

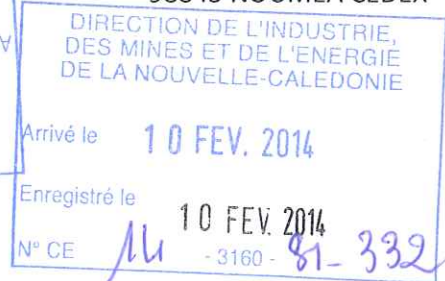
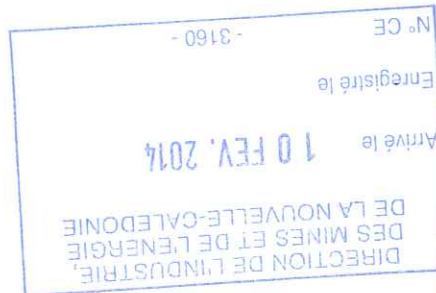
TDE01 - 0910



**DIMENC**

BP 465

98845 NOUMEA CEDEX



**N/Réf :** DE/2014-011

**Objet :** Porter à connaissances relatif au projet de réaménagement du stockage de soufre sur le site de Doniambo

Monsieur,

Veillez trouver ci-joint le porter à connaissances relatif au projet de réaménagement du stockage de soufre sur le site de Doniambo.

Nous restons à votre disposition pour toute information complémentaire.

Veillez agréer, Monsieur le chef de service, nos salutations distinguées.

**F. BART**

**Chef du Département Environnement**

## Rapport



# Porter à connaissances Projet de réaménagement du stockage de soufre

**SOCIETE LE NICKEL – SITE DE DONIAMBO**

Rédaction	Gisèle PREIRA – Néodyme NC 21/01/2014
	Audrey FRICK-LABUSSIÈRE – Néodyme NC 22/01/2014
Validation	Claire FENOUILLET – Néodyme NC 23/01/2014

### *Suivi des modifications*

Historique des révisions		
<i>Version</i>	<i>Date</i>	<i>Modifications</i>
a	24/01/2014	Création du document
b	29/01/2014	Intégration des commentaires de la SLN
c	3/02/2014	Intégration des commentaires de la SLN

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>CONTEXTE ET OBJET DU PORTER A CONNAISSANCE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>REGLEMENTATION APPLICABLE .....</b>	<b>8</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET .....</b>	<b>10</b>
3.1.	LES BESOINS EN SOUFRE DE LA SLN .....	10
3.2.	LOCALISATION DE LA ZONE DE STOCKAGE DE SOUFRE .....	10
3.3.	AMENAGEMENT ACTUEL DU STOCKAGE DE SOUFRE ET FONCTIONNEMENT .....	11
3.3.1.	<i>Aménagement général .....</i>	<i>11</i>
3.3.2.	<i>Dalle de stockage et muret périphérique .....</i>	<i>12</i>
3.3.3.	<i>Alimentation du stockage du soufre .....</i>	<i>12</i>
3.3.4.	<i>Exploitation du stockage .....</i>	<i>12</i>
3.3.5.	<i>Gestion des eaux de la zone de stockage .....</i>	<i>13</i>
3.3.6.	<i>Moyens et prévention incendie existants .....</i>	<i>13</i>
3.4.	EVACUATION DU SOUFRE PUR A 97% ET DU SOUFRE USAGE ACTUELS EN VUE DU REAMENAGEMENT DE LA DALLE .....	13
3.5.	INSTALLATIONS PROJETEES POUR LE STOCKAGE DE SOUFRE .....	15
3.5.1.	<i>Implantation .....</i>	<i>15</i>
3.5.2.	<i>Dalles de stockage et de lavage .....</i>	<i>16</i>
3.5.3.	<i>Gestion des eaux et système de traitement .....</i>	<i>17</i>
3.5.4.	<i>Moyens de sécurité et d'incendie .....</i>	<i>19</i>
3.6.	FONCTIONNEMENT DE LA ZONE DE STOCKAGE .....	23
3.6.1.	<i>Accès et horaires de fonctionnement .....</i>	<i>23</i>
3.6.2.	<i>Alimentation /stockage et reprise du soufre .....</i>	<i>23</i>
<b>4.</b>	<b>PRESCRIPTIONS RELATIVES AU TRANSPORT DU SOUFRE .....</b>	<b>24</b>
4.1.	REGLEMENTATION RELATIVE AU TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES .....	24
4.1.1.	<i>Règlementation applicable .....</i>	<i>24</i>
4.1.2.	<i>Règlementation non applicable : l'ADR .....</i>	<i>25</i>
4.2.	PRESCRIPTIONS GENERALES SUR LES UNITES DE TRANSPORT ET LE MATERIEL A BORD .....	32
4.2.1.	<i>Documents requis .....</i>	<i>32</i>
4.2.2.	<i>Moyens d'extinctions incendie .....</i>	<i>32</i>
4.2.3.	<i>Protections individuelles et collectives .....</i>	<i>33</i>
4.2.4.	<i>Prescriptions diverses pour l'équipage du véhicule .....</i>	<i>33</i>
4.3.	SYNTHESE .....	33
<b>5.</b>	<b>ETUDE D'IMPACT SIMPLIFIEE.....</b>	<b>36</b>
5.1.	GESTION DES EAUX .....	36
5.1.1.	<i>Incidences liées au soufre .....</i>	<i>37</i>
5.1.2.	<i>Incidences liés aux hydrocarbures .....</i>	<i>37</i>
5.1.3.	<i>Mesures réductrices et/ou compensatoires.....</i>	<i>38</i>
5.2.	REJETS ATMOSPHERIQUES .....	39
5.2.1.	<i>Identification des sources de pollution de l'air .....</i>	<i>39</i>
5.2.2.	<i>Mesures réductrices et/ou compensatoires.....</i>	<i>40</i>
5.3.	GESTION DES DECHETS DE L'INSTALLATION .....	41
5.4.	CONSOMMATION DES RESSOURCES .....	43
5.5.	BRUIT .....	43
5.6.	INTEGRATION PAYSAGERE .....	44
5.7.	SALUBRITE PUBLIQUE .....	44
5.8.	SYNTHESE DE L'ETUDE D'IMPACT SIMPLIFIEE .....	45

<b>6.</b>	<b>ETUDE DE DANGERS .....</b>	<b>47</b>
6.1.	IDENTIFICATION DES DANGERS LIES A LA SOUDE CAUSTIQUE .....	47
6.2.	IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AU SOUFRE .....	48
6.2.1.	<i>Caractéristiques physico-chimiques.....</i>	48
6.2.2.	<i>Etat du soufre stocké .....</i>	49
6.2.3.	<i>Incendie et explosion .....</i>	49
6.2.4.	<i>Sensibilité à l'inflammation .....</i>	50
6.2.5.	<i>Stabilité et incompatibilités .....</i>	50
6.2.6.	<i>Toxicité du soufre et de ses produits de combustion .....</i>	51
6.3.	ACCIDENTOLOGIE .....	52
6.3.1.	<i>Analyse du retour d'expériences internes à la SLN .....</i>	52
6.3.2.	<i>Analyse du retour d'expériences externes : base de données BARPI.....</i>	53
6.4.	SYNTHESE DES DANGERS LIES A L'EXPLOITATION DU STOCKAGE ET PHENOMENES ASSOCIES .....	54
6.5.	ANALYSE DES RISQUES .....	56
6.5.1.	<i>Transport routier du soufre .....</i>	57
6.5.2.	<i>Le déchargement du soufre et sa manutention.....</i>	62
6.5.3.	<i>Le stockage de soufre .....</i>	66
6.5.4.	<i>Synthèse de l'analyse de risques.....</i>	69
6.6.	SYNTHESE DES MOYENS DE PREVENTION ET DE PROTECTION ENVISAGES.....	69
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>72</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du parc à soufre au sein de Doniambo (source : EGR/SLN) .....	10
Figure 2 : Localisation du stock de soufre vis-à-vis de la limite de propriété la plus proche.....	11
Figure 3 : Représentation du tas de soufre actuel.....	11
Figure 4: Trémie d'alimentation du convoyeur de soufre .....	12
Figure 5 : Plan d'implantation du projet de stockage de soufre vis-à-vis de l'atelier Bessemer .....	15
Figure 6 : Vue en 3 D du projet de stockage de soufre.....	16
Figure 7 : Coupe développée du système de neutralisation du pH des effluents .....	17
Figure 8 : Schéma de principe du bassin de neutralisation du pH des effluents .....	18
Figure 9 : Plan masse du projet de stockage de soufre .....	22
Figure 10 : Schéma des compartiments de stockage vis-à-vis des vents dominants .....	40
Figure 11 : spectre électromagnétique.....	51
Figure 12 : Statistiques sur l'accidentologie .....	53
Figure 13 : Schéma de la propagation du soufre liquide .....	58

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Rubriques ICPE applicables au projet.....	9
Tableau 2 : Voies d'évacuation et d'élimination du soufre non consommables étudiées .....	14
Tableau 3 : Prescriptions relatives au transport du soufre selon l'ADR .....	26
Tableau 4 : Prescriptions relatives au transport du soufre selon l'ADR .....	29
Tableau 5 : Appareils supplémentaires s'appliquant aux unités de transport .....	32
Tableau 6 : Obligations applicables selon l'ADR .....	35
Tableau 7 : Valeurs seuils de rejet dans les effluents traités.....	38
Tableau 8 : Tableau de synthèse du traitement des déchets .....	42
Tableau 9 : Synthèse des impacts potentiels et des mesures envisagées .....	46
Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques du soufre .....	48
Tableau 11 : Seuils de toxicité aigüe du dioxyde de soufre (source : INERIS– DRC-08-94398-12130A) .....	51
Tableau 12 : Synthèse des dangers liée à l'exploitation du stockage et phénomènes associés.....	55
Tableau 13 : Critères d'évaluation de la probabilité des scénarios accidentels .....	56
Tableau 14 : Critère d'évaluation de la gravité des scénarios accidentels .....	57
Tableau 15 : Identification des mesures de prévention .....	59
Tableau 16 : Identifications des moyens de détection, de protection et d'intervention .....	60
Tableau 17 : Distances des effets thermiques .....	61
Tableau 18 : Distances des effets toxiques.....	61
Tableau 19 : Mesures de prévention .....	63
Tableau 20 : Moyens de détection, de protection et d'intervention .....	64
Tableau 21 : Mesures de prévention .....	67
Tableau 22 : Moyens de détection, de protection et d'intervention .....	67
Tableau 23 : Distances des effets toxiques.....	68
Tableau 24 : Tableau de synthèse de l'analyse de risques .....	69
Tableau 25 : Synthèse des moyens de prévention .....	70
Tableau 25 : Synthèse des moyens de détection, de protection et d'intervention.....	71

## ANNEXES

ANNEXE 1 : Accidentologie (BARPI)

ANNEXE 2 : Fiche de données de sécurité du soufre

ANNEXE 3 : Note de calcul du dimensionnement des ouvrages de traitement des effluents

ANNEXE 4 : Modélisation des effets thermiques et toxiques d'un feu de soufre consécutif au renversement d'un camion benne

ANNEXE 5 : Modélisation du scénario d'incendie du stockage de soufre

ANNEXE 6 : Synthèse du zonage ATEX du stockage de soufre

## REFERENCES

Délibération du congrès n°470 du 29 novembre 1982 relative au transport de matière dangereuse sur la voie publique, modifiée par la délibération n°210 du 13 août 1987.

ADR de la commission économique pour l'Europe, comité de transports intérieurs de 2010

INERIS, Rapport DRA-AJa-03-38146 « Rubrique 1523 : Soufre Fabrication industrielle, fusion et distillation, emploi et stockage » (septembre 2003)

NFPA 655 : Standard for Prevention of Sulfur Fires and Explosions

Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR)

Document de référence sur les meilleures techniques disponibles. « Emissions dues aux stockages des matières dangereuses ou en vrac » (Juillet 2006)

Porter à connaissances relatif au réaménagement d'un stockage de soufre R-NP-1207-1b daté du 31/08/2012

Etude de dangers de l'usine de Doniambo datant de décembre 2013

Zonage ATEX – Projet de réaménagement du stockage de soufre NdNC-R-BEH-1401-1a de janvier 2014

## 1. CONTEXTE ET OBJET DU PORTER A CONNAISSANCE

La Société Le Nickel (SLN) exploite sur le site de Doniambo une usine de traitement de minerai de nickel autorisée par l'arrêté provincial n°1187-2009/ARR/DIMEN du 12 novembre 2009.

Parmi les activités soumises à autorisation vis-à-vis de la nomenclature sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), figure un stockage de soufre solide visé par la rubrique 1523 C. La quantité maximale autorisée pour ce stockage est de 7 000 t, le seuil d'autorisation étant à 500 t.

A travers l'analyse des situations accidentelles réalisée dans l'étude de dangers du site (version du 21/04/2011 actualisée en décembre 2013), il apparaît que les distances d'effets associées à un incendie généralisé du stockage de soufre sont importantes du fait de la toxicité des fumées qui seraient émises. Le stockage de soufre constitue un des principaux potentiels de danger de la SLN.

C'est pourquoi, dans une démarche de réduction des risques à la source, la SLN projette de réduire la quantité maximale entreposée à un stock maximum de 500 tonnes de soufre.

Cette réduction est devenue possible car la SLN peut se faire livrer du soufre par voie terrestre depuis le site de VALE Nouvelle-Calédonie. La fréquence des livraisons pouvant ainsi être accrues, les quantités stockées peuvent être réduites.

Le nombre de livraisons peut donc être plus fréquent permettant ainsi de réduire les quantités stockées.

La SLN a réalisé des études de conception (phase Avant Projet Détaillé) pour le réaménagement du parc à soufre actuel en vue :

- ✔ de réduire la quantité de soufre stockée,
- ✔ d'améliorer la gestion globale des eaux de ruissellement du stockage qui fait défaut actuellement,
- ✔ de neutraliser les eaux de ruissellement potentiellement acides,
- ✔ de compléter le système de protection incendie,
- ✔ de pouvoir confiner les eaux d'extinction.

Un premier porté à connaissance relatif au projet de modification du parc à soufre avait été transmis à l'Administration en août 2012. Ce document proposait des éléments de conception permettant de répondre aux exigences de l'Administration. Ce document a ainsi été mis à jour pour intégrer les éléments de l'étude de conception conduite par la SLN.

Le planning prévisionnel de réalisation du projet est prévu comme tel :

- ✔ Etudes et Appel d'offres : janvier à juillet 2014,
- ✔ Travaux : juillet à novembre 2014,

La présente note consiste à :

- ✔ Porter ce projet à la connaissance de l'Administration,
- ✔ Analyser les risques associés et leur maîtrise au travers d'une étude de dangers simplifiée,
- ✔ Analyser les impacts environnementaux et leur maîtrise au travers d'une étude d'impacts simplifiée.



## 2. REGLEMENTATION APPLICABLE

Le stockage de soufre est visé par la rubrique n°1523-C-2 de la nomenclature des ICPE, définie dans le Titre I du Livre IV du Code de l'Environnement de la Province Sud. A cela s'ajoute dans le cadre du projet, un stockage de soude caustique visé par la rubrique n°1630-B. Le tableau en page suivante présente les modifications de classement ICPE du projet relatif au stockage de soufre de la SLN.

Le projet doit par ailleurs se conformer aux dispositions générales prévues dans l'arrêté provincial n°1187-2009/ARR/DIMEN du 12 novembre 2009 constituant l'autorisation d'exploiter du site.

En outre, la phase de transport du soufre entre le site de VALE NOUVELLE-CALEDONIE et le site SLN est soumise aux exigences de la délibération du congrès n°470 du 29 novembre 1982. Une analyse spécifique des prescriptions et recommandations applicables à ce type de transport de matière dangereuse sera présentée dans la suite de l'étude.

Rubriques ICPE			Situation actuelle		Situation à l'issue du projet	
N° de rubrique	Intitulé	Valeurs seuils	Quantité maximale	Classement	Quantité maximale	Classement
1523 C-2	<p><b>Soufre</b> et mélanges à teneur en soufre supérieure à 70 %(fabrication industrielle, fusion et distillation, emploi et stockage du - ).</p> <p>C - Emploi et stockage.</p>	<p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>1 - soufre solide pulvérulent dont l'énergie minimale d'inflammation est inférieure ou égale à 100 mJ :</p> <p>a) supérieure à 2 500 kg :</p> <p>b) supérieure à 500 kg, mais inférieure ou égale à 2500 kg</p> <p>2 - <b>soufre solide autre que celui cité en C1</b> et soufre sous forme liquide :</p> <p>a) supérieure à 500 tonnes :</p> <p>b) supérieure à 50 tonnes, mais inférieure ou égale à 500 tonnes</p>	7 000 t	<b>Autorisation</b>	500 t	<b>Déclaration</b>
1630-B	<p><b>Soude ou potasse caustique</b> (fabrication, emploi ou stockage de lessives de -)</p> <p>B – Emploi ou stockage</p>	<p>Le liquide renfermant plus de 20% en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium</p> <p>La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p>a) supérieure à 250 tonnes</p> <p>b) supérieure à 100 tonnes, mais inférieure ou égale à 250 tonnes</p>	NA	NA	1 cubitainer d'1 m <sup>3</sup> à 30% Soit 1330 kg environ	<b>Non classé</b>

**Tableau 1 : Rubriques ICPE applicables au projet**

### 3. DESCRIPTION DU PROJET

#### 3.1. Les besoins en soufre de la SLN

La SLN utilise le soufre pour la fabrication de matras de nickel. Cette matras est produite par addition de soufre et élimination du fer par soufflage d'air, au niveau de l'atelier Bessemer.

Le soufre est acheminé à l'atelier Bessemer, depuis la dalle de stockage actuelle, par le biais d'un convoyeur à bande. Une pelle mécanique charge le soufre sur la dalle puis l'introduit dans une trémie, localisée sous un abri, au pied du convoyeur.

La consommation quotidienne de soufre est de l'ordre de 20 t, soit une consommation hebdomadaire d'environ 150 t.

#### 3.2. Localisation de la zone de stockage de soufre

Le stockage de soufre intéressant le projet est situé au sud-ouest du site de Doniambo à proximité de l'atelier Bessemer et des quais de déchargement du minéral.

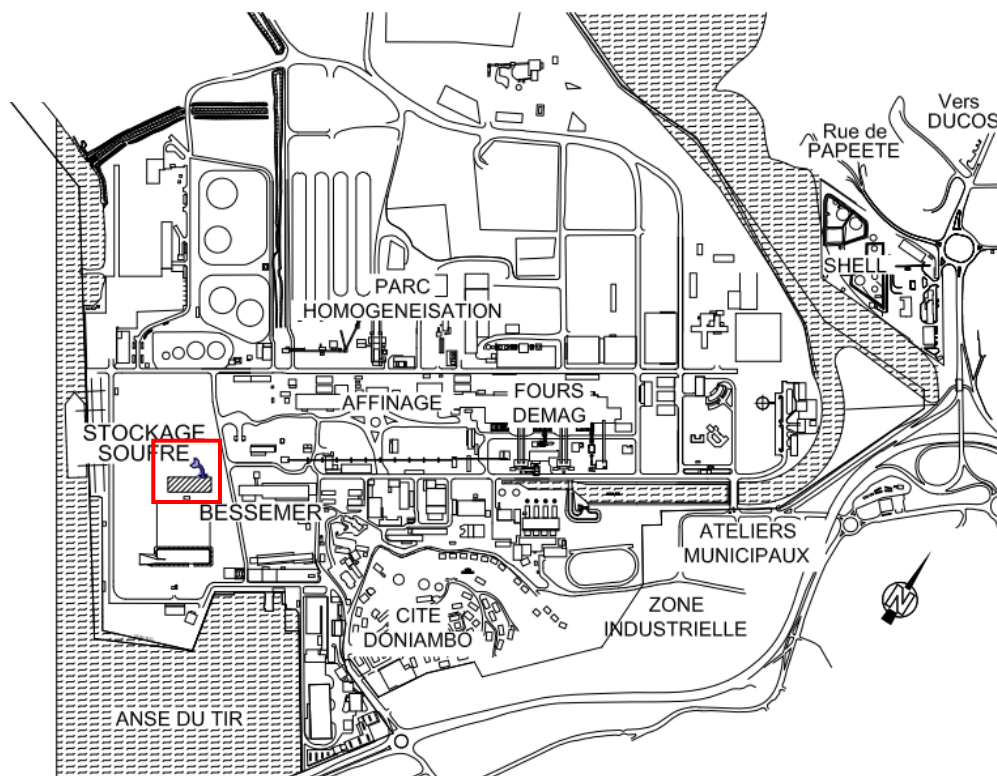
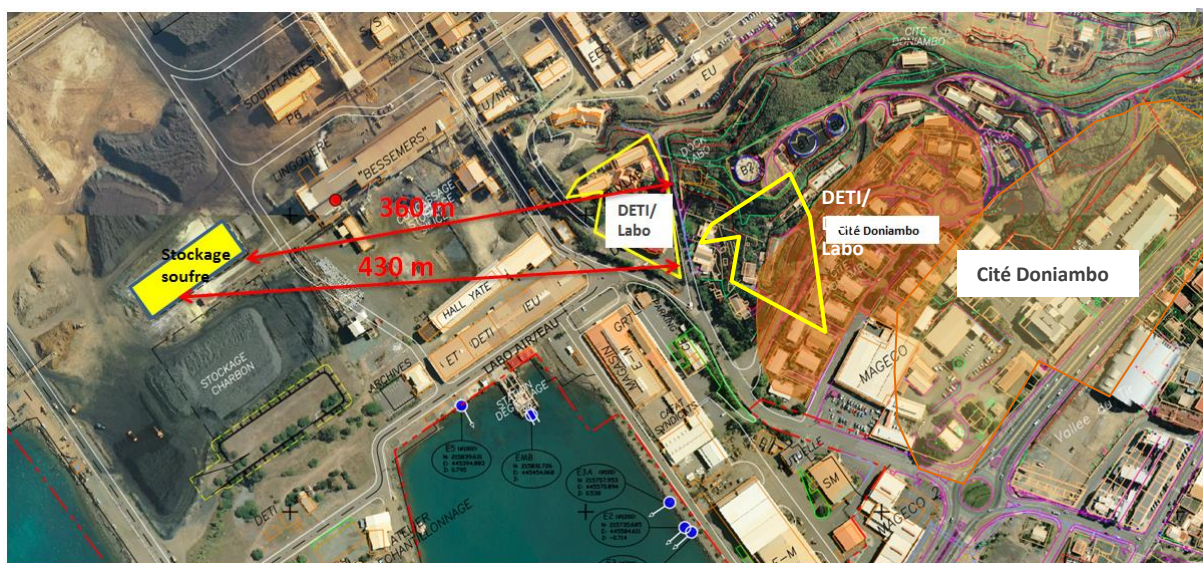


Figure 1 : Localisation du parc à soufre au sein de Doniambo (source : EGR/SLN)

La limite de propriété la plus proche du stock de soufre et des zones habitées, est située au niveau du grillage séparant la route desservant la cité habitée de Doniambo, des bâtiments accueillant les bureaux du département Etudes et Investigations (DETI) ainsi que les services du laboratoire d'analyse de la SLN.

La distance entre cette limite de propriété et le stockage de soufre actuel est de 360 mètres et est représentée dans la figure ci-dessous. La distance entre le limite de propriété et le futur stockage de soufre est d'environ 430 mètres.

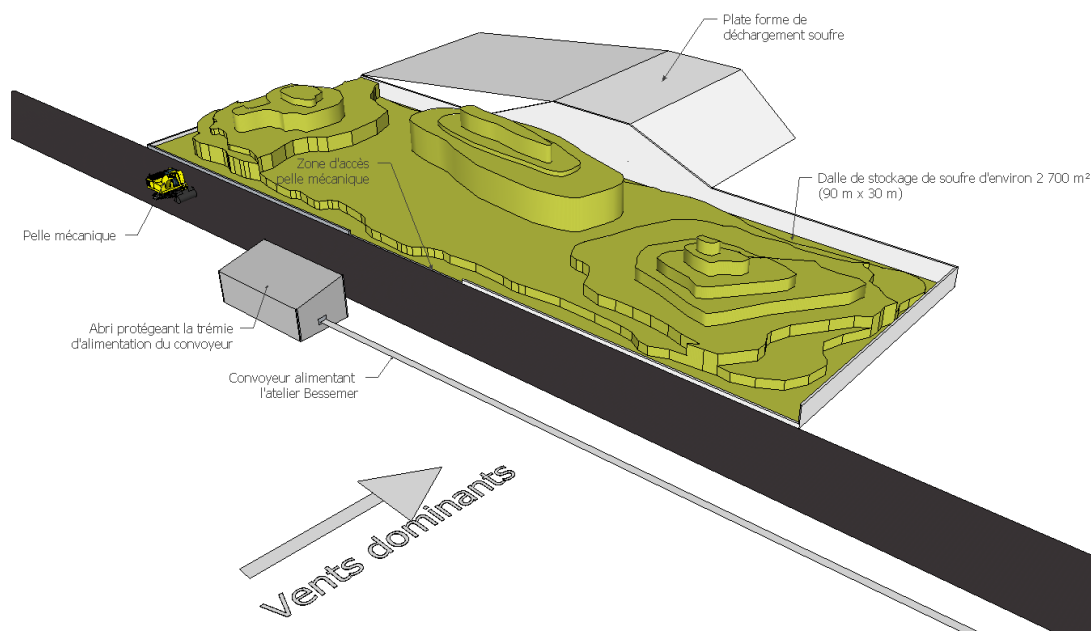


**Figure 2 : Localisation du stock de soufre vis-à-vis de la limite de propriété la plus proche**

### 3.3. Aménagement actuel du stockage de soufre et fonctionnement

#### 3.3.1. Aménagement général

Le croquis suivant présente la dalle de stockage de soufre telle que conçue actuellement.



**Figure 3 : Représentation du tas de soufre actuel**

### **3.3.2. Dalle de stockage et muret périphérique**

Le soufre consommé est stocké sur une dalle existante de 90 m x 28.5 m, soit 2565 m<sup>2</sup>, pouvant stocker en vrac jusqu'à 7000 tonnes de soufre granulé à l'air libre.

Un muret ceinture la dalle sur l'ensemble de son périmètre, hormis dans son angle Nord Est, et dans la zone d'accès de la pelle mécanique. La hauteur de ce muret est très variable et va de 0,4 m par rapport au sol environnant, à environ 4 m.

Une couche de 1 à 2 cm de soufre, compactée par les passages répétés de la chargeuse, est présente dans la zone de circulation principale.

Sur cette dalle deux stockages de soufre cohabitent aujourd'hui :

- ✎ Le soufre de « consommation » : utilisé à l'atelier Bessemer,
- ✎ Le soufre « pur à 97 % » : fraction de soufre d'une granulométrie inférieure à 5 mm issus d'un tri de soufre usagé. Environ 1800 m<sup>3</sup> ou 2250 tonnes de ce soufre sont stockés.

De même, un troisième stockage est réalisé à proximité de la dalle, au droit de la zone trémie. Il s'agit d'environ 500 tonnes de soufre dit « usagé » correspondant au refus du tri (granulométrie supérieure à 5 mm) des déchets de soufre.

Ce soufre dit « usagé » mentionnés ci-avant correspond :

- ✎ Aux résidus de soufre solidifiés issus des vidanges annuelles des fonds de cuve et décanteurs de l'atelier Bessemer ;
- ✎ Au soufre tombé en dehors de la dalle de stockage, au soufre compacté sur les zones de circulation de la dalle qui sont mélangés avec des impuretés (ex : graviers, particules de charbon, etc.).

### **3.3.3. Alimentation du stockage du soufre**

Jusqu'à fin 2012, le stock de soufre était alimenté environ 1 fois par an pour une quantité de 7000 tonnes de soufre depuis un bateau cargo accostant à la SLN. Des camions bennes assuraient alors des rotations entre le bateau et le stock. Ils déchargeaient le soufre par basculement de leur benne depuis une plateforme située au Nord de la dalle de stockage. Une pelle mécanique se chargeait alors de mettre en forme le tas de soufre. Depuis 2013, le soufre est approvisionné par des camions bennes en provenance du Vale dans le sud, tel que décrit au § 3.6 – Fonctionnement de la zone de stockage.

### **3.3.4. Exploitation du stockage**

Un opérateur utilise une pelle mécanique pour charger le soufre au niveau de la dalle de stockage, puis le décharger dans la trémie d'alimentation du convoyeur. Celle-ci est située sous un abri, à une dizaine de mètres de la dalle de stockage.



**Figure 4: Trémie d'alimentation du convoyeur de soufre**



### 3.3.5. Gestion des eaux de la zone de stockage

Un caniveau de collecte des eaux pluviales longe la dalle existante sur son côté Sud. Il est relié à un puisard de décantation.

Cependant on constate que les eaux de pluie ne peuvent pas s'évacuer et stagnent en permanence sur la dalle de stockage. Le puisard est visiblement trop petit et n'a pas d'exutoire. Les eaux de la dalle débordent des caniveaux et sont mélangées aux eaux de ruissellement extérieures, sans traitement possible. Aucun traitement spécifique n'est pratiqué sur ces eaux de ruissellement afin d'abaisser le niveau du pH très acide.

### 3.3.6. Moyens et prévention incendie existants

En termes de détection incendie, le stockage actuel est protégé par des caméras thermiques positionnées sur des mas et quadrillant toute la dalle. Toute détection déclenche une alarme visuelle et sonore en local, et au niveau de la salle de contrôle de l'atelier Bessemer.

En termes de protection incendie :

- ✓ 3 poteaux sont répartis à proximité de la dalle,
- ✓ 1 Robinet Incendie Armé et 1 extincteur se trouvent sous l'abri de la trémie d'alimentation du convoyeur.

Il n'y a pas de dispositif de confinement des eaux d'extinction incendie.

Le réseau RIA en place n'est pas dédié au stockage de soufre, et permet donc pas d'intervenir dans un délai satisfaisant.

## 3.4. Evacuation du soufre pur à 97% et du soufre usagé actuels en vue du réaménagement de la dalle

Dans le cadre de la réalisation du projet, il est prévu que les stocks historiques du soufre non consommables, actuellement présents sur le parc, soient évacués et dirigés vers des filières de traitement adaptées.

Plusieurs options d'évacuation du soufre pur à 97% et le soufre « usagé », sont prospectées par la SLN.

Option		Résultats
A	<b>Recyclage du soufre pur à 97% dans le procédé de fabrication de matte de l'atelier Bessemer</b>	Une dilution du soufre à 97% à hauteur de 10% dans le soufre de consommation est envisageable pour un recyclage en interne dans le procédé de l'atelier Bessemer. Toutefois cette solution reste temporaire et n'est pas la plus adaptée car peut présenter des difficultés techniques au niveau du procédé et des équipements.

Option		Résultats
<b>B</b>	<b>Evacuation du soufre pur à 97% et « usagé » vers un site de traitement agréé en Nouvelle-Zélande</b>	<p>Cette option est d'ores et déjà lancée afin d'obtenir une phase test avant l'approbation définitive de cette solution. Cette opération fait déjà l'objet d'un mode opératoire écrit.</p> <p>Chaque catégorie de soufre est conditionnés en vrac dans des containers de 20 pieds revêtue à l'intérieur d'un liner. Le chargement sera d'environ 22 à 23 tonnes environ par container.</p> <p>Ces containers seront ensuite pris en charge par un transporteur agréé puis acheminés vers le port autonome où ils seront pesés et entreposés avant exportation vers la Nouvelle-Zélande.</p> <p>Le soufre à 97 % pourra être valorisé pour la fabrication d'engrais par exemple.</p> <p>Le soufre « usagé » sera à nouveau criblé. Les impuretés seront enfouis dans un ISD de classe I et la partie dite « propre » sera valoriser en engrais par exemple.</p> <p>La SLN peut réaliser un envoi de 100 à 150 tonnes par mois selon ces modalités.</p>
<b>C</b>	<b>Reprise du soufre pur à 97% par d'autres industriels comme matière première</b>	<p>L'envoi du soufre à 97% à des industriels locaux ou internationaux est en cours d'étude. Ce soufre serait alors utilisé dans leur process industriel en tant que matière première.</p>

**Tableau 2 : Voies d'évacuation et d'élimination du soufre non consommables étudiées**

L'exportation des déchets hors de la Nouvelle-Calédonie est soumise aux dispositions des conventions internationales relatives aux mouvements transfrontaliers des déchets, notamment à la Convention de Bâle publiée par la France par décret n° 92-883 du 27 août 1992 (JORF du 2 septembre 1992). Ces dispositions seront respectées.

Il est prévu que l'évacuation du soufre usagé et dit « pur à 97% » démarre en 2014 pour se terminer dans le courant de l'année 2015.

### 3.5. Installations projetées pour le stockage de soufre

#### 3.5.1. Identification des enjeux et points d'amélioration

S'il est évident que la réduction de la quantité de soufre stockée s'accompagnera d'une diminution des potentiels de danger du site, différents items transversaux ont néanmoins guidé les choix qui faits au cours du projet, et permis de palier aux difficultés d'exploitation actuelles. Il s'agit de :

- ✓ La gestion des eaux pluviales : l'évolution du stockage ne doit pas représenter de risque de pollution des eaux de ruissellement et du sol. Ainsi, un système de traitement de l'eau a été conçu pour limiter ces risques. De plus, bien que le soufre soit peu soluble dans l'eau, le contact prolongé des 2 produits génère la formation d'acide sulfurique. Les eaux de ruissellement collectées sur la dalle entraînent donc, au fil du temps :
  - La dissolution du béton ;
  - La formation de composés sulfatiques (ex : gypse) qui, en cristallisant, fissurent la dalle ;
  - La corrosion du ferrailage des bétons, et donc la diminution de leur résistance mécanique.
- ✓ La gestion du risque incendie : la modification de la configuration du stockage doit s'accompagner d'une redéfinition des procédures et moyens d'intervention en cas d'incendie afin d'en limiter la propagation. La prise en charge des eaux d'extinction a également été envisagée.
- ✓ La gestion de la dissémination des poussières de soufre liée à sa manutention.

#### 3.5.2. Implantation

La zone de stockage sera localisée au même emplacement que le stockage actuel (cf. figure 1).

La zone à réaménager se compose de :

- ✓ Une zone de stockage,
- ✓ Une zone de lavage,
- ✓ Un système de traitement des eaux.

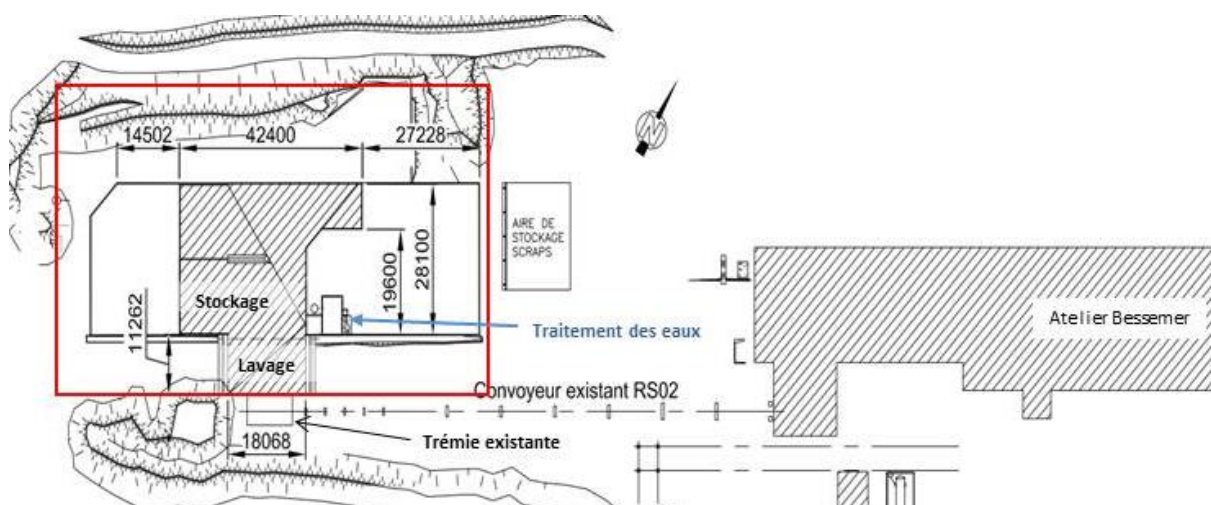


Figure 5 : Plan d'implantation du projet de stockage de soufre vis-à-vis de l'atelier Bessemer

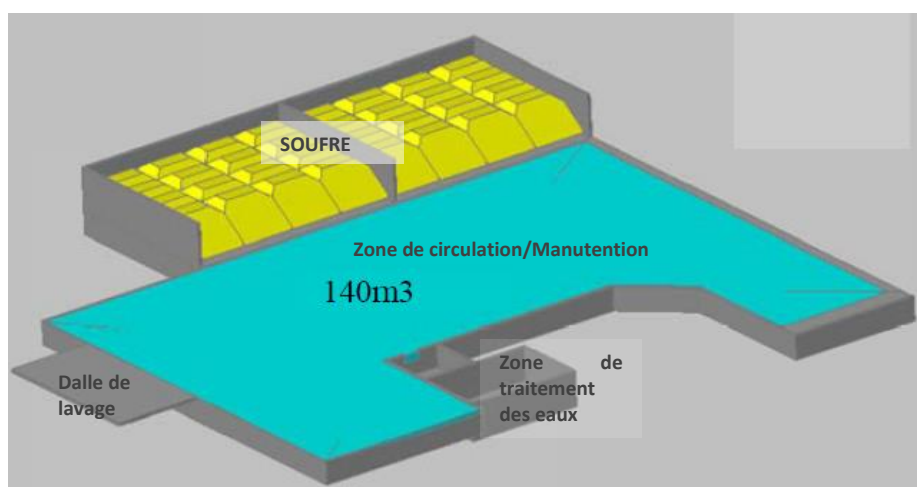


### 3.5.3. Dalles de stockage et de lavage

#### 3.5.3.1. Dalle de stockage

Les dalles projetées dans le cadre du réaménagement du stockage de soufre auront une surface globale de 1263 m<sup>2</sup> (avec la dalle de lavage). Elles seront revêtues d'enrobés bitumineux.

Le soufre sera stocké du côté ouest de la dalle dans deux compartiments séparés de 150 m<sup>2</sup> chacun (13,7 m x 11 m), pouvant contenir un maximum de 250 tonnes de soufre chacun. Ces compartiments sont ceinturés par un mur de 2,5 mètres de haut sur les faces sud, nord et ouest. Ils seront également isolés entre eux par un mur de même hauteur. Seule la face est restera ouverte permettant l'accès aux engins. Les murs des compartiments seront en béton avec superplastifiant et revêtu d'un enrobage bitumineux.



**Figure 6 : Vue en 3 D du projet de stockage de soufre**

La dalle projetée pour les installations forme une cuvette qui sera isolée de l'extérieur par un muret de 60 cm en son point le plus haut. Seule une entrée sera laissée libre pour permettre l'entrée des engins et camions sur la zone de manutention du soufre.

**Note :** Durant la phase de travaux, si le stockage du soufre pur à 97% n'a pas été totalement évacué avant les travaux, il sera déporté sur la partie ouest de la dalle future au droit des compartiments et ce jusqu'à sa complète évacuation. A terme cette zone sera inutilisée.

Le soufre dit « usagé » restera temporairement sur sa zone de stockage actuel, le temps de son évacuation.

#### 3.5.3.2. Aires de circulation

La dalle sera aménagée de telle sorte que les camions de transport et à la chargeuse puissent manœuvrer convenablement sur la zone de stockage de soufre. L'aire de stockage sera accessible depuis sa face sud par une voie d'accès déportée à la dalle. Cette voie d'accès autorise la circulation des engins de lutte contre l'incendie tout autour du stockage. Les niveaux de l'entrée de la dalle mettront la cuvette hors des eaux de ruissellement extérieures. Une légère pente en scorie sera réalisée pour accéder à cette dalle.

### 3.5.3.3. *Dalle de lavage*

Une zone de lavage de 310 m<sup>2</sup> sera située au niveau de l'accès à l'aire de stockage. Elle permettra de procéder au lavage des roues des camions et de la chargeuse à la sortie de la dalle de stockage du soufre. Le nettoyage consistera à rincer abondamment les roues, le godet et la benne des camions et des chargeuses avec un nettoyeur haute pression.

La continuité de la dalle actuelle de la trémie sera réalisée avec celle de la zone de lavage.

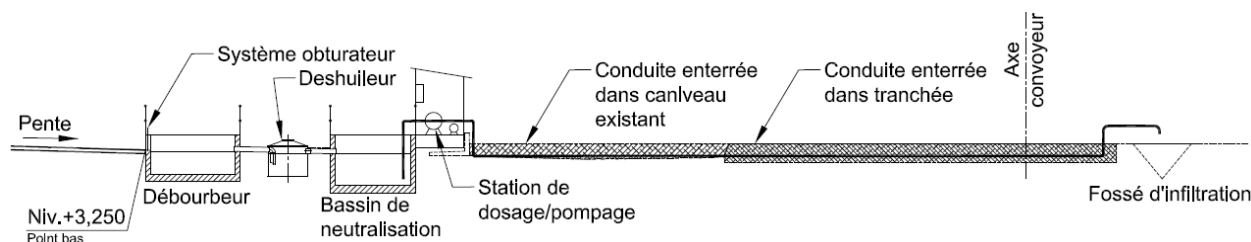
### 3.5.4. *Gestion des eaux et système de traitement*

Les eaux de ruissellement et les eaux de lavage seront dirigées vers un système de traitement des eaux par neutralisation du pH acide à la soude caustique.

Pour cela la dalle de stockage est réalisée de manière à créer un point bas où toutes les eaux y sont dirigées via un jeu de pentes de minimum 2-2,9 % pour la zone de stockage à 4 % pour la zone de lavage.

Le système de traitement est composé de trois éléments :

- ✎ Un débourbeur primaire,
- ✎ Un séparateur d'hydrocarbures,
- ✎ Un bassin de neutralisation,
- ✎ Un fossé d'infiltration.



**Figure 7 : Coupe développée du système de neutralisation du pH des effluents**

#### **Débourbeur :**

Les eaux de ruissellement et de lavage sont dirigées vers ce décanteur/débourbeur de 10 m<sup>3</sup> via les pentes des dalles.

Le déboureur assurera la sédimentation primaire des particules de soufre.

Le volume est calculé d'après la norme NF EN 858-2 en tenant compte de la capacité de traitement du séparateur d'hydrocarbures associé (cf. Annexe 3).

La capacité du déboureur est cependant largement surdimensionnée par rapport au volume nécessaire de 6 m<sup>3</sup>.

#### **Séparateur d'hydrocarbures :**

Un séparateur d'hydrocarbures avec by-pass, sera placé en sortie du déboureur. Il permettra de traiter les hydrocarbures contenus dans les eaux de lavage des engins et chargeuses.

Les eaux transitant dans le séparateur ne proviendront pas uniquement de la zone de lavage mais également de la zone de stockage du soufre, il est donc dimensionné pour recevoir la totalité de ces eaux soit 20 l/s.

Le dimensionnement est réalisé conformément à la norme NF EN 858-2, sur la base d'un débit de pointe décennale des eaux pluviales de 55 l/s (cf. Annexe 3) qui est supérieur au minimum imposé par l'arrêté ICPE de 45 l/h/m<sup>2</sup>.

### **Bassin de neutralisation :**

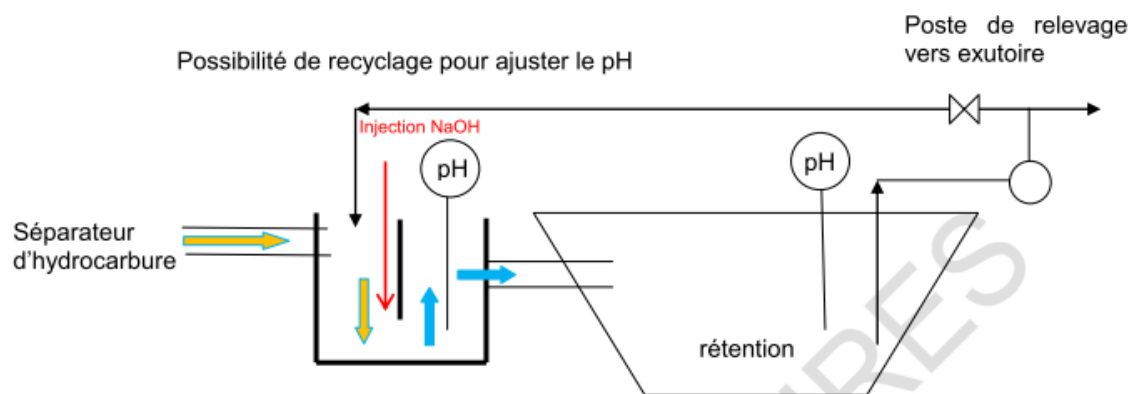
En sortie des ouvrages précédents, les eaux potentiellement acides seront neutralisées dans un bassin de rétention.

La neutralisation du pH est réalisée par ajout de soude caustique.

En effet, le contact entre de l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et la soude caustique donne de l'eau et du sulfate de sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Equation :  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ) selon une réaction rapide.

Il est ainsi prévu la réalisation d'un bassin de 50 m<sup>3</sup> composé de deux compartiments :

- ✓ un ouvrage spécifique (type cloison siphonée) à l'entrée du bassin créant une turbulence et assurant le mélange de l'eau à traiter et de la soude. L'objectif recherché est de neutraliser les eaux au fur et à mesure qu'elles arrivent dans le bassin de rétention,
- ✓ un bassin de rétention étanche.



**Figure 8 : Schéma de principe du bassin de neutralisation du pH des effluents**

Le bassin est dimensionné pour pouvoir traiter un pH de 3 et pour un temps de séjour de 15 min afin d'assurer une réaction complète (cf. annexe 3).

Le fonctionnement du système repose sur un mesurage automatique du pH réalisé par une sonde située dans la zone de neutralisation. Dès que le pH devient acide, une pompe doseuse de soude démarre automatiquement et injecte de la soude dans le bassin de rétention jusqu'à atteindre un pH neutre. La boucle de régulation de pH contrôle le démarrage et l'arrêt de la pompe doseuse.

Une pompe de relevage sera installée à l'autre bout du bassin afin de le vidanger en moins de 24 H. Pour cela la détection d'un niveau haut dans le bassin sera installée, elle sera combinée à un contrôle automatique du pH qui interdira la vidange si celui-ci n'est pas descendu à des seuils acceptables (5,5 < pH < 8,5).

Si le pH s'avère acide, la pompe de relevage procédera à une recirculation des eaux à traiter vers la zone d'injection de soude pour ajuster le pH à une valeur conforme au rejet.

Le système de dosage et les pompes seront protégés des intempéries par une toiture.

Durant l'exploitation, les quantités de soude nécessaires à la neutralisation sont faibles. En effet un à deux cubitainers d'1 m<sup>3</sup> de soude 30 %, posé sur une rétention dont la capacité est égale au volume du cubitainer, suffise pour un fonctionnement annuel en moyenne.

Le système de traitement de l'eau permettra d'assurer un rejet en Matières en Suspension (MES) conforme à l'arrêté ICPE de l'usine de Doniambo.

**Note :** Le principe de traitement énoncé ci-dessus est indicatif car issu d'une étude d'avant projet. Une étude détaillée déterminera le fonctionnement exact de l'installation.

#### **Fossé d'infiltration :**

Les eaux traitées seront ensuite rejetées dans un fossé d'infiltration qui sera réalisé dans le cadre du projet à l'arrière de la trémie et du convoyeur à soufre. Ce fossé s'inscrit dans le cadre du schéma d'assainissement global de l'usine de Doniambo.

Ce fossé collectera également les eaux de ruissellement des parties ouest et est de l'ensemble du parc en dehors de la zone de stockage.

### ***3.5.5. Moyens de sécurité et d'incendie***

Les principaux moyens de sécurité mis en œuvre sur le parc à soufres sont les suivants :

- ✔ Cuvette de rétention
- ✔ Détection incendie
- ✔ Lutte contre l'incendie

#### **3.5.5.1. Cuvette de rétention**

La zone de stockage de soufre forme une cuvette de rétention dimensionnée pour récupérer le soufre fondu et les eaux d'extinction dans les conditions suivantes:

- ✔ Fonte de 60% du soufre (150 tonnes) ;
- ✔ Déluge pendant 90 minutes ;
- ✔ RIA pendant 90 minutes ;
- ✔ Extinction à 60m<sup>3</sup>/h pendant 30 minutes.

Pour le dimensionnement du volume d'eau d'extinction à considérer pour le dimensionnement de la rétention, le document technique D9A préconise de retenir 2 h d'intervention. Cette hypothèse semble pertinente pour un bâtiment de stockage contenant une charge calorifique importante et nécessitant de refroidir de nombreuses surfaces pour contenir la propagation d'un incendie. Or, dans le cas d'un stockage extérieur comme c'est le cas ici, éloigné d'autres bâtiments et stockage, et largement ouvert, le refroidissement du stockage pendant 30 minutes semble plus réaliste. C'est d'ailleurs une durée d'extinction de 20 minutes qui est retenue en général par les industriels pour le dimensionnement des moyens fixes d'extinction d'un incendie de liquide inflammable dans une rétention.

La capacité de la cuvette de rétention est ainsi de 136 m<sup>3</sup>, assurée par les pentes du dallage.

Le point bas servant d'exutoire vers le système débourbeur/séparateur à hydrocarbures sera équipé d'un système de vanne guillotine manuelle, qui pourra être fermée en cas d'urgence.

#### 3.5.5.2. **Détection incendie**

Au moins 4 des 12 caméras ultra-violet existantes seront déplacées pour permettre une couverture totale du stock de soufre. Elles déclencheront une alarme locale sonore ainsi qu'une alarme visuelle en salle de contrôle. Ces caméras seront disposées au niveau des 2 tas de soufre.

De plus, une caméra classique installée sur le parc à soufre avec retour sur écran en salle de contrôle permettra d'observer d'éventuelles fumées blanches.

#### 3.5.5.1. **Moyens de lutte contre l'incendie**

Les moyens de lutte contre l'incendie sont actuellement de trois types :

- ✔ 3 poteaux hydrants de 60 m<sup>3</sup>/h sont répartis à proximité de la dalle,
- ✔ 1 Robinet Incendie Armé (RIA) d'un débit de 7 m<sup>3</sup>/h,
- ✔ 1 extincteur sous l'abri de la trémie d'alimentation du convoyeur

En plus de ces moyens, il est prévu des dispositifs supplémentaires suivants :

- ✔ Un Robinet Incendie Armé (RIA) en DN33 directement sur l'aire de stockage en façade nord d'un débit de 7 m<sup>3</sup>/h,
- ✔ Des rampes de sprinkler de type déluge sur les hauts des murs des compartiments de stockage.

Les RIA ainsi que les poteaux hydrants sont localisés sur la figure 8.

Les RIA constituent ainsi des moyens d'intervention rapides, qui permettent de pulvériser de l'eau en spray plutôt qu'en jet bâton, qu'il est déconseillé d'utiliser sur les feux de soufre.

L'installation de sprinklers permettra d'améliorer considérablement le délai de réponse en cas d'incendie, et donc de limiter la propagation d'une nappe de soufre enflammée. En effet, le rôle du sprinkler est de déceler un foyer d'incendie, de donner l'alarme et d'éteindre le feu à ses débuts ou au moins de le contenir le temps que les moyens d'extinction soient mis en place.

#### **Besoins en eau**

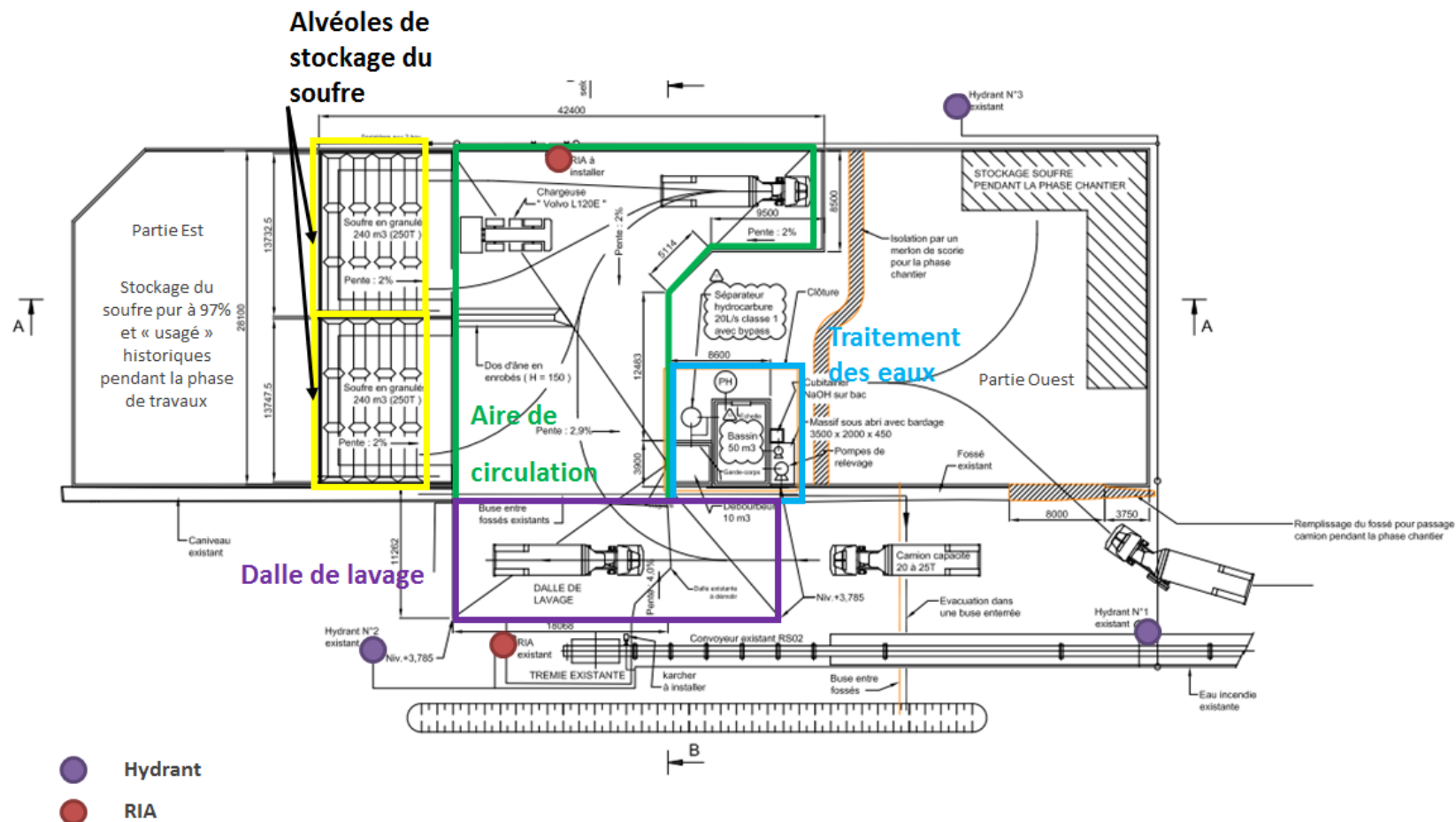
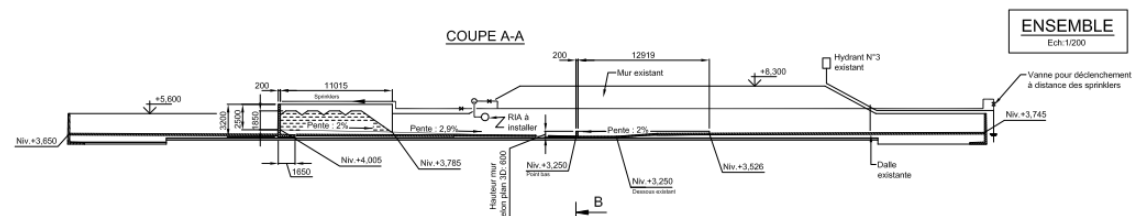
En l'absence de prescriptions techniques particulières, le guide technique APSAD D9 : « Défense extérieure contre l'incendie - Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau » pour le calcul du débit nécessaire à la lutte pour l'incendie sur la base des hypothèses suivantes :

CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE <sup>(1)</sup></b> - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12m - Au-delà de 12m	0 + 0,1 + 0,2 + 0,5	Activité	Stockage + 0,1	Stock de soufre considéré comme pouvant aller jusqu'à 4 m de haut
<b>TYPE DE CONSTRUCTION <sup>(2)</sup></b> - ossature stable au feu ≥ 1 heure - ossature stable au feu ≥ 30 minutes - ossature stable au feu < 30 minutes	- 0,1 0 + 0,1		- 0,1	Structure béton de la dalle
<b>TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES</b> - accueil 24H/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24H/24 7J/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24 H/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels. - service de sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24)	- 0,1 - 0,1 - 0,3 *		- 0,1	Accueil 24h/24 et dispositif de détection incendie automatique sur le stockage
<b>Σ coefficients</b>			- 0,1	
<b>1 + Σ coefficients</b>			+ 0,9	
<b>Surface de référence (S en m<sup>2</sup>)</b>			300 m <sup>2</sup>	
<b>Qi = 30 x <math>\frac{S}{500}</math> x (1 + Σ Coef) <sup>(3)</sup></b>			16,2	
<b>Catégorie de risque <sup>(4)</sup></b> Risque 1 : Q1 = Qi x 1 Risque 2 : Q2 = Qi x 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi x 2			Qj*2	Le soufre étant facilement inflammable, mais à propagation assez lente
<b>Risque sprinklé <sup>(5)</sup> : Q1, Q2 ou Q3 ÷ 2</b>			Non	
<b>DEBIT REQUIS <sup>(6) (7)</sup> (Q en m<sup>3</sup>/h)</b>			<b>32,4 soit 60 m<sup>3</sup>/h</b>	Arrondi au multiple de 60 le plus proche
<p><sup>(1)</sup> Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 m (cas des bâtiments de stockage).</p> <p><sup>(2)</sup> Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur.</p> <p><sup>(3)</sup> Qi : débit intermédiaire du calcul en m<sup>3</sup>/h.</p> <p><sup>(4)</sup> La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages (voir annexe 1).</p> <p><sup>(5)</sup> Un risque est considéré comme sprinklé si :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règles de l'art et des référentiels existants ;</li> <li>- installation entretenue et vérifiée régulièrement ;</li> <li>- installation en service en permanence.</li> </ul> <p><sup>(6)</sup> Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m<sup>3</sup>/h.</p> <p><sup>(7)</sup> La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (cf. § 5 alinéa 5) doit être distribuée par des hydrants situés à moins de 100 m des entrées de chacune des cellules du bâtiment et distants entre eux de 150 m maximum.</p> <p>* Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24.</p>				

La surface de 300 m<sup>2</sup> retenue pour le dimensionnement du débit d'eau incendie correspond à la surface en feu maximum estimée au vu de tous les moyens mis en place : rétention, sprinklers, RIA, poteaux incendie.

Les 3 poteaux hydrant existant ainsi que les 2 RIA prévus répartis autour de la zone de stockage fournissant chacun 60 m<sup>3</sup>/h sont ainsi suffisants pour assurer la lutte contre un incendie généralisé. A noter qu'un débit de 60 m<sup>3</sup>/h permet de couvrir une surface de 555 m<sup>2</sup>.

La figure suivant présente le plan masse l'ensemble des ouvrages projetés.



**Figure 9 : Plan masse du projet de stockage de soufre**



### 3.6. Fonctionnement de la zone de stockage

Les modalités spécifiques au transport du soufre depuis le site de VALE NOUVELLE-CALEDONIE jusqu'au site de stockage de Doniambo sont présentés dans le §4.

#### 3.6.1. Accès et horaires de fonctionnement

Le parc à soufre est desservi par les voies de circulation interne à la SLN. La voie de desserte principale correspond à la voie principale sud de Doniambo en direction de l'atelier Bessemer et des quais.

La dalle de stockage du soufre ne sera pas clôturée (à l'exception des équipements de traitement des effluents dont l'accès sera protégé). Une caméra sera installée sur le parc et permettra une surveillance à distance de zone depuis le poste de contrôle de l'atelier Bessemer.

L'accès aux camions de transport sera restreint. En effet, ils seront autorisés seulement du lundi au mercredi et de jour (de 6h à 19h) à raison de 2 rotations par jour.

#### 3.6.2. Alimentation /stockage et reprise du soufre

##### 3.6.2.1. Alimentation et stockage

Le stockage de soufre sera alimenté par environ 6 camions semi-remorque type MENCI SA743R par semaine, soit environ 120 tonnes de soufre livrés sur deux jours.

Pour procéder au stockage du soufre, plusieurs étapes seront suivies par le camion d'alimentation :

- ✔ Le camion arrive par la face sud de la zone de stockage et entre sur la zone de lavage en son point haut,
- ✔ Les roues sont alors systématiquement nettoyées pour éliminer les particules pouvant contaminées le stock de soufre,
- ✔ Le camion se positionne au fond du compartiment de stockage, en marche arrière, pour décharger son contenu,
- ✔ Une fois le déchargement terminé, le camion ressort par la zone de lavage pour nettoyer ses roues et sa benne et repart du site.

En l'absence de véhicules sur la zone, le soufre se trouvant étalé sur la surface de la dalle sera collecté régulièrement par balayage et redirigé vers les compartiments de stockage.

Le temps de séjour du soufre sur l'aire est environ de 7 jours avant d'être consommé.



#### 3.6.2.1. *Procédé de reprise et d'exploitation du soufre stocké*

L'approvisionnement de l'atelier Bessemer en soufre sera effectué environ 6 fois par jour (8 maximum) par la chargeuse type Volvo L120 qui effectuera des aller/retours pour alimenter la trémie en soufre. Elle fonctionnera 24H/24 et 7J/7.

La chargeuse nécessaire à la mise en dépôt du soufre et à l'alimentation de la trémie n'est pas dédiée uniquement à cette aire de travail, elle pourra être amenée à évoluer sur d'autres zones de travail de Doniambo.

Durant l'exploitation du parc, la chargeuse se soumettra aux mêmes contraintes de lavage en entrée et sortie que les camions de transport.

Pour alimenter la trémie, située sous un abri à une dizaine de mètre, la chargeuse prélèvera du soufre des compartiments de stockage et se dirigera vers celle-ci sans sortir des zones de circulation.

Il n'est prévu aucune modification du convoyeur d'alimentation de l'atelier, ni de sa trémie de chargement lors du réaménagement des installations.

#### 3.6.2.2. *Procédures opératoires et organisationnelles*

Les opérations d'alimentation, de stockage, de reprise du soufre, de lavage seront encadrées par des procédures spécifiques.

L'entretien de la dalle et des ouvrages (ex : système de traitement des eaux, balayage des surfaces, etc.) fera également l'objet d'une procédure indiquant notamment la fréquence des interventions.

## 4. PRESCRIPTIONS RELATIVES AU TRANSPORT DU SOUFRE

Le projet d'évolution du stock de soufre de la SLN est basé sur une livraison hebdomadaire de 6 camions de 20 à 25 tonnes de soufre. Le mode de transport envisagé est l'utilisation d'un camion benne. Le soufre pouvant a priori présenter des dangers en cas d'accident, les prescriptions réglementaires et bonnes pratiques associées à ce mode de transport sont examinées ci-après.

Les prescriptions complémentaires imposées par la SLN pour ces transports sont présentées dans l'étude de dangers.

### 4.1. Réglementation relative au transport de matières dangereuses

#### 4.1.1. *Réglementation applicable*

En premier lieu, c'est la réglementation calédonienne qui est directement applicable au transport de matière dangereuse. Seule une délibération a été publiée à ce sujet :

- **Délibération du congrès n°470 du 29 novembre 1982 relative au transport de matière dangereuse sur la voie publique**, modifiée par la délibération n°210 du 13 août 1987.

Les règles définies dans ce texte dépendent de la nature du produit transporté et de son mode de conditionnement. Ainsi, 6 classes de matières dangereuses sont visées :

- Classe I : gaz comprimés, liquéfiés ou dissous (butane, propane...)

- Classe II : liquides inflammables (carburants)
- Classe III : matières dégageant au contact de l'eau des gaz inflammables
- Classe IV : matières toxiques
- Classe V : matières corrosives (acides)
- Classe VI : matières radioactives

Le soufre est un solide sensible à l'inflammation, principalement sous sa forme pulvérulente (fleur de soufre). Néanmoins, seul son caractère irritant est assez important pour lui associer une phrase de risque (voir sa Fiche de Données de Sécurité en annexe 2).

Les propriétés du soufre stocké à la SLN ne correspondent à aucune des classes de danger définies dans la délibération n°470.

➔ **Le soufre en granulés qui est livré à la SLN depuis le site de VALE n'est pas considéré comme une matière dangereuse au sens de la réglementation calédonienne.** Aucune prescription spécifique ne s'applique donc au convoi.

#### **4.1.2. Réglementation non applicable : l'ADR**

##### **4.1.2.1. Introduction**

L'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR) a été fait à Genève le 30 septembre 1957 sous l'égide de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, est entré en vigueur le 29 janvier 1968.

**Il est applicable en France métropolitaine, mais pas en Nouvelle Calédonie. Il a été analysé dans le cadre de cette étude afin d'en tirer des bonnes pratiques transposables au transport de soufre devant alimenter le stockage de la SLN.**

L'ADR complété par l'arrêté « TMD » du 29 mai 2009, définit les marchandises dangereuses interdites au transport, ainsi que les conditions qui doivent être respectées pour traiter les marchandises dangereuses dont le transport est autorisé.

Les conditions imposées par l'ADR portent d'une part sur le classement, l'emballage et l'étiquetage des marchandises dangereuses, et d'autre part sur la construction, l'équipement et la circulation des véhicules transportant ces marchandises.

L'ADR permet également de bien distinguer les obligations des divers intervenants, et de grouper de manière systématique les prescriptions relevant de chacun de ces intervenants.

##### **4.1.2.2. Prescriptions relatives au soufre**

L'ADR prévoit des dispositions spécifiques à chaque produit, de façon nominative. Les informations reprises dans les tableaux suivants sont une synthèse des dispositions applicables au transport de soufre selon qu'il soit conditionné en vrac ou en colis.

Des commentaires sur certains points majeurs vis-à-vis de cette étude sont commentés à l'issue des tableaux.

Seules les informations concernant le transport en vrac seront examinées.

N°ONU	Nom et description	Classe	Code de classification	Groupe d'emballage	Etiquette	Dispositions spéciales	Quantités limitées	Quantités exceptées	Instructions d'emballage	Dispositions spéciales d'emballage	Dispositions pour l'emballage en commun	Instructions de transport
1350	Soufre	4.1	F3	III	4.1	242	5 kg	E1	P002 IBC08 I.P02 R001	B3	MP11	T1 BK1 BK2

Dispositions spéciales	Citernes ADR		Véhicule pour transport en citernes	Catégorie de transport	Dispositions spéciales de transport				Numéro d'identification du danger	N°ONU	Nom et description
	Code citerne	Dispositions spéciales			Colis	Vrac	Chargement, déchargement et manutention	Exploitation			
Tp33	SGAV		AT	3 (E)		VV1			40	1350	Soufre

**Tableau 3 : Prescriptions relatives au transport du soufre selon l'ADR**

N° ONU	Contient le numéro ONU de la matière spécifique au produit	<b>1350</b>
Nom et description (chapitre 3.1.2)	Le Nom a été affecté à ce produit et sera utilisé comme désignation officielle de transport	<b>Soufre</b>
Classe (chapitre 2.2)	Contient le numéro de la classe dont le titre correspond à la substance dangereuse	<b>4.1</b> ( <i>ce qui veut dire matières et objets facilement inflammables</i> )
Code de classification (chapitre 2.2)	Contient le code de classification de la matière	<b>F3</b> ( <i>matières solides inflammables sans risque subsidiaire inorganiques</i> )
Groupe d'emballage (chapitre 2.1.1.3)	Indique le ou les groupes d'emballage spécifique au produit.	<b>III</b> ( <i>correspond aux produits faiblement toxiques</i> )
Étiquettes (chapitre 5.2.2)	Indique le numéro de modèle d'étiquettes qui doivent être apposées sur les colis, conteneurs, conteneurs-citernes, citernes mobiles, CGEM et véhicules	<p>Pour chaque matière, les étiquettes indiquées ici 4.1 doivent être apposées, ces étiquettes peuvent être remplacées par des marques de dangers indélébiles. Dans le cas de Vrac de plus de 450 litres, les grands emballages doivent porter des étiquettes sur deux côtés opposés.</p> <p><i>Un grand emballage est conçu pour les manutentions mécaniques, a une masse nette supérieure à 400 kg (ou 450 l), mais dont le volume est inférieur à 3 m<sup>3</sup>.</i></p> <p><b>(1)</b></p>
Dispositions spéciales (chapitre 3.3)	Indique les codes numériques des dispositions spéciales qui doivent être respectées.	<p><b>242</b> : Le soufre n'est pas soumis aux prescriptions de l'ADR lorsqu'il est présenté sous une forme particulière. (exemple : perles, granulés, pastilles ou paillettes).</p> <p><b>(2)</b></p>
Quantités limitées (chapitre 3.4.6)	Contient la quantité maximale de matière par emballage intérieur pour transporter des marchandises dangereuses en tant que quantités limitées	N.A
Quantités exceptées (chapitre 3.5.1.2)	Contient un code alphanumérique qui signifie que les dispositions de l'ADR ne sont pas applicables sous certaines conditions	N.A
Instructions d'emballage (chapitre 4.1.4)	Contient les codes alphanumériques désignant les conditions d'emballage	N.A
Dispositions spéciales d'emballage (chapitre 4.1.4)	Contient les codes alphanumériques désignant les conditions d'emballage	N.A

Dispositions pour l'emballage en commun (chapitre 4.1.10)	Contient les codes alphanumériques désignant les conditions d'emballage en commun	N.A
Instructions de transport (chapitre 4.2.5.2 et chapitre 7.3.2)	Contient les codes alphanumériques désignant les instructions de transport et les conteneurs pour le vrac	<b>BK1</b> : le transport en conteneur pour vrac bâché est autorisé <b>BK2</b> : le transport en conteneur pour vrac fermé est autorisé <b>(3)</b>
Dispositions spéciales (chapitre 4.2.5.3)	Contient les codes alphanumériques désignant les instructions de transport et les conteneurs pour le vrac	L'instruction de transport en citernes mobiles attribuée à cette matière s'applique aux matières solides granuleuses ou pulvérulentes et aux matières solides qui sont chargées et déchargées à des T° supérieures à leur point de fusion, puis sont réfrigérées et transportées comme une masse solide.  La température de fusion du soufre solide varie entre 112.8 et 119.4 °C selon l'INERIS
Code citerne (chapitre 4.3)	Contient les codes alphanumériques correspond à un type de citerne donnant les prescriptions les moins sévères pour les citernes	N.A
Dispositions spéciales Citerne (chapitre 4.3.5 et chapitre 6.8.4)	Contient les codes alphanumériques correspond aux prescriptions spécifiques pour les citernes ADR	N.A
Véhicules pour transport en citernes (chapitre 9.1.1.2)	Contient le code indiquant le véhicule à utiliser pour le transfert de la matière	N.A
Catégorie de transport (chapitre 1.1.3.6)	Contient si le cas est avéré un chiffre indiquant la catégorie de transport à laquelle la matière est affectée.	Dans le cas d'emballages (groupe II), la quantité transportée est réglementée  N.A
Dispositions spéciales de transport colis (chapitre 7.2.4)	Contient les codes alphanumériques correspond aux prescriptions spécifiques pour le transport colis	Transport en colis N.A
Dispositions spéciales de transport Vrac (chapitre 7.3.3)	Contient les codes alphanumériques correspond aux prescriptions spécifiques pour le transport vrac	<b>VV1</b> Le transport en vrac dans des véhicules couverts ou bâchés, dans des conteneurs fermés ou dans des grands conteneurs bâchés est autorisé
Chargement, déchargement et manutention (chapitre 7.5.11)	Contient les codes alphanumériques correspond aux prescriptions spécifiques pour le chargement déchargement et manutention	N.A

Exploitation (chapitre 8.5)	Contient les codes alphanumériques correspond aux prescriptions spécifiques pour l'exploitation	N.A
Numéro d'identification du danger (chapitre 5.3.2.3)	Contient un numéro comportant deux ou trois chiffres pour les matières	<b>40</b> Ce chiffre donne le nom du risque ici 40 veut dire matière facilement inflammable <b>(4)</b>

**Tableau 4 : Prescriptions relatives au transport du soufre selon l'ADR**

### (1) ETIQUETAGE

Les étiquettes doivent avoir la forme d'un carré sur la pointe en losange et les dimensions minimales sont de 100 mm x 100 mm. Elles portent une ligne tracée à 5 mm à l'intérieur du bord. Dans la moitié supérieure de l'étiquette la ligne doit avoir la même couleur que le chiffre dans le coin inférieur. Les étiquettes doivent être appliquées sur un fond de couleur contrastante, ou être entouré d'une bordure en trait continu ou discontinu. La moitié supérieure doit contenir le risque identifiable et la partie inférieure doit contenir le chiffre 4. Les étiquettes peuvent contenir le texte expliquant le risque.



Exemple :

### (2) DISPOSITIONS SPECIFIQUES A CERTAINES CATEGORIES DE SOUFRE

**L'ADR exclut donc de son périmètre d'applicabilité le soufre non pulvérulent.** L'appréciation de cette caractéristique n'étant pas clairement tranchée, on peut se rapprocher de la définition proposée par l'INERIS dans le cadre du rapport d'analyse réalisé sur la rubrique ICPE 1523 (ref. [3]) :

« Il faut entendre par soufre solide pulvérulent le soufre réduit à l'état d'une poudre dans laquelle la fraction des particules de diamètre inférieur à 500 µm représente plus de 10 % en masse. »

En ce qui concerne le soufre qui sera livré par VALE à la SLN, aucune information relative à la granulométrie du produit n'est donnée à travers la fiche de donnée de sécurité. Néanmoins, dans la section 5 de cette même fiche, il est précisé que ce soufre est « **Non-conforme aux critères de classification de la classe 4.1 portant sur les solides inflammables du règlement de l'IMOT/TDG.** » (*Transport of Dangerous Goods*).

➔ **Au regard des éléments contenus dans la fiche de données de sécurité du soufre qui est livré à la SLN, la réglementation ADR ne lui serait pas applicable.**

### (3) DISPOSITIONS POUR CONTENEURS TRANSPORTANT DU VRAC

#### Définition :

*Conteneur pour vrac fermé* est un conteneur pour vrac entièrement fermé ayant un toit, des parois latérales, des parois d'extrémité et un plancher rigides.

*Conteneur pour vrac bâché* est un conteneur à toit ouvert avec fond et parois latérales et d'extrémité rigides et couverture non rigide.

#### 4.1.2.3. *Domaine d'application*

Les conteneurs doivent être conçus de manière à résister à la pression interne du contenu et aux contraintes subies lors du transport et de la manutention.

Lorsque les conteneurs sont équipés d'une vanne de dépotage, elle doit pouvoir être verrouillée en position fermée et la totalité du système de déchargement doit être adéquatement protégée contre l'endommagement. Les vannes munies de fermetures à manette doivent pouvoir être verrouillées contre toute ouverture involontaire et les positions ouverte ou fermée doivent être clairement indiquées

**Les conteneurs doivent répondre aux dispositions de la norme ISO 1496-4 :1991 et doit être étanche aux pulvérulents.** Lorsque le conteneur comporte une doublure, celle-ci doit être dans un matériau approprié. Si le conteneur est conçu à être vidé par basculement, il doit supporter la masse totale du chargement en mode basculé.



*Conteneur bâché (« Open top container »)*

**L'utilisation d'une benne solidaire d'un camion est également envisageable** sous réserve qu'elle soit bâchée lors du transport, et qu'elle présente des garanties de tenue et d'étanchéité au moins équivalentes à celles prescrites par la norme ISO 1496-4.



#### 4.1.2.4. *Contrôles et épreuves*

**Les conteneurs doivent être éprouvés et agréés conformément à la CSC (Container Safety Convention) et ils doivent également subir un contrôle périodique conformément à la CSC.** Dans le cas contraire, ces conteneurs peuvent être utilisés s'ils répondent aux fiches UIC 591 et 592-2 à 592-4 et lorsque des matières solides sont transportées dans des conteneurs non répondant pas à l'accrément CSC, l'indication ci-dessous doit figurer sur le document de transport :

« Conteneur pour vrac BKx agréé par l'autorité compétente de ... »

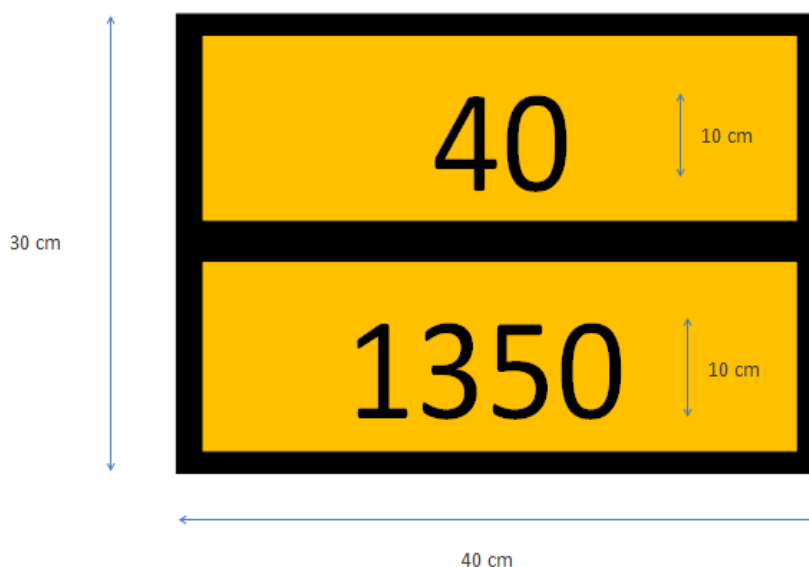
#### (4) IDENTIFICATION DU TRANSPORT

Tout transport de matière soumis à l'ADR doit être muni deux panneaux rectangulaires de couleur orange. Ils doivent être fixés, l'un à l'avant de l'unité de transport et l'autre à l'arrière, perpendiculairement à l'axe longitudinal du véhicule et ils doivent être bien visibles.

Ces panneaux doivent être munis du numéro d'identification du danger et du numéro ONU. Les panneaux orange doivent être rétroréfléchissants et avoir une base de 40 cm et une hauteur de 30 cm ; ils doivent porter un liseré noir de 15 mm. Le matériau utilisé doit être résistant aux intempéries et garantir une signalisation durable. Le panneau ne doit pas se détacher de sa fixation après une fixation après un incendie de 15 minutes. Il doit rester apposé quelque soit l'orientation du véhicule. Les panneaux orange peuvent présenter au milieu une ligne noire horizontale avec une largeur de trait de 15 mm.

Le numéro d'identification du danger et le numéro ONU doivent être constitués de chiffres noirs de 100 mm de haut et de 15 mm d'épaisseur. Le numéro de danger est en partie haute tandis que le numéro ONU est en partie basse. Ils doivent être séparés par une ligne noire de 15 mm d'épaisseur. Les numéros doivent être indélébiles et rester visibles en cas d'incendie d'une durée de 15 minutes.

Les dimensions peuvent avoir une tolérance de 10%.





## 4.2. Prescriptions générales sur les unités de transport et le matériel à bord

En aucun cas une unité de transport chargée de matière dangereuse ne doit comporter plus d'une remorque.

### 4.2.1. Documents requis

Selon l'ADR, les documents requis obligatoirement à bord de l'unité de transport sont :

- Les documents de transport ainsi que les consignes écrites en cas d'urgence ou d'accident, ces consignes sont disponibles dans la partie 5 de l'ADR. Ces consignes doivent être gardées à portée de main,
- un document d'identification comportant une photographie pour chaque membre de l'équipage.

### 4.2.2. Moyens d'extinctions incendie

Les dispositions suivantes peuvent s'appliquer au transport de matières dangereuses. Elles ne sont pas d'application obligatoire pour le soufre pulvérulent, mais sont simplement recommandées.

Les unités peuvent être munies d'au moins un extincteur incendie portatif adapté aux classes d'inflammabilité A, B et C et d'une capacité minimale de 2 kg de poudre (ou de capacité correspondante pour un autre agent extincteur acceptable), apte à combattre un incendie de moteur ou de la cabine de l'unité de transport.

Le tableau suivant présente les appareils supplémentaires pouvant s'appliquer aux unités de transport.

Masse maximale admissible	Supérieure à 7.5 tonnes	Comprise entre 7.5 tonnes et 3.5 tonnes	Inférieure à 3.5 tonnes
Moyens possibles à mettre en place	1 ou plusieurs extincteurs portatifs adaptés aux classes d'inflammabilité d'une capacité totale de 12 kg de poudre et au moins 1 extincteur d'une capacité minimale de 6 kg	1 ou plusieurs extincteurs portatifs adaptés aux classes d'inflammabilité d'une capacité totale de 8 kg de poudre et au moins 1 extincteur d'une capacité minimale de 6 kg	1 ou plusieurs extincteurs portatifs adaptés aux classes d'inflammabilité d'une capacité totale de 4 kg de poudre

**Tableau 5 : Appareils supplémentaires s'appliquant aux unités de transport**

Le premier extincteur prescrit peut être déduit de la capacité minimale des extincteurs du tableau. Ces extincteurs doivent être adaptés à l'utilisation à bord des véhicules et donc respecter la norme EN 3 (EN 3-7 : 2004). Ces extincteurs doivent être munis d'un plombage permettant de vérifier leurs utilisations et doivent comporter une marque de conformité ainsi qu'une inscription indiquant la date de la prochaine inspection périodique.

#### **4.2.3. Protections individuelles et collectives**

Il est recommandé pour le soufre pulvérulent, mais non obligatoire, d'avoir à bord des unités de transport :

- Une cale de roue par véhicule, de dimensions appropriées à la masse brute maximale admissible du véhicule et au diamètre des roues,
- deux signaux d'avertissement autoporteurs,
- du liquide de rinçage pour les yeux et pour chaque personne de l'équipage,
- un boudier fluorescent,
- un appareil d'éclairage portatif ne présentant en aucune façon, la possibilité de produire des étincelles,
- une paire de gants de protection et des lunettes de sécurité.

Dans le cadre de la maîtrise du risque, il est possible de dispenser aux chauffeurs une formation sur le risque lié au transport de soufre et les spécificités de ce produit.

#### **4.2.4. Prescriptions diverses pour l'équipage du véhicule**

En dehors des membres de l'équipage, il est interdit de transporter des voyageurs dans les unités de transport.

Les membres de l'équipage doivent connaître l'emploi des appareils d'extinction d'incendie.

Au cours des transports et de la manutention, il est interdit de fumer au voisinage du véhicule

Tout véhicule en stationnement doit avoir son frein de stationnement serré.

### **4.3. Synthèse**

Le soufre que la SLN se fait livrer par camion à raison de 6 camions par semaine, est un produit irritant, sensible à l'inflammation. Mais il n'est visé par aucune classe de danger définie dans la délibération du congrès n°470 du 29 novembre 1982 relative au transport de matière dangereuse sur la voie publique en Nouvelle Calédonie. Aussi, aucune disposition spécifique n'est réglementairement applicable quant aux spécificités techniques que doivent respecter les camions et chauffeurs transportant le produit.

Par ailleurs, d'après la fiche de donnée de sécurité du produit qui est livré (cf. section 5), ce soufre ne relèverait d'aucune obligation vis-à-vis du règlement européen encadrant le transport de matières dangereuses (règlement ADR). Cela est dû au caractère non pulvérulent de ce soufre qui se présente non pas sous la forme de poussières, mais sous la forme de granulés, beaucoup moins sensibles à l'inflammation.

**Au vu de ces éléments, la solution retenue par la SLN pour le transport du soufre est le transport en benne bâchée, ainsi autorisé sans aucune prescription réglementaire d'application obligatoire.**

Les obligations qui seraient applicables, aux yeux de l'ADR, au soufre pulvérulent ont néanmoins été mentionnées. Elles sont synthétisées dans le tableau suivant et seront considérées dans l'analyse de risques lorsqu'elles s'avéreront pertinentes.

Recommandations	Camion	Benne	Chauffeur	Organisationnelle
Utiliser un conteneur ouvert bâché ou une benne bâchée présentant des garanties d'étanchéité		X		
Dans le cas de conteneurs, réaliser les contrôles périodiques prévus par la Container Safety Convention (CSC)		X		
Prévoir de placarder sur le conteneur / la benne le symbole illustrant le danger lié au soufre (solide facilement inflammable) ainsi que son nom (soufre solide non pulvérulent)		X		
Disposer dans le camion d'au moins 1 extincteur incendie portatif adapté aux classes d'inflammabilité A, B et C et d'une capacité minimale de 2 kg de poudre apte à combattre un incendie de moteur ou de la cabine de l'unité de transport	X			
Disposer dans le camion de 1 ou plusieurs extincteurs portatifs adaptés aux classes d'inflammabilité du soufre d'une capacité totale de 12 kg de poudre et au moins 1 extincteur d'une capacité minimale de 6 kg	X			
Former les chauffeurs à la manipulation d'extincteurs, et les recycler régulièrement			X	
Mettre à disposition des chauffeurs, dans chaque camion : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une cale de roue par véhicule, de dimensions appropriées à la masse brute maximale admissible du véhicule et au diamètre des roues,</li> <li>- deux signaux d'avertissement autoporteurs,</li> <li>- du liquide de rinçage pour les yeux et pour chaque personne de l'équipage,</li> <li>- un boudrier fluorescent,</li> <li>- un appareil d'éclairage portatif ne présentant en aucune façon, la possibilité de produire des étincelles,</li> <li>- une paire de gants de protection et des lunettes de sécurité.</li> </ul>	X			
Concevoir une consigne de sécurité précisant la démarche à suivre en cas d'accident de la route (sous forme d'actions réflexes par exemple).				X
Concevoir les règles de sécurité relatives au transport précisant notamment : l'interdiction de fumer aux abords du camion, l'interdiction de transporter des voyageurs dans le camion.				X

Recommandations	Camion	Benne	Chauffeur	Organisationnelle
Former régulièrement les chauffeurs à l'application des consignes de sécurité.			X	
<i>Recommandation non issue de l'ADR :</i> Informer, avant le démarrage des livraisons de soufre, les services de sécurité civile (gendarmerie, pompiers) des spécificités du convoi : parcours, fréquence des livraisons, risques associés au produit,...				X
<i>Recommandation non issue de l'ADR :</i> Définir, en préalable au démarrage des livraisons, les moyens d'intervention qui seraient nécessaires en cas d'accident du convoi (pelle mécanique avec godet spécifique pour éviter l'inflammation du soufre, aspirateur,...). Contacter des sociétés sous-traitantes si nécessaire afin de convenir des modalités d'intervention.				X
<i>Recommandation non issue de l'ADR :</i> Prévoir un temps de latence minimum entre le chargement de la benne sur le site de VALE, et le départ du camion. Ceci afin que le chauffeur puisse s'assurer de l'absence de tout feu couvant qui aurait pu survenir lors de la manutention du produit.				X

**Tableau 6 : Obligations applicables selon l'ADR**

## 5. ETUDE D'IMPACT SIMPLIFIEE

L'objet de cette partie est d'étudier les différentes sources potentielles de pollution par rapport à la mise en activité du projet de réaménagement du parc à soufre de la SLN, et d'en caractériser les impacts sur l'environnement.

Les thèmes abordés dans cette étude sont les suivants :

- ✔ Gestion des eaux ;
- ✔ Transport du soufre solide ;
- ✔ Rejets atmosphériques ;
- ✔ Gestion des déchets ;
- ✔ Consommation des ressources ;
- ✔ Bruit ;
- ✔ Intégration paysagère ;
- ✔ Salubrité publique.

*Remarque : Les aspects faune et flore ne seront pas traités dans cette étude d'impact simplifiée. En effet, le projet consiste uniquement en un réaménagement des installations sur celles d'ores et déjà existantes. De plus, la zone d'étude ne présente pas d'enjeux notables concernant les aspects faune et flore.*

### 5.1. Gestion des eaux

Les effluents aqueux du parc à soufre qui pourraient être à l'origine de pollution des sols et des eaux sont similaires. En effet, en cas de pollution des eaux de ruissellement, le risque de pollution des sols est possible et inversement.

En l'absence de sanitaires, le seul type de pollution rencontrée sur le parc à soufre est une pollution dite « industrielle » sous forme de rejets aqueux.

Les effluents issus du projet du parc à soufre seront :

- ✔ Eaux pluviales sous forme d'eaux de ruissellement ;
- ✔ Eaux de lavage ;
- ✔ Eaux incendie.

Ces effluents sont susceptibles de contenir deux types de contaminants :

- ✔ Le soufre,
- ✔ Les hydrocarbures.

Les potentiels impacts associés au rejet de ces effluents sont présentés dans les paragraphes suivants.

#### **5.1.1. Incidences liées au soufre**

Le soufre est un insecticide et un fongicide utilisé en agriculture. Répandu dans l'environnement en quantités raisonnables, il est pris en charge par le cycle naturel du soufre. Dans le sol, le soufre est dégradé en quelques jours par des bactéries en sulfates, ce qui en fait un élément nutritif secondaire pour les plantes. Le soufre n'est donc pas considéré comme écotoxique en petite quantité.

Par contre, rejeté dans l'eau, milieu dans lequel il n'est pas soluble, le soufre ne se dégrade pas tant qu'il reste en suspension. Il entraîne une baisse du pH du milieu et donc une acidification de l'eau, préjudiciable à la faune aquatique.

Toutefois, le soufre n'est pas dangereux pour l'environnement, au sens de la réglementation européenne relative aux substances dangereuses.

Enfin, il n'y a pas de risque de bio-concentration ni de bio-accumulation du soufre.

Le risque donc est l'acidification du milieu par rejet d'eau soufrée.

##### **5.1.1.1. Pollution au niveau de l'aire de stockage**

Le stockage de soufre étant prévu à l'air libre, le scénario de pollution au niveau de l'aire de stockage est envisageable. Les eaux météoritiques seront ainsi en contact direct avec le soufre, produisant ainsi des eaux de ruissellement potentiellement chargées en particules pouvant se déverser dans l'environnement.

Les eaux de lavage issues du nettoyage des engins seront également susceptibles d'être chargées en particules de soufre.

Les eaux d'extinction en cas d'incendie sur le stockage du soufre seront également chargées en soufre.

Lors de la manutention du soufre sur la dalle de stockage, de petites quantités pourraient tomber en dehors de la dalle contaminant ainsi le sol et les eaux.

##### **5.1.1.2. Pollution à l'extérieur de l'aire de stockage et du site de Doniambo**

Une dissémination du soufre dans l'environnement (au sol et donc dans les eaux de ruissellement) sera également possible lors du transport du soufre en dehors du parc à soufre.

En effet, lors de la manutention et de la circulation sur la dalle de stockage, du soufre pourra se loger au niveau des roues des véhicules ainsi que sur le godet de la chargeuse.

#### **5.1.2. Incidences liées aux hydrocarbures**

La pollution par les hydrocarbures est essentiellement liée à la présence de ces contaminants dans les eaux de lavage issues du nettoyage des engins.

### 5.1.3. Mesures réductrices et/ou compensatoires

#### 5.1.3.1. Gestion des effluents

##### Collecte des eaux :

Comme présenté dans le chapitre 5.2, les eaux de ruissellement de la dalle de lavage ainsi que de la dalle de stockage sont entièrement collectées et dirigées vers le système de traitement à la soude caustique.

La configuration de la dalle et son accès légèrement surélevé vis-à-vis du sol naturel assure une mise hors eau du parc lors de fortes pluies empêchant l'entrée des eaux de ruissellement extérieures.

##### Rétention :

L'aire de stockage fait également office de rétention grâce à sa forme de cuvette (sans compter les murs de 2,5 m des compartiments de soufre).

La capacité totale de rétention sera donc de 140 m<sup>3</sup> pour une surface considérée de 1263 m<sup>2</sup>.

Ce volume de rétention est dimensionné de manière à contenir également les eaux d'extinction en cas d'incendie (cf. chapitre 8).

##### Étanchéité :

L'étanchéité des surfaces au sol est réalisée par un revêtement bitumineux de 7 à 8 cm d'épaisseur. Les murets seront également spécifiques, en béton C40/50, XS3 avec E/C=0,40 avec superplastifiant limitant et un enrobage des armatures d'au moins 50 mm. Ces dispositions limiteront la porosité du béton et protégera les fers. Un revêtement bitumineux viendra parfaire cette protection.

#### 5.1.3.2. Traitement des effluents

Le système de traitement des eaux par neutralisation du pH acide à la soude caustique permettra de répondre aux contraintes de pH préconisé de l'arrêté ICPE soit  $5,5 < \text{pH} < 8,5$ .

De même le déboureur primaire permettra de sédimenter les particules qui limitera la concentration des matières en suspension dans les eaux traitées à 35 mg/l comme préconisé dans l'arrêté ICPE.

Le séparateur d'hydrocarbures se chargera de traiter les eaux pour éliminer les hydrocarbures des effluents.

Les ouvrages ont été suffisamment dimensionnés pour traiter le débit de pointe décennale des eaux pluviales ainsi que les eaux de lavage (cf. annexe 3). De plus une marge a été considérée concernant le volume de rétention (50 m<sup>3</sup>) nécessaire à la neutralisation afin de contenir plus que le volume de premiers flots (32 m<sup>3</sup>). Le risque de débordement lié à l'arrivée massive d'eau est donc très limité.

Les effluents traités rejetés au niveau du fossé d'infiltration respecteront les valeurs seuils de rejet pour les paramètres suivants :

**Tableau 7 : Valeurs seuils de rejet dans les effluents traités**

Paramètres	Valeurs seuils
<b>pH</b>	5,5 < pH < 8,5
<b>MES</b>	35 mg/l
<b>Hydrocarbures totaux</b>	10 mg/l

#### 5.1.3.3. **Dispositifs contre la dissémination extérieure du soufre**

Les hauteurs des murs protégeant les compartiments de soufre sont suffisantes pour éviter tout déversement accidentel de soufre en dehors de la dalle lors de sa manutention ou de son stockage.

Notons que le soufre éventuellement retrouvé au pied de l'aire de stockage sera systématiquement ramassé.

La dissémination du soufre en dehors de l'aire de stockage est très largement limitée par le nettoyage systématique des roues des engins et du godet de la chargeuse.

#### 5.1.3.4. **Entretien/Procédures**

Les opérations de lavage des roues et godet feront l'objet de procédures indiquant notamment le temps de nettoyage et le mode opératoire.

Pour assurer une bonne efficacité du système de traitement des effluents, celui-ci fera l'objet d'un entretien régulier et d'inspections visuelles. Ces opérations seront consignées dans des procédures d'entretien et d'intervention.

Le débourbeur et le séparateur d'hydrocarbures seront curés et entretenus régulièrement et notamment après chaque forte pluie afin d'assurer l'efficacité des ouvrages et éviter de boucher l'installation.

Un balayage systématique du soufre répandu sur l'aire stockage après chaque opération de chargement sera effectué afin de limiter les particules entraînées par les eaux de ruissellement vers le système de traitement.

En sus du contrôle automatique du pH réalisé dans le bassin de rétention avant vidange, un contrôle manuel sera réalisé régulièrement par un opérateur. Cette mesure permettra de s'assurer du bon fonctionnement du détecteur de pH. L'opérateur pourra également contrôler les MES contenues dans les effluents à rejeter.

## 5.2. Rejets atmosphériques

### 5.2.1. **Identification des sources de pollution de l'air**

#### 5.2.1.1. **Circulation/transport**

Les engins (camions et chargeuse) sont les principales sources de pollution de l'air. En effet, lors de leur circulation sur la zone de stockage, des poussières de soufre peuvent être mises en suspension. L'envol de poussières de soufre peut également s'observer lors des opérations de chargement et de déchargement de la chargeuse et des camions sur la dalle.

Les camions emprunteront les routes goudronnées à l'intérieur du site de Doniambo ainsi que depuis le site de VALE NC, ce qui limite la production de poussières terrigènes.

Des particules de soufre pourront également s'envoler lors du transport des camions depuis le site de VALE NC.



### 5.2.1.3. *Stockage*

Le stockage de soufre étant stocké à l'air libre, il est soumis aux intempéries notamment au vent. Ainsi, une mise en suspension est possible, cependant limitée car le soufre est sous forme particulaire.

L'effet à long terme d'un envol régulier de particules de soufre dans l'environnement est essentiellement lié à la corrosion plus rapide des infrastructures situées sous le vent du stockage, c'est-à-dire les quais de chargement du minerai.

## 5.2.2. *Mesures réductrices et/ou compensatoires*

### 5.2.2.1. *Circulation/transport*

Le soufre transporté se trouve sous forme de particule ce qui limite son envol par rapport aux poussières.

Les camions étant bâchés, l'envol du soufre lors du transport n'est pas possible.

Les bennes de transport des camions seront régulièrement inspectées (minimum 1 fois par semaine) afin de s'assurer de l'intégrité de celle-ci et éviter les éventuelles pertes lors du transport.

Les interventions des camions sur l'aire de stockage sont ponctuelles (une à deux fois par jour) ce qui limite la quantité de poussière de soufre mise en suspension. De même que pour la chargeuse qui fera 6 chargements par jour de la trémie.

De plus, l'aire sera balayée régulièrement évitant également la dissémination du soufre au sol et donc une possible remise en suspension par les engins.

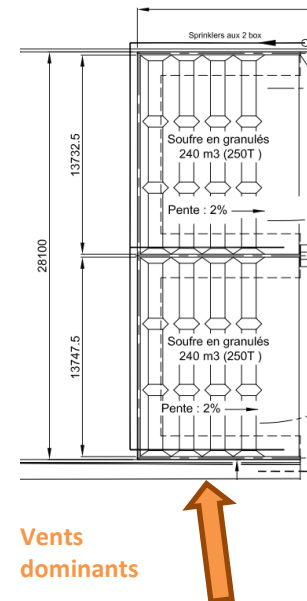
### 5.2.2.2. *Configuration du stockage*

Les compartiments de soufre ont été pensés de manière à éviter une mise en suspension du soufre par le vent. En effet, les stockages sont entourés au trois quart par des murs en béton sur une hauteur de 2,5 m. Le niveau des tas de soufre sera automatiquement inférieur à ces hauteurs car limité à la hauteur des tas que le camion peut générer.

Les murs sont orientés de manière à être protégés des vents dominants comme indiqué par le schéma ci-contre.

Ces mesures réduisent considérablement l'exposition des tas de soufre aux vents, ce qui réduit la mise en suspension de poussière de soufre.

**Figure 10 : Schéma des compartiments de stockage vis-à-vis des vents dominants**








Les activités induites par la zone de stockage du soufre ne présentent pas de sources de pollution atmosphérique significatives.

### 5.3. Gestion des déchets de l'installation

Nous considérons par déchets issus de l'exploitation : « Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

Il s'agit des déchets produits lors de l'exploitation du stockage de soufre. Bien que non produit au niveau de l'aire de stockage du soufre, il sera également présenté le mode d'évacuation prévu à terme pour le soufre solidifié en provenance du nettoyage des cuves de l'atelier Bessemer.

Les déchets produits dans le cadre de l'exploitation de l'aire de stockage et de la dalle de lavage sont :

-  Les boues d'hydrocarbures du séparateur d'hydrocarbures ;
-  Les boues du débourbeur de la dalle de soufre. Il s'agit du décanta des eaux de ruissellement provenant de la zone de stockage et de la dalle de lavage. Ces boues pourront contenir des particules de soufre, des hydrocarbures, des matières terrigènes, etc. Elles sont évaluées à moins de 100 kg par mois.
-  Les déchets du bassin de neutralisation : le procédé de neutralisation ne produisant pas de déchets, il n'y a pas en principe de décantas dans cette partie du bassin ;
-  Les déchets de soufre tombés hors de la dalle : bien que limité étant donné la hauteur des murs de protection des cellules de stockage, il est possible que du soufre tombe en dehors de la dalle. Ces déchets seront systématiquement ramassés ;
-  Les cubitainers vides de soude caustique : il s'agit de l'évacuation d'un cubitainer vide chaque année.

Lors de l'exploitation à terme de l'aire de stockage, le soufre « usagé » issu du nettoyage des fonds de cuves ne sera plus stocké sur le parc.

En effet, le soufre « usagé » qui est produit de façon sporadique (50-100 t/an en moyenne) lors de la vidange des cuves de l'atelier Bessemer où celui-ci se trouve à l'état liquide, sera directement évacué de son lieu de production vers le port autonome pour expédition. Pour se faire, les fonds de cuve seront versés dans un bac de refroidissement qui permet au soufre de revenir à l'état solide. Dès refroidissement complet, il sera récupéré, empoté directement dans les containers et évacué (cf. mode d'évacuation Chapitre 4).



Le tableau ci-dessous présente selon le décret n°2002-540 du 18 avril 2002 relatif à la classification des déchets, la synthèse relative à la zone de stockage du soufre :

Type de déchets	Code déchets	Quantité	Traitement <sup>1</sup>
Déchets issus du débourbeur et du bassin de neutralisation du système de traitement des eaux	19.08.13*	Quantité évaluée à 100 kg/mois, contenant : - des boues issues des roues des véhicules à hauteur de minimum 50% - du soufre à hauteur de maximum 50%	<b>Niveau 2</b> : Evacuation vers le parc à boue de Doniambo puis mélange avec du minerais pour incinération dans les fours de l'usine
Boues du séparateur d'hydrocarbures	13.05.02* 13.05.06* 13.05.07*		<b>Niveau 2</b> : Evacuation vers le parc à boue de Doniambo puis mélange avec du minerais pour incinération dans les fours de l'usine
Déchets de soufre ramassés en dehors de la dalle	05.07.02	Quantité inférieure à 1 tonne :	Lorsque la qualité du soufre le permettra, il sera recyclé dans la filière soufre de l'usine de Doniambo.  Lorsque la qualité du soufre récupéré ne permettra pas son recyclage, <b>Niveau 1</b> : stockage dans le bac de refroidissement du soufre fondu de l'atelier bessemer en attendant son évacuation et envoi vers la filière de traitement retenue par la SLN pour traiter le soufre souillé à terme (cf. Chapitre 4)
Cubitainers vides ayant contenu la soude caustique	15.01.10*	1 cubitainer /an	<b>Niveau 2</b> : Processus d'évacuation des déchets dangereux de la SLN et traitement via une entreprise agréée sur le territoire ou à l'extérieur

\* les déchets classés comme dangereux sont indiqués avec un astérisque

**Tableau 8 : Tableau de synthèse du traitement des déchets**

Il est important de préciser que les boues évacuées vers le parc à boues représentent des quantités minimales, évaluées à une centaine de kilos par mois diluées avec :

-  100 tonnes de boues d'hydrocarbures et 400 à 500 tonnes de minerai calciné au niveau du parc à boues
-  puis 250 000 tonnes de minerai au niveau du parc d'homogénéisation (base mensuelle) avant co-incinération du minerai.

<sup>1</sup> Les niveaux de traitements donnés par la circulaire du 28 décembre 1990 sont les suivants :

- Niveau 0 : réduction à la source de la quantité et de la toxicité des déchets produits. C'est le concept de technologie propre ;
- Niveau 1 : recyclage ou valorisation des sous-produits de fabrication ;
- Niveau 2 : traitement ou pré-traitement des déchets. Ceci inclut notamment les traitements physico-chimiques, la détoxification, l'évapo-incinération ou l'incinération ;

Le mélange des boues susceptibles de contenir du soufre avec les boues du parc à boues sera fait immédiatement après le curage du débourbeur. De plus, la conception du parc à boues sur géomembrane permettrait de contenir toute pollution éventuelle.

L'exportation des déchets hors de la Nouvelle-Calédonie est soumise aux dispositions des conventions internationales relatives aux mouvements transfrontaliers des déchets, notamment à la Convention de Bâle publiée par la France par décret n° 92-883 du 27 août 1992 (JORF du 2 septembre 1992). Ces dispositions seront respectées.

## 5.4. Consommation des ressources

Lors de l'exploitation du futur parc à soufre, la ressource principalement visée est l'eau.

Les consommations d'eau brute, lors de l'exploitation du parc à soufre projeté, seront essentiellement liées aux lavages des roues des véhicules en sortie de zone.

La consommation future a été estimée en fonction de la consommation actuelle d'eau nécessaire pour le nettoyage des roues et godet des engins réalisé avec une lance de RIA. A terme, ce nettoyage sera effectué avec un jet haute pression. Cette évaluation est donc majorante.

Le débit de lavage est estimé à environ 157 l/mn sous 7 bars pour un RIA DN 40 pour un lavage de 10 min d'un camion et de l'aire de lavage.

Le nombre maximum de lavages quotidiens est estimé à 10 sur la base de :

- 2 camions par jour sur 3 jours qui sont lavés en entrée et en sortie.
- 3 chargeuses par jour qui sont lavées en entrée et en sortie ;

Avec cette fréquence de nettoyage et un débit majorant de 157 l/mn d'eau, la consommation d'eau est évaluée pour le projet à 15,7 m<sup>3</sup>/jour maximum, ou 84,8 m<sup>3</sup>/semaine.

L'utilisation d'un nettoyeur haute pression pour le fonctionnement de la future zone de stockage permettra de réduire les consommations d'eau d'environ 80 %.

## 5.5. Bruit

L'emploi d'engins tels que les camions et la chargeuse est la seule source de nuisances sonores. Notons cependant que les engins seront utilisés en nombre restreint et pas de manière continue notamment pour les camions, ce qui réduit la durée d'apparition d'éventuelles nuisances.

Notons que l'aire de stockage du soufre se trouve dans le périmètre du site industriel de Doniambo où les nuisances sonores sont essentiellement générées par les équipements de l'usine de traitement du minerai de nickel. Le bruit généré par l'activité du site de stockage n'est pas susceptible d'augmenter considérablement le niveau de bruit émis par la SLN dans son ensemble. Depuis l'extérieur du site, les nuisances liées au parc seront noyées parmi celles générées par l'ensemble de Doniambo.

Le bruit généré par la zone de stockage de soufre participe donc de manière mineure aux nuisances sonores globales de la SLN.

## 5.6. Intégration paysagère

Notons que le parc à soufre se trouve à l'intérieur d'un site industriel, et que de ce fait celui-ci n'est que faiblement visible de l'extérieur de Doniambo (soit depuis la mer, de la côte proche et éventuellement depuis des points de vue en hauteur donnant sur le site).

Via le projet de réaménagement du parc à soufre, le stockage actuel sera remplacé par des cellules de stockage organisées. Le soufre ne dépassera pas les hauteurs des murs ce qui limite l'impact visuel.

Le parc sera maintenu en bon état de propreté.

L'impact visuel du parc à soufre est donc réduit.

## 5.7. Salubrité publique

L'exploitation de l'installation de stockage projetée telle que prévu et en considérant les mesures de prévention et de protection ne présente pas de risque particulier pour la salubrité publique.

Le risque potentiel est essentiellement présent pour les opérateurs à pied sur la zone de stockage, car sous forme de poussière le soufre peut provoquer des irritations des voies respiratoires. En cas de pH trop acide dans les eaux de ruissellement et dans le bassin de rétention, les opérateurs sont potentiellement exposés aux brûlures. Il en va de même lors de la manipulation du cubitainer de soude caustique.

Les opérateurs porteront les équipements de protection individuelle minimaux (gants, chaussure de sécurité, lunette de protection, casque et masque de protection nasale) qui seront adaptés aux risques selon les tâches à accomplir.

Toutes eaux stagnantes (ex : cuvette de rétention de la soude caustique) seront régulièrement évacuées afin d'éviter tous gîtes larvaires à moustiques.

## 5.8. Synthèse de l'étude d'impact simplifiée

Le tableau suivant présente une synthèse des différents impacts environnementaux du projet et les mesures de prévention prévues :

Composantes étudiées	Impact potentiel	Mesure de prévention	Commentaires
Faune et Flore	Non significatif	Non requis	Le nouveau projet est implanté sur une zone industrielle existante et ne modifiera pas l'impact sur la faune et la flore avoisinante. <i>Impact jugé non significatif</i>
Sols et eaux	Contamination des sols et des eaux par les rejets des eaux de ruissellement et de lavage chargées en soufre et hydrocarbures au niveau du parc à soufre	Dalle de stockage et de lavage étanche Forme de la dalle en cuvette Isolation de la dalle de stockage et de lavage des eaux de ruissellement extérieures Système de traitement des eaux soufrées par neutralisation à la soude caustique Sédimentation des particules de soufre dans le déboureur pour abaisser les MES Traitement des hydrocarbures par un séparateur d'hydrocarbures Balayage systématique du soufre sur les zones de circulation de l'aire de stockage	<i>L'impact est jugé modéré</i>
	Contamination des sols et des eaux par dissémination du soufre à l'extérieur du parc à soufre par les roues des engins lors de circulation hors de la dalle.	Lavage des roues des véhicules et du godet de la chargeuse en sortie de l'aire de stockage	<i>L'impact est considéré comme non significatif</i>

Composantes étudiées	Impact potentiel	Mesure de prévention	Commentaires
<b>Qualité de l'air</b>	<p>Rejet de poussières de soufre lors du transport</p> <p>Envol de poussières lors du stockage par le vent entraînant une éventuelle corrosion des infrastructures sous le vent</p>	<p>Benne des camions bâchée</p> <p>Inspection régulièrement de l'intégrité des bennes</p> <p>Remise en suspension limitée au niveau du stockage car circulation peu fréquente</p> <p>Protection du stockage par les murs des compartiments de 2,5 m de hauteur</p>	<p><i>L'impact est considéré comme non significatif</i></p>
<b>Consommation des ressources</b>	<p>Consommation d'eau brute pour le lavage</p>	<p>Utilisation d'un karcher diminuant de 80% la consommation actuelle de l'eau</p> <p>Procédure de lavage cadrant l'activité</p>	<p>L'évaluation de la consommation en eau est supérieure à ce qui sera réellement utilisé.</p> <p>Le lavage est une mesure indispensable pour éviter la dissémination du soufre via la circulation des véhicules</p> <p><i>L'impact est jugé modéré</i></p>
<b>Bruit</b>	<p>La circulation et la manutention du soufre peut générer des nuisances sonores</p>	<p>Circulation des camions de transport limité à deux allers/retour par jour pendant 3 jours</p> <p>Circulation modérée de la chargeuse sur le parc</p>	<p>Ce projet n'impactera pas le bruit déjà émis par l'ensemble de l'usine dans l'environnement</p> <p><i>L'impact est jugé non significatif</i></p>
<b>Intégration paysagère</b>	<p>Augmentation des nuisances visuelles du parc à soufre</p>	<p>Stockage organisé sur une dalle avec compartimentage</p> <p>Hauteur des tas de soufre en deçà des murs des compartiments</p>	<p>Le projet est peu visible de l'extérieur du site de Doniambo et s'insère dans une zone déjà industrialisée</p> <p><i>L'impact est jugé non significatif</i></p>

**Tableau 9 : Synthèse des impacts potentiels et des mesures envisagées**

## 6. ETUDE DE DANGERS

### 6.1. Identification des dangers liés à la soude caustique

L'hydroxyde de sodium, ou soude caustique est un liquide corrosif incolore et sans odeur.

➤ Incompatibilité, stabilité et réactivité

Ce produit est stable aux conditions atmosphériques.

Au contact de métaux tels que l'aluminium, le magnésium, l'étain, le zinc, il réagit et entraîne la formation d'hydrogène gazeux inflammable.

Son contact avec des acides et des composés organiques halogénés engendre des réactions violentes.

➤ Risque incendie/explosion

L'hydroxyde de sodium est non inflammable et non explosif.

➤ Toxicité

L'inhalation des vapeurs peut aller d'une légère irritation à des dégâts importants sur la partie supérieure des voies respiratoires, selon la gravité de l'exposition. Les symptômes peuvent inclure également des éternuements, des maux de gorge ou le nez qui coule, voire dans de rares cas aller jusqu'à la pneumonie grave.

L'ingestion de soude peut provoquer des brûlures graves de la bouche, de la gorge et de l'estomac. De sévères lésions des tissus et même la mort peuvent survenir. Les symptômes peuvent inclure des saignements, des vomissements, de la diarrhée, une chute de la pression artérielle. Les dommages peuvent apparaître quelques jours après l'exposition.

Le contact avec la peau peut provoquer une irritation ou des brûlures graves ainsi que des lésions avec des expositions plus importantes.

Le contact avec les yeux peut provoquer une irritation des yeux, et avec une plus grande exposition, peut provoquer des brûlures qui peuvent résulter en détérioration permanente de la vision, voire la cécité.

Ce produit peut être dangereux pour l'environnement aquatique et pollue fortement l'eau, du fait de l'augmentation de pH.

Le volume de soude caustique présent sur l'unité étant d' $1 \text{ m}^3$ , utilisé sur une année, les risques liés à ce produit sont très limités, et ne sont pas susceptibles d'atteindre des enjeux externes au site. Ainsi, aucune analyse de risque détaillée ne sera conduite pour la soude caustique. Les précautions d'usage liées à sa manutention et son stockage seront adoptées.



## 6.2. Identification des potentiels de dangers liés au soufre

Cette étape vise à identifier les dangers liés au soufre et à sa manutention afin :

- ✓ d'identifier les conditions dans lesquelles le soufre peut s'avérer dangereux ;
- ✓ d'établir un retour d'expérience basé sur une étude de l'accidentologie interne et externe à la SLN ;
- ✓ de qualifier les phénomènes dangereux devant être considérés en analyse de risques.

### 6.2.1. Caractéristiques physico-chimiques

Le soufre (n° d'identification CAS : 7704-34-9) est un élément non métallique de numéro atomique 16 et de masse atomique 32,064. Ce produit est inodore et insipide, toutefois une légère odeur de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), due à la présence d'impuretés, est parfois perceptible dans certaines formes commerciales.

Le soufre est insoluble dans l'eau, peu soluble dans la plupart des solvants organiques. Il est mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité. Les caractéristiques physico chimiques du soufre que la SLN ferait venir de VALE NC sont indiquées dans sa fiche de données de sécurité, consultable dans son intégralité en annexe 2. Les principaux éléments sont repris dans le tableau suivant :

Soufre	
pH (1% en solution aqueuse)	2-4
Température d'ébullition	444°C
Solubilité	Insoluble dans l'eau Soluble dans le sulfure de carbone
Densité ou Masse volumique	Sous forme de bloc : 1,92-2,07 g/cm <sup>3</sup> présentation commerciale en granule : 1,04 – 1,44 g/cm <sup>3</sup>
Pression de vapeur	0,11 mm Hg à 140°C
Densité des vapeurs	1,10 (Air = 1).
Point éclair	270°C
Température d'auto ignition	190°C (374 °F) (fines particules en suspension dans l'air)
Limites inférieures et supérieures d'inflammation	35 g/m <sup>3</sup> (soufre solide pulvérisé) et 1400 g/m <sup>3</sup> (soufre solide pulvérisé)
Point de fusion/congélation	112 - 119 °C (234 - 246 °F) selon la pureté et la forme moléculaire/cristallographique (change avec le temps)
Propriétés explosives	Sous forme pulvérisée, ce produit peut former avec l'air des mélanges explosifs
Pouvoir calorifique inférieur	10 MJ/kg (ref [3])

**Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques du soufre**

### 6.2.2. Etat du soufre stocké

Le soufre stocké et utilisé à la SLN est composé, d'après sa Fiche de Données de Sécurité, de trois formes de soufre :

- ✔ Sphériques, ou particules de forme généralement sphérique, notamment sous forme de granules, de perles ou de pastilles;
- ✔ Hémisphériques ;
- ✔ Bidimensionnelles, notamment sous forme de lamelles ou de paillettes.

Il s'agit de soufre solide, prenant l'aspect de granulés :



**Photo 1 : Appréciation de la granulométrie du soufre stocké**

Cette granulométrie a conduit à classer le soufre dans la rubrique ICPE n°1523-C-2 et non dans la rubrique 1523-C-1 dédiée au stockage de « *soufre solide pulvérulent dont l'énergie minimale d'inflammation est inférieure ou égale à 100 mJ* ».

D'après la définition du soufre pulvérulent, déjà été donnée au 4.1.2.2. :

- ➔ **On peut estimer que plus de 90% du soufre stocké et manipulé à la SLN a une granulométrie supérieure à 500 µm.**

### 6.2.3. Incendie et explosion

Le soufre est inflammable, et sa combustion dégage des produits toxiques comme le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et le trioxyde de soufre (SO<sub>3</sub>). Sous forme pulvérulente, l'inflammation d'un nuage de soufre en milieu confiné donne lieu à une explosion.

La dangerosité du soufre vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion est directement liée à sa pulvérulence. Celle-ci peut être appréciée par la granulométrie des particules : plus le soufre est composé de particules fines, plus il est apte à former des volumes explosibles. A l'inverse, plus il se trouve sous formes grossières, moins il est sensible à l'inflammation et mais il peut conduire à la formation de volumes explosibles.

Il a été vu ci-avant que le soufre stocké à la SLN comporte une minorité de particules pulvérulentes. Néanmoins, la manutention mécanique de grandes quantités peut conduire à la formation de volumes explosibles.

Dans le cadre d'une étude menée pour le ministère de l'Environnement<sup>2</sup>, l'INERIS a réalisé des essais de combustion du soufre à grande échelle qui ont conduit aux résultats suivants :

- ✓ *un feu de soufre solide s'étend rapidement, en l'absence de rétention, du fait de la fusion rapide du produit et se comporte comme un feu de nappe (le rapport entre les viscosités dynamiques du soufre liquide à 120 °C et de l'eau à 17 °C est de 11),*
- ✓ *les émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sont massives dans les fumées d'incendie,*
- ✓ *l'intensité thermique rayonnée reçue par une cible à 5 m d'un foyer de soufre pur en régime établi est faible (0,12 kW/m<sup>2</sup>) par rapport aux feux d'autres liquides inflammables.*

**Un bémol est à apporter quant à ces résultats.** Ces essais ont été menés sur un soufre pulvérulent (fleur de soufre). **La propagation d'un incendie est bien moins rapide lorsque la granulométrie du soufre est, comme à la SLN, importante.** Les émissions de dioxyde de soufre sont proportionnelles à la vitesse de combustion. Donc **l'émission de SO<sub>2</sub> dans le cas de la combustion de granulés est également bien moins importante qu'avec de la fleur de soufre.**

C'est vis-à-vis des phases d'exploitation où des poussières de soufre peuvent être mises en jeu que le risque d'inflammation sera prépondérant. De plus, le caractère résistif du soufre favorise la création et l'accumulation des charges électrostatiques au sein du matériau et accroît donc le risque d'inflammation d'origine électrostatique.

#### **6.2.4. Sensibilité à l'inflammation**

La résistivité volumique est de l'ordre de  $10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$  (cf. ref [3]), ce qui fait du soufre un produit très isolant. Aussi, le glissement des particules les unes sur les autres lors de la manutention du produit génère une accumulation de charges électrostatiques qui ne sont que très lentement dissipées. Le potentiel électrique atteint peut donc conduire à des décharges électrostatiques parfois suffisantes à initier un départ de feu.

Les étincelles électriques ou mécaniques pouvant survenir pendant la manutention du soufre peuvent également constituer des sources d'ignition suffisantes : frottement de la pelle mécanique sur le sol ou sur un autre métal, pièces mécaniques en mouvement,...

#### **6.2.5. Stabilité et incompatibilités**

Le soufre est très réactif. Il réagit avec les métaux comme le cuivre, l'argent, le mercure, les alcalins et les alcalinoterreux pour donner des sulfures.

Le soufre réagit avec les oxydants forts et en particulier avec l'oxygène, avec une facilité d'autant plus grande que la température est élevée. La combustion vive du soufre est accompagnée d'une flamme bleue caractéristique, parfois difficile à voir. En effet, la raie d'émission de l'élément soufre se situe à 394 nm, soit à la limite entre le spectre de la lumière visible et le domaine de l'ultra-violet.

---

<sup>2</sup> INERIS, Etude sur le soufre (Réf. EXI-Clo R96-3013A 31MP50) du 3 juillet 1996, prestation pour le Ministère de l'Environnement – DPPR – SEI

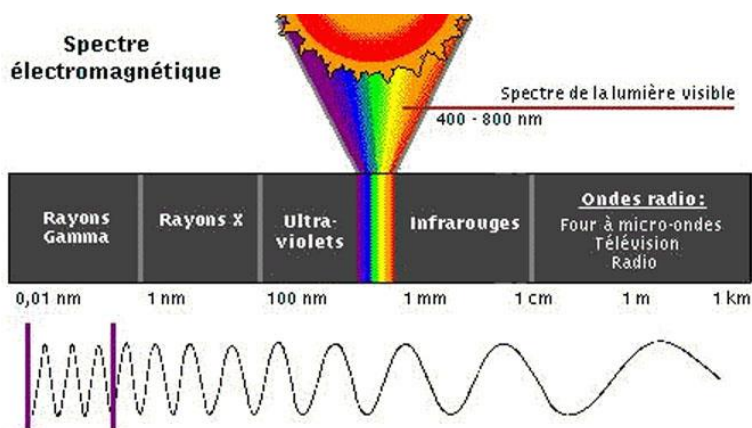


Figure 11 : spectre électromagnétique

La combustion du soufre produit du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$  ou anhydride sulfureux), mélangé à une petite quantité d'anhydride sulfurique ( $\text{SO}_3$ ) et de disulfure de carbone ( $\text{CS}_2$ ).

La réaction avec l'hydrogène produit de l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ), gaz hautement toxique et inflammable.

Le soufre n'est pas soluble dans l'eau. Toutefois, **l'exposition du soufre brut à une atmosphère humide produit lentement de l'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )**.

### 6.2.6. Toxicité du soufre et de ses produits de combustion

Le soufre est irritant par contact avec la peau et les yeux et par inhalation pour les voies respiratoires. Le contact avec les yeux entraîne des rougeurs et des larmoiements. L'inhalation occasionnelle est responsable d'éternuements et de toux, alors que l'exposition prolongée peut entraîner des maladies du système respiratoire, et notamment des trachéo-bronchites.

**Le danger toxicologique principal en relation avec le soufre résulte de sa combustion**, qui génère du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), substance toxique, et en moindre mesure de l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ), du trioxyde de soufre ( $\text{SO}_3$ ) et du disulfure de carbone ( $\text{CS}_2$ ), également toxiques.

Les seuils de toxicité aiguë du  $\text{SO}_2$  proposés par l'INERIS sont les suivantes :

#### ■ Seuils des effets toxiques (Juin 2005)

Concentration	Temps (min.)							
	1	10	20	30	60	120	240	480
Seuil des effets létaux significatifs – SELS								
· $\text{mg}/\text{m}^3$	6 373	3 531	2 956	2 665	2 231	1 867	1 563	1 310
· ppm	2 451	1 358	1 137	1 025	858	718	601	504
Seuil des premiers effets létaux – SPEL								
· $\text{mg}/\text{m}^3$	5 385	2 985	2 499	2 252	1 885	1 578	1 321	1 108
· ppm	2 071	1 148	961	866	725	607	508	426
Seuil des effets irréversibles – SEI								
· $\text{mg}/\text{m}^3$	598	333	281	250	211	174	146	122
· ppm	230	128	108	96	81	67	56	47
Seuil des effets réversibles – SER								
· $\text{mg}/\text{m}^3$	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
· ppm	3	3	3	3	3	3	3	3

Tableau 11 : Seuils de toxicité aiguë du dioxyde de soufre (source : INERIS– DRC-08-94398-12130A)

### 6.3. Accidentologie

Pour être en mesure d'évaluer les phénomènes accidentels, leurs causes, leurs conséquences et leurs cinétiques, un recensement des accidents industriels liés au stockage et au transport de soufre a été réalisé.

Cette démarche s'appuie sur :

- le retour d'expérience interne à la SLN relatif à l'exploitation de son stockage de soufre ;
- des accidents répertoriés dans la base du BARPI (Bureau d'Analyses des Risques du Ministère de l'Environnement, Direction Prévention des Pollutions et des Risques, Service Environnement Industriel), concernant le stockage et le transport de soufre.

Afin d'éviter d'alourdir le corps de l'étude, les rapports d'incidents du BARPI sont proposés en annexe 1. Seules les analyses et conclusions sont proposées ci-après.

#### 6.3.1. Analyse du retour d'expériences internes à la SLN

Depuis que le tas de soufre est exploité, quelques départs de feu ont été répertoriés. Ils ont été dus :

- Soit à la manutention du produit par les pelles mécaniques, les godets pouvant provoquer des étincelles lors de leur frottement au sol,
- Soit à la présence d'une source d'ignition indésirable : travail par point chaud à proximité du convoyeur de soufre par exemple.

Les enseignements tirés de ces incidents sont les suivants :

- ➔ **Les départs de feu peuvent être longs à identifier** en raison d'une flamme très peu visible, et de la présence non permanente de personnel au niveau du stockage en dehors des phases de manutention. Pour pallier à cette caractéristique, des caméras thermiques ont été mises en place autour du stockage actuel.
- ➔ **La flamme d'un feu de soufre rayonne très peu.** La propagation d'un incendie au reste du stockage ou à des matériaux combustibles environnants a donc une **cinétique relativement lente**, et la mise en œuvre des moyens d'extinction en est facilitée. Les départs de feu survenus ont tous pu être maîtrisés par l'utilisation d'un Robinet Incendie Armé (RIA) ou d'un extincteur.

De plus un déversement de soufre a eu lieu lors du transport du soufre entre le site industriel de VALE Grand Sud et le site de la SLN, suite au renversement d'un camion.

Les actions suivantes ont été mises en place :

- ➔ Un planning précis a été défini pour le transport du soufre ainsi qu'un itinéraire obligatoire
- ➔ Des procédures de vérification du camion, et de contrôle du chargement de soufre avant son transport ont été mises en place
- ➔ Une fiche réflexe a été établie en cas d'accident survenant sur le trajet.

### 6.3.2. Analyse du retour d'expériences externes : base de données BARPI

Une synthèse des causes et conséquences identifiées pour les accidents impliquant le stockage ou le transport de soufre est proposée ci-après sous forme de graphiques. La recherche a été effectuée par application du mot clé « soufre » à la base de données. Une distinction a été faite entre les accidentels relevant du stockage / manutention, et les accidents relevant du transport de soufre.

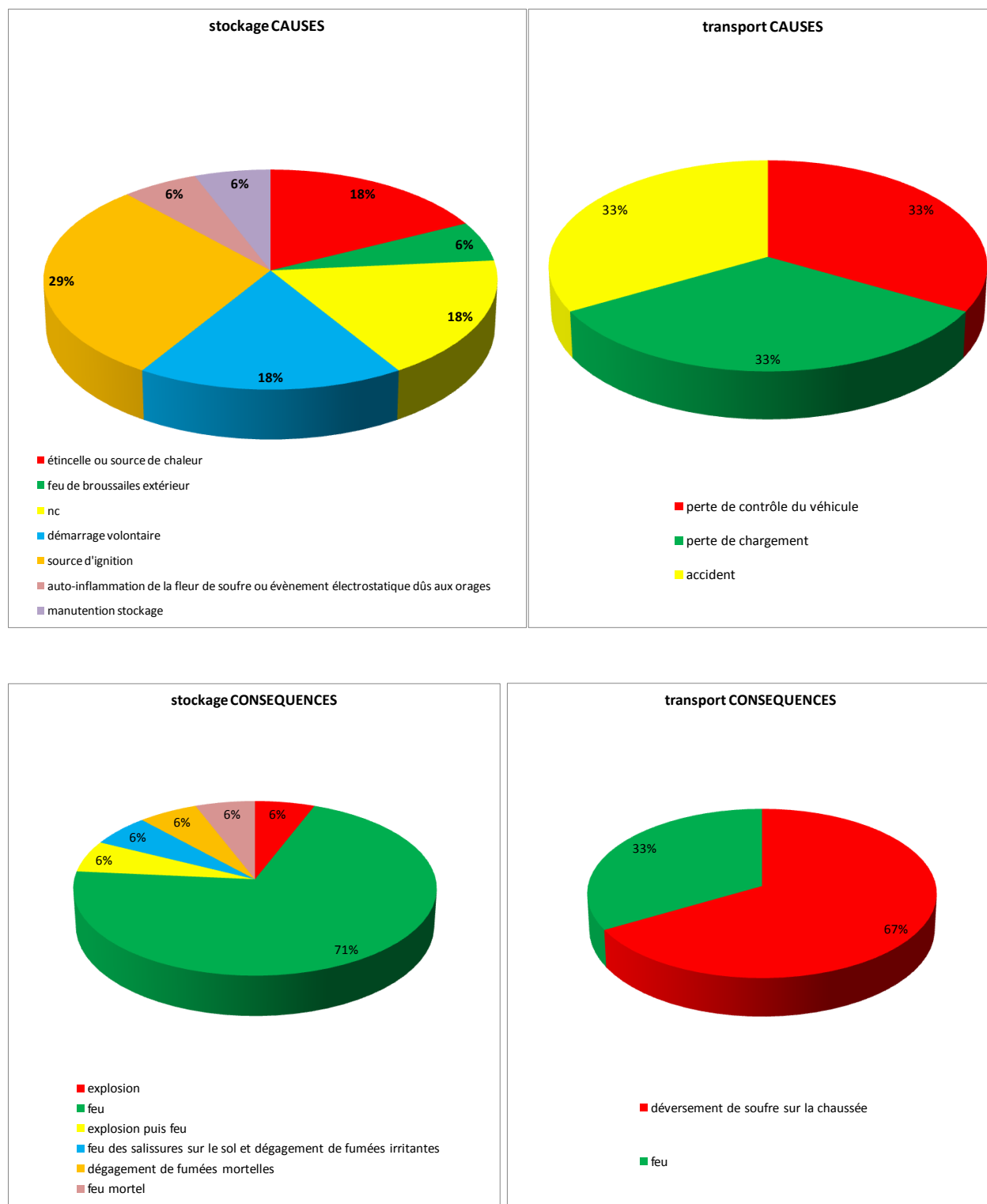


Figure 12 : Statistiques sur l'accidentologie

Les enseignements qui peuvent être tirés de ces rapports d'accidents sont les suivants :

- De nombreux incendies ont été provoqués par la mise en œuvre ou le stockage du soufre sous forme solide ou liquide. Cela confirme que de très faibles énergies suffisent pour provoquer l'inflammation, comme une simple étincelle mécanique ou un point chaud, par exemple.
- **Le soufre sous forme de granulés est rarement impliqué dans les accidents.** C'est plutôt sous sa forme pulvérulente (fleur de soufre) ou sous sa forme liquéfiée qu'il est à l'origine d'un sinistre.
- Parmi les accidents répertoriés impliquant du soufre, ce produit est quasi-systématiquement à l'origine de l'incendie. Il n'est pas simplement vecteur d'un incendie qui serait survenu à proximité. Cela souligne la sensibilité importante du soufre à l'inflammation.
- La fleur de soufre peut s'enflammer en cas de renversement lors de son transport routier (accident n°30059). Aucun accident de ce type n'est néanmoins répertorié avec des granulés de soufre.
- **Un accident de transport correspond au type de convoi qui devrait être mis en œuvre par le projet de la SLN : déversement d'un camion de 26 t de soufre en vrac (accident n°6065). Aucune conséquence n'est à signaler hormis la perturbation du réseau routier liée aux opérations de relevage du camion et de ramassage du soufre.**
- **L'inflammation du soufre est principalement associée aux phases de manutention** où il peut être confronté à une source d'ignition type étincelle mécanique ou électrique. **Les cas d'inflammation de stockage de soufre dormant sont a priori liés, soit à des actes volontaires de malveillance, soit aux dommages collatéraux** liés à un autre incendie à proximité (effet domino).

#### 6.4. Synthèse des dangers liés à l'exploitation du stockage et phénomènes associés

Le tableau suivant constitue une synthèse des dangers liés soufre, et des phénomènes dangereux résultant. Y figurent également les principaux éléments de maîtrise des risques à rechercher pour éviter la survenue de ces phénomènes dangereux, ou du moins les contenir.

L'ensemble de ces informations servira de base de réflexion à l'analyse de risques menée par la suite.



Danger	Phénomène dangereux associé	Éléments de maîtrise des risques	Phase impactée		
			Transport	Manutention	Stockage
Inflammabilité des poussières de soufre avec des faibles énergies d'activation	Incendie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identification et suppression de toutes les sources d'inflammation potentielles</li> </ul>	X	X	X
Haute résistivité du soufre	Incendie du soufre initié par une décharge électrostatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuité électrique des équipements et mise à la terre.</li> </ul>		X	
Combustibilité des poussières de soufre	Explosion de poussières	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter la mise en suspension du soufre lors de sa manutention ;</li> <li>Zone de stockage aérée ;</li> <li>Eviter l'accumulation de dépôts de poussières, particulièrement dans les endroits confinés ;</li> <li>Zonage ATEX ;</li> <li>Maîtrise des sources d'inflammation dans les zones à risque.</li> </ul>		X	
Température de liquéfaction du soufre basse (112°C)	Propagation d'un incendie par formation d'une nappe de soufre se comportant presque comme un liquide inflammable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Configuration de la zone de stockage permettant de limiter l'extension d'une nappe de soufre en cas d'incendie.</li> <li>Moyens de détection et d'extinction incendie</li> </ul>			X
Réactivité du soufre avec l'humidité générant de l'acide sulfurique (corrosif)	Dégradation des matériaux en contact avec le soufre et risque de pollution de l'environnement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Matériaux de la dalle de stockage compatibles avec un milieu corrosif.</li> </ul>	X	X	X
A haute température (incendie) : réactivité du soufre avec l'oxygène de l'air formant principalement du dioxyde de soufre (toxique)	Dispersion d'un nuage toxique de dioxyde de soufre en cas de feu de soufre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détection incendie ;</li> <li>Définition d'un périmètre de sécurité en cas d'incendie à partir des distances d'effets toxiques évaluées ;</li> <li>Moyens d'intervention permettant d'agir en milieu toxique ;</li> <li>Moyens d'extinction incendie et de refroidissement des équipements</li> </ul>			X

**Tableau 12 : Synthèse des dangers liés à l'exploitation du stockage et phénomènes associés**



## 6.5. Analyse des risques

Les risques présentés par les installations et les activités sont directement associés aux dangers des produits utilisés, et de leurs conditions de mise en œuvre. Connaissant les dangers du soufre, une analyse des risques a été menée sur les diverses phases d'exploitation :

- ✓ Le transport du soufre par route ;
- ✓ Le déchargement du soufre à la SLN et sa manutention ;
- ✓ Le stockage du soufre.

L'objectif de cette analyse est d'apprécier l'importance des phénomènes dangereux pouvant survenir, et de définir les mesures de prévention et de protection nécessaires pour garantir un niveau de maîtrise du risque suffisant. Elle sera articulée de la manière suivante :

- a) Analyse qualitative des situations à risque ;
- b) Identification des mesures de prévention
- c) Identification des mesures d'intervention
- d) Evaluation de la probabilité, gravité, et cinétique

Afin de hiérarchiser les risques, un score de probabilité et de gravité sera attribué, de façon qualitative, aux scénarios accidentels sur la base des critères suivants. Il s'agit de critères basés sur l'arrêté métropolitain du 29 septembre 2005 en ce qui concerne l'évaluation de la probabilité et de la gravité sur les personnes.

Probabilité		
<b>A</b>	<b>Courant</b>	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives
<b>B</b>	<b>Probable</b>	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation
<b>C</b>	<b>Improbable</b>	Un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité
<b>D</b>	<b>Très improbable</b>	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité
<b>E</b>	<b>Possible extrêmement probable</b>	<b>mais peu</b> N'est pas impossible au vue des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations

**Tableau 13 : Critères d'évaluation de la probabilité des scénarios accidentels**

Gravité					
Niveau		Personnes exposées*			Environnement
		Zone délimitée par le seuil des <b>effets létaux significatifs</b>	Zone délimitée par le seuil des <b>effets létaux</b>	Zone délimitée par le seuil des <b>effets irréversibles</b> sur la vie humaine	
5	Désastreux	Supérieur à 10	Plus de 100	Plus de 1000	Pollution externe de grande ampleur et durable
4	Catastrophique	Moins de 10	Entre 10 et 100	Entre 100 et 1000	Pollution externe de grande ampleur
3	Important	Au plus 1	Entre 1 et 10	Entre 10 et 100	Pollution significative externe au site
2	Sérieux	Aucune	Au plus 1	Moins de 10	Pollution modérée, externe au site
1	Modéré	Pas de zone de létalité en dehors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à une personne	Pollution modérée, limitée au site

\* Seules les personnes extérieures aux limites de propriété de la SLN sont considérées.

**Tableau 14 : Critère d'évaluation de la gravité des scénarios accidentels**

### 6.5.1. Transport routier du soufre

#### 6.5.1.1. Analyse de risques

L'approvisionnement du stock courant de soufre sera assuré par l'acheminement quotidien d'un camion benne depuis le site de VALE NC. Sa contenance maximum est de 25 tonnes.

Comme tout transport routier, la survenue d'un accident est à envisager. La benne du camion étant bâchée, tout renversement du véhicule peut conduire à un déversement des granulés de soufre sur la chaussée et sur ses bas côtés. 2 situations pourraient alors être rencontrées et vont faire l'objet d'une fiche scénario spécifique :

#### Scénario n°1 : Renversement de 25 tonnes de soufre sans inflammation.

Du point de vue environnemental, l'épandage des granulés ne représente pas de risque spécifique, le produit n'ayant pas de propriété écotoxique particulière. Le soufre n'étant pas non plus soluble dans l'eau, aucune infiltration n'est à redouter, même si l'accident survenait par temps de pluie. La difficulté principale résiderait dans le ramassage des granulés, notamment pour la fraction qui s'étalerait à l'extérieur de la surface bitumée, dans des fossés par exemple.

Des moyens d'intervention différents doivent donc être prévus selon la configuration de l'épandage, mais aucune atteinte notable de l'environnement ne serait à craindre.

Le renversement du camion peut résulter de défaillances techniques du véhicule, d'un choc avec un autre véhicule, ou encore d'une perte de contrôle du chauffeur conduisant à une sortie de route. La sortie de route est la plus vraisemblable des causes de renversement au regard du trajet que le camion emprunterait entre les sites de VALE et la SLN. Le risque de collision avec un autre véhicule est également significatif, mais avec un chargement de près de 25 t, une collision avec un autre véhicule, majoritairement beaucoup plus léger, aurait principalement des conséquences humaines.

Le renversement du camion pourrait conduire dans l'absolu à l'épandage de 25 t de granulés sur la chaussée et ses alentours. Selon les causes de l'accident, le chauffeur ne serait pas forcément à même d'alerter ou de mettre en œuvre des mesures d'intervention immédiates.

La première alerte serait donc vraisemblablement donnée par un tiers à destination des services de sécurité civile (gendarmerie, pompiers,...). L'identification du produit transporté doit donc être apposée clairement sur le camion, et les services d'urgence doivent être au courant des risques associés au produit, et des moyens d'intervention à mettre en œuvre. Différentes mesures à mettre en place sont donc proposées ci-après pour atteindre un niveau de maîtrise du risque aussi élevé que possible.

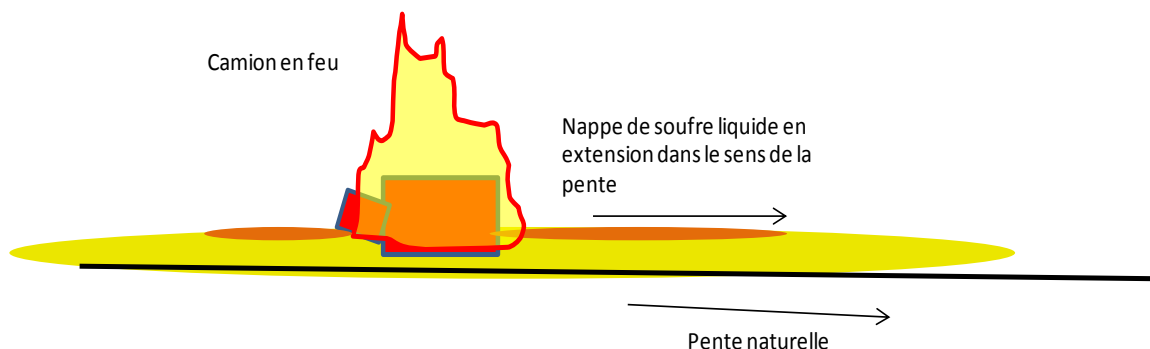
### **Scénario n°2 : Renversement de 25 tonnes de soufre suivie d'une inflammation.**

L'analyse des causes est similaire à ce qui a été fait dans le scénario 1. L'inflammation de l'épandage pourrait résulter d'un départ de feu sur le véhicule accidenté. C'est principalement à proximité du feu du véhicule que, sous l'action des flammes, le soufre à proximité pourrait se liquéfier et contribuer de façon significative à l'incendie. En l'absence de rétention, comme on pourrait l'avoir pour un stockage classique, il est difficile de définir la forme et la surface d'une flaque de soufre caractéristique de cet accident. De façon raisonnable, on peut supposer que le soufre en s'étalant forme une couche de 20 cm d'épaisseur. Avec une cargaison de 25 t ( $18 \text{ m}^3$ ), le diamètre équivalent correspondant à l'épandage serait le suivant :

$$\text{Diamètre} = \sqrt{\frac{18 \times 4}{0,2 \times \pi}} \approx 10,7 \text{ m}$$

$$\text{Surface} = 90 \text{ m}^2$$

La combustion du soufre serait importante uniquement à proximité immédiate de l'incendie du camion, là où les flammes seraient intenses. Le soufre liquide ainsi formé propagerait l'incendie au reste des granulés, essentiellement dans le sens de la pente où aurait lieu l'épandage :



**Figure 13 : Schéma de la propagation du soufre liquide**

L'inflammation spontanée des granulés, liée à leur frottement sur la chaussée par exemple, est également envisageable si la fraction de pulvérulent présente dans le camion était importante. Si un incendie de ce type était initié, sa propagation serait beaucoup plus lente que dans l'hypothèse précédente où l'incendie du véhicule contribuerait à la liquéfaction du soufre.

La vitesse de propagation du feu sur des granulés de soufre étant relativement lente, le fait de considérer  $90 \text{ m}^2$  de soufre en feu constitue un scénario réaliste majorant. Les services de secours pourraient intervenir avant que la nappe puisse s'étendre d'avantage.

L'extinction de ce type de feu pourrait se faire assez facilement par utilisation d'une lance à eau avec diffuseur. L'objectif est de refroidir le soufre liquéfié.

D'un point de vue environnemental, les eaux d'extinction ne pourraient pas être confinées, comme lors de tout feu sur la voie publique. Néanmoins, le soufre ne présentant pas d'écotoxicité particulière, les

particules emportées par les eaux n'auraient qu'un impact très limité sur l'environnement. Les mesures de protection à prendre consisteraient à placer des tapis obturateurs sur les bouches d'égout pour éviter la dissémination du soufre dans les réseaux publics.

#### 6.5.1.2. *Identification des mesures de prévention*

L'analyse des événements initiateurs (causes) pouvant conduire aux phénomènes dangereux évoqués ci-avant est faite dans le tableau suivant. Les mesures envisagées pour prévenir ces causes sont également indiquées.

Evènement redouté	Evènements initiateurs	Mesures de prévention
Epanchage de soufre sur la chaussée	Benne du camion fuyarde	Utilisation d'un conteneur ouvert bâché ou une benne bâchée présentant des garanties d'étanchéité
	Renversement du camion	Respect du code de la route
		Trajet défini et connu du chauffeur
		Procédure de vérification du camion (incluant l'état des pneus, la propreté du châssis et de la benne, etc.)
Départ de feu des granulés de soufre	Cigarette	Consigne de sécurité relative au transport précisant notamment : l'interdiction de fumer aux abords du camion, l'interdiction de transporter des voyageurs dans le camion.
	Départ de feu sur le camion	Réalisation des contrôles techniques périodiques
	Sortie de route / collision	Respect du code de la route
		Trajet défini et connu du chauffeur
		Camion équipé d'un gyrophare
	Frottements sur la chaussée lors du renversement	-
	Présence d'une braise issue de la manutention du soufre lors du chargement	Procédure de chargement de soufre qui prévoit la vérification de la répartition homogène de la charge et le contrôle du contenu de la benne pour détecter l'absence de tout feu couvant.

**Tableau 15 : Identification des mesures de prévention**

### 6.5.1.3. *Identification des moyens de détection, de protection, et d'intervention*

Phénomène dangereux	Moyens de détection, de protection et d'intervention
Epannage de soufre sur la chaussée	Symbole illustrant le danger lié au soufre (solide facilement inflammable) ainsi que son nom (soufre solide non pulvérulent) placardé sur la benne
	Jours et horaires possibles des livraisons de soufre définis précisément et communiqués à l'administration, afin que les spécificités du convoi (parcours, fréquence des livraisons, risques associés au produit, etc.) transmis à la mairie du Mont-Dore
	Identification des sociétés équipées des moyens d'intervention nécessaires en cas d'accident du convoi (pelle mécanique, aspirateur,...).
	Consignes de sécurité précisant la démarche à suivre en cas d'accident de la route définies dans une fiche réflexe disponible dans le camion (définies dans l'avenant au contrat de la société sous-traitante en charge du transport du soufre)
	Moyens de balisage à disposition dans le camion (plots, triangles avertisseurs)
Départ de feu des granulés de soufre	Extincteurs adaptés à disposition dans le camion pour combattre un feu de camion et un feu de soufre
	Formation des chauffeurs à la manipulation d'extincteurs, avec recyclage régulier
	Moyen d'alerte à disposition du chauffeur (téléphone)

**Tableau 16 : Identifications des moyens de détection, de protection et d'intervention**

### 6.5.1.4. *Probabilité, gravité, cinétique*

#### **Scénario n°1 : Renversement de 25 tonnes de soufre sans inflammation.**

Le risque d'accident de la route est très élevé, mais le risque que la benne de soufre se renverse l'est déjà moins du fait du poids important du véhicule qui, en cas de choc avec un véhicule léger, ne serait pas impacté. Néanmoins, la route entre VALE et la SLN présentant de nombreux virages et dénivelés importants, et du fait du renversement du camion de livraison de soufre survenu récemment au Mont-Dore, il est proposé de retenir un **niveau de probabilité A** pour ce scénario (courant).

En termes de gravité, outre les dégâts humains liés à l'accident de la circulation qui n'ont pas lieu d'être cotés dans une étude de dangers, ceux liés à l'épandage de soufre sont limités. La quantité potentiellement épandue serait importante (25 t), mais elle pourrait être aisément ramassée, et ne présente pas de risque d'infiltration rapide dans l'environnement. Un **niveau de gravité 2** « sérieux » est retenu, une pollution légère de l'environnement extérieur au site pouvant être observée.

## **Scénario n°2 : Renversement de 25 tonnes de soufre avec inflammation.**

L'inflammation du soufre en granulés consécutives à un épandage est peu probable, mais pourrait néanmoins survenir si le camion lui-même prenait feu, ou si la violence de l'accident conduisant à « frotter » le soufre sur la chaussée en générant ainsi une source d'inflammation. Aucun accident de ce type n'a été relevé dans l'accidentologie, le soufre en granulés ne relevant d'ailleurs pas des produits soumis aux règles relatives au transport de matière dangereuse. Un **niveau de probabilité D (très improbable)** est donc proposé.

Concernant la gravité, une modélisation a été réalisée afin d'évaluer les effets thermiques et toxiques de l'incendie. Les hypothèses prises et résultats se trouvent en annexe 4.

Comme envisagé, les effets thermiques liés à un incendie généralisé du stock de soufre sont minimes par rapport aux zones d'effets toxiques liées à la dispersion de SO<sub>2</sub>.

Seuil d'effet	Valeur guide	Distance atteinte
Létaux significatif	8 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m
Létaux	5 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m
Irréversibles	3 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m

**Tableau 17 : Distances des effets thermiques**

Concernant les effets toxiques, les seuils toxicologiques irréversibles et létaux pour 30 minutes d'exposition sont également restreints (25 m). Au plus une habitation, située en bord de route, pourrait être impactée par la nocivité des fumées. En cas de feu de soufre consécutif à un accident, il est donc conseillé d'évacuer les maisons situées à proximité immédiate de l'incendie.

**Un niveau de gravité 2 « sérieux » est proposé.**

Ce niveau de gravité est à tempérer par la cinétique du phénomène, fortement liée à la survenue ou non d'un incendie sur le véhicule accidenté. Sans cet incendie, la vitesse de propagation du feu de soufre serait lente, et il faudrait probablement bien plus d'une heure pour que les 90 m<sup>2</sup> soient enflammés.

Seuil d'effet	Distance atteinte à 1,5 m de haut en fonction de 3 conditions météo		
	3F	5D	10D
Irréversible (96 ppm)	10 m	<b>25 m</b>	10 m
Létal (866 ppm)	< 10 m	< 10 m	< 10 m
Létal significatif (1025 ppm)	< 10 m	< 10 m	< 10 m

**Tableau 18 : Distances des effets toxiques**

## 6.5.2. Le déchargement du soufre et sa manutention

### 6.5.2.1. Analyse de risques

Le déchargement du camion benne de soufre aura lieu quotidiennement au niveau du stock courant. Il sera réalisé par débâchage puis basculement de la benne. Une fois le produit au sol, une chargeuse sur roues aura pour tâche de gerber le soufre correctement sur le stock.

Ces opérations engendrent 2 situations à risque :

- ✓ **Scénario 3** : Un déchargement trop brusque de la benne est susceptible de provoquer la mise en suspension d'un nuage de poussières dans des concentrations pouvant être localement explosibles. Le phénomène dangereux redouté est donc **l'explosion de poussières au niveau des compartiments de stockage de soufre**.
- ✓ **Scénario 4** : Le déchargement par basculement implique le glissement des granulés les uns sur les autres, et donc l'accumulation de charges électrostatiques. Le phénomène dangereux associé est **l'ignition d'un feu par décharge électrostatique**. De même, le gerbage du soufre à la chargeuse favorise l'accumulation de charges, et donc le départ de feu.

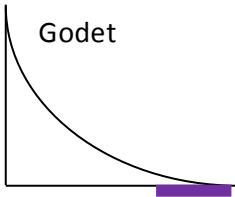
Dans le cas d'une explosion de poussières de soufre, les conséquences immédiates concerneraient le personnel présent dans la zone lors d'un déchargement. L'effet de souffle serait d'autant plus limité que le le stockage de soufre est situé à l'air libre. De plus, la zone de stockage et de déchargement du soufre est conçue de manière à éviter les zones favorables à l'accumulation de dépôts poussières (surfaces planes horizontales inaccessibles en hauteur,...).

En cas de départ de feu lors de cette phase de travail, du personnel sera systématiquement présent et pourrait donc intervenir immédiatement. Toutefois, la flamme associée à un feu de soufre peut s'avérer difficilement visible à l'œil nu. Des caméras UV ont ainsi été installées au niveau du stock de soufre qui déclenchent une alarme, ainsi que des caméras permettant de détecter des fumées blanches avec un retour des caméras en salle de contrôle. Du fait de la présence de personnel sur place, et du faible rayonnement d'un feu de soufre, aucune extension de l'incendie ne serait à redouter.

### 6.5.2.2. Identification des mesures de prévention

L'analyse des événements initiateurs (causes) pouvant conduire aux phénomènes dangereux évoqués ci-avant est faite dans le tableau suivant. Les mesures envisagées pour prévenir ces causes sont également indiquées.

Evènement redouté	Evènements initiateurs	Mesures de prévention
Formation d'un nuage explosible de	Basculement trop rapide de la benne	Protocole de déchargement du soufre prescrivant au chauffeur la nécessité de basculer lentement sa benne.
		Sensibilisation des chauffeurs à la prévention du risque d'explosion

Evènement redouté	Evènements initiateurs	Mesures de prévention
soufre	Mise en suspension de dépôt de soufre accumulé sur la zone de stockage	Surfaces de la zone de stockage de couleur sombre permettant de pouvoir identifier facilement des zones d'accumulation de poussières de soufre
		Procédures de nettoyage par balayage des zones d'accumulation de poussières avant que les témoins ne soient plus visibles
Formation d'un nuage explosible de soufre	Résidus de soufre présents dans les roues des bennes	Nettoyage à l'eau des bennes après chaque déchargement
	Résidus de soufre dans les roues de la chargeuse	Nettoyage à l'eau de la chargeuse en sortant de la zone
Présence d'une source d'ignition dans la zone de déchargement	Travaux par point chaud	Interdiction de tout travaux par point chaud dans la zone de déchargement pendant les livraisons de soufre ou le gerbage / prélèvement de soufre par une chargeuse
	Etincelle d'origine électrique / surface chaude	Matériel électrique adapté à une zone ATEX de type 21 ou 22 au niveau des compartiments de stockage de soufre conforme aux préconisations du zonage ATEX (cf annexe 6)
	Etincelle d'origine mécanique	<p>Consigne de ne pas toucher le sol avec le godet lors de la manutention du soufre</p> <p>Mise en œuvre à l'essai de pièces d'usure non étincelantes sous le godet de la chargeuse pour éviter la création d'étincelles lors de son frottement au sol (ex : pièce en PEHD ou en bronze)</p>  <p>Godet</p> <p>Pièce d'usure (PEHD par exemple)</p>

**Tableau 19 : Mesures de prévention**



### 6.5.2.3. Identification des moyens de détection, de protection, et d'intervention

Phénomène dangereux	Moyens de détection, de protection et d'intervention
Explosion de soufre	Accès à la zone de déchargement et de manutention du soufre limitée aux uniques personnes nécessaires à son exploitation
	Stockage de soufre à l'air libre permettant une bonne aération
Feu de soufre	Quadrillage de la zone de stockage par des caméras détectant les rayonnements ultra-violets (flamme de soufre) avec report d'alarme en local et dans la salle de contrôle « convertisseurs 60 t »
	Utilisation de la chargeuse pour étouffer un feu de soufre naissant par déversement de granulés qui ne sont pas en feu (efficace et évite la gestion des eaux d'extinction)
	Formation des chauffeurs de camion benne et de chargeuse à l'utilisation des extincteurs
	Extincteurs à poudre et RIA disposés sous l'abri de la trémie et au nord du stockage
	Système de sprinklers déclenchables à distance permettant d'éviter la propagation du feu en refroidissant le stockage de soufre
	Poteaux incendie à proximité du stockage
	Equipe d'exploitation équipée de détecteurs multi-gaz et de masques à cartouche en cas de départ de feu de soufre. Equipe d'intervention pourvue de d'appareils respiratoires isolants permettant de combattre un feu émetteur de vapeurs nocives (SO <sub>2</sub> ).

**Tableau 20 : Moyens de détection, de protection et d'intervention**

#### 6.5.2.4. *Probabilité, gravité, cinétique*

##### **Scénario 3 : Feu de soufre lors du déchargement / manutention**

Les déchargements de soufre ont lieu quotidiennement contre anciennement une alimentation annuelle du stock aujourd'hui. Cependant, le nouveau mode d'approvisionnement permet d'éliminer les opérations de gerbage de tas.

La mise en œuvre des mesures de prévention évoquées, et la granulométrie importante du soufre utilisé, tendent à limiter fortement la probabilité d'ignition. Un **niveau de probabilité B** est proposé pour ce scénario.

Du point de vue de la cinétique, cette phase de travail se déroule forcément avec la présence de personnel au niveau du stock (chauffeur du camion ou de la chargeuse à minima). Tout départ de feu lié à la manutention du stock serait détecté soit par le chauffeur, soit par les capteurs ultra-violets quadrillant la zone. La propagation d'un feu de soufre n'étant pas rapide comme ça peut être le cas avec un liquide inflammable, sa maîtrise pourrait être réalisée très rapidement, sans que des moyens de protection respiratoires aient besoin d'être utilisés pour se protéger du SO<sub>2</sub> émis.

La gravité associée à ce scénario est donc minime : **niveau de gravité 1 « modéré »**.

##### **Scénario 4 : Explosion de poussières de soufre lors du déchargement / manutention**

Le déchargement quotidien du camion pourra provoquer d'avantage de situations où une atmosphère explosive peut se présenter. Cependant, la granulométrie importante du soufre livré (moins de 10% de pulvérulent), le respect des consignes de déchargement, le nettoyage régulier de la zone, le stockage à l'air libre, et l'utilisation de matériels électriques adaptés suffisent à limiter fortement la probabilité qu'une explosion ne survienne. Peu d'accidents sont d'ailleurs relevés dans l'accidentologie où l'explosion est due à la manutention du soufre. C'est plutôt dans les procédés où le soufre est mis fortement en suspension que les accidents surviennent (transport pneumatique,...). De façon prudente, **un niveau C de probabilité** est proposé pour ce scénario.

La cinétique d'une explosion de ce type est instantanée et ne permet aucune détection préalable.

Le volume explosible de poussières de soufre envisageable sur cette installation est très limité (quelques m<sup>3</sup> tout au plus). L'absence de confinement permettrait de limiter les conséquences d'une explosion à proximité immédiate de la zone. Seuls les opérateurs présents dans la zone pourraient être impactés (1 à 2 personnes maximum donc). En aucun cas ce scénario ne pourrait générer des effets en dehors du site. La gravité associée à ce scénario est donc minime : **niveau de gravité 1 « modéré »**.

### 6.5.3. Le stockage de soufre

#### 6.5.3.1. Analyse de risques et dimensionnement incendie

Le stock de soufre sera constitué de 2 tas de 250 tonnes maximum. En dehors des phases de manutention, étudiées ci-avant, 2 situations à risque sont à étudier :

✎ **Scénario 5** : Le risque d'inflammation du tas de soufre subsiste, même si 2 facteurs de risque importants sont supprimés : les sources d'inflammation d'origine mécanique et électrostatique, et l'absence de particules de soufre en suspension dans l'air. Il reste néanmoins des sources d'inflammation résiduelles, bien moins probables :

- un acte de malveillance,
- la propagation d'un incendie survenant sur une installation voisine (tas de charbon par exemple),
- un départ de feu survenu lors de la manutention du stock, mais non détecté par le chauffeur ou le réseau de capteurs ultra-violets.

La zone de stockage étant peu fréquentée, un feu non détecté pourrait conduire dans l'absolu à l'inflammation d'un tas. Sous l'effet de la chaleur, le soufre se liquéfie et se comporte comme un liquide inflammable. La limitation de l'étendue de cette nappe est limitée à la cuvette de rétention des eaux.

✎ **Scénario 6** : D'un point de vue environnemental, le potentiel de danger à considérer est la formation d'acide sulfurique du fait de la réaction entre l'humidité de l'air et le soufre. La conception de la dalle de stockage en bitume, qui présente des aptitudes d'étanchéité et de résistance aux acides bien supérieures au béton standard, ainsi que la limitation du temps de séjour du soufre stocké permettront de limiter considérablement ce phénomène. De plus, le bitume est moins facilement source d'étincelle par frottement que le béton.

#### 6.5.3.2. Identification des mesures de prévention

L'analyse des événements initiateurs (causes) pouvant conduire aux phénomènes dangereux évoqués ci-avant est faite dans le tableau suivant. Les mesures envisagées pour prévenir ces causes sont également indiquées.

Evènement redouté	Evènements initiateurs	Mesures de prévention
Présence d'une source d'ignition hors phase de déchargement	Cigarette	Afficher l'interdiction de fumer dans la zone de stockage du soufre
	Travaux par point chaud	Mise en œuvre de mesures de prévention établies dans un plan de prévention préalable au chantier (éloignement, rideau pare étincelle,...)
	Etincelle d'origine électrique / surface chaude	Matériel électrique adapté à une zone ATEX de type 21 ou 22 au niveau des compartiments de stockage de soufre conforme aux préconisations du zonage ATEX (cf annexe 6)

Evènement redouté	Evènements initiateurs	Mesures de prévention
Formation d'acide sulfurique	Mise en contact soufre / eau et humidité	Limitation du temps de séjour du soufre stocké
	Erosion et fissuration du sol	Mise en œuvre d'un revêtement de sol en bitume présentant une tenue aux acides.

**Tableau 21 : Mesures de prévention**

#### 6.5.3.3. *Identification des moyens de détection, de protection, et d'intervention*

Phénomène dangereux	Moyens de détection, de protection et d'intervention
Feu de soufre	Quadrillage de la zone de stockage par des caméras détectant les rayonnements ultra-violets (flamme de soufre) avec report d'alarme en local et dans la salle de contrôle « convertisseurs 60 t »
	Utilisation de la chargeuse pour étouffer un feu de soufre naissant par déversement de granulés qui ne sont pas en feu (efficace et évite la gestion des eaux d'extinction)
	Extincteurs à poudre et RIA disposés au niveau du stockage de soufre
	Poteaux incendie à proximité du stockage
	Dispositif d'obturation du séparateur permettant d'éviter la propagation d'une nappe de soufre en feu
	Système de sprinklers permettant le refroidissement du stockage de soufre
	Merlon de rétention et pentes autour du stock capable de contenir une nappe de soufre fondu plus les eaux d'extinction.
	Equipe d'exploitation équipée de détecteurs multi-gaz et de masques à cartouche en cas de départ de feu de soufre. Equipe d'intervention pourvue de d'appareils respiratoires isolants permettant de combattre un feu émetteur de vapeurs nocives (SO <sub>2</sub> ).

**Tableau 22 : Moyens de détection, de protection et d'intervention**

#### 6.5.3.4. *Probabilité, gravité, cinétique*

##### **Scénario 5 : Incendie généralisé du stock courant de soufre**

La probabilité d'inflammation du soufre est importante du fait de sa sensibilité. Cependant la mise en œuvre des mesures de prévention proposées la rend improbable. L'extension d'un feu de soufre telle qu'un incendie généralisé du stockage est quant à elle très improbable (**niveau D**). Ceci est dû à la faible vitesse de combustion du produit. Pour qu'un incendie généralisé ait lieu, tel que l'accidentologie le décrit, il faut qu'une source intense de chaleur (incendie externe) conduise à la liquéfaction rapide du soufre.

L'évaluation de la gravité de ce scénario est extraite de l'étude de dangers du site de la SLN réalisée par la société CAPSE en décembre 2013. La fiche relative à ce scénario est fournie en annexe 5.

Les distances d'effets toxiques pour une exposition de 60 minutes calculées sont les suivantes

Seuil d'effet	Distance atteinte à 1,5 m de haut pour 3 conditions météo		
	3F	5D	10D
Irréversible (81 ppm)	<b>427</b>	261	179
Létal (725 ppm)	<b>71</b>	71	50
Létal significatif (858 ppm)	<b>67</b>	63	45

**Tableau 23 : Distances des effets toxiques**

Les effets irréversibles des fumées toxiques sortent de la SLN uniquement au niveau du port. La prise en compte des bateaux à quai dans le POI permettra de ne pas considérer les membres d'équipage comme cible. Il n'y a donc pas de cibles soumises aux effets toxiques irréversibles.

**Un niveau de gravité 1 « modéré » est donc proposé.**

##### **Scénario 6 : Formation d'acide sulfurique consécutive à l'exploitation du stock courant**

Avec les mesures de prévention prises, le risque de formation d'acide sulfurique et d'endommagement de la dalle sera grandement réduit. Un **niveau de probabilité C** est proposé pour ce scénario.

Les quantités émises seraient minimales et ne porteraient pas atteinte de façon significative à l'environnement. La gravité associée à ce scénario est donc minimale : **niveau de gravité 1 « modéré »**.

#### 6.5.4. Synthèse de l'analyse de risques

Une analyse détaillée de l'ensemble des phases d'exploitation du projet de stockage de soufre a été réalisée. Les scénarios évalués sont rappelés ci-après, accompagnés des scores de probabilité et de gravité définis selon les critères de l'arrêté métropolitain du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation de la probabilité, gravité, et cinétique dans les études de dangers.

Phase	n°	Risque analysé / Phénomène dangereux étudié	Probabilité		Gravité	
Transport routier du soufre	1	Renversement de 25 tonnes de soufre sans inflammation	A	Courant	2	Sérieux
	2	Renversement de 25 tonnes de soufre suivi d'une inflammation	D	Très improbable	2	Sérieux
Manutention du stock courant	3	Explosion de poussières au niveau d'un compartiment de stockage de soufre	B	Probable	1	Modéré
	4	Incendie d'un feu de soufre lors d'un déchargement	C	Improbable	1	Modéré
Stock courant de soufre	5	Incendie généralisé du stock courant de soufre	D	Très improbable	1	Modéré
	6	Formation d'acide sulfurique consécutive à l'exploitation du stock courant	C	Improbable	1	Modéré

**Tableau 24 : Tableau de synthèse de l'analyse de risques**

#### 6.6. Synthèse des moyens de prévention et de protection envisagés

Une synthèse des mesures de prévention proposées à travers l'étude de dangers est réalisée dans le tableau ci-dessous. Elles sont classifiées par nature de phénomène dangereux prévenu (dispersion dans l'environnement, départ de feu, formation d'un nuage explosible).

	n°	Mesures de prévention
Dispersion de soufre dans l'environnement	1	Utilisation d'un conteneur ouvert bâché ou une benne bâchée présentant des garanties d'étanchéité
	2	Respect du code de la route
	3	Trajet défini et connu du chauffeur
	4	Procédure de vérification du camion (incluant l'état des pneus, la propreté du châssis et de la benne, etc.)
	5	Consigne de sécurité relative au transport précisant notamment : l'interdiction de fumer aux abords du camion, l'interdiction de transporter des voyageurs dans le camion.
	6	Réalisation des contrôles techniques périodiques
	7	Nettoyage des camions au jet d'eau après chaque déchargement
	8	Nettoyage de la chargeuse au jet d'eau en sortant de la zone

	n°	Mesures de prévention
	9	Camion équipé d'un gyrophare
	10	Revêtement de sol en bitume présentant une tenue aux acides.
Départ de feu des granulés de soufre	11	Procédure de chargement de soufre qui prévoit la vérification de la répartition homogène de la charge et le contrôle du contenu de la benne pour détecter l'absence de tout feu couvant.
	12	Afficher l'interdiction de fumer dans la zone de stockage du soufre
	13	Interdiction de tout travaux par point chaud dans la zone de déchargement pendant les livraisons de soufre ou le gerbage / prélèvement de soufre par une chargeuse
	14	Mise en œuvre de mesures de prévention établies dans un plan de prévention préalable au chantier (éloignement, rideau pare étincelle,...)
	15	Matériel électrique adapté à une zone ATEX de type 21 ou 22 au niveau des compartiments de stockage de soufre conforme aux préconisations du zonage ATEX (cf annexe 6)
	16	Dispositif d'obturation du séparateur permettant d'éviter la propagation d'une nappe de soufre en feu
	17	Consigne de ne pas toucher le sol avec le godet lors de la manutention du soufre Mise en œuvre à l'essai de pièces d'usure non étincelantes sous le godet de la chargeuse pour éviter la création d'étincelles lors de son frottement au sol (ex : pièce en PEHD ou en bronze)
Formation d'un nuage explosible de soufre	18	Protocole de déchargement du soufre prescrivant au chauffeur la nécessité de basculer lentement sa benne.
	19	Sensibilisation des chauffeurs à la prévention du risque d'explosion
	22	Surfaces de la zone de stockage de couleur sombre permettant de pouvoir identifier facilement des zones d'accumulation de poussières de soufre
	23	Procédures de nettoyage par balayage des zones d'accumulation de poussières avant que les témoins ne soient plus visibles

**Tableau 25 : Synthèse des moyens de prévention**

De la même manière, les moyens de protection évoqués dans l'étude sont consignés dans le tableau suivant. Il s'agit des éléments capables de limiter les conséquences d'un phénomène dangereux, si d'aventure celui-ci survenait. Tous ces moyens sont prévus, sans nécessiter d'étude de détails.

	n°	Moyen de détection, de protection et d'intervention
Epanchage de soufre sur la chaussée	A	Symbole illustrant le danger lié au soufre (solide facilement inflammable) ainsi que son nom (soufre solide non pulvérulent) placardé sur la benne
	B	Jours et horaires possibles des livraisons de soufre définis précisément et communiqués à l'administration, afin que les spécificités du convoi (parcours, fréquence des livraisons, risques associés au produit, etc.) transmis à la mairie du Mont-Dore
	C	Identification des sociétés équipées des moyens d'intervention nécessaires en cas d'accident du convoi (pelle mécanique, aspirateur,...).
	D	Consignes de sécurité précisant la démarche à suivre en cas d'accident de la route définies dans une fiche réflexe disponible dans le camion (définies dans l'avenant au contrat de la société sous-traitante en charge du transport du soufre)
	E	Moyens de balisage à disposition dans le camion (plots, triangles avertisseurs)
Départ de feu des granulés de soufre	F	Quadrillage de la zone de stockage par des caméras détectant les rayonnements ultra-violet (flamme de soufre) avec report d'alarme en local et dans la salle de contrôle « convertisseurs 60 t »
	G	Utilisation de la chargeuse pour étouffer un feu de soufre naissant par déversement de granulés qui ne sont pas en feu (efficace et évite la gestion des eaux d'extinction)
	H	Formation des chauffeurs de camion benne et de chargeuse à l'utilisation des extincteurs
	I	Extincteurs à poudre et RIA disposés sous l'abri de la trémie et au nord du stockage
	J	Système de sprinklers déclenchables à distance permettant d'éviter la propagation du feu en refroidissant le stockage de soufre
	K	Poteaux incendie à proximité du stockage
	L	Merlon de rétention et/ou pentes autour du stock capable de contenir une nappe de soufre fondu plus les eaux d'extinction.
	M	Equipe d'exploitation équipée de détecteurs multi-gaz et de masques à cartouche en cas de départ de feu de soufre. Equipe d'intervention pourvue de d'appareils respiratoires isolants permettant de combattre un feu émetteur de vapeurs nocives (SO <sub>2</sub> ).
Explosion de soufre	N	Accès à la zone de déchargement et de manutention du soufre limité aux uniques personnes nécessaires à son exploitation
	O	Stockage de soufre à l'air libre permettant une bonne aération

**Tableau 26 : Synthèse des moyens de détection, de protection et d'intervention**



## 7. CONCLUSION

A travers cette étude, la SLN a porté à la connaissance de l'Administration le projet de modification de son stockage de soufre consistant à réduire le stock actuellement autorisé (7000 tonnes) à un stock de 500 tonnes réparties en 2 compartiments de surface égale.

L'étude d'impact simplifiée met en avant des performances améliorées par rapport à l'installation existante, particulièrement en termes de gestion des eaux qui permettra désormais de garantir le traitement des effluents susceptibles de contenir du soufre et traces d'hydrocarbures.

De plus, une analyse de risques a été menée sur les phases d'alimentation et d'exploitation de ces entreposages. Des moyens de prévention et de protection ont été proposés, basés sur les guides de bonnes pratiques existants en la matière (Rapport INERIS sur le stockage de soufre, réglementation sur le transport de matière dangereuse par route (ADR), NFPA 655).

Les principaux éléments qui ressortent de ce dossier sont les suivants :

- La réduction de la quantité de soufre stockée sur le site SLN de Doniambo ainsi que les moyens incendie mis en œuvre permettra de **supprimer un scénario majeur du site**. Les distances d'effet thermiques et toxiques associées à un incendie du stock de soufre seraient cantonnées à l'intérieur des limites de propriété.
- Le soufre tel qu'il est transporté entre les sites de VALE NC et de la SLN est un soufre en granulés ne contenant qu'une faible partie de produit pulvérulent. Du fait de la plus faible sensibilité à l'inflammation de ce soufre par rapport à la fleur de soufre, **aucune prescription réglementaire spécifique n'est applicable au transport par route de ce produit**.
- Une évaluation des zones d'effets thermiques et toxiques a été menée en cas d'épandage puis d'inflammation du soufre pendant son transport entre les deux sites. Les zones de dangers seraient limitées à quelques dizaines de mètres autour du soufre en feu.

Le projet envisagé par la SLN constitue une réduction significative des impacts environnementaux et des potentiels de danger du site.

***Annexe 1 : Accidentologie (BARPI)***

N°39699 - 07/12/2010 - FRANCE - 24 - NONTRON

C20.42 - Fabrication de parfums et de produits pour la toilette

Une réaction chimique incontrôlée entraîne une explosion suite à la manipulation de fleur de soufre (soufre en poudre) dans la partie production d'une usine de produits effervescents pour le bain à 11h20. L'ensemble du personnel est évacué, les 5 employés présents dans le local au moment de l'accident n'ont pas été incommodés par l'odeur de soufre. La municipalité et la sous-préfecture sont informées de l'évènement. Après une levée de doute, le personnel réintègre l'entreprise mais la production ne pourra reprendre qu'après expertise et compréhension du phénomène à l'origine de l'explosion. La fleur de soufre est un solide combustible sujet aux explosions de poussières, sa température d'auto-ignition est de 190 °C. L'intervention s'achève à 15h20.

N°37923 - 26/02/2010 - FRANCE - 13 - PORT-DE-BOUC

C20.59 - Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.

Dans une usine chimique classée Seveso en démantèlement depuis le 01/01/10, un feu se déclare vers 20 h dans une benne de 5 000 l de soufre remplie à moitié. Le gardien donne l'alerte. Les poteaux incendie n'étant plus alimentés et le propriétaire injoignable, les pompiers éteignent l'incendie avec des extincteurs à poudre. D'après la préfecture, le site ne serait sécurisé qu'à 80 %. Un arrêté préfectoral de mesures d'urgence est signé le 05/03 afin que le gardiennage du site soit renforcé, que le réseau incendie reste opérationnel et que l'exploitant rédige un plan d'action pour la sécurisation de l'usine.

N°37268 - 28/10/2009 - FRANCE - 11 - PORT-LA-NOUVELLE

C20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

Dans une usine de produits agrochimiques, un feu se déclare vers 9h45 dans un big-bag de récupération des poussières d'une centrale d'aspiration de poussières de soufre constituée d'un réseau de collecte, d'un filtre et d'un big-bag de collectes des poussières. Les employés et les pompiers maîtrisent l'incendie en 45 min avec de l'eau et de la mousse qui sont récupérées. L'absence de vent ne favorise pas la dispersion des fumées de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ; les secours établissent un rideau d'eau et demandent à un établissement de santé proche de se confiner par précaution. La centrale d'aspiration est détruite, mais aucun blessé n'est à déplorer. Des travaux de meulage et de soudage réalisés par un sous-traitant à proximité seraient à l'origine du sinistre. L'exploitant avait délivré un permis de feu pour les travaux, mais les big-bag n'étaient pas protégés pendant leur réalisation. L'exploitant doit justifier, avant redémarrage des installations, de l'adéquation de la protection incendie (réserve d'eau suffisante) avec les quantités de soufre stockées, d'une procédure de mise en sécurité du site (moyens palliatifs à mettre en œuvre) en cas d'indisponibilité du réseau RIA et/ou des points d'eau, d'une révision de son POI en prenant en compte les remarques des services de secours, et d'une action d'information préventive de la population sur les risques. L'installation est remplacée, ainsi que l'ensemble des canalisations. Une vérification des connexions de mise à la terre est réalisée.

N°37198 - 15/10/2009 - FRANCE - 33 - BORDEAUX

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Un feu se déclare dans l'après-midi sur un tas de 10 m<sup>3</sup> de résidus de soufre (SO<sub>2</sub>) dans un bâtiment de 5 000 m<sup>2</sup> d'une ancienne usine de fabrication de produits azotés. Les secours établissent un périmètre de sécurité et évacuent 30 employés de 8 sociétés situées sous le vent. Ils mesurent une concentration de 13 ppm de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) à 50 m du bâtiment et les mesures ne sont plus

significatives en dehors du site. Les pompiers installent un rideau d'eau et éteignent l'incendie avec 2 lances à mousse. Les employés des sociétés voisines peuvent réintégrer leurs locaux vers 19h30.

N°36205 - 21/05/2009 - FRANCE - 59 - DUNKERQUE

G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

Un feu se déclare vers 21 h sur une cuve de soufre dans un entrepôt de produits chimiques et se propage à du calorifuge et à 2 cuves voisines. Les secours établissent un périmètre de sécurité de 150 m et mesurent 100 ppm de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) dans le bâtiment et 3 ppm à 100 m, le nuage de SO<sub>2</sub> qui se dégage reste confiné à l'enceinte du site. Ils effectuent des opérations de dégarnissage et éteignent l'incendie vers 0h15 avec 2 lances. La municipalité et la préfecture sont informées. A 2h30, les mesures de SO<sub>2</sub> sont nulles. Le feu a été détecté par les 28 capteurs installés suite au précédent incendie deux mois avant (ARIA 36003) et les pompiers ont été alertés par la société de surveillance intervenant sur le site suite aux mesures prises après ce premier sinistre. L'exploitante envisage une piste criminelle à ces 2 accidents et décide renforcer la sécurité du site par des caméras de surveillance car son étendue (2 ha) complique sa surveillance.

N°36003 - 21/03/2009 - FRANCE - 59 - DUNKERQUE

G46.75 - Commerce de gros de produits chimiques

Un feu se déclare vers 5h45 sur un site d'une superficie totale d'environ 20 000 m<sup>2</sup> spécialisé dans la production de paillettes de soufre à partir de soufre liquide chaud. Le jour du sinistre, 872 tonnes de soufre solide sont stockées dont 250 t dans le hangar A où le feu se déclare. Un important nuage gazeux de dioxyde de soufre se dégage ; 3 personnes sont intoxiquées. Le nuage de soufre diminue la visibilité sur l'autoroute A16 et provoque un accident impliquant 9 voitures, 2 poids-lourds et 1 moto : 5 personnes sont blessées dont 1 gravement. La circulation est interrompue sur l'A16 dans les 2 sens et 2 hélicoptères effectuent une reconnaissance. La préfecture appelle 80 000 habitants de 4 communes à rester confinés. Le centre de crise du ministère de l'intérieur belge est informé. L'incendie est éteint vers 9h40 après intervention des pompiers sous équipement autonome et mise en action de 4 lances dont 1 sur échelle. A 10h30, les contrôles dans l'air ne montrent plus de présence de soufre en quantité significative et les mesures de confinement sont levées à 10h45.

L'entreprise ne disposant pas de rétention, les eaux d'extinction (environ 60 m<sup>3</sup>) s'écoulent dans le canal de BOURBOURG via un puisard et une canalisation mais aussi dans le sol au travers d'une tuyauterie d'infiltration dédiée aux eaux pluviales. Les services techniques de l'eau sont informés. D'après l'exploitant, 4 t de soufre ont brûlé. Le hangar ne disposait pas de détecteur de dioxyde de soufre et ne comportait pas d'exutoires de fumées. L'exploitant équipe ses employés de détecteurs de SO<sub>2</sub> et, dans l'attente de la mise en place d'une vidéosurveillance, missionne une société tiers pour surveiller le site en dehors des périodes de présence du personnel. Sur proposition de l'inspection des installations classées, le préfet prescrit par arrêté préfectoral l'installation de détecteurs de SO<sub>2</sub> dans les hangars de stockage, le curage des égouts susceptibles de contenir du soufre et la réalisation de prélèvements de sédiments dans le canal. Deux mois après jour pour jour, un nouveau départ de feu se produit dans un autre hangar de production de soufre, il est détecté par les 28 capteurs installés suite au précédent incendie et vite maîtrisé par les pompiers alertés par la société de surveillance (cf n° 36205). L'exploitante envisage une piste criminelle à ces 2 accidents et décide de renforcer la sécurité du site dont l'étendue (2 ha) complique la surveillance.

N°34095 - 12/01/2008 - CHINE - 00 - KUNMING

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Une explosion suivie d'un incendie fait 7 morts et 32 blessés parmi les employés d'une usine d'engrais. Datant de 1970, le site de plus de 50 ha, emploie près de 1 000 salariés. Sa production annuelle est de 1,39 Mt d'acide sulfurique et de 1,2 Mt d'engrais.

L'accident a lieu vers 4 h sur l'unité de production d'acide sulfurique, au niveau du bâtiment de stockage de fleur de soufre. Devant l'entrée du stockage, des employés sont alors occupés à charger des sacs de soufre. L'incendie déclenché par l'explosion sera maîtrisé par les secours vers 8 h. Selon le bureau de l'environnement de la ville, la qualité de l'air dans le voisinage de l'usine est restée normale. Une enquête est effectuée pour déterminer les causes de l'accident, le temps sec pourrait en être un facteur.

N°32061 - 07/08/2006 - FRANCE - 76 - FOUCART

H49.41 - Transports routiers de fret

Un accident impliquant un camion-citerne qui transporte 28 000 l de soufre liquide se produit vers 12h30 sur l'autoroute A29. La citerne s'est renversée sur la chaussée. Le chauffeur légèrement blessé est hospitalisé et 2 témoins sont légèrement incommodés. Les pompiers constatent la présence d'une fuite au niveau du trou d'homme avec un dégagement de vapeur. Environ 5 000 l de soufre s'échappent et se solidifient dans le fossé. La circulation est interrompue sur une voie et la société d'autoroute balise les lieux. Les pompiers mettent en place une lance à mousse en protection incendie puis maîtrisent la fuite. La citerne est relevée sans dépotage, puis remorquée par une société privée vers 16h45. Une autre société récupère les polluants et nettoie le sol. L'intervention des secours s'achève à 17h35.

N°38601 - 21/07/2007 - FRANCE - 76 - PETIT-COURONNE

C19.20 - Raffinage du pétrole

Dans une raffinerie, l'unité CLAUS traitant les gaz chargés en sulfure d'hydrogène ( $H_2S$ ) est arrêtée involontairement. L'ordre de fermeture des vannes en amont est donné mais la vanne d'entrée des gaz à stripper ne se ferme que 30 min plus tard et la vanne manuelle d'évacuation qui devait alors diriger les gaz vers l'incinérateur est en position fermée. Un mélange gazeux se retrouve dans la fosse à soufre et un flash se produit malgré la présence d'une garde hydraulique et l'engagement de l'inertage du bac à l'azote. Un départ de feu se produit rapidement éteint par les secours internes. L'inspection des installations classées se rend sur place. L'installation est arrêtée 4 semaines pour réparation. L'analyse réalisée par l'exploitant montre cet accident a pour origine une succession de plusieurs événements initiateurs non étudiés dans l'analyse de risques dont l'ouverture incomplète de la vanne manuelle sur la ligne 1" d'inertage à l'azote du bac. Au-delà du contrôle et de la réparation de la vanne d'entrée des gaz à stripper, plusieurs mesures correctives sont mises en place en liaison avec l'inspection des installations: remplacement de la vanne manuelle d'évacuation des gaz vers l'incinérateur par une vanne auto-régulée, abaissement du seuil de garde hydraulique dans le bac à soufre, rappel de la consigne d'ouverture complète de la vanne manuelle en cas d'inertage à l'azote du bac.

N°31993 - 04/07/2006 - FRANCE - 76 - LE HAVRE

C20.12 - Fabrication de colorants et de pigments

Dans une usine chimique, un feu se déclare vers 13h30 sous le toit d'un bac de stockage de soufre liquide rempli à 10 % de sa capacité (cylindre de 14 m de haut et 15 m de rayon - 15 000 t) et devant être mis à l'arrêt sous 2 mois. Le système d'extinction par ajout de vapeur (6,8 t/h) est automatiquement activé par le capteur de température situé sous le toit (seuil = 160 °C). Les pompiers internes mettent en place 2 petites lances pour refroidir le bac. Les secours externes sont

alertés et le POI de l'établissement est déclenché à 14h45. Le dispositif de secours est alors renforcé par une lance canon (3500 l/min) servant à refroidir la robe du bac et une grande lance sur échelle pour diluer les vapeurs soufrées s'échappant du toit et des événements. Néanmoins, un nuage de dioxyde et trioxyde de soufre (respectivement SO<sub>2</sub> et SO<sub>3</sub>) se forme au-dessus de la ville, la concentration en SO<sub>2</sub> mesurée par le réseau local de mesure de la pollution atmosphérique atteint un pic de 350 µg/m<sup>3</sup> sur 15 min. A 17 h, la concentration en SO<sub>2</sub> n'est plus que de 70 µg/m<sup>3</sup>. A 21 h, la température du bac se stabilise et les émanations de SO<sub>2</sub> cessent. Finalement, le POI est levé à 22 h. Le feu n'a concerné que le toit du bac, les 2 sondes de température situées au milieu et en fond de bac n'ayant pas montré d'élévation de température. De la fleur de soufre déposée sous la toiture et sur la charpente du bac a constitué le carburant de l'incendie, le comburant étant l'air qui circulait sous le toit via l'évent et les trous du toit endommagé. Différentes hypothèses sont avancées quant à l'ignition de l'incendie : auto-inflammation de sulfure de fer (FeS) pyrophorique, auto-inflammation de la fleur de soufre, phénomène électrostatique dû aux événements orageux qui ont précédé l'accident. Finalement, le bac est remplacé par un réservoir de volume 8 fois inférieur mais disposant d'une capacité d'injection de vapeur doublée. Ce réservoir est équipé d'un toit autoportant maintenu en température et d'un évent central tracé évitant ainsi le dépôt de fleur de soufre. Les autres mesures prises après l'accident concernent l'amélioration de la communication avec le Port Autonome du Havre et la révision du POI intégrant les données de ce feu.

N°30807 - 09/10/2005 - FRANCE - 57 - GANDRANGE

C24.10 - Sidérurgie

Un feu se déclare vers 4 h sur un stock de soufre dans une aciérie. Les secours maîtrisent le sinistre en 2h30.

N°30059 - 13/06/2005 - FRANCE - 33 - LORMONT

H49.41 - Transports routiers de fret

Un camion, circulant sur la rocade A630, perd 3 palettes de sacs de soufre en poudre (1 200 kg en sacs de 25 kg) de sa remorque. Le produit au sol brûle sur une distance de 50 m. La circulation est coupée sur la rocade et l'autoroute A10. Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. Un nuage de soufre reste limité au réseau autoroutier. Trois personnes exposées aux fumées sont hospitalisées. Une entreprise spécialisée enlève le produit puis nettoie la chaussée.

N°27981 - 11/08/2004 - FRANCE - 76 - LE GRAND-QUEVILLY

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Dans une industrie chimique, l'inflammation d'une fine couche (1 cm) de soufre solide de 6 m<sup>2</sup> est à l'origine d'un important dégagement de fumées irritantes. Par précaution, les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité et interrompent la navigation sur la SEINE. L'incendie est maîtrisé par les pompiers du site. L'inflammation de salissures sur le sol serait à l'origine de l'accident.

N°25148 - 01/07/2003 - IRAK - 00 - MOSSOUL

C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Un incendie se déclare dans une usine de soufre et se propage aux réserves voisines. Un pompier irakien décède des suites de blessures contractées lors de la lutte contre le sinistre. Selon des habitants, les nuages de fumée sulfureuse qui se sont répandus dans la région à la suite de cet incendie ont provoqué la mort par asphyxie d'au moins 4 personnes. Près de 300 soldats américains

et une centaine de pompiers irakiens parviennent à maîtriser le sinistre près de 3 semaines après son déclenchement. Ce sinistre serait dû à un acte de sabotage.

N°19818 - 28/05/2000 - INDE - 00 - PARADID

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Dans une usine chimique fabriquant des engrais et produits chimiques, un incendie se déclare dans un hangar stockant du soufre. L'accident provoque la mort de 3 employés et en blesse plusieurs autres. A la suite de l'événement, les employés arrêtent le travail en signe de protestation : un peu plus tôt dans la semaine, une fuite d'ammoniac a provoqué l'hospitalisation de 16 personnes dans cette même usine.

N°17290 - 22/02/2000 - FRANCE - 28 - AUNAY-SOUS-CRECY

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

Un feu se déclare sur un stock de 100 t de soufre dans une usine d'engrais. Une CMIC effectue des prélèvements d'air. Les effluents liquides ont été confinés sur place.

N°11635 - 30/12/1996 - INDE - 00 - BOMBAY

H52.22 - Services auxiliaires des transports par eau

Un important incendie se déclare lors du déchargement d'une cargaison de soufre du bateau vers le quai. Une étincelle sur le convoyeur à bande utilisé pourrait être à l'origine du sinistre. Il n'y a pas eu de blessé mais les dommages sont importants, le terminal de déchargement étant détruit. Par ailleurs, 3 500 t de soufre stockées dans 4 hangars sont également détruites. Le convoyeur, les dispositifs électriques de commande et l'alimentation ont été fortement endommagés.

N°7890 - 17/12/1995 - AFRIQUE DU SUD - 00 - SOMERSET WEST

C20.20 - Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques

A la suite d'un feu de broussailles attisé par un fort vent et ayant franchi 2 zones coupe-feu, un stock gouvernemental de 15 000 t de soufre (superficie du stock : 1,5 ha) s'enflamme et crée un nuage de SO<sub>2</sub>. Le nuage toxique est à l'origine du décès de 2 personnes et de l'hospitalisation d'une centaine d'autres dans la ville de MACASSAR. Les pluies acides qui s'ensuivent endommagent gravement les cultures de fruits et de légumes. Le sinistre est éteint notamment par des largages d'eau par 2 hélicoptères. 3 000 personnes sont évacuées.

N°6065 - 18/08/1995 - FRANCE - 57 - CREUTZWALD

H49.41 - Transports routiers de fret

Un chauffeur perd le contrôle de son poids lourd qui se renverse dans le fossé ; 26 t de soufre sous forme de granulés se déversent sur le sol. Les secours coupent la circulation pendant le relevage du camion et l'aspiration du soufre.

N°6041 - 06/07/1992 - FRANCE - 76 - ROGERVILLE

H52.24 - Manutention

Malgré toutes les précautions prises (mouillage du tapis transporteur, présence d'une moto-pompe, lances en batteries), un incendie se déclare sur un navire contenant une cargaison de 14 300 t de soufre en cours de déchargement. Le plan d'opération interne est mis en action. Le feu se communique du tapis transporteur aux deux tours placées devant le bâtiment de stockage, puis à

l'intérieur de celui-ci. Les sauveteurs évitent l'embrasement des 8 000 t de soufre situés à l'autre extrémité du bâtiment. Une étincelle produite par le choc d'un bloc de soufre sur le tapis roulant est à l'origine de l'accident.

N°4091 - 17/02/1992 - FRANCE - 57 - DIEUZE

C20.13 - Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Dans une unité de fabrication d'acide sulfurique, une étincelle d'origine électrique ou provoquée par le frottement d'un galet défectueux du pont roulant met le feu aux poussières de soufre déposées sur le rail de roulement. L'incendie gagne le stockage et endommage la toiture et l'éclairage. Il est maîtrisé en deux heures. Il n'y a pas de victime. L'atelier H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> est arrêté pendant 1 h. Les 50 m<sup>3</sup> d'eau utilisés pour l'extinction sont traités avant rejet.

N°4088 - 15/02/1992 - FRANCE - 76 - ROGERVILLE

C20.15 - Fabrication de produits azotés et d'engrais

A la suite d'un phénomène de "flash", un incendie se déclare dans un silo abritant 8 000 t de soufre destiné à la fabrication d'acide sulfurique. Du dioxyde de soufre se dégage dans l'atmosphère. 1 ouvrier, grièvement brûlé, est hospitalisé dans un service spécialisé. L'atelier est évacué, un navire à quai et une entreprise voisine sont mis en alerte. La route est bouclée durant l'intervention.

N°14756 - 29/10/1979 - FRANCE - 95 - SANNOIS

C20.1 - Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique

Dans une usine chimique, un incendie se déclare dans un conteneur de soufre et se propage à des conteneurs d'engrais, d'insecticide et d'acide chlorhydrique.



***Annexe 2 : Fiche de données de sécurité du soufre***

**Sultran Ltd.**

Fiche signalétique de sécurité conformément au règlement européen 1907/2006, Article 31

**Soufre élémentaire solide de préparation commerciale**

Date de rédaction : le 19 juillet 2010

<b>Section 1 : IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE/PRÉPARATION ET DE LA SOCIÉTÉ/ENTREPRISE</b>
---

**1.1 Identification de la substance ou préparation :**

**Nom du produit :** Soufre élémentaire solide de préparation commerciale

**Code :** Non disponible

**Synonymes :** Numéro STCC : 14-716-15  
BCSN – Soufre (formé, préparé) Groupe – C  
Numéro de CAS : 7704-34-9 (soufre élémentaire)  
Soufre, soufre natif

**1.2 Utilisation de la substance/préparation**

**Utilisation du produit :** Production d'acide sulfurique, de produits chimiques et d'engrais

Pour toute information concernant l'application spécifique du produit. Prière de consulter la Fiche signalétique technique appropriée ou de vous adresser à un représentant de notre entreprise.

**1.3 Identification de la société/entreprise :**

**Nom de l'entreprise :** Sultran Ltd.

**Adresse :** 2840 Bow Valley Square 2  
205 – 5th Avenue S.W.  
Calgary, Alberta  
T2P 2V7

**Téléphone :** (403) 996-6666

**Courriel :** Division des opérations : [sultranops@sultran.com](mailto:sultranops@sultran.com)

**1.4 Urgences :** (613) 996-6666

**Association/Organisation :** CANUTEC

**Version antérieure :** sans objet

<b>Section 2 : IDENTIFICATION DES DANGERS</b>
---

**VUE D'ENSEMBLE DES URGENCES****Classification GHS :**

Irritation cutanée, catégorie 2

**Dangers chimiques/physiques :**

Non-inflammable tel que fourni. Inflammable sous sa forme solide pulvérisée. Des vapeurs et des gaz toxiques irritants, tels le sulfure d'hydrogène et le dioxyde de soufre peuvent se dégager lors de la décomposition thermique.

**Risques pour la santé humaine :**

Cause des irritations cutanées.

**Risques pour l'environnement :**

Ce produit ne devrait pas être toxique pour la vie aquatique.

**Couleur :**

Jaune vif. La contamination du produit peut entraîner une coloration allant du brun au noir.

**État physique :**

Solide, se présentant sous les formes solides suivantes :

**Sphériques**, ou particules de forme généralement sphérique, notamment sous forme de granules, de perles ou de pastilles;

**Hémisphériques :**

**Bi-dimensionnelles**, notamment sous forme de lamelles ou de paillettes.

**Odeur :**

Inodore lorsque pur. Odeur d'œufs pourris lorsqu'il y a présence de sulfure d'hydrogène.

**Étiquetage GHS :****Symboles :****Mot indicateur :**

Attention

**Mentions de danger :**

H315 : cause des irritations cutanées.

**Conseils de prudence :****Prévention :**

P280 : porter des gants et des lunettes protecteurs.

**Intervention :**

P302 + P352 : S'IL Y A CONTACT AVEC LA PEAU : laver abondamment à l'eau et au savon.

**Effets potentiels sur la santé :**

Pour plus d'information, consulter la Section 11.

**Voies d'exposition probables :**

Contact avec les yeux, la peau, inhalation, ingestion.

**Effets et symptômes :****Yeux :**

Peut causer de l'irritation oculaire. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de rougeurs, d'enflure, de douleur, de lésion et de vision floue ou embrouillée.

**Peau :**

Peut causer de l'irritation cutanée. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de rougeur localisée, d'enflure et de démangeaison.

**Ingestion :**

Peut causer de l'irritation gastro-intestinale. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de douleurs abdominales, de maux d'estomac, de nausée, de vomissements et de diarrhée.

**Inhalation :**

Peut causer de l'irritation des voies respiratoires. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de toux, d'éternuements, d'écoulement nasal, de maux de tête, d'enrouement et de douleurs du nez et de la gorge. Il peut se dégager de ce produit (particulièrement lorsqu'il est frais) des gaz de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) qui peuvent s'accumuler dans les espaces clos. Les effets aigus peuvent varier selon la concentration de H<sub>2</sub>S libéré et aller de légères irritations aux yeux, au nez et à la gorge (à une concentration d'environ 100 ppm) jusqu'à la perte de

conscience soudaine ou la mort ( à une concentration s'approchant de 500 ppm).

**Effets chroniques :** Un contact prolongé ou répété avec la peau peut assécher cette dernière et causer de l'irritation.

**Problèmes de santé aggravés par l'exposition :** Asthme

**Organes cibles :** Peau, yeux, appareils respiratoire et gastro-intestinal.

**Effets potentiels sur l'environnement :** Pour plus d'information, consulter la Section 12.

Ce produit ne contient aucune substance cancérigène ou potentiellement cancérigènes, telles que répertoriées par ACGIH, IARC, OSHA ou NTP.

### Section 3 : COMPOSITION / INFORMATIONS SUR LES COMPOSANTS

Ingrédient	No. de CAS	No. de EC	% pds	Classification	
				DSD/DPD *	CLP/GHS
Soufre (solide)	7704-34-9	231-772-6	60 – 100	Xi; R38	H315
Sulfure d'hydrogène	7783-06-04	231-977-3	Trace*	F+; R12	H220
*Trace dans le soufre non-dégazé				T+; R26	H280
				N; R50	H330
					H319
					H371
					H400
					H410

\*Voir la Section 16 pour le texte complet des phrases-R. Les valeurs limites d'exposition professionnelle, si disponibles, figurent à la Section 8.

### Section 4: PREMIERS SECOURS

**Contact avec les yeux :** Rincer abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes. Si des signes et/ou symptômes apparaissent et persistent, demander conseil à un médecin.

- Contact avec la peau :** S'IL Y A CONTACT AVEC LA PEAU : rincer abondamment à l'eau et au savon. Si des signes et/ou symptômes apparaissent et persistent, demander conseil à un médecin.
- Inhalation :** Transporter la victime au grand air. Si la respiration est irrégulière ou si la personne ne respire pas, donner la respiration artificielle. Demander immédiatement conseil à un médecin.
- Ingestion :** Généralement non requis. NE PAS faire vomir la victime, sauf si recommandé par un personnel médical compétent. Ne rien faire avaler à une personne inconsciente. Faire boire 1 ou 2 verres d'eau. Si des signes et/ou symptômes apparaissent et persistent, demander conseil à un médecin.
- Conseils généraux :** Dans le cas d'un accident ou si vous vous sentez indisposé, demandez immédiatement conseil à un médecin (si possible, lui faire lire l'étiquette ou les directives du CCHST).
- À l'attention du médecin :** Les symptômes peuvent tarder à apparaître.

<b>Section 5 – MESURES DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE</b>
---

- Inflammabilité :** Brûle lentement à l'air avec une flamme claire qui peut être difficile à détecter, surtout dans une atmosphère à faible teneur en humidité. Inflammable sous forme solide pulvérisée. Éviter le contact avec les tuyaux d'échappement chauds et les sources d'allumage par étincelle (p.ex. les véhicules sur chenilles d'acier). Non-conforme aux critères de classification de la classe 4.1 portant sur les solides inflammables du règlement de l'IMOT/TDG.
- Moyens d'extinction :**
- Agents d'extinction appropriés:** Poudre chimique; eau pulvérisée; mousse; CO<sub>2</sub>.
- Agents d'extinction inappropriés:** sans objet
- Risques particuliers résultant de l'exposition :**
- Produits de combustion :** Du sulfure d'hydrogène et/ou d'autres oxydes de soufre peuvent être libérés lors de la combustion.
- Protection des pompiers :** Se tenir dans la direction du vent. Porter un équipement complet de protection anti-feu (équipement Bunker complet) et un appareil respiratoire autonome (SCBA). Des émanations et gaz toxiques et nocifs de sulfure

d'hydrogène et de dioxyde de soufre peuvent se dégager lors de la décomposition thermique.

**Données sur l'explosibilité :**

**Sensibilité aux chocs :**

Ce produit n'est pas sensible aux chocs.

**Sensibilité aux décharges statiques :** Sous forme pulvérisée, ce produit est sensible aux décharges statiques et former avec l'air des mélanges explosifs.

Si le soufre est non-dégazé et que des traces de sulfure d'hydrogène se libèrent dans un « espace de tête » clos, la LEI de 3,2% de sulfure d'hydrogène par volume d'air risque d'être dépassée.

<b>Section 6 : MESURES DE REJET ACCIDENTEL</b>
--

**Précautions de sécurité pour les individus :**

Éliminer toute source d'ignition. Porter un équipement de protection, tel que recommandé dans la section 8. Isoler la zone à risque et en interdire l'accès à tout personnel non-autorisé ou dont la présence n'est pas requise.

**Mesures pour la protection de l'environnement :**

Ne pas laisser le produit pénétrer les réseaux de canalisation, d'égouts, les fossés de drainage et les cours d'eau.

**Mesures de confinement :**

Contenir tout déversement. Éviter la formation de poussière. Récupérer le produit si possible. Les réactions environnementales sont minimales si le produit est gardé au frais et au sec. Ne pas déverser dans les égouts ou laisser pénétrer les cours d'eau.

**Mesures de nettoyage :**

Utiliser de l'équipement à l'épreuve des explosions. La poussière peut être un facteur d'incendie ou d'explosion. La balayer et la déposer à la pelle dans des contenants appropriés afin qu'elle puisse être éliminée.

**Informations supplémentaires :**

Disposer du produit selon les règlements fédéraux, provinciaux et locaux. Se conformer aux exigences fédérales, provinciales et locales concernant les avis de déversement.

## Section 7: MANUTENTION ET STOCKAGE

### 7.1. Manutention :

Tenir éloigné de la chaleur, des étincelles, des flammes nues et des surfaces chaudes. - Il est interdit de fumer. Conteneurs et équipement de réception fixés au sol. Utiliser de l'équipement électrique, de ventilation et d'éclairage à l'épreuve des explosions. Éviter le contact avec la peau et les yeux. Ne pas ingérer. Éviter de respirer les poussières. Manipuler et ouvrir le conteneur avec précaution. Protéger de l'humidité. Éviter de boire ou de manger lors de l'utilisation. Vous laver les mains avant de boire, de manger ou de fumer. Porter des gants et des vêtements protection, ainsi qu'un appareil de protection pour les yeux et le visage (voir la Section 8 pour des informations supplémentaires). Protéger l'équipement contre la corrosion causée par le soufre élémentaire humide.

### 7.2 Stockage

Maintenir une ventilation adéquate en tout temps. L'espace de tête dans les citernes de stockage peut contenir des gaz toxiques de sulfate d'hydrogène. Maintenir le produit au frais et au sec. Garder à l'écart des sources d'ignition. Éviter la création et l'accumulation de poussière. La rotation du stock peut contribuer à minimiser le développement d'acidité. Le développement d'acidité peut engendrer la corrosion des matériaux de structure en métal ou en béton. Garder hors de la portée des enfants.

### 7.3 Utilisation(s) spécifiques :

Pour de l'information concernant les applications spécifiques du produit, consulter la Fiche signalétique technique appropriée ou vous adresser à un représentant de notre entreprise.

## Section 8 : CONTRÔLE DE L'EXPOSITION ET PROTECTION INDIVIDUELLE

### 8.1 Composantes présentant des valeurs-seuil

Ingrédient	Autorité	Type	Limite	Notes
Soufre (solide)	ACGIH	TWA	10mg/m <sup>3</sup>	Inhalable
Soufre (solide)	ACGIH	TWA	3mg/m <sup>3</sup>	Respirable
Soufre (solide)	OSHA	PEL	15mg/m <sup>3</sup>	Poussières totales (TWA)
Soufre (solide)	OSHA	PEL	5mg/m <sup>3</sup>	Fraction respirable
Sulfure d'hydrogène	ACGIH	STEL	5 ppm	
Sulfure d'hydrogène	ACGIH	TWA	1 ppm	
Sulfure d'hydrogène	OSHA	PEL	20 ppm	Plafond
Sulfure d'hydrogène	NIOSH	IDLH	100 ppm	

### 8.2 Contrôle de l'exposition:

#### Contrôles techniques :

Assurer une ventilation adéquate afin de maintenir les niveaux de poussière et de sulfure d'hydrogène en suspension dans l'air en deçà des seuils d'exposition recommandés. Utiliser de l'équipement électrique, de ventilation et d'éclairage à l'épreuve des explosions. De



l'équipement et des outils non-ferreux sont recommandés. Éviter au maximum les possibilités de contact du produit avec des sources de chaleur de haute température. Les propriétés corrosives du soufre élémentaire à l'état humide, dans le cas même où un pH neutre est maintenu, doivent être considérées. Éviter l'utilisation du cuivre. Éviter au maximum les possibilités de choc ou d'abrasion lors de la manutention. Contrôler et traiter l'acidité des écoulements.

**Protection individuelle :**

**Protection des yeux et de la peau :** Lunettes de sécurité. Des lunettes étanches à ventilation indirecte sont recommandées s'il y a production de poussière lors de la manutention du produit. S'assurer que des stations de douche oculaire soient à proximité immédiate du poste de travail.

**Protection des mains :**

Gants imperméables (de néoprène par exemple). Si le produit est chaud, des gants offrant une protection thermique sont recommandés. Pour de l'information supplémentaire, consulter les instructions du fabricant.

**Protection respiratoire :**

Lorsque la production de poussière ou de dioxyde de soufre ne peut être maintenue dans la limite des seuils acceptables, utiliser une cartouche/filtre pour gaz acides de type /P100 approuvée par la NIOSH. S'il y a présence, ou possibilité de présence, dans un espace clos de taux dangereux de sulfure d'hydrogène, un appareil de respiration approuvé par la NIOSH ou un appareil de respiration autonome (SCBA) doivent être utilisés.

**Mesures générales d'hygiène :**

Manipulez selon les pratiques de sécurité et d'hygiène industrielles établies.

**8.2.2 Contrôle de l'exposition environnementale :**

Se conformer à toutes les lois applicables en matière de protection de l'environnement.

<b>Section 9 : PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES</b>
--

**9.1. Information générale :**

**Apparence :**

Solide, se présentant sous les formes solides suivantes:

**Sphériques**, ou particules de forme généralement sphérique, notamment sous forme de granules, de perles ou de pastilles;

**Hémisphériques** :

**Bi-dimensionnelles**, notamment sous forme de lamelles ou de paillettes.

**NOTE** :\_Le soufre se présentant sous ces formes solides n'est pas inclus dans la Classe 4.1 de l'Annexe 2, Disposition particulière 33(b). Il est identifié comme appartenant au Groupe « C » du Code IMSBC (Édition 2009).

**Couleur** : Jaune vif. La contamination du produit peut entraîner une coloration allant du brun au noir.

**Odeur** : Inodore lorsque pur. Odeur d'œufs pourris lorsqu'il y a présence de sulfure d'hydrogène.

**Seuil olfactif** : 0,00047 ppm (Sulfure d'hydrogène) – Œufs pourris  
0,5 ppm (Dioxyde de soufre) – Acide, âcre.

**État physique** : Solide

## 9.2. Informations importantes relatives à la santé, la sécurité et l'environnement :

**pH (1% en solution aqueuse)** : 2 – 4

**Point d'ébullition/Intervalle d'ébullition** : 444°C

**Point d'éclair**: 207°C

**Inflammabilité (forme solide, gazeuse)** : Non-inflammable tel que fourni. Inflammable sous sa forme solide pulvérisée.

**Limite inférieure d'inflammabilité** : 35g/m<sup>3</sup> (soufre solide pulvérisé)

**Limite supérieure d'inflammabilité** : 1 400g/m<sup>3</sup> (soufre solide pulvérisé)

**Propriétés explosives** : Sous forme pulvérisée, ce produit peut former avec l'air des mélanges explosifs.

**Propriétés oxydantes** : Non disponibles.

**Pression de vapeur**: 0,11 mm de Hg (140°C)

**Densité relative** : 1,92 – 2,07 (Eau =1)

<b>Solubilité :</b>	Soluble dans le sulfure de carbone.
<b>Solubilité dans l'eau :</b>	Insoluble
<b>Coefficient de partition (octanol/eau) :</b>	Non disponible
<b>Viscosité :</b>	Non disponible
<b>Densité de vapeur :</b>	Non disponible
<b>Vitesse d'évaporation :</b>	Négligeable
<b>9.3 Autres informations :</b>	
<b>Point de fusion/congélation :</b>	112-119 (°C) selon la pureté et la forme moléculaire/cristallographique (change avec le temps).
<b>Température d'auto-ignition :</b>	190°C (particules en suspension dans l'air)
<b>Densité :</b>	<b>Sous forme de bloc :</b> 1,92 – 2,07g/cm <sup>3</sup> <b>Présentation commerciale en granules :</b> 1,04 -1,44 g/cm <sup>3</sup>
<b>Température de décomposition :</b>	Non disponible
<b>Pourcentage de volatilité, % pds :</b>	Non disponible
<b>Contenu de COV, % pds :</b>	Non disponible

<b>Section 10 : STABILITÉ ET RÉACTIVITÉ</b>
---

- 10.1 Conditions à éviter :** Éviter les chocs, abrasion et frottements inutiles. Tenir éloigné de la chaleur, des étincelles, des flammes nues, des surfaces chaudes et de tout contact avec des matières incompatibles.
- 10.2 Matières à éviter :** L'eau. Les oxydants forts. Les halogènes. Incompatible avec les oxydants forts (p.ex. : acide nitrique, nitrates, peroxydes, chlore, chlorates) à proximité desquels le produit ne devrait être ni transporté ni entreposé. Que le produit soit acide ou non il est, lorsqu'humide, corrosif pour l'acier et certains autres métaux.

**Produits de décomposition dangereux :**

Du sulfate d'hydrogène et/ou des oxydes de soufre peuvent se dégager lors de la combustion.

**Stabilité chimique :**

Généralement stable dans des conditions climatiques appropriées mais réagit lentement au contact avec l'air et l'eau (action microbienne) pour libérer des produits acides (dioxyde de soufre, acides sulfurique et sulfureux).

**Possibilité de réactions dangereuses :**

Dans des conditions humides, le soufre peut produire des solutions acides et/ou corrosives. En présence d'humidité, de fer et d'oxygène, le soufre a la capacité de produire du fer pyrophorique spontanément combustible.

**Section 11: INFORMATIONS TOXICOLOGIQUES**
**Toxicité aiguë :**

<b>Ingrédient :</b>	<b>No. de CAS</b>	<b>LD<sub>5</sub> (ingestion)</b>	<b>LD<sub>50</sub> (voie cutanée)</b>	<b>LC<sub>50</sub></b>
Soufre (solide)	7704-34-9	>8437 mg/kg (rat)	n.d.	n.d.
Sulfate d'hydrogène	7783-06-04	n.d.	n.d.	444ppm (rat)

**Produits de combustion et de décomposition dangereux :**

**Sulfate d'hydrogène :** Peut causer l'irritation des yeux et du système respiratoire. La surexposition aiguë peut causer des maux de gorge, de l'essoufflement (dyspnée), des maux de tête, de la confusion, la perte de coordination et la perte d'odorat (anosmie). La surexposition aiguë (à des concentrations élevées > 400 ppm) peut entraîner l'altération des fonctions motrices, la perte de conscience, l'accumulation de fluide dans les poumons (œdème pulmonaire) et la mort.

**Dioxyde de soufre :** Peut causer l'irritation des yeux, de la peau et du système respiratoire. La surexposition aiguë peut entraîner des difficultés à respirer, un rétrécissement des voies respiratoires et l'accumulation de fluide dans les poumons (œdème pulmonaire). La surexposition chronique peut provoquer de la bronchite, de la sécheresse de la bouche et de la gorge et l'érosion de l'émail dentaire.

**Corrosion/Irritation cutanée :** Peut causer l'irritation de la peau dont les signes et symptômes peuvent se manifester sous forme de rougeurs localisées, d'enflure et de démangeaisons.

**Lésions oculaires graves/Irritation :** Peut causer de l'irritation oculaire dont les signes et symptômes peuvent se manifester sous forme de

rougeurs, d'enflure, de douleur, de lésion et de vision floue ou embrouillée.

**Sensibilisation respiratoire ou cutanée :** Non dangereux selon les critères du SIMDUT/OSHA.

**Narcose :** Donnée non disponible.

**Dangers d'aspiration :** Absence de danger d'aspiration.

**Toxicité par administration réitérée :** Donnée non disponible.

**Cancérogénicité :**

Ingrédient	ACGIH	IARC	OSHA	NTP	Prop. 65
Soufre (solide)	non-énuméré	non-énuméré	non-énuméré	non-énuméré	non-énuméré

**Mutagénicité :** Non dangereux selon les critères du SIMDUT/OSHA.

**Mutagénicité sur les cellules germinales :** Non dangereux selon les critères du SIMDUT/OSHA.

**Toxicité reproductrice :** Non dangereux selon les critères du SIMDUT/OSHA.

**Fertilité :** Non dangereux selon les critères du SIMDUT/OSHA.

**Organes cibles :** Poumons

**Toxicité spécifique – Exposition unique :** Donnée non disponible.

**Toxicité spécifique – Exposition répétée :** Donnée non disponible.

**Produits toxicologiquement synergiques :** Non disponible

**Effets chroniques :** Les expositions répétées ou prolongées à des concentrations en excès de 10 mg/m<sup>3</sup> peuvent provoquer des maladies pulmonaires, telles la bronchite et l'emphysème.

**Voies d'exposition probables :** Contact oculaire, cutané, inhalation et ingestion.

**Symptômes :**

**Oculaires :** Peut causer de l'irritation oculaire. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de rougeurs, d'enflure, de douleur, de lésion et de vision floue ou embrouillée.

- Cutanés :** Peut causer de l'irritation cutanée. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de rougeur localisée, d'enflure et de démangeaison.
- Ingestion :** Peut causer de l'irritation gastro-intestinale. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de douleurs abdominales, de maux d'estomac, de nausée, de vomissements et de diarrhée.
- Inhalation :** Peut causer de l'irritation des voies respiratoires. Les signes et symptômes peuvent se présenter sous forme de toux, d'éternuements, d'écoulement nasal, de maux de tête, d'enrouement et de douleurs du nez et de la gorge. Il peut se dégager de ce produit (particulièrement lorsqu'il est frais) des gaz de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) qui peuvent s'accumuler dans les espaces clos. Les effets aigus peuvent varier selon la concentration de H<sub>2</sub>S libéré et aller de légères irritations aux yeux, au nez et à la gorge (à une concentration d'environ 100 ppm) jusqu'à la perte de conscience soudaine ou la mort (à une concentration s'approchant de 500 ppm).

## Section 12: INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

### 12.1 Écotoxicité :

Ingrédient	No. de CAS		
Soufre (solide)	7704-34-9	LC <sub>50</sub>	866 mg/L, 96 h. (brachidanio rerio)
Soufre (solide)	7704-34-9	LC <sub>50</sub>	>180mg/L, 96 h. (oncorhynchus mykiss)
Sulfure d'hydrogène	7783-06-4	LC <sub>50</sub>	0,0448 mg/L (lepomis macrochirus) [renouvellement continu]
Sulfure d'hydrogène	7783-06-4	LC <sub>50</sub>	0,016 mg/L (pimephales promelas) [renouvellement continu]
Sulfure d'hydrogène	7783-06-4	EC <sub>50</sub>	0,022 mg/L (gammarus pseudolimnaeus)

- 12.2 Mobilité :** La poussière de soufre peut être se transporter, depuis son point de départ, à des distances considérables, surtout dans des conditions venteuses et de basse teneur en humidité. L'exposition prolongée à cette poussière peut être nocive pour le sol et la végétation.

### 12.3 Persistance et biodégradabilité :

Le soufre solide est biodégradable; sa réduction microbologique en sulfate d'hydrogène ou son oxydation en substances acides du groupe

oxy-sulfureux sont possibles. Ces deux produits sont susceptibles d'avoir des conséquences sur l'environnement. Il est préférable de récupérer les déchets riches en soufre plutôt que de les éliminer avec les autres déchets solides. Des appareils de reprise destinés aux déchets de soufre commercial sont disponibles. L'évacuation doit être faite dans un site de décharge agréé pour l'élimination du soufre élémentaire. L'application simultanée de carbonate de calcium est normalement requise.

**12.4 Potentiel bio-accumulatif :** Le produit n'est pas considéré comme bio-accumulatif.

**12.5.Résultats de l'évaluation PBT :** Donnée non disponible

**12.6 Autres effets nocifs :** Donnée non disponible

### Section 13 : CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ÉLIMINATION

#### Instructions relatives à l'élimination :

L'élimination du produit devrait être exécutée conformément aux lois et règlements régionaux, nationaux et locaux. Les règlements locaux peuvent éventuellement présenter des exigences plus strictes que celles imposées par les règlements régionaux ou nationaux.

### Section 14: INFORMATIONS RELATIVES AU TRANSPORT

**Code unifié des marchandises :** STCC no. 14-716-15

**No. ONU** Non-réglementé

**Classe(s) de danger relative(s) au transport :** Non-réglementé

**Désignation officielle de transport ONU :** Non-réglementé

**Groupe d'emballage :** Non-réglementé

**Code d'étiquetage :** Non-réglementé

**L'amendement no. 27-94 du Code IMDG s'appliquant aux règlements en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1995 spécifie que la Classe 4.1 du règlement IMDG ne s'applique pas au soufre élémentaire solide, de préparation commerciale, tel que défini à la Section 3 de cette FSSP sous la rubrique « État physique ».**

**Information spéciale d'expédition :** Lorsque expédié en vrac, gardez le produit au frais et bien ventilé. Minimiser l'exposition directe au vent. Si le produit est transporté dans une automobile ou un camion ouverts, entreposer sous le plat-bord. Éviter d'exposer à des sources de chaleur intense (à de la braise, par exemple). Si le produit est humide, s'assurer d'en protéger le contenant contre les effets de la corrosion. S'il y a corrosion, il est raisonnable de

s'attendre à ce que le produit corrosif puisse s'auto-enflammer en contact avec l'air. Il existe des limites fixées par l'IATA quant au transport d'échantillons par voies aériennes.

### Section 15 : INFORMATIONS RÉGLEMENTAIRES

**Évaluation de la sécurité chimique :** Aucune évaluation de la sécurité chimique des substances incluses dans ce produit n'a été effectuée.

**Exigences d'étiquetage en conformité avec les directives 67/548/EEC et 1999/45/EC :**

**Symbole de danger(s) :**



**Indication de danger :** Irritant

**Phrases de risques :** R38 : Irritant pour la peau.

**Phrases de sécurité :** S2 : Garder hors de la portée des enfants.  
S46 : Dans le cas d'ingestion, demander immédiatement conseil à un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette.

**Le règlement REACH / Règlement (CE) no 1907/2006 :**

**Autorisations données en vertu du Titre VII :** Aucune

**Restrictions en vertu du Titre VIII :** Aucune

**Inventaires chimiques :**

**Canada (DSL) :** Les composantes de ce produit sont conformes aux exigences du Règlement sur les renseignements concernant les substances chimiques de la LCPE, 1999.

**EC (EINECS/ELINCS)** Toutes les composantes de ce produit sont classifiées à l'Inventaire européen des produits chimiques commercialisés (EINECS) et sont exemptes de polymères dont les monomères sont classifiés à l'EINECS.



**É .U. (TSCA)**

Les composantes de ce produit sont conformes aux exigences du Règlement sur les renseignements concernant les substances chimiques du TSCA.

**Règlements nationaux****Canada**

Ce produit a été classifié conformément aux critères de danger énoncés dans le Règlement sur les produits contrôlés et cette FSSP contient toute l'information exigée par le Règlement sur les produits contrôlés.

**Classification SIMDUT :** Ce produit n'est pas contrôlé

**Symbole de danger :** Aucun

**États-Unis**

Cette FSSP a été conçue de façon à se conformer à la norme du *Hazard Communication Standard* de l'OSHA, É.U., 29 CFR 1910.1200.

**Réglementation d'État****Massachusetts**

*US Massachusetts Commonwealth's Right-to-Know Law* (Appendices A à 105 des Règlements du *Code of Massachusetts*, Section 670.000).

**Composante:** **No. de CAS**

Soufre (solide) 7704-34-9

**New Jersey**

*US New Jersey Worker and Community Right-to-Know Act* (Section annotée de la Loi du New Jersey 34; 5A-5)

**Composante:** **No. de CAS**

Soufre (solide) 7704-34-9

Sulfure d'hydrogène 7783-06-04

**Pennsylvanie**

*US Pennsylvania Worker and Community Right-to-Know Act* (34 Pa. Code Chap. 301-323)

**Composante:** **No. de CAS**

Soufre (solide) 7704-34-9

Sulfure d'hydrogène 7783-06-04

**Californie**

**California Prop 65:** Ce produit ne contient aucune substance reconnue par l'État de Californie comme étant cancérigène ou susceptible de causer des malformations congénitales ou d'autres troubles de la reproduction.

<b>Section 16 : Autres informations</b>
---

**Texte complet des Phrases-R mentionnées****aux sections 2 et 3 :**

R12 : Extrêmement inflammable.

R26 : Très toxique si inhalé.

R38 : Irritant pour la peau.

R50 : Très toxique pour les organismes aquatiques.

**Historique de révision :**

sans objet

**Dénégation de responsabilité:**

Les informations contenues dans cette fiche proviennent de sources que nous considérons être dignes de foi. Néanmoins, Sultran Ltd, ne donne aucune garantie quant à leur exactitude ou à leur intégralité. Cette information est fournie à titre de service aux parties intéressés, susceptibles de manipuler du soufre élémentaire solide de préparation commerciale. Sultran Ltd. décline expressément toute responsabilité en cas de perte ou dommage, y compris les préjudices collatéraux, ou les blessures (ou décès) directement ou indirectement occasionnés par l'utilisation de ce produit ou le recours à cette information.

**Version :** 1.0**Date de rédaction :** Le 19 juillet 2010**Version préalable :** sans objet**GHS FSSP rédigé par :** **Deerfoot Consulting Inc.**  
**Téléphone: (403) 720-3700**



***Annexe 3 : Note de calcul du dimensionnement des ouvrages de traitement des effluents***

Le dimensionnement des ouvrages de traitement de l'eau, de la consommation en eau a été réalisé de la manière suivante.

## 1. VOLUMES ET DEBITS D'EAU CONSIDERES POUR LES CALCULS

### a) Eau de lavage

Les camions (roues et godets) sont actuellement lavés à la lance RIA, pour éviter de contaminer la route avec du soufre.

On estime le débit de lavage à environ 157 l/mn sous 7 bars pour un RIA DN 40.

On compte 10 mn pour laver un camion et l'aire de lavage.

Trafic : 6 camions par semaine à raison de 2 lavages par camion

3 chargeuses par jour, soit 6 lavages par jour

Soit un total de 54 lavages par semaine.

	Quantité	Unité
Fréquence de lavage de la chargeuse	6	Nombre / jour
Fréquence de lavage des camions de livraison de soufre	12	Nombre / semaine
Fréquence de lavage maxi/jour	10	Nombre maxi/ jour
Temps de lavage	10	mn
Volume d'eau / lavage	1.6	m <sup>3</sup> / lavage
Volume total / semaine	86.4	m <sup>3</sup> / semaine
Volume de pointe / jour	16	m <sup>3</sup> / jour
Débit de pointe / lavage	2.6	l/s

L'utilisation d'un nettoyeur haute pression permettrait de réduire les consommations d'eau d'environ 80 %. Les débits de pointe sont très faibles comparés au débit d'eau de pluie.

Le volume total hebdomadaire fournit la fréquence minimale de vidange du bassin de neutralisation en cas de temps sec, soit 1,7 fois par semaine en considérant le débit du RIA. En utilisant un nettoyeur haute pression, la consommation d'eau hebdomadaire pour le lavage des véhicules est estimée à 17 m<sup>3</sup>, correspondant à une vidange toutes les 3 semaines.

### b) Eau de pluie

Si on considère une surface de dalle réduite au minimum nécessaire pour l'activité de stockage et chargement :

	Quantité	Unité
Surface de dalle	1263	m <sup>2</sup>
Premiers flots	25	Mm
Volume de premiers flots	32	m <sup>3</sup>
Intensité pluie décennale	157*	mm/h
Temps de concentration	6	Mn
Débit de pointe	55,1	l/s

\*courbe IDF Nouméa

Source : Gestion des eaux et besoins en extinction incendie du Parc à Soufre – A2EP – Janvier 2014

## 2. SYSTEME DE TRAITEMENT DES EAUX

### a) Décantation du soufre

Le dimensionnement est fait selon la norme NF EN 858-2, appliquée aux sites de lavage pour véhicules de chantier, machines de chantier et machines agricoles ou sites de lavage de camions :

Le volume minimal de débourbeur est donc :

$$V = \frac{300 \cdot TN}{Fd} = 6000 \text{ litres}$$

TN = 20 l/s, taille nominale du séparateur d'hydrocarbures (voir paragraphe suivant)




Fd = 1, facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures concernés

D'où V = 6 m<sup>3</sup>

Par sécurité, le volume de débourbeur retenu est largement surdimensionné à 10 m<sup>3</sup>.

### b) Séparateur d'hydrocarbures

L'arrêté ICPE mentionne comme zones risquant d'être polluées aux hydrocarbures :

-  Les ateliers de réparation et d'entretien des engins mobiles,
-  Des stockages de liquides inflammables,
-  Des installations de traitement des huiles usagées

La zone de stockage soufre ne peut pas être considérée comme zone à risque dans sa totalité, seule la zone de lavage de camion est réellement concernée : on pourrait donc réduire la surface potentiellement polluée aux hydrocarbures à la zone de lavage, soit environ 310 m<sup>2</sup>.

Cependant la totalité des eaux de pluie de la dalle de stockage (soit 1263 m<sup>2</sup>) sera dirigée vers la zone de traitement des eaux et passera à travers le débourbeur pour éliminer le soufre solide.

Selon l'arrêté ICPE, la zone polluée aux hydrocarbures devra être équipée d'un séparateur d'hydrocarbure, dimensionné pour un débit de pluie minimum de  $45\text{l/h/m}^2$ , soit  $15.8\text{ l/s}$  pour une surface de  $1263\text{ m}^2$ .

Dimensionnement du séparateur d'hydrocarbure suivant la norme NF EN 858-2 :

Le débit de pointe d'eau de pluie sur la dalle étant estimé à  $55\text{ l/s}$  (voir tableau du paragraphe 1.b), celui-ci est bien supérieur au débit minimum du séparateur d'hydrocarbure défini par l'arrêté ICPE.

Les coefficients de ruissellement et facteurs relatif à la masse volumique sont pris égaux à 1, par souci de simplification

La norme permet de dimensionner le séparateur pour 20% du débit d'eau de pluie décennale s'il est équipé d'un déversoir d'orage (by-pass), soit :

$0.2 \times 55 = 11\text{ l/s}$  (valeur inférieure au débit minimum défini par l'ICPE)

Il faudrait encore ajouter à cela le débit d'eau de lavage ( $2.6\text{ l/s}$  en pointe) mais la norme autorise de ne considérer que la plus grande valeur entre le débit d'eau de pluie et le débit d'eau de lavage.

Le séparateur sera dimensionné pour le débit minimum imposé par l'arrêté ICPE (soit  $15.8\text{ l/s}$ ). Conformément à la norme NF EN 858-1, la taille nominale TN de séparateur est choisi immédiatement supérieure, soit  $20\text{ l/s}$ .

Un by-pass sera installé sur le séparateur (déversoir d'orage) permettant aux fortes pluies de s'évacuer vers le bassin de rétention.

### c) Neutralisation à la soude caustique

La réaction est lente : il est considéré en première approche un temps de séjour de 60 mn pour assurer une réaction complète.

	Quantité	Unité
pH	3	
Temps de séjour	15	mn
Débit de pointe	55	$\text{l/s}$
Volume de rétention	50	$\text{m}^3$
Quantité de soude nécessaire à la neutralisation du volume de rétention	6.7	Kg NaOH 30%
Débit de soude (en pointe)	27	Kg/h NaOH 30%

Remarque : le volume de rétention nécessaire à la neutralisation ( $50\text{ m}^3$ ) est supérieur au volume de premiers flots ( $32\text{ m}^3$ ), ce qui signifie que le risque de débordement est limité.

***Annexe 4 : Modélisation des effets thermiques et toxiques d'un feu de soufre consécutif au renversement d'un camion benne***



# ANNEXE 4 : MODELISATION DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES D'UN FEU DE SOUFRE CONSECUTIF AU RENVERSEMENT D'UN CAMION BENNE

## 1 OBJECTIFS

Cette annexe est destinée à présenter les hypothèses de calcul, modèle, et résultats obtenus dans le cadre de la modélisation d'un incendie de soufre consécutif au renversement du camion benne le transportant. Les principaux effets redoutés pour un tel scénario sont en premier lieu les effets toxiques liés à l'émission massive de dioxyde de soufre. Dans une moindre mesure, les effets thermiques d'un tel incendie seront évalués.

L'objectif consiste à définir les zones de dangers associées à ces 2 types d'effets, et en particulier :

- La zone des effets irréversibles,
- La zone des effets létaux,
- La zone des effets létaux significatifs

Il s'agit des 3 zones de danger devant être évaluées selon les prescriptions de l'arrêté métropolitain du 29 septembre 2005 relatif à la prise en compte de la probabilité, gravité, et cinétique dans les études de dangers.

## 2 DONNEES D'ENTREE ET HYPOTHESES

Le scénario considéré consiste en l'inflammation des granulés de soufre qui seraient épandus sur la chaussée. Il est donc fait abstraction de l'ensemble des mesures de prévention / protection pouvant limiter la survenue ou l'étendue du scénario.

### 2.1 DESCRIPTION DU PHENOMENE

Conformément aux éléments apportés par l'INERIS dans son rapport (ref [3] de l'étude de dangers), il est difficile de faire brûler le soufre depuis sa phase solide. C'est la liquéfaction du soufre (survenant aux alentours de 115°C) qui est la phase préliminaire à un incendie entretenu. L'évaluation des effets d'un feu de soufre sont donc assimilables à l'évaluation des effets d'un feu de nappe de liquide inflammable.

Les conséquences associées sont donc directement liées à la zone d'extension maximale de la nappe de soufre liquide. Ainsi, ce n'est pas vraiment la quantité de soufre épandue qui constitue le paramètre dimensionnant des modélisations, mais plutôt sa zone d'extension maximale.

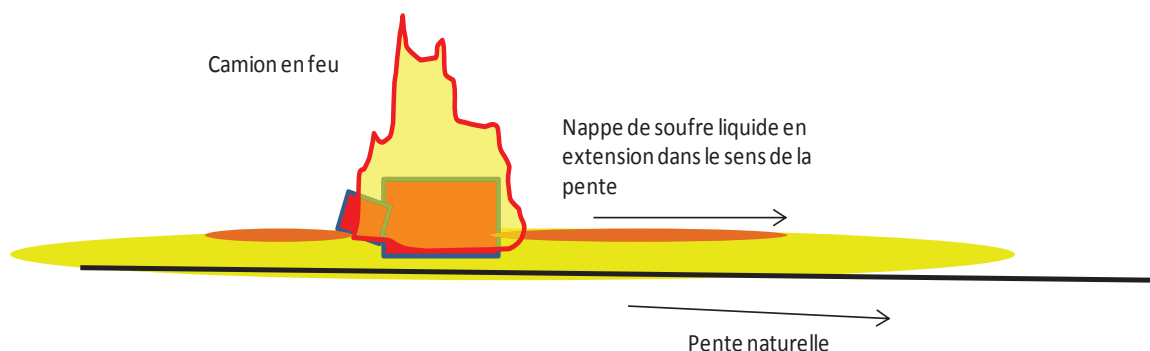
### 2.2 CONFIGURATION

En l'absence de rétention, comme on pourrait l'avoir pour un stockage classique, il est difficile de définir la forme et la surface d'une flaque de soufre caractéristique de cet accident. De façon raisonnable, on peut supposer que le soufre en s'étalant forme une couche de 20 cm d'épaisseur. Avec une cargaison de 25 t (18 m<sup>3</sup>), le diamètre équivalent correspondant à l'épandage serait le suivant :

$$Diamètre = \sqrt{\frac{18 \times 4}{0,2 \times \pi}} \approx 10,7 \text{ m}$$

Surface = 90 m<sup>2</sup>

La combustion du soufre serait importante uniquement à proximité immédiate de l'incendie du camion, là où les flammes seraient intenses. Le soufre liquide ainsi formé propagerait l'incendie au reste des granulés, essentiellement dans le sens de la pente où aurait lieu l'épandage :



L'inflammation spontanée des granulés, liée uniquement à leur frottement sur la chaussée par exemple, est moins vraisemblable. Si un incendie de ce type était néanmoins initié, sa propagation serait beaucoup plus lente que dans l'hypothèse précédente où l'incendie du véhicule contribuerait à la liquéfaction du soufre.

Le fait de considérer **90 m<sup>2</sup>** de soufre en feu constitue donc un scénario majorant.

## 2.3 GRANDEURS CARACTERISTIQUES DU FEU DE SOUFRE

Les principales valeurs caractérisant un feu de soufre sont synthétisées dans le tableau suivant. Elles sont issues des campagnes d'essais menées par l'INERIS sur ce produit.

Paramètre	Valeur	Unité
Vitesse surfacique de combustion	0,0037	kg/m <sup>2</sup> .s
Emittance de la flamme	20	kW/m <sup>2</sup>
Chaleur de combustion	9,28	MJ/kg

Afin d'évaluer les distances d'effets toxiques liées à un feu de soufre, plusieurs paramètres caractérisant le « terme source » d'émission doivent être définis :

- Le débit massique de substance toxique émis,
- La hauteur représentative du rejet, et la température des fumées à cette hauteur,
- La vitesse d'émission.

Ces paramètres vont être évalués ci-après.

### 2.3.1 COMPOSITION DES FUMÉES

Concernant la composition des fumées, **il sera considéré que l'ensemble des molécules de soufre consommées dans l'incendie participe à la formation de molécules de dioxyde de soufre**. Cette approche est celle préconisée par l'INERIS dans son rapport **OMEGA 16 – Toxicité et dispersion des fumées d'incendie**, dont voici un extrait :

*« Il est communément admis que tout le soufre s'oxyde en SO<sub>2</sub>. Cette hypothèse constitue une approximation réaliste, qui est assez bien validée par la littérature. A cet égard, des essais réalisés par l'INERIS ont notamment mis en évidence la formation de composés tels que des mercaptans, en sus du SO<sub>2</sub>. L'hypothèse qui consiste à*

admettre que tout le soufre brûlé se transforme en  $SO_2$  est de toute façon retenue car elle est globalement pénalisante d'un point de vue du risque toxique, la toxicité des autres espèces susceptibles d'être émises en quantités significatives ( $H_2S$ , mercaptans) étant moindre.

Par ailleurs, une partie du soufre concerné (mais dont il est impossible a priori d'évaluer l'importance) pourrait être piégée sous forme de résidus plus ou moins minéralisés. Le fait de considérer un rendement de conversion de 100% en  $SO_2$  est donc une règle relativement pénalisante et reste en l'occurrence l'option la plus prudente. »

## 2.3.2 CARACTERISTIQUES THERMOCINETIQUES

### 2.3.2.1 PUISSANCE DE L'INCENDIE

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

$$Q = m'' \times A \times PCI$$

- ➔ Q : puissance thermique (W),
- ➔  $m''$  : vitesse spécifique de combustion ( $g/m^2/s$ ),
- ➔ A : surface du combustible en feu ( $m^2$ ),
- ➔ PCI : chaleur de combustion du combustible ( $J/g$ ).

Application numérique :

Nappe de 90 $m^2$ de soufre
$Q = 3,7 \times 90 \times 9280$ <b><math>Q = 3\,090\, kW</math></b>

### 2.3.2.2 HAUTEUR DE FLAMME ET TEMPERATURE

La hauteur moyenne des flammes  $h$ , qui ensuite sera considérée comme la hauteur d'émission des fumées est obtenue par la relation suivante (Heskestad) :

$$h = 0,166 \times [(10^{-3} \times Q_c)^{0,4}]$$

où  $Q_c$  est la puissance thermique convectée, exprimée en MW, et  $h$  est en m.

Il sera considéré ici un rendement convectif de 1, c'est-à-dire une puissance thermique convectée égale à la puissance thermique totale  $Q$  calculée préalablement.

A la hauteur  $h$ , l'écart moyen de température entre les fumées et l'air ambiant est de 250 K d'après Heskestad (1984).

A cette hauteur  $h$ , l'écart moyen de température entre les fumées et l'air ambiant est de 250 K d'après Heskestad (1984). Avec une température moyenne de l'air de 25°C à Nouméa, la température du rejet est donc évaluée à **275°C**.

Application numérique :

Nappe de 90 m <sup>2</sup> de soufre
$H = 0,166 \times 3,09^{0,4} = \mathbf{0,3 \text{ m}}$

L'ordre de grandeur obtenu pour la hauteur de flamme semble cohérent avec ce qui est observé lors des feux de soufre, c'est-à-dire une petite flamme, proche du sol.

### 2.3.2.3 DETERMINATION DE LA DILUTION DES GAZ TOXIQUES PAR L'AIR ENTRAINE

Le débit massique émis à la hauteur  $h$  peut être calculé en première approximation à partir du rapport du débit d'air total (en excès) entraîné par l'incendie sur le débit d'air stœchiométrique (quantité d'air optimale pour une combustion complète). Ce rapport peut être estimé à 8 environ, d'après des mesures expérimentales (Davidson), il dépend notamment des conditions de ventilation du feu.

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

$$D = 3,24 \times Q_t$$

- où  $Q_t$  est exprimée en MW,
- et  $D$  est en kg/s.

Application numérique :

Nappe de 90 m <sup>2</sup> de soufre
$D = 3,24 \times 3,09 = \mathbf{10,01 \text{ kg/s}}$

Le débit de SO<sub>2</sub> émis peut quant à lui être déterminé par rapport à la vitesse de combustion, à la surface en feu, et à l'hypothèse faite qu'une mole de soufre brûlée forme une mole de SO<sub>2</sub> :

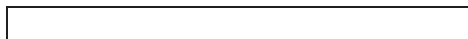
$$D_{SO_2} = m'' \times S \times M_{SO_2}/M_O$$

$$D_{SO_2} = m'' \times S \times \frac{M_{SO_2}}{M_S}$$

- Avec  $D_{SO_2}$  : débit massique de dioxyde de soufre émis
- $m''$  : vitesse spécifique de combustion du soufre (g/m<sup>2</sup>/s),
- $S$  : Surface en feu (m<sup>2</sup>)
- $M$  : Masse molaire (g/mol) : 32 g/mol pour le soufre et 64 g/mol pour le SO<sub>2</sub>

Application numérique :

Nappe de 90 m <sup>2</sup> de soufre
$D_{SO_2} = 0,0037 \times 90 \times \frac{64}{32} = \mathbf{0,67 \text{ kg/s}}$



Les composantes du panache produit par un incendie généralisé sont donc :

Nappe de 90 m <sup>2</sup> de soufre		
Paramètre	Valeur	Unité
Débit total de fumées dont :	10,01	kg/s
Débit d'air entraîné	9,35	kg/s
<b>Débit de dioxyde de soufre</b>	<b>0,67</b>	<b>kg/s</b>

#### 2.3.2.4 VITESSE D'ÉMISSION DES FUMÉES

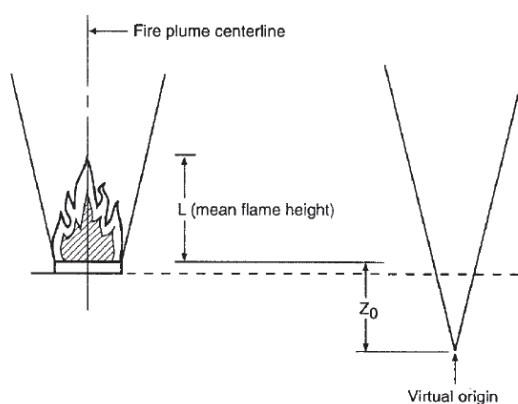
Ce paramètre est une donnée d'entrée prépondérante à la dispersion des fumées d'un incendie. Si son importance est soulignée dans le rapport OMEGA 16 de l'INERIS, aucune piste n'est mentionnée quant à la façon de l'évaluer.

Cette vitesse ascensionnelle est due à la différence de température entre les fumées et l'air ambiant. Et la différence de température est directement liée à la puissance dégagée par l'incendie.

Les travaux d'Heskestad sur le sujet ont permis d'établir la relation simplifiée suivante qui sera utilisée pour évaluer le paramètre :

$$U_o = B \dot{Q}_c^{1/3} (Z - Z_o)^{-1/3}$$

- $U_o$  : vitesse moyenne d'émission dans l'axe du panache (m/s)
- $Q_c$  : Puissance thermique convectée (kW) : *assimilée égale à la puissance totale de l'incendie calculée ci-avant (soit un rendement convectif de 1, approche majorante)*
- $B = 1,03 \text{ m}^{4/3} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{kW}^{-1/3}$
- $Z$  : élévation au dessus de la nappe en feu (m)
- $Z_o$  : localisation de la source virtuelle (m)



Toujours selon Heskestad, la position de l'origine virtuelle de la flamme est évaluée selon la relation suivante, où  $D$  est le diamètre équivalent du feu :

$$Z_0 = -1,02 \times D + 0,083 \times Q^{2/5}$$

Application numérique :

Nappe de 90 m <sup>2</sup> de soufre
$Z_0 = -1,02 \times 10,7 + 0,083 \times 3090^{2/5} = -8,8 \text{ m}$
$U_0 = 1,03 \times 3090^{1/3} \times (0,26 + 8,8)^{-1/3} = 7,2 \text{ m/s}$

## 2.4 MODELE UTILISE POUR LE CALCUL DES EFFETS THERMIQUES

L'ensemble des hypothèses de calcul considérées pour évaluer les effets thermiques du feu de soufre sont issues du rapport OMEGA 2 de l'INERIS (Feux de nappe) :

Il s'agit du modèle de calcul à flamme solide qui consiste :

- 1) A déterminer les paramètres de la flamme (diamètre équivalent, hauteur, émittance)
- 2) A calculer le facteur de vue perçu par une cible potentielle : plus la surface visible de flamme est importante, plus le flux thermique reçu est grand.
- 3) A définir à quelles distances les seuils d'effets envisagés sont atteints.

## 2.5 MODELE DE DISPERSION UTILISE POUR LE CALCUL DES EFFETS TOXIQUES

Pour la détermination des zones de danger associées à la dispersion du dioxyde de soufre, c'est le logiciel PHAST v.6.5 qui a été utilisé. Il s'agit d'un code de calcul de type intégral.

Trois configurations météo ont été envisagées. Il s'agit des mêmes conditions que celles retenues par ailleurs dans l'étude de dangers du site de Doniambo :

Conditions	Paramètres associés
D-5-23	Atmosphère neutre Vitesse du vent à une altitude de 10 mètres égale à 5m/s Température ambiante égale à 23°C
D-10-23	Atmosphère neutre Vitesse du vent à une altitude de 10 mètres égale à 10 m/s Température ambiante égale à 23°C
F-3-23	Atmosphère très stable Vitesse du vent à une altitude de 10 mètres égale à 3 m/s Température ambiante égale à 23°C

Il s'agit des conditions de stabilité et de vitesses de vent admises comme générant les distances d'effets les plus pénalisantes dans le cas d'une dispersion de produit toxique (source : circulaire métropolitaine du 10 mai 2010 relative aux études de dangers).

## 2.6 SEUILS D'EFFETS TOXIQUES

Les zones de danger induites par la toxicité du SO<sub>2</sub> seront établies sur la base des données de toxicologie aiguë synthétisées par l'INERIS dans la fiche DRC-08-94398-12130A :

Concentration	Temps (min.)							
	1	10	20	30	60	120	240	480
Seuil des effets létaux significatifs – SELS • mg/m <sup>3</sup> • ppm	6 373 2 451	3 531 1 358	2 956 1 137	2 665 1 025	2 231 858	1 867 718	1 563 601	1 310 504
Seuil des premiers effets létaux – SPEL • mg/m <sup>3</sup> • ppm	5 385 2 071	2 985 1 148	2 499 961	2 252 866	1 885 725	1 578 607	1 321 508	1 108 426
Seuil des effets irréversibles – SEI • mg/m <sup>3</sup> • ppm	598 230	333 128	281 108	250 96	211 81	174 67	146 56	122 47
Seuil des effets réversibles – SER • mg/m <sup>3</sup> • ppm	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3

Le temps d'exposition des cibles potentielles aux fumées sera considéré égal à 30 minutes afin d'établir les zones de danger.

## 2.7 SEUILS D'EFFETS THERMIQUES

Pour rappel, les seuils d'effets évalués sont ceux définis dans l'arrêté métropolitain du 29 septembre 2005, et repris par la circulaire du 10 mai 2010.

### ➔ Valeurs de référence pour les effets sur les structures

5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions significatives des vitres
8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets domino et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

### ➔ Valeurs de référence pour les effets sur l'homme

3 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »
8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »

### 3 CALCUL DES DISTANCES D'EFFETS

#### 3.1 ZONES DE DANGER PAR EFFET THERMIQUE

Les résultats obtenus, pour une cible située à 1,5 m du niveau du sol, sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Seuil d'effet	Valeur guide	Distance atteinte
Létaux significatif	8 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m
Létaux	5 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m
Irréversibles	3 kW/m <sup>2</sup>	< 10 m

Les effets thermiques d'un tel incendie sont très faibles ce qui permettrait aux services de secours d'intervenir au plus près de l'incendie sans craindre un rayonnement important.

#### 3.2 ZONES DE DANGER PAR EFFET TOXIQUE

Le modèle « Source » du logiciel PHAST v.6.5 a été utilisé pour évaluer les distances d'effets de la dispersion de toxique. Les paramètres entrés sont ceux précisés dans le paragraphe précédent : hauteur de rejet, température, débit de SO<sub>2</sub>, vitesse d'éjection.

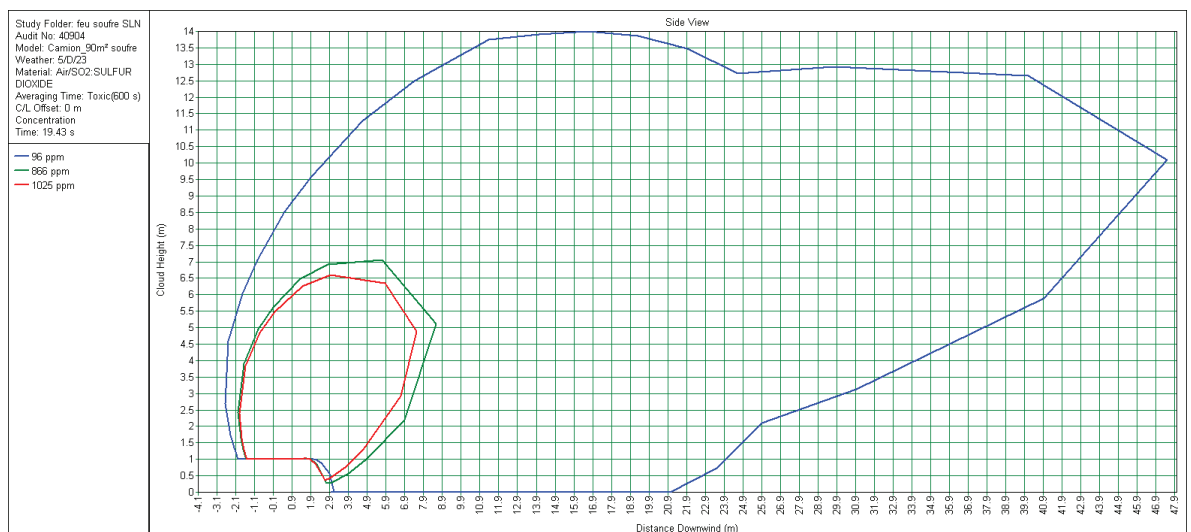
Un mélange air/SO<sub>2</sub> est créé dans PHAST, dans les proportions massiques calculées ci-avant, pour simuler la dispersion. La détermination des zones de danger est réalisée en utilisant l'option « material to track » de PHAST, et en regardant à quelle distance les concentrations toxiques sont atteintes, à une hauteur de « cible » de 1,5 m.

La durée d'exposition considérée pour définir les zones de danger a été fixée à 30 minutes. Les seuils d'effets toxiques associés sont donc 96 ppm, 866 ppm, et 1025 ppm.

Condition  
s météo

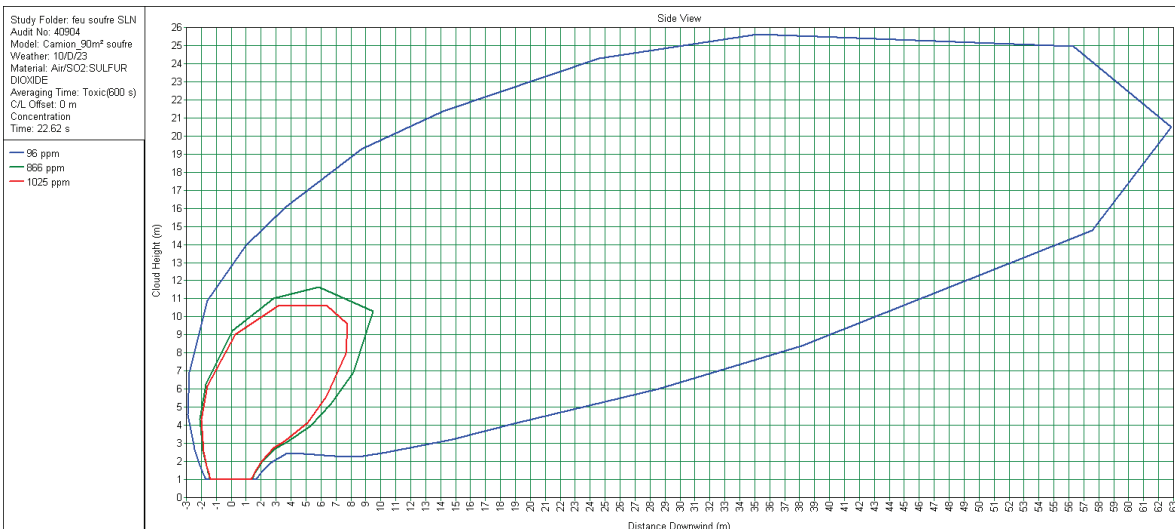
D-5-23

Vues de profil du nuage

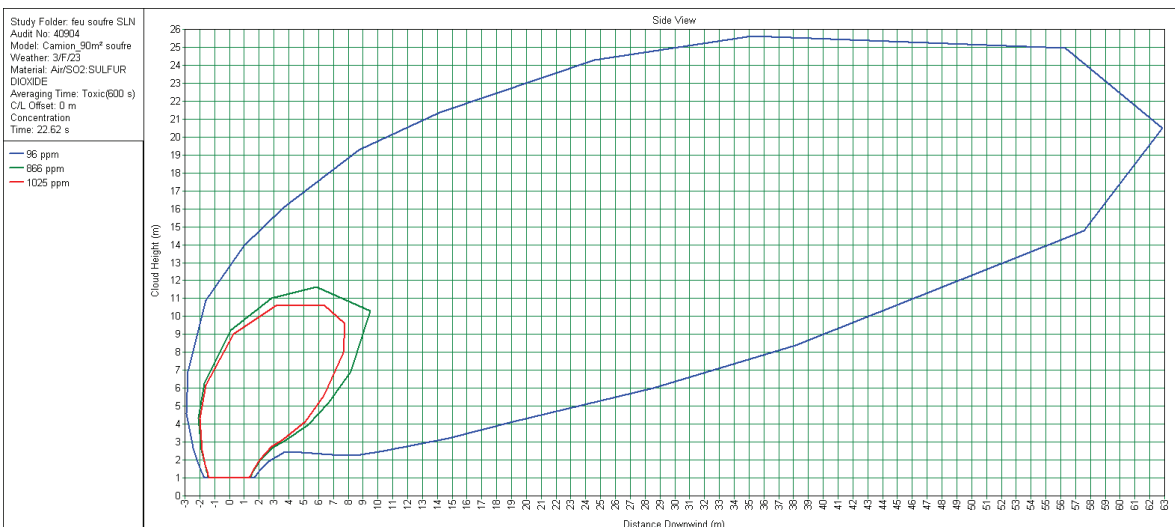




D-10-23



F-3-23



Seuil d'effet	Distance atteinte à 1,5 m de haut		
	3F	5D	10D
Irréversible (96 ppm)	10 m	25 m	10 m
Létal (866 ppm)	< 10 m	< 10 m	< 10 m
Létal significatif (1025 ppm)	< 10 m	< 10 m	< 10 m

## 4 CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

Comme envisagé, les effets thermiques liés à un incendie généralisé du stock de soufre sont minimes par rapport aux zones d'effets toxiques liées à la dispersion de SO<sub>2</sub>.

Concernant les effets toxiques, les seuils toxicologiques irréversibles et létaux pour 30 minutes d'exposition sont également restreints (25 m). Au plus une habitation, située en bord de route, pourrait être impactée par la nocivité des fumées. En cas de feu de soufre consécutif à un accident, il est donc conseillé d'évacuer les maisons immédiatement situées à proximité de l'incendie.

Néodyme attire néanmoins l'attention sur les incertitudes inéluctables liées aux modélisations. Les distances indiquées doivent donc être considérées comme un ordre de grandeur si elles étaient amenées à être utilisées pour établir des plans d'intervention ou d'évacuation.

***Annexe 5 : Modélisation du scénario d'incendie du stockage de soufre***





## Feu de Soufre

Site Doniambo de la SLN





**CAPSE 2013-120-10 SC5**  
**Décembre 2013**



	 CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	Feu de soufre - SLN		



## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>DONNEES DES EQUIPEMENTS ET DES PRODUITS.....</b>	<b>3</b>
1.1	CARACTERISTIQUES DU STOCK DE SOUFRE .....	3
1.2	CARACTERISTIQUES DU SOUFRE .....	4
<b>2</b>	<b>MODELISATION DES FEUX DE SOUFRE.....</b>	<b>4</b>
2.1	LE PHENOMENE .....	4
2.2	LE SCENARIO .....	4
2.3	SEUILS RETENUS .....	5
2.4	PARAMETRES THERMOCINETIQUES .....	5
2.5	CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	6
<b>3</b>	<b>EVALUATION DES ZONE DE DANGERS.....</b>	<b>6</b>
3.1	MODELISATION .....	6
3.2	REPRESENTATION GRAPHIQUE .....	8
3.3	ESTIMATION DE LA CRITICITE .....	10
3.3.1	Gravité .....	10
3.3.2	Criticité .....	10
<b>4</b>	<b>MOYENS DE PROTECTION.....</b>	<b>10</b>
4.1	DETECTION INCENDIE .....	10
4.2	MOYEN DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE.....	10
4.3	MOYENS DE RETENTION.....	11
<b>5</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>11</b>

		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>		

## Liste des abréviations

AFB	Affinage des mattes (Bessemer)
NF	Norme Française
POI	Plan d'opération Interne
SEI	Seuil des effets irréversibles
SEL	Seuil des effets létaux
SELS	Seuil des effets létaux significatifs
SER	Seuil des effets réversibles
SLN	Société Le Nickel
VSTAF	Valeurs des Seuils de Toxicité Aigüe Françaises

		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	Feu de soufre - SLN		

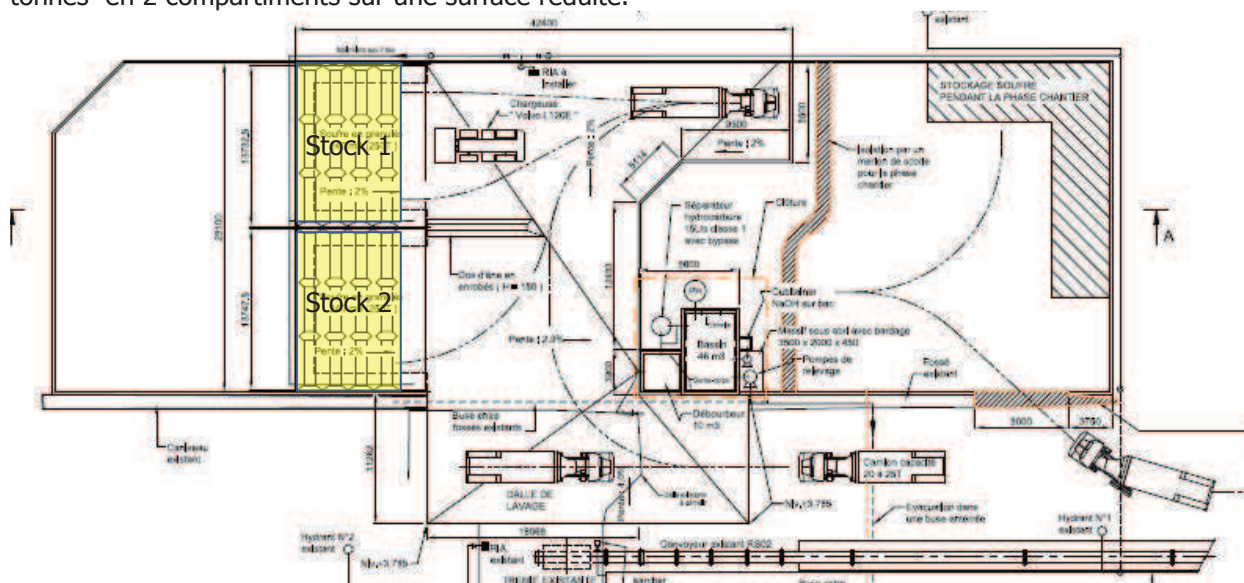
## 1 DONNEES DES EQUIPEMENTS ET DES PRODUITS

### 1.1 CARACTERISTIQUES DU STOCK DE SOUFRE

La SLN a une autorisation de stockage de soufre de 7000 tonnes. Ce stock est actuellement réalisé sur une dalle de 90m x 30m à l'ouest de l'atelier Bessemer





Cette zone de stockage sera aménagée en 2014 avec 1 plateforme permettant de stocker 2 fois 250 tonnes en 2 compartiments sur une surface réduite.



Le soufre est livré par camion provenant de l'exploitant minier du Sud de la Nouvelle-Calédonie, VALE NC.

Le stock de soufre « criblé » de 2000T qui ne peut être directement utilisé dans la production sera mélangé au soufre utilisable jusqu'à disparition de celui-ci. Le stock de 500 tonnes de soufre souillé inutilisable sera envoyé pour destruction hors territoire.

 	DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
	TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>	

## 1.2 CARACTERISTIQUES DU SOUFRE

Le soufre livré a les caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	description
Forme	granulés
Couleur	jaune
Point d'ébullition	444°C
Point de fusion	112 à 119°C
Inflammabilité (granulé)	Non inflammable
Inflammabilité (poudre - liquide)	Oui
Température d'auto-inflammation	190°C
Densité par rapport à l'eau	1,92 à 2,07
Solubilité	Insoluble

## 2 MODELISATION DES FEUX DE SOUFRE

### 2.1 LE PHENOMENE

Le soufre solide tel que celui stocké à la SLN ne brûle pas dans son état physique de stockage, il doit d'abord être réduit en poudre ou liquéfié pour donner lieu à une inflammation. La dangerosité du soufre est liée à sa pulvérulence ainsi qu'à la faible énergie d'activation nécessaire pour initier un feu. D'une manière générale, les effets associés à un feu de soufre sont de 2 types :

- Dispersions atmosphérique de fumées toxiques;
- Flammes et flux thermiques.

Compte tenu du retour d'expérience sur les feux de soufre en vrac en extérieur, les effets thermiques ne sont pas majorants par rapports aux effets toxiques dus à la dispersion atmosphérique des fumées de combustion.

Extrait du rapport d'étude n° 57149 de l'INERIS :

« Il est communément admis que tout le soufre s'oxyde en SO<sub>2</sub>. Cette hypothèse constitue une approximation réaliste, qui est assez bien validée par la littérature. A cet égard, des essais réalisés par l'INERIS ont notamment mis en évidence la formation de composés tels que des mercaptans, en sus du SO<sub>2</sub>. L'hypothèse qui consiste à admettre que tout le soufre brûlé se transforme en SO<sub>2</sub> est de toute façon retenue car elle est globalement pénalisante d'un point de vue du risque toxique, la toxicité des autres espèces susceptibles d'être émises en quantités significatives (H<sub>2</sub>S, mercaptans) étant moindre ».

Il a été décidé de ne modéliser que les effets toxiques. Il sera modélisé une dispersion de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) issu de la combustion du soufre. Le calcul de dispersion sera réalisé par le logiciel PHAST 6.5.



### 2.2 LE SCENARIO

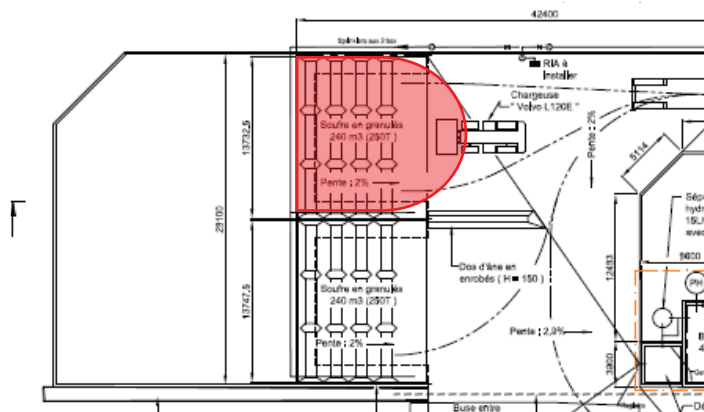
Le scénario retenu est la combustion d'un des deux stocks de soufre avec une nappe qui s'étend devant le stockage de soufre.

Surface en feu = 250m<sup>2</sup>

- Zone de stockage 13m70 x 11m soit 150m<sup>2</sup> ;
- Zone devant stockage d'environ 100m<sup>2</sup>.



		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	Feu de soufre - SLN		



## 2.3 SEUILS RETENUS

La réglementation métropolitaine, via l'arrêté du 29 septembre 2005, a fixé des seuils d'effets permettant d'apprécier la gravité d'un phénomène dangereux sur l'Homme et sur les structures par rapport aux effets toxiques et invite à se reporter aux VSTAF quand elles existent.

Les valeurs de seuil prises en compte pour l'étude sont les « Valeurs Seuils de Toxicité Aigüe Françaises » (VSTAF) issues des rapports toxicologiques de l'INERIS dont les seuils pour le SO<sub>2</sub> sont :



Concentration	Temps (min.)							
	1	10	20	30	60	120	240	480
Seuil des effets létaux significatifs – SELS • mg/m <sup>3</sup> • ppm	6 373 2 451	3 531 1 358	2 956 1 137	2 665 1 025	2 231 858	1 867 718	1 563 601	1 310 504
Seuil des premiers effets létaux – SPEL • mg/m <sup>3</sup> • ppm	5 385 2 071	2 985 1 148	2 499 961	2 252 866	1 885 725	1 578 607	1 321 508	1 108 426
Seuil des effets irréversibles – SEI • mg/m <sup>3</sup> • ppm	598 230	333 128	281 108	250 96	211 81	174 67	146 56	122 47
Seuil des effets réversibles – SER • mg/m <sup>3</sup> • ppm	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3	7,8 3

Afin d'être majorant, il sera pris en compte les effets sur 60 minutes et donc les seuils associés.

## 2.4 PARAMETRES THERMOCINETIQUES

Les données et résultats des paramètres thermocinétiques pour 250m<sup>2</sup> de soufre en feu sont présentés dans le ci-dessous.

	Unité	Combustion du soufre
Vitesse de combustion	Kg/m <sup>2</sup> /s	0,0037
Chaleur de combustion	MJ/kg	9,28
Puissance thermique	MW	8,584
Débit SO <sub>2</sub>	Kg/s	1,85
Débit fumées	kg/s	32,62
Température fumées	°C	278,5
Vitesse fumées	m/s	0,21

		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>		

Masse volumique des fumées à T <sub>fumées</sub>	Kg/m <sup>3</sup>	0,64
---	-------------------	------

## 2.5 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La température retenue pour l'évaluation des effets est 23°C. Les conditions météorologiques retenues en fonction des données statistiques de Météo France sont présentées dans le tableau suivant.

Conditions météorologiques	Remarques
3F-NC	Atmosphère très stable Vitesse du vent : 3 m/s
5D-NC	Atmosphère neutre Vitesse du vent : 5m/s
10D-NC	Atmosphère neutre Vitesse du vent : 10 m/s

## 3 EVALUATION DES ZONE DE DANGERS

### 3.1 MODELISATION

La modélisation de feu de soufre donne les résultats présentés ci-après. Les distances sont données depuis le centre de la surface en feu :

Feu de soufre 250m <sup>2</sup> (distance en m)	858 ppm SELS	725 ppm SEL	81 ppm SEI
<b>Météo 3F-NC</b>	67	71	427
<b>Météo 5D-NC</b>	63	71	261
<b>Météo 10D-NC</b>	45	50	179

Les conditions les plus pénalisantes sont lorsque l'air est stable avec peu de vent.

Pour mémoire, les résultats de l'étude de dangers de 2011 donnaient une distance de SEI de 780m avec un feu de soufre étendu à l'ensemble de la dalle soit 2700m<sup>2</sup>.

Les résultats des modélisations de dispersion de dioxyde de soufre avec le logiciel PHAST version 6.5 sont présentés ci-après.



		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	Feu de soufre - SLN		

Figure 1 : dispersion SO2 - météo 3F-NC - Feu de soufre

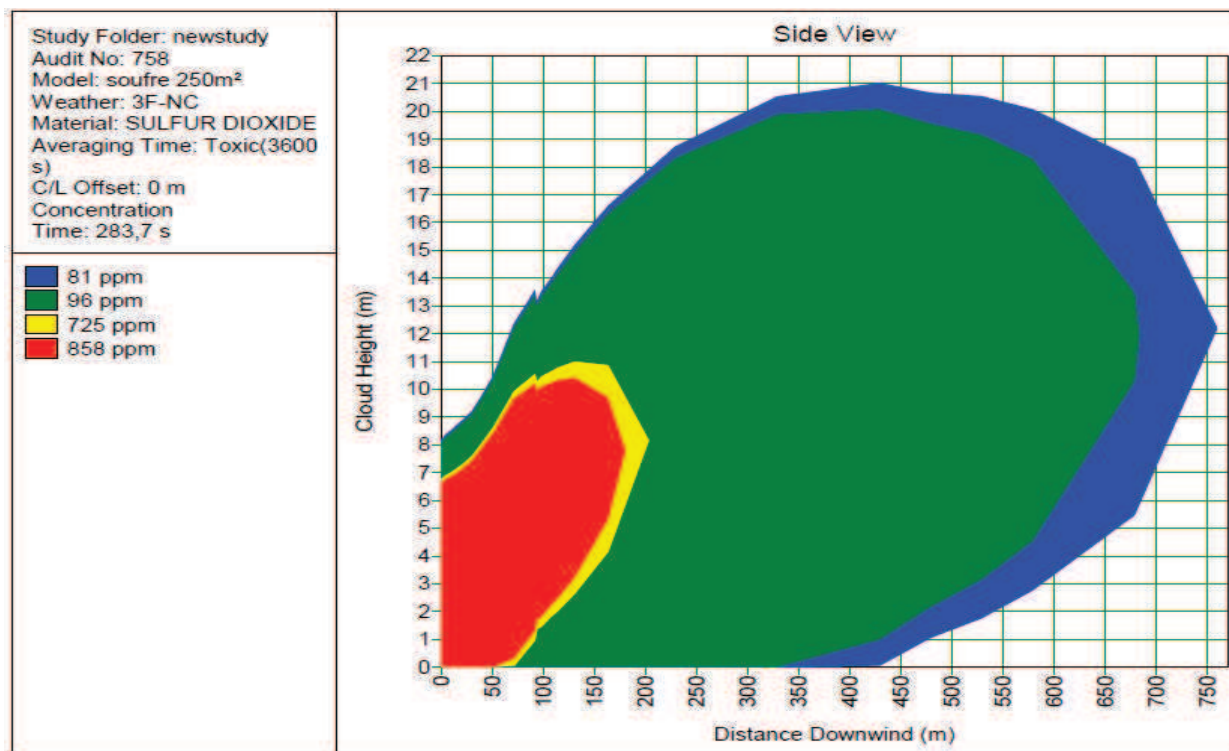
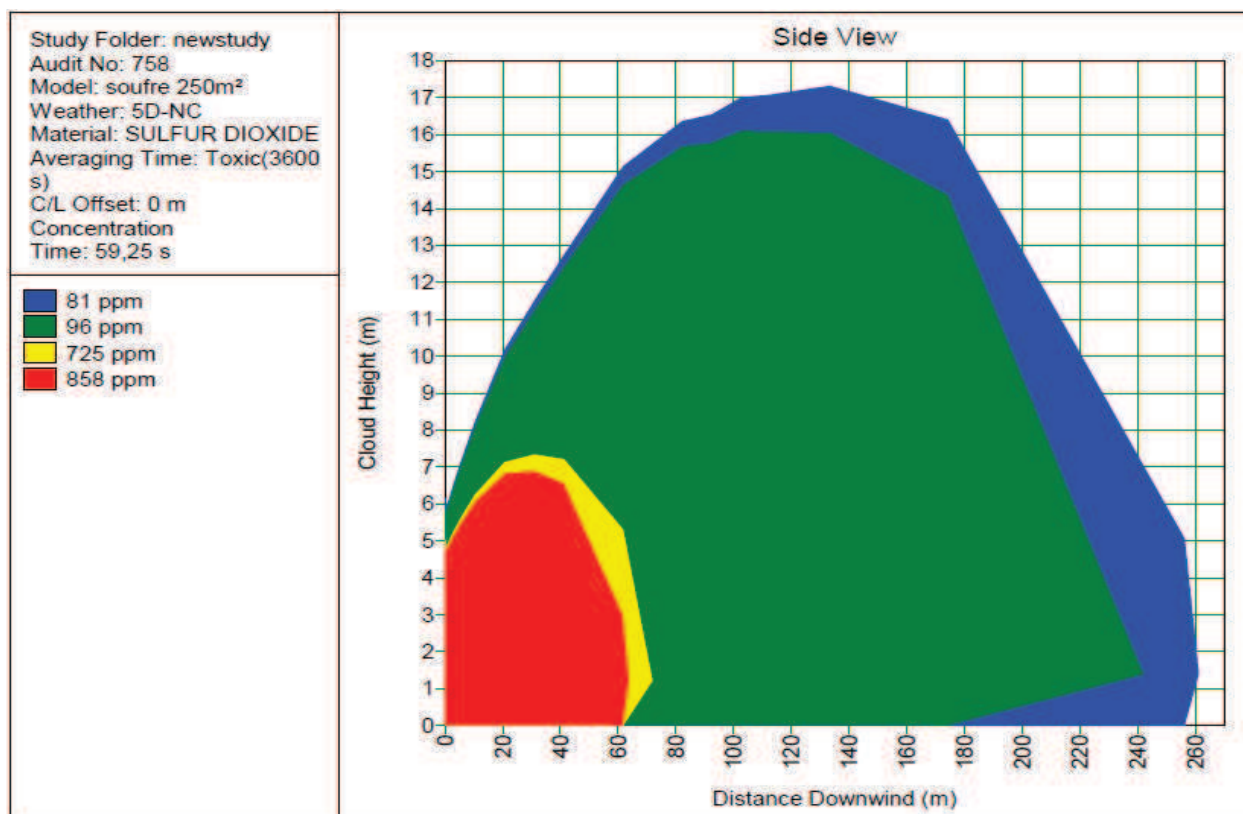
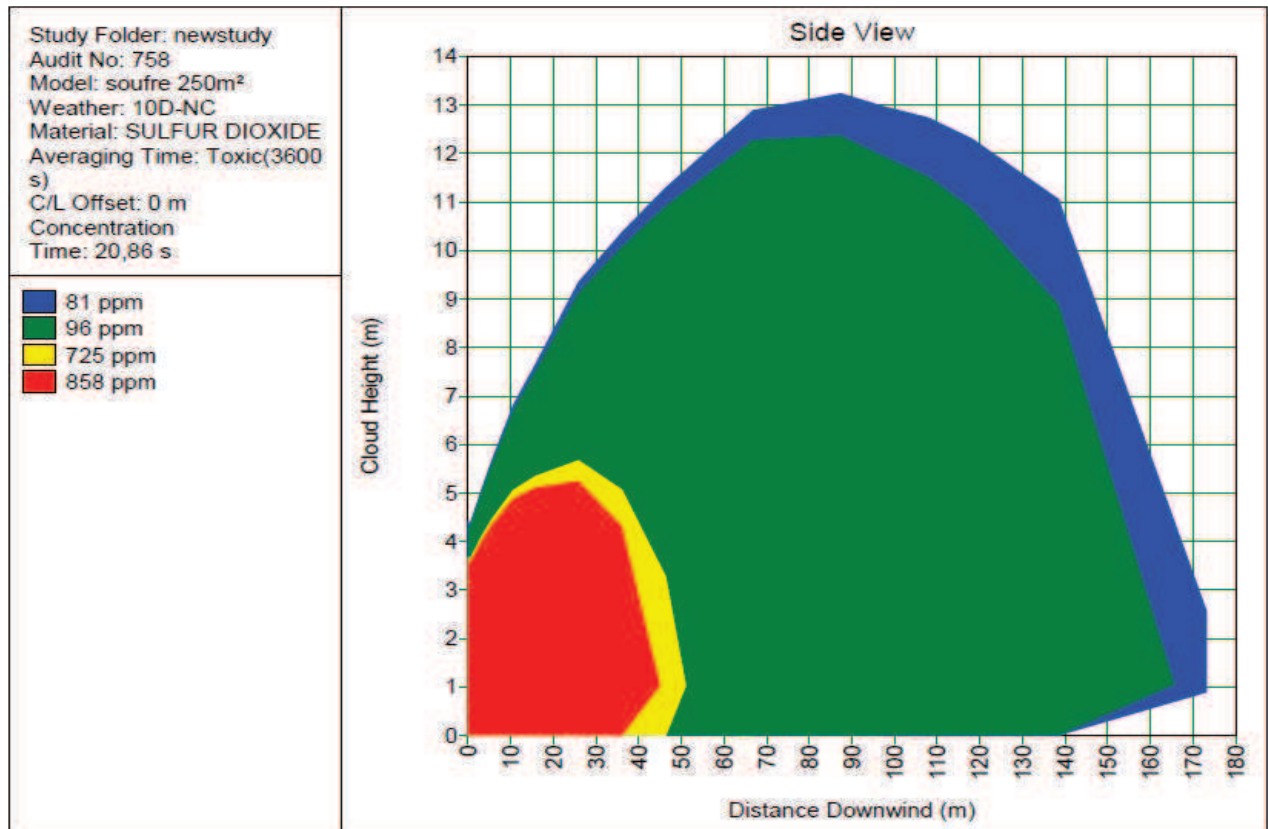


Figure 2 : dispersion SO2 - météo 5D-NC - Feu de soufre



	 <b>CAPSE</b> CAPITAL SECURITE ENVIRONNEMENT NOUVELLE CALEDONIE	DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>		

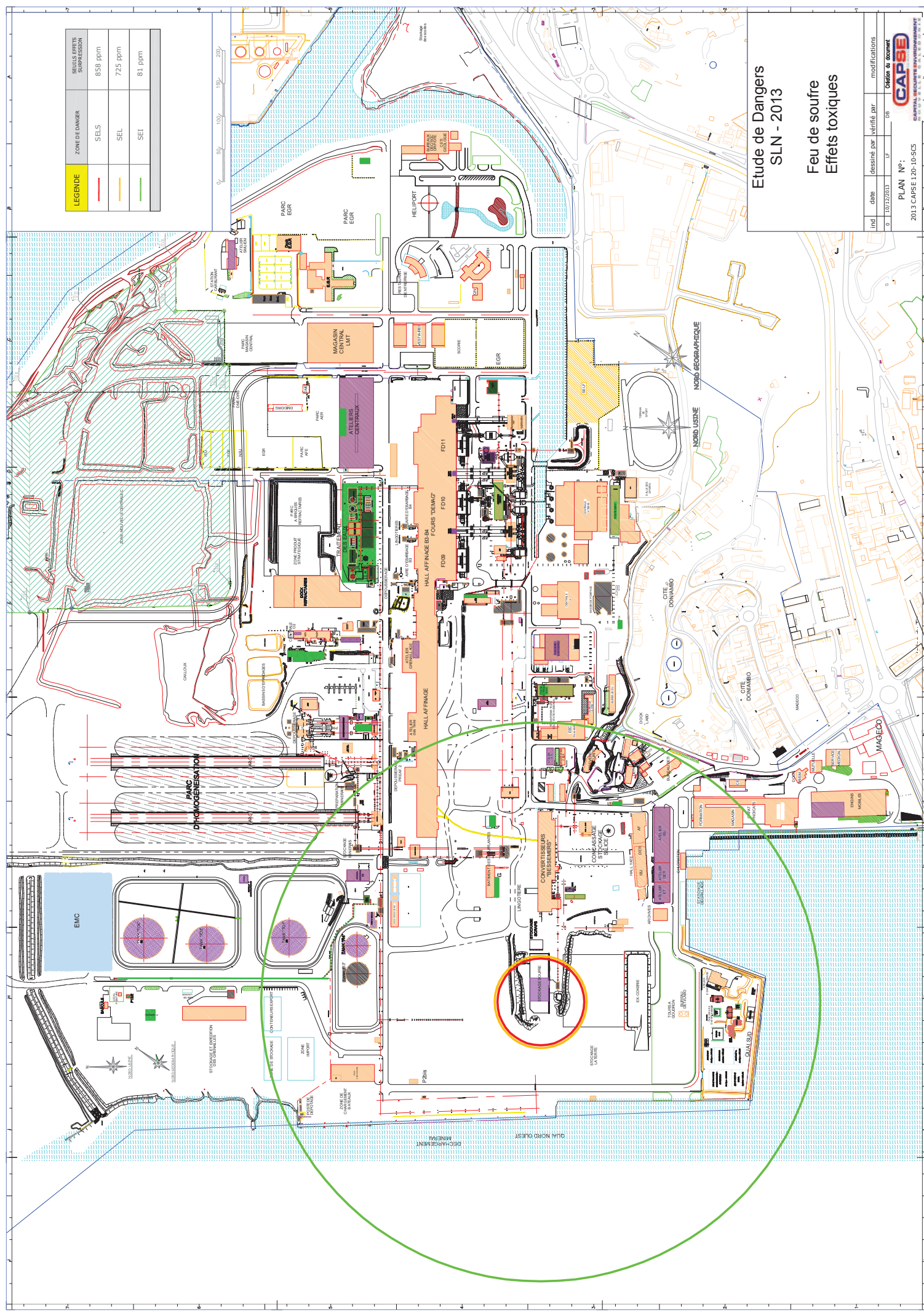
**Figure 3 : dispersion SO2 - météo 10D-NC - Feu de soufre**



### 3.2 REPRESENTATION GRAPHIQUE

Les résultats sont représentés sur la carte ci-après :





LEGENDE	ZONE DE DANGER	SEUILS EFFETS SUPPRESSION
	SEL	850 ppm
	SEL	725 ppm
	SEI	81 ppm



Etude de Dangers  
SLN - 2013

Feu de soufre  
Effets toxiques

ind	date	dessiné par	vérifié par	modifications
0	10/12/2013	LP	DB	Ordre & document

PLAN N°:  
2013 CAPSE 120-10-SICS



		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>		

### 3.3 ESTIMATION DE LA CRITICITE

La criticité est la combinaison de la gravité du scénario (cibles) avec la probabilité de survenue de celui-ci. Ce critère est évalué selon la grille d'appréciation définie dans l'arrêté du 10 mai 2000.

#### 3.3.1 Gravité

Afin de déterminer la gravité du phénomène, il est nécessaire de déterminer le nombre de personnes impactées, c'est à dire le nombre de personnes pouvant être soumises à des effets au-delà des SEI, SEL ou SELS. Le classement est effectué selon l'échelle de gravité des enjeux humains proposée par l'arrêté du 29 septembre 2005.

Les effets irréversibles des fumées toxiques sortent de la SLN uniquement au niveau du port. La prise en compte des bateaux à quai dans le POI permettra de ne pas considérer les membres d'équipage comme cible. Il n'y a donc pas de cibles soumises aux effets toxiques irréversibles.

**La gravité vis-à-vis des enjeux humains est donc nulle.**

#### 3.3.2 Criticité

La gravité étant nulle, il ne peut être déterminé de criticité.

**Les feux de soufre n'ont pas d'effets toxiques irréversibles à l'extérieur de la SLN**

## 4 MOYENS DE PROTECTION

### 4.1 DETECTION INCENDIE

La détection de flamme sera assurée par des caméras UV. Il sera installé 2 caméras en face de chaque compartiment.

La détection incendie déclenchera une alarme locale et une en salle de contrôle AFB.



Une caméra classique avec retour en salle de contrôle permettra d'identifier les fumées blanches et de lever le doute.

### 4.2 MOYEN DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

La zone sera défendue par :

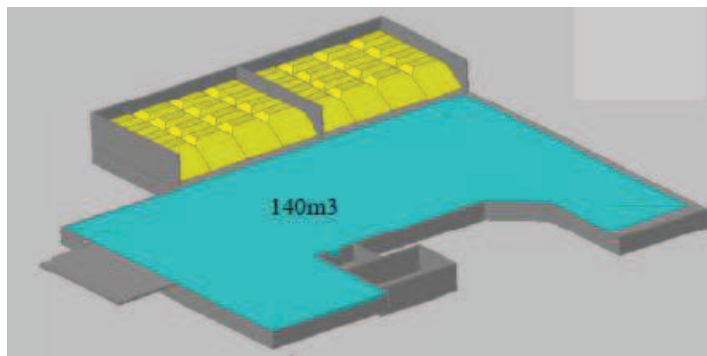
- 3 poteaux incendie de 60m<sup>3</sup>/h (existant)
- 2 robinets incendie armés (DN 33) de 7 m<sup>3</sup>/h (1 à créer);
- Les murs des compartiments de stockage seront dotés d'un système déluge pour éviter le risque de propagation (7m<sup>3</sup>/h).

Au-delà des moyens d'extinction par eau, il est aussi possible d'utiliser de la scorie en la versant sur le soufre en feu pour assurer son extinction.

		DOC – N°	CAPSE 2013-120-10-SC5
		TYPE	Scénario d'accident – EDD SLN
Titre	<b>Feu de soufre - SLN</b>		

### 4.3 MOYENS DE RETENTION

La zone de stockage constitue une rétention avec une capacité de 140m<sup>3</sup>.



Cette capacité permet de récupérer le soufre fondu et les eaux d'extinction dans les conditions suivantes :

- Fonte de 60% du soufre (150 tonnes) ;
- Déluge pendant 90 minutes ;
- RIA pendant 90 minutes ;
- Extinction à 60m<sup>3</sup>/h pendant 30 minutes.

## 5 CONCLUSION

L'analyse du risque lié au feu de soufre montre que les quantités stockées et les surfaces de stockage permettent d'éviter des effets toxiques irréversibles en dehors du site en cas d'incendie généralisé. De plus, les moyens de détection et d'extinction mis en place rendent ce scénario peu probable.

***Annexe 6 : Synthèse du zonage ATEX de la zone de stockage de soufre***





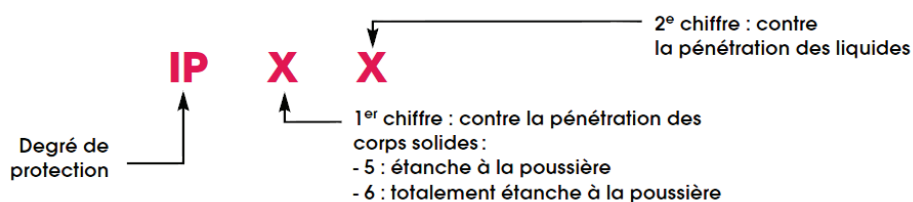
## Matériel requis

Tableau 27 : catégorie du matériel requis.

Catégorie de protection du matériel	Zone à risque d'explosion
Catégorie 1 D	Zone 20
Catégorie 2 D	Zone 21
Catégorie 3 D	Zone 22

Tableau 28 : étanchéité du matériel requis.

Zone à risque d'explosion	Étanchéité nécessaire
Zone 20	Catégorie IP 6X
Zone 21	Catégorie IP 6X
Zone 22 Poussières conductrices	Catégorie IP 6X
Poussières isolantes	Catégorie IP 5X



Zone	Classement de la zone	Matériel attendu
<b>Zone de stockage du soufre</b>		
Zone d'au minimum 1 m au dessus des granulés de soufre (1 m au-dessus de la limite des murs de délimitation des alvéoles)	Z 21	II 2 D Eex IP6X
Zone de 2 m face « nord est » des alvéoles	Z 21	II 2 D Eex IP6X
Zone de 2 m d'épaisseur située 1 m au-dessus de la limite des murs de délimitation des alvéoles	Z 22	II 3 D Eex IP5X
<b>Aire de lavage des véhicules</b>		
-	-	-
<b>Zone de traitement des eaux</b>		
-	-	-

Au regard des propriétés du soufre, la température maximale de surface des matériels installés dans les zones ATEX devra être au maximum de 127°C.