



| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 1 / 32 |

OBJET : Simulation de scénarios pour l'étude de dangers concernant l'unité THT

SOMMAIRE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | METHODES ET CODES UTILISES | 2 |
| 2. | CRITERES RETENUS | 2 |
| 3. | FICHES SCENARIOS | 5 |
| | Scénario n°THT A : Rupture franche de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4..... | 7 |
| | Scénario n°THT A' : Fuite moyenne (10%) de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4..... | 11 |
| | Scénario n°THT A'' : Petite fuite (1%) de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4..... | 13 |
| | Scénario THT B : Rupture franche sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption | 15 |
| | Scénario THT B' : Fuite 10% sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption | 18 |
| | Scénario THT B'' : Fuite 1% sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption..... | 22 |
| | Scénario THT C : Rupture franche ou partielle d'une ligne ou d'un équipement sur la section Décantation/Equeutage..... | 27 |
| | Scénario THT D : Rupture franche ou partielle d'une ligne ou d'un équipement sur la section Etêtage | 30 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 2 / 32 |

1. METHODES ET CODES UTILISES

Les calculs de distance d'effets ont été réalisés à l'aide du programme PHAST version 6.6 développé par la société DNV. Ce logiciel comprend différents modèles numériques intégrés permettant de prendre en compte les phénomènes de rejets (dispersion au rejet, formation et évaporation des gouttelettes et des flaques de liquide) et de dispersion (dispersion du jet, modèle intégral de dispersion de gaz lourd et modèle gaussien de dispersion passive). PHAST a été notamment validé dans le cadre du projet européen SMEDIS (Scientific Model Evaluation of Dense gas dispersion models).

En cas de formation d'une nappe de produit, la quantité de gaz émise à l'atmosphère a été calculée selon la méthode décrite dans le cahier de sécurité n° 11 de l'UIC pour les produits à haut point d'ébullition. Les tensions de vapeur ont été déterminées par des modèles thermodynamiques adaptés.

2. CRITERES RETENUS

2.1. Critères de conditions atmosphériques

Les conditions atmosphériques retenues, conformément à la circulaire du 10 mai 2010, pour le calcul de dispersion des nuages gazeux dus à un rejet horizontal au sol correspondent :

- d'une part à un vent de 3 m/s avec une atmosphère caractérisée par une classe de stabilité F (atmosphère stable) au sens de Pasquill,
- d'autre part à un vent de 5 m/s avec une atmosphère caractérisée par une classe de stabilité D (atmosphère neutre) au sens de Pasquill.

| | | |
|--|--|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 3 / 32 |

2.2. Critères retenus pour la toxicité de l'H₂S

La substance toxique émise est l'H₂S. Les seuils de toxicité aiguë à considérer sont issus de la base de données de l'INERIS [DRC-08-94398-10646A –seuils de toxicité aigüe] :


| Concentration | Temps (min.) | | |
|--|--------------|-------|-----|
| | 1 | 10 | 20 |
| Seuil des effets létaux significatifs – SELS | | | |
| · mg/m ³ | 2 408 | 1 077 | 847 |
| · ppm | 1 720 | 769 | 605 |
| Seuil des premiers effets létaux – SPEL | | | |
| · mg/m ³ | 2 129 | 963 | 759 |
| · ppm | 1 521 | 688 | 542 |
| Seuil des effets irréversibles – SEI | | | |
| · mg/m ³ | 448 | 210 | 161 |
| · ppm | 320 | 150 | 115 |
| Seuil des effets réversibles – SER | | | |

Par ailleurs, l'exposant d'isotoxicité n de l'H₂S, selon la loi de Haber ci-dessous, est pris égal à 2,9 :

| | |
|--------------------|--|
| $D = C^n \times t$ | D : dose inhalée (ppm ⁿ .min) C : concentration du polluant (ppm) t : temps (min) |
|--------------------|--|

Les doses toxiques considérées sont les suivantes :


- Effets irréversibles 1,89 10⁷ ppm^{2,9}.min,
- Premiers effets létaux 1,7 10⁹ ppm^{2,9}.min,
- Effets létaux significatifs 2,33 10⁹ ppm^{2,9}.min.

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 4 / 32 |

2.3. Critères de rayonnement thermique

L'arrêté relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation du 29 septembre 2005, fixe les valeurs à retenir pour la détermination des zones d'effets d'accident potentiel dans les études de dangers :

| Pour les effets sur l'homme : | $[\text{KW}/\text{m}^2]^{4/3} \cdot \text{s}$ | kW/m^2 |
|--|---|------------------------|
| Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine. | 600 | 3 |
| Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine. | 1000 | 5 |
| Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine. | 1800 | 8 |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 5 / 32 |

2.4. Critères de suppression

L'arrêté du 29 septembre 2005, relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, présente les valeurs à prendre en compte pour la détermination des zones d'effets d'accident potentiel :

| <u>Pour les effets sur les structures :</u> | <u>Pour les effets sur l'homme :</u> | mbar |
|--|---|------|
| Seuil des destructions significatives de vitres. | Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme | 20 |
| Seuil des dégâts légers sur les structures. | Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine. | 50 |
| Seuil des dégâts graves sur les structures. | Seuils des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine. | 140 |
| Seuil des effets dominos | Seuils des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine. | 200 |
| Seuil des dégâts très graves sur les structures. | | 300 |

Les effets à 100 mbar seront aussi pris en compte car il s'agit dans les cas d'encombrement d'indice 4 de la méthode multi-énergies du seuil des effets létaux en limite de nuage inflammable.

Les distances d'effets sont données avec pour origine le point de fuite.


3. FICHES SCENARIOS

L'ensemble des fiches sont regroupées dans l'annexe ci-après.

| | | |
|--|--|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 6 / 32 |

ANNEXE

CONFIDENTIEL

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 7 / 32 |

Scénario n°THT A : Rupture franche de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique et inflammable, formation d'un jet enflammé

Conditions opératoires :

- Nature du fluide : H₂S
- Etat physique : Gaz
- Température : 38°C
- Pression de service : 24 barg
- Débit max SOBEGI : 5,6 t/h
- Hold-up ligne commune : 1,5 m³

Contribution aval :

Depuis l'unité THT

- Hold-up : 4 m³ à 3 bar et 300°C et 11 m³ à 2 barg et 50°C
- Débit max procédé : 500 kg/h

Depuis l'unité TDM

- Hold-up : 15 m³ à 15 barg et 100°C
- Débit max procédé : 620 kg/h

Depuis l'unité TBM

- Hold-up : 232 kg
- Débit contre pression nulle : 0,31 kg/s d'H₂S

Depuis le pipe allant à Mourenx

- Hold-up : 8,2 m³ à 11 barg et 38°C
- Débit max procédé : 1600 kg/h

Le retour depuis les unités PPF/UPF est négligé.

Depuis l'unité MM

- Hold-up : 373 kg
- Débit max procédé : 5200 kg/h

Description et débit de fuite :

La rupture aurait lieu sur un tronçon de ligne en DN80 à 5 mètres du sol.

Dans les premières secondes auraient lieu la décompression rapide du collecteur commun.

La fuite serait ensuite alimentée en amont par SOBEGI à 5,6 t/h pendant 1 h et par les différentes contributions aval.

Pour la réalisation du calcul, les débits associés à chacun des segments sont simplement augmentés de 0,139 kg/s afin de prendre en compte la nouvelle valeur de débit d'alimentation maximale. La variation relative étant faible (de l'ordre de 10%) les autres paramètres sont inchangés.

| N° segment | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Débit (kg/s) | 2,595 | 2,385 | 2,075 | 1,725 | 1,585 | 1,555 |
| Vitesse (m/s) | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 | 170 |
| Température (°C) | -30 | -30 | -30 | -30 | -30 | -30 |
| Durée (s) | 600 | 120 | 60 | 1020 | 180 | 1620 |

| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 8 / 32 |

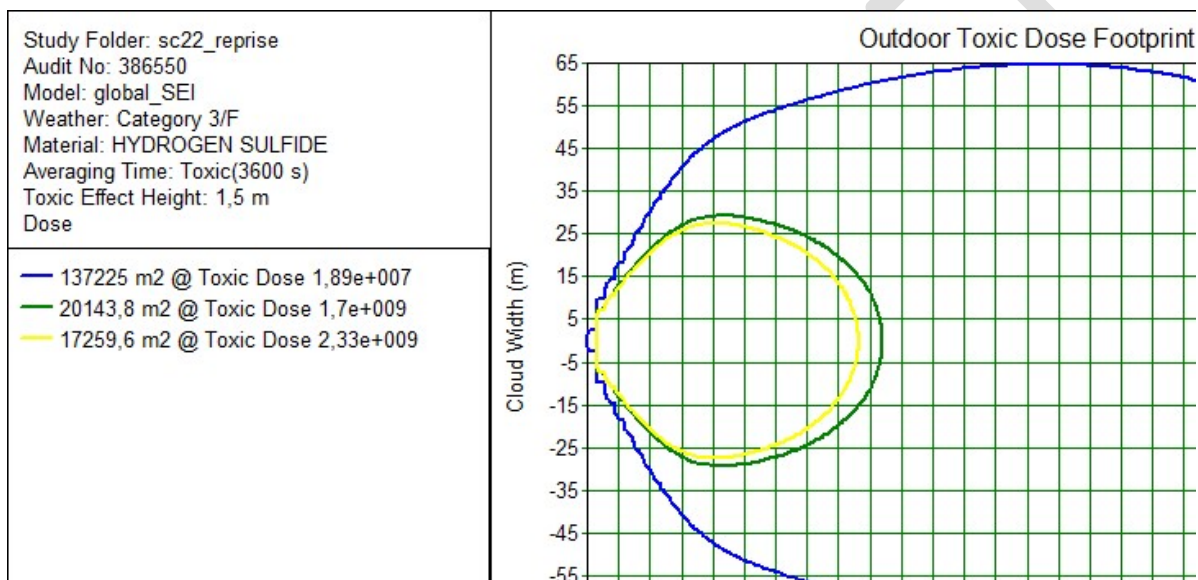
Toxicité

Effets sur l'environnement :

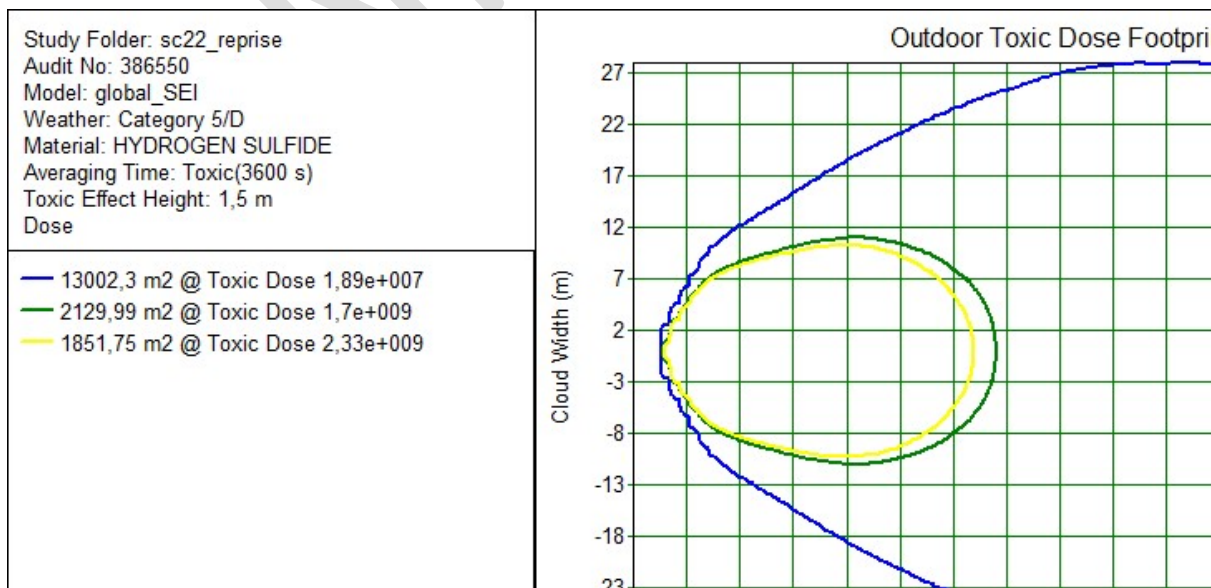
Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m et pour une durée d'exposition d'une heure :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|------|-----|
| SEI | 1330 | 320 |
| SEL | 470 | 140 |
| SELS | 435 | 130 |

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 9 / 32 |

Inflammabilité :

UVCE

Effets thermiques :

Il n'y aurait pas d'effets thermiques au sol (localisés à 5 m)

Effets de surpression :

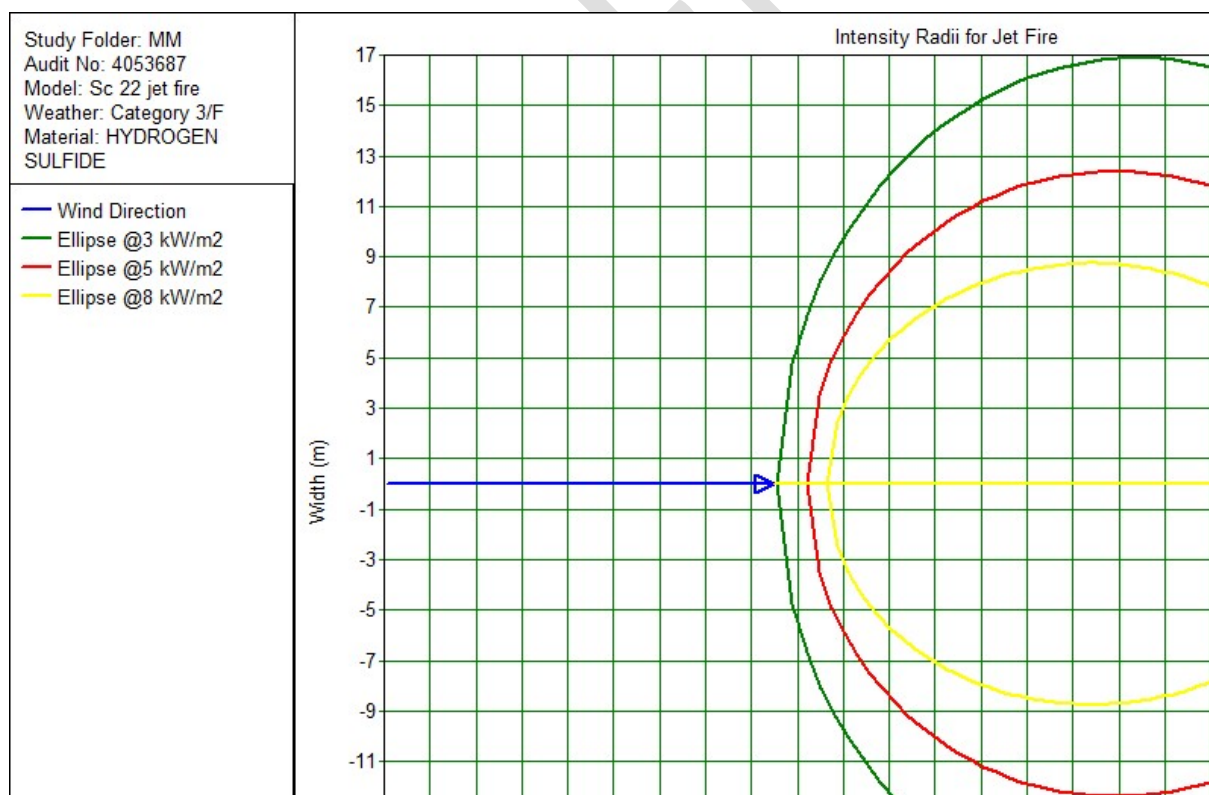
Un nuage inflammable de moins de 10 kg se formerait dans une zone peu encombrée caractérisée par un indice de violence de 4. Il n'y aurait donc pas d'effets de surpression.

Jet enflammé :

Les distances d'effets sont indiquées pour la hauteur de fuite (5 m) :

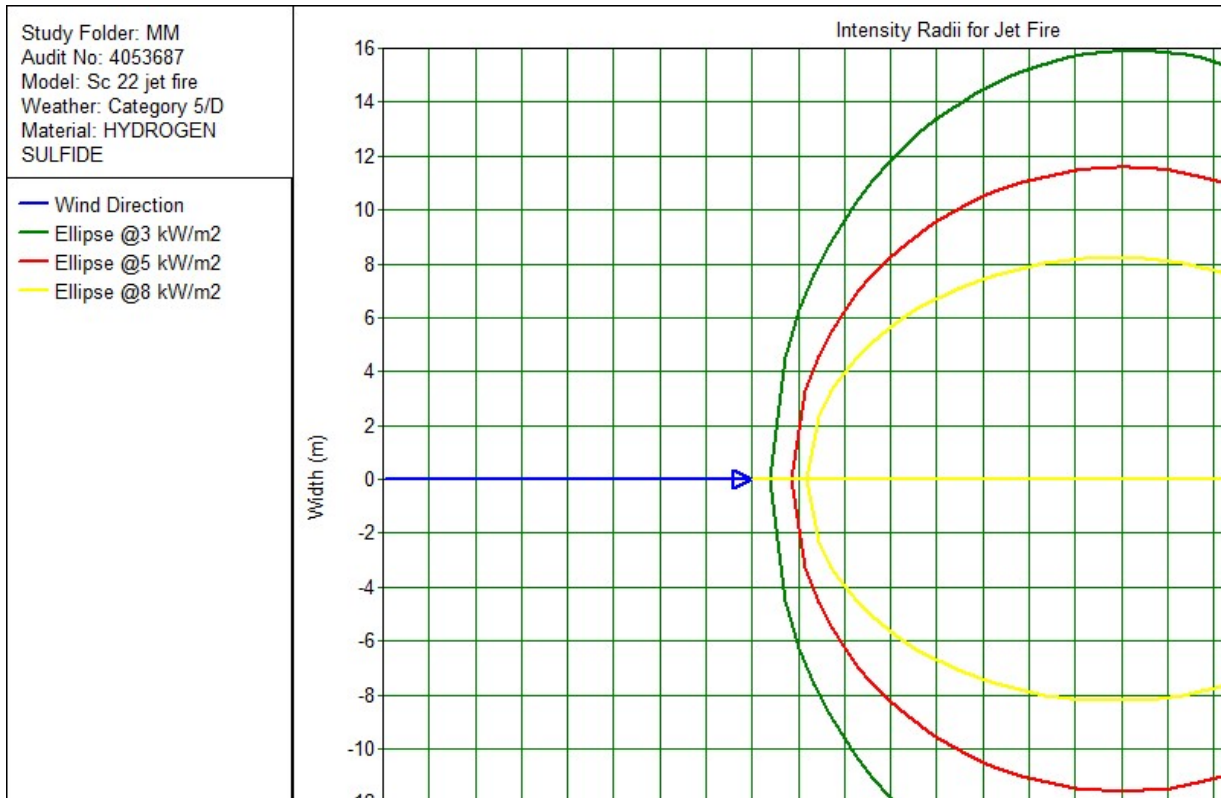
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| Longueur de flamme | 23 m | 26 m |
| Flux à la source | 63 kW/m ² | 62 kW/m ² |
| 8 kW/m ² | 25 m | 29 m |
| 5 kW/m ² | 28 m | 30 m |
| 3 kW/m ² | 32 m | 32 m |

Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 3F :




| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 10 / 32 |

Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 5D :



CONFIDENTIAL

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 11 / 32 |

Scénario n°THT A' : Fuite moyenne (10%) de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4

Par une brèche 10% d'un réseau DN50 et compte tenu de la pression identique maintenue à 24 barg, le débit à la brèche n'est pas modifié, les résultats sont identiques aux débits calculés précédemment.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

| Hypothèses de calcul | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Produit | H ₂ S |
| Phase | Gaz |
| Température | 38°C |
| Pression | 24 bar |
| Débit nominal | 5,6 t/h, soit 1,42 kg/s |
| Diamètre ligne | DN50 |
| Diamètre de la fuite | 15,8 mm |
| Hauteur de rejet | 5 m |
| Hauteur du récepteur | 1,5 m |

Le terme source, calculé à partir du modèle « Leak » du logiciel PHAST[®], est le suivant :

| | |
|----------------------|-----------|
| Fraction liquide | 0,08 |
| Débit | 1,15 kg/s |
| Température | -60°C |
| Vitesse | 452 m/s |
| Durée | 3600 s |
| Diamètre des gouttes | 1,27 µm |

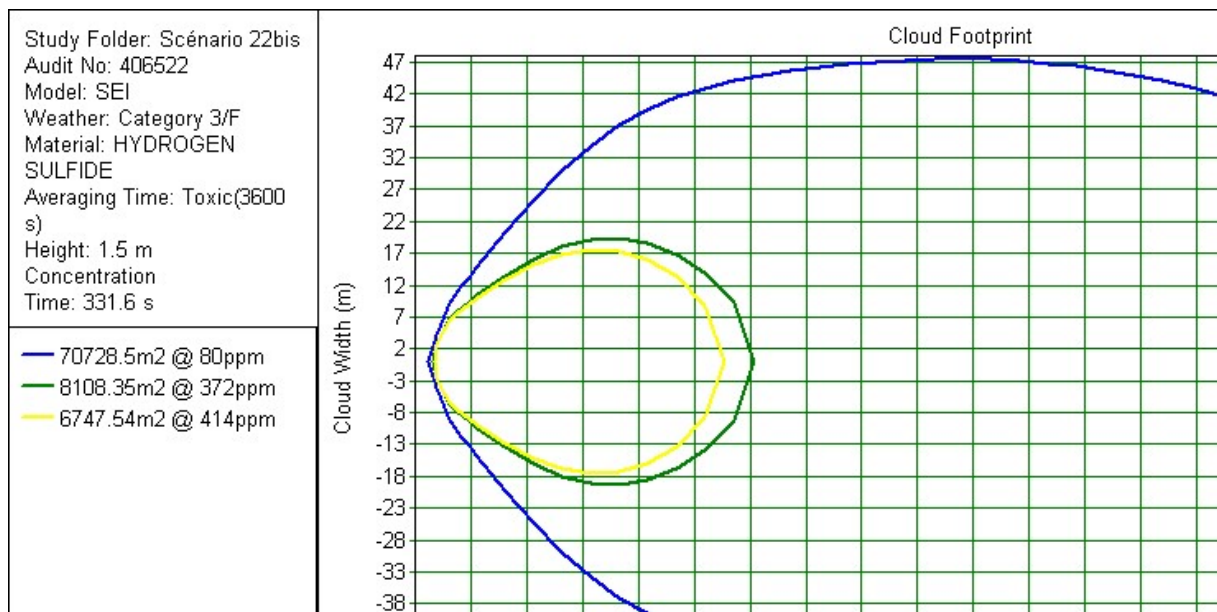
Les distances d'effets toxiques à hauteur du sol (1,5 m) pour une durée d'exposition d'une heure sont données dans le tableau suivant :

| | 3F | 5D |
|------|-------|-------|
| SEI | 970 m | 260 m |
| SEL | 300 m | 110 m |
| SELS | 280 m | 105 m |

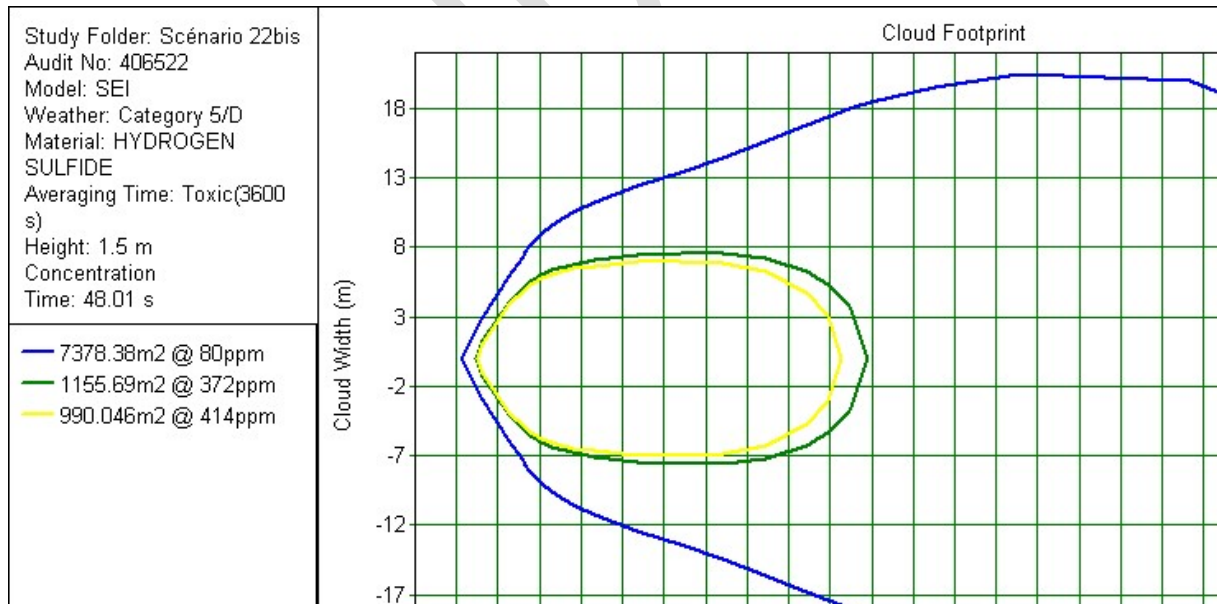
| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 12 / 32 |


Le profil du panache dans les conditions atmosphériques 3F et 5D est illustré par les graphiques suivants :

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 13 / 32 |

Scénario n°THT A'' : Petite fuite (1%) de la ligne d'alimentation H₂S avant la PCV9401-4

Par une brèche 1% d'un réseau DN50 et compte tenu de la pression identique maintenue à 24 barg, le débit à la brèche n'est pas modifié, les résultats sont identiques aux débits calculés précédemment.

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

| Hypothèses de calcul | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Produit | H ₂ S |
| Phase | Gaz |
| Température | 38°C |
| Pression | 24 bar |
| Débit nominal | 5,6 t/h, soit 1,42 kg/s |
| Diamètre ligne | DN50 |
| Diamètre de la fuite | 5 mm |
| Hauteur de rejet | 5 m |
| Hauteur du récepteur | 1,5 m |

Tableau 1 : Hypothèses de calcul

Le terme source, calculé à partir du modèle « Leak » du logiciel PHAST[®], est le suivant :

| | |
|----------------------|-----------|
| Fraction liquide | 0,08 |
| Débit | 0,12 kg/s |
| Température | -60°C |
| Vitesse | 452 m/s |
| Durée | 3600 s |
| Diamètre des gouttes | 1,27 µm |

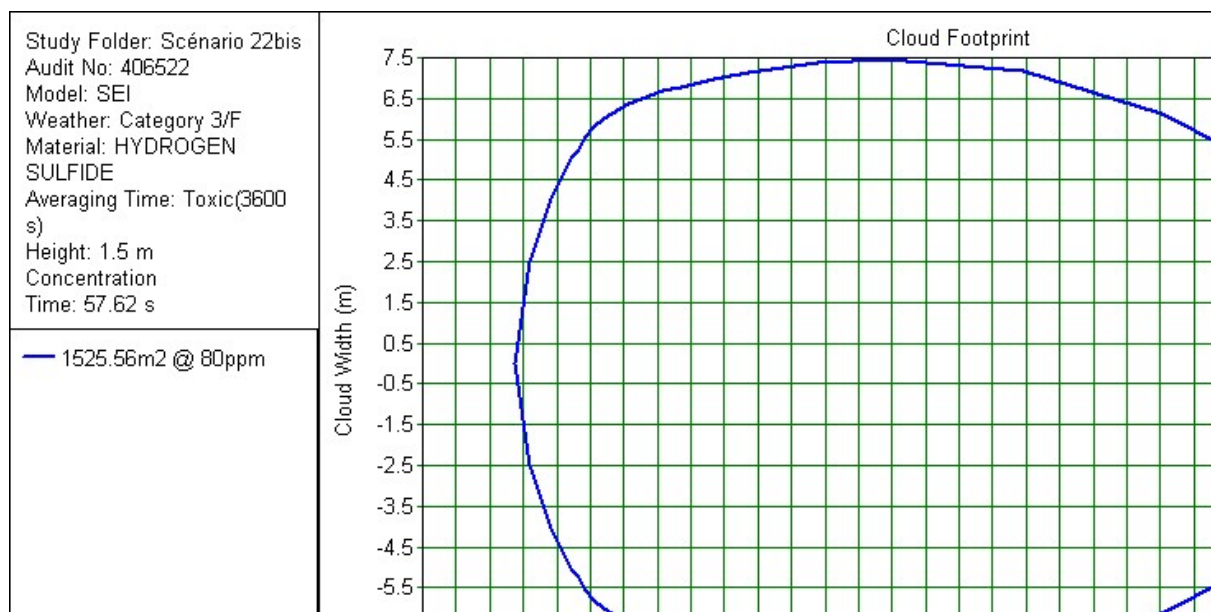
Les distances d'effets toxiques à hauteur du sol (1,5 m) sont données dans le tableau suivant :

| | 3F | 5D |
|------|-------------|-------------|
| SEI | 140 m | 50 m |
| SEL | Non atteint | Non atteint |
| SELS | Non atteint | Non atteint |

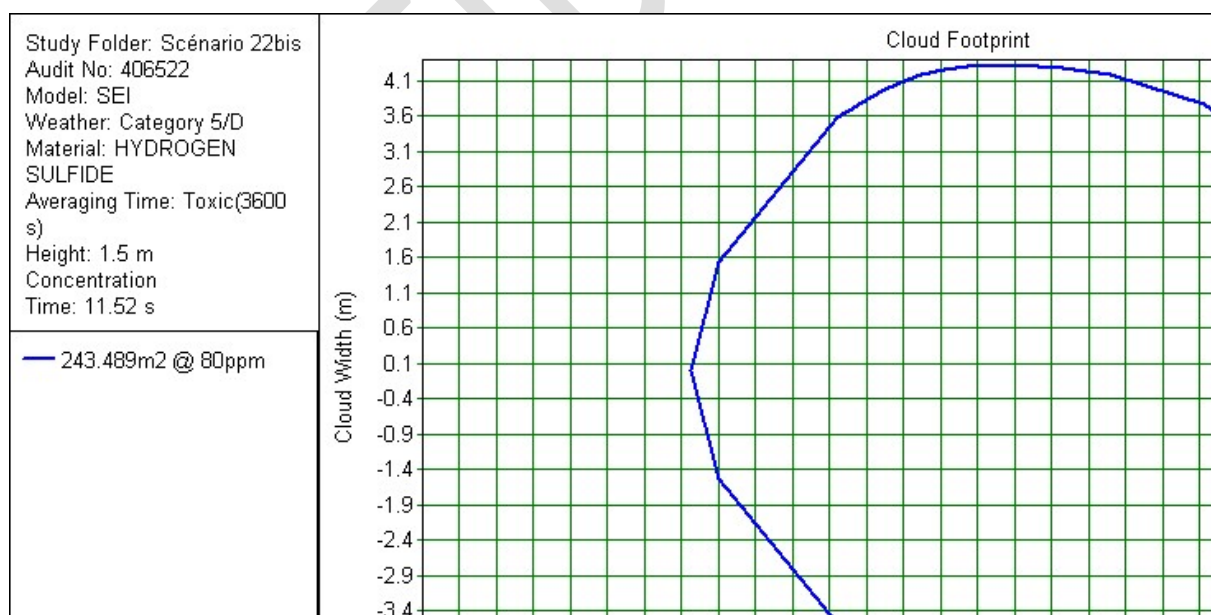
| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 14 / 32 |

Le profil du panache dans les conditions atmosphériques 3F et 5D est illustré par les graphiques suivants :

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 15 / 32 |

Scénario THT B : Rupture franche sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique et inflammable d'H₂S, formation d'un jet enflammé.

Conditions opératoires :

- Nature du produit : 90% H₂S gaz + 10% propylène gaz
- Diamètre ligne : DN150
- Hauteur de rejet : 1 m
- Inventaire gaz : 4 m³ à 3 bar eff et 300°C dans la section réaction, 11 m³ à 2 bar eff et 50°C pour le reste.

Description :

Une rupture sur cette section entraînerait la décompression de l'inventaire gaz puis de la fuite d'H₂S provenant à la fois de l'alimentation en H₂S frais (vanne PCV 9401 grande ouverte) et provenant du compresseur en supposant qu'il fonctionne à son débit max.

Débit de fuite :

Le débit de décompression serait de 4,3 kg/s pendant 6 s.

Le débit d'alimentation côté compresseur n'excéderait pas 220 kg/h et le débit max pouvant passer à travers la vanne PCV 9401 serait de 500 kg/h.

Toxicité

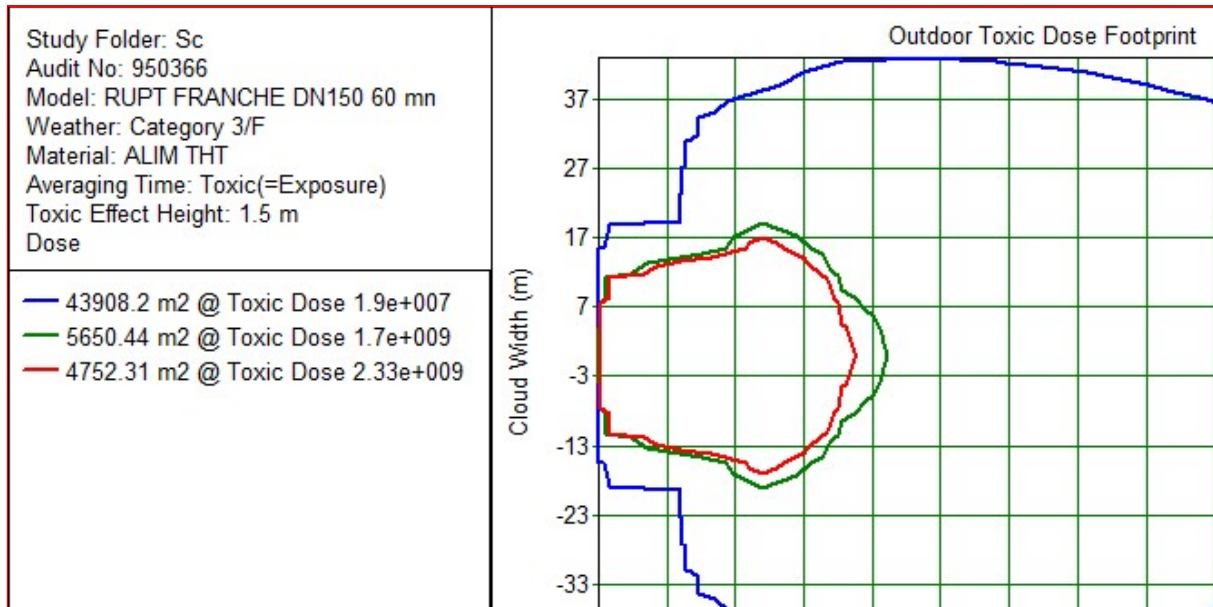
Effets sur l'environnement :

Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m et pour une durée d'exposition d'une heure :

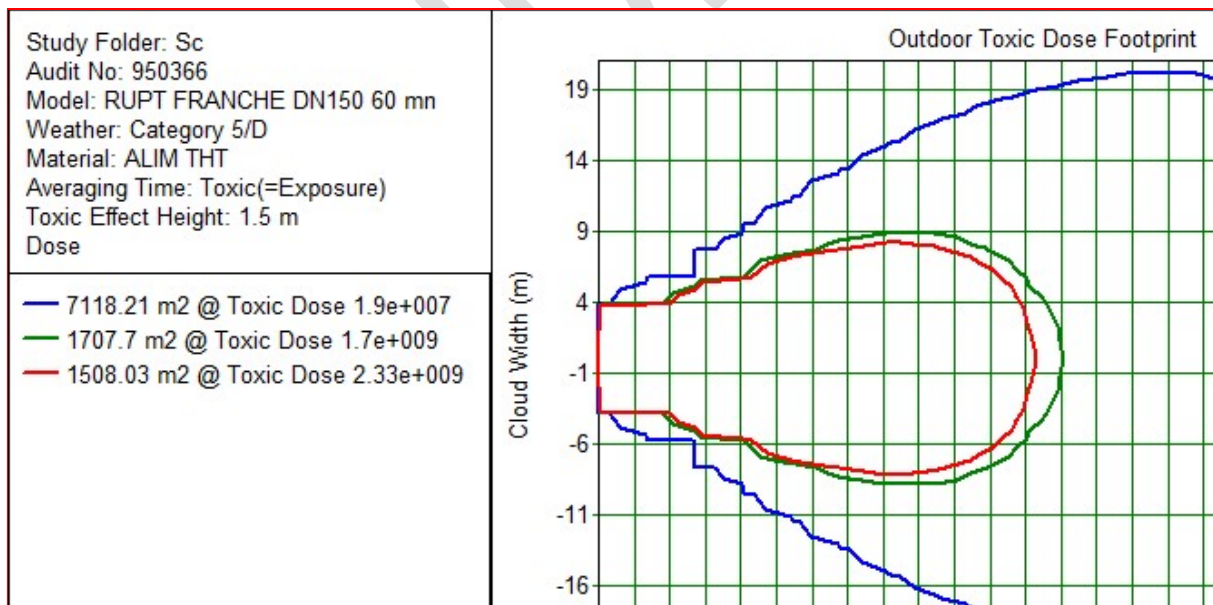
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|-----|-----|
| SELS | 190 | 120 |
| SEL | 210 | 130 |
| SEI | 650 | 250 |

| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 16 / 32 |

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 17 / 32 |

Remarque : dans ce cas, la dose est réalisée grâce à la bouffée. La contribution de l'alimentation en H₂S est quasiment négligeable. A titre indicatif, les distances atteintes avec une bouffée unique en condition 3F (sans alimentation en H₂S) seraient de 900 m pour les effets irréversibles, et les effets létaux seraient inchangés.

Inflammabilité

UVCE :

Effets de surpression :

La masse inflammable participant à la combustion est faible (< 1kg). Les effets de surpression ressentis à 1,5 m du sol seraient les suivants :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----|----|
| Centre de l'explosion | 5 | 5 |
| 100 mbar | 8 | 8 |
| 50 mbar | 12 | 12 |
| 20 mbar | 19 | 19 |

Effets thermiques :

Les effets thermiques ressentis à 1.5 m du sol seraient les suivants :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----|----|
| SEL/SELS | 14 | 11 |
| SEI | 15 | 12 |

Jet enflammé :

Il n'y aurait pas d'effets thermiques dus à un jet enflammé.

| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 18 / 32 |

Scénario THT B' : Fuite 10% sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique et inflammable d'H₂S, formation d'un jet enflammé.

Conditions opératoires :

- Nature du produit : 90% H₂S gaz + 10% propylène gaz
- Diamètre ligne : DN150
- Hauteur de rejet : 1 m
- Inventaire gaz : 4 m³ à 3 bar eff et 300°C dans la section réaction, 11 m³ à 2 bar eff et 50°C pour le reste.

Description :

Une fuite 10% sur cette section entraînerait la décompression de l'inventaire gaz puis de la fuite d'H₂S provenant à la fois de l'alimentation en H₂S frais (vanne PCV 9401 grande ouverte) et provenant du compresseur en supposant qu'il fonctionne à son débit max.

Débit de fuite :

Le débit de décompression serait de 0,42 kg/s pendant 66 s.

Le débit d'alimentation côté compresseur n'excéderait pas 220 kg/h et le débit max pouvant passer à travers la vanne PCV 9401 serait de 500 kg/h. Ce débit alimenterait la fuite.


Toxicité

Effets sur l'environnement :

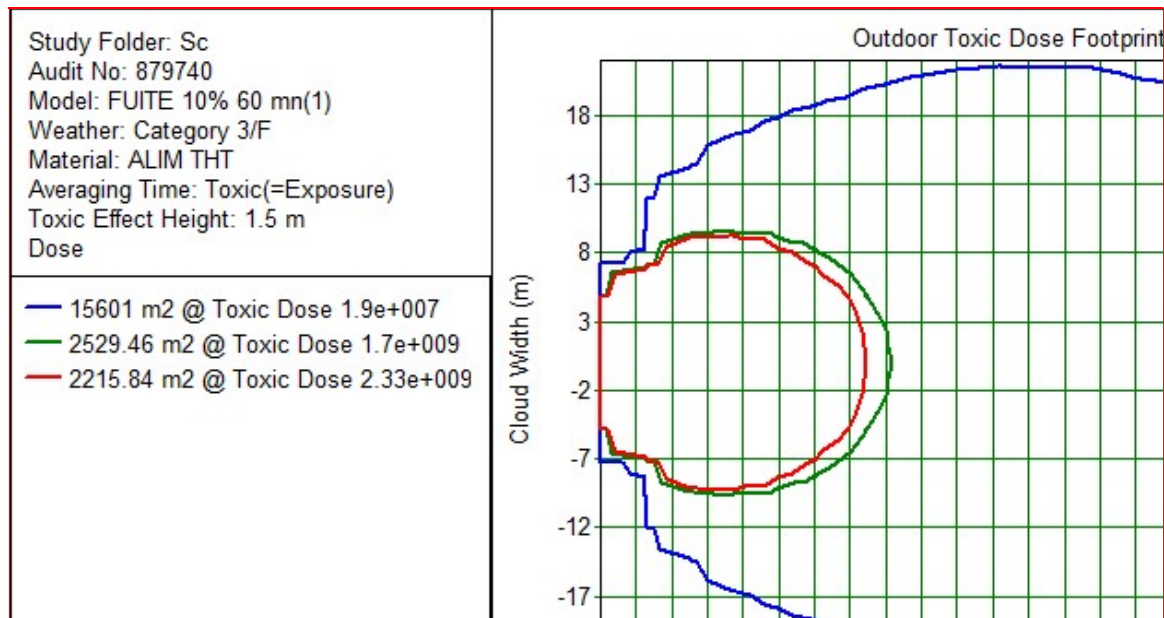
Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1.5 m :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|-----|-----|
| SELS | 150 | 55 |
| SEL | 160 | 60 |
| SEI | 450 | 118 |

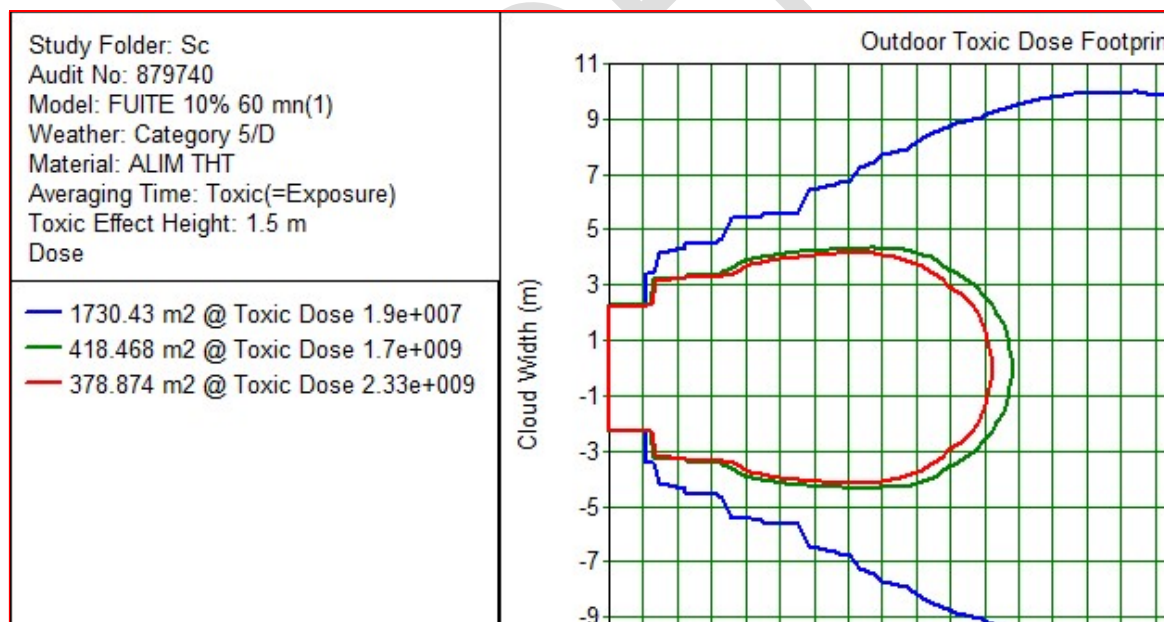
Dans ce cas, c'est uniquement les effets de la bouffée de 90s qui sont représentés. L'effet de l'alimentation sur la dose étant négligeable :

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 19 / 32 |

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



Inflammabilité

UVCE :

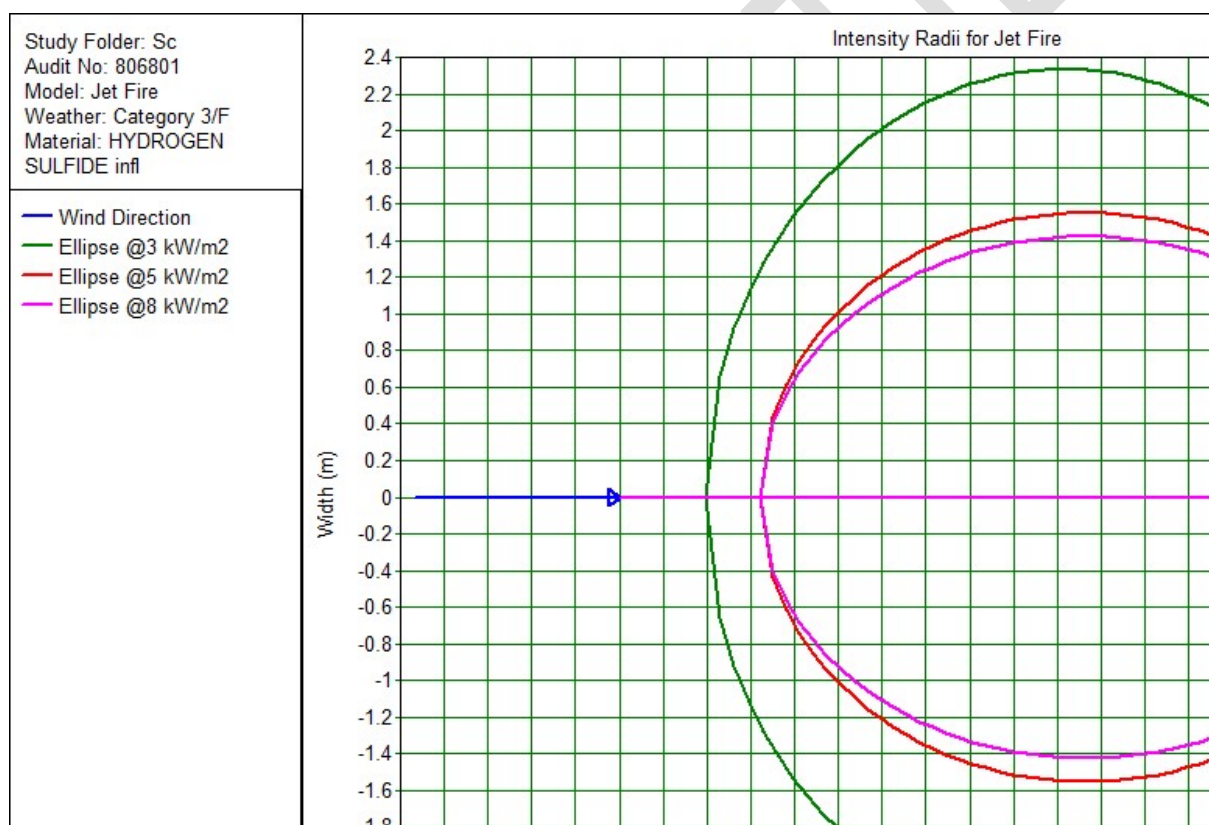
Il n'y aurait pas d'effets de surpression ou d'effets thermiques dus à un nuage inflammable.

Jet enflammé :

Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1.5 m :

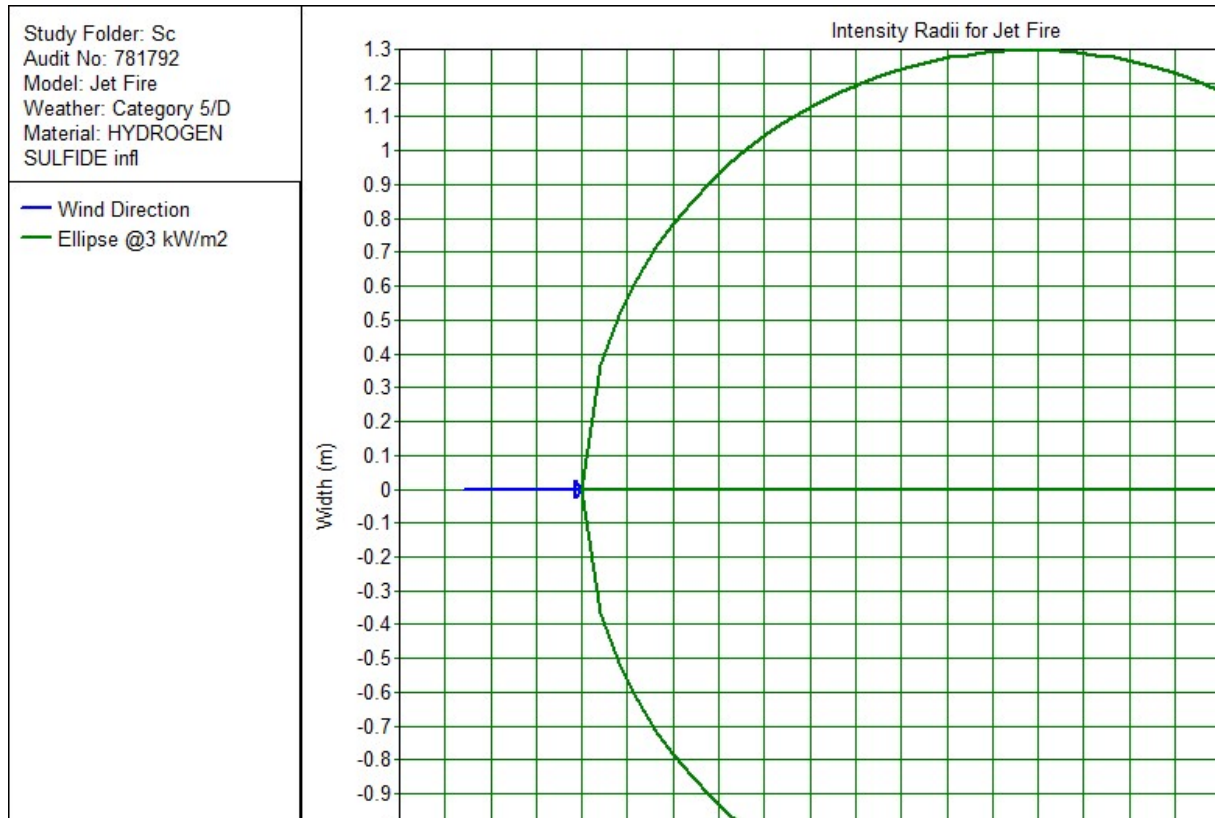
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|-----------------------------|----|-------------|
| SELS (8 kW/m ²) | 9 | Non Atteint |
| SEL (5 kW/m ²) | 9 | Non Atteint |
| SEI (3 kW/m ²) | 9 | 10 |

Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 3F :



| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 21 / 32 |

Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 5D :



CONFIDENTIAL

| | | |
|--|--|---------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 22 / 32 |

Scénario THT B'' : Fuite 1% sur la section compression/ alimentation/ MP/ réaction/ absorption

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique et inflammable d'H₂S, formation d'un jet enflammé.

Conditions opératoires :

- Nature du produit : H₂S gaz
- Diamètre ligne : DN150
- Hauteur de rejet : 1 m
- Inventaire gaz : 10 m³ à 3 bar eff et 300°C dans la section réaction, 15 m³ à 2 bar eff et 50°C pour le reste.

Description et débit de fuite :

Une fuite 1% sur cette section n'entraînerait pas de décompression. Le débit max pouvant passer à travers la brèche à ces conditions de température et de pression est de 0.1 kg/s ce qui est inférieur au débit d'alimentation de la section.

Toxicité

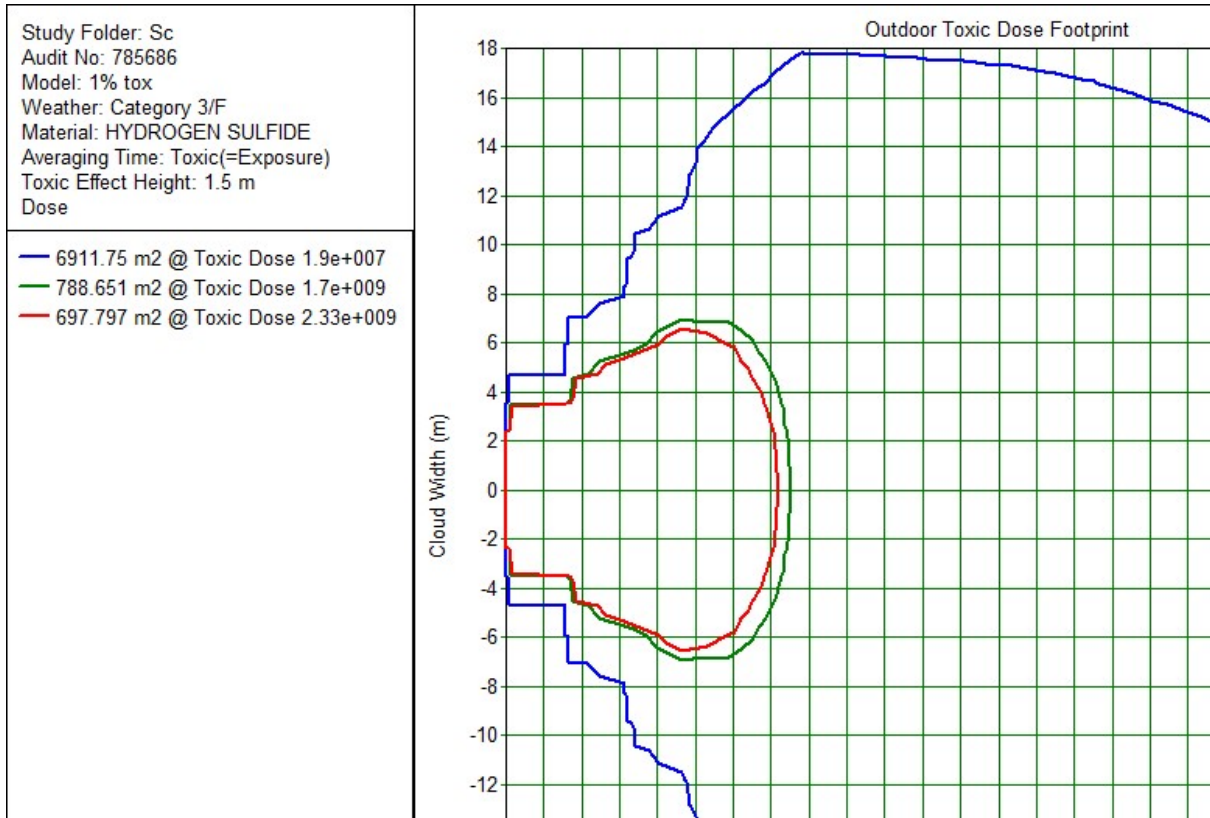
Effets sur l'environnement :

Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m et pour une durée d'exposition d'une heure :

| | | |
|---------------------------|-----|----|
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
| SELS | 70 | 35 |
| SEL | 75 | 35 |
| SEI | 260 | 80 |

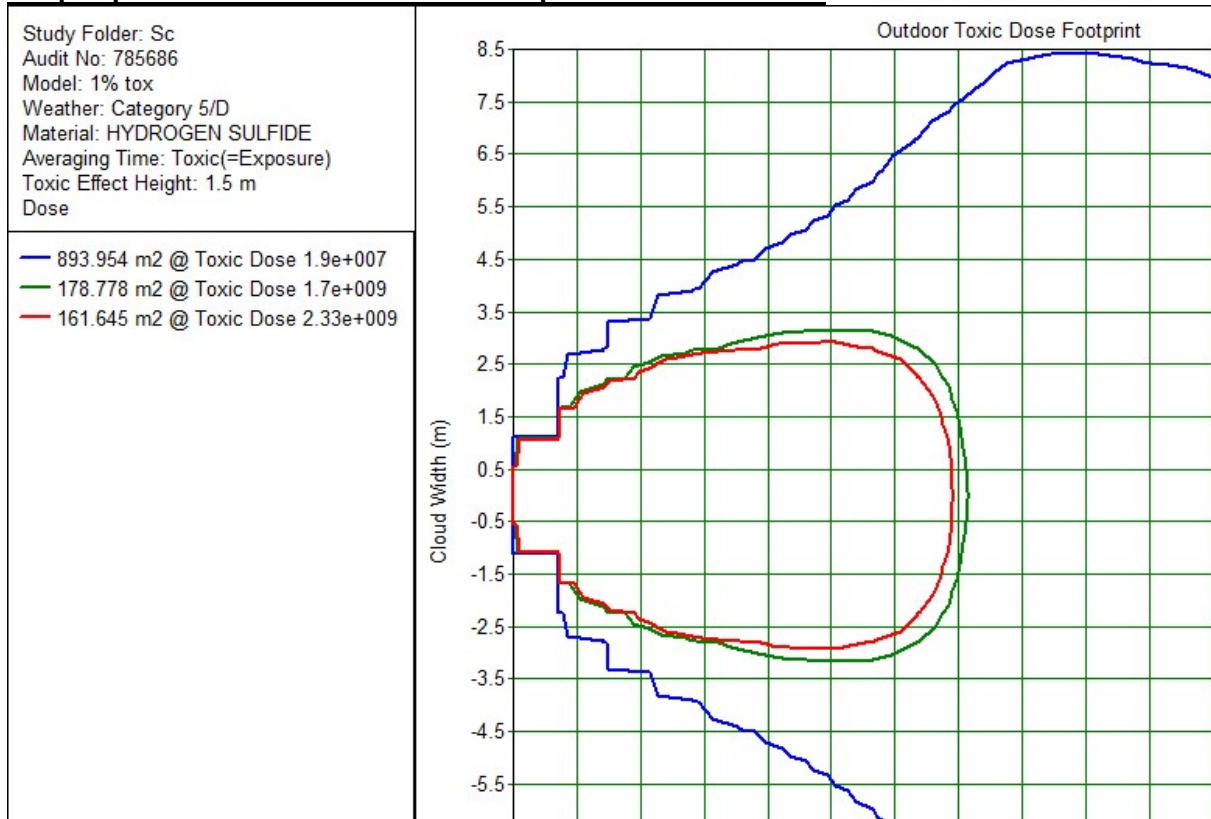
| | | |
|--|---|--------------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 23 / 32 |

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



CONFIDENTIAL

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



Inflammabilité

UVCE :

Il n'y aurait pas d'effets de surpression ou d'effets thermiques dus à un nuage inflammable.

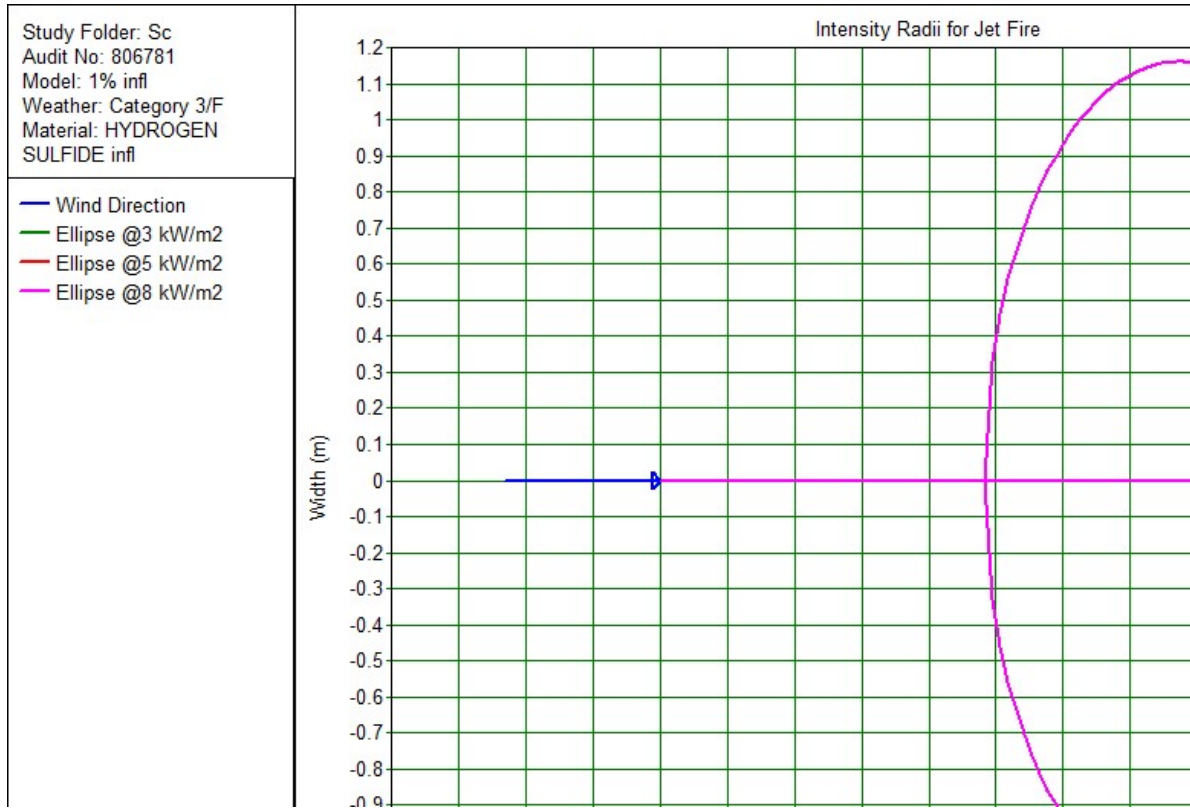
Jet enflammé :


Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|-----------------------------|----|----|
| SELS (8 kW/m ²) | 5 | 5 |
| SEL (5 kW/m ²) | 5 | 5 |
| SEI (3 kW/m ²) | 5 | 5 |

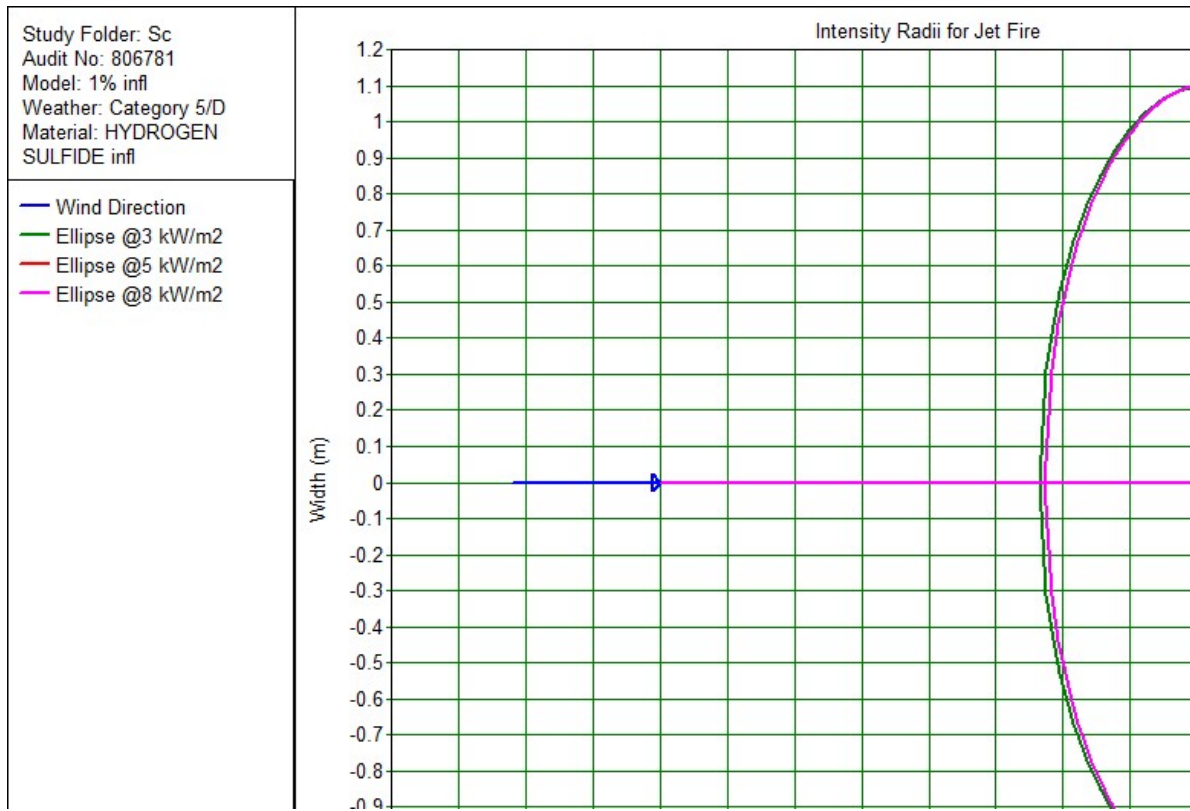
| | | |
|--|--|---------------------|
| ARKEM Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 25 / 32 |


Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 3F :



| | | |
|---|--|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 26 / 32 |

Graphique des distances d'effets thermiques du jet enflammé en condition 5D :



| | | |
|---|--|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 27 / 32 |

Scénario THT C : Rupture franche ou partielle d'une ligne ou d'un équipement sur la section Décantation/Equeutage

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique d'H₂S, formation d'un jet enflammé et d'un nuage inflammable d'H₂S et de THT.

Conditions opératoires :

- Nature du produit : H₂S gaz (7% massique) et THT (93% massique)
- Diamètre ligne : DN150
- Hauteur de rejet : 1 m
- Inventaire gaz : 4.6 m³ de mélange à 130°C et 80 mbar et 1 m³ d'H₂S pur à 100°C et 80 mbar.

Description :

Après rupture de la ligne en tête de la colonne C9431, il y aurait décompression rapide du contenu de la colonne (4,6 m³ de mélange) et du ballon de reflux (1 m³ d'H₂S pur). Ensuite l'alimentation de la colonne continuerait.

Débit de fuite :

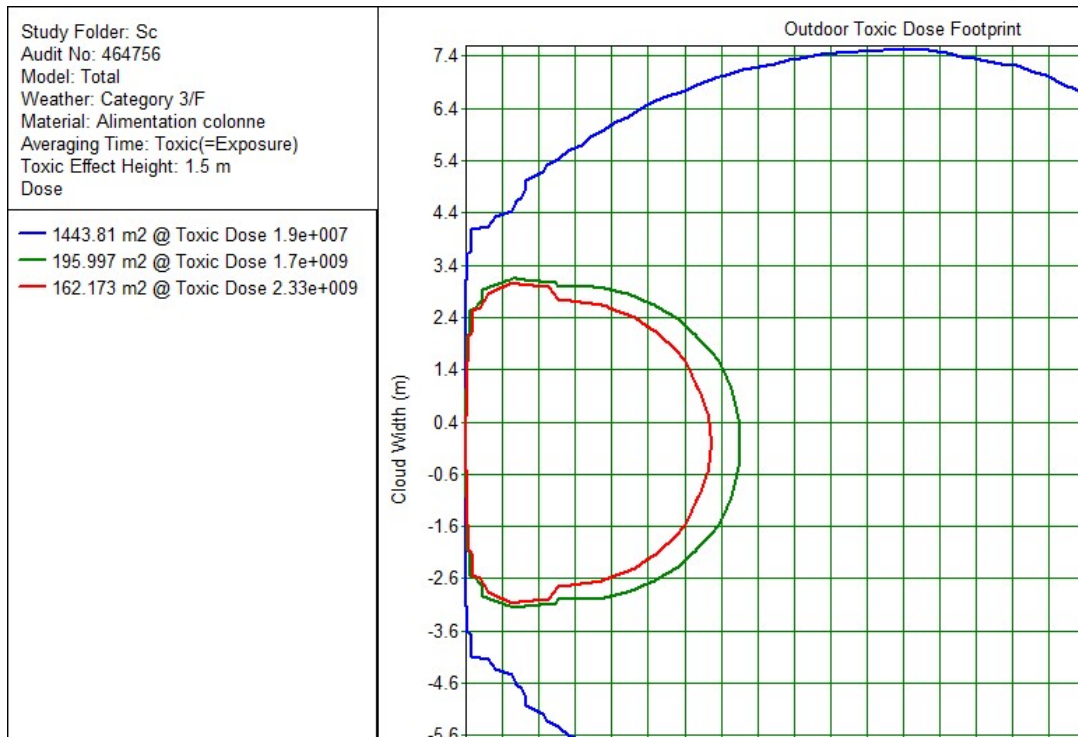
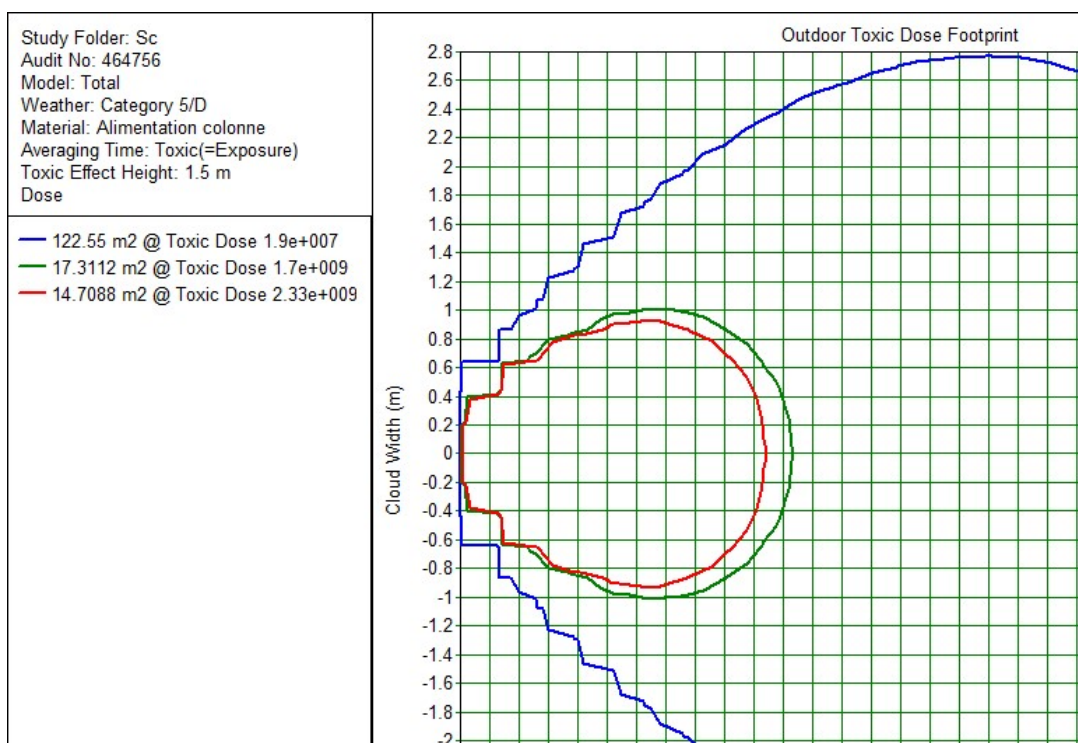
La décompression de 12 kg de mélange et 1 kg d'H₂S pur aurait lieu en moins de 10s et la fuite serait ensuite alimentée par l'alimentation de la colonne à un débit de 824 kg/h (débit maintenu par la FCV 9431).


Toxicité

Effets sur l'environnement :

Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m et pour une durée d'exposition d'une heure :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|-----|----|
| SELS | 35 | 10 |
| SEL | 40 | 11 |
| SEI | 120 | 30 |

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :**Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :**

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 29 / 32 |

Inflammabilité

UVCE :

Effets de surpression :

La masse inflammable participant à la combustion est faible (environ 1 kg). Les effets de surpression ressentis à 1,5 m du sol seraient les suivants :

| | | |
|---------------------------|----|----|
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
| Centre de l'explosion | 0 | 0 |
| 100 mbar | 4 | 4 |
| 50 mbar | 9 | 9 |
| 20 mbar | 18 | 18 |


Effets thermiques :

Les effets thermiques ressentis à 1,5 m du sol seraient les suivants :

| | | |
|---------------------------|-----|-----|
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
| SEL/SELS | 4 m | 4 m |
| SEI | 4 m | 4 m |

Jet enflammé :

Il n'y aurait pas d'effets thermiques dus à un jet enflammé.

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  Usine de Lacq – Mourenx | ETUDE DE DANGERS Etablissement Lacq Unité THT | Novembre 2022 |
| | ANNEXE 5 – Rapport de modélisations | Page 30 / 32 |

Scénario THT D : Rupture franche ou partielle d'une ligne ou d'un équipement sur la section Etêtage

Nature du risque : Formation d'un nuage toxique d'H₂S, et formation d'un jet enflammé ou d'un nuage inflammable d'H₂S, THT et méthane.

Conditions opératoires :

- Nature du produit : H₂S, THT et CH₄
- Diamètre ligne : DN25
- Hauteur de rejet : 1 m

Description :

Plusieurs contributions en polluants auraient lieu :

1. Vidange de la colonne :

La colonne contient environ 50l de THT à 1.1 bar eff à 140°C.

2. Décompression de la colonne :

La colonne contient dans sa phase gaz 1 m³ d'un mélange d'H₂S et de CH₄ à 1,1 bar eff et 140°C.

3. Fuite alimentée :

L'alimentation de la colonne continuerait au même débit (consigne de niveau sur le pot de reflux de la colonne C9431). Cette alimentation contient 7% en masse d'H₂S et 93% de THT à 1,1 bar eff et 100°C. A ces conditions de pression et de température, le THT est liquide.

4. Alimentation en CH₄ :

La colonne est alimentée en CH₄ grâce à une consigne de débit (FCV9442).

5. Retour de THT des stockages journaliers :

Cette contribution n'a qu'un effet sur le feu en nappe qui n'est pas modélisé ici.

Débit de fuite :

1. Vidange de la colonne

La vidange des 50l de THT serait très rapide (12s) à un débit de 3,6 kg/s. Le taux de flash du THT à cette température est de 10%. Vu la vitesse d'éjection du fluide et de la taille des gouttelettes formées, l'entraînement vésiculaire est estimé à 10% (un taux de flash). Le débit gaz est donc de 0,72 kg/s. Après vérification, cette contribution n'a qu'un effet sur le feu en nappe qui n'est pas modélisé ici.

2. Décompression de la colonne

Dans un souci de simplification dans l'étude du risque toxique, il sera considéré que la totalité de la phase gaz est de l'H₂S soit 2 kg d'H₂S. Cette décompression aurait lieu en 12s environ à un débit de 0,08 kg/s.

3. Fuite alimentée

Le débit d'alimentation est de 785 kg/s de mélange, soit 0,015 kg/s d'H₂S et 0,20 kg/s de THT à 100°C. Le THT est liquide et l'H₂S est gazeux.

4. Alimentation en CH₄

L'alimentation en méthane est de 12 kg/h (soit 0.003 kg/s).

Toxicité

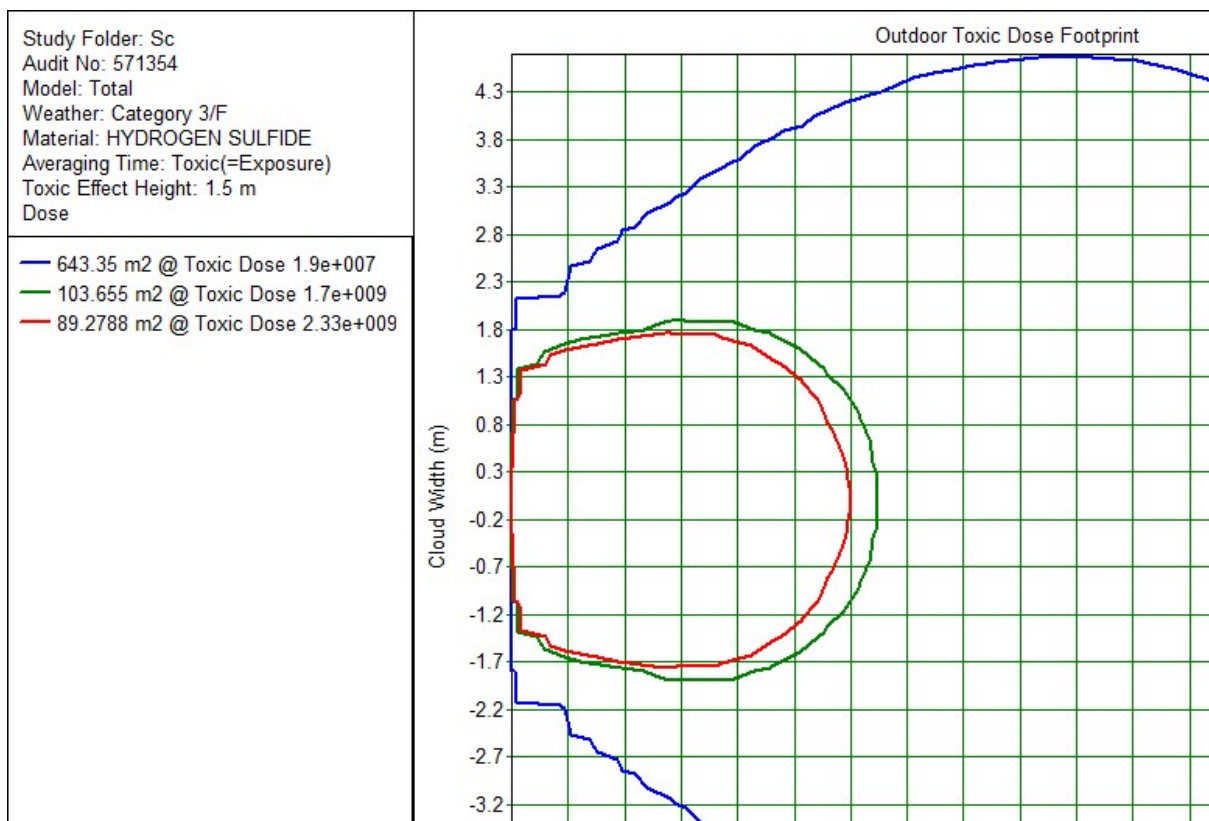
Effets sur l'environnement :

Les distances d'effets sont indiquées pour une hauteur de 1,5 m et pour une durée d'exposition d'une heure :

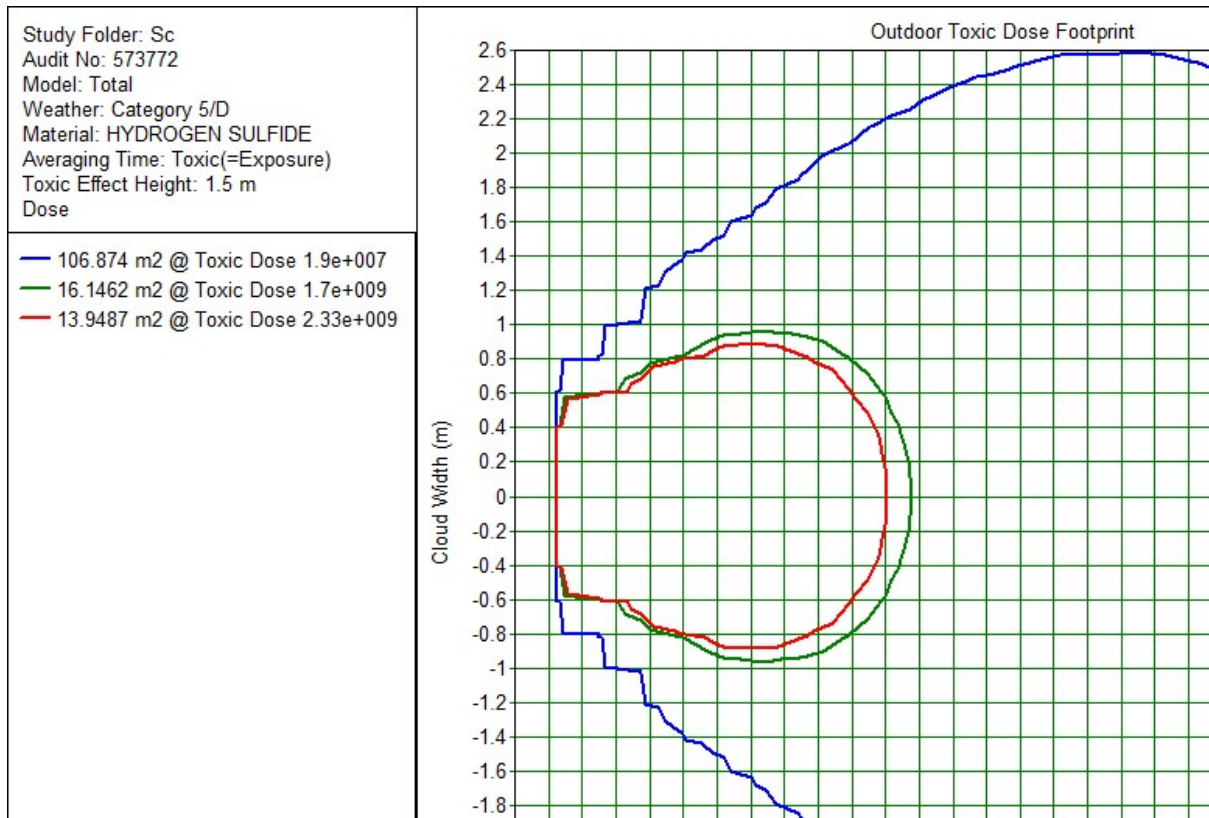
| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----|----|
| SELS | 30 | 11 |
| SEL | 35 | 12 |
| SEI | 90 | 30 |

Remarque : dans ce cas, c'est la bouffée initiale due à la décompression de l'inventaire gaz qui fait la dose. A titre indicatif, les distances atteintes avec une bouffée unique en condition 3F (sans alimentation en H₂S) seraient de 70 m pour les effets irréversibles, et 15 m pour tous les effets létaux.

Graphique des distances d'effets toxiques en condition 3F :



Graphique des distances d'effets toxiques en condition 5D :



Inflammabilité

UVCE :

Effets de surpression :

La masse inflammable participant à la combustion est faible (environ 3 kg). Les effets de surpression ressentis à 1.5 m du sol seraient les suivants :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----|----|
| Centre de l'explosion | 0 | 0 |
| 100 mbar | 5 | 5 |
| 50 mbar | 11 | 11 |
| 20 mbar | 22 | 22 |

Effets thermiques :

Les effets thermiques ressentis à 1.5 m du sol seraient les suivants :

| Conditions atmosphériques | 3F | 5D |
|---------------------------|----|----|
| SEL/SELS | 5 | 5 |
| SEI | 6 | 6 |

Jet enflammé :

Il n'y aurait pas d'effets thermiques dus à un jet enflammé.