



**Vincotte Luxembourg asbl**

**Siège social :** 74, Mühlenweg - L-2155 Luxembourg

**Adresse postale :** B.P. 1587 - L-1015 Luxembourg

**T** +352 4818581 ■ **F** +352 4910061 ■ **info@vincotte.lu** ■ **www.vincotte.lu**

**IBLC :** 1986-6100-929 / **TVA :** LU 13321773



## FAX

**Réf :** 110316-EV-ER-FAX-001

**Date:** 22/06/2017

**De :** MÜLLER Mathias (mathias.muller@vincotte.lu )

Ce fax a été transmis aux personnes suivantes :

Société	Personne de contact	N°fax/email/courrier
Inspection du Travail et des Mines - ITM		Par courrier : 2 originaux, 1 copie
Tanklux S.A.	David	dbollaert@tanklux.lu Par courrier : 1 original
Inspection du Travail et des Mines - ITM	Yves Melcher	Yves.melcher@itm.etat.lu

**Concerne :** Calculs complémentaires à l'étude de danger

Bonjour,

Veuillez trouver en annexe notre rapport des calculs complémentaires à l'étude de danger.

Mathias Müller  
Account Manager

Christophe Eischen  
Head of Technical Development



## **ANNEXES**



# **ANNEXE 1**

## **Rapport**



## RAPPORT N° 110316-EV-ER-001

Date 22.06.2017  
Document 16 pages  
Annexe Aucune

**TANKLUX**  
Port de Mertert  
L-6688 Mertert

## RAPPORT : CALCULS COMPLEMENTAIRES A L'ETUDE DE DANGER

### GENERALITES

<b>Date(s) d'intervention</b>	Avril 2017
<b>Agent(s)</b>	MULLER Mathias POLART Christelle GILLES Frédéric
<b>Lieu de visite</b>	Tanklux Port de Mertert L-6688 Mertert



Christelle POLART  
Contract Manager Risk & Environment  
VINCOTTE SA

*Le présent rapport de contrôle ne porte que sur les installations, les travaux et les objets contrôlés dans l'état où ils étaient au moment du contrôle. La reproduction de ce rapport ne peut se faire qu'avec l'accord de Vincotte Luxembourg et ce, dans son intégralité.*



## Table des matières

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1	Détermination des paramètres à prendre en compte dans l'étude .....	3
1.1.1	Feu de réservoir avec boilovert .....	3
1.1.2	Explosion d'un nuage gazeux à l'intérieur d'un réservoir .....	4
<b>2</b>	<b>DISTANCES D'EFFET EN CAS D'EXPLOSION DU VRU .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INCENDIE D'UN RÉSERVOIR DE 6.000 M<sup>3</sup> AVEC BOILOVER.....</b>	<b>7</b>
3.1	Cas de l'essence .....	7
3.2	Cas du diesel.....	7
<b>4</b>	<b>INCENDIE D'UN RÉSERVOIR DE 18.000 M<sup>3</sup> AVEC BOILOVER.....</b>	<b>9</b>
4.1	Cas de l'essence .....	9
4.2	Cas du diesel.....	9
<b>5</b>	<b>EXPLOSION D'UN RÉSERVOIR DE 6.000 M<sup>3</sup> .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>EXPLOSION D'UN RÉSERVOIR DE 18.000 M<sup>3</sup> .....</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>LISTE DE DIFFUSION .....</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>16</b>

## 1 INTRODUCTION

A la demande de l'ITM, les calculs complémentaires suivants ont été réalisés afin de compléter l'étude de risques :

- Explosion d'un des VRU
- Calcul des effets thermiques en cas de boil over en couche mince sur l'un des réservoirs en projet
- Calcul d'explosion d'un des réservoirs en projet

### 1.1 Détermination des paramètres à prendre en compte dans l'étude



#### 1.1.1 Feu de réservoir avec boilover

Le boil over est un phénomène qui résulte de la transformation d'eau liquide en vapeur (fond d'eau, eau libre, émulsion) contenue dans un réservoir en feu. Ce phénomène est à l'origine de violentes projections de combustible, du bouillonnement du contenu du réservoir, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu.



Pour avoir l'apparition d'un boil over, plusieurs conditions doivent être réunies :

- Un feu de réservoir après l'effacement du toit ;
- **La présence d'eau** pouvant se transformer en vapeur ;
- Un hydrocarbure pouvant générer une onde de chaleur qui entre en contact avec le fond d'eau suffisamment visqueux pour s'opposer au passage de la vapeur d'eau vers la surface

Les différentes phases du boil over en couche mince sont décrites dans le tableau ci-dessous.

	Description du phénomène
	<p>En début d'incendie du bac, le produit qui occupe le volume du bac a une composition homogène qui le restera tout au long de l'incendie. En revanche, un gradient de température apparaît et une zone où la température est supérieure à 100°C d'épaisseur limitée peut être identifiée.</p>
	<p>En raison du rayonnement des flammes sur la surface du liquide, le liquide subit une augmentation locale de température sans modification de composition. Il n'y a pas de formation d'onde de chaleur.</p> <p>La zone chaude (<math>T &gt; 100^{\circ}\text{C}</math>) peu épaisse progresse vers le fond du bac à mesure que le produit se consume à la même vitesse que la surface du liquide.</p>



	Description du phénomène
	<p>Une fois que tout le combustible située en dessous de cette zone de température supérieure à 100°C a été consommée, il y a contact entre l'eau et cette zone. Le contact entre le combustible chauffé à plus de 100°C et l'eau provoque la vaporisation de cette dernière. Cette vaporisation brutale conduit à une augmentation importante de volume et joue le rôle de piston en mettant en suspension le liquide inflammable restant dans le bac.</p>
	<p>Une partie du liquide déborde du bac et une autre est mise en suspension en se fragmentant en gouttes et en se vaporisant en traversant les flammes pour former une zone de combustion vive.</p>

Les valeurs limites pour les personnes situées à l'extérieur à considérer pour les rayonnements thermiques suite à un boil over sont les suivantes :

- Dose d'effet irréversible =  $600 [(kW/m^2)^{4/3} \times s]$
- Dose d'effet létaux =  $1000 [(kW/m^2)^{4/3} \times s]$
- Dose d'effets létaux significatifs =  $1800 [(kW/m^2)^{4/3} \times s]$

### 1.1.2 Explosion d'un nuage gazeux à l'intérieur d'un réservoir

Ce type de phénomène se produit suite à l'évaporation de liquide inflammable à l'intérieur d'un réservoir.

Les calculs des distances d'effets dans ce cas-ci sont réalisés selon la note technique 02 de l'ITM (NT-02\_ITM). Ils ne sont pas réalisés pour les réservoirs de diesel qui, pour rappel, s'évapore très lentement.

Les formules utilisées sont les suivantes :

- Cas des réservoirs à toit fixe :
  - Seuil de 50 mbars :  $d_{50} = 7,69 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 140 mbars :  $d_{140} = 3,49 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 200 mbars :  $d_{200} = 2,73 (D^2 H_{res})^{1/3}$
- Cas des réservoirs à toit flottant interne :
  - Seuil de 50 mbars :  $d_{50} = 7,14 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 140 mbars :  $d_{140} = 3,24 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 200 mbars :  $d_{200} = 2,53 (D^2 H_{res})^{1/3}$

Avec D et  $H_{res}$  diamètre et hauteur du réservoir.



Les calculs de distance d'effet en cas d'explosion du VRU sont repris dans le tableau ci-dessous.

Le scénario pris en compte est celui d'une montée en pression à l'intérieur du VRU suite à une défaillance en tenant compte de la pression de tarage de 1,02 bar au niveau de la soupape de la tuyauterie d'arrivée de gaz.

Distances d'effet en cas d'explosion du VRU	
<b>Hypothèses de calcul :</b> Pression d'explosion : 1.3bar (1,21 x pression d'ouverture de la soupape de surpression) Volume du silo : 8.5m <sup>3</sup>	
Effets	Distances d'effet
<b>Surpression de 200 mbar</b> Seuils de destruction des bâtiments légers	10m
<b>Surpression de 140 mbar</b> Seuils des premiers effets létaux pour les personnes	15m
<b>Surpression de 50 mbar</b> Seuils des effets irréversibles pour les personnes	25m
<b>Surpression de 20 mbar</b> Seuils des effets indirects pour les personnes	50m
<b>Modèle utilisé :</b> Explosion (rupture of vessel)	

Les distances d'effets reportées sur le plan des installations indiquent que les surpressions ne sortent pas du site, excepté celles de 20 mbar qui atteignent la voie ferrée au nord. Le seuil de destruction des bâtiments légers atteint le réservoir 6 localisé à proximité des VRU.



SAFETY, QUALITY AND ENVIRONMENTAL SERVICES



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Administration du cadastre  
et de la topographie

map.geoportail.lu

Le géoportail national du Grand-Duché du Luxembourg



Date d'impression: 21/04/2017 16:07

www.geoportail.lu est un portail d'accès aux informations géolocalisées, données et services qui sont mis à disposition par les administrations publiques luxembourgeoises. Responsabilité: Malgré la grande attention qu'elles portent à la justesse des informations diffusées sur ce site, les autorités ne peuvent endosser aucune responsabilité quant à la fidélité, à l'exactitude, à l'actualité, à la fiabilité et à l'intégralité de ces informations. Information dépourvue de foi publique.  
Droits d'auteur: Administration du Cadastre et de la Topographie. <http://g-o.lu/copyright>

Echelle approximative 1:1500



<http://g-o.lu/3/nikq>



Légende :

en rouge : 20 mbar, en rose : 50 mbar, en vert : 140 mbar et en bleu 200 mbar

### 3 INCENDIE D'UN RÉSERVOIR DE 6.000 M<sup>3</sup> AVEC BOILOVER

#### 3.1 Cas de l'essence

Le PBO de l'essence étant inférieur à 0,6, il n'y a pas de risque de boilover dans ce cas. Ce scénario n'est donc pas étudié.

#### 3.2 Cas du diesel

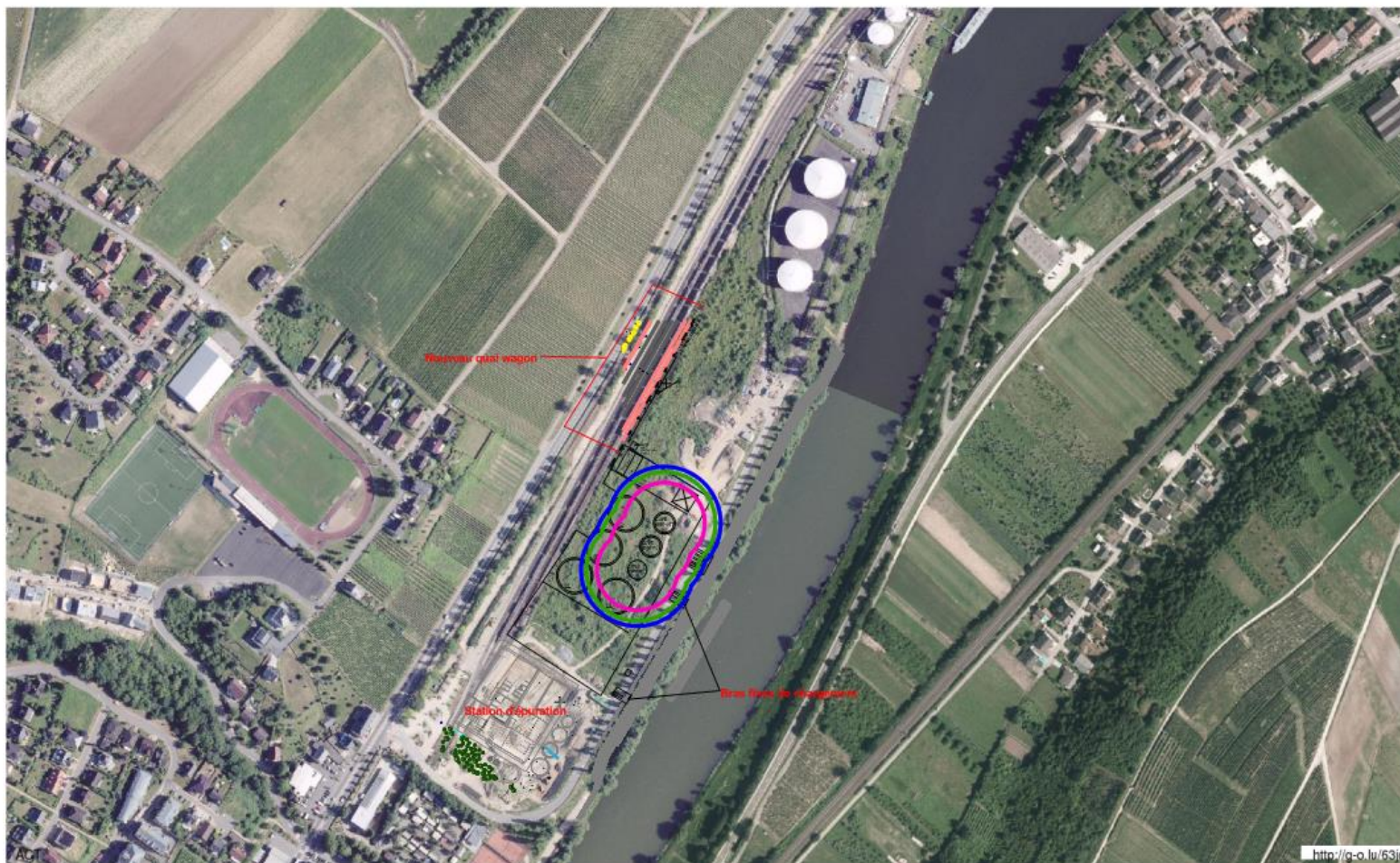
Dans ce scénario, on considère le cas d'un feu dans un des réservoirs de 6.000 m<sup>3</sup> de diesel avec boil over. Le calcul des effets réalisé à l'aide de la feuille de calcul développée par l'INERIS donne les résultats repris dans le tableau ci-dessous.

Boil over en couche mince réservoirs de 6.000 m <sup>3</sup>	
<b>Paramètres :</b>	
Substance stockée : diesel	
Diamètre réservoir = 18,05 m	
Hauteur du réservoir : 30 m	
Effets	Distance d'effet <sup>1</sup>
600 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	44 m
1000 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	39 m
1800 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	29 m

Les distances d'effets reportées sur le plan des installations indiquent que les radiations thermiques ne sortent pas de la zone de projet. Le seuil des effets dominos atteint par contre les réservoirs de 18 000 m<sup>3</sup> voisins.

Il est à noter que ces effets ne seront perçus qu'entre 37 h et 99h après le début de l'incendie (= temps estimé de déclenchement du boil-over) selon que le réservoir soit rempli entre 30% et 80%.

<sup>1</sup> Les distances sont prises par rapport au centre du réservoir



**TANKLUX S.A.**  
Port de Mertert  
L-6688 Mertert

Boilover réservoirs de 6000m<sup>3</sup>  
Effets thermiques - Localisation Sud  
-- 600 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> x s]  
-- 1000 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> x s]  
-- 1800 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> x s]

## 4 INCENDIE D'UN RÉSERVOIR DE 18.000 M<sup>3</sup> AVEC BOILOVER

### 4.1 Cas de l'essence

Le PBO de l'essence étant inférieur à 0,6, il n'y a pas de risque de boilover dans ce cas. Ce scénario n'est donc pas étudié.

### 4.2 Cas du diesel

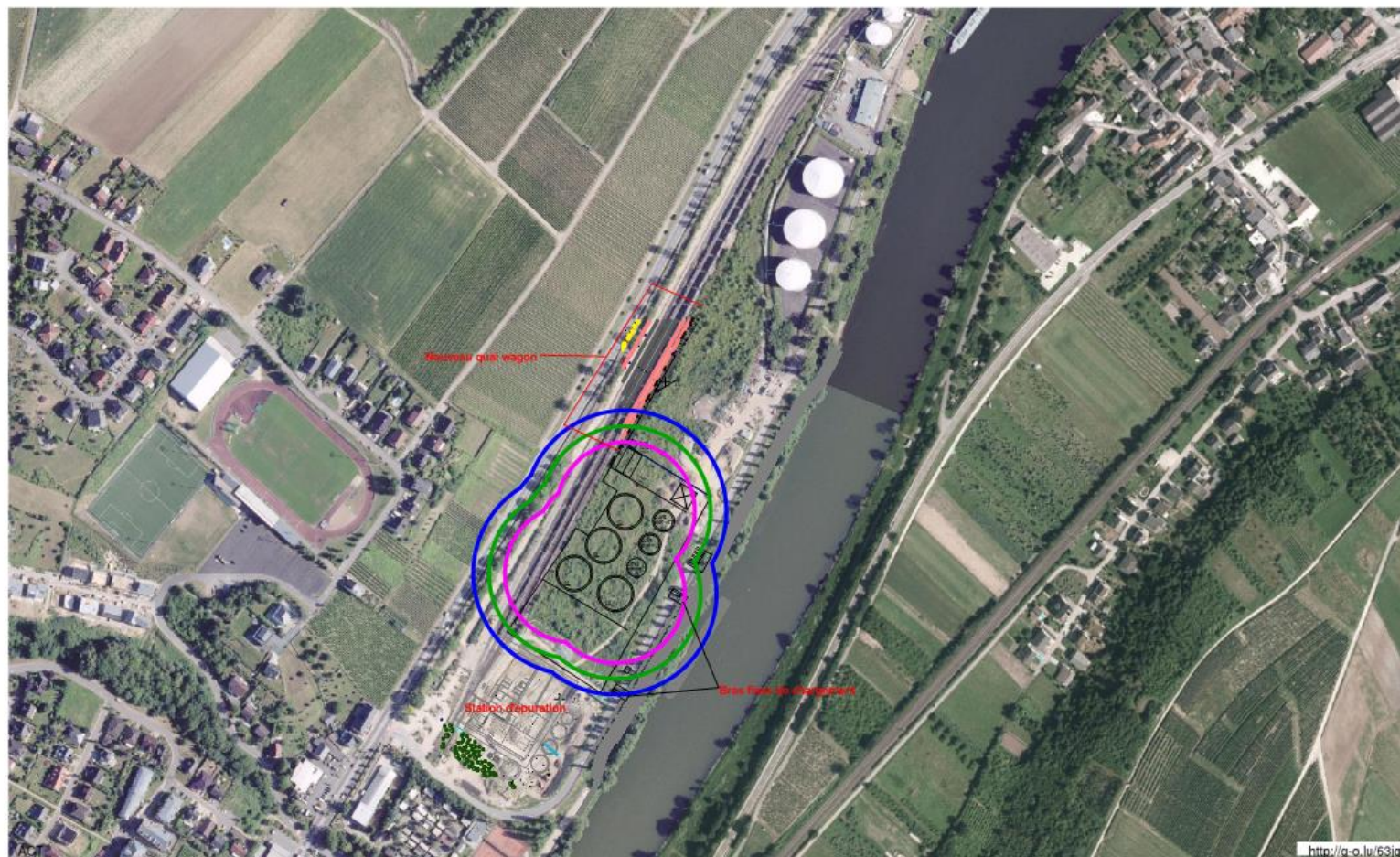
Dans ce scénario, on considère le cas d'un feu dans un des réservoirs de 18.000 m<sup>3</sup> de diesel avec boil over. Le calcul des effets réalisé à l'aide de la feuille de calcul développée par l'INERIS donne les résultats repris dans le tableau ci-dessous.

Boil over en couche mince réservoirs de 18.000 m <sup>3</sup>	
<b>Paramètres :</b>	
Substance stockée : diesel	
Diamètre réservoir = 31,25 m	
Hauteur du réservoir : 30 m	
Effets	Distance d'effet <sup>2</sup>
600 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	80 m
1000 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	65 m
1800 [(kW/m <sup>2</sup> ) <sup>4/3</sup> X s]	50 m

Les distances d'effets reportées sur le plan des installations indiquent que les radiations sortent du site et atteignent la route et la voie ferrée à l'ouest sans toutefois atteindre de zones d'habitat. Le seuil des effets dominos atteint par contre l'ensemble des installations en projet, sans toutefois atteindre les installations existantes du site.

Il est à noter que ces effets ne seront perçus qu'entre 37 h et 99h après le début de l'incendie (= temps estimé de déclenchement du boil-over) selon que le réservoir soit rempli entre 30% et 80%.

<sup>2</sup> Les distances sont prises par rapport au centre du réservoir



**TANKLUX S.A.**  
Port de Mertert  
L-6688 Mertert

Boilover réservoirs de 18000m<sup>3</sup>  
Effets thermiques - Localisation Sud  
-- 600 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> × s]  
-- 1000 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> × s]  
-- 1800 [(kW/m<sup>2</sup>)<sup>4/3</sup> × s]



## 5 EXPLOSION D'UN RÉSERVOIR DE 6.000 M<sup>3</sup>

Les calculs des distances d'effets dans ce cas-ci sont réalisés selon la note technique 02 de l'ITM (NT-02\_ITM). Ils ne sont pas réalisés pour les réservoirs de diesel qui, pour rappel, s'évapore très lentement

Les formules utilisées sont les suivantes :

- Cas des réservoirs à toit fixe :
  - Seuil de 50 mbars :  $d_{50} = 7,69 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 140 mbars :  $d_{140} = 3,49 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 200 mbars :  $d_{200} = 2,73 (D^2 H_{res})^{1/3}$

Avec D et H<sub>res</sub> diamètre et hauteur du réservoir.

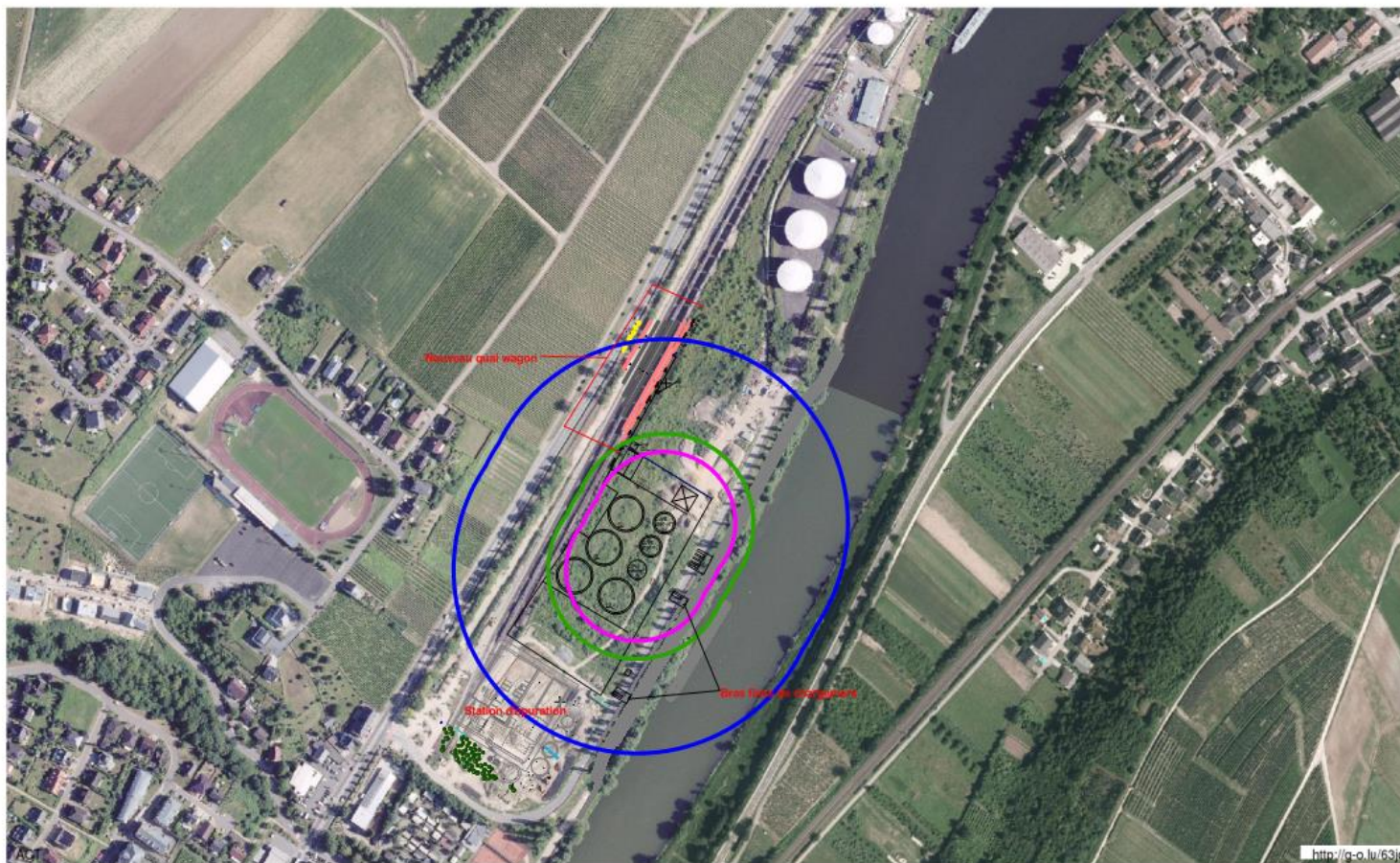
Les réservoirs de 6000 m<sup>3</sup> ont un diamètre de 18,05 mètres et une hauteur de 30 mètres.

Les distances d'effets calculées sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Effets	Distances d'effet <sup>3</sup>
<b>Suppression de 200 mbar</b> Seuils de destruction des bâtiments légers	58 m
<b>Suppression de 140 mbar</b> Seuils des premiers effets létaux pour les personnes	75 m
<b>Suppression de 50 mbar</b> Seuils des effets irréversibles pour les personnes	164 m

Les distances d'effets sont reportées sur le plan des installations indiquent que les surpressions de 200 et 140 mbar ne sortent pas des limites du site. Les surpressions de 50 mbar sortent du site et atteignent la route et la voie ferrée à l'ouest sans toutefois atteindre de zones d'habitat. Les surpressions de 200 et 140 mbar restent dans la zone de projet.

<sup>3</sup> Distance par rapport au centre du réservoir



**TANKLUX S.A.**  
Port de Mertert  
L-6688 Mertert

Explosion réservoirs de 6000m<sup>3</sup>  
Effets de surpression - Localisation Sud  
-- 50 mbar  
-- 140 mbar  
-- 200 mbar

## 6 EXPLOSION D'UN RÉSERVOIR DE 18.000 M<sup>3</sup>

Les calculs des distances d'effets dans ce cas-ci sont réalisés selon la note technique 02 de l'ITM (NT-02\_ITM). Ils ne sont pas réalisés pour les réservoirs de diesel qui, pour rappel, s'évapore très lentement

Les formules utilisées sont les suivantes :

- Cas des réservoirs à toit fixe :
  - Seuil de 50 mbars :  $d_{50} = 7,69 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 140 mbars :  $d_{140} = 3,49 (D^2 H_{res})^{1/3}$
  - Seuil de 200 mbars :  $d_{200} = 2,73 (D^2 H_{res})^{1/3}$

Avec D et H<sub>res</sub> diamètre et hauteur du réservoir.

Les réservoirs de 18000 m<sup>3</sup> ont un diamètre de 31,25 mètres et une hauteur de 30 mètres.

Les distances d'effets calculées sont reprises dans le tableau ci-dessous.

<i>Effets</i>	<i>Distances d'effet<sup>4</sup></i>
<b>Surpression de 200 mbar</b> Seuils de destruction des bâtiments légers	84 m
<b>Surpression de 140 mbar</b> Seuils des premiers effets létaux pour les personnes	107 m
<b>Surpression de 50 mbar</b> Seuils des effets irréversibles pour les personnes	237 m

Les distances d'effets sont reportées sur le plan des installations indiquent que les surpressions de 200 et 140 mbars sortent du site et atteignent la voie ferrée et la route à l'ouest du site sans toutefois atteindre de zone d'habitations. Les surpressions de 200 mbar atteignent les autres installations de la zone de projet mais n'atteignent pas le site existant.

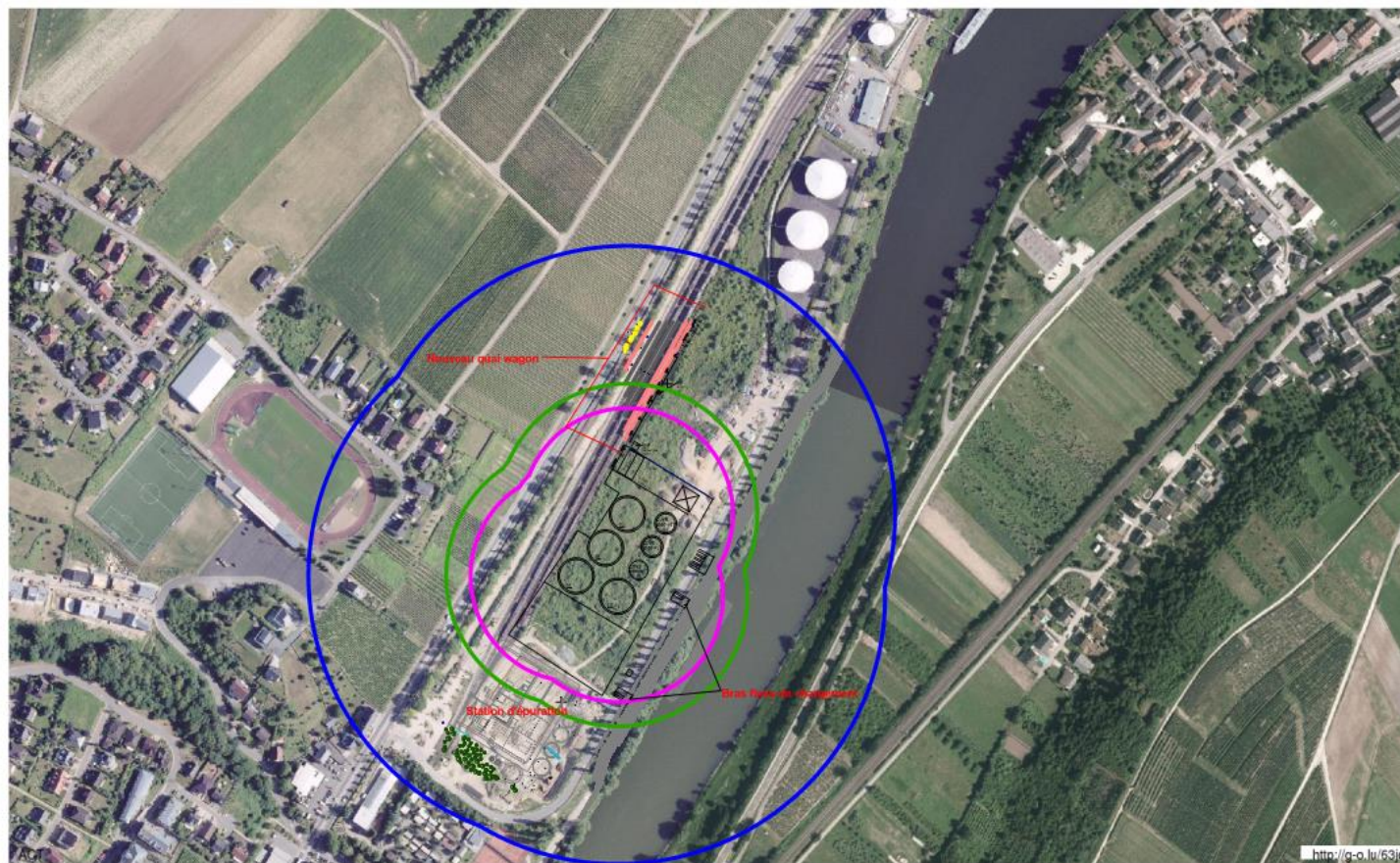
Les surpressions de 50 mbar atteignent de plus les zones d'habitation à l'ouest et atteignent également l'Allemagne.

<sup>4</sup> Distance par rapport au centre du réservoir



SAFETY, QUALITY AND ENVIRONMENTAL SERVICES





**TANKLUX S.A.**  
Port de Mertert  
L-6688 Mertert

Explosion réservoirs de 18000m<sup>3</sup>  
Effets de surpression - Localisation Sud  
-- 50 mbar  
-- 140 mbar  
-- 200 mbar



## 7 LISTE DE DIFFUSION

Société	Personne de contact	N°fax/email/courrier
TANKLUX	Monsieur Bollaert	Email
ITM	Monsieur Melcher	Email
ITM		courrier