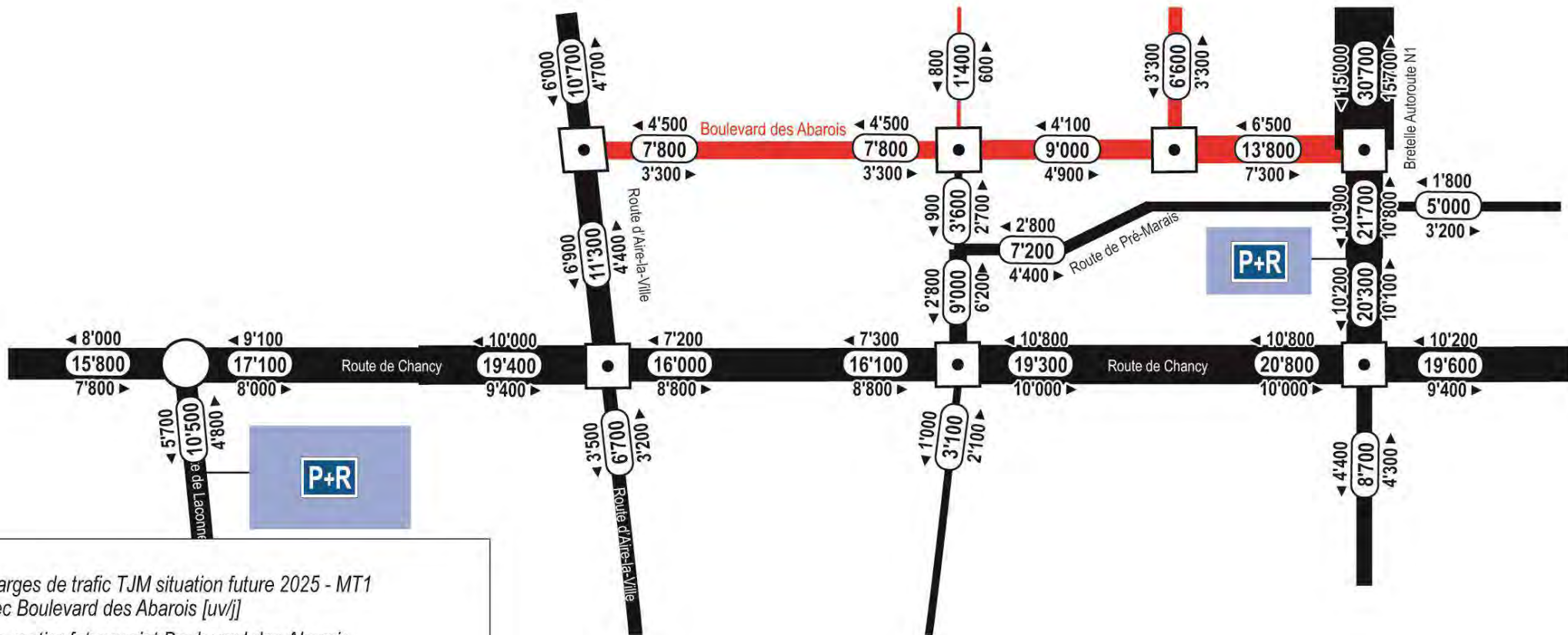
## 10. Mandant:

Le mandat sera pris en charge à parité par les 2 entités suivantes:

- DETA – DGE - SERMA :  
Contacts: Gilles WACHSMUTH et Jean-Marc ROUSSELLE
- DALE - OU – DDU-RG:  
Contacts: Pierre ROBYR et Magali BROGI

**ANNEXE B PLANS DE CHARGES TJM, BOULEVARD DES ABAROIS.  
CITEC, OCTOBRE 2020**

# Plan de charges Moyen terme – TJM





## CLASSES DE STABILITÉ DE PASQUILL

Source : Circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28/12/06 relative à la mise à disposition du guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes et des fiches d'application des textes réglementaires récents.

La stabilité atmosphérique est souvent décrite à l'aide de classes de stabilité de Pasquill. On distingue 6 classes allant des atmosphères très instables (A et B), aux atmosphères très stables (E et F), en passant par des atmosphères neutres (C et D). Il existe cependant d'autres systèmes de classification comme celle de Doury qui ne définit que deux classes : les classes de diffusion normale (DN) qui regroupent les classes A à D de Pasquill et les classes de diffusion faible (DF) qui regroupent les classes E et F de Pasquill.

De plus, certaines conditions de stabilité ne sont pas compatibles avec certaines vitesses de vent. Le tableau qui suit donne un exemple de la compatibilité des classes de stabilité de Pasquill avec certaines conditions météorologiques.

Vitesse du vent à 10 m [m/s]	JOUR			NUIT	
	Rayonnement solaire incident			Nébulosité	
	Fort	Modéré	Faible	Entre 4/8 et 7/8	< 3/8
< 2	A	A – B	B	F	F
2 – 3	A – B	B	C	E	F
3 – 5	B	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D



## **ANNEXE D      MODÉLISATIONS EFFECT**

- D1 : Scénario 1 – Essence – Fuite continue – Feu de nappe
- D2 : Scénario 2 – Essence – Rupture totale – Feu de nappe
- D3 : Scénario 3 – Essence – Rupture totale avec un flash fire gaz
- D4 : Scénario 4 – Propane – BLEVE
- D5 : Scénario 5 – Propane – Feu de torche
- D6 : Scénario 6 – Propane – Feu éclair
- D7 : Scénario 7 – Propane – UVCE
- D8 : Scénario 8 – Ammoniac – Nuage toxique après perte continue
- D9 : Scénario 9 – Ammoniac – Nuage toxique après perte spontanée

**Case description: Scénario 1 - Essence - Fuite continue - Feu de nappe - 300 m2****Model: Pool fire**

version: 5.11 (04.07.2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4

**Parameters**

## Inputs

Chemical name (YAWS)	GASOLINE (YAWS)
Pool size determination	Confined
Total mass released (kg)	20000
<i>Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
<i>Duration of the release (s)</i>	
Pool surface poolfire (m2)	300
Height of the observer position above ground level (m)	1.5
Height of the confined pool above ground level (m)	0
<i>Hole diameter (mm)</i>	
<i>Discharge coefficient (-)</i>	
<i>Initial height of the liquid above release point (m)</i>	
<i>Cross-sectional area of the tank (m2)</i>	
<i>Pool thickness (mm)</i>	
Temperature of the pool (°C)	15
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	100
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1

**Results**

Max Diameter of the Pool Fire (m)	19.544
Heat radiation at X (kW/m2)	0.45614
n% First degree burns distance (m)	43.365
n% Second degree burns distance (m)	31.499
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	30.704
Combustion rate (kg/s)	16.5
Duration of the pool fire (s)	1212.1
Heat emission from fire surface (kW/m2)	46.269
Flame tilt (deg)	39.077
View factor (%)	1.5169
Atmospheric transmissivity (%)	64.989
Flame temperature (°C)	679.27
Height of the Flame (m)	23.08
Calculated pool surface area (m2)	300
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	366.58
Weight ratio of H2O/chemical (%)	0

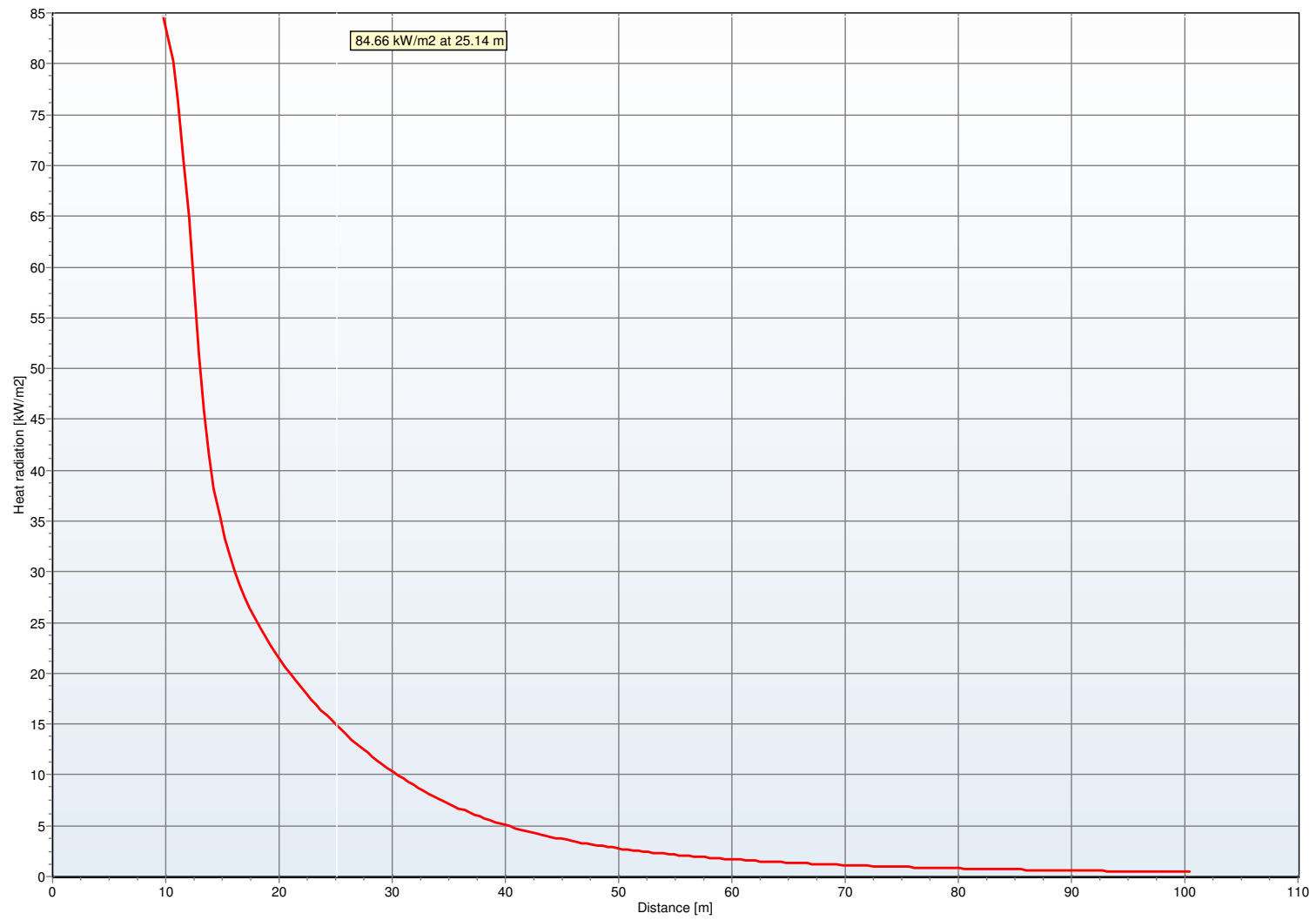
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 04.07.2016 14:31:56

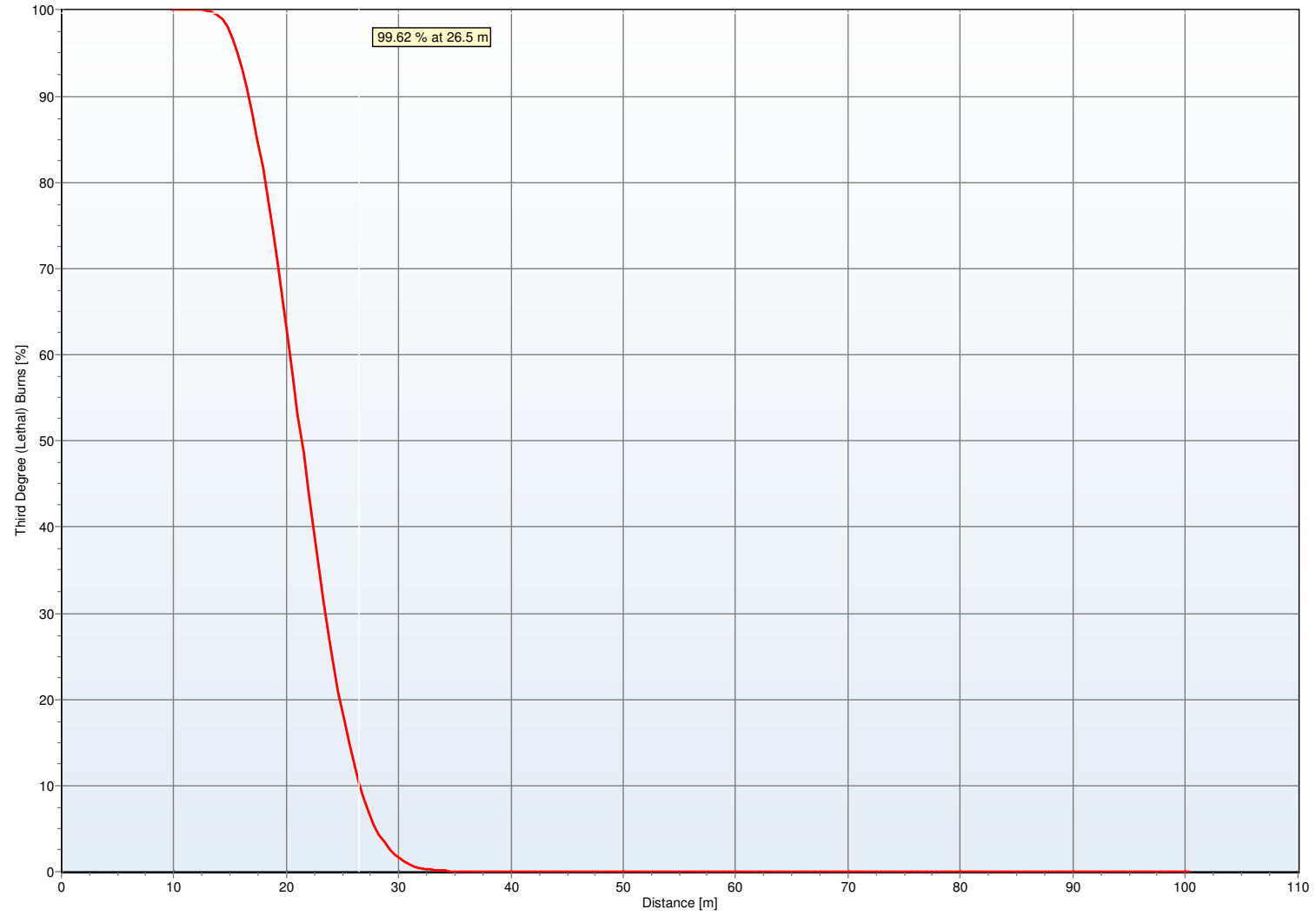
Heat radiation vs. distance

— Scénario 1 - Essence - Fuite continue - Feu de nappe - 300 m<sup>2</sup>



Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance

— Scénario 1 - Essence - Fuite continue - Feu de nappe - 300 m<sup>2</sup>



**Case description: Scénario 2 - Essence - Rupture totale - Feu de nappe - 600 m2****Model: Pool fire**

version: 5.11 (04.07.2016)

Reference: Yellow Book (CPR-14E), 3rd edition 1997, Paragraph 6.5.4

**Parameters**

## Inputs

Chemical name (YAWS)	GASOLINE (YAWS)
Pool size determination	Confined
Total mass released (kg)	20000
<i>Mass flow rate of the source (kg/s)</i>	
<i>Duration of the release (s)</i>	
Pool surface poolfire (m2)	600
Height of the observer position above ground level (m)	1.5
Height of the confined pool above ground level (m)	0
<i>Hole diameter (mm)</i>	
<i>Discharge coefficient (-)</i>	
<i>Initial height of the liquid above release point (m)</i>	
<i>Cross-sectional area of the tank (m2)</i>	
<i>Pool thickness (mm)</i>	
Temperature of the pool (°C)	15
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	100
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1

## Results

Max Diameter of the Pool Fire (m)	27.64
Heat radiation at X (kW/m2)	0.97596
n% First degree burns distance (m)	58.37
n% Second degree burns distance (m)	42.423
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	41.375
Combustion rate (kg/s)	33
Duration of the pool fire (s)	606.06
Heat emission from fire surface (kW/m2)	49.28
Flame tilt (deg)	37.57
View factor (%)	3.0164
Atmospheric transmissivity (%)	65.657
Flame temperature (°C)	694.28
Height of the Flame (m)	29.062
Calculated pool surface area (m2)	600
Weight ratio of HCL/chemical (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (%)	366.58
Weight ratio of H2O/chemical (%)	0

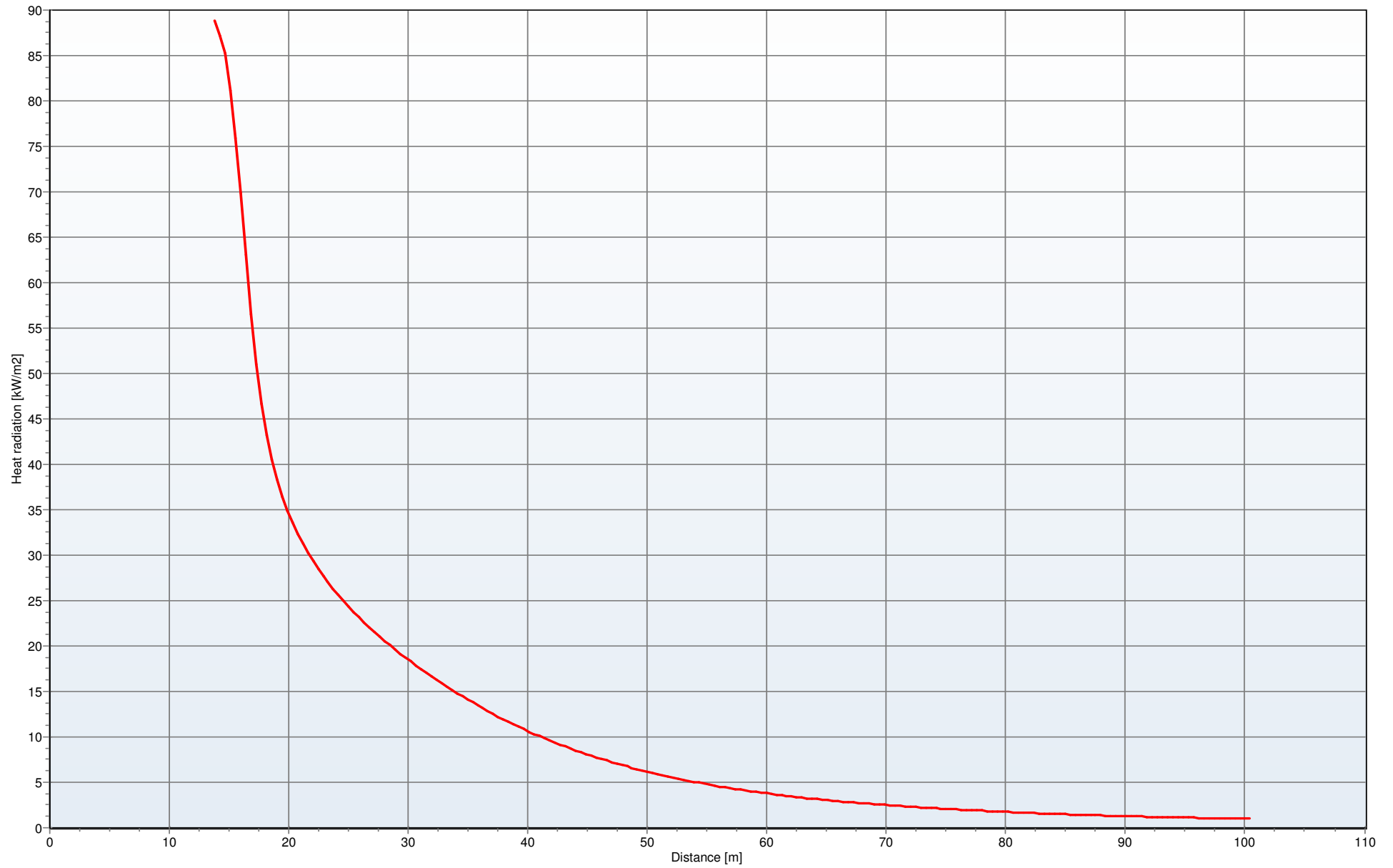
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 05.07.2016 11:54:47

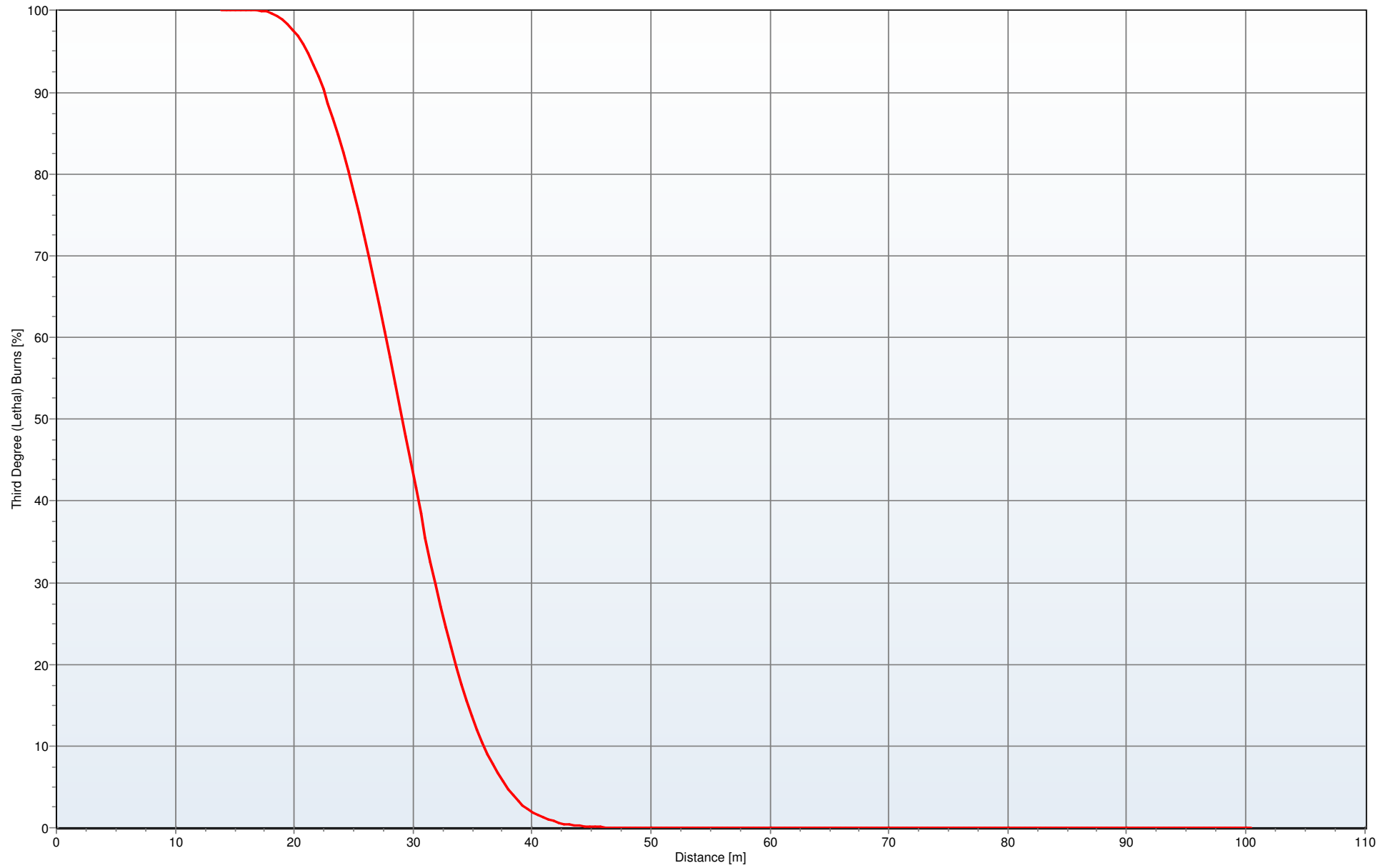
Heat radiation vs. distance

Scénario 2 - Essence - Rupture totale - Feu de nappe - 600 m2



Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance

Scénario 2 - Essence - Rupture totale - Feu de nappe - 600 m2



## Case description: Scénario 3 - Rupture totale avec incendie de nuage de vapeurs - Flash fire essence

### Model: Liquid LOC scenario Instantaneous release (G1)

version: 0.1.0.0 (20.09.2016)

Reference: No ref

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	GASOLINE (YAWS)
Initial temperature in equipment (°C)	15
Outcome / phenomena	Local cloud fire
Vessel volume (m3)	27
Filling degree (%)	100
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading
Type of pool growth on Water	
Maximum pool surface area (m2)	
Temperature of the subsoil (°C)	15
Temperature of the water (°C)	
Max temperature difference between pool and water (K)	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
Cloud cover (%)	
Date: day number	
Date: month number	
Date: year number	
Latitude of the location (deg)	
Type of subsoil	Light concrete
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
Value of pool burning rate (kg/m2*s)	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
Value of soot fraction (-)	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)	
Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)	
Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	10 (Detonation)
Distance from release (Xd) (m)	2500
Threshold overpressure (mbar)	100
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality



Threshold fraction of mortality F (%)	1
Threshold toxic dose D (s*(kg/m3)^n)	
Mixing height (m)	

## Results

**Sub model information**

Sub model SystemDefinition (1)	System definition (Can not run)
Sub model LiquidInstant (2)	Instantaneous Liquid release (Can not run)
Sub model PoolEvap (3)	Pool evaporation model (Can not run)
Sub model PoolFire (4)	Pool Fire model (Can not run)
Sub model Expl ME HGD (5)	Explosion (Multi Energy model) (Can not run)
Sub model Expl ME NGD (6)	Explosion (Multi Energy model) (Can not run)
Sub model HGDE PoolEvap (7)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Can not run)
Sub model HGDT PoolEvap (8)	Dense gas release; toxic (Can not run)
Sub model NGDE PoolEvap (9)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Can not run)
Sub model NGDT PoolEvap (10)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Can not run)

**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by W7-ING-K120-055\genjo at 20.09.2016 10:03:40

## Case description: Scénario 4 - Propane - BLEVE (Dynamic model)

### Model: BLEVE (Dynamic model)

version: 6.05 (04.07.2016)

Reference: W.E. Martinsen and J.D. Marx, An improved model for the prediction of radiant heat from fireballs, In proceedings of the international conference and workshop on modelling the consequences of accidental releases of hazardous materials, sept. 28 - oct. 1 1999, San Francisco, California p.p. 605-621.

#### Parameters

##### Inputs

	PROPANE (YAWS)
Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Total mass in vessel (kg)	12000
Initial temperature in vessel (°C)	15
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Distance from centre of vessel (Xd) (m)	1000
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Take protective effects of clothing into account	No
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1

##### Results

Duration of the Fire Ball (s)	9.4197
Max Diameter of the Fire Ball (m)	132.79
Max Height of the Fire Ball (m)	199.18
Max Viewfactor of the Fire Ball (%)	0.43887
Max Atmospheric Transmittance (%)	51.154
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (kW/m2)	400
n% First degree burns distance (m)	277.86
n% Second degree burns distance (m)	177.74
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	171.7
Max Heat Radiation (kW/m2)	0.88819
Heat Radiation Dose (s*(kW/m2)^4/3)	3.693
Percentage first degree Burns (%)	0
Percentage second degree Burns (%)	0
Percentage lethal Burns (%)	0

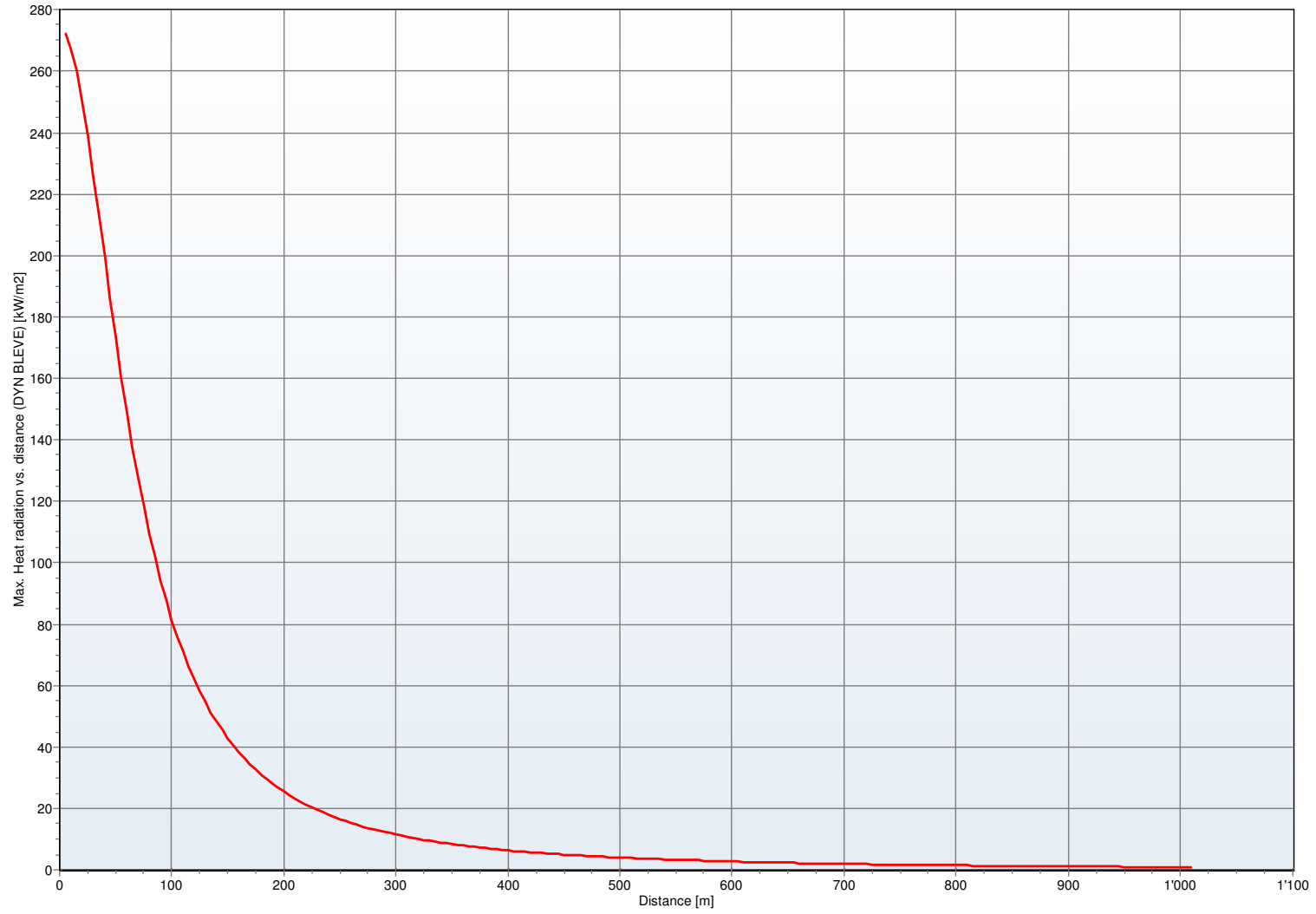
#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 05.07.2016 12:02:40

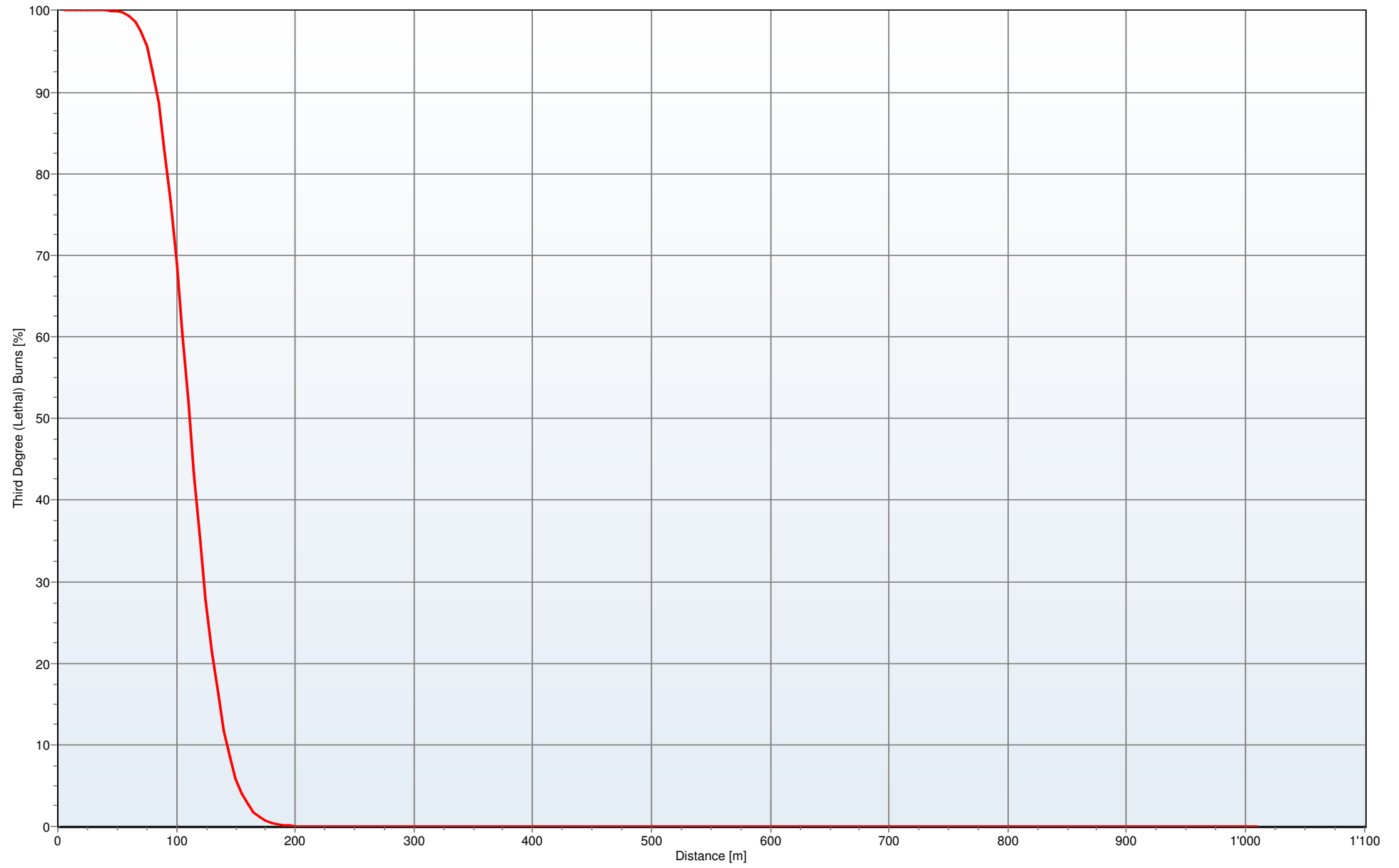
Heat radiation vs. distance

— Scénario 4 - Propane - BLEVE (Dynamic model)



Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance

Scénario 4 - Propane - BLEVE (Dynamic model)



## Case description: Scénario 5 - Propane - Feu de torche - Vertical

### Model: Gas Jet Fire (Chamberlain model)

version: 5.12 (08.07.2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des.

Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Type of release	Release through hole in vessel
<i>Pipeline length (m)</i>	
<i>Pipeline diameter (mm)</i>	
Hole diameter (mm)	78
Hole rounding	User defined
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	15
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	25
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	90
Release height (Stack height) (m)	0
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
Percentage of the flame covered by soot (%)	0
Distance from release (Xd) (m)	1000
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

Initial source strength (kg/s)	32.501
Type of flow of the jet	Choked flow
Exit velocity of expanding jet (m/s)	540.26
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	5.675
Frustum lift off height (b) (m)	8.6319
Width of frustum base (W1) (m)	0.17693
Width of frustum tip (W2) (m)	12.895
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	37.54
Tilt angle central axis flare (alpha_b) (deg)	4.6149
Surface area of frustum (m <sup>2</sup> )	912.4
Surface area of a cylinder (m <sup>2</sup> )	837.9
Surface emissive power (max) (kW/m <sup>2</sup> )	261.78
Surface emissive power (actual) (kW/m <sup>2</sup> )	261.78
Atmospheric transmissivity (%)	52.248
View factor (%)	0.0078881
Heat radiation at Xd (kW/m <sup>2</sup> )	0.010789

#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 08.07.2016 13:18:22

## Case description: Scénario 5 - Propane - Feu de torche - Horizontal - 0.5 m/s

### Model: Gas Jet Fire (Chamberlain model)

version: 5.12 (18.07.2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des.

Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Type of release	Release through hole in vessel
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Pipeline roughness (mm)	
Hole diameter (mm)	78
Hole rounding	User defined
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	15
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	25
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0
Release height (Stack height) (m)	0
Wind speed at 10 m height (m/s)	0.5
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Flame temperature (°C)	926.85
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Percentage of the flame covered by soot (%)	0
Distance from release (Xd) (m)	1000
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

#### Results

Initial source strength (kg/s)	32.501
Type of flow of the jet	Choked flow
Exit velocity of expanding jet (m/s)	540.26
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0
Frustum lift off height (b) (m)	18.006
Width of frustum base (W1) (m)	3.4667
Width of frustum tip (W2) (m)	23.843
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	72.025
Tilt angle central axis flare (alpha b) (deg)	0
Surface area of frustum (m2)	3576.4
Surface area of a cylinder (m2)	3382.6
Surface emissive power (max) (kW/m2)	64.845
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	64.845
Atmospheric transmissivity (%)	52.419
View factor (%)	0.0056291
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0.001933

#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by W7-ING-K120-055genjo at 19.09.2016 16:14:08

## Case description: Scénario 5 - Propane - Feu de torche - Horizontal - 5 m/s

### Model: Gas Jet Fire (Chamberlain model)

version: 5.12 (18.07.2016)

Reference: Chamberlain, G.A., Development in design methods for predicting the thermal radiation from flares~Chem. Eng. Res. Des.

Vol.65 July 1987 pagina 299 - 309~

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Type of release	Release through hole in vessel
Pipeline length (m)	
Pipeline diameter (mm)	
Pipeline roughness (mm)	
Hole diameter (mm)	78
Hole rounding	User defined
Discharge coefficient (-)	1
Initial temperature in vessel (°C)	15
Initial (absolute) pressure in vessel (bar)	25
Outflow angle in XZ plane (0°=horizontal; 90°=vertical) (deg)	0
Release height (Stack height) (m)	0
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Flame temperature (°C)	926.85
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Percentage of the flame covered by soot (%)	0
Distance from release (Xd) (m)	1000
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

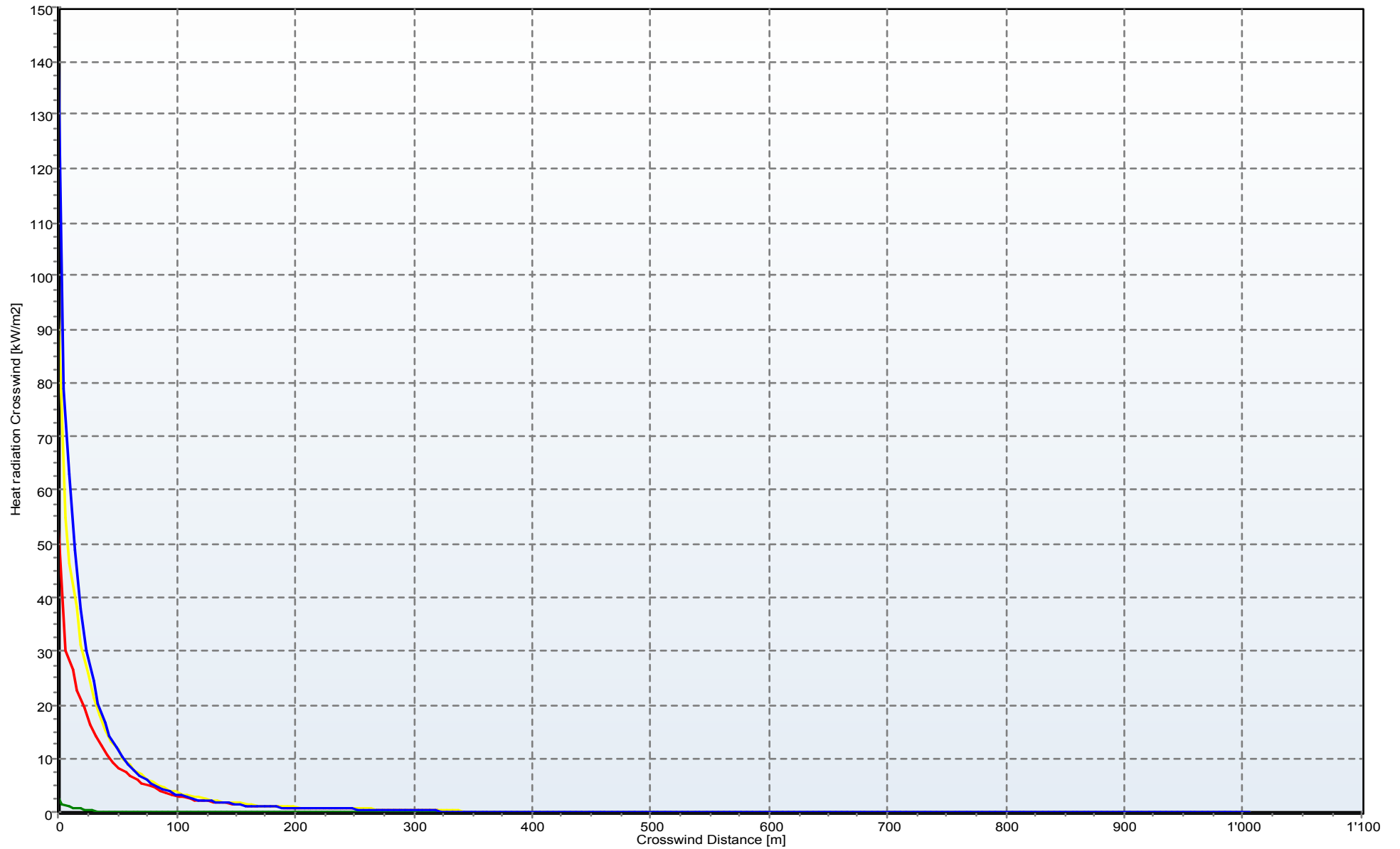
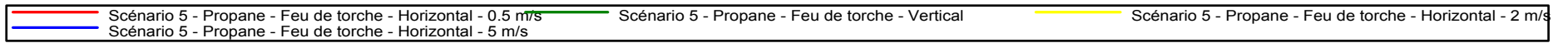
Initial source strength (kg/s)	32.501
Type of flow of the jet	Choked flow
Exit velocity of expanding jet (m/s)	540.26
Angle between hole and flame axis (alpha) (deg)	0
Frustum lift off height (b) (m)	11.091
Width of frustum base (W1) (m)	0.16076
Width of frustum tip (W2) (m)	16.954
Length of frustum (flame) (Rl) (m)	44.365
Tilt angle central axis flare (alpha b) (deg)	0
Surface area of frustum (m2)	1439.6
Surface area of a cylinder (m2)	1307.7
Surface emissive power (max) (kW/m2)	167.73
Surface emissive power (actual) (kW/m2)	167.73
Atmospheric transmissivity (%)	52.343
View factor (%)	0.0020519
Heat radiation at Xd (kW/m2)	0.0018126

#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

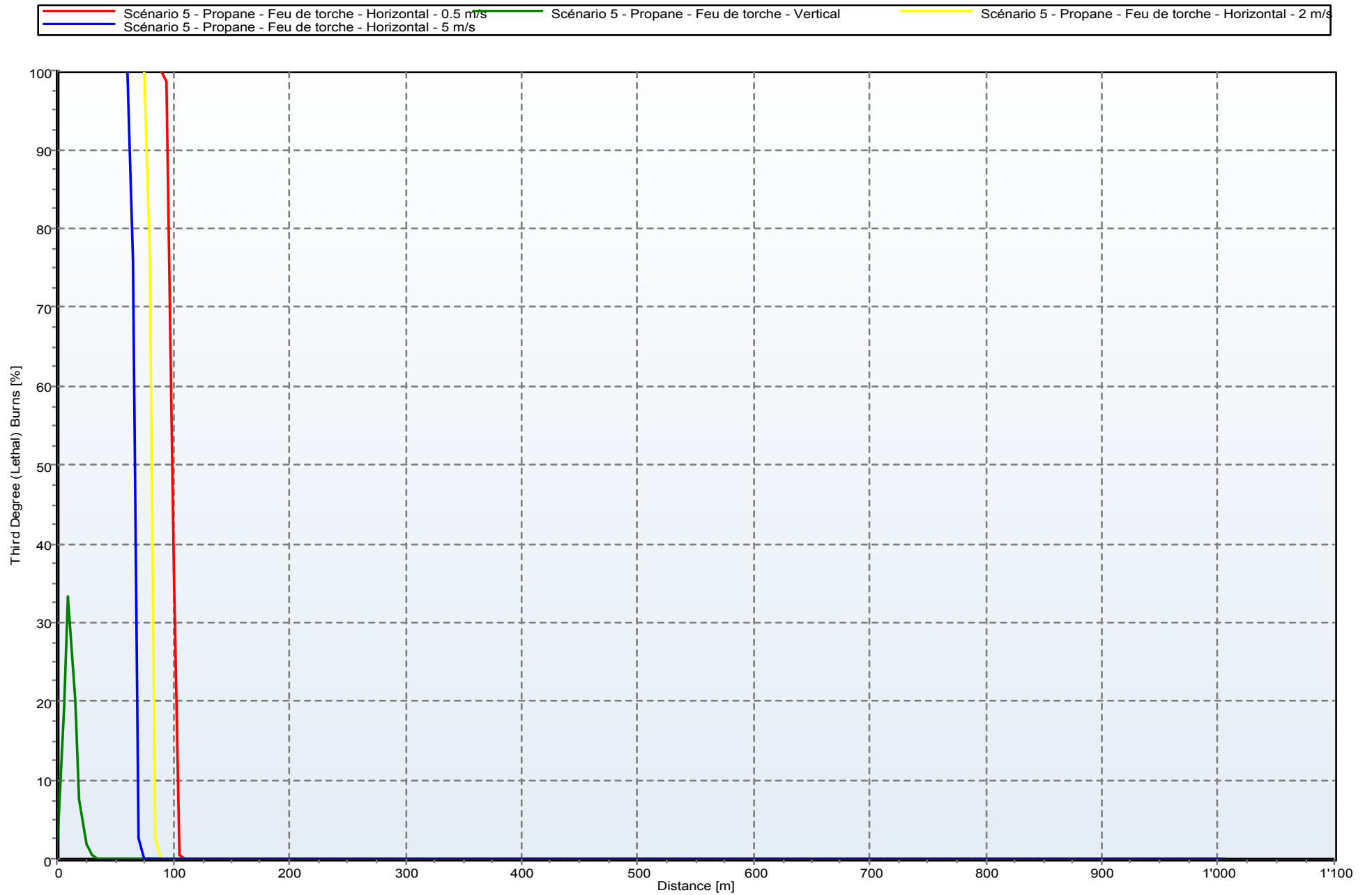
Effects report created by W7-ING-K120-055\genjo at 19.09.2016 16:17:10

Heat radiation vs. crosswind distance





Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance



**Case description: Scénario 6 - Propane - Flash Fire Gaz - D****Model: Liquefied gas LOC scenario Instantaneous release (G1)**

version: 0.1.0.0 (09.07.2016)

Reference: No ref

**Parameters**

## Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Vessel volume (m3)	25
Outcome / phenomena	Combined (auto detect)
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (°C)	15
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7.3089
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
<i>Type of pool growth on Water</i>	
Maximum pool surface area (m2)	1500
Temperature of the subsoil (°C)	9
<i>Temperature of the water (°C)</i>	
<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (°C)	9
Ambient relative humidity (%)	83
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
<i>Cloud cover (%)</i>	
<i>Date: day number</i>	
<i>Date: month number</i>	
<i>Date: year number</i>	
<i>Latitude of the location (deg)</i>	
Type of subsoil	Average subsoil
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance from release (Xd) (m)	2500
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1

<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m3)^n)</i>	
Length source in crosswind (y) direction (m)	0
<i>Mixing height (m)</i>	
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	10 (Detonation)
Threshold overpressure (mbar)	100
<b>Results</b>	
Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	12732
Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	32.25
Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	63.543
Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	11263
Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	1469
Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25
Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25
Radius of UEL fireball (m)	31.371
Representative density (LiqGasFlash 1) (kg/m3)	6.3955
Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) (kW/m2)	0.12
Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	10
Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) (kg/s)	11.358
Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	127.91
Representative temperature (PoolEvap 2) (°C)	-42.25
Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	18.79
Density after mixing with air (PoolEvap 2) (kg/m3)	1.4276
Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	1452.8
... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) (m2)	277.29
Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	43.702
Heat radiation at X (PoolFire 3) (kW/m2)	0.017991
n% First degree burns distance (m)	113.42
n% Second degree burns distance (m)	86.059
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	84.347
Combustion rate (PoolFire 3) (kg/s)	148.5
Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	9.8925
Heat emission from fire surface (PoolFire 3) (kW/m2)	70.856
Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	49.566
View factor (PoolFire 3) (%)	0.051356
Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	49.441
Flame temperature (PoolFire 3) (°C)	785.46
Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	52.583
Calculated pool surface area (PoolFire 3) (m2)	1500
Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (PoolFire 3) (%)	299.5
Weight ratio of H2O/chemical (PoolFire 3) (%)	163.5
Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	9.5602
Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	135.43
Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	203.15
Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	0.45646
Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	52.882
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) (kW/m2)	400
n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	288.12
n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	184.34
n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	178.27
Max Heat Radiation (Bleve 4) (kW/m2)	0.95503
Heat Radiation Dose (Bleve 4) (s*(kW/m2)^4/3)	4.1279
Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	0
Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	0
Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	0
Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	0
Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	7649.8
...at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (s)	20
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	171.14
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	142.74

Offset between release location and LEL at time $t_{mem}$ (HGDE Instantaneous 5) (m)	-54.625
Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m <sup>2</sup> )	22255
...at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (s)	30
Explosive mass at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (kg)	6954.2
Length of cloud (between LEL) at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (m)	179.76
Width of cloud (between LEL) at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (m)	146.95
Offset between release location and LEL at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (m)	-30.154
Offset between release centre and cloud centre at time $t_{mac}$ (HGDE Instantaneous 5) (m)	59.725
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)	0
Explosive mass at time $t$ (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
Height to LEL at time $t$ (HGDE Poolevap 9) (m)	2.2
Length of cloud (between LEL) at time $t$ (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
Width of cloud (between LEL) at time $t$ (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
Offset between release location and LEL at time $t$ (HGDE Poolevap 9) (m)	-4.2566
Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
...at time $t_{mem}$ (HGDE Poolevap 9) (s)	40
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Poolevap 9) (s)	9.5
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)	127.91
Length of cloud (between LEL) at time $t_{mem}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
Width of cloud (between LEL) at time $t_{mem}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
Offset between release location and LEL at time $t_{mem}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	-4.2566
Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m <sup>2</sup> )	306.8
...at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (s)	127.91
Explosive mass at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
Length of cloud (between LEL) at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
Width of cloud (between LEL) at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
Offset between release location and LEL at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	-4.2566
Offset between release centre and cloud centre at time $t_{mac}$ (HGDE Poolevap 9) (m)	8.2607
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)	0
Explosive mass at time $t_{mac}$ (Combine Expl 13) (kg)	6970.5
Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m <sup>2</sup> )	22307
Offset between release centre and cloud centre at time $t_{mac}$ (Combine Expl 13) (m)	58.927
Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)	557.64
Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)	25659
Peak overpressure at $X_d$ (Expl ME 14) (mbar)	5.238
Peak dynamic pressure at $X_d$ (Expl ME 14) (mbar)	1.0151
Pressure impulse at $X_d$ (Expl ME 14) (Pa*s)	26.788
Positive phase duration at $X_d$ (Expl ME 14) (ms)	102.28
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)	188.26
Blast-wave shape at $X_d$ (Expl ME 14)	Shock Wave
Damage (general description) at $X_d$ (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at $X_d$ (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Damage to typical American-style houses at $X_d$ (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at $X_d$ (Expl ME 14)	No damage or very minor damage

### Sub model information

Sub model LiqGasFlash (1)	Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) (Ready)
I Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
I Vessel volume (m <sup>3</sup> )	25
I Filling degree (%)	100
I Initial temperature in vessel (°C)	15
I Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
I <i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7.3089
I X-coordinate of release (m)	0
I Y-coordinate of release (m)	0
R Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	12732
R Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	32.25
R Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	63.543
R Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	11263
R Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	1469
R Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25

R	Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25
R	Radius of UEL fireball (m)	31.371
R	Representative density (LiqGasFlash 1) (kg/m3)	6.3955
Sub model PoolEvap (2)		Pool evaporation model (Ready)
I	Use which representative step	First 20% average (flammable)
I	Evaporation from land or water	Land
I	Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
I	<i>Type of pool growth on Water</i>	
I	Maximum pool surface area (m2)	1500
I	Temperature of the subsoil (°C)	9
I	<i>Temperature of the water (°C)</i>	
I	<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
I	Wind speed at 10 m height (m/s)	5
I	Ambient temperature (°C)	9
I	Ambient relative humidity (%)	83
I	Solar radiation flux	User defined
I	Solar heat radiation flux (W/m2)	120
I	<i>Cloud cover (%)</i>	
I	<i>Date: day number</i>	
I	<i>Date: month number</i>	
I	<i>Date: year number</i>	
I	<i>Latitude of the location (deg)</i>	
I	Type of subsoil	Average subsoil
I	Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
I	Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
R	Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) (kW/m2)	0.12
R	Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	10
R	Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
R	Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) (kg/s)	11.358
R	Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	127.91
R	Representative temperature (PoolEvap 2) (°C)	-42.25
R	Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	18.79
R	Density after mixing with air (PoolEvap 2) (kg/m3)	1.4276
R	Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	1452.8
R	... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
R	Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) (m2)	277.29
Sub model PoolFire (3)		Pool Fire model (Ready)
I	Height of the observer position above ground level (m)	0
I	Height of the confined pool above ground level (m)	0
I	Pool burning rate	Calculate/Default
I	<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
I	Fraction combustion heat radiated (%)	35
I	Soot Fraction	Calculate/Default
I	<i>Value of soot fraction (-)</i>	
I	Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
I	Distance from the centre of the pool (m)	1000
I	Exposure duration to heat radiation (s)	20
I	Take protective effects of clothing into account	No
I	Predefined wind direction	User defined
I	Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
I	Calculate all contours for	Consequences
I	<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
I	<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
I	<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
I	Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
R	Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	43.702
R	Heat radiation at X (PoolFire 3) (kW/m2)	0.017991
R	n% First degree burns distance (m)	113.42
R	n% Second degree burns distance (m)	86.059
R	n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	84.347
R	Combustion rate (PoolFire 3) (kg/s)	148.5
R	Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	9.8925
R	Heat emission from fire surface (PoolFire 3) (kW/m2)	70.856
R	Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	49.566
R	View factor (PoolFire 3) (%)	0.051356
R	Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	49.441
R	Flame temperature (PoolFire 3) (°C)	785.46
R	Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	52.583

R	Calculated pool surface area (PoolFire 3) (m <sup>2</sup> )	1500
R	Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	0
R	Weight ratio of NO <sub>2</sub> /chemical (PoolFire 3) (%)	0
R	Weight ratio of SO <sub>2</sub> /chemical (PoolFire 3) (%)	0
R	Weight ratio of CO <sub>2</sub> /chemical (PoolFire 3) (%)	299.5
R	Weight ratio of H <sub>2</sub> O/chemical (PoolFire 3) (%)	163.5
Sub model Bleve (4)		BLEVE (Dynamic model) (Ready)
I	Burst pressure of the vessel (bar)	25
R	Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	9.5602
R	Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	135.43
R	Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	203.15
R	Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	0.45646
R	Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	52.882
R	Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) (kW/m <sup>2</sup> )	400
R	n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	288.12
R	n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	184.34
R	n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	178.27
R	Max Heat Radiation (Bleve 4) (kW/m <sup>2</sup> )	0.95503
R	Heat Radiation Dose (Bleve 4) (s*(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> )	4.1279
R	Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	0
R	Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	0
R	Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	0
Sub model HGDE Instantaneous (5)		Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Ready)
I	Meteorological data	Pasquill
I	Pasquill stability class	D (Neutral)
I	<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
I	Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
R	Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	0
R	Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
R	Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
R	Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
R	Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	0
R	Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	7649.8
R	...at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (s)	20
R	Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	171.14
R	Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	142.74
R	Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	-54.625
R	Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m <sup>2</sup> )	22255
R	...at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (s)	30
R	Explosive mass at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (kg)	6954.2
R	Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	179.76
R	Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	146.95
R	Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	-30.154
R	Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	59.725
R	Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)	0
Sub model HGDT Instantaneous (6)		Dense gas release; toxic (Can not run)
Sub model NGDE Instantaneous (7)		Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Can not run)
Sub model NGDT Instantaneous (8)		Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Can not run)
Sub model HGDE Poolevap (9)		Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Ready)
R	Explosive mass at time t (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
R	Height to LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	2.2
R	Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
R	Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
R	Offset between release location and LEL at time t (HGDE	-4.2566

	Poolevap 9) (m)	
R	Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
R	...at time tmem (HGDE Poolevap 9) (s)	40
R	Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Poolevap 9) (s)	9.5
R	Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)	127.91
R	Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
R	Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
R	Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	-4.2566
R	Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m2)	306.8
R	...at time tmac (HGDE Poolevap 9) (s)	127.91
R	Explosive mass at time tmac (HGDE Poolevap 9) (kg)	16.226
R	Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	25.035
R	Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	15.753
R	Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	-4.2566
R	Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	8.2607
R	Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)	0

Sub model HGDT Poolevap (10) Dense gas release; toxic (Can not run)

Sub model NGDE Poolevap (11) Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Can not run)

Sub model NGDT Poolevap (12) Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Can not run)

Sub model Combine Expl (13) DispersionCombination Explosive (Ready)

R	Explosive mass at time tmac (Combine Expl 13) (kg)	6970.5
R	Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m2)	22307
R	Offset between release centre and cloud centre at time tmac (Combine Expl 13) (m)	58.927

Sub model Expl ME (14) Explosion (Multi Energy model) (Ready)

I	Ambient pressure (bar)	1.0151
I	Fraction of flammable cloud confined (%)	8
I	Curve number	10 (Detonation)
I	Threshold overpressure (mbar)	100
R	Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)	557.64
R	Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)	25659
R	Peak overpressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	5.238
R	Peak dynamic pressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	1.0151
R	Pressure impulse at Xd (Expl ME 14) (Pa*s)	26.788
R	Positive phase duration at Xd (Expl ME 14) (ms)	102.28
R	Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)	188.26
R	Blast-wave shape at Xd (Expl ME 14)	Shock Wave
R	Damage (general description) at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
R	Damage to brick houses at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
R	Damage to typical American-style houses at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
R	Damage to structures (empirical) at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage

Sub model Combine Toxics (15) DispersionCombination Toxic (Preceding models are not all ready)

#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 14:56:42

## Case description: Scénario 6 - Propane - Flash Fire Gaz

### Model: Liquefied gas LOC scenario Instantaneous release (G1)

version: 0.1.0.0 (08.07.2016)

Reference: No ref

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Vessel volume (m3)	25
Outcome / phenomena	Combined (auto detect)
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (°C)	15
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	7.3089
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Use which representative step	First 20% average (flammable)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading in bunds
<i>Type of pool growth on Water</i>	
Maximum pool surface area (m2)	1500
Temperature of the subsoil (°C)	9
<i>Temperature of the water (°C)</i>	
<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
Ambient temperature (°C)	9
Ambient relative humidity (%)	83
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
<i>Cloud cover (%)</i>	
<i>Date: day number</i>	
<i>Date: month number</i>	
<i>Date: year number</i>	
<i>Latitude of the location (deg)</i>	
Type of subsoil	Average subsoil
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	0
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance from release (Xd) (m)	2500
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1



<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m3)^n)</i>	
Length source in crosswind (y) direction (m)	0
<i>Mixing height (m)</i>	
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	10 (Detonation)
Threshold overpressure (mbar)	100
<b>Results</b>	
Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	12732
Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	32.25
Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	63.543
Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	11263
Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	1469
Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25
Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) (°C)	-42.25
Radius of the Fire Ball (LiqGasFlash 1) (m)	31.371
Representative density (LiqGasFlash 1) (kg/m3)	6.3955
Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) (kW/m2)	0.12
Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	10
Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) (kg/s)	9.9912
Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	143.04
Representative temperature (PoolEvap 2) (°C)	-42.25
Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	17.462
Density after mixing with air (PoolEvap 2) (kg/m3)	1.5912
Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	1429.2
... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) (m2)	239.47
Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	43.702
Heat radiation at X (PoolFire 3) (kW/m2)	0.022826
n% First degree burns distance (m)	113.6
n% Second degree burns distance (m)	80.6
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	78.534
Combustion rate (PoolFire 3) (kg/s)	148.5
Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	9.8925
Heat emission from fire surface (PoolFire 3) (kW/m2)	66.827
Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	35.658
View factor (PoolFire 3) (%)	0.069733
Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	48.983
Flame temperature (PoolFire 3) (°C)	770.16
Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	57.618
Calculated pool surface area (PoolFire 3) (m2)	1500
Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of NO2/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of SO2/chemical (PoolFire 3) (%)	0
Weight ratio of CO2/chemical (PoolFire 3) (%)	299.5
Weight ratio of H2O/chemical (PoolFire 3) (%)	163.5
Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	9.5602
Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	135.43
Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	203.15
Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	0.45646
Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	52.882
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) (kW/m2)	400
n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	288.12
n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	184.34
n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	178.27
Max Heat Radiation (Bleve 4) (kW/m2)	0.95503
Heat Radiation Dose (Bleve 4) (s*(kW/m2)^4/3)	4.1279
Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	0
Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	0
Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	0
Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	4038.1
Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	2.2
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	251.84
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	250.98
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	-67.226
Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	5691.1
...at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (s)	50
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Instantaneous 5) (s)	-1E100

Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Instantaneous 5) (s)	0
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	244.25
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	223.26
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	-103.89
Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m <sup>2</sup> )	57844
...at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (s)	100
Explosive mass at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (kg)	4704
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	263.22
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	251.94
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	-85.31
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	46.301
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)	0.048833
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Instantaneous 6) (m)	
Length of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m)	
Width of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Instantaneous 6) (1/m)	
Explosive mass at time t (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
Height to LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Maximum explosive mass (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
...at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Maximum area of explosive cloud (NGDE Instantaneous 7) (m <sup>2</sup> )	
...at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Explosive mass at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Instantaneous 7) (1/m)	
Mixing height used (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Length of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Width of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Instantaneous 8) (1/m)	
Mixing height used (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)	
Explosive mass at time t (HGDE Poolevap 9) (kg)	468.4
Height to LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	1.9
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	73.093
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	120.13
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	-20.53
Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)	557.37
...at time tmem (HGDE Poolevap 9) (s)	150
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE	142.17

Poolevap 9) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)	151.45
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	86.983
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	136.88
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	-2.515
Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m <sup>2</sup> )	9363.2
...at time tmac (HGDE Poolevap 9) (s)	150
Explosive mass at time tmac (HGDE Poolevap 9) (kg)	557.37
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	86.983
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	136.88
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	-2.515
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	40.976
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)	0.048833
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Poolevap 10) (m)	
Length of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)	
Width of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Poolevap 10) (1/m)	
Maximum explosive mass (NGDE Poolevap 11) (kg)	
...at time tmem (NGDE Poolevap 11) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Poolevap 11) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Poolevap 11) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Maximum area of explosive cloud (NGDE Poolevap 11) (m <sup>2</sup> )	
...at time tmac (NGDE Poolevap 11) (s)	
Explosive mass at time tmac (NGDE Poolevap 11) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Poolevap 11) (1/m)	
Mixing height used (NGDE Poolevap 11) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Poolevap 12) (m)	
Length of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m)	
Width of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Poolevap 12) (1/m)	
Mixing height used (NGDT Poolevap 12) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s)	
Explosive mass at time tmac (Combine Expl 13) (kg)	5172.5
Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m <sup>2</sup> )	63606
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (Combine Expl 13) (m)	46.008
Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)	413.8
Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)	19040
Peak overpressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	4.6845
Peak dynamic pressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	1.0151
Pressure impulse at Xd (Expl ME 14) (Pa*s)	21.828
Positive phase duration at Xd (Expl ME 14) (ms)	93.19
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)	170.44
Blast-wave shape at Xd (Expl ME 14)	Shock Wave
Damage (general description) at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage

Damage to typical American-style houses at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd (Expl ME 14)	No damage or very minor damage
Dose at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (min*(mg/m3)^n)	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (Combine Toxics 15) (m)	
Length of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	
Width of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	

**Sub model information**

Sub model LiqGasFlash (1)	Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) (Uninitialized)
Sub model PoolEvap (2)	Pool evaporation model (Uninitialized)
Sub model PoolFire (3)	Pool Fire model (Uninitialized)
Sub model Bleve (4)	BLEVE (Dynamic model) (Uninitialized)
Sub model HGDE Instantaneous (5)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Instantaneous (6)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Instantaneous (7)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Instantaneous (8)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model HGDE Poolevap (9)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Poolevap (10)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Poolevap (11)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Poolevap (12)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model Combine Expl (13)	DispersionCombination Explosive (Uninitialized)
Sub model Expl ME (14)	Explosion (Multi Energy model) (Uninitialized)
Sub model Combine Toxics (15)	DispersionCombination Toxic (Uninitialized)

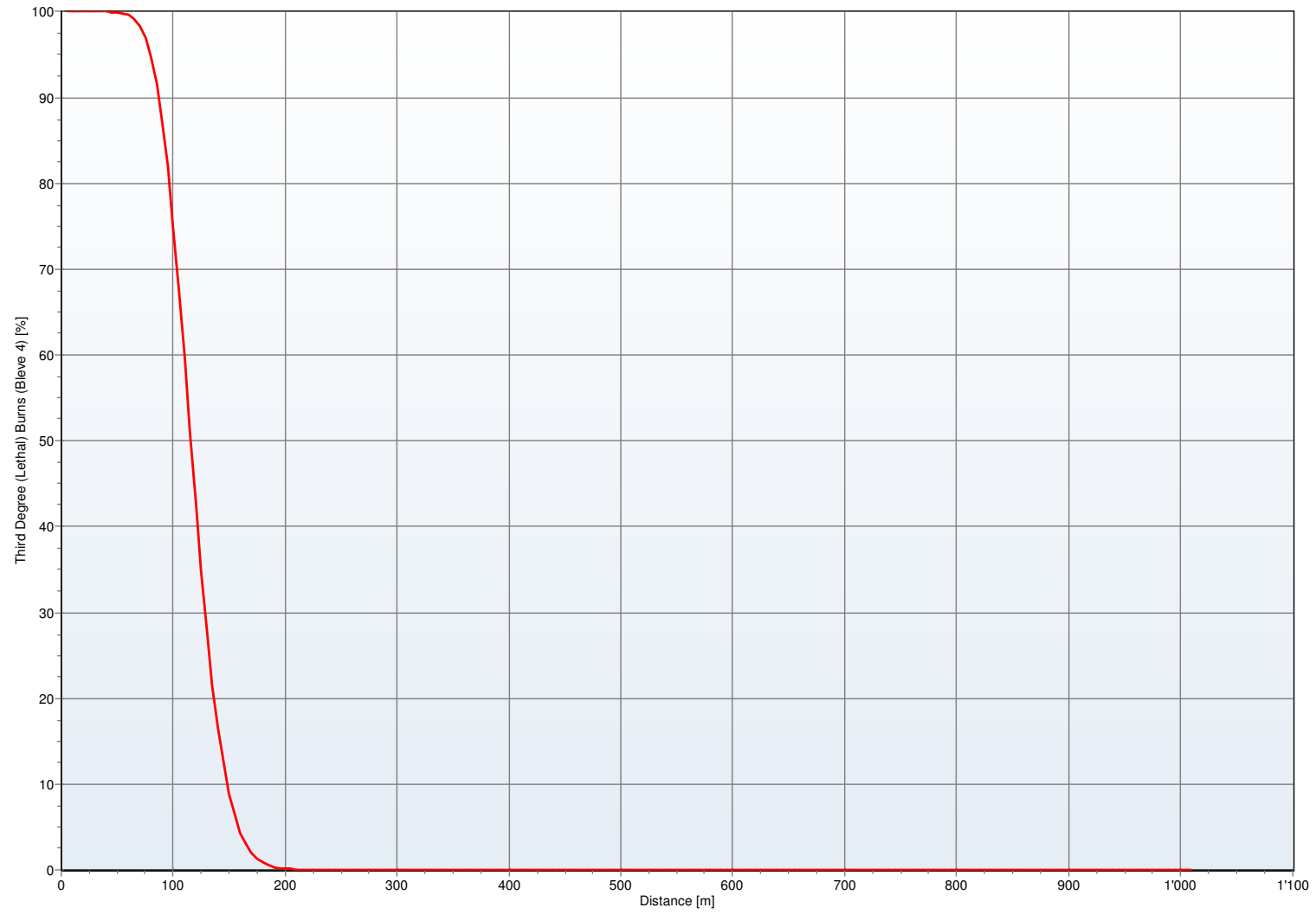
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 14:49:31

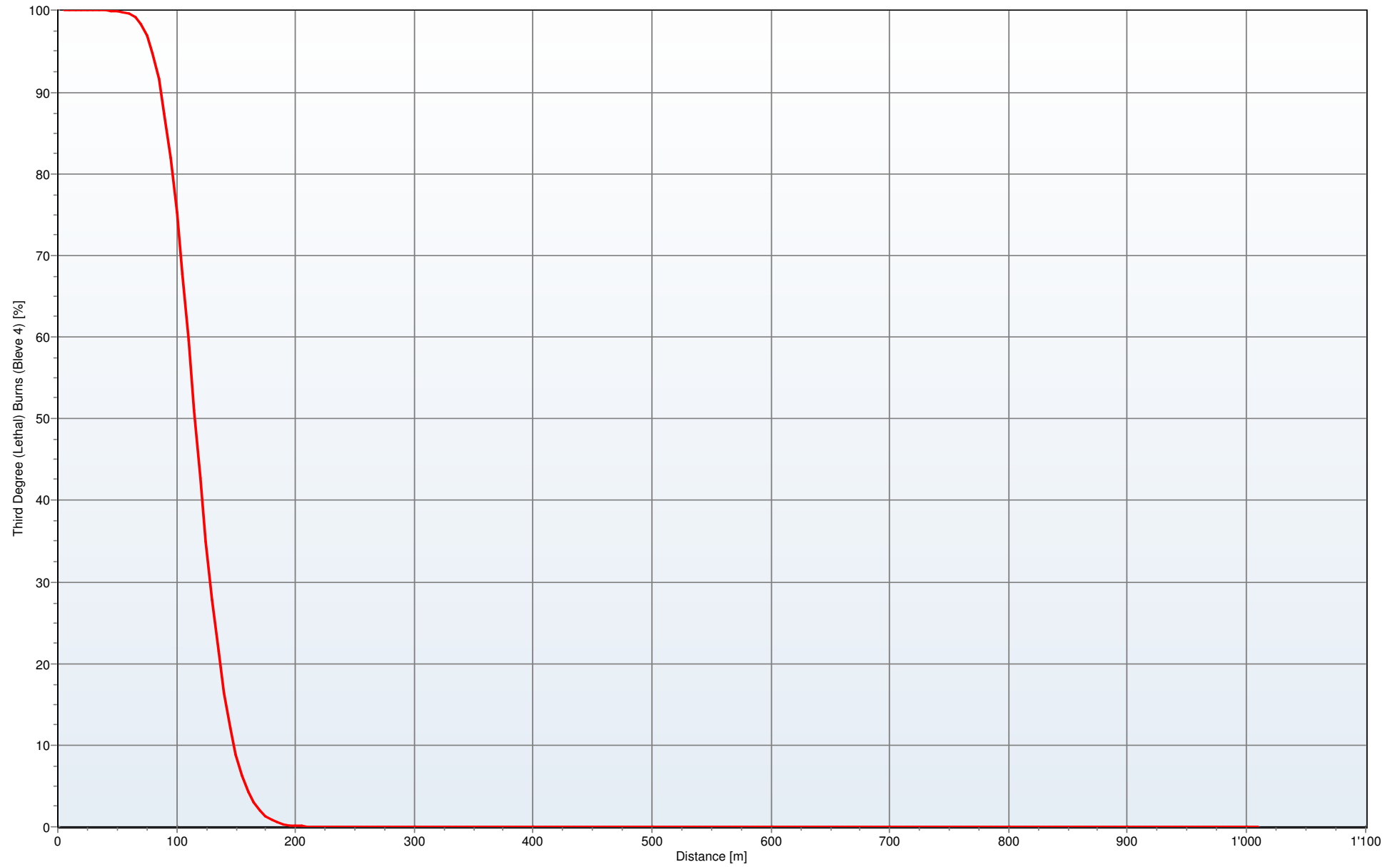
Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance

Scénario 6 - Propane - Flash Fire Gaz - D



Lethal Burns (Third Degree) vs. Distance

Scénario 6 - Propane - Flash Fire Gaz



## Case description: Scénario 7 - Propane - UVCE

### Model: Explosion (Multi Energy model)

version: 5.03 (08.07.2016)

Reference: Yellow Book CPR14E 3rd Edition - Chapter 5: Vapour cloud explosions

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	PROPANE (YAWS)
Ambient pressure (bar)	1.0151
Total mass in explosive range (kg)	12000
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	5 (Medium deflagration)
Distance from release (Xd) (m)	1000
Offset between release point and cloud centre (m)	5
Threshold overpressure (mbar)	1000
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

Confined mass in explosive range (kg)	960
Total combustion energy (MJ)	44172
Peak overpressure at Xd (mbar)	9.2825
Peak dynamic pressure at Xd (mbar)	1.0151
Pressure impulse at Xd (Pa*s)	75.103
Positive phase duration at Xd (ms)	161.82
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (m)	-1E100
Blast-wave shape at Xd	Shock Wave
Damage (general description) at Xd	No damage or very minor damage
Damage to brick houses at Xd	No damage or very minor damage
Damage to typical American-style houses at Xd	No damage or very minor damage
Damage to structures (empirical) at Xd	No damage or very minor damage

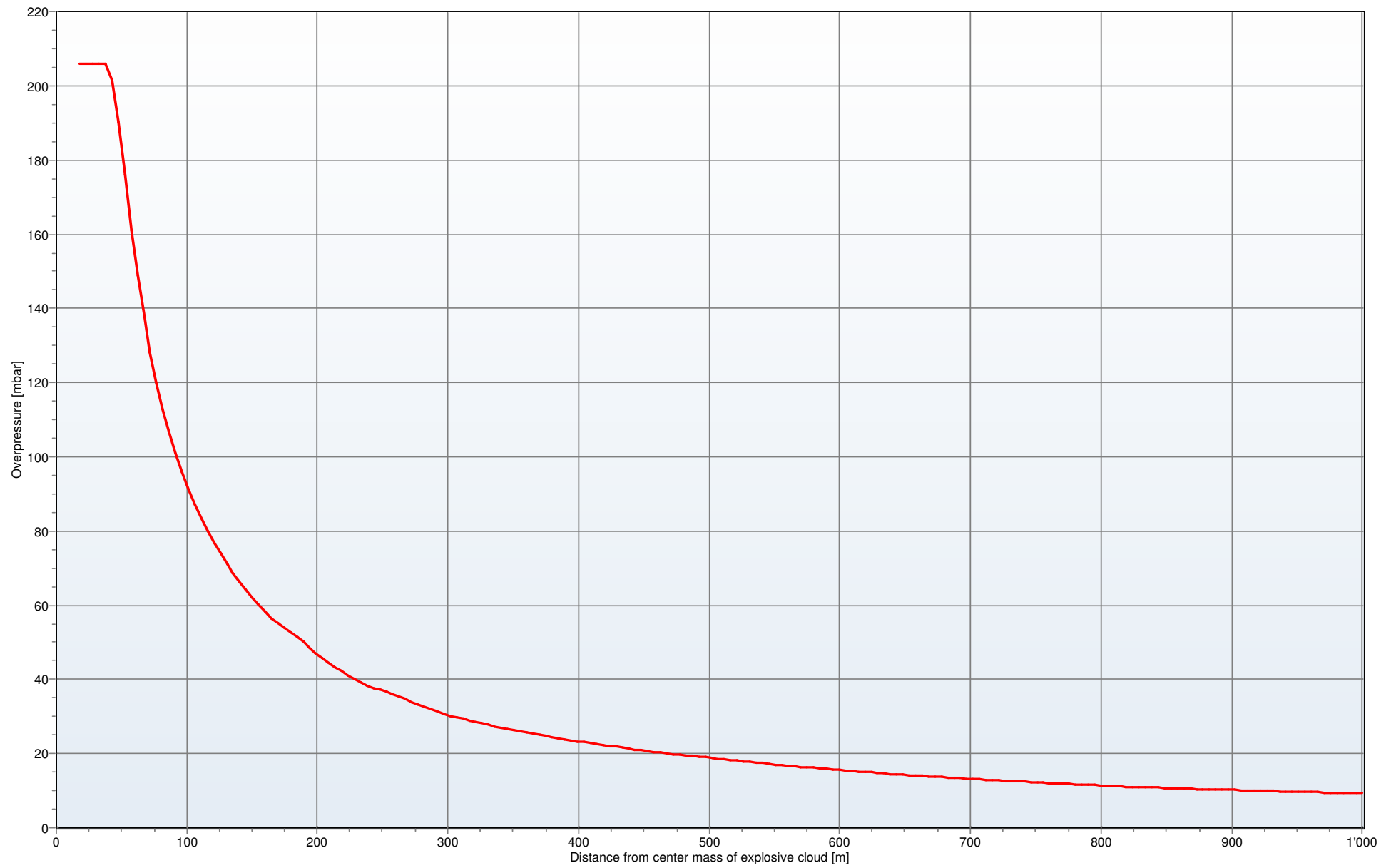
#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 15:04:04

Overpressure vs Distance

— Scénario 7 - Propane - UVCE





## Case description: Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthode - B - 0.5 m/s

### Model: Dense Gas Dispersion: Toxic

version: 5.13 (18.07.2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Type of release	Horizontal Jet release
<i>Total mass released (kg)</i>	
Mass flow rate of the source (kg/s)	8.3
Duration of the release (s)	60
Initial liquid mass fraction (%)	0.75
<i>Fixed pool surface (m<sup>2</sup>)</i>	
Diameter of expanded jet (m)	0.3
Temperature after release (°C)	-33.43
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Z-coordinate (height) of release (m)	0
Ambient temperature (°C)	15
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	B (Unstable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	0.5
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Ambient relative humidity (%)	70
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Concentration averaging time (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Contour plot accuracy (%)	1
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1
<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)</i>	
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

Dose at (Xd, Yd, Zd) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	1.1228E-21
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (m)	34.185
Length of toxic contour (m)	33.058
Width of toxic contour (m)	14.497
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	-0.048833

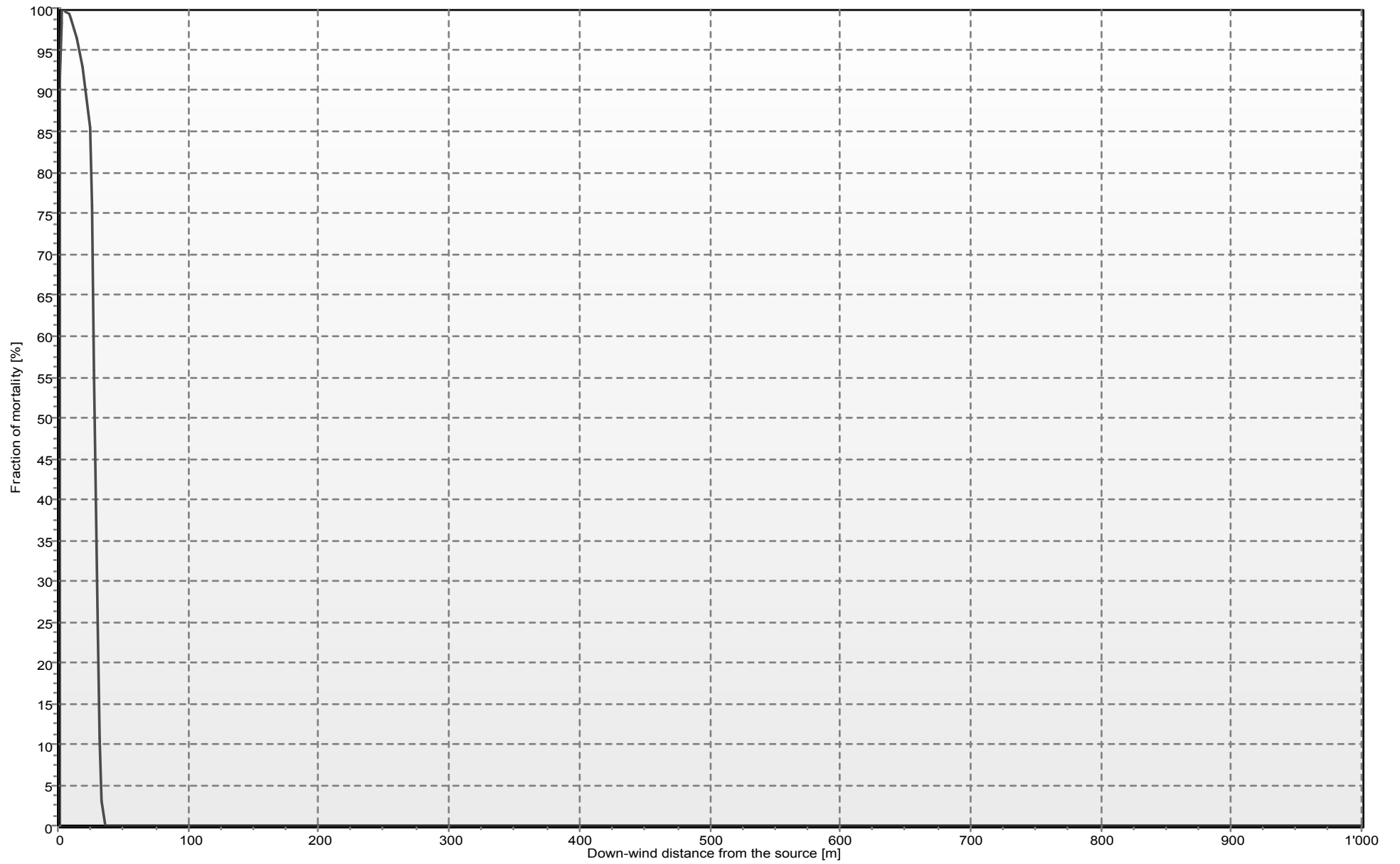
#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by W7-ING-K120-055\genjo at 19.09.2016 16:04:44

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthodo - B - 0.5 m/s



## Case description: Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthode - D

### Model: Dense Gas Dispersion: Toxic

version: 5.13 (04.07.2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Type of release	Horizontal Jet release
<i>Total mass released (kg)</i>	
Mass flow rate of the source (kg/s)	8.3
Duration of the release (s)	60
Initial liquid mass fraction (%)	0.75
<i>Fixed pool surface (m<sup>2</sup>)</i>	
Diameter of expanded jet (m)	0.3
Temperature after release (°C)	-33.43
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Z-coordinate (height) of release (m)	0
Ambient temperature (°C)	15
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Ambient relative humidity (%)	70
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Concentration averaging time (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Contour plot accuracy (%)	1
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1
<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)</i>	
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

Dose at (Xd, Yd, Zd) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	14077
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (m)	84.073
Length of toxic contour (m)	82.934
Width of toxic contour (m)	9.6544
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0

#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 15:11:59

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthode - D



## Case description: Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthode - F

### Model: Dense Gas Dispersion: Toxic

version: 5.13 (08.07.2016)

Reference: Yellow Book 3rd edition 1997 chapter 4; Ermak, D.L. User manual for SLAB Lawrence Livermore National Laboratory, June 1990

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Type of release	Horizontal Jet release
<i>Total mass released (kg)</i>	
Mass flow rate of the source (kg/s)	8.3
Duration of the release (s)	60
Initial liquid mass fraction (%)	0.75
<i>Fixed pool surface (m<sup>2</sup>)</i>	
Diameter of expanded jet (m)	0.3
Temperature after release (°C)	-33.43
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Z-coordinate (height) of release (m)	0
Ambient temperature (°C)	15
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Ambient relative humidity (%)	70
Roughness length description	High crops; scattered large objects, $15 < x/h < 20$ .
Concentration averaging time (s)	600
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Contour plot accuracy (%)	1
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1
<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)</i>	
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270

##### Results

Dose at (Xd, Yd, Zd) (min*(mg/m <sup>3</sup> ) <sup>n</sup> )	0
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (m)	51.711
Length of toxic contour (m)	50.563
Width of toxic contour (m)	12.555
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (1/m)	0.048833

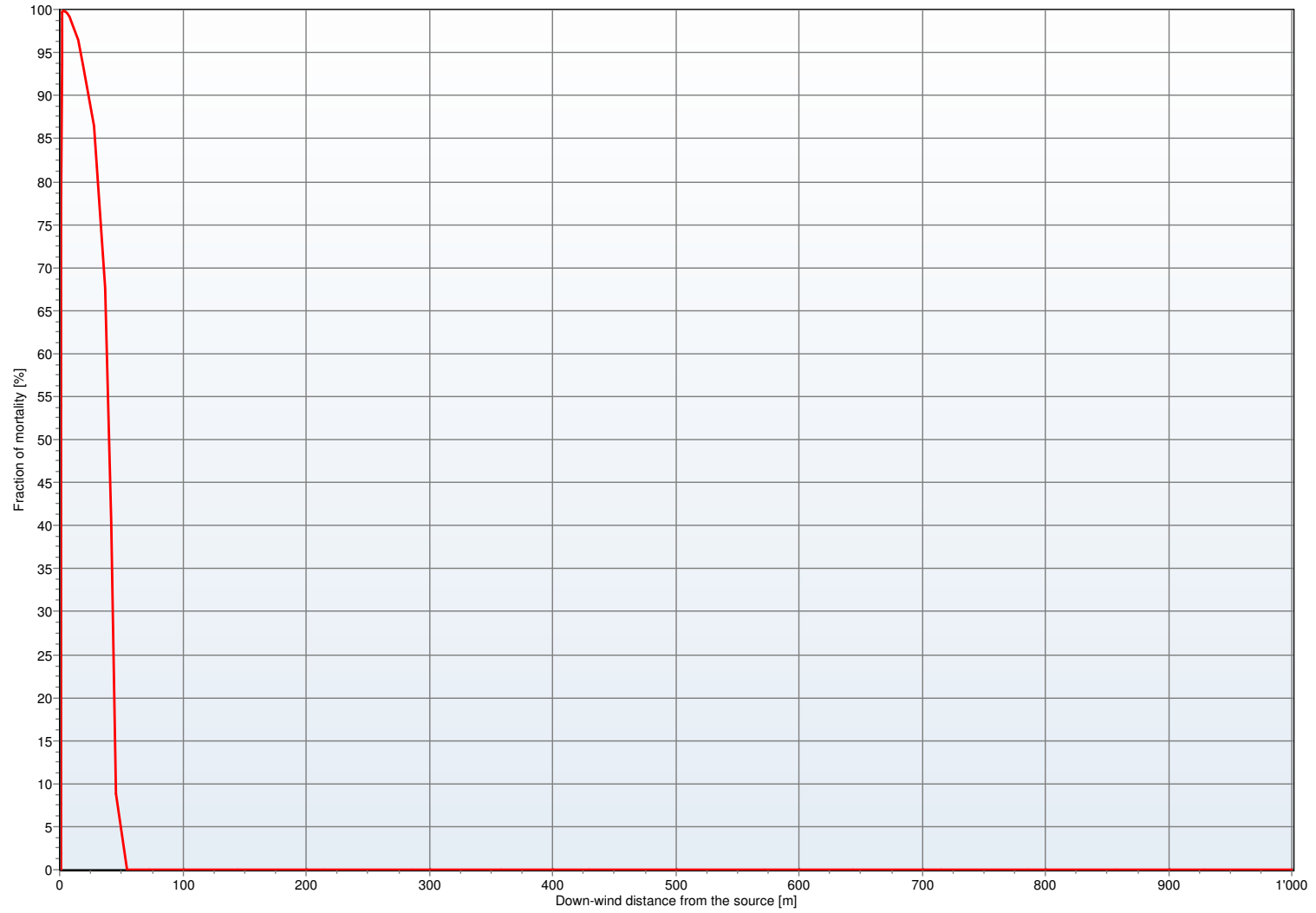
#### Other information

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 15:08:49

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

Scénario 8 - Ammoniac - Débit de 8.3kg/s selon méthode - F



**Case description: Scénario 9 - Ammoniac - Rupture totale - B - 0.5 m/s****Model: Liquefied gas LOC scenario Instantaneous release (G1)**

version: 0.1.0.0 (19.07.2016)

Reference: No ref

**Parameters**

## Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Vessel volume (m3)	1.55
Outcome / phenomena	Toxic dispersion
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (°C)	5
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	5.1558
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Use which representative step	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading
<i>Type of pool growth on Water</i>	
<i>Maximum pool surface area (m2)</i>	
Temperature of the subsoil (°C)	10
<i>Temperature of the water (°C)</i>	
<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	0.5
Ambient temperature (°C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
<i>Cloud cover (%)</i>	
<i>Date: day number</i>	
<i>Date: month number</i>	
<i>Date: year number</i>	
<i>Latitude of the location (deg)</i>	
Type of subsoil	Light concrete
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	1.5
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	B (Unstable)
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1

<i>Threshold toxic dose D (s*(kg/m3)^n)</i>	
Length source in crosswind (y) direction (m)	0
<i>Mixing height (m)</i>	
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	5 (Medium deflagration)
Threshold overpressure (mbar)	100
<b>Results</b>	
Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	977.69
Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	12.519
Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	54.887
Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	271.3
Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	706.39
Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) (°C)	-33.43
Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) (°C)	-33.43
Radius of the Fire Ball (LiqGasFlash 1) (m)	9.0113
Representative density (LiqGasFlash 1) (kg/m3)	1.9226
Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) (kW/m2)	0.12
Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	7.5
Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) (kg/s)	0.2984
Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	936.9
Representative temperature (PoolEvap 2) (°C)	-38.321
Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	15.165
Density after mixing with air (PoolEvap 2) (kg/m3)	1.2055
Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	279.57
... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) (m2)	180.62
Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	
Heat radiation at X (PoolFire 3) (kW/m2)	
n% First degree burns distance (m)	
n% Second degree burns distance (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	
Combustion rate (PoolFire 3) (kg/s)	
Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	
Heat emission from fire surface (PoolFire 3) (kW/m2)	
Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	
View factor (PoolFire 3) (%)	
Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	
Flame temperature (PoolFire 3) (°C)	
Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	
Calculated pool surface area (PoolFire 3) (m2)	
Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of NO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of SO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of CO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of H2O/chemical (PoolFire 3) (%)	
Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	
Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	
Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) (kW/m2)	
n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	
Max Heat Radiation (Bleve 4) (kW/m2)	
Heat Radiation Dose (Bleve 4) (s*(kW/m2)^4/3)	
Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	
Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
... at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Instantaneous 5) (s)	



Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Instantaneous 5) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m2)	
...at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (s)	
Explosive mass at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (min*(mg/m3)^n)	2603.6
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Instantaneous 6) (m)	48.735
Length of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m)	72.524
Width of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m)	63.114
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Instantaneous 6) (1/m)	-0.048833
Explosive mass at time t (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
Height to LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Maximum explosive mass (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
...at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Maximum area of explosive cloud (NGDE Instantaneous 7) (m2)	
...at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (s)	
Explosive mass at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Instantaneous 7) (1/m)	
Mixing height used (NGDE Instantaneous 7) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (min*(mg/m3)^n)	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Length of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Width of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Instantaneous 8) (1/m)	
Mixing height used (NGDT Instantaneous 8) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)	
Explosive mass at time t (HGDE Poolevap 9) (kg)	
Height to LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)	
Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)	
...at time tmem (HGDE Poolevap 9) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE	

Poolevap 9) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)	
Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m2)	
...at time tmac (HGDE Poolevap 9) (s)	
Explosive mass at time tmac (HGDE Poolevap 9) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (min*(mg/m3)^n)	
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (%)	
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Poolevap 10) (m)	
Length of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)	
Width of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Poolevap 10) (1/m)	
Maximum explosive mass (NGDE Poolevap 11) (kg)	
...at time tmem (NGDE Poolevap 11) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Poolevap 11) (s)	
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Poolevap 11) (s)	
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)	
Maximum area of explosive cloud (NGDE Poolevap 11) (m2)	
...at time tmac (NGDE Poolevap 11) (s)	
Explosive mass at time tmac (NGDE Poolevap 11) (kg)	
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)	
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Poolevap 11) (1/m)	
Mixing height used (NGDE Poolevap 11) (m)	
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)	
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (min*(mg/m3)^n)	7.8964
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Poolevap 12) (m)	0
Length of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m)	43.2
Width of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m)	20.276
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Poolevap 12) (1/m)	-0.051499
Mixing height used (NGDT Poolevap 12) (m)	1500
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s)	0.27177
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s)	0.091179
Explosive mass at time tmac (Combine Expl 13) (kg)	
Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m2)	
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (Combine Expl 13) (m)	
Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)	
Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)	
Peak overpressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	
Peak dynamic pressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)	
Pressure impulse at Xd (Expl ME 14) (Pa*s)	
Positive phase duration at Xd (Expl ME 14) (ms)	
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)	
Blast-wave shape at Xd (Expl ME 14)	
Damage (general description) at Xd (Expl ME 14)	
Damage to brick houses at Xd (Expl ME 14)	

Damage to typical American-style houses at Xd (Expl ME 14)	
Damage to structures (empirical) at Xd (Expl ME 14)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (min*(mg/m3)^n)	2603.6
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (Combine Toxics 15) (m)	64.296
Length of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	70.473
Width of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	63.012

**Sub model information**

Sub model LiqGasFlash (1)	Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) (Uninitialized)
Sub model PoolEvap (2)	Pool evaporation model (Uninitialized)
Sub model PoolFire (3)	Pool Fire model (Uninitialized)
Sub model Bleve (4)	BLEVE (Dynamic model) (Uninitialized)
Sub model HGDE Instantaneous (5)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Instantaneous (6)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Instantaneous (7)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Instantaneous (8)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model HGDE Poolevap (9)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Poolevap (10)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Poolevap (11)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Poolevap (12)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model Combine Expl (13)	DispersionCombination Explosive (Uninitialized)
Sub model Expl ME (14)	Explosion (Multi Energy model) (Uninitialized)
Sub model Combine Toxics (15)	DispersionCombination Toxic (Uninitialized)

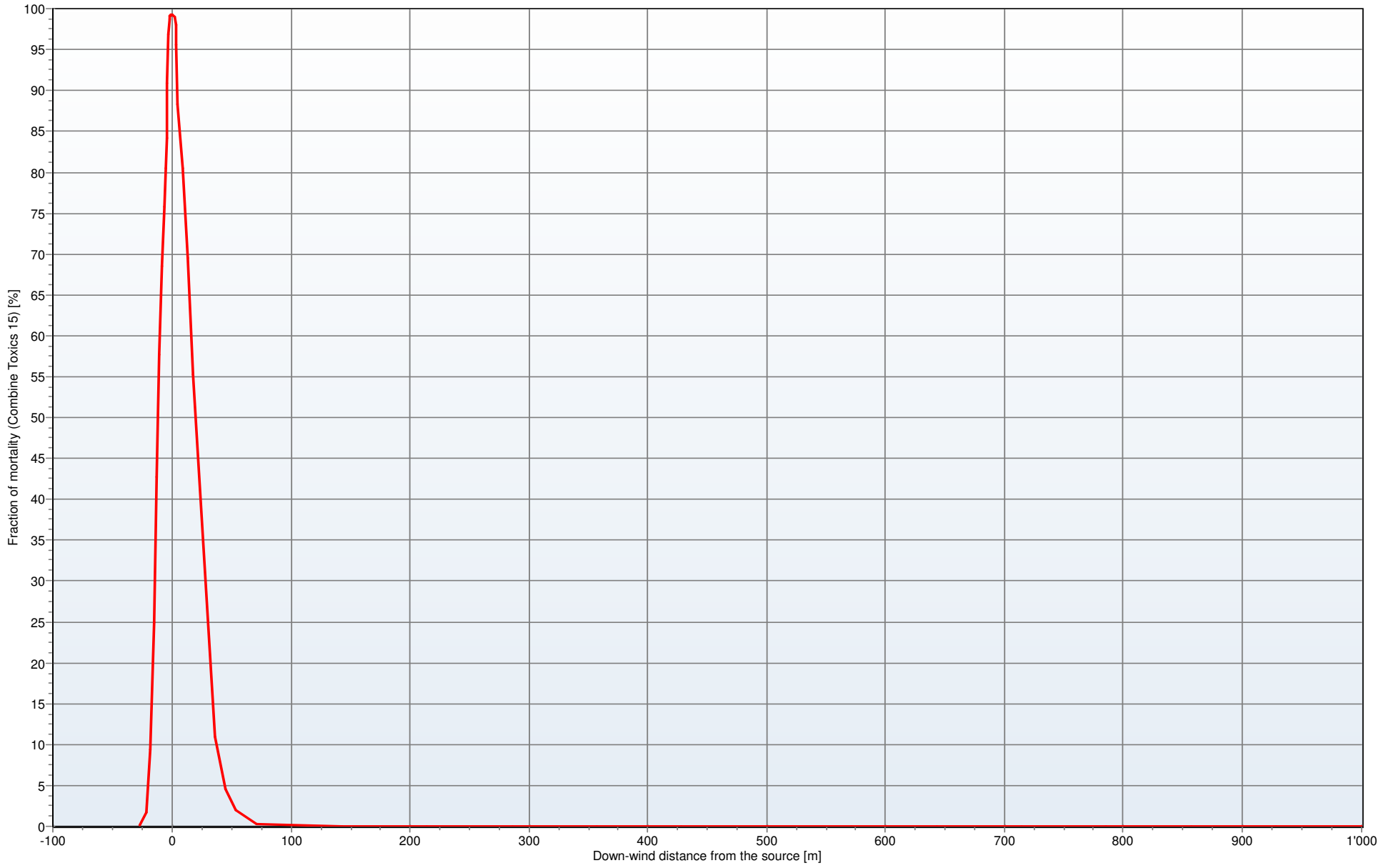
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by W7-ING-K120-055\genjo at 19.09.2016 15:20:21

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

S enario 9 - Ammoniac - Rupture totale - B - 0.5 m/s



**Case description: S enario 9 - Ammoniac - Rupture totale - D****Model: Liquefied gas LOC scenario Instantaneous release (G1)**

version: 0.1.0.0 (05.07.2016)

Reference: No ref

**Parameters**

## Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Vessel volume (m3)	1.55
Outcome / phenomena	Toxic dispersion
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (�C)	5
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	5.1558
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Use which representative step	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading
<i>Type of pool growth on Water</i>	
<i>Maximum pool surface area (m2)</i>	
Temperature of the subsoil (�C)	10
<i>Temperature of the water (�C)</i>	
<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	5
Ambient temperature (�C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
<i>Cloud cover (%)</i>	
<i>Date: day number</i>	
<i>Date: month number</i>	
<i>Date: year number</i>	
<i>Latitude of the location (deg)</i>	
Type of subsoil	Light concrete
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	1.5
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	D (Neutral)
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1

Threshold toxic dose $D$ ( $s \cdot (kg/m^3)^n$ )	
Length source in crosswind (y) direction (m)	0
Mixing height (m)	
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	5 (Medium deflagration)
Threshold overpressure (mbar)	100

## Results

Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	977.69
Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	12.519
Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	54.887
Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	271.3
Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	706.39
Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) ( $^{\circ}C$ )	-33.43
Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) ( $^{\circ}C$ )	-33.43
Radius of the Fire Ball (LiqGasFlash 1) (m)	9.0113
Representative density (LiqGasFlash 1) ( $kg/m^3$ )	1.9226
Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) ( $kW/m^2$ )	0.12
Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	7.5
Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) ( $kg/s$ )	0.44847
Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	908.95
Representative temperature (PoolEvap 2) ( $^{\circ}C$ )	-61.923
Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	14.402
Density after mixing with air (PoolEvap 2) ( $kg/m^3$ )	1.2236
Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	407.63
... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) ( $m^2$ )	162.91
Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	
Heat radiation at X (PoolFire 3) ( $kW/m^2$ )	
n% First degree burns distance (m)	
n% Second degree burns distance (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	
Combustion rate (PoolFire 3) ( $kg/s$ )	
Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	
Heat emission from fire surface (PoolFire 3) ( $kW/m^2$ )	
Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	
View factor (PoolFire 3) (%)	
Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	
Flame temperature (PoolFire 3) ( $^{\circ}C$ )	
Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	
Calculated pool surface area (PoolFire 3) ( $m^2$ )	
Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of NO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of SO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of CO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of H2O/chemical (PoolFire 3) (%)	
Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	
Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	
Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) ( $kW/m^2$ )	
n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	
Max Heat Radiation (Bleve 4) ( $kW/m^2$ )	
Heat Radiation Dose (Bleve 4) ( $s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$ )	
Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	
Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
...at time tmem (HGDE Instantaneous 5) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Instantaneous 5) (s)	

Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Instantaneous 5) (s)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m<sup>2</sup>)

...at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (s)

Explosive mass at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (kg)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release centre and cloud centre at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)

Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>) 13552

Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (%) 0

Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Instantaneous 6) (m) 62.62

Length of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m) 72.471

Width of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m) 30.355

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Instantaneous 6) (1/m) 0

Explosive mass at time t (NGDE Instantaneous 7) (kg)

Height to LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Length of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Maximum explosive mass (NGDE Instantaneous 7) (kg)

...at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (s)

Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Instantaneous 7) (s)

Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Instantaneous 7) (s)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Maximum area of explosive cloud (NGDE Instantaneous 7) (m<sup>2</sup>)

...at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (s)

Explosive mass at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (kg)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release centre and cloud centre at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Instantaneous 7) (1/m)

Mixing height used (NGDE Instantaneous 7) (m)

Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)

Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)

Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)

Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (%)

Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Instantaneous 8) (m)

Length of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)

Width of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Instantaneous 8) (1/m)

Mixing height used (NGDT Instantaneous 8) (m)

Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)

Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)

Explosive mass at time t (HGDE Poolevap 9) (kg)

Height to LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Offset between release location and LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)

...at time  $t_{mem}$  (HGDE Poolevap 9) (s)

Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE

Poolevap 9) (s)  
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)  
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m<sup>2</sup>)  
...at time tmac (HGDE Poolevap 9) (s)  
Explosive mass at time tmac (HGDE Poolevap 9) (kg)  
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)  
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)  
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (%)  
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Poolevap 10) (m)  
Length of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)  
Width of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Poolevap 10) (1/m)  
Maximum explosive mass (NGDE Poolevap 11) (kg)  
...at time tmem (NGDE Poolevap 11) (s)  
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Poolevap 11) (s)  
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Poolevap 11) (s)  
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Maximum area of explosive cloud (NGDE Poolevap 11) (m<sup>2</sup>)  
...at time tmac (NGDE Poolevap 11) (s)  
Explosive mass at time tmac (NGDE Poolevap 11) (kg)  
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Poolevap 11) (1/m)  
Mixing height used (NGDE Poolevap 11) (m)  
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)  
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)  
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>) 1498.1  
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (%) 0  
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Poolevap 12) (m) 0  
Length of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m) 0  
Width of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m) 0  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Poolevap 12) (1/m) 0  
Mixing height used (NGDT Poolevap 12) (m) 500  
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s) 1.0544  
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s) 0.72458  
Explosive mass at time tmac (Combine Expl 13) (kg)  
Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m<sup>2</sup>)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (Combine Expl 13) (m)  
Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)  
Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)  
Peak overpressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)  
Peak dynamic pressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)  
Pressure impulse at Xd (Expl ME 14) (Pa\*s)  
Positive phase duration at Xd (Expl ME 14) (ms)  
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)  
Blast-wave shape at Xd (Expl ME 14)  
Damage (general description) at Xd (Expl ME 14)  
Damage to brick houses at Xd (Expl ME 14)



Damage to typical American-style houses at Xd (Expl ME 14)	
Damage to structures (empirical) at Xd (Expl ME 14)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (min*(mg/m3)^n)	15050
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (Combine Toxics 15) (m)	67.172
Length of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	70.188
Width of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	29.976

**Sub model information**

Sub model LiqGasFlash (1)	Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) (Uninitialized)
Sub model PoolEvap (2)	Pool evaporation model (Uninitialized)
Sub model PoolFire (3)	Pool Fire model (Uninitialized)
Sub model Bleve (4)	BLEVE (Dynamic model) (Uninitialized)
Sub model HGDE Instantaneous (5)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Instantaneous (6)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Instantaneous (7)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Instantaneous (8)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model HGDE Poolevap (9)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Poolevap (10)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Poolevap (11)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Poolevap (12)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model Combine Expl (13)	DispersionCombination Explosive (Uninitialized)
Sub model Expl ME (14)	Explosion (Multi Energy model) (Uninitialized)
Sub model Combine Toxics (15)	DispersionCombination Toxic (Uninitialized)

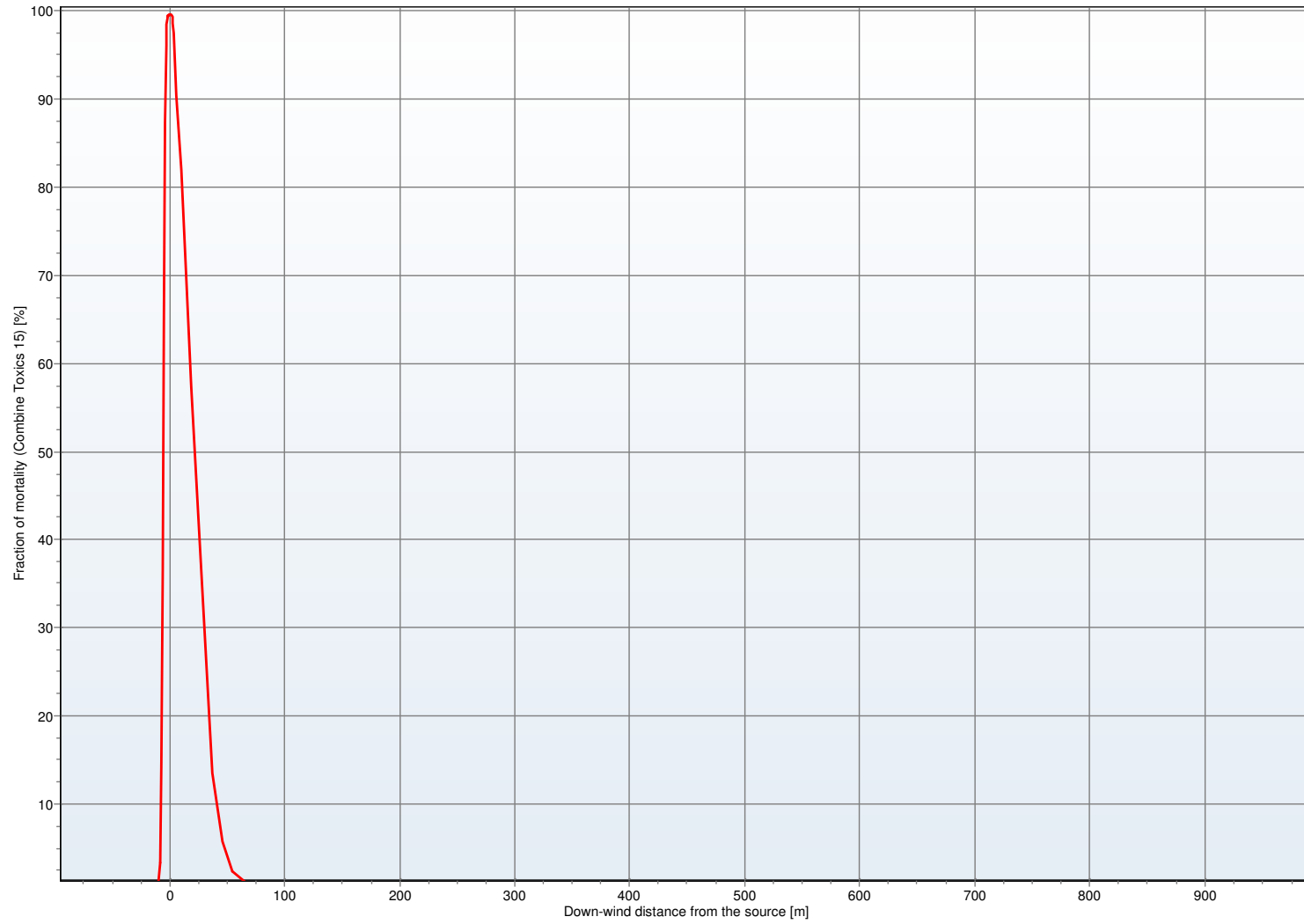
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 15:15:11

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

S nario 9 - Ammoniac - Rupture totale - D



## Case description: S enario 9 - Ammoniac - Rupture totale - F

### Model: Liquefied gas LOC scenario Instantaneous release (G1)

version: 0.1.0.0 (05.07.2016)

Reference: No ref

#### Parameters

##### Inputs

Chemical name (YAWS)	AMMONIA (YAWS)
Vessel volume (m3)	1.55
Outcome / phenomena	Toxic dispersion
Filling degree (%)	100
Initial temperature in vessel (�C)	5
Pressure inside vessel determination	Use vapour pressure
<i>Initial (absolute) pressure in vessel (bar)</i>	5.1558
X-coordinate of release (m)	0
Y-coordinate of release (m)	0
Use which representative step	Second 20% average (toxic)
Evaporation from land or water	Land
Type of pool growth on Land	Spreading
<i>Type of pool growth on Water</i>	
<i>Maximum pool surface area (m2)</i>	
Temperature of the subsoil (�C)	10
<i>Temperature of the water (�C)</i>	
<i>Max temperature difference between pool and water (K)</i>	
Wind speed at 10 m height (m/s)	2
Ambient temperature (�C)	15
Ambient relative humidity (%)	70
Solar radiation flux	User defined
Solar heat radiation flux (W/m2)	120
<i>Cloud cover (%)</i>	
<i>Date: day number</i>	
<i>Date: month number</i>	
<i>Date: year number</i>	
<i>Latitude of the location (deg)</i>	
Type of subsoil	Light concrete
Subsoil roughness description	flat sandy soil, concrete, tiles, plant-yard
Maximum evaluation time for evaporation (s)	1800
Height of the observer position above ground level (m)	1.5
Height of the confined pool above ground level (m)	0
Pool burning rate	Calculate/Default
<i>Value of pool burning rate (kg/m2*s)</i>	
Fraction combustion heat radiated (%)	35
Soot Fraction	Calculate/Default
<i>Value of soot fraction (-)</i>	
Amount of CO2 in atmosphere (%)	0.03
Distance from the centre of the pool (m)	1000
Exposure duration to heat radiation (s)	20
Take protective effects of clothing into account	No
Predefined wind direction	User defined
Wind comes from (North = 0 degrees) (deg)	270
Calculate all contours for	Consequences
<i>Heat radiation level (lowest) for first contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level for second contour plot (kW/m2)</i>	
<i>Heat radiation level (highest) for third contour plot (kW/m2)</i>	
Percentage of mortality for contour calculations (%)	1
Burst pressure of the vessel (bar)	25
Meteorological data	Pasquill
Pasquill stability class	F (Very Stable)
<i>Inverse Monin-Obukhov length (1/L) (1/m)</i>	
Roughness length description	High crops; scattered large objects, 15 < x/h < 20.
Distance from release (Xd) (m)	1000
Distance perpendicular to wind direction (Yd) (m)	0
Height (Zd) (m)	1.5
Start of exposure (after moment of release) (s)	0
Exposure duration (s)	1800
Calculate toxic contour by	Fraction of mortality
Threshold fraction of mortality F (%)	1

Threshold toxic dose $D$ ( $s \cdot (kg/m^3)^n$ )	
Length source in crosswind (y) direction (m)	0
Mixing height (m)	
Ambient pressure (bar)	1.0151
Fraction of flammable cloud confined (%)	8
Curve number	5 (Medium deflagration)
Threshold overpressure (mbar)	100

## Results

Initial mass in vessel (LiqGasFlash 1) (kg)	977.69
Adiabatic vapour flash fraction (LiqGasFlash 1) (%)	12.519
Liquid mass fraction in cloud (LiqGasFlash 1) (%)	54.887
Total mass in cloud (LiqGasFlash 1) (kg)	271.3
Rainout mass (as liquid) (LiqGasFlash 1) (kg)	706.39
Temperature jet/cloud (LiqGasFlash 1) ( $^{\circ}C$ )	-33.43
Temperature of the pool (LiqGasFlash 1) ( $^{\circ}C$ )	-33.43
Radius of the Fire Ball (LiqGasFlash 1) (m)	9.0113
Representative density (LiqGasFlash 1) ( $kg/m^3$ )	1.9226
Heat flux from solar radiation (PoolEvap 2) ( $kW/m^2$ )	0.12
Time pool spreading ends (PoolEvap 2) (s)	7.5
Time until pool has totally evaporated (PoolEvap 2) (s)	
Purple book representative evaporation rate (PoolEvap 2) ( $kg/s$ )	0.41099
Purple book representative evaporation duration (PoolEvap 2) (s)	816.44
Representative temperature (PoolEvap 2) ( $^{\circ}C$ )	-52.088
Representative pool diameter (PoolEvap 2) (m)	14.78
Density after mixing with air (PoolEvap 2) ( $kg/m^3$ )	1.2197
Total evaporated mass (PoolEvap 2) (kg)	335.55
... duration evaporation time (PoolEvap 2) (s)	1799.5
Corresponding representative pool surface area (PoolEvap 2) ( $m^2$ )	171.56
Max Diameter of the Pool Fire (PoolFire 3) (m)	
Heat radiation at X (PoolFire 3) ( $kW/m^2$ )	
n% First degree burns distance (m)	
n% Second degree burns distance (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (m)	
Combustion rate (PoolFire 3) ( $kg/s$ )	
Duration of the pool fire (PoolFire 3) (s)	
Heat emission from fire surface (PoolFire 3) ( $kW/m^2$ )	
Flame tilt (PoolFire 3) (deg)	
View factor (PoolFire 3) (%)	
Atmospheric transmissivity (PoolFire 3) (%)	
Flame temperature (PoolFire 3) ( $^{\circ}C$ )	
Height of the Flame (PoolFire 3) (m)	
Calculated pool surface area (PoolFire 3) ( $m^2$ )	
Weight ratio of HCL/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of NO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of SO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of CO2/chemical (PoolFire 3) (%)	
Weight ratio of H2O/chemical (PoolFire 3) (%)	
Duration of the Fire Ball (Bleve 4) (s)	
Max Diameter of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Height of the Fire Ball (Bleve 4) (m)	
Max Viewfactor of the Fire Ball (Bleve 4) (%)	
Max Atmospheric Transmittance (Bleve 4) (%)	
Max Surface Emissive Power of the Fire Ball (Bleve 4) ( $kW/m^2$ )	
n% First degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Second degree burns distance (Bleve 4) (m)	
n% Third degree (Lethal) burns distance (Bleve 4) (m)	
Max Heat Radiation (Bleve 4) ( $kW/m^2$ )	
Heat Radiation Dose (Bleve 4) ( $s \cdot (kW/m^2)^{4/3}$ )	
Percentage first degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage second degree Burns (Bleve 4) (%)	
Percentage lethal Burns (Bleve 4) (%)	
Explosive mass at time t (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
Height to LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Offset between release location and LEL at time t (HGDE Instantaneous 5) (m)	
Maximum explosive mass (HGDE Instantaneous 5) (kg)	
...at time $t_{mem}$ (HGDE Instantaneous 5) (s)	
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE Instantaneous 5) (s)	

Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Instantaneous 5) (s)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mem}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Maximum area of explosive cloud (HGDE Instantaneous 5) (m<sup>2</sup>)

...at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (s)

Explosive mass at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (kg)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Offset between release centre and cloud centre at time  $t_{mac}$  (HGDE Instantaneous 5) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Instantaneous 5) (1/m)

Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>) 2.4501E05

Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Instantaneous 6) (%) 0

Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Instantaneous 6) (m) 81.712

Length of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m) 100.2

Width of toxic contour (HGDT Instantaneous 6) (m) 62.464

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Instantaneous 6) (1/m) 0.048833

Explosive mass at time t (NGDE Instantaneous 7) (kg)

Height to LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Length of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time t (NGDE Instantaneous 7) (m)

Maximum explosive mass (NGDE Instantaneous 7) (kg)

...at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (s)

Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Instantaneous 7) (s)

Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Instantaneous 7) (s)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mem}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Maximum area of explosive cloud (NGDE Instantaneous 7) (m<sup>2</sup>)

...at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (s)

Explosive mass at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (kg)

Length of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Width of cloud (between LEL) at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release location and LEL at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Offset between release centre and cloud centre at time  $t_{mac}$  (NGDE Instantaneous 7) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Instantaneous 7) (1/m)

Mixing height used (NGDE Instantaneous 7) (m)

Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)

Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Instantaneous 7) (m/s)

Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)

Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Instantaneous 8) (%)

Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Instantaneous 8) (m)

Length of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)

Width of toxic contour (NGDT Instantaneous 8) (m)

Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Instantaneous 8) (1/m)

Mixing height used (NGDT Instantaneous 8) (m)

Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)

Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Instantaneous 8) (m/s)

Explosive mass at time t (HGDE Poolevap 9) (kg)

Height to LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Length of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Width of cloud (between LEL) at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Offset between release location and LEL at time t (HGDE Poolevap 9) (m)

Maximum explosive mass (HGDE Poolevap 9) (kg)

...at time  $t_{mem}$  (HGDE Poolevap 9) (s)

Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (HGDE

Poolevap 9) (s)  
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (HGDE Poolevap 9) (s)  
Length of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmem (HGDE Poolevap 9) (m)  
Maximum area of explosive cloud (HGDE Poolevap 9) (m<sup>2</sup>)  
...at time tmac (HGDE Poolevap 9) (s)  
Explosive mass at time tmac (HGDE Poolevap 9) (kg)  
Length of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (HGDE Poolevap 9) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDE Poolevap 9) (1/m)  
Dose at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>)  
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (HGDT Poolevap 10) (%)  
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (HGDT Poolevap 10) (m)  
Length of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)  
Width of toxic contour (HGDT Poolevap 10) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (HGDT Poolevap 10) (1/m)  
Maximum explosive mass (NGDE Poolevap 11) (kg)  
...at time tmem (NGDE Poolevap 11) (s)  
Start time where 95% of maximum of explosive mass is reached (NGDE Poolevap 11) (s)  
Time where explosive mass starts decreasing below 95% of max (NGDE Poolevap 11) (s)  
Length of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmem (NGDE Poolevap 11) (m)  
Maximum area of explosive cloud (NGDE Poolevap 11) (m<sup>2</sup>)  
...at time tmac (NGDE Poolevap 11) (s)  
Explosive mass at time tmac (NGDE Poolevap 11) (kg)  
Length of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Width of cloud (between LEL) at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release location and LEL at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (NGDE Poolevap 11) (m)  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDE Poolevap 11) (1/m)  
Mixing height used (NGDE Poolevap 11) (m)  
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)  
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDE Poolevap 11) (m/s)  
Dose at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (min\*(mg/m<sup>3</sup>)<sup>n</sup>) 2.5178E05  
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (NGDT Poolevap 12) (%) 0  
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (NGDT Poolevap 12) (m) 123.14  
Length of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m) 107.56  
Width of toxic contour (NGDT Poolevap 12) (m) 14.383  
Inverse Monin-Obukhov length (1/L) used (NGDT Poolevap 12) (1/m) 0.060302  
Mixing height used (NGDT Poolevap 12) (m) 53.896  
Stand. dev. of turbulent velocity in vert. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s) 0.23504  
Stand. dev. of turbulent velocity in horiz. direction used (NGDT Poolevap 12) (m/s) 0.16082  
Explosive mass at time tmac (Combine Expl 13) (kg)  
Maximum area of explosive cloud (Combine Expl 13) (m<sup>2</sup>)  
Offset between release centre and cloud centre at time tmac (Combine Expl 13) (m)  
Confined mass in explosive range (Expl ME 14) (kg)  
Total combustion energy (Expl ME 14) (MJ)  
Peak overpressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)  
Peak dynamic pressure at Xd (Expl ME 14) (mbar)  
Pressure impulse at Xd (Expl ME 14) (Pa\*s)  
Positive phase duration at Xd (Expl ME 14) (ms)  
Dist. from center mass of cloud at threshold overpressure (Expl ME 14) (m)  
Blast-wave shape at Xd (Expl ME 14)  
Damage (general description) at Xd (Expl ME 14)  
Damage to brick houses at Xd (Expl ME 14)

Damage to typical American-style houses at Xd (Expl ME 14)	
Damage to structures (empirical) at Xd (Expl ME 14)	
Dose at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (min*(mg/m3)^n)	4.9679E05
Fraction of mortality at (Xd, Yd, Zd) (Combine Toxics 15) (%)	0
Distance to toxic dose D or fraction of mortality F (Combine Toxics 15) (m)	147.24
Length of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	135.55
Width of toxic contour (Combine Toxics 15) (m)	61.113

**Sub model information**

Sub model LiqGasFlash (1)	Liquefied Gas Instantaneous Release (AMINAL model) (Uninitialized)
Sub model PoolEvap (2)	Pool evaporation model (Uninitialized)
Sub model PoolFire (3)	Pool Fire model (Uninitialized)
Sub model Bleve (4)	BLEVE (Dynamic model) (Uninitialized)
Sub model HGDE Instantaneous (5)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Instantaneous (6)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Instantaneous (7)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Instantaneous (8)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model HGDE Poolevap (9)	Dense Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model HGDT Poolevap (10)	Dense gas release; toxic (Uninitialized)
Sub model NGDE Poolevap (11)	Neutral Gas Dispersion: Explosive mass (Uninitialized)
Sub model NGDT Poolevap (12)	Neutral Gas Dispersion: Toxic dose (Uninitialized)
Sub model Combine Expl (13)	DispersionCombination Explosive (Uninitialized)
Sub model Expl ME (14)	Explosion (Multi Energy model) (Uninitialized)
Sub model Combine Toxics (15)	DispersionCombination Toxic (Uninitialized)

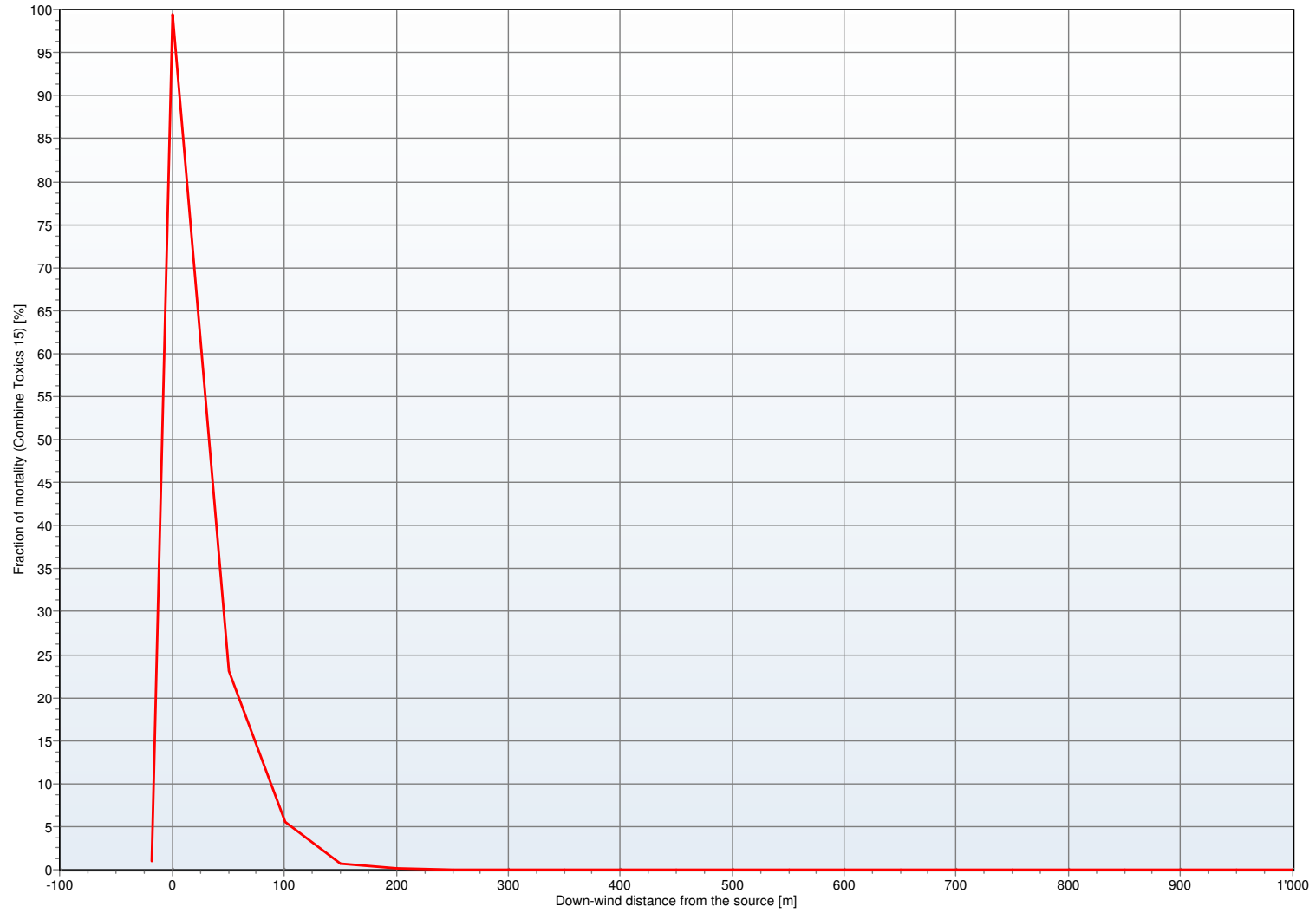
**Other information**

Main program	Effects 8.1.8.6673
Chemical database	YAWS database
Chemical source	Purple book database
Chemical source date	22.07.1999

Effects report created by CHGVA08023\genjo at 09.07.2016 15:18:45

Fraction of mortality vs Down-wind distance at (Yd, Zd)

S enario 9 - Ammoniac - Rupture totale - F



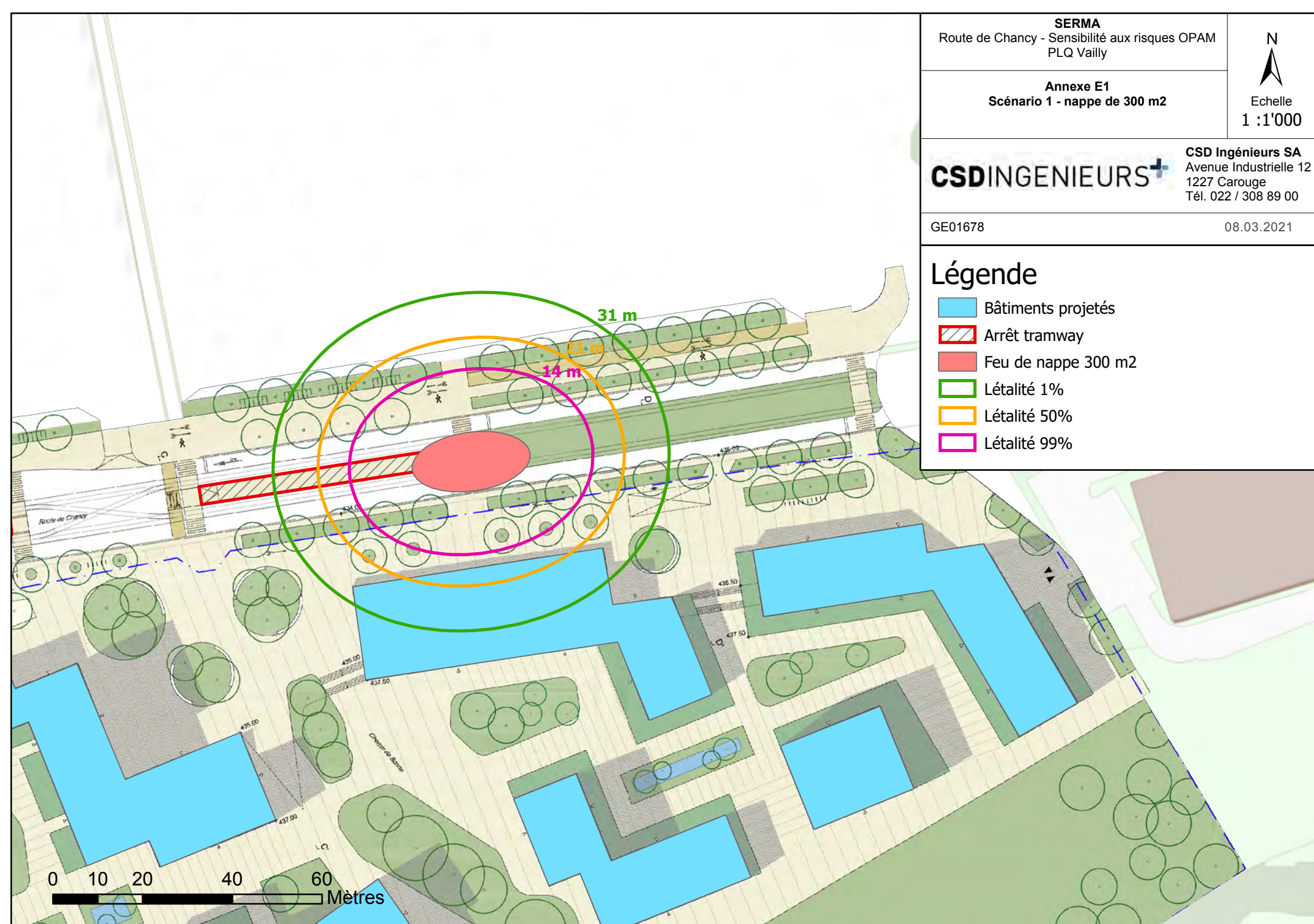


**ANNEXE E      MODÉLISATION – RAYONS DE LÉTALITÉ**

- E1 : Scénario 1 – Essence – Fuite continue – Feu de nappe
- E2 : Scénario 2 – Essence – Rupture totale – Feu de nappe
- E3 : Scénario 4 – Propane – BLEVE
- E4 : Scénario 5 – Propane – Feu de torche – Orientation horizontale
- E5 : Scénario 6 – Propane – Feu éclair
- E6 : Scénario 7 – Propane – UVCE
- E7 : Scénario 8 – Ammoniac – Libération continue
- E8 : Scénario 9 – Ammoniac – Libération instantanée

## Légende

- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Feu de nappe 300 m2
- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%






## Légende

 Bâtiments projetés

 Arrêt tramway

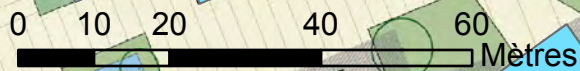
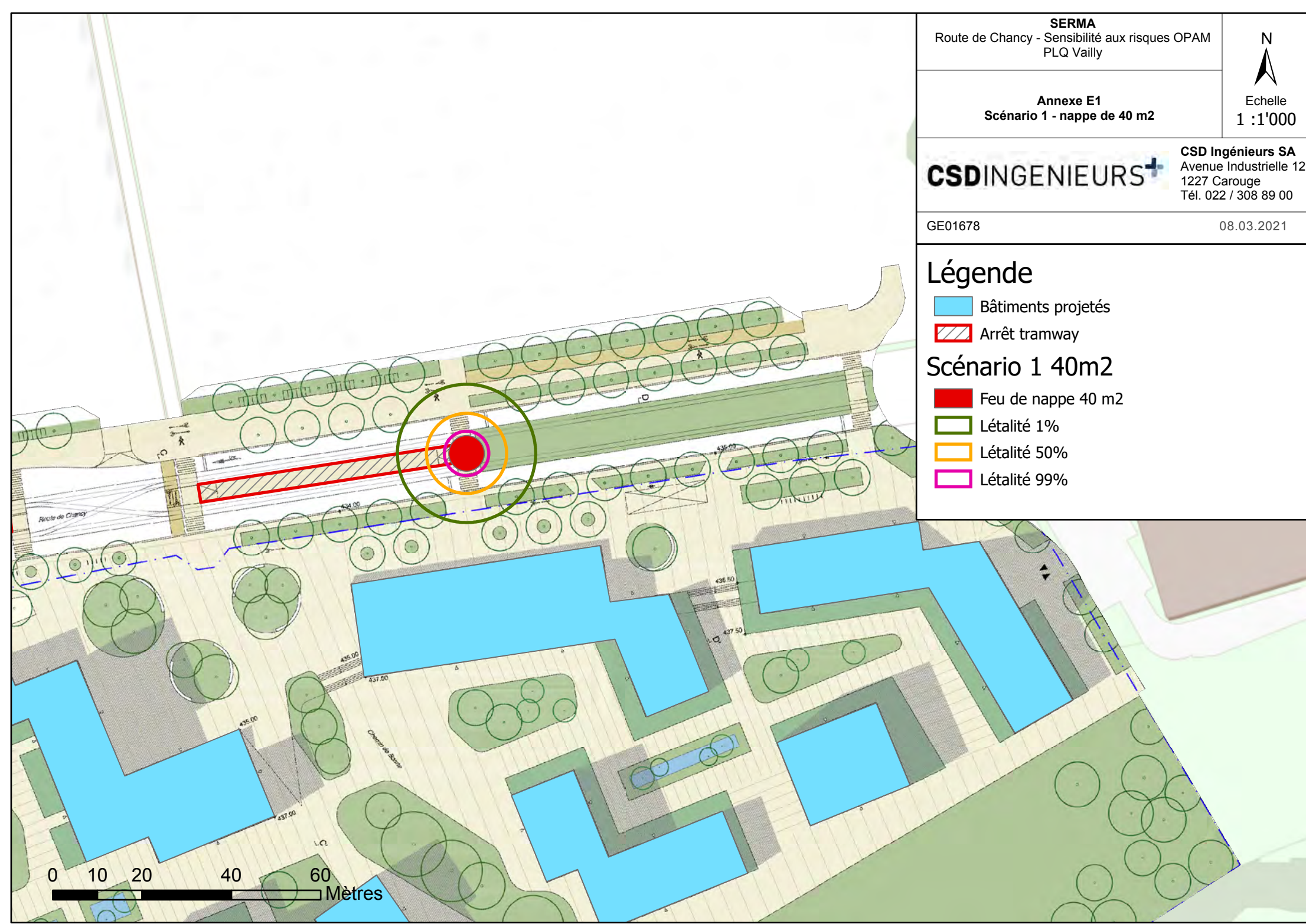
## Scénario 1 40m<sup>2</sup>

 Feu de nappe 40 m<sup>2</sup>

 Létalité 1%

 Létalité 50%

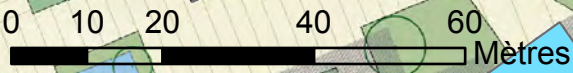
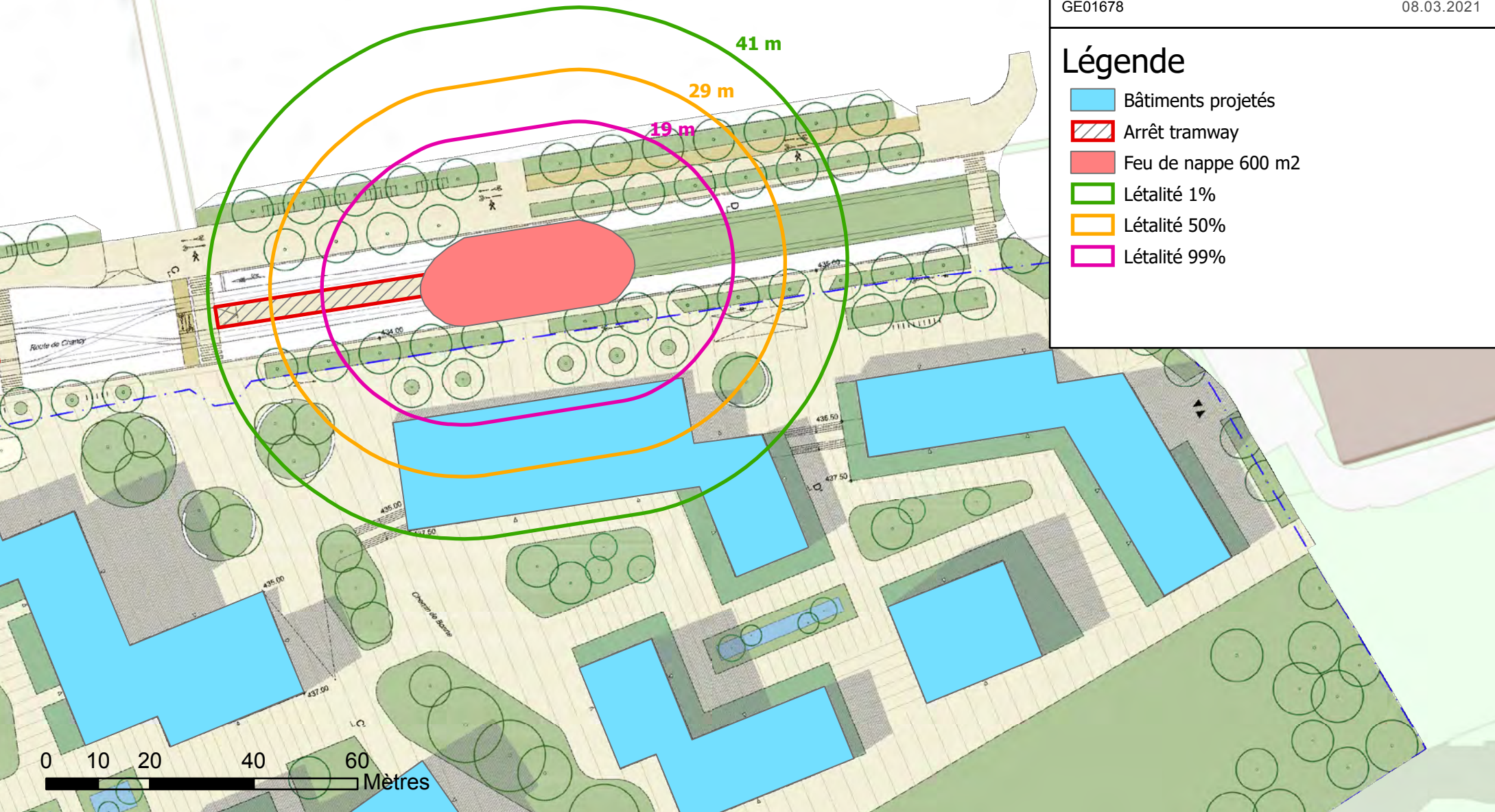
 Létalité 99%





### Légende

- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Feu de nappe 600 m<sup>2</sup>
- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%






### Légende

 Bâtiments projetés

 Arrêt tramway

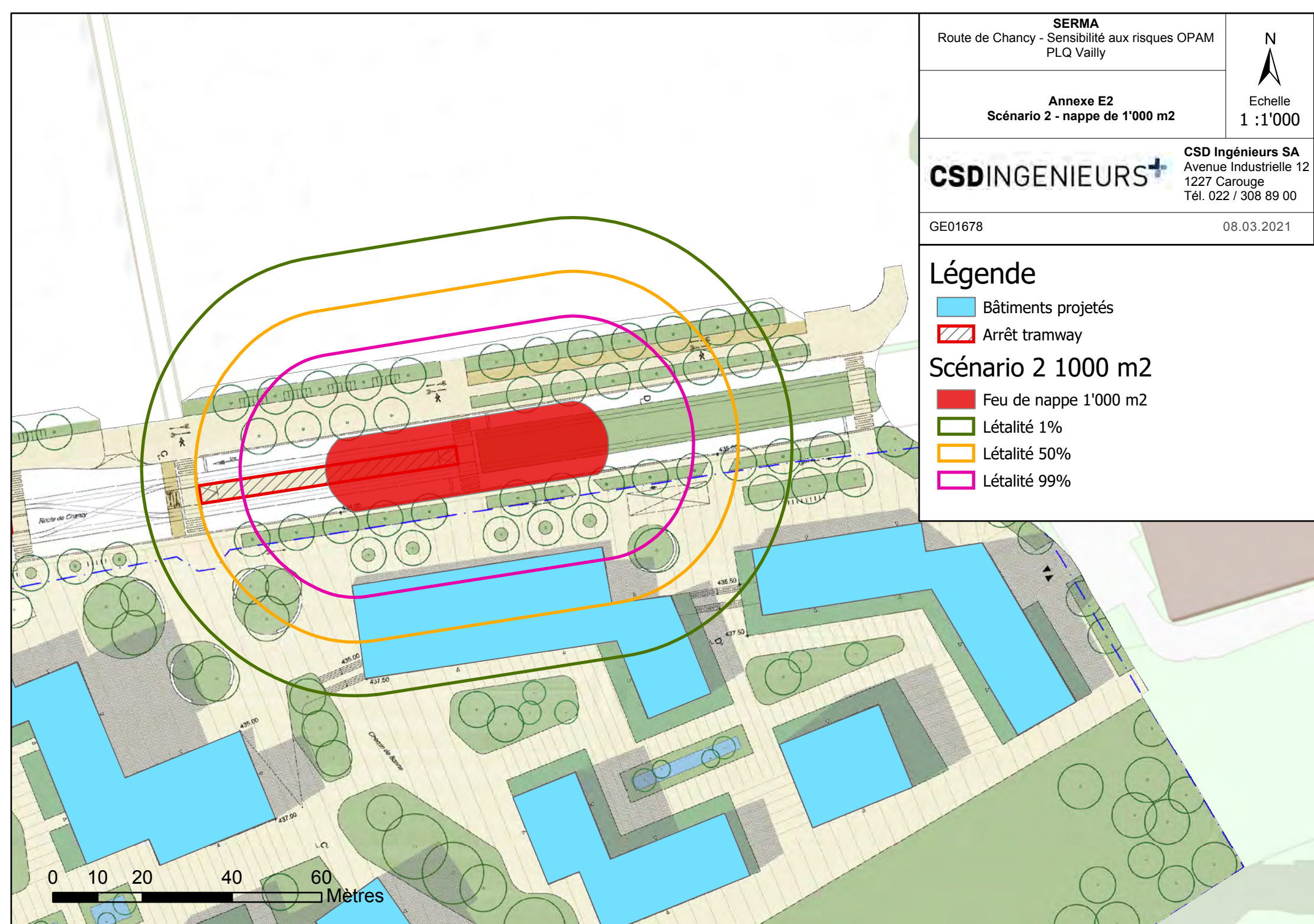
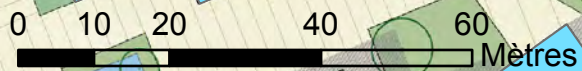
### Scénario 2 1000 m2

 Feu de nappe 1'000 m2

 Létalité 1%

 Létalité 50%

 Létalité 99%



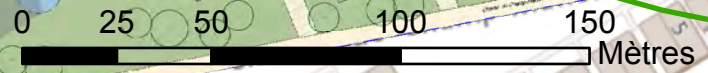
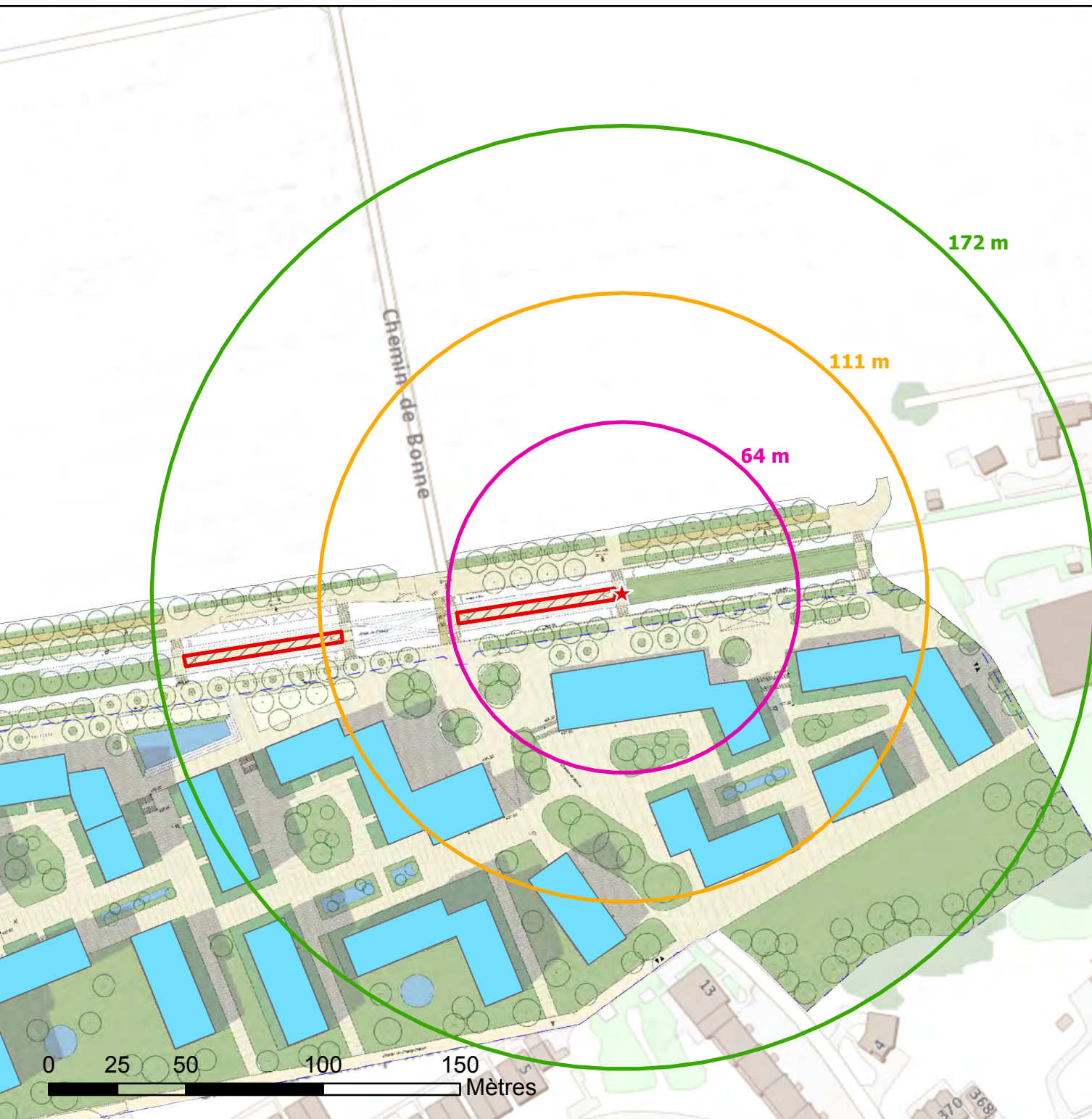


### Légende

- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Point d'accident

### Scénario 4

- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%





## Légende

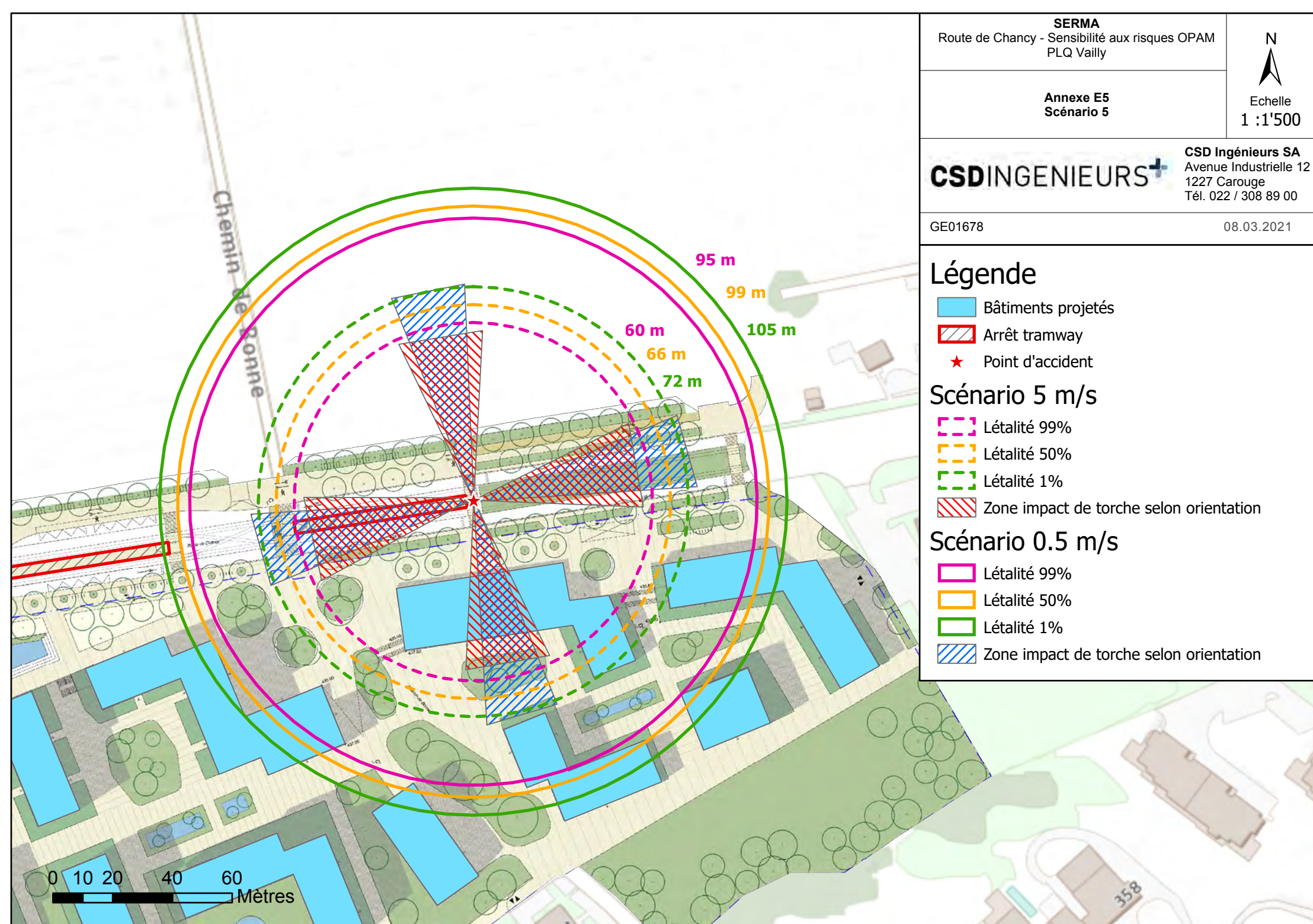
- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Point d'accident

## Scénario 5 m/s

- Létalité 99%
- Létalité 50%
- Létalité 1%
- Zone impact de torche selon orientation

## Scénario 0.5 m/s

- Létalité 99%
- Létalité 50%
- Létalité 1%
- Zone impact de torche selon orientation





### Légende

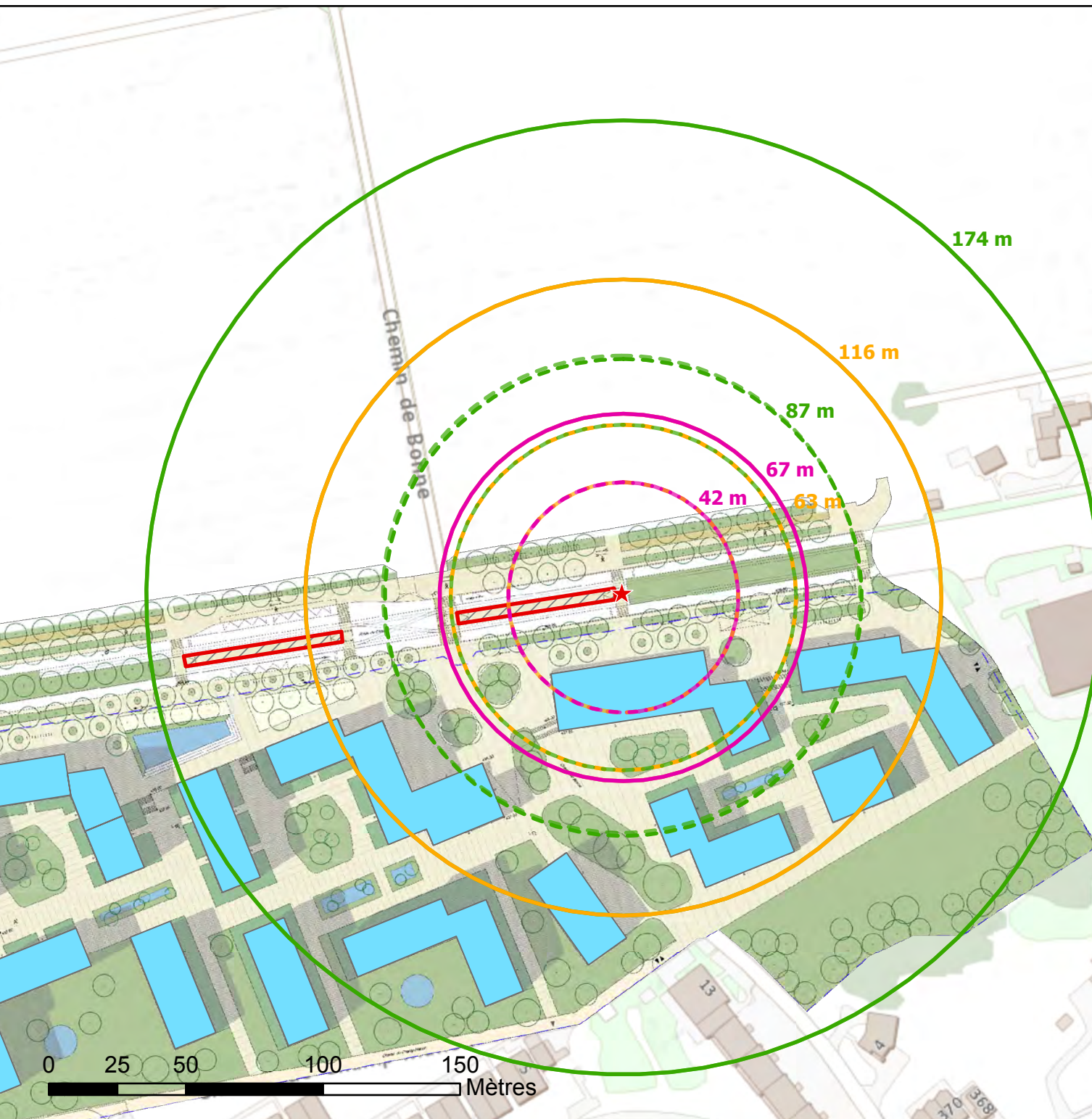
- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Point d'accident

### Scénario 6 - 5 m/s

- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%

### Scénario 6 - 0.5 m/s

- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%






### Légende

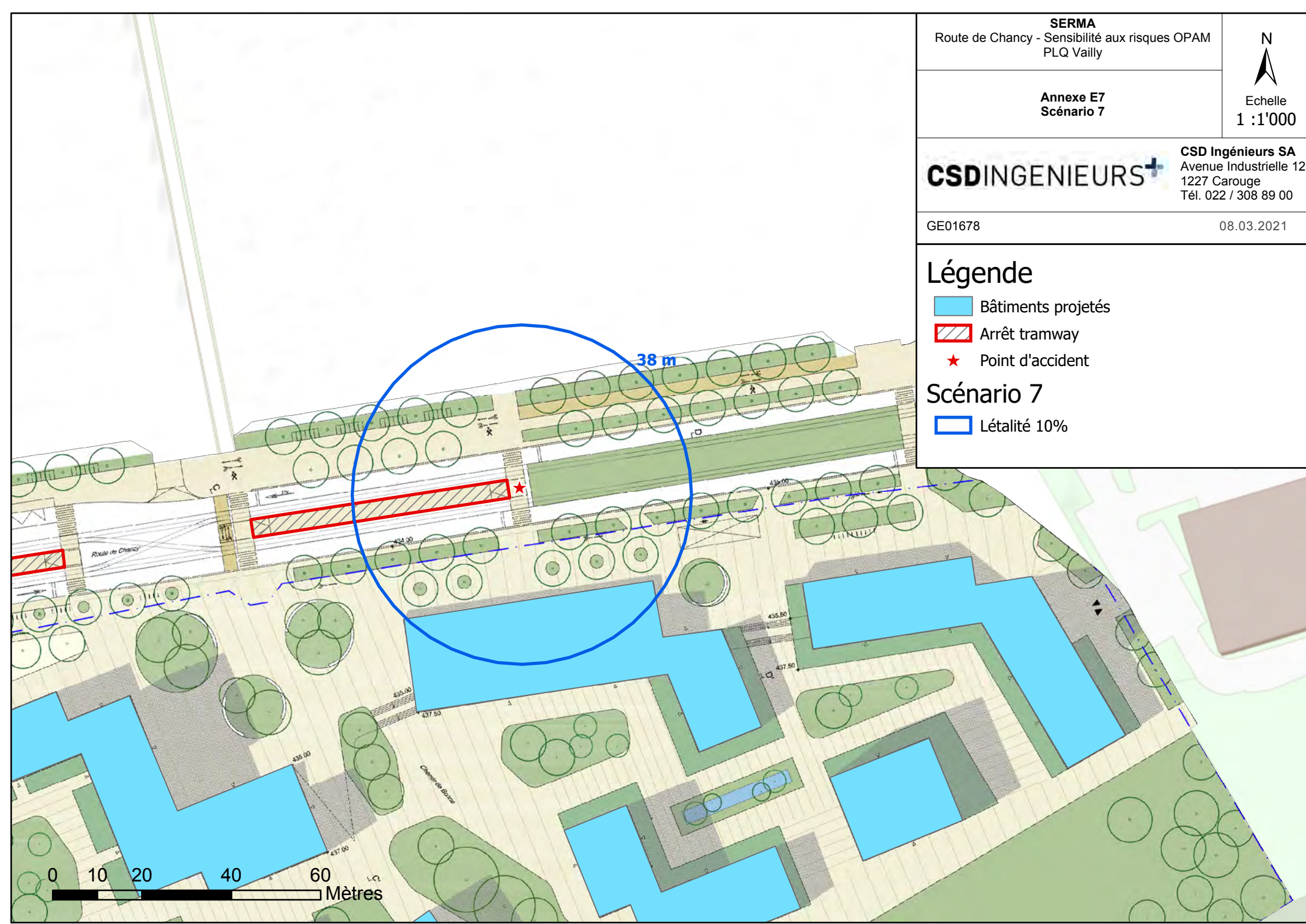
 Bâtiments projetés

 Arrêt tramway

 Point d'accident

### Scénario 7

 Létalité 10%



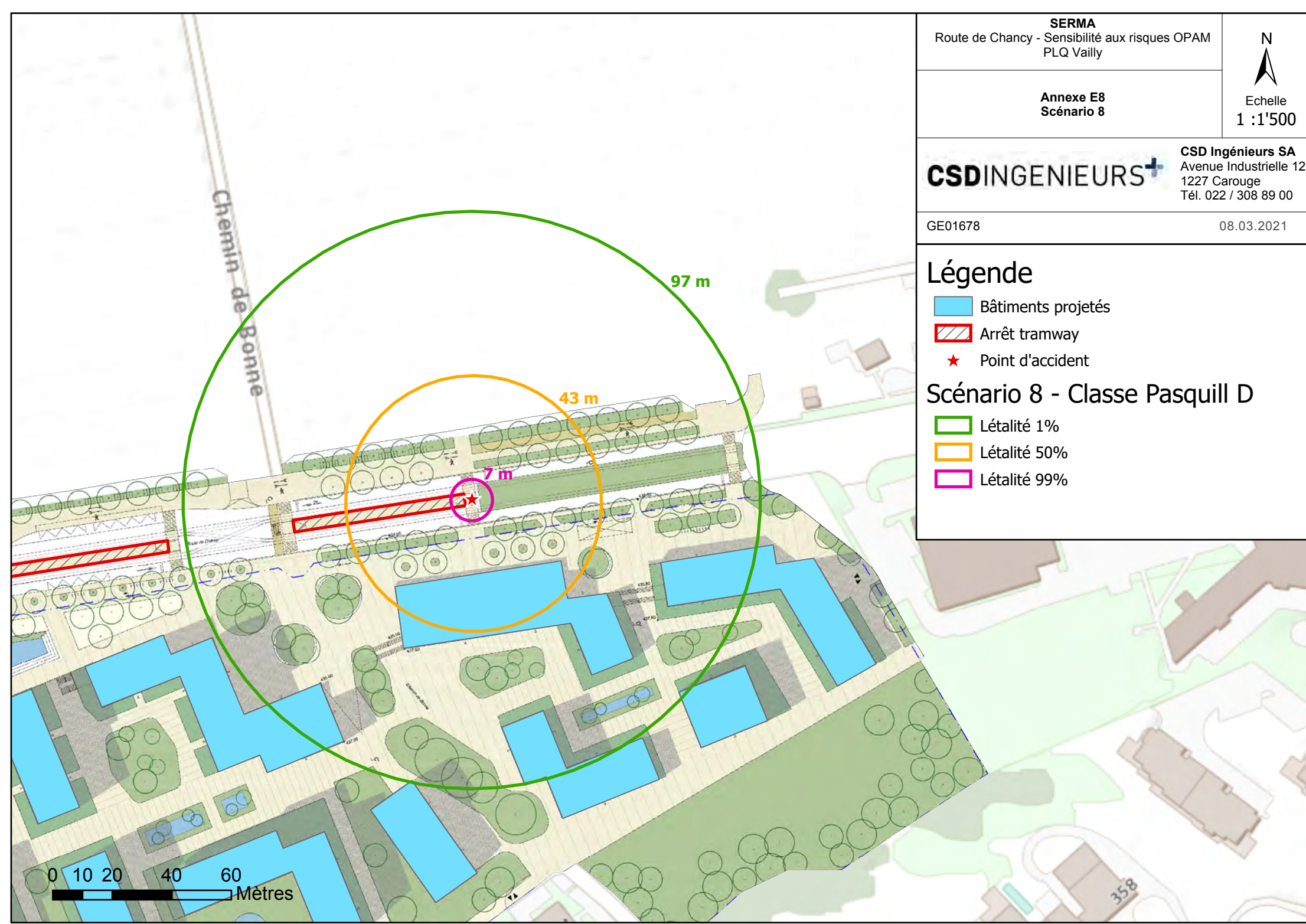


### Légende

- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Point d'accident

### Scénario 8 - Classe Pasquill D

- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%



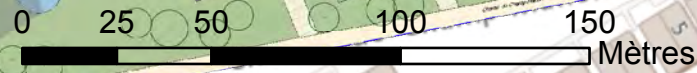


### Légende

- Bâtiments projetés
- Arrêt tramway
- Point d'accident

### Scénario 9 - classe Pasquill F

- Létalité 1%
- Létalité 50%
- Létalité 99%





SCENARIO 1 : Inflammation d'une nappe à la suite d'une perte continue d'essence						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Point de libération			sur la chaussée		en dehors de la chaussée	
Feures de travail	N	Absence de tramway	0.943	2.088	0.943	4.069
	N	Tramway en attente	1.765	2.910	1.765	4.891
	N	Tramway au départ	3.408	4.554	3.408	6.535
	O	Absence de tramway	15.254	16.295	15.254	18.276
	O	Tramway en attente	17.583	18.624	17.583	20.605
	O	Tramway au départ	19.912	20.953	19.912	22.934
Samedi	N	Absence de tramway	0.679	2.306	0.679	5.571
	N	Tramway en attente	1.501	3.128	1.501	6.393
	N	Tramway au départ	3.145	4.772	3.145	8.037
	O	Absence de tramway	15.254	17.399	15.254	23.038
	O	Tramway en attente	17.583	19.728	17.583	25.367
	O	Tramway au départ	19.912	22.057	19.912	27.696
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.212	0.323	0.212	5.053
	N	Tramway en attente	1.034	1.145	1.034	5.875
	N	Tramway au départ	2.678	2.789	2.678	7.519
	O	Absence de tramway	15.254	15.342	15.254	23.038
	O	Tramway en attente	17.583	17.671	17.583	25.367
	O	Tramway au départ	19.912	20.000	19.912	27.696

SCENARIO 2 : Inflammation d'une nappe avec une perte totale d'essence						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Point de libération			sur la chaussée		en dehors de la chaussée	
Heures de travail	N	Absence de tramway	1.363	10.241	1.363	18.676
	N	Tramway en attente	2.592	11.469	2.592	19.904
	N	Tramway au départ	5.049	13.926	5.049	22.362
	O	Absence de tramway	22.062	30.788	22.062	39.224
	O	Tramway en attente	25.543	34.269	25.543	42.705
	O	Tramway au départ	29.024	37.751	29.024	46.186
Samedi	N	Absence de tramway	0.981	15.716	0.981	30.560
	N	Tramway en attente	2.210	16.945	2.210	31.788
	N	Tramway au départ	4.667	19.402	4.667	34.245
	O	Absence de tramway	22.062	43.223	22.062	63.010
	O	Tramway en attente	25.543	46.704	25.543	66.491
	O	Tramway au départ	29.024	50.185	29.024	69.972
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.307	14.967	0.307	29.810
	N	Tramway en attente	1.535	16.196	1.535	31.039
	N	Tramway au départ	3.993	18.653	3.993	33.496
	O	Absence de tramway	22.062	43.223	22.062	63.010
	O	Tramway en attente	25.543	46.704	25.543	66.491
	O	Tramway au départ	29.024	50.185	29.024	69.972

SCENARIO 4 : BLEVE				
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur
Heures de travail	N	Absence de tramway	3.896	105.864
	N	Tramway en attente	5.779	107.747
	N	Tramway au départ	9.545	111.513
	O	Absence de tramway	48.800	157.942
	O	Tramway en attente	54.135	163.276
	O	Tramway au départ	59.469	168.611
Samedi	N	Absence de tramway	4.300	168.683
	N	Tramway en attente	6.183	170.566
	N	Tramway au départ	9.949	174.331
	O	Absence de tramway	50.033	273.607
	O	Tramway en attente	55.367	278.942
	O	Tramway au départ	60.702	284.277
Heures restantes	N	Absence de tramway	2.836	166.524
	N	Tramway en attente	4.599	168.287
	N	Tramway au départ	8.123	171.811
	O	Absence de tramway	50.033	273.607
	O	Tramway en attente	55.026	278.600
	O	Tramway au départ	60.019	283.593

SCENARIO 5 : Feu de torche dans l'axe de la route de Chancy						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Vitesse du vent à 10 m au dessus du sol			0.5 m/s		5 m/s	
Heures de travail	N	Absence de tramway	1.747	16.109	1.459	2.111
	N	Tramway en attente	3.321	17.683	3.024	3.677
	N	Tramway au départ	6.470	20.832	6.154	6.807
	O	Absence de tramway	28.269	47.388	23.608	25.392
	O	Tramway en attente	32.730	51.849	28.043	29.827
	O	Tramway au départ	37.191	56.310	32.477	34.261
Samedi	N	Absence de tramway	1.258	23.041	1.050	1.823
	N	Tramway en attente	2.832	24.615	2.616	3.388
	N	Tramway au départ	5.981	27.764	5.746	6.518
	O	Absence de tramway	28.269	58.098	23.608	26.090
	O	Tramway en attente	32.730	62.558	28.043	30.525
	O	Tramway au départ	37.191	67.019	32.477	34.960
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.393	22.080	0.328	1.021
	N	Tramway en attente	1.967	23.655	1.893	2.586
	N	Tramway au départ	5.116	26.804	5.024	5.717
	O	Absence de tramway	28.269	58.098	23.608	26.090
	O	Tramway en attente	32.730	62.558	28.043	30.525
	O	Tramway au départ	37.191	67.019	32.477	34.960

SCENARIO 5 : Feu de torche Perpendiculaire Nord de la route de Chancy						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Vitesse du vent à 10 m au dessus du sol			0.5 m/s		5 m/s	
Heures de travail	N	Absence de tramway	0.706	0.784	0.763	0.847
	N	Tramway en attente	0.706	0.784	0.763	0.847
	N	Tramway au départ	0.706	0.784	0.763	0.847
	O	Absence de tramway	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	11.423	12.346	12.346
Samedi	N	Absence de tramway	0.508	0.564	0.549	0.610
	N	Tramway en attente	0.508	0.564	0.549	0.610
	N	Tramway au départ	0.508	0.564	0.549	0.610
	O	Absence de tramway	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	11.423	12.346	12.346
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.159	0.176	0.172	0.191
	N	Tramway en attente	0.159	0.176	0.172	0.191
	N	Tramway au départ	0.159	0.176	0.172	0.191
	O	Absence de tramway	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	11.423	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	11.423	12.346	12.346

SCENARIO 5 : Feu de torche Perpendiculaire Sud de la route de Chancy						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Vitesse du vent à 10 m au dessus du sol			0.5 m/s		5 m/s	
Heures de travail	N	Absence de tramway	0.706	40.567	0.763	0.847
	N	Tramway en attente	0.706	40.567	0.763	0.847
	N	Tramway au départ	0.706	40.567	0.763	0.847
	O	Absence de tramway	11.423	51.206	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	51.206	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	51.206	12.346	12.346
Samedi	N	Absence de tramway	0.508	64.002	0.549	0.610
	N	Tramway en attente	0.508	64.002	0.549	0.610
	N	Tramway au départ	0.508	64.002	0.549	0.610
	O	Absence de tramway	11.423	97.842	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	97.842	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	97.842	12.346	12.346
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.159	63.614	0.172	0.191
	N	Tramway en attente	0.159	63.614	0.172	0.191
	N	Tramway au départ	0.159	63.614	0.172	0.191
	O	Absence de tramway	11.423	97.842	12.346	12.346
	O	Tramway en attente	11.423	97.842	12.346	12.346
	O	Tramway au départ	11.423	97.842	12.346	12.346

SCENARIO 5 : Feu de torche Vertical				
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur
Heures de travail	N	Absence de tramway	0.489	0.540
	N	Tramway en attente	0.489	1.083
	N	Tramway au départ	0.489	0.845
	O	Absence de tramway	9.023	9.023
	O	Tramway en attente	9.023	16.708
	O	Tramway au départ	9.023	24.394
Samedi	N	Absence de tramway	0.864	0.958
	N	Tramway en attente	0.864	3.670
	N	Tramway au départ	0.864	9.095
	O	Absence de tramway	9.023	9.023
	O	Tramway en attente	9.023	16.708
	O	Tramway au départ	9.023	24.394
Heures restantes	N	Absence de tramway	0.149	0.164
	N	Tramway en attente	0.149	2.877
	N	Tramway au départ	0.149	8.302
	O	Absence de tramway	9.023	9.023
	O	Tramway en attente	9.023	16.708
	O	Tramway au départ	9.023	24.394

SCENARIO 6 : Formation d'un flash fire gaz						
Horizon	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol			D – 5 m/s		F – 2 m/s	
Heures de travail	N	Absence de tramway	1.690	40.541	4.296	133.597
	N	Tramway en attente	3.078	41.930	6.243	135.543
	N	Tramway au départ	5.855	44.706	10.136	139.436
	O	Absence de tramway	27.346	66.011	50.868	187.329
	O	Tramway en attente	31.280	69.945	56.383	192.845
	O	Tramway au départ	35.213	73.879	61.898	198.360
Samedi	N	Absence de tramway	1.217	66.865	5.106	210.284
	N	Tramway en attente	2.272	67.920	6.849	212.027
	N	Tramway au départ	4.383	70.031	10.335	215.513
	O	Absence de tramway	27.346	122.976	52.536	320.406
	O	Tramway en attente	31.280	126.909	58.051	325.921
	O	Tramway au départ	35.213	130.843	63.567	331.437
Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol			F – 2 m/s		D – 5 m/s	
Heures restantes	N	Absence de tramway	3.588	208.598	0.380	65.936
	N	Tramway en attente	5.534	210.545	1.769	67.324
	N	Tramway au départ	9.428	214.438	4.545	70.101
	O	Absence de tramway	52.536	320.406	27.346	122.976
	O	Tramway en attente	58.051	325.921	31.280	126.909
	O	Tramway au départ	63.567	331.437	35.213	130.843



SCENARIO 7 : Explosion d'un nuage de gaz				
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur
Heures de travail	N	0 tram	0.108	1.543
	N	1 tram	0.203	1.638
	N	2 tram	0.393	1.827
	O	0 tram	1.754	3.176
	O	1 tram	2.022	3.445
	O	2 tram	2.291	3.713
Samedi	N	0 tram	0.078	2.443
	N	1 tram	0.173	2.538
	N	2 tram	0.362	2.727
	O	0 tram	1.754	5.393
	O	1 tram	2.022	5.662
	O	2 tram	2.291	5.930
Heures restantes	N	0 tram	0.024	2.383
	N	1 tram	0.119	2.478
	N	2 tram	0.309	2.668
	O	0 tram	1.754	5.393
	O	1 tram	2.022	5.662
	O	2 tram	2.291	5.930

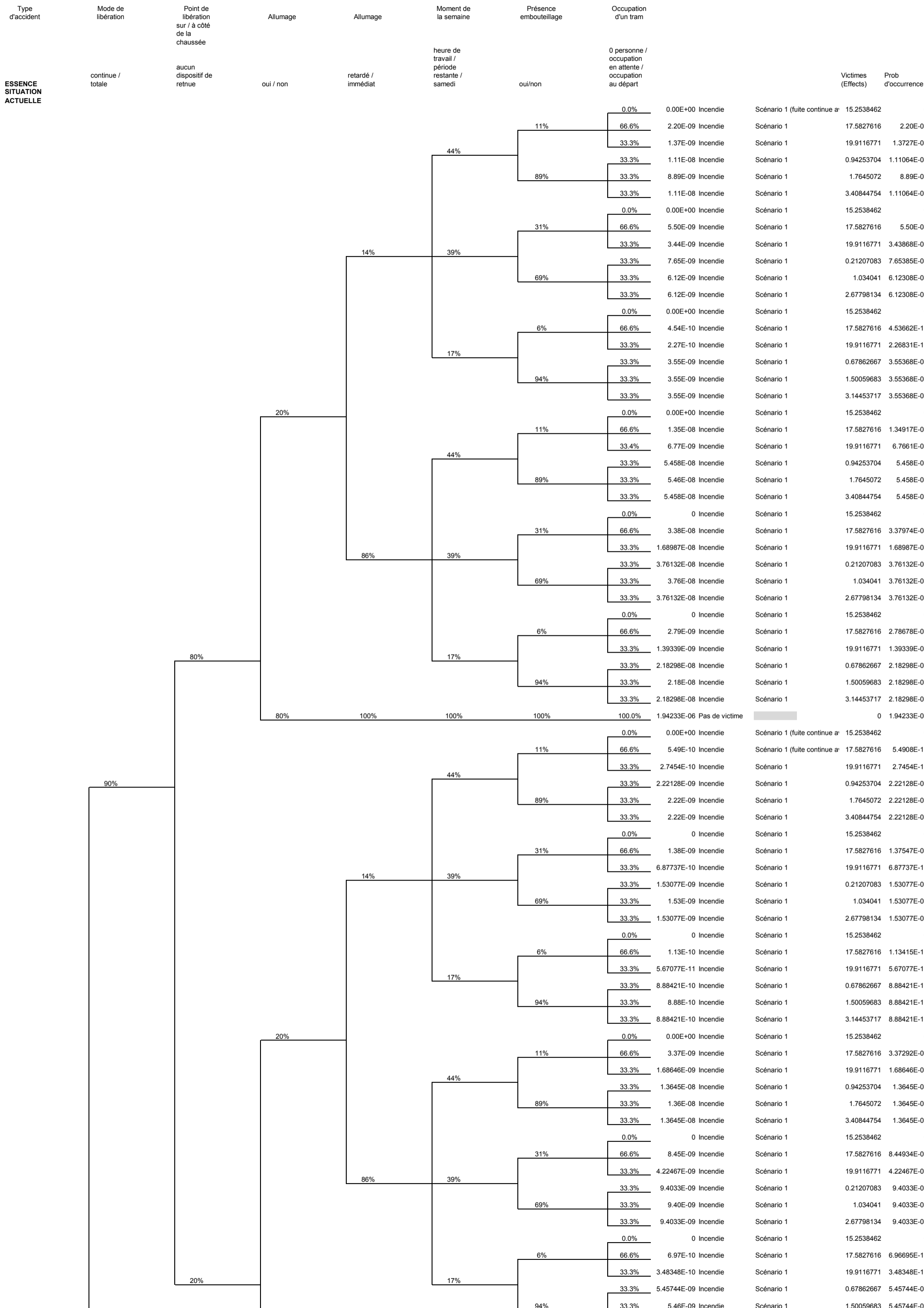
SCENARIO 8 : Formation d'un nuage toxique après une perte continue d'ammoniac						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur	État actuel	État futur
<b>Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol</b>			0.5 m/s		5 m/s	
Heures de travail	N	Absence de tramway	0.663	11.897	1.098	2.509
	N	Tramway en attente	1.225	12.459	1.917	3.328
	N	Tramway au départ	2.350	13.584	3.556	4.966
	O	Absence de tramway	10.731	21.892	17.769	21.146
	O	Tramway en attente	12.324	23.485	20.090	23.467
	O	Tramway au départ	13.917	25.078	22.412	25.788
Samedi	N	Absence de tramway	10.731	29.398	0.247	2.193
	N	Tramway en attente	11.293	29.961	1.066	3.012
	N	Tramway au départ	12.418	31.086	2.705	4.651
	O	Absence de tramway	10.731	29.398	17.769	22.783
	O	Tramway en attente	12.324	30.992	20.090	25.104
	O	Tramway au départ	13.917	32.585	22.412	27.426
<b>Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol</b>			F -2 m/s			
Heures restantes	N	Absence de tramway	13.708	61.381		
	N	Tramway en attente	14.444	62.117		
	N	Tramway au départ	15.916	63.590		
	O	Absence de tramway	13.708	61.381		
	O	Tramway en attente	15.793	63.467		
	O	Tramway au départ	17.879	65.553		

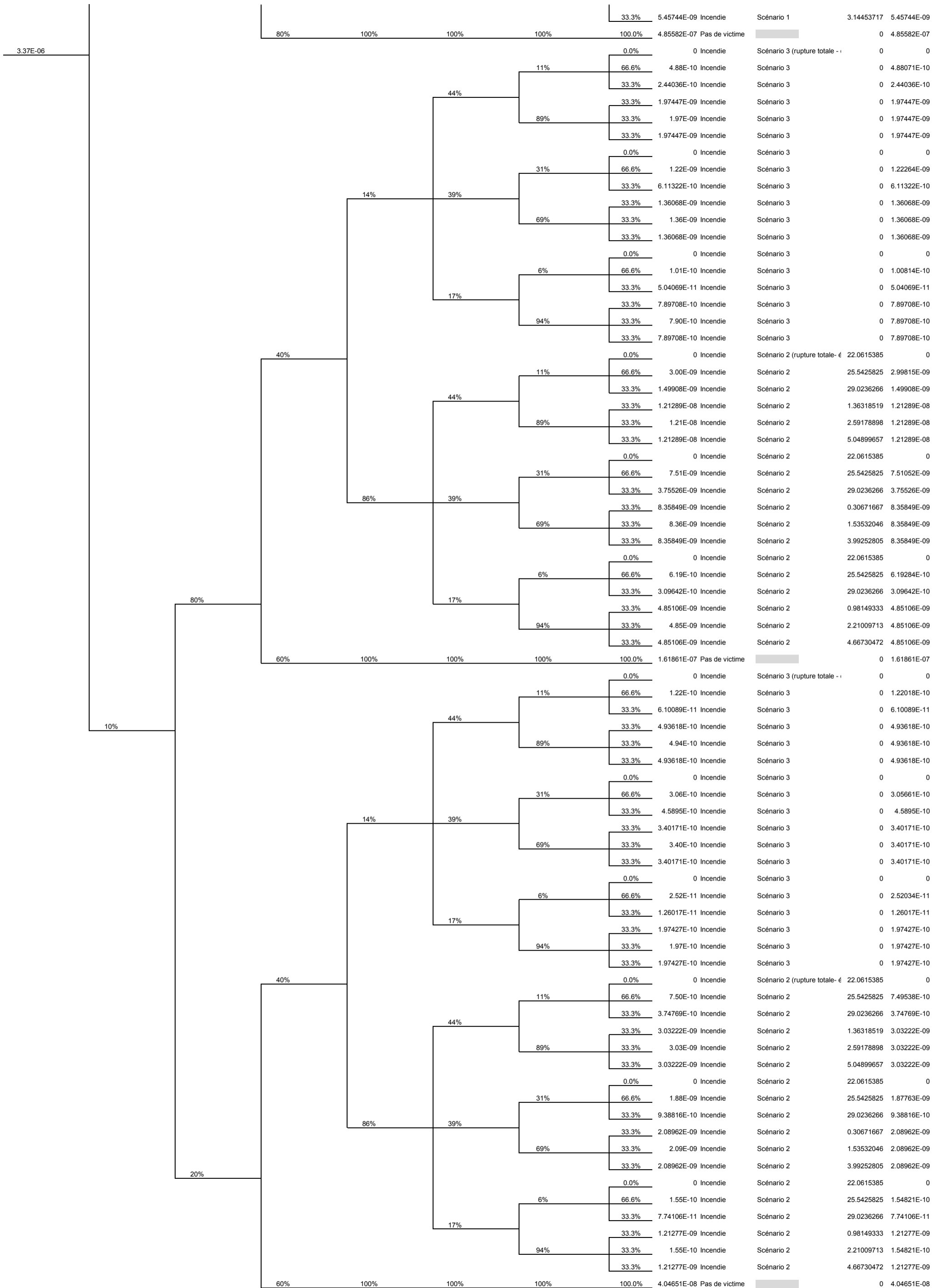
SCENARIO 9 : Formation d'un nuage toxique après une perte spontanée d'ammoniac						
Période	Embouteillage	Tram	État actuel	État futur		
<b>Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol</b>			B 0.5 m/s et D 5 m/s			
Heures de travail	N	Absence de tramway	0.645	8.386		
	N	Tramway en attente	1.150	8.892		
	N	Tramway au départ	2.162	9.904		
	O	Absence de tramway	10.431	18.101		
	O	Tramway en attente	11.864	19.535		
	O	Tramway au départ	13.298	20.968		
Samedi	N	Absence de tramway	0.464	13.800		
	N	Tramway en attente	0.970	14.305		
	N	Tramway au départ	1.982	15.317		
	O	Absence de tramway	10.431	30.166		
	O	Tramway en attente	11.864	31.599		
	O	Tramway au départ	13.298	33.033		
<b>Vitesse du vent à 10 m au-dessus du sol</b>			F -2 m/s		D - 5 m/s	
Heures restantes	N	Absence de tramway	1.227	59.704	0.145	13.445
	N	Tramway en attente	2.032	60.509	0.651	13.951
	N	Tramway au départ	3.642	62.119	1.663	14.963
	O	Absence de tramway	19.148	91.781	10.431	30.166
	O	Tramway en attente	21.428	94.061	11.864	31.599
	O	Tramway au départ	23.709	96.342	13.298	33.033

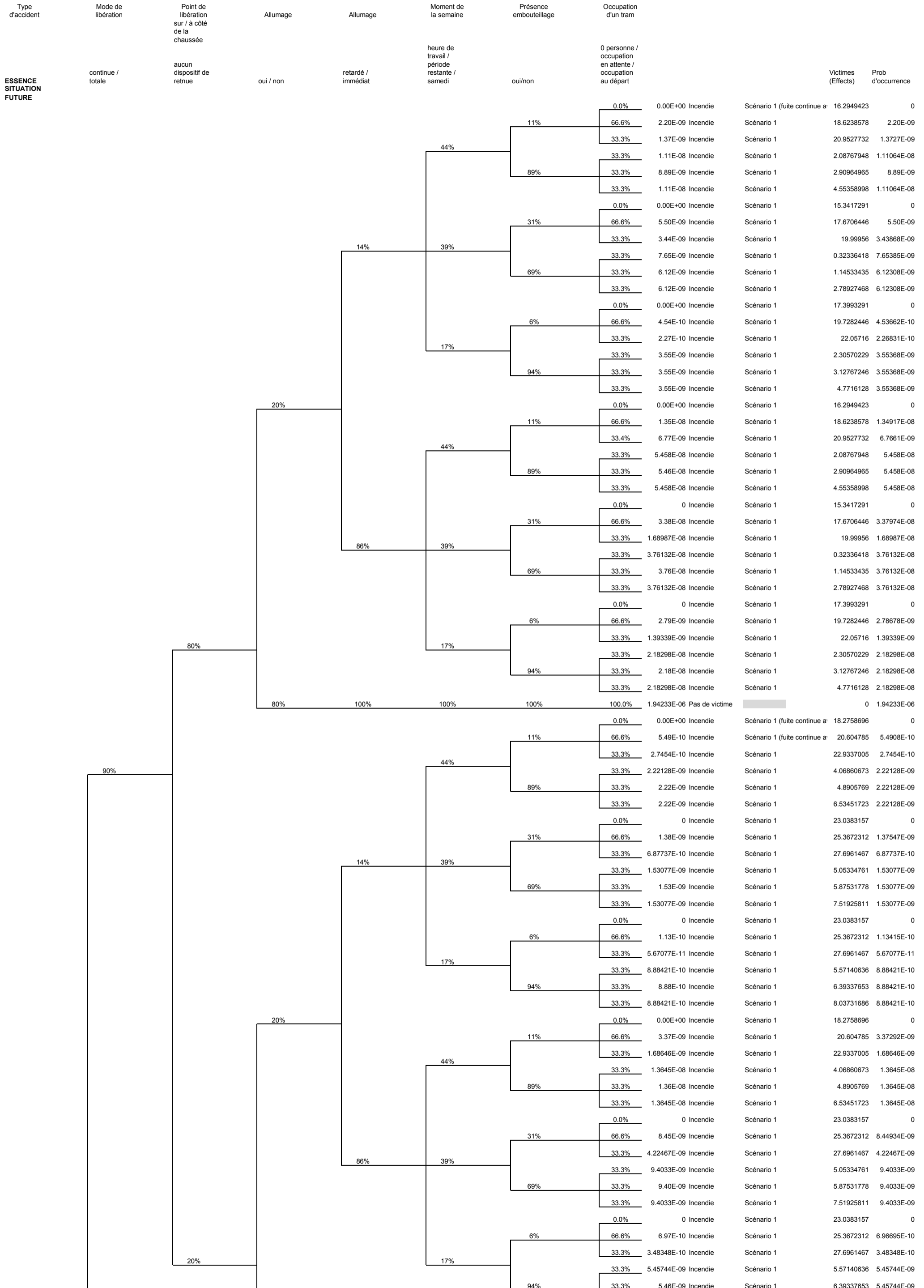


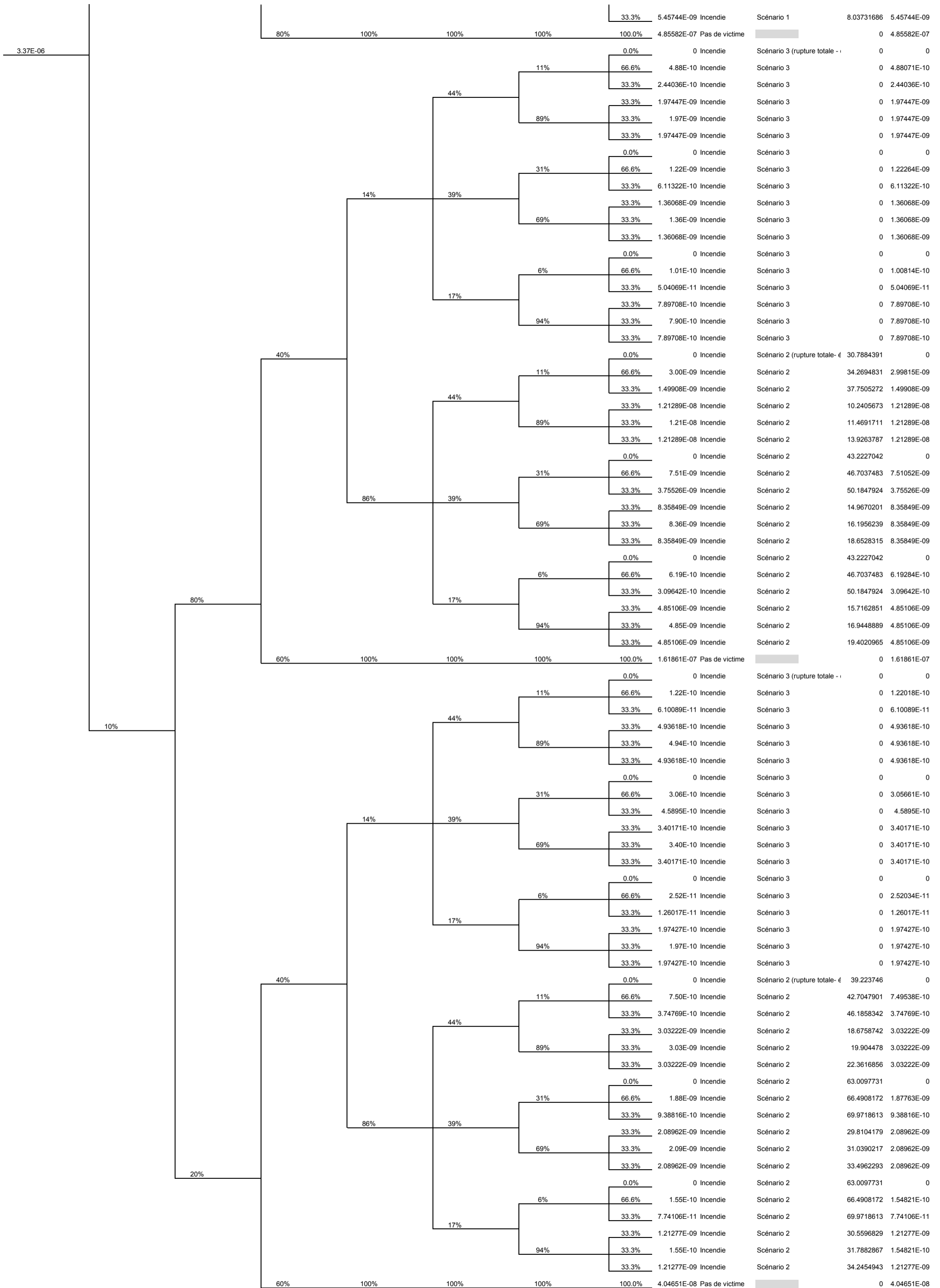
**ANNEXE G    ARBRES DES EVÈNEMENTS**

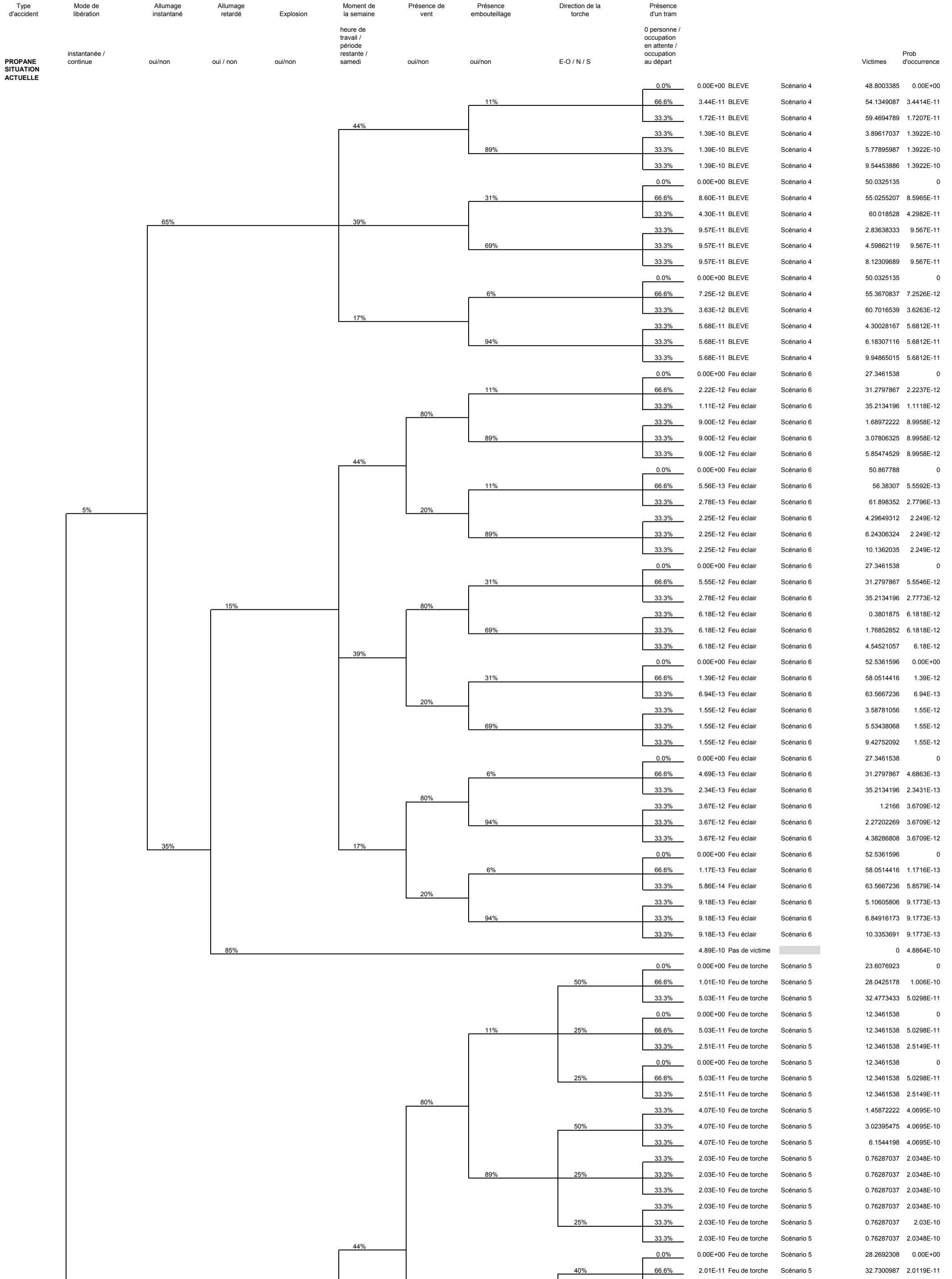
- G1 :    Substance représentative "Essence"
- G2 :    Substance représentative "Propane"
- G3 :    Substance représentative "Ammoniac"

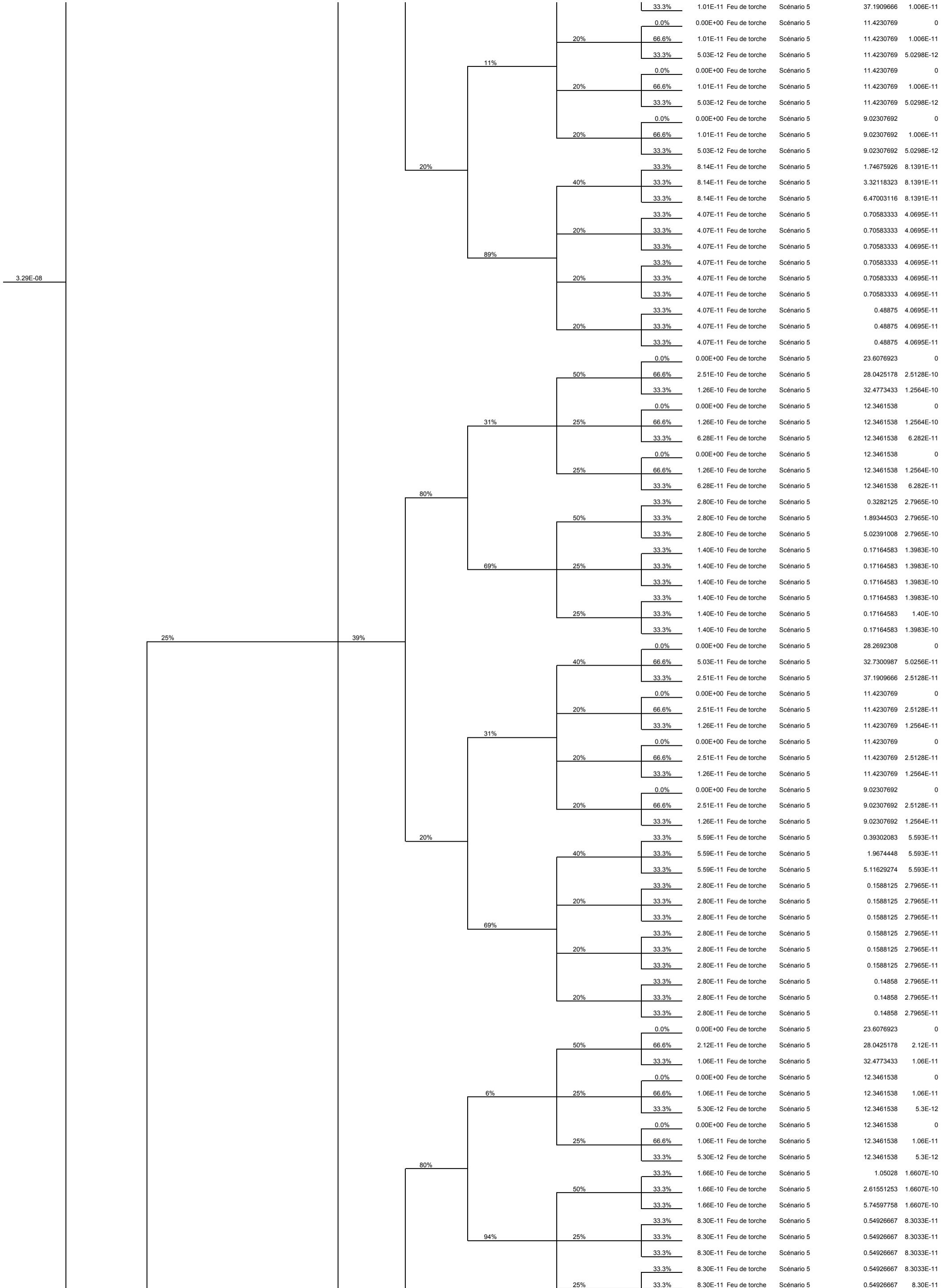


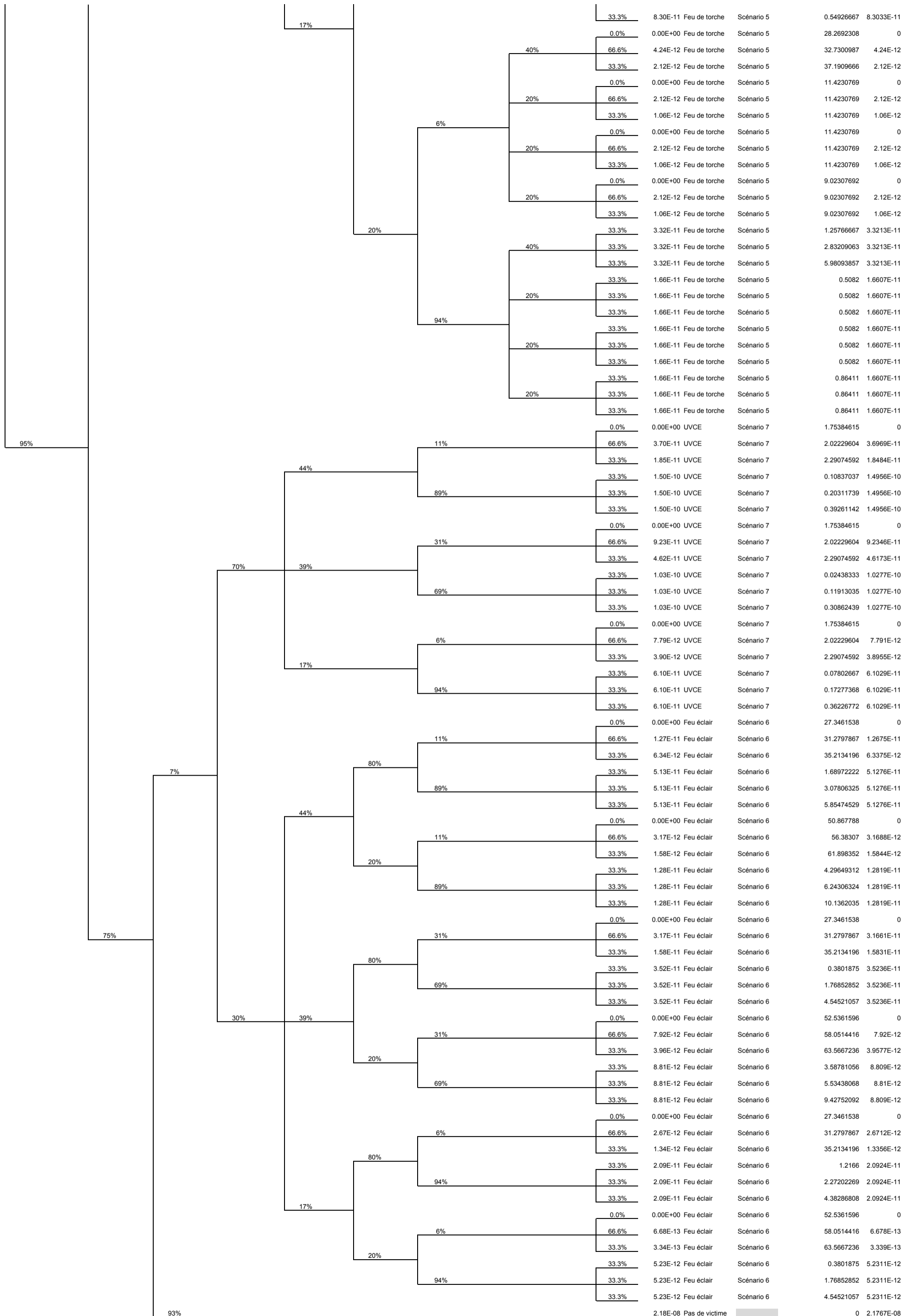




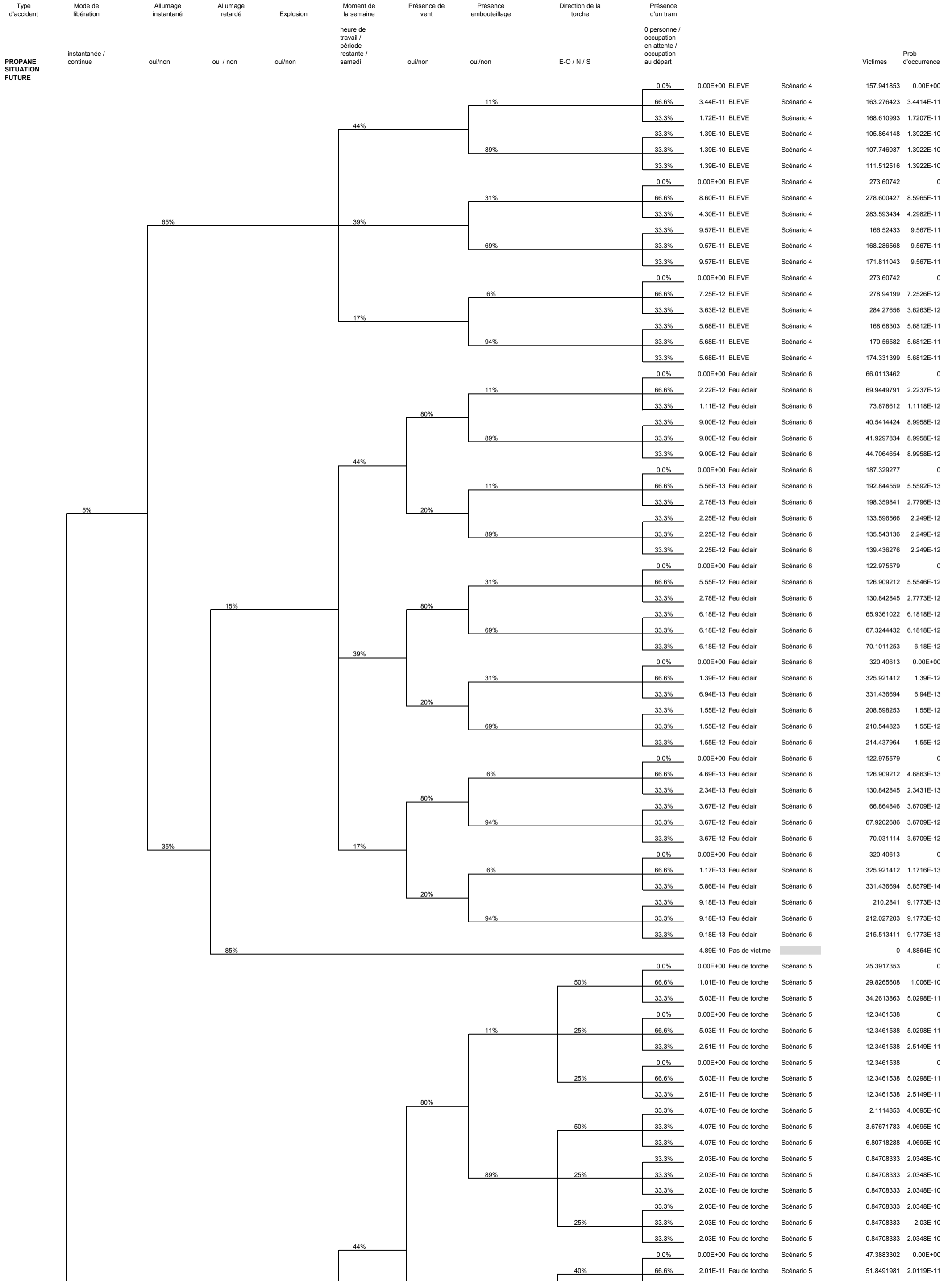




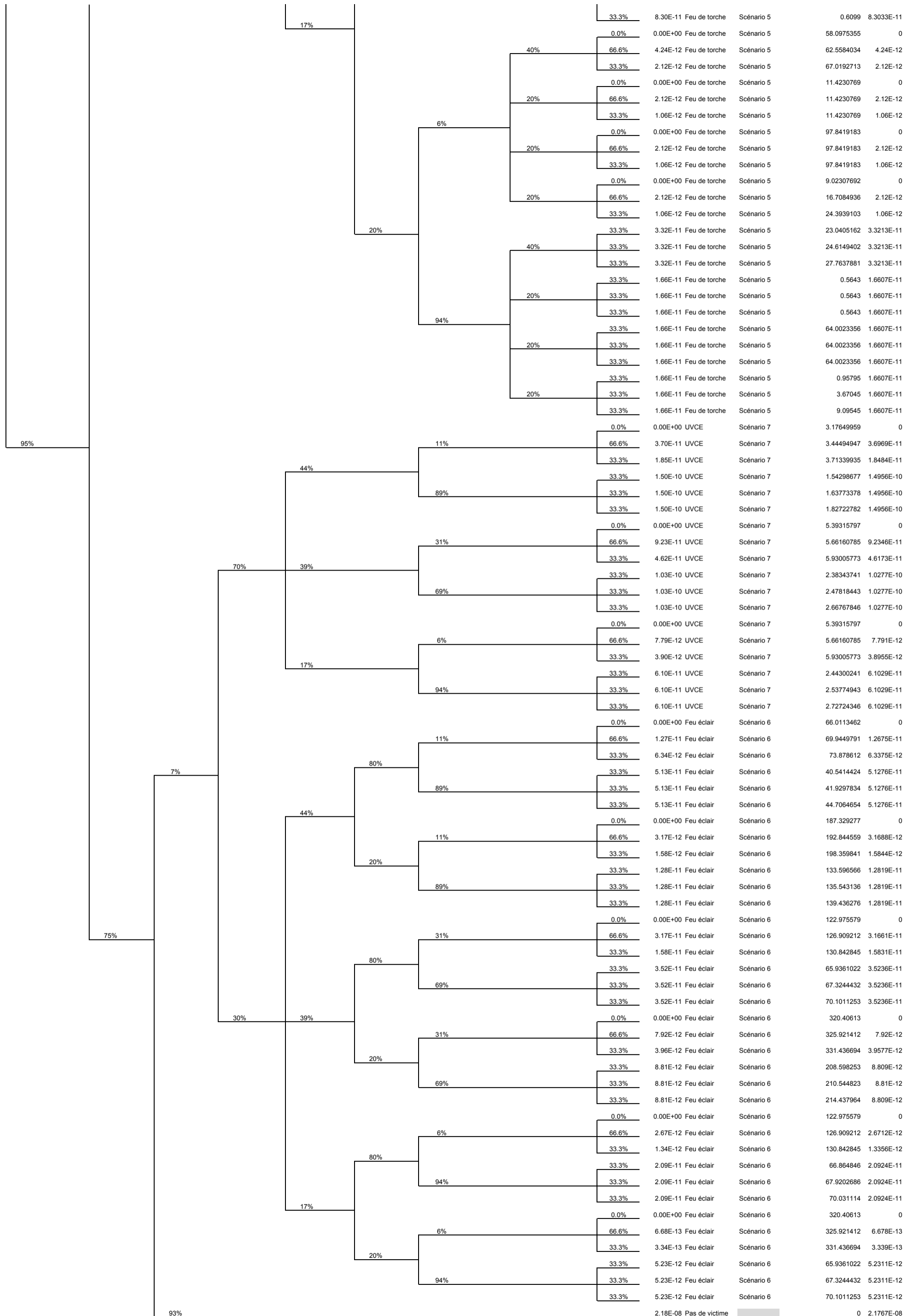






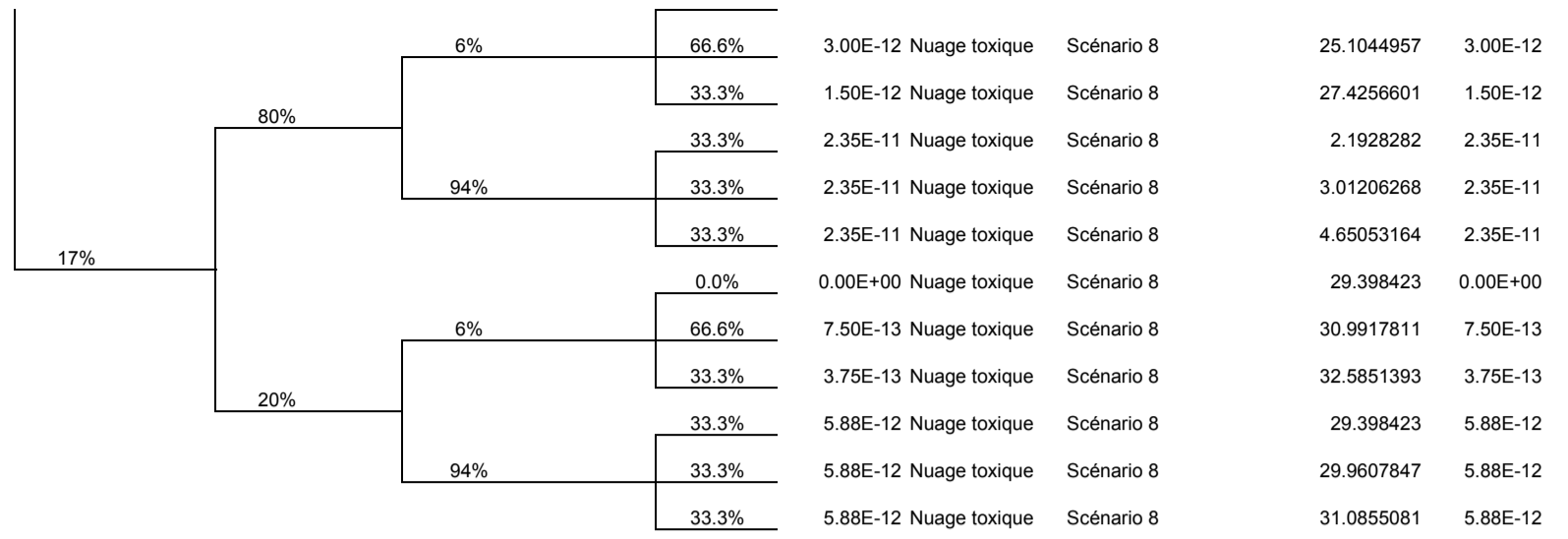






Type d'accident	Mode de libération	Moment de la semaine	Présence de vent	Présence embouteillage	Présence d'un tram	Victimes	Prob d'occurrence			
	instantanée / continue	heure de travail / période restante / samedi	oui/non	oui/non	0 personne / occupation en attente / occupation au départ					
AMMONIAC SITUATION ACTUELLE					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	10.4307692	0	
					11%	66.6%	7.50E-13	Nuage toxique Scénario 9	11.8642239	7.50E-13
					33.3%	3.75E-13	Nuage toxique Scénario 9	13.2976786	3.7482E-13	
					33.3%	3.03E-12	Nuage toxique Scénario 9	0.64451852	3.0326E-12	
					89%	33.3%	3.03E-12	Nuage toxique Scénario 9	1.1504437	3.03E-12
					33.3%	3.03E-12	Nuage toxique Scénario 9	2.16229405	3.0326E-12	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	10.4307692	0	
					11%	66.6%	1.87E-13	Nuage toxique Scénario 9	11.8642239	1.87E-13
					33.3%	9.37E-14	Nuage toxique Scénario 9	13.2976786	9.3705E-14	
					33.3%	7.58E-13	Nuage toxique Scénario 9	0.64451852	7.5816E-13	
					89%	33.3%	7.58E-13	Nuage toxique Scénario 9	1.1504437	7.58E-13
					33.3%	7.58E-13	Nuage toxique Scénario 9	2.16229405	7.5816E-13	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	10.4307692	0	
					31%	66.6%	1.87E-12	Nuage toxique Scénario 9	11.8642239	1.87E-12
					33.3%	9.36E-13	Nuage toxique Scénario 9	13.2976786	9.3627E-13	
					33.3%	2.08E-12	Nuage toxique Scénario 9	0.14501667	2.084E-12	
					69%	33.3%	2.08E-12	Nuage toxique Scénario 9	0.65094184	2.08E-12
					33.3%	2.08E-12	Nuage toxique Scénario 9	1.6627922	2.084E-12	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	19.1476318	0	
					31%	66.6%	4.68E-13	Nuage toxique Scénario 9	21.428385	4.68E-13
					33.3%	2.34E-13	Nuage toxique Scénario 9	23.7091383	2.3407E-13	
					33.3%	5.21E-13	Nuage toxique Scénario 9	1.22721109	5.2099E-13	
					69%	33.3%	5.21E-13	Nuage toxique Scénario 9	2.03218283	5.21E-13
					33.3%	5.21E-13	Nuage toxique Scénario 9	3.6421263	5.2099E-13	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	10.4307692	0	
					6%	66.6%	1.58E-13	Nuage toxique Scénario 9	11.8642239	1.58E-13
					33.3%	7.90E-14	Nuage toxique Scénario 9	13.2976786	7.8991E-14	
					33.3%	1.24E-12	Nuage toxique Scénario 9	0.46405333	1.2375E-12	
					94%	33.3%	1.24E-12	Nuage toxique Scénario 9	0.96997851	1.24E-12
					33.3%	1.24E-12	Nuage toxique Scénario 9	1.98182887	1.2375E-12	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 9	10.4307692	0	
					6%	66.6%	3.95E-14	Nuage toxique Scénario 9	11.8642239	3.95E-14
					33.3%	1.97E-14	Nuage toxique Scénario 9	13.2976786	1.9748E-14	
					33.3%	3.09E-13	Nuage toxique Scénario 9	0.46405333	3.0938E-13	
					94%	33.3%	3.09E-13	Nuage toxique Scénario 9	0.96997851	3.09E-13
					33.3%	3.09E-13	Nuage toxique Scénario 9	1.98182887	3.09E-13	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 8	17.7692308	0.00E+00	
					11%	66.6%	1.42E-11	Nuage toxique Scénario 8	20.0903951	1.42E-11
					33.3%	7.12E-12	Nuage toxique Scénario 8	22.4115595	7.12E-12	
					33.3%	5.76E-11	Nuage toxique Scénario 8	1.09796296	5.76E-11	
					89%	33.3%	5.76E-11	Nuage toxique Scénario 8	1.91719744	5.76E-11
					33.3%	5.76E-11	Nuage toxique Scénario 8	3.5556664	5.76E-11	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 8	10.7307692	0.00E+00	
					11%	66.6%	3.56E-12	Nuage toxique Scénario 8	12.3241274	3.56E-12
					33.3%	1.78E-12	Nuage toxique Scénario 8	13.9174855	1.78E-12	
					33.3%	1.44E-11	Nuage toxique Scénario 8	0.66305556	1.44E-11	
					89%	33.3%	1.44E-11	Nuage toxique Scénario 8	1.22541726	1.44E-11
					33.3%	1.44E-11	Nuage toxique Scénario 8	2.35014067	1.44E-11	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 8	13.7076923	0.00E+00	
					31%	66.6%	4.45E-11	Nuage toxique Scénario 8	15.7933949	4.45E-11
					33.3%	2.22E-11	Nuage toxique Scénario 8	17.8790974	2.22E-11	
					33.3%	4.95E-11	Nuage toxique Scénario 8	13.7076923	4.95E-11	
					69%	33.3%	4.95E-11	Nuage toxique Scénario 8	14.4438226	4.95E-11
					33.3%	4.95E-11	Nuage toxique Scénario 8	15.9160833	4.95E-11	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 8	17.7692308	0.00E+00	
					6%	66.6%	3.00E-12	Nuage toxique Scénario 8	20.0903951	3.00E-12
					33.3%	1.50E-12	Nuage toxique Scénario 8	22.4115595	1.50E-12	
					33.3%	2.35E-11	Nuage toxique Scénario 8	0.24704167	2.35E-11	
					94%	33.3%	2.35E-11	Nuage toxique Scénario 8	1.06627615	2.35E-11
					33.3%	2.35E-11	Nuage toxique Scénario 8	2.70474511	2.35E-11	
					0.0%	0.00E+00	Nuage toxique Scénario 8	10.7307692	0.00E+00	
					6%	66.6%	7.50E-13	Nuage toxique Scénario 8	12.3241274	7.50E-13
					33.3%	3.75E-13	Nuage toxique Scénario 8	13.9174855	3.75E-13	
					33.3%	5.88E-12	Nuage toxique Scénario 8	10.7307692	5.88E-12	
					94%	33.3%	5.88E-12	Nuage toxique Scénario 8	11.2931309	5.88E-12
					33.3%	5.88E-12	Nuage toxique Scénario 8	12.4178543	5.88E-12	

Type d'accident	Mode de libération	Moment de la semaine	Présence de vent	Présence embouteillage	Présence d'un tram	0 personne / occupation en attente / occupation au départ	Victimes	Prob d'occurrence						
AMMONIAC SITUATION FUTURE	instantanée / continue	heure de travail / période restante / samedi	oui/non	oui/non										
5.81E-10					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	18.1013525	0						
					11%	66.6%	7.50E-13 Nuage toxique Scénario 9	19.5348072	7.50E-13					
					80%	33.3%	3.75E-13 Nuage toxique Scénario 9	20.9682618	3.7482E-13					
						33.3%	3.03E-12 Nuage toxique Scénario 9	8.38624994	3.0326E-12					
					89%	33.3%	3.03E-12 Nuage toxique Scénario 9	8.89217512	3.03E-12					
						33.3%	3.03E-12 Nuage toxique Scénario 9	9.90402547	3.0326E-12					
					44%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	18.1013525	0	
										11%	66.6%	1.87E-13 Nuage toxique Scénario 9	19.5348072	1.87E-13
										20%	33.3%	9.37E-14 Nuage toxique Scénario 9	20.9682618	9.3705E-14
											33.3%	7.58E-13 Nuage toxique Scénario 9	8.38624994	7.5816E-13
					89%	33.3%	7.58E-13 Nuage toxique Scénario 9	8.89217512	7.58E-13					
						33.3%	7.58E-13 Nuage toxique Scénario 9	9.90402547	7.5816E-13					
					5%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	30.1658792	0	
										31%	66.6%	1.87E-12 Nuage toxique Scénario 9	31.5993338	1.87E-12
										80%	33.3%	9.36E-13 Nuage toxique Scénario 9	33.0327885	9.3627E-13
											33.3%	2.08E-12 Nuage toxique Scénario 9	13.4452661	2.084E-12
					69%	33.3%	2.08E-12 Nuage toxique Scénario 9	13.9511913	2.08E-12					
						33.3%	2.08E-12 Nuage toxique Scénario 9	14.9630416	2.084E-12					
					39%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	91.7806935	0	
										31%	66.6%	4.68E-13 Nuage toxique Scénario 9	94.0614467	4.68E-13
										20%	33.3%	2.34E-13 Nuage toxique Scénario 9	96.3422	2.3407E-13
											33.3%	5.21E-13 Nuage toxique Scénario 9	59.7036159	5.2099E-13
					69%	33.3%	5.21E-13 Nuage toxique Scénario 9	60.5085877	5.21E-13					
						33.3%	5.21E-13 Nuage toxique Scénario 9	62.1185311	5.2099E-13					
					17%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	30.1658792	0	
										6%	66.6%	1.58E-13 Nuage toxique Scénario 9	31.5993338	1.58E-13
										80%	33.3%	7.90E-14 Nuage toxique Scénario 9	33.0327885	7.8991E-14
											33.3%	1.24E-12 Nuage toxique Scénario 9	13.7995211	1.2375E-12
					94%	33.3%	1.24E-12 Nuage toxique Scénario 9	14.3054463	1.24E-12					
						33.3%	1.24E-12 Nuage toxique Scénario 9	15.3172966	1.2375E-12					
					20%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 9	30.1658792	0	
										6%	66.6%	3.95E-14 Nuage toxique Scénario 9	31.5993338	3.95E-14
										94%	33.3%	1.97E-14 Nuage toxique Scénario 9	33.0327885	1.9748E-14
											33.3%	3.09E-13 Nuage toxique Scénario 9	13.7995211	3.0938E-13
					94%	33.3%	3.09E-13 Nuage toxique Scénario 9	14.3054463	3.09E-13					
						33.3%	3.09E-13 Nuage toxique Scénario 9	15.3172966	3.09E-13					
					95%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 8	21.1455526	0.00E+00	
										11%	66.6%	1.42E-11 Nuage toxique Scénario 8	23.4667169	1.42E-11
										80%	33.3%	7.12E-12 Nuage toxique Scénario 8	25.7878813	7.12E-12
											33.3%	5.76E-11 Nuage toxique Scénario 8	2.50868065	5.76E-11
					89%	33.3%	5.76E-11 Nuage toxique Scénario 8	3.32791513	5.76E-11					
						33.3%	5.76E-11 Nuage toxique Scénario 8	4.96638409	5.76E-11					
					44%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 8	21.8916303	0.00E+00	
										11%	66.6%	3.56E-12 Nuage toxique Scénario 8	23.4849885	3.56E-12
20%	33.3%	1.78E-12 Nuage toxique Scénario 8	25.0783466	1.78E-12										
	33.3%	1.44E-11 Nuage toxique Scénario 8	11.8971111	1.44E-11										
89%	33.3%	1.44E-11 Nuage toxique Scénario 8	12.4594728	1.44E-11										
	33.3%	1.44E-11 Nuage toxique Scénario 8	13.5841962	1.44E-11										
39%					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 8	61.3811179	0.00E+00						
					31%	66.6%	4.45E-11 Nuage toxique Scénario 8	63.4668205	4.45E-11					
					69%	33.3%	2.22E-11 Nuage toxique Scénario 8	65.5525231	2.22E-11					
						33.3%	4.95E-11 Nuage toxique Scénario 8	61.3811179	4.95E-11					
69%	33.3%	4.95E-11 Nuage toxique Scénario 8	62.1172483	4.95E-11										
	33.3%	4.95E-11 Nuage toxique Scénario 8	63.5895089	4.95E-11										
pas de vent nocturne					0.0%	0.00E+00 Nuage toxique Scénario 8	22.7833314	0.00E+00						



**ANNEXE H      NOTE TECHNIQUE - EFFICACITÉ DES SYSTÈMES DE  
COLLECTE DES EUAX EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR SUR  
ROUTE, GROUPEMENT VAILLY 2020, 4 FÉVRIER 2021**



Canton : Genève  
Commune : Bernex

## PÔLE D'ÉCHANGE MULTIMODAL DE BERNEX-VAILLY

### NOTE TECHNIQUE

*Efficacité des systèmes de collectes des eaux en cas d'accident majeur sur route  
Calculs Hydrauliques de nappes*

#### Etat de Genève

Office Cantonal des Transports  
Chemin des Olliquettes 4  
1213 Petit-Lancy

L'ingénieur responsable

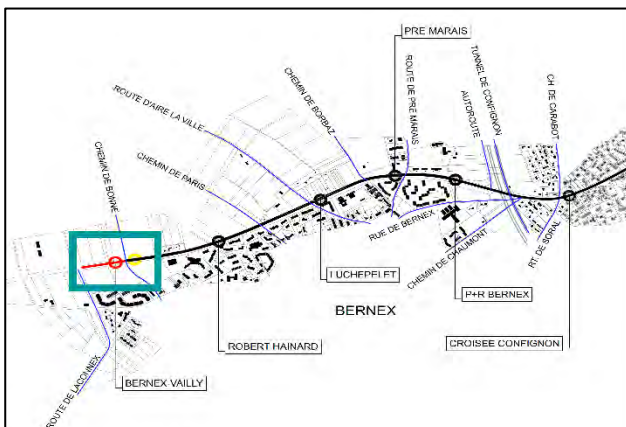
Original signé par  
Julien Lafargue

#### Transports Publics Genevois

Siège social  
Route de La-Chapelle 1  
1212 Lancy

L'ingénieur responsable

Original signé par  
Caterina Chinotto



**C 203**

Genève, le 4 février 2021



## TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
1.1. INTRODUCTION.....	3
1.2. BUT DE L'ETUDE.....	3
1.3. BASES.....	3
<b>2. CALCULS</b>	<b>4</b>
2.1. CAS N°1 : RUPTURE TOTALE (Q=400KG/S ET T=50s) .....	4
2.1.1. <i>Système de récolte actuel</i>	4
2.1.2. <i>Système de récolte modifié (Branchement D300)</i>	5
2.1.3. <i>Système de récolte modifié (Branchement D300 et collecteur D700)</i>	6
2.2. CAS N°2 : FUITE CONTINUE (Q=13,3 KG/S ET T=25MIN) .....	7
2.2.1. <i>Système de récolte actuel</i>	7
<b>3. RECAPITULATIF DES MODIFICATIONS, TAILLES DE NAPPES ET COUTS</b>	<b>7</b>

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Introduction

Dans le cadre de notre projet de déplacement du pôle d'échange multimodale, nous devons tenir compte de l'ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM). Cette ordonnance vise à protéger la population et l'environnement des graves conséquences résultant d'accidents majeurs.

En effet notre projet est soumis à l'OPAM car il se situe sur une route de grand transit. Donc selon cette ordonnance, nous devons soumettre notre étude au service de l'environnement et des risques majeurs (SERMA).

Dans le cadre de cette étude, la note hydraulique est présentée dans le présent rapport par le groupement. Celle-ci sera intégrée dans l'étude de risque dans le cadre du PLQ Vailly.

### 1.2. But de l'étude

Le présent rapport a pour but d'évaluer le développement de la nappe d'essence créée par le déversement d'hydrocarbures à la suite d'un accident de camion-citerne sur une route. Un seul système de drainage est considéré : le système traditionnel, avec des grilles de collecte connectées à une canalisation de route. Nous analyserons pour chaque cas dans un premier temps la taille de nappe avec l'état actuel du système de récolte et ensuite avec des modifications permettant de réduire cette taille de nappe.

### 1.3. Bases

Les paramètres suivants ont été définis selon le système de récolte et le cahier des charges :

- Perte d'hydrocarbures de 5 et 20 tonnes ;
- Débit de 400 kg/s et 13,3 kg/s ;
- Inflammation immédiate après 50s et après 10 min ;
- Canalisation d'eaux pluviales avec DN 300 mm ;
- Distance entre les grilles de 15 m pour le système traditionnel ;

Nous faisons l'hypothèse selon laquelle la substance étudiée lors de l'écoulement soit de l'essence ( $720 \text{ kg/m}^3$ ).

Le calcul hydraulique est basé sur les hypothèses suivantes :

- Non prise en compte de l'effet dynamique et la formation de deux nappes car ici le système de récolte est composé de grille et la pente en travers (3%) permet de diriger facilement l'eau vers les systèmes de récolte.
- Pente longitudinale de 0,2%.
- Pour la rupture, la chaussée est modélisée comme une fosse triangulaire (Largeur = 3,5m et h=0,1m)
- Pour la fuite, la chaussée est modélisée comme une fosse triangulaire (Largeur = 1,33 m et h=0,04m)
- Les débits sont calculés à l'aide de la formule de Manning-Strickler ( $K \text{ moy}=50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ )
- Aucune perte de charge, conservation de l'énergie et pas de perte de vitesse
- Hauteur limitée à 10 cm max car sinon isque de débordement sur la bordure biaise.

## 2. CALCULS

### 2.1. Cas n°1 : Rupture totale (Q=400kg/s et t=50s)

Vérification débit écoulement et déversement

Hauteur	0,10
Largeur	3,50
Section hydraulique	0,18
Périmètre mouillé	3,60
Rayon hydraulique	0,05
Débitance	1,17
Pente (m/m)	0,02
Débit capable (m3/s)	0,16
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,94
Densité essence ((kg/m3)	720,00
Débit déversement (Kg/s)	400
Débit (m3/s)	0,55555556
Vitesse initiale décharge (m/s)	3,17460317

Coeff strickler moy  
50



#### 2.1.1. Système de récolte actuel

Route PI 3% et PI 0,2%

Débit de 400 Kg/s et 20 t

Volume déversé en fonction du temps (en l)	555,50	2777,50	5555,00	8332,50	10554,50	13332,00	16109,50	18931,50	21109,00	23886,50	26108,50	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	
Temps (s)	0	5	10	15	19	24	29	33	38	43	47	54	60	65	70	74	79	85	90	91	90
Distance parcouru par le front de nappe (m)		15,86	31,71	47,57	60,26	76,11	91,97	104,66	120,51	136,37	149,06	171,26	190,29	206,14	222,00	234,69	250,54	269,57	285,43	288,60	251,77
Point de départ	555,5																				
Grille n°1		44,00	264,00	484,00	660,00	880,00	1100,00	1276,00	1496,00	1716,00	1892,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°2			44,00	264,00	440,00	660,00	880,00	1056,00	1276,00	1496,00	1672,00	1980,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°3				44,00	220,00	440,00	660,00	836,00	1056,00	1276,00	1452,00	1760,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°4					44,00	264,00	484,00	690,00	890,00	1100,00	1276,00	1584,00	1848,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°5						44,00	264,00	440,00	660,00	890,00	1056,00	1364,00	1628,00	1848,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°6							44,00	220,00	440,00	660,00	836,00	1144,00	1408,00	1628,00	1848,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°7								44,00	264,00	484,00	660,00	968,00	1232,00	1452,00	1672,00	1848,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°8									44,00	264,00	440,00	748,00	1012,00	1232,00	1452,00	1628,00	1848,00	2024,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°9										44,00	220,00	528,00	792,00	1012,00	1232,00	1408,00	1628,00	1892,00	2024,00	2024,00	2024,00
Grille n°10											44,00	352,00	616,00	836,00	1056,00	1232,00	1452,00	1716,00	1936,00	1980,00	2024,00
Grille n°11												44,00	308,00	528,00	748,00	924,00	1144,00	1408,00	1628,00	1672,00	1716,00
Grille n°12													44,00	264,00	484,00	660,00	880,00	1144,00	1364,00	1408,00	1452,00
Grille n°13														44,00	264,00	440,00	660,00	924,00	1144,00	1188,00	1232,00
Grille n°14															44,00	440,00	660,00	924,00	1144,00	1188,00	1232,00
Grille n°15																44,00	264,00	528,00	748,00	792,00	836,00
Grille n°16																	44,00	308,00	528,00	572,00	616,00
Grille n°17																		44,00	264,00	308,00	352,00
Grille n°18																			44,00	88,00	132,00

Quant en fonction du temps (en l)	2733,50	5247,00	7540,50	9190,50	11044,00	12677,50	13799,50	14993,00	15966,50	16560,50	15279,00	12815,00	10835,00	8855,00	7007,00	5027,00	2695,00	759,00	363,00	-33,00
Vitesse estimée (m/s)	3,17																			
Qaba grille théorique (l/s)	96,15																			
h hauteur moyenne essence (m)	0,10																			
Section grille (m2)	0,14																			
Pente collecteur	0,20%																			
Coef strickler canalisation PVC	85																			
Qmax collecteur diamètre 300 (l/s)	76																			
Pente collecteur	1,50%																			
Coef strickler canalisation PVC	85																			
Qmax branchement diamètre 200 (l/s)	44																			

Dans l'état actuel, le paramètre déterminant pour la taille de la nappe est le branchement. En effet, en conservant le système de récolte en l'état, la superficie de la nappe serait de 1021 m2. Ce qui est peu probable et pas juste car nous dépassons les limites de l'emprise de notre projet. Ce qui implique que le système de récolte actuel n'a pas la capacité d'assimiler sur son bassin versant la fuite d'essence.

## 2.1.2. Système de récolte modifié (Branchement D300)

Comme expliqué précédemment le paramètre déterminant était le diamètre du branchement. Ainsi nous proposons de relancer la simulation avec des branchements de diamètre 300.

Route Pt 3% et Pl 0,2%

Débit de 400 Kg/s et 20 t

Volume déversé en fonction du temps (en l)	555,50	2777,50	5555,00	8332,50	10554,50	13332,00	16109,50	18331,50	21109,00	23886,50	26108,50	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00
Temps (s)	0	5	10	15	19	24	29	33	38	43	47	54	60	61	62	63
Distance parcouru par le front de nappe (m)		15,86	31,71	47,57	60,26	76,11	91,97	104,66	120,51	136,37	149,06	171,26	190,29	193,46	196,63	199,80
Point de départ	555,5															
Grille n°1		76,00	456,00	836,00	1140,00	1520,00	1900,00	2204,00	2584,00	2964,00	3268,00	3496,00	3496,00	3496,00	3496,00	3496,00
Grille n°2			76,00	456,00	760,00	1140,00	1520,00	1824,00	2204,00	2584,00	2888,00	3420,00	3496,00	3496,00	3496,00	3496,00
Grille n°3				76,00	380,00	760,00	1140,00	1444,00	1824,00	2204,00	2508,00	3040,00	3496,00	3496,00	3496,00	3496,00
Grille n°4					76,00	456,00	836,00	1140,00	1520,00	1900,00	2204,00	2736,00	3192,00	3268,00	3344,00	3420,00
Grille n°5						76,00	456,00	760,00	1140,00	1520,00	1824,00	2356,00	2812,00	2888,00	2964,00	3040,00
Grille n°6							76,00	380,00	760,00	1140,00	1444,00	1976,00	2432,00	2508,00	2584,00	2660,00
Grille n°7								76,00	456,00	836,00	1140,00	1672,00	2128,00	2204,00	2280,00	2356,00
Grille n°8									76,00	456,00	760,00	1292,00	1748,00	1824,00	1900,00	1976,00
Grille n°9										76,00	380,00	912,00	1368,00	1444,00	1520,00	1596,00
Grille n°10											76,00	608,00	1064,00	1140,00	1216,00	1292,00
Grille n°11												76,00	532,00	608,00	684,00	760,00
Grille n°12													76,00	152,00	228,00	304,00
Grille n°13																

Volume restant en fonction du temps (en l)		2701,50	5023,00	6964,50	8196,50	9380,00	10181,50	10503,50	10545,00	10206,50	9616,50	6191,00	1935,00	1251,00	567,00	-117,00
Vitesse estimé (m/s)		3,17														
Qabs grille théorique (l/s)		96,15														
h hauteur moyenne essence (m)		0,10														
Section grille (m2)		0,14														
Pente collecteur		0,50%														
Coef strickler canalisation PVC		85														
Qmax collecteur diamètre 300 (l/s)		76														
Pente collecteur		1,50%														
Coef strickler canalisation PVC		85														
Qmax Branchement diamètre 300 (l/s)		131														

Nous constatons que le paramètre déterminant devient de le diamètre du collecteur. La taille de la nappe est de 699 m2.

Afin de limiter la taille de nappe et la longueur de propagation de celle-ci, nous proposons de remplacer le collecteur diamètre 300 par un 700 mm.

### 2.1.3. Système de récolte modifié (Branchement D300 et collecteur D700)

Route Pt 3% et PI 0,2%

Débit de 400 Kg/s et 20 t

Volume déversé en fonction du temps (L)	555,50	2777,50	5555,00	8332,50	10554,50	13332,00	16109,50	18331,50	21109,00	23886,50	26108,50	27775,00	27775,00	27775,00	27775,00
Temps (s)	0	5	10	15	19	24	29	33	38	43	47	52	53	54	55
Distance parcouru par le front de nappe (m)		15,86	31,71	47,57	60,26	76,11	91,97	104,66	120,51	136,37	149,06	164,91	168,09	171,26	174,43
Point de départ															
Grille n°1		96,15	576,87	1057,60	1442,18	1922,90	2403,63	2788,21	3268,93	3749,66	4134,24	4422,67	4422,67	4422,67	4422,67
Grille n°2			96,15	576,87	961,45	1442,18	1922,90	2307,48	2788,21	3268,93	3653,51	4134,24	4230,38	4326,53	4422,67
Grille n°3				96,15	480,73	961,45	1442,18	1826,76	2307,48	2788,21	3172,79	3653,51	3749,66	3845,80	3941,95
Grille n°4					96,15	576,87	1057,60	1442,18	1922,90	2403,63	2788,21	3268,93	3365,08	3461,22	3557,37
Grille n°5						96,15	576,87	961,45	1442,18	1922,90	2307,48	2788,21	2884,35	2980,50	3076,64
Grille n°6							96,15	480,73	961,45	1442,18	1826,76	2307,48	2403,63	2499,77	2595,92
Grille n°7								96,15	576,87	1057,60	1442,18	1922,90	2019,05	2115,19	2211,34
Grille n°8									96,15	576,87	961,45	1442,18	1538,32	1634,47	1730,61
Grille n°9										96,15	480,73	961,45	1057,60	1153,74	1249,89
Grille n°10											96,15	576,87	673,02	769,16	865,31
Grille n°11												96,15	192,29	288,44	384,58
Grille n°12															
Grille n°13															

Volume restant en fonction du temps (L)		2681,35	4881,98	6601,89	7574,00	8332,46	8610,19	8428,56	7744,84	6580,40	5245,03	2200,43	1238,98	277,53	-683,92
Vitesse estimé (m/s)		3,17													
d															
Qabs grille théorique (l/s)		96,15													
Qabs grille calculé selon BG (l/s)		6,09													
h hauteur moyenne essence (m)		0,10													
Section grille (m2)		0,14													
Pente collecteur		0,50%													
Coef strickler canalisation PVC		85													
Qmax collecteur diamètre 700 (l/s)		724													
Pente branchement		1,50%													
Coef strickler canalisation PVC		85													
Qmax branchement diamètre 300 (l/s)		131													

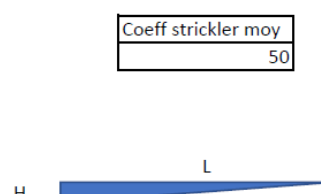
Selon la modélisation simplifiée que nous avons réalisée, nous constatons que la longueur de la nappe s'étend sur 174 m. Dans le cadre de notre calcul simplifié, nous avons estimé que la totalité de la chaussée était sollicitée. Soit une surface de nappe de 609 m2.

## 2.2. Cas n°2 : Fuite continue (Q=13,3 kg/s et t=25min)

### 2.2.1. Système de récolte actuel

Vérification débit écoulement et déversement

Hauteur	0,040
Largeur	1,330
Section hydraulique	0,027
Périmètre mouillé	1,371
Rayon hydraulique	0,019
Débitance	0,096
Pente (m/m)	0,020
Débit capable (m3/s)	0,014
Vitesse d'écoulement (m/s)	0,511
Densité essence ((kg/m3)	720,000
Débit déversement (Kg/s)	13,300
Débit (l/s)	18
Vitesse initiale décharge (m/s)	676,692
Débit absorption grille (m3/s)	0,061
Pente collecteur	0,50%
Coef strickler canalisation PVC	85
Qmax collecteur diamètre 300 (l/s)	76
Pente branchement	0,50%
Coef strickler canalisation PVC	85
Qmax branchement diamètre 200 (l/s)	44



Nous nous apercevons que le débit de déversement est inférieur au débit d'absorption de la grille, débit max du collecteur et au débit max du branchement. Mais la largeur de la nappe est de 1,33 m. Nous pouvons considérer que deux grilles seront nécessaires afin de drainer la nappe. Soit une surface de nappe de 40m<sup>2</sup>.

Nous constatons avec ce cas de figure qu'il n'est pas nécessaire de modifier le système de récolte.

## 3. RÉCAPITULATIF DES MODIFICATIONS, TAILLES DE NAPPES ET COUTS

Ci-dessous vous trouverez un tableau récapitulatif des tailles de nappes en fonction de l'état du système de récolte (conservé ou modifié) en fonction des coûts engendrés pour le débit de 400kg/s.

	Taille de nappe (m <sup>2</sup> )	Coûts (estimés à +/- 20%)
Etat actuel	1021	-
Modification des branchements	699	Env. 50 branchements x 10'000 = 500'000,00 CHF HT
Modification des branchements et collecteur	609	2'000'000,00 CHF HT