

J.P. LACOURSIÈRE INC.***Des risques calculés pour un avenir durable***

6 Juin 2014

Bureau d'audiences publiques sur l'Environnement
Édifice Lomer-Gouin
575, rue Saint-Amable, bureau 2.10, bureau 2.10
Québec, (Québec) G1R 6A6

OBJET: Mandat portant sur *les enjeux liés à l'exploitation du gaz de schiste dans le shale d'Utica des basses-terres du Saint-Laurent*
Questions complémentaires du 13 mai 2014 (DQ11, n^{os} 1 à 3)

Voici nos réponses aux questions complémentaires du 13 mai 2014 (DQ11, n^{os} 1 à 3)

Question 1

Au tableau 7-1 de votre étude « Étude de risques technologiques associés à l'extraction du gaz de schiste » (document PR3.6.6.1), vous indiquez, pour un feu en chalumeau et un rayonnement thermique de 3 kW/m², des « effets irréversibles sur la vie humaine », selon le Ministère de l'Écologie et du Développement durable de la France. À la figure 7-3, vous indiquez que la distance maximale au sol, dans le cas d'un scénario normalisé, horizontal, et pour des radiations de 5 kW/m², est de 235 mètres. Vous ne présentez pas, dans cette figure, les distances pour des radiations de 3 kW/m². Pouvez-vous nous indiquer la distance maximale au sol pour ce niveau de radiation?

Réponse

Les termes « Effets Irréversibles » du Tableau 7-1 Inflammables : niveaux de dangers, ont été clarifiés par l'ajout de « Brûlure au second degré après 97 secondes » selon FEMA.

Tableau 7-1 Inflammables : niveaux de dangers

EXPLOSION	SURPRESSIONS			
	20,7 kPag (3 psig)	13,78 kPag (2 psig)	6,89 kPag (1 psig)	2,07 kPag (0,3 psig)
	<ul style="list-style-type: none"> Rupture de réservoirs de stockage de produits pétroliers. Dommages importants aux structures d'acier des édifices qui peuvent en causer l'écroulement. 	<ul style="list-style-type: none"> Seuil d'effets menaçant pour la vie. Dommages importants aux murs porteurs (murs de briques, de bois) qui peuvent en causer l'écroulement. 	<ul style="list-style-type: none"> Seuil pour la planification d'urgence 	<ul style="list-style-type: none"> Bris de fenêtres qui peuvent causer des blessures par projection de débris de verre.
FEU EN CHALUMEAU	RAYONNEMENT THERMIQUE			
	25 kW/m ²	13 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
	<ul style="list-style-type: none"> Seuil d'effets menaçant pour la vie, phénomènes de courtes durées. 	<ul style="list-style-type: none"> Seuil d'effets menaçant pour la vie, phénomènes de longues durées. 	<ul style="list-style-type: none"> Brûlure au 2^{ième} degré en 40 secondes. 	<ul style="list-style-type: none"> Effet irréversible sur la vie humaine¹ Brûlure au second degré après 97 secondes²
RETOUR DE FLAMME	DISTANCE MAXIMALE POUR RETOUR DE FLAMME			
	50% limite inférieure d'explosivité (LIE) ¹ Gaz naturel : 2,2 %			

Tous les tableaux et figures pertinentes ont été modifiés pour inclure le rayonnement thermique de 3 kW/m².

¹ Ministère de l'écologie et du développement durable de la France

² FEMA (1990) Thermal Radiation Burn Injury Criteria

7.2.1.1 Scénario normalisé gaz naturel

À noter qu'il n'existe pas de définition standard de scénario normalisé pour ce cas particulier. Le pire scénario a donc été simulé. Éruption accidentelle lors du forage du puits avec défaillance de l'obturateur anti-éruption.

Hypothèses :

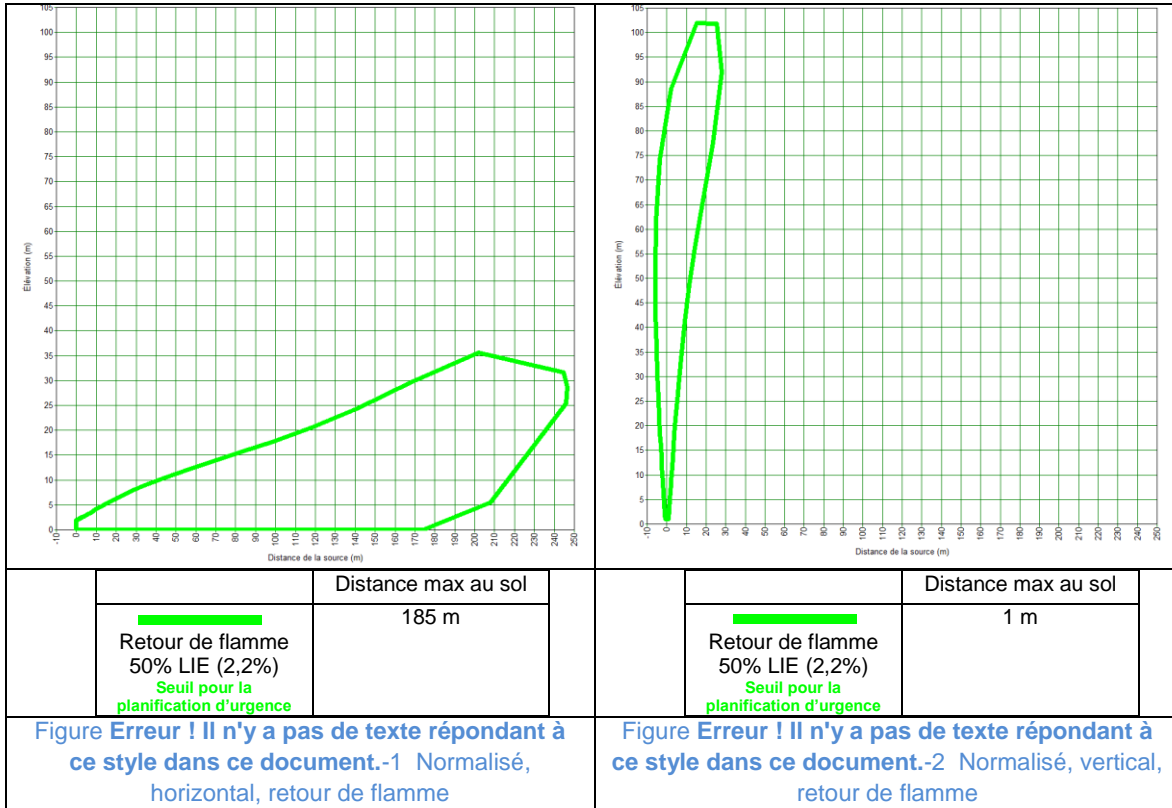
- Diamètre forage: 222 mm
- Pression: 40 922 kPa³. Les incidents répertoriés démontrent que la pression va diminuer graduellement (sur plusieurs jours) à mesure qu'il y a dépressurisation.
- Direction du jet : deux directions ont été simulées, horizontale et verticale. La réalité est probablement entre ces deux orientations, le jet de gaz n'étant pas parfaitement vertical suite à son impact sur les structures de la tour de forage ni parfaitement horizontal.
- Température du gaz: 25 °C
- Dimensions de la partie inférieure de la foreuse : 10 m x 10 m x 4 m = 400 m³
- Tout le volume de la partie inférieure de la foreuse est rempli de gaz naturel à la concentration stœchiométrique
- Explosion à la concentration stœchiométrique du méthane: 9,5%
- Confinement: moyen
- Encombrement: moyen
- Réactivité: basse

Conséquences modélisées:

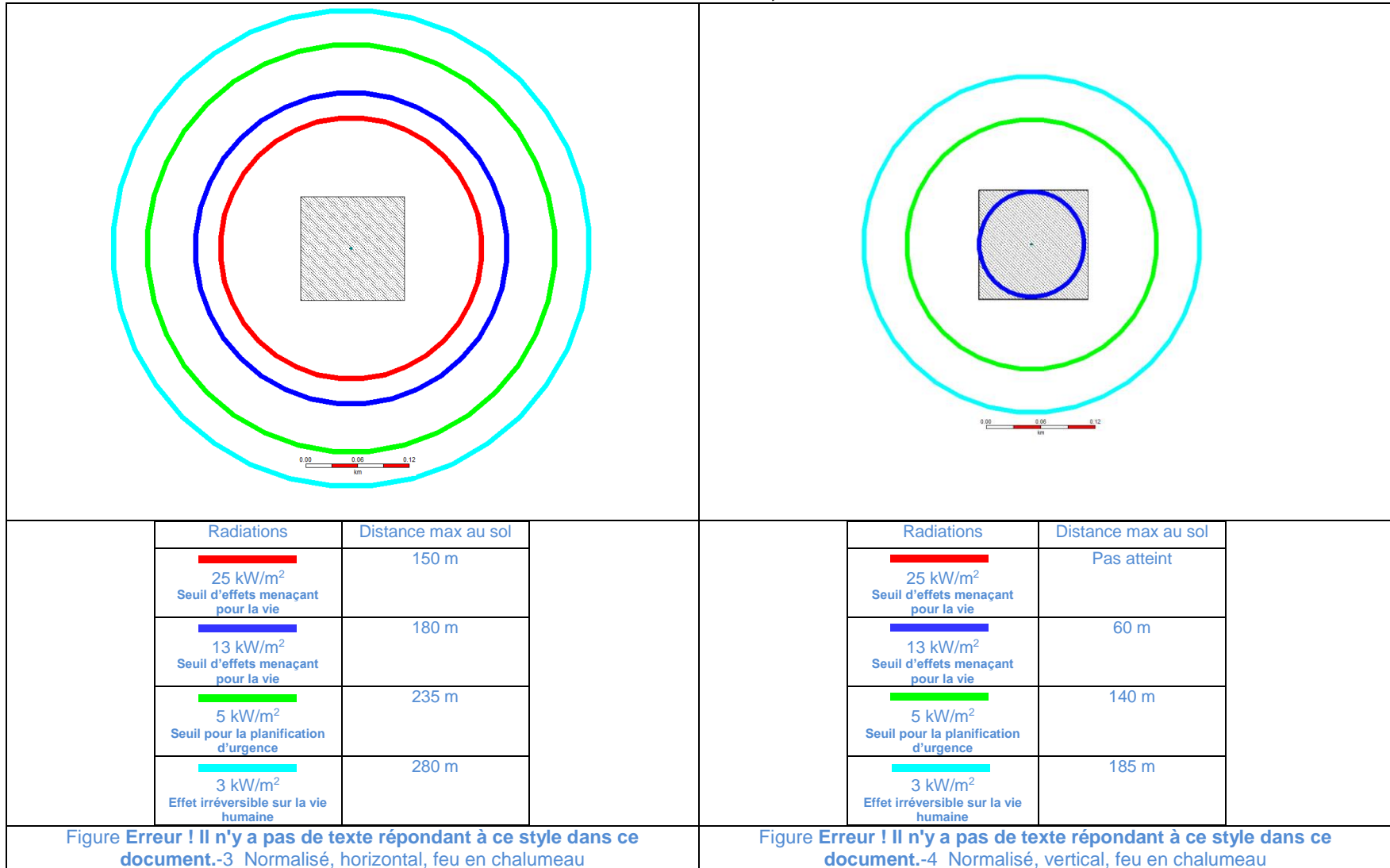
- Distance pour retour de flamme (50% LIE)
- Feu en chalumeau
- Explosion confinée selon le modèle Baker Strehlow-Thang

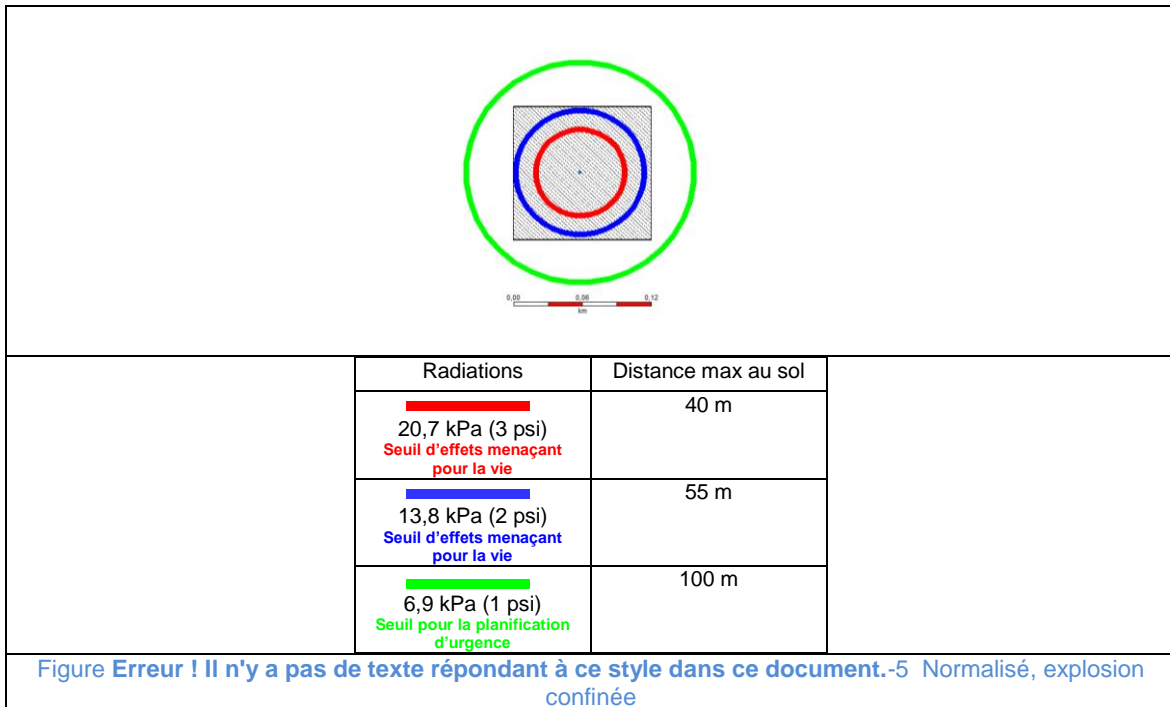
³ Synthèse hydrogéologique du Shale d'Utica et des unités sus-jacentes (Lorraine, Queenston et dépôts meubles), Institut National de la Recherche Scientifique, Centre Eau Terre Environnement, 2012.

NORMALISÉ - 222 mm, RETOUR DE FLAMME, VUE EN ÉLÉVATION



NORMALISÉ - FEU EN CHALUMEAU, RADIATIONS AU SOL



NORMALISÉ - EXPLOSION CONFINÉE, SURPRESSIONS

Il a été posé comme hypothèse que pour toutes les conditions de fuites simulées, le volume de la partie inférieure de la foreuse est rempli à la concentration stœchiométrique du méthane, ce qui donne les mêmes conséquences d'explosion pour tous les scénarios de fuite de gaz naturel.

7.2.1.2 Scénario alternatif gaz naturel - éruption accidentelle 114,3 mm

Éruption accidentelle suite à la rupture de la tête de puits (blow out).

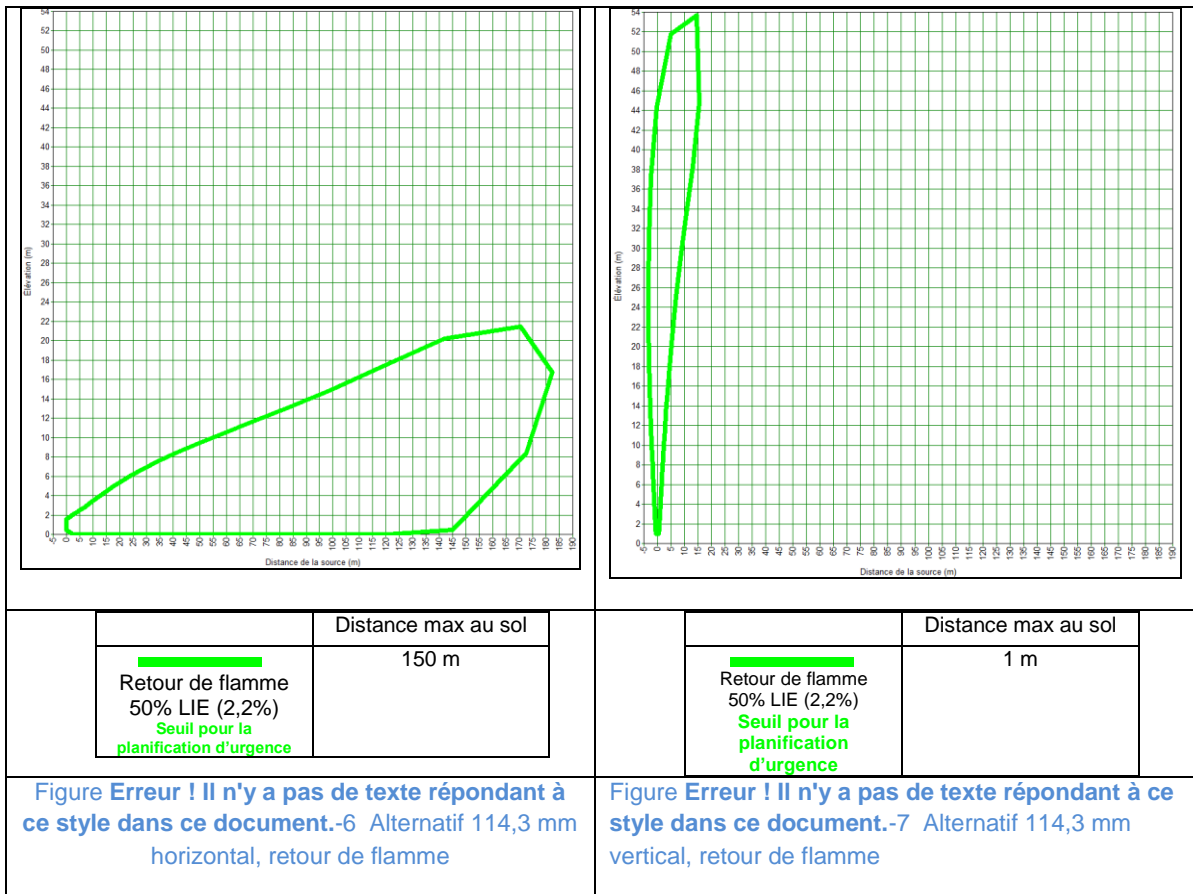
Hypothèses :

- Diamètre du tubing: 114,3 mm
- Pression: 71 590 kPag
- Direction du jet: deux directions ont été simulées, horizontale et verticale
- Température du gaz: 25 °C
- Dimensions de la partie inférieure de la foreuse: 10 m x 10 m x 4 m = 400 m³
- Tout le volume de la partie inférieure de la foreuse est rempli de gaz naturel à la concentration stœchiométrique
- Explosion à la concentration stœchiométrique du méthane: 9,5%
- Confinement: moyen
- Encombrement: moyen
- Réactivité: bas

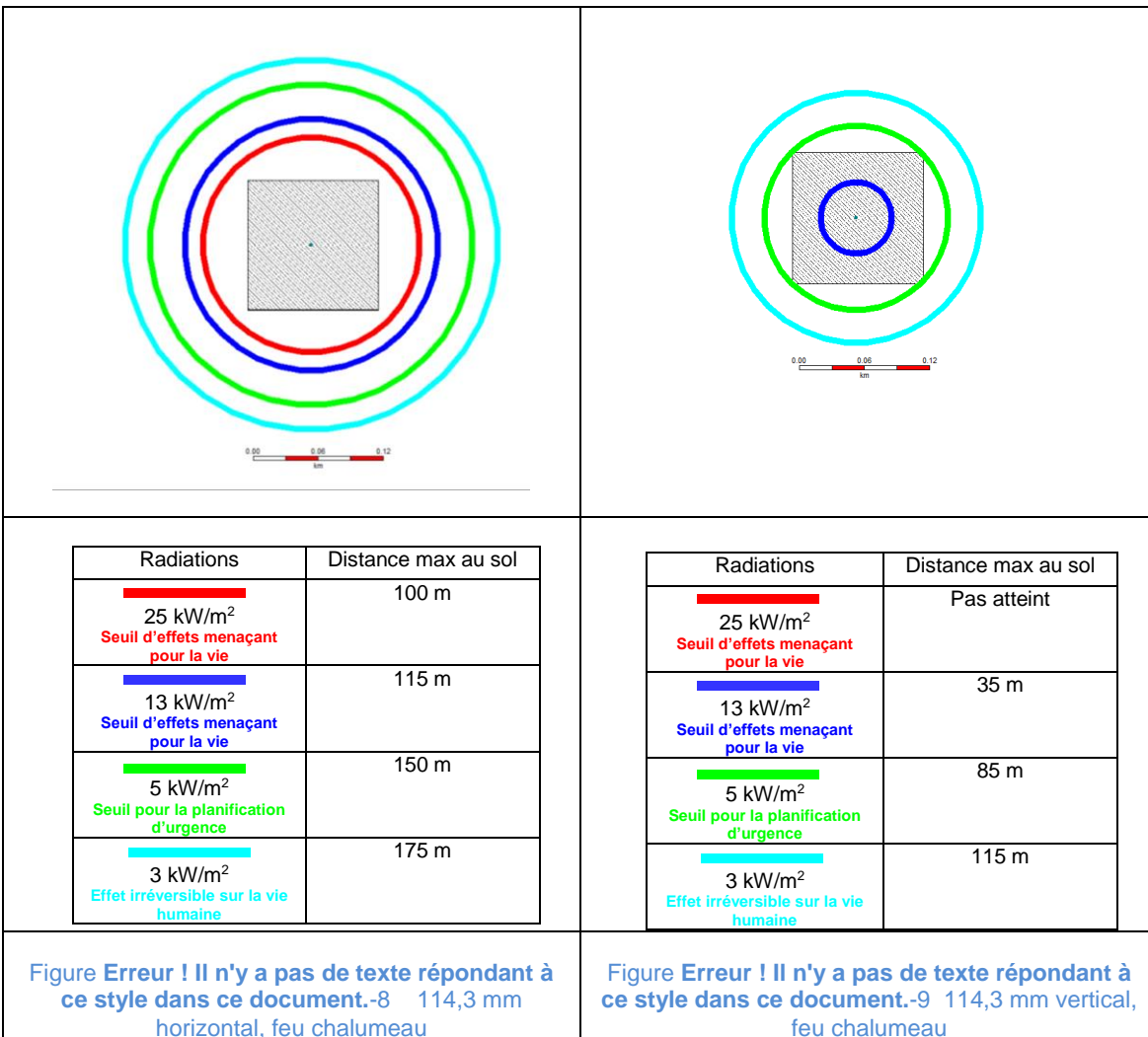
Conséquences modélisées :

- Distance pour retour de flamme (50% LIE)
- Feu en chalumeau
- Explosion confinée selon le modèle Baker Strehlow

ALTERNATIF 114,3 mm - RETOUR DE FLAMME, VUE EN ÉLÉVATION



ALTERNATIF 114,3 mm - FEU EN CHALUMEAU, RAYONNEMENT THERMIQUE AU SOL



De ces simulations, il faut retenir qu'une éruption accidentelle lors du forage d'un puits pourrait conduire à la formation d'un nuage explosif à 185m au niveau du sol et à 248m à 30m du sol. Si ce nuage s'allumait, la flamme pourrait causer un rayonnement thermique de 5 kW/m² à 235m du puits et une surpression suite à l'explosion de 6,9 kPa à 100m. Quant à elle une éruption accidentelle du tube de production pourrait conduire à la formation d'un nuage explosif à 145m au niveau du sol et à 183m à 17m du sol. Si ce nuage s'allumait, la flamme pourrait causer un rayonnement thermique de 5 kW/m² à 150m du puits et une surpression suite à l'explosion de 6,9 kPa à 100m.


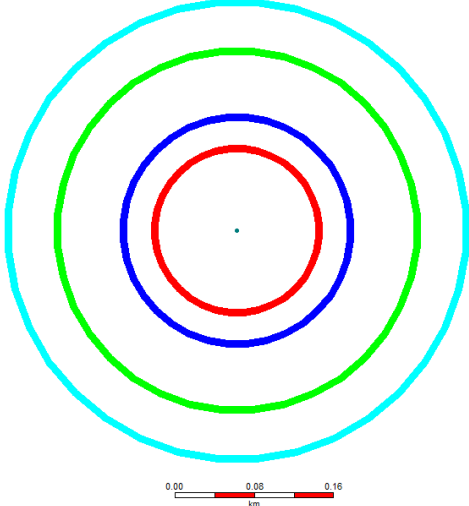















7.2.1.3 Scénario alternatif gaz naturel - rupture d'un pipeline gaz naturel

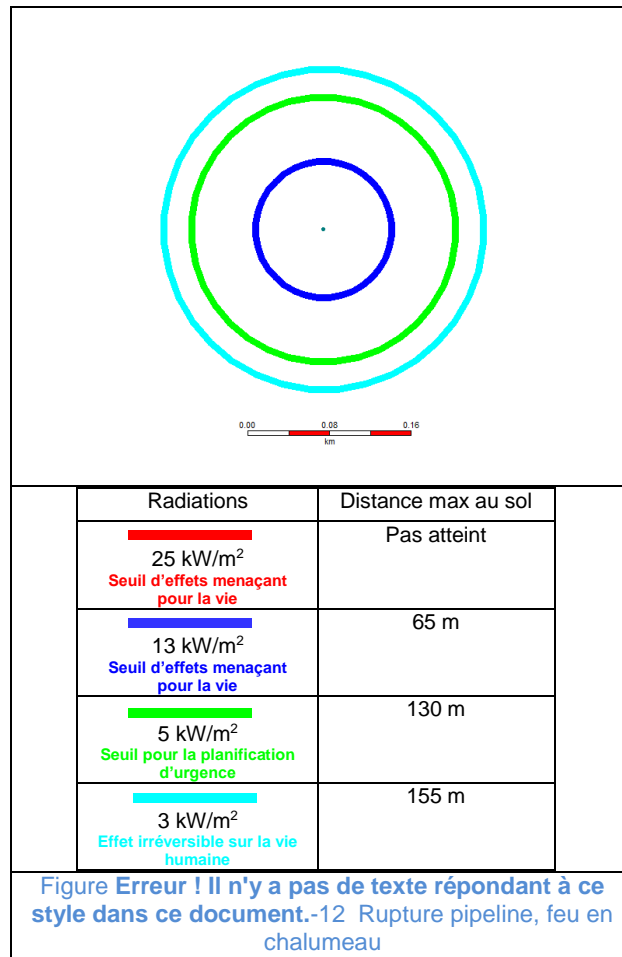
Hypothèses :

- Rupture d'un tronçon principal de distribution en aval du poste de compression
- Diamètre pipeline: 203,2 mm; Pression : 5 520 kPag
- Direction du jet : 45° de l'horizontal; Température du gaz : 25 °C

Conséquences modélisées :

- Distance pour retour de flamme (50% LIE)
- Boule de feu; Feu en chalumeau

ALTERNATIF RUPTURE PIPELINE - RETOUR DE FLAMME, VUE EN ÉLÉVATION	ALTERNATIF RUPTURE PIPELINE – BOULE DE FEU														
															
<table border="1" data-bbox="367 894 821 1015"> <tr> <td></td> <td>Distance max au sol</td> </tr> <tr> <td> Retour de flamme Seuil pour la planification d'urgence</td> <td>5 m</td> </tr> </table>		Distance max au sol	 Retour de flamme Seuil pour la planification d'urgence	5 m	<table border="1" data-bbox="1224 894 1703 1274"> <tr> <td>Radiations</td> <td>Distance max au sol</td> </tr> <tr> <td> 25 kW/m² Seuil d'effets menaçant pour la vie</td> <td>85 m</td> </tr> <tr> <td> 13 kW/m² Seuil d'effets menaçant pour la vie</td> <td>115 m</td> </tr> <tr> <td> 5 kW/m² Seuil pour la planification d'urgence</td> <td>180 m</td> </tr> <tr> <td> 3 kW/m² Effet irréversible sur la vie humaine</td> <td>230 m</td> </tr> </table>	Radiations	Distance max au sol	 25 kW/m ² Seuil d'effets menaçant pour la vie	85 m	 13 kW/m ² Seuil d'effets menaçant pour la vie	115 m	 5 kW/m ² Seuil pour la planification d'urgence	180 m	 3 kW/m ² Effet irréversible sur la vie humaine	230 m
	Distance max au sol														
 Retour de flamme Seuil pour la planification d'urgence	5 m														
Radiations	Distance max au sol														
 25 kW/m ² Seuil d'effets menaçant pour la vie	85 m														
 13 kW/m ² Seuil d'effets menaçant pour la vie	115 m														
 5 kW/m ² Seuil pour la planification d'urgence	180 m														
 3 kW/m ² Effet irréversible sur la vie humaine	230 m														
<p>Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-10 Rupture pipeline, retour de flamme</p>	<p>Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-11 Rupture pipeline, boule de feu</p>														

ALTERNATIF RUPTURE PIPELINE – FEU EN CHALUMEAU

La rupture du pipeline au poste de compression pourrait conduire suite à l'allumage à une boule de feu avec rayonnement thermique de 5 kW/m² à 180m et feu en chalumeau avec rayonnement thermique de 5 kW/m² à 130m

7.2.2 Diesel

Le diesel est utilisé comme carburant pour divers équipements sur le site.

7.2.2.3 Scénario normalisé

Le scénario normalisé pour une substance inflammable tel le diesel implique le déversement de l'inventaire de diesel contenu dans le plus gros réservoir et l'ignition de la nappe de diesel au sol. Il n'y a pas formation de nuage explosif important qui mérite d'être rapporté.

Hypothèses :

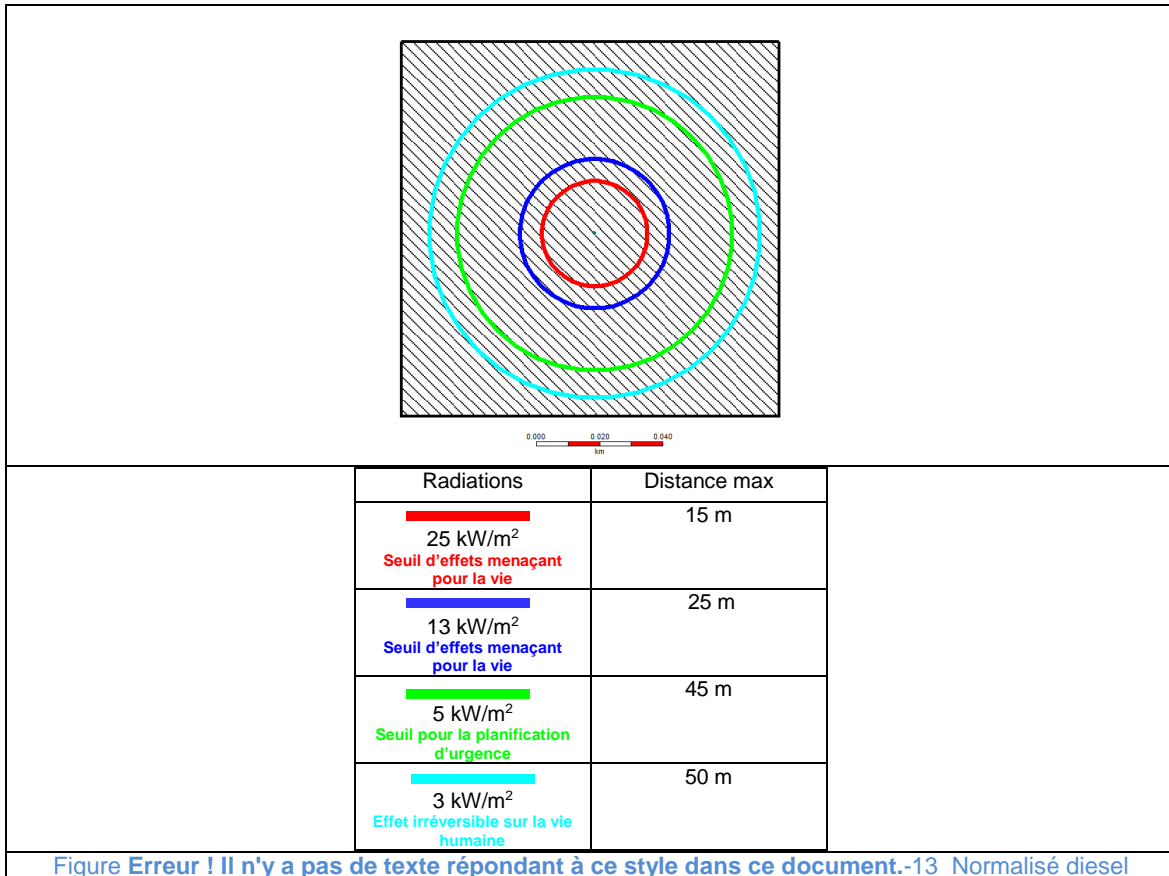
- Réservoir de 27 000 L
- Pression : atmosphérique

- Le sol est en pente vers le centre, épaisseur de la nappe : 5 cm

Conséquence modélisée :

- Radiation du feu de nappe

NORMALISÉ – FEU DE NAPPE, RAYONNEMENT THERMIQUE



7.2.2.4 Scénario alternatif

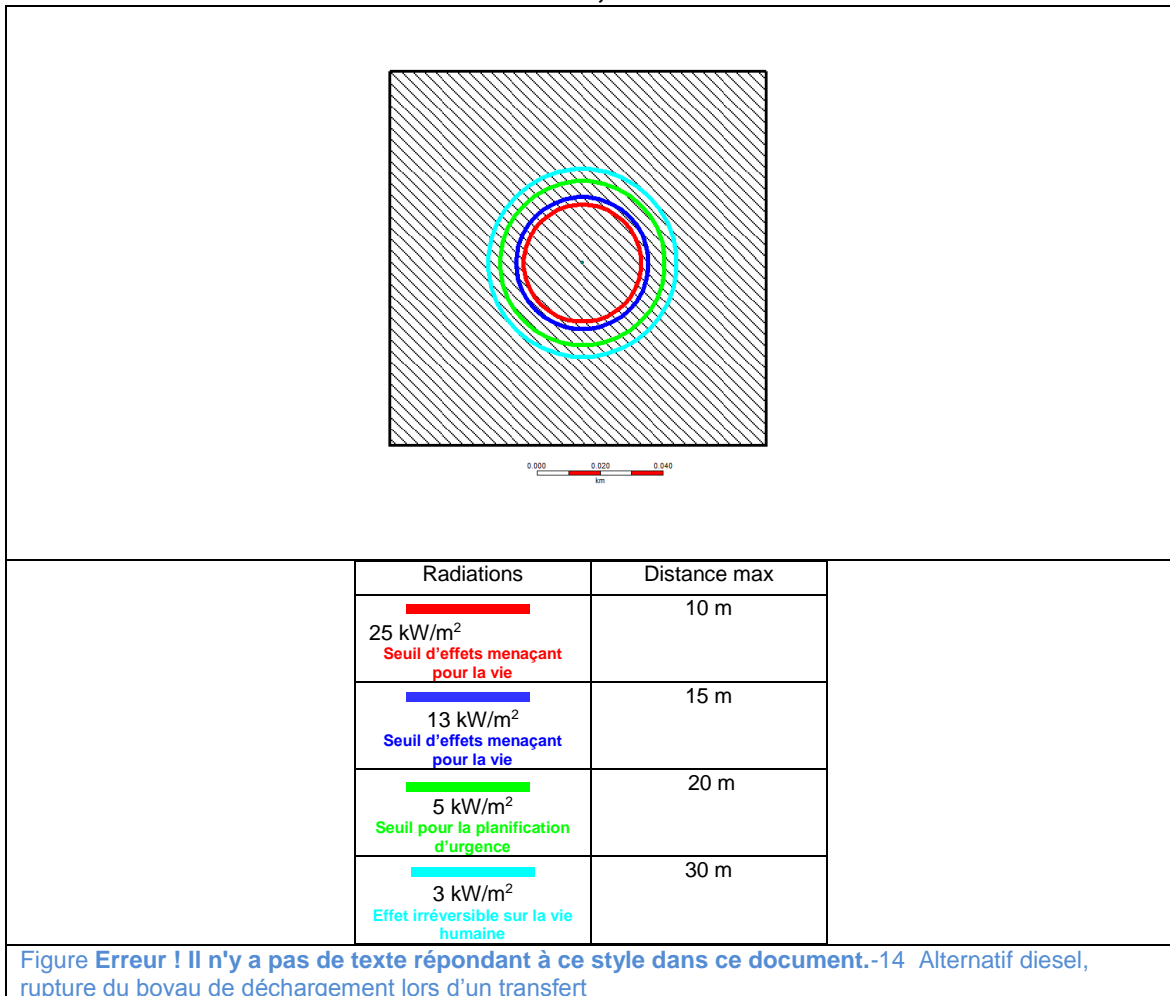
Rupture de boyau lors du déchargement de diesel dans le réservoir d'entreposage sur le site de forage.

Hypothèses :

- Réservoir de 2 000 USG (7 571 L)
- Taux de déchargement: 50 GPM (189 L/min)
- Durée de la fuite: 5 minutes
- Le sol est en pente vers le centre, épaisseur de la nappe: 5 cm

Conséquence modélisée :

- Radiation du feu de nappe

ALTERNATIF – FEU DE NAPPE, RAYONNEMENT THERMIQUE

Les feux de diesel génèrent beaucoup de fumée. Il faut aussi noter qu'un déversement de diesel ne va pas nécessairement s'allumer.

Le déversement complet d'un réservoir de diesel dans sa cuvette de rétention (scénario normalisé) et son allumage donne 5 kW/m² à 45m alors qu'un déversement lors d'un déchargement et l'allumage donne 5 kW/m² à 20m.

7.2.3 Propane

Le chauffage des équipements de forage est requis durant la saison froide. Le propane est possiblement utilisé à cette fin. C'est dans cette optique que des scénarios de pertes de confinement de propane ont été modélisés.

7.2.3.3 Scénario normalisé

Le scénario normalisé pour une substance inflammable tel le propane implique le déversement instantané de la masse de propane contenu dans le plus gros réservoir et

l'explosion de la quantité totale de propane répandue dans l'environnement avec un facteur d'efficacité d'explosion de 10% en référence au TNT.

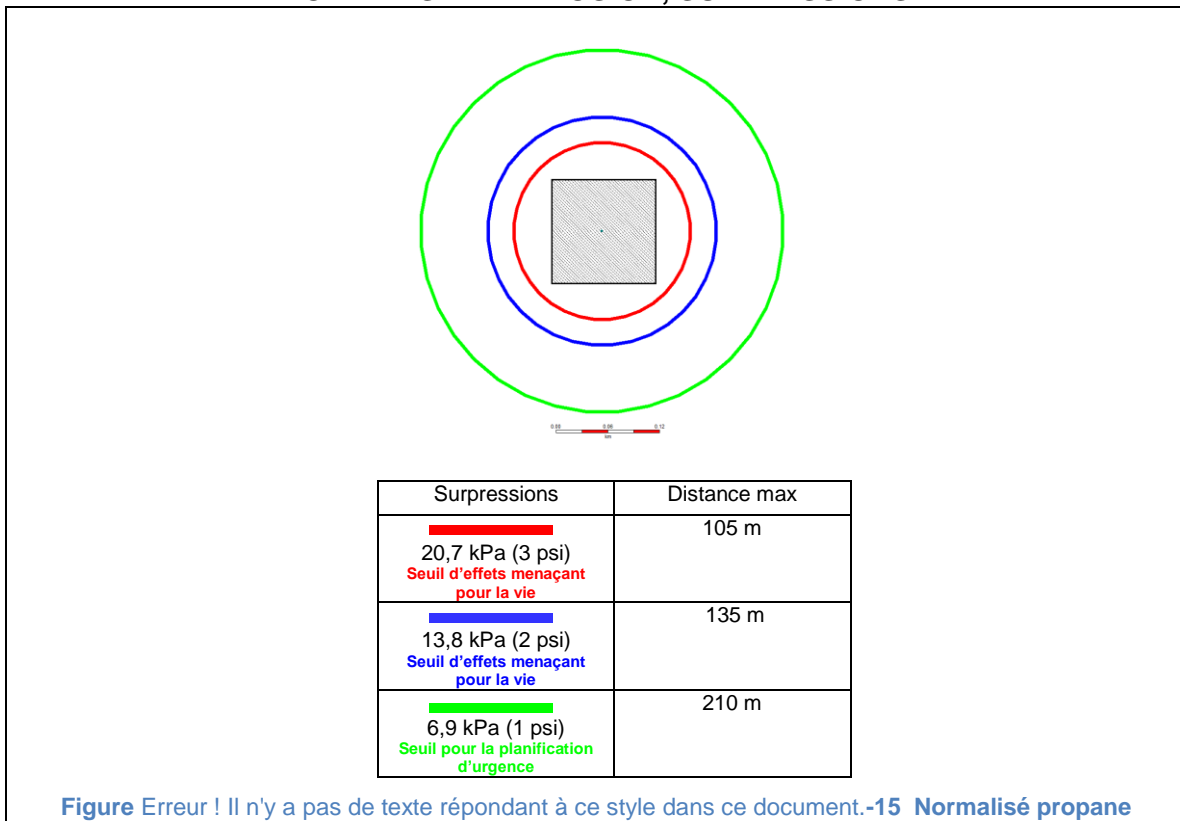
Hypothèses :

- Réservoir de 2 000 USG (3 718 kg)
- Pression: 856 kPag

Conséquences modélisées :

- Explosion selon le modèle TNT

NORMALISÉ – EXPLOSION, SURPRESSIONS



7.2.3.4 Scénario alternatif

Le scénario simulé est un BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) d'un réservoir de propane. Cet événement peut se produire lorsqu'un contenant pressurisé de gaz liquéfié est chauffé par une flamme. La chaleur du feu réchauffe le liquide et augmente la pression. Bien que la soupape de sécurité prévienne la surpression du contenant en conditions normales, lors d'un incendie, le métal au-dessus du niveau de liquide surchauffe et s'affaiblit. Éventuellement, le contenant se rompt et son contenu est projeté à l'extérieur avec explosion. Si le produit est inflammable, il s'enflamme instantanément produisant une boule de feu.

Hypothèses :

- Réservoir de 2 000 USG rempli à 80% (1 600 USG)

- La rupture du réservoir survient à la pression d'ajustement des soupapes de sûreté, soit 1 553 kPag (225 psig)

Conséquences modélisées :

- Rayonnement thermique de la boule de feu
- Suppression occasionnées par l'onde de choc

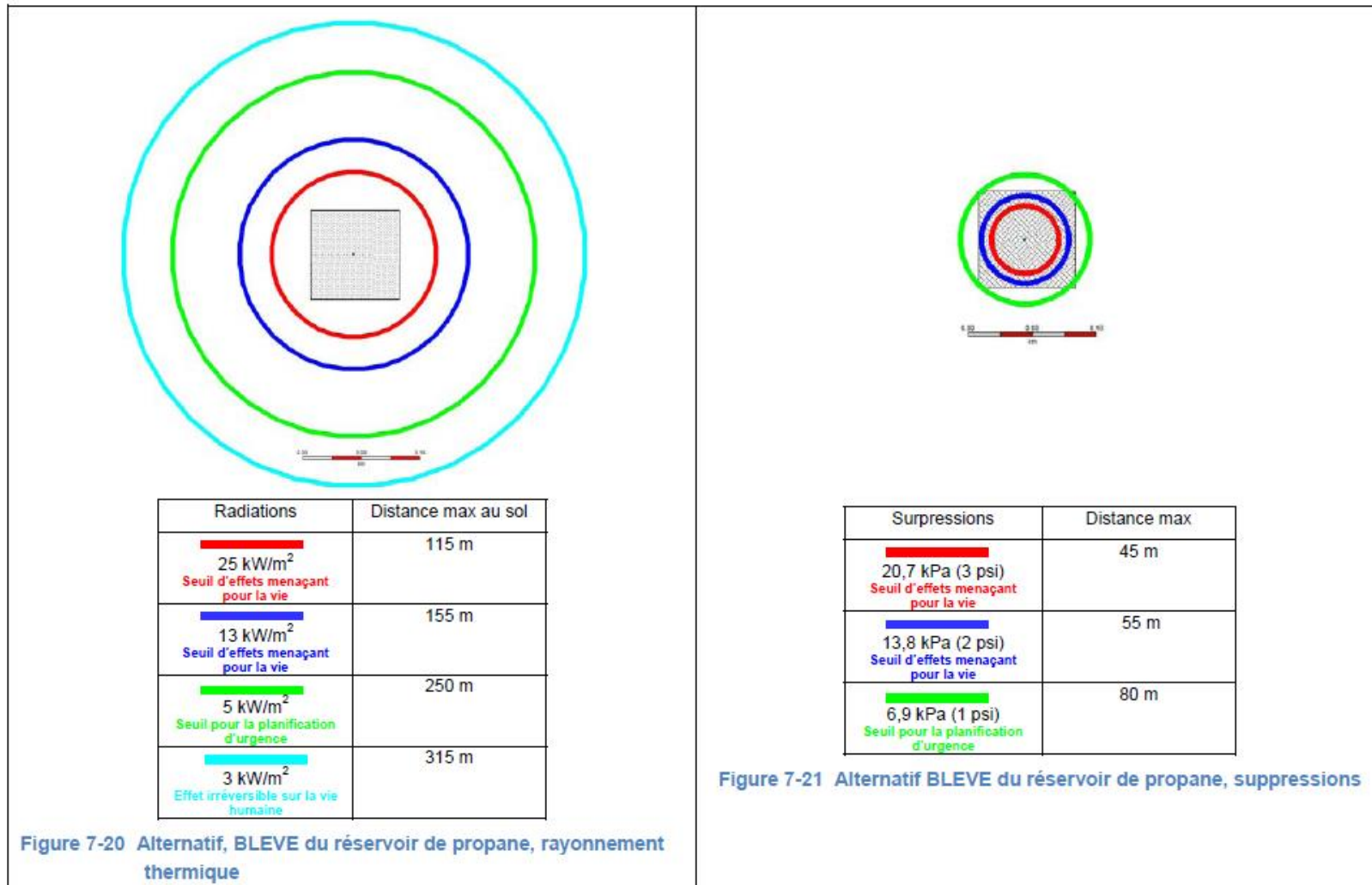
Question 2

À la figure 7-20, vous indiquez que, dans le cas de l'explosion d'un réservoir de propane, la distance maximale au sol, dans le cas d'un scénario alternatif et pour des radiations de 5 kW/m^2 , est de 250 mètres. Vous ne présentez pas, dans cette figure, les distances pour des radiations de 3 kW/m^2 . Pouvez-vous nous indiquer quelle serait la distance maximale au sol pour ce niveau de radiations?

Réponse

Les Tableaux et Figures suivantes ont été modifiés pour prendre en compte le rayonnement thermique de $1,6 \text{ kW/m}^2$.

ALTERNATIF – BLEVE, RAYONNEMENT THERMIQUE ET SURPRESSIONS



De ces simulations, il faut retenir que le déversement instantané (scénario normalisé) d'un réservoir de propane de 2 000 USWG et l'allumage du nuage de gaz produirait une explosion et une surpression de 6,9 kPa à 210m. En cas d'incendie et de BLEVE de ce réservoir, la boule de feu pourrait causer un rayonnement thermique de 5 kW/m² à 250m du puits et une surpression suite à l'explosion du réservoir de 6,9 kPa à 80m.

Question 3

Effets cumulatifs : pourriez-vous nous indiquer quelle serait la distance maximale au sol des impacts d'un feu en chalumeau, horizontal survenant en même temps qu'une explosion d'un réservoir de propane. Pourriez-vous nous donner ces distances maximales au sol pour des radiations de 25 kW/m², 13 kW/m², 5 kW/m² et 3 kW/m²?

Réponse

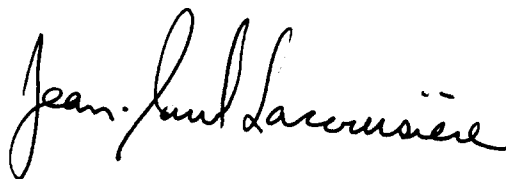
Un réservoir de propane engouffré dans les flammes d'un feu en chalumeau pourrait conduire à un BLEVE. Les effets cumulatifs d'un feu en chalumeau qui surviendraient en même temps qu'un BLEVE sont difficilement chiffrables. Le BLEVE produit une boule de feu circulaire qui dure quelques secondes (10 à 20 s) tandis que le feu en chalumeau produit un jet directionnel qui dure beaucoup plus longtemps.

Les distances de rayonnement thermique produites par le BLEVE dominant à notre avis.

Le positionnement du réservoir de propane devra être pris en compte dans la conception des installations dans le but de réduire les risques d'un tel événement.

Espérant le tout conforme.

JP LACOURSIÈRE INC.



Jean-Paul Lacoursière, ing.