



SOCOTEC

Assistance technique à la prise en compte du risque sismique

ECTRA, SITE DE CROLLES



Ectra – site de Crolles

310 rue du docteur Berrehail
38920 CROLLES

Contact(s) : Monsieur David Dubouchet
david-dubouchet@ectra.fr

AFFAIRE : 2104EL7P2000028

Rapport : EL7P2/22/532

Version : V1 du 30/08/2022

Auteur :

Pauline THOMAS, Chargée d'affaires Environnement

Courriel : pauline.thomas@socotec.com

BU ENVIRONNEMENT & SECURITE

Agence de Lyon

11 rue Saint Maximin

69 416 Lyon CEDEX 03

Tél. 04.72.11.46.04

SOMMAIRE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | IDENTIFICATION DU DEMANDEUR..... | 4 |
| 2. | PRESENTATION DU SITE | 5 |
| 3. | OBJECTIF ET CADRE REGLEMENTAIRE (DONNEES ISSUS DU DT 106 DE L'UIC)..... | 9 |
| 4. | METHODOLOGIE | 11 |
| 4.1 | METHODOLOGIE GENERALE | 11 |
| 4.2 | APPROCHE ETUDE DE DANGERS..... | 11 |
| 5. | APPLICATION DE L'APPROCHE « ETUDE DE DANGERS » AU SITE ECTRA..... | 14 |
| 5.1 | CONCLUSION DE L'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES (APR)..... | 14 |
| 5.2 | DEFINITION DES SCENARIOS A RETENIR SUITE A L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES (ADR) | 16 |
| 5.2.1 | EFFETS THERMIQUES | 16 |
| 5.2.2 | EFFETS TOXIQUES | 18 |
| 5.2.3 | EFFETS DE SURPRESSION | 19 |
| 5.2.4 | SYNTHESE | 20 |
| 5.3 | ANALYSE APPROFONDIE | 20 |
| 5.3.1 | INCENDIE GENERALISE DU BATIMENT | 20 |
| 5.3.1.1 | Description du scénario de modélisation des effets thermiques et hypothèses associées..... | 20 |
| 5.3.1.2 | Méthodologie de modélisation | 20 |
| 5.3.1.3 | Résultats de la modélisation des effets thermiques..... | 21 |
| 5.3.2 | DISPERSION TOXIQUE AU NIVEAU DES QUAIS..... | 22 |
| 5.3.2.1 | Description du scénario et hypothèses | 22 |
| 5.3.2.2 | Résultats de la modélisation | 22 |
| 5.3.3 | EXPLOSION AU SEIN D'UNE CELLULE DE STOCKAGE..... | 25 |
| 5.3.3.1 | Description du scénario de modélisation des effets de surpression et hypothèses associées..... | 25 |
| 5.3.3.2 | Résultats de la modélisation des effets de surpression en cas d'explosion d'un nuage de vapeurs inflammables au niveau d'une cellule de stockage..... | 26 |
| 5.3.4 | SYNTHESE | 28 |
| 5.4 | ZONES A OCCUPATION HUMAINE PERMANENTE..... | 28 |
| 5.4.1 | DEFINITION..... | 28 |
| 5.4.2 | DETERMINATION DES ZONES A OCCUPATION HUMAINE PERMANENTE AU REGARD DE L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES PRESENTEE DANS L'ETUDE DE DANGERS : | 28 |
| 5.4.3 | APPLICATION AUX SCENARIOS PRESENTANT DES EFFETS LETAUX HORS SITE | 29 |
| 6. | SYNTHESE..... | 29 |
| 7. | ANNEXES | 30 |
| 7.1 | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 30 |
| 7.2 | MODELISATION DES EFFETS TOXIQUES : INPUT ET SUMMARY PHAST | 30 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : PLAN DE LOCALISATION | 5 |
| FIGURE 2 : PLAN CADASTRAL | 6 |
| FIGURE 3 : LOCALISATION DES POTENTIELS DE DANGERS 1..... | 7 |
| FIGURE 4 : LOCALISATION DES POTENTIELS DE DANGERS CELLULES CHIMIE | 8 |
| FIGURE 5 : CARTE ZONAGE SISMIQUE FRANCE | 9 |
| FIGURE 6 : REPRESENTATION GRAPHIQUE INCENDIE GENERALISE DU BATIMENT | 21 |
| FIGURE 7 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SEI | 23 |
| FIGURE 8 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SEL..... | 23 |
| FIGURE 9 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SELS | 23 |
| FIGURE 10 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SEI..... | 24 |
| FIGURE 11 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SEL | 24 |
| FIGURE 12 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SELS | 24 |
| FIGURE 13 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DISPERSION TOXIQUE QUAIS CHIMIE | 25 |
| FIGURE 14 : REPRESENTATION GRAPHIQUE EXPLOSION CELLULE..... | 27 |

1. IDENTIFICATION DU DEMANDEUR

Société : ECTRA

Forme juridique : SASU Société par actions simplifiée à associé unique

Adresse du siège social : 310 Rue du Docteur Berrehail - 38 920 Crolles

N° Siret : 32156133400327

Nombre et qualité du signataire : David DUBOUCHET, Directeur des Opérations

2. PRESENTATION DU SITE

Le site Ectra est localisé sur les parcelles suivantes de la commune de Crolles :

- Section BA
- Parcelles n° 511 et 513

La localisation du site est présentée ci-après :

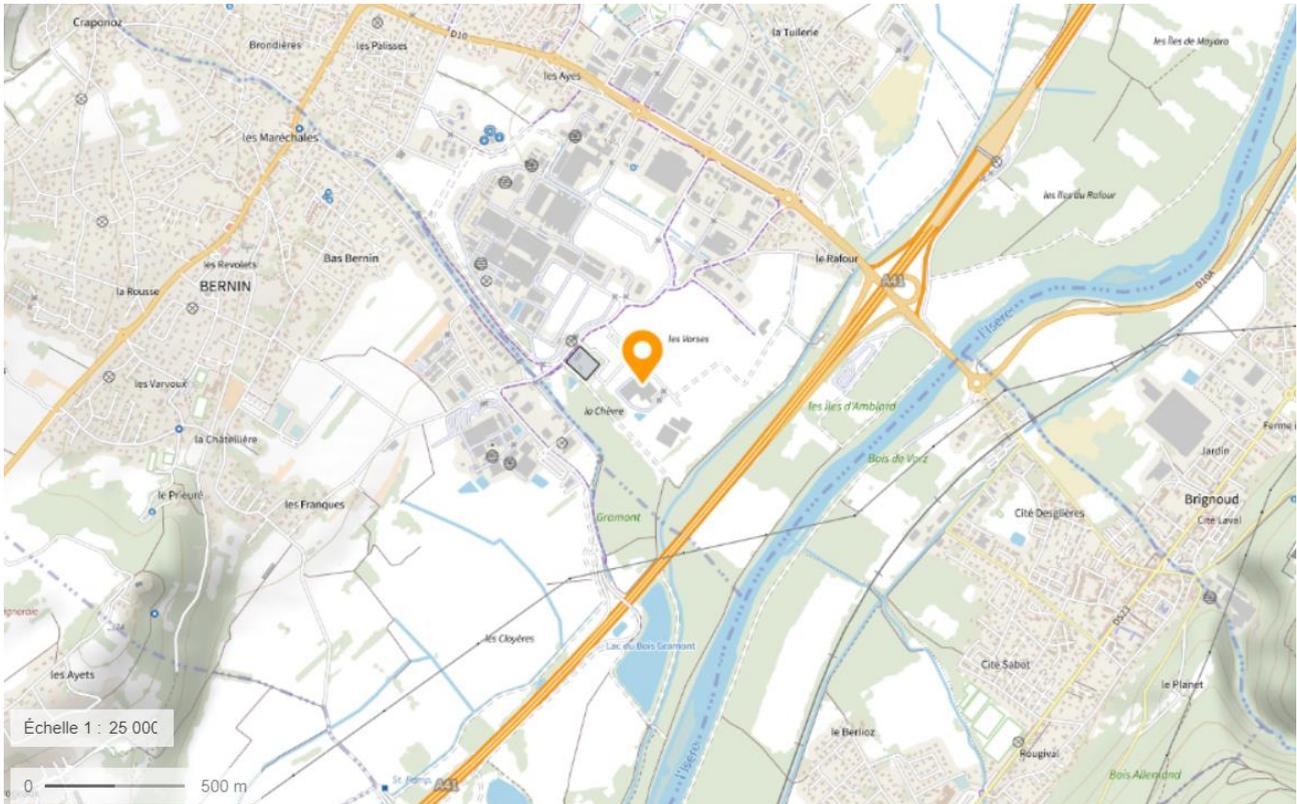


FIGURE 1 : PLAN DE LOCALISATION

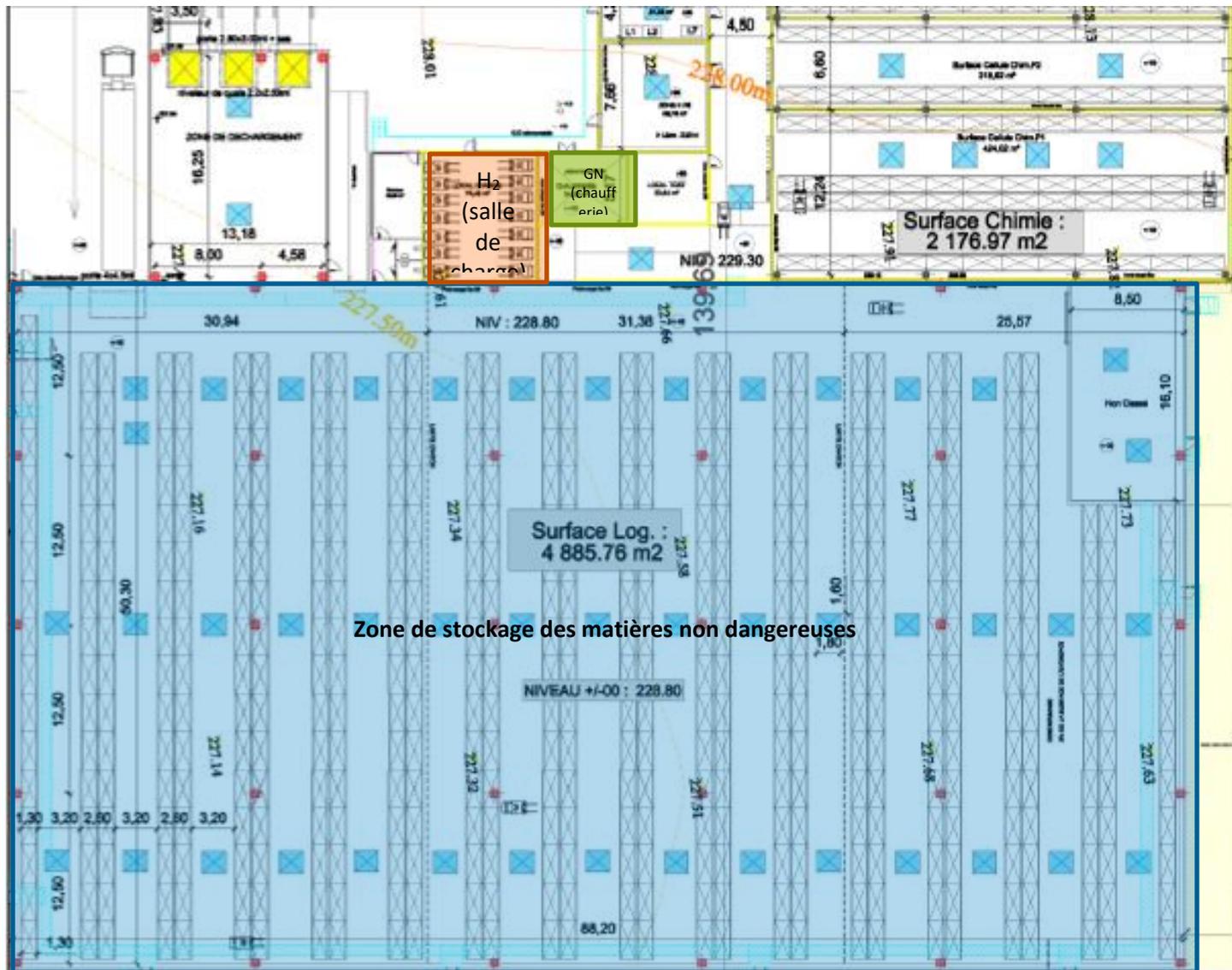


FIGURE 3 : LOCALISATION DES POTENTIELS DE DANGERS 1

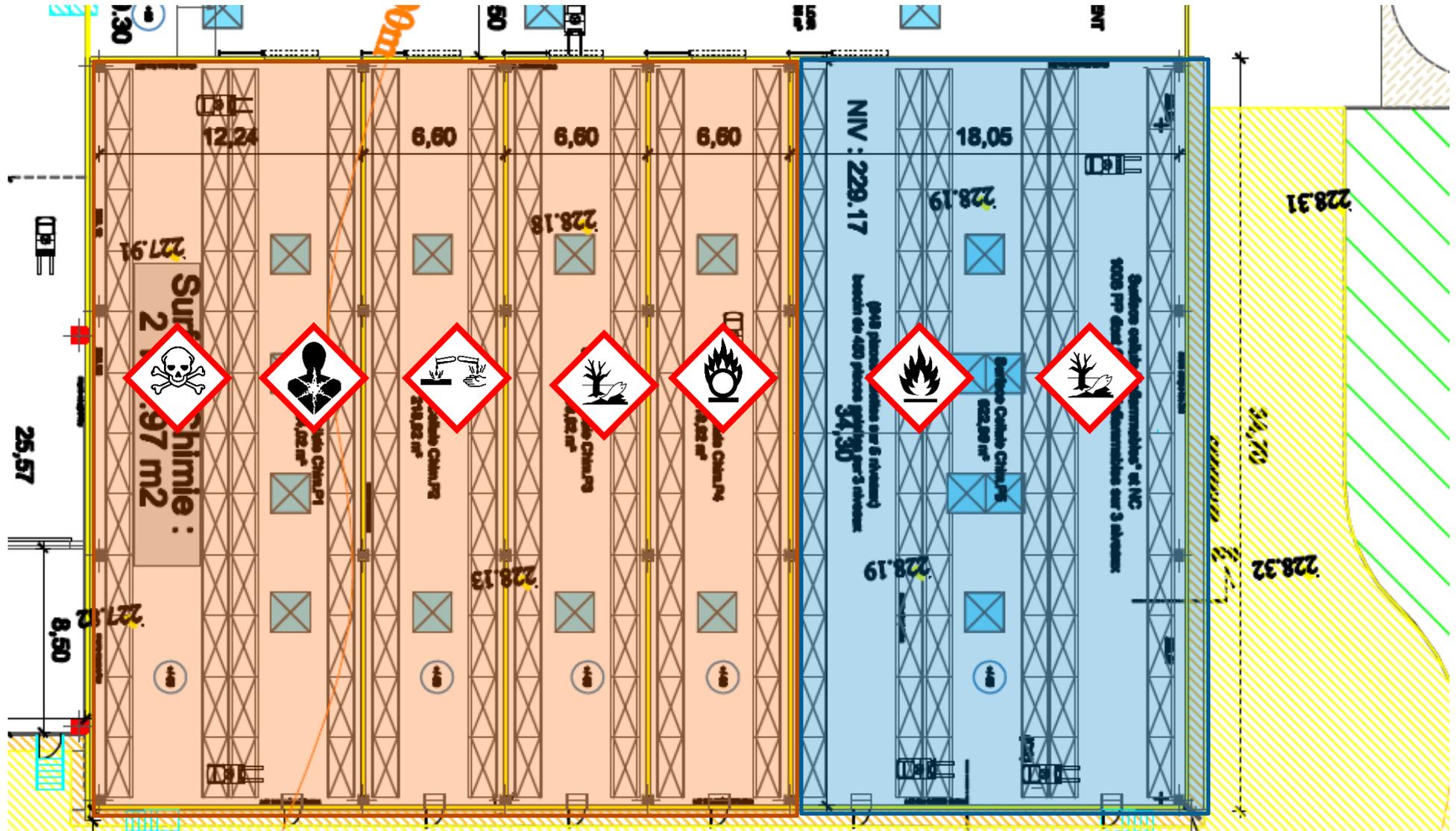


FIGURE 4 : LOCALISATION DES POTENTIELS DE DANGERS CELLULES CHIMIE

3. OBJECTIF ET CADRE REGLEMENTAIRE (DONNEES ISSUS DU DT 106 DE L'UIC)

S'inscrivant dans le cadre général de la révision de la réglementation sur le risque sismique en France, l'arrêté du 24 janvier 2011, venant ajouter une section II sur le risque sismique à l'arrêté du 4 octobre 2010, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, a profondément modifié la réglementation sismique s'appliquant à certaines installations classées (classe dite « à risque spécial » au titre des articles R563-6 et R563-7 du code de l'environnement).

Le champ d'application du risque spécial avait été considérablement élargi puisque :

- Le nouvel arrêté s'appliquait aux établissements SEVESO haut et bas et non plus aux seuls établissements SEVESO seuil haut ;
- Le nouvel arrêté se basait sur des critères d'effets létaux hors du site et ne se limitait plus aux seuls équipements « aggravant notablement les conséquences premières du séisme ».

Compte tenu de la complexité de la démarche, des guides avaient été créés par l'Union des Industries Chimiques (UIC), sous mandat du Ministère en charge des ICPE.

L'arrêté du 4 octobre 2010 a été révisé par l'arrêté du 15 février 2018, en introduisant la notion d'équipements critiques au séisme au sein d'installations SEVESO seuil haut et seuil bas, susceptibles d'être à l'origine de conséquences graves en cas de séisme, en dehors des limites de propriété du site :

- En imposant l'établissement d'un plan de visite pour les équipements critiques au séisme susceptibles d'être à l'origine de conséquences graves en cas de séisme en dehors des limites de propriété du site ;
- En ciblant plus précisément les installations concernées par l'étude séisme.

Le site Ectra à Crolles est classé SEVESO SEUIL HAUT. Il est localisé en zone de sismicité 4 (moyenne).

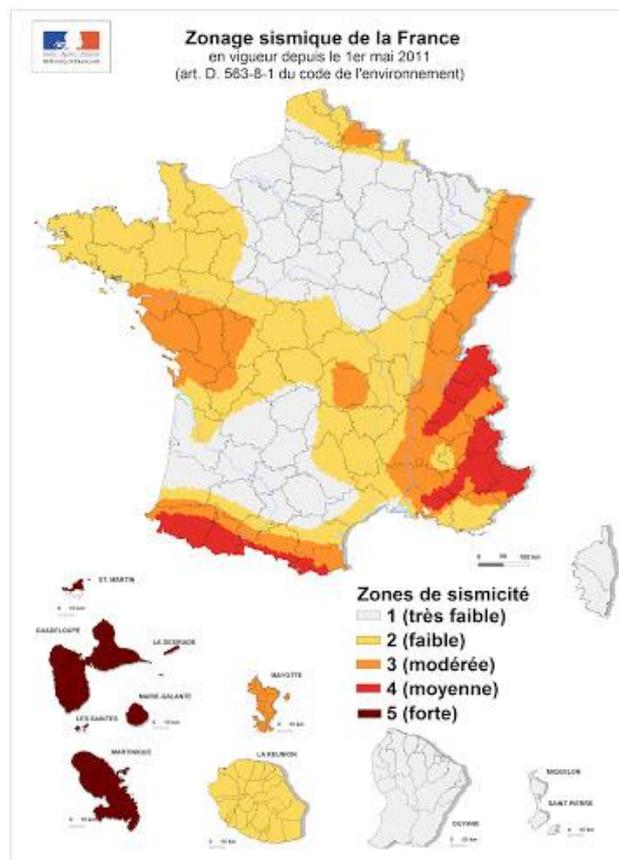


FIGURE 5 : CARTE ZONAGE SISMIQUE FRANCE

Ainsi, le site Ectra à Crolles est tenu de mettre en application les exigences précisées ci-avant, et doit donc :

- Identifier les équipements critiques au séisme (selon circulaire UIC T604 rev. 1 et guide DT 106) à partir des Etudes de Dangers (EDD) existantes ;
- Définir les plans de visite associés à ces équipements en tenant compte de leur surveillance au titre de la réglementation des Equipements Sous Pression (ESP) et du Plan de Modernisation des Installations Industrielles (PMII),
- Elaborer une étude séisme

4. METHODOLOGIE

4.1 Méthodologie générale

La méthodologie d'application de l'arrêté du 15/02/2018 (modifiant l'arrêté du 04/10/2010) est donnée par le DT 106 élaboré par l'UIC en 2014.

Ce guide propose deux approches d'identification des Equipements à Risque Spécial (ERS¹) :

- L'approche « Equipements » : partir des équipements, étudier les conséquences directes ou indirectes (via un Ouvrage Agresseur Potentiel – OAP²) d'un séisme sur ces équipements en tenant compte éventuellement de la présence de barrières adéquates, et vérifier s'ils relèvent du risque spécial.
- Approche « Etude de Dangers » : partir de l'EDD du site, sélectionner les phénomènes dangereux remplissant les critères du risque spécial, identifier les équipements ou groupes d'équipements associés à ces phénomènes dangereux, vérifier que les événements initiateurs sont potentiellement liés au séisme.

Dans le cas du site Ectra, il a été décidé d'appliquer l'approche « Etude de Dangers », en se basant sur l'EDD, datant d'août 2022.

Une fois l'identification des ERS réalisée, il faut identifier les OAP, les Barrières de Prévention, d'Atténuation des effets ou de Protection (BPAP³).

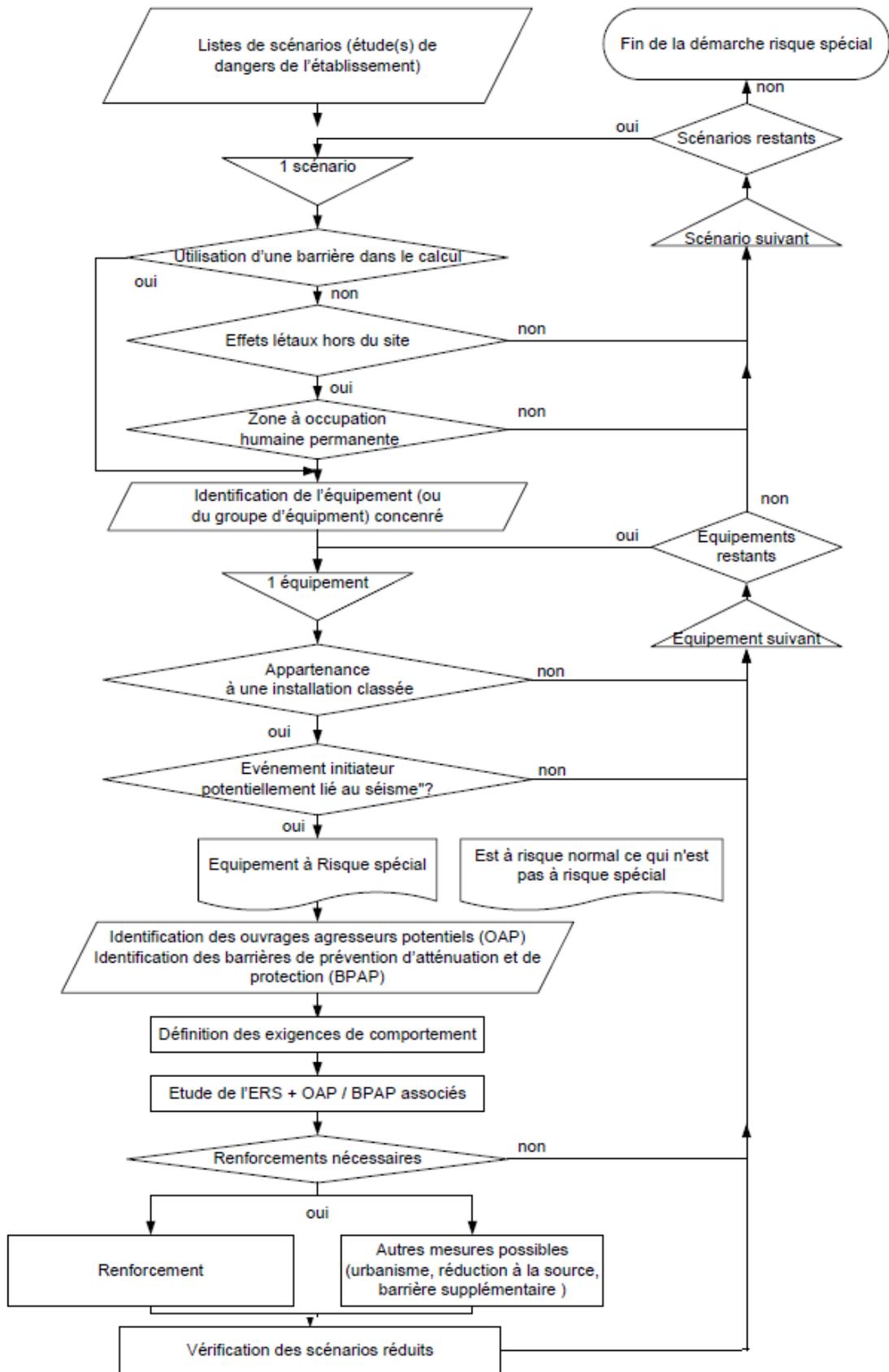
4.2 Approche Etude de Dangers

La méthodologie est résumée par le logigramme suivant :

¹ ERS : équipement qui génère de façon directe, en cas de séisme, un scénario menant au phénomène dangereux dont les conséquences relèvent du risque spécial défini par l'arrêté.

² OAP : ouvrage ou équipement pouvant être source d'agressions mécaniques externes (d'énergie cinétique suffisante) d'un ERS ou d'une BPAP. L'OAP ne fait pas partie obligatoirement d'une installation classée.

³ BPAP : ouvrage ou équipement dont la perte de fonctionnalité induirait, de façon indirecte, un phénomène dangereux conduisant à des effets létaux sur des zones à occupation humaine permanente. La BPAP ne fait pas partie obligatoirement d'une installation classée.



Le principe est, qu'en partant des scénarios retenus lors de l'EDD, l'application des filtres suivants permettent d'identifier les ERS :

- Présence de barrières dans le calcul
- Effets létaux hors du site
- Appartenance à une installation classée
- Evènement initiateur potentiellement lié au séisme

Une fois les ERS obtenus, il faut identifier les OAP et les BPAP liés à l'équipement concerné.

5. APPLICATION DE L'APPROCHE « ÉTUDE DE DANGERS » AU SITE ECTRA

L'EDD du site Ectra a été rédigée en août 2022 par la société SOCOTEC.

Dans cette étude, les évènements sont distingués en 7 zones :

- A – sous-système « Quais, zone de préparation de commandes et d'expéditions/réceptions » - partie conventionnelle
- B – sous-système « Cellule de stockages » - partie conventionnelle
- C – sous -système « Zone de préparation de commandes et d'expéditions/réceptions » - partie chimie
- D – sous-système « Quais de chargement et déchargement » - partie chimie
- E – sous-système « Cellule de stockages » - partie chimie
- F – sous-système « Local de charge des engins de manutention »
- G – sous-système « Chaufferie gaz »

5.1 Conclusion de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR)

De l'Analyse Préliminaire des Risques (APR) sont ressortis les scénarios suivants :

| N° PHD | Unité | Événement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Typologie d'effets |
|--------|--|--|--|--------------------|
| A1 | Quais, zone de préparation de commandes et d'expéditions/réceptions - partie conventionnelle | Départ de feu au niveau d'un camion | Incendie au niveau des quais de chargement et déchargement | Thermiques |
| B1 | Cellules de stockage – partie conventionnelle | Départ de feu au niveau de la cellule de stockage | Incendie au niveau de la cellule de stockage | Thermiques |
| B2 | | Propagation de l'incendie | Incendie de plusieurs cellules de stockage pouvant aller jusqu'à l'incendie généralisé du bâtiment | Thermiques |
| D1 | Quais de chargement/déchargement – partie chimie | Départ de feu au niveau d'un camion | Incendie au niveau des quais de chargement et déchargement | Thermiques |
| D2 | | Propagation de l'incendie aux camions adjacents | Incendie de plusieurs camions | Thermiques |
| D4 | | Déversement de produits dangereux dans le camion ou sur le quai | Dispersion de gaz toxiques selon la nature des produits en cause | Toxiques |
| D5 | | Déversement de produits INFLAMMABLES dans le camion ou sur le quai | Feu de nuage en cas de présence d'une source d'ignition | Thermiques |

| N° PHD | Unité | Événement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Typologie d'effets |
|--------|---|---|--|---|
| E1 | Cellules de stockage – partie chimie | Départ de feu au niveau d'une cellule de stockage | Incendie au niveau d'une cellule de stockage | Thermiques |
| E2 | | Propagation de l'incendie aux cellules de stockages adjacentes | Incendie de plusieurs cellules de stockage pouvant aller jusqu'à l'incendie généralisé du bâtiment | Thermiques |
| E5 | | Incendie d'une ou plusieurs cellules de stockage | Dispersion de fumées toxiques | Toxiques |
| E7 | | Déversement de produits INFLAMMABLES dans une cellule | Explosion en cas de présence d'une source d'ignition | Surpression |
| F2 | Local de charge des batteries des chariots de manutention | Accumulation d'hydrogène dans le local | Explosion du nuage d'hydrogène en présence d'une source d'inflammation | Surpression |
| G1 | Chaufferie - Tuyauteries gaz | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'extérieur de la chaufferie | Feu torche | Thermiques |
| G2 | | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'extérieur de la chaufferie | UVCE/Flash fire | Surpression (UVCE) Thermiques (flash fire) |
| G3 | | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'intérieur de la chaufferie ¹ | VCE - explosion de la chaufferie | Surpression |
| G4 | Chaufferie - Brûleur / chambre de combustion | Accumulation de gaz ou de vapeurs inflammables dans la chambre de combustion avant redémarrage | Explosion de la chambre de combustion | Surpression |
| G5 | Chaufferie - Capacité d'eau (calandre pour TF) | Surpression dans la capacité d'eau (calandre pour TF) | BLEVE de la capacité d'eau | Surpression |

¹ Le feu torche en intérieur sera traité via le scénario G1, majorant

5.2 Définition des scénarios à retenir suite à l'Analyse Détaillée des Risques (ADR)

5.2.1 Effets thermiques

D'après les conclusions de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR), le tableau ci-après permet de déterminer si les scénarios suivants sont à retenir (barrières dans le calcul des effets et/ou effets létaux dépassant les limites de propriété) :

| Type de phénomènes dangereux | N° PHD | Unité | Evénement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Présence de barrières ? | Description de la barrière | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu ? |
|------------------------------|--------|--|---|--|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Incendie | A1 | Quais, zone de préparation de commandes et d'expéditions/réceptions - partie conventionnelle | Départ de feu au niveau d'un camion | Incendie au niveau des quais de chargement et déchargement | NON | - | NON | NON |
| Incendie | B1 | Cellules de stockage – partie conventionnelle | Départ de feu au niveau de la cellule de stockage | Incendie au niveau de la cellule de stockage | OUI | Certains murs sont coupe-feu | NON | OUI |
| Incendie | B2 | | Propagation de l'incendie | Incendie de plusieurs cellules de stockage pouvant aller jusqu'à l'incendie généralisé du bâtiment | OUI | Certains murs sont coupe-feu | NON | OUI |
| Incendie | D1 | Quais de chargement/déchargement – partie chimie | Départ de feu au niveau d'un camion | Incendie au niveau des quais de chargement et déchargement | NON | - | NON | NON |
| Incendie | D2 | | Propagation de l'incendie aux camions adjacents | Incendie de plusieurs camions | NON | - | NON | NON |
| Feu de nuage | D5 | | Déversement de produits INFLAMMABLES dans | Feu de nuage en cas de présence d'une source d'ignition | NON | - | NON | NON |

| Type de phénomènes dangereux | N° PHD | Unité | Événement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Présence de barrières ? | Description de la barrière | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu ? |
|------------------------------|--------|--------------------------------------|--|--|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------|
| | | | le camion ou sur le quai | | | | | |
| Incendie | E1 | Cellules de stockage – partie chimie | Départ de feu au niveau d'une cellule de stockage | Incendie au niveau d'une cellule de stockage | OUI | Murs et portes coupe-feu | NON | OUI |
| Incendie | E2 | | Propagation de l'incendie aux cellules de stockages adjacentes | Incendie de plusieurs cellules de stockage pouvant aller jusqu'à l'incendie généralisé du bâtiment | OUI | Murs et portes coupe-feu | OUI | OUI |
| Feu torche | G1 | Chaufferie - Tuyauteries gaz | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'extérieur de la chaufferie | Feu torche | NON | - | NON | NON |
| Flash fire | G2 | | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'extérieur de la chaufferie | UVCE/Flash fire | NON | - | NON | NON |

5.2.2 Effets toxiques

D'après les conclusions de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR), le tableau ci-après permet de déterminer si les scénarios suivants sont à retenir (barrières dans le calcul des effets et/ou effets létaux dépassant les limites de propriété) :

| Type de phénomènes dangereux | N° PHD | Unité | Evénement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Présence de barrières ? | Description de la barrière | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu ? |
|------------------------------|--------|--|---|--|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------|
| Dispersion toxique | D4 | Quais de chargement/déchargement – partie chimie | Déversement de produits dangereux dans le camion ou sur le quai | Dispersion de gaz toxiques selon la nature des produits en cause | OUI | Caniveau rétentif | NON | NON |
| Dispersion toxique | E5 | Cellules de stockage – partie chimie | Incendie d'une ou plusieurs cellules de stockage | Dispersion de fumées toxiques | NON | - | NON | OUI |

5.2.3 Effets de surpression

D'après les conclusions de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR), le tableau ci-après permet de déterminer si les scénarios suivants sont à retenir (barrières dans le calcul des effets et/ou effets létaux dépassant les limites de propriété) :

| Type de phénomènes dangereux | N° PHD | Unité | Evénement redouté central (ERC) | Phénomènes dangereux | Présence de barrières ? | Description de la barrière | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu ? |
|------------------------------|--------|---|---|--|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------------|
| Explosion | E7 | Cellules de stockage – partie chimie | Déversement de produits INFLAMMABLES dans une cellule | Explosion en cas de présence d'une source d'ignition | OUI | Event (toiture) | NON | OUI |
| Explosion | F2 | Local de charge des batteries des chariots de manutention | Accumulation d'hydrogène dans le local | Explosion du nuage d'hydrogène en présence d'une source d'inflammation | NON | - | NON | NON |
| UVCE | G2 | Chaufferie - Tuyauteries gaz | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'extérieur de la chaufferie | UVCE/Flash fire | NON | - | NON | NON |
| VCE | G3 | | Perte de confinement des tuyauteries de gaz naturel à l'intérieur de la chaufferie ¹ | VCE - explosion de la chaufferie | NON | - | NON | NON |
| Explosion | G4 | Chaufferie - Brûleur / chambre de combustion | Accumulation de gaz ou de vapeurs inflammables dans la chambre de combustion avant redémarrage | Explosion de la chambre de combustion | NON | - | NON | NON |
| BLEVE | G5 | Chaufferie - Capacité d'eau (calandre pour TF) | Surpression dans la capacité d'eau (calandre pour TF) | BLEVE de la capacité d'eau | NON | - | NON | NON |

¹ Le feu torche en intérieur sera traité via le scénario G1, majorant

5.2.4 Synthèse

Les scénarios suivants seront retenus pour une analyse approfondie car ils présentent des barrières de sécurité :

| Type d'effets | Référence de l'évènement dans l'APR | Présence de barrières ? | Description de la barrière | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu ? |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Thermiques | B1 | OUI | Certains murs sont coupe-feu | NON | OUI |
| | B2 | OUI | Certains murs sont coupe-feu | NON | OUI |
| | E1 | OUI | Murs et portes coupe-feu | NON | OUI |
| | E2 | OUI | Murs et portes coupe-feu | OUI | OUI |
| Toxiques | D4 | OUI | Caniveau rétentif | NON | OUI |
| Suppression | E7 | OUI | Event (toiture) | NON | OUI |

5.3 Analyse approfondie

Compte tenu de la configuration du site (emprise foncière), les modélisations suivantes ont été reprises sans tenir compte des barrières de protection :

- B1/B2/E1/E2 - Incendie généralisé du bâtiment,
- D4 – Dispersion toxique au niveau des quais
- E7- Explosion au sein d'une cellule de stockage,

NOTA : Les modélisations ci-après reprennent exactement la méthodologie de modélisation présentée dans l'étude de dangers. Seules les données relatives aux barrières ont été modifiées. Les données relatives à l'EDD sont reprises ci-après. Les barrières de sécurité supprimées dans le cadre de l'étude sont barrées dans la suite de l'étude.

5.3.1 Incendie généralisé du bâtiment

5.3.1.1 Description du scénario de modélisation des effets thermiques et hypothèses associées

Il s'agit de modéliser un incendie se propageant à l'ensemble du bâtiment.

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- ✓ Incendie généralisé du bâtiment
- ✓ Absence de toute intervention
- ✓ Toiture détruite
- ✓ Murs intérieurs en béton effondrés
- ✓ Murs extérieurs en béton effondrés

5.3.1.2 Méthodologie de modélisation

La modélisation sera réalisée au moyen de la méthode FLUMILOG.

Il sera considéré : 1 cellule correspondant à la cellule 1510 + 1 cellule correspondant aux cellules WXYZ (stockage type 1510) + 1 cellule correspondant à la cellule V (liquides inflammables).

Les parois entre ces cellules seront REI 1 mn de même que la toiture.

Les typologies de stockages sont identiques à celles prises en compte dans l'étude de dangers. Compte tenu de l'effondrement de l'ensemble des murs, ceux-ci sont tous considérés comme REI 1 mn (le stockage à l'air libre ne permettant pas de prendre en compte les différentes typologies de stockage).

5.3.1.3 Résultats de la modélisation des effets thermiques

Les distances d'effet aux seuils réglementaires sont présentées ci-après :

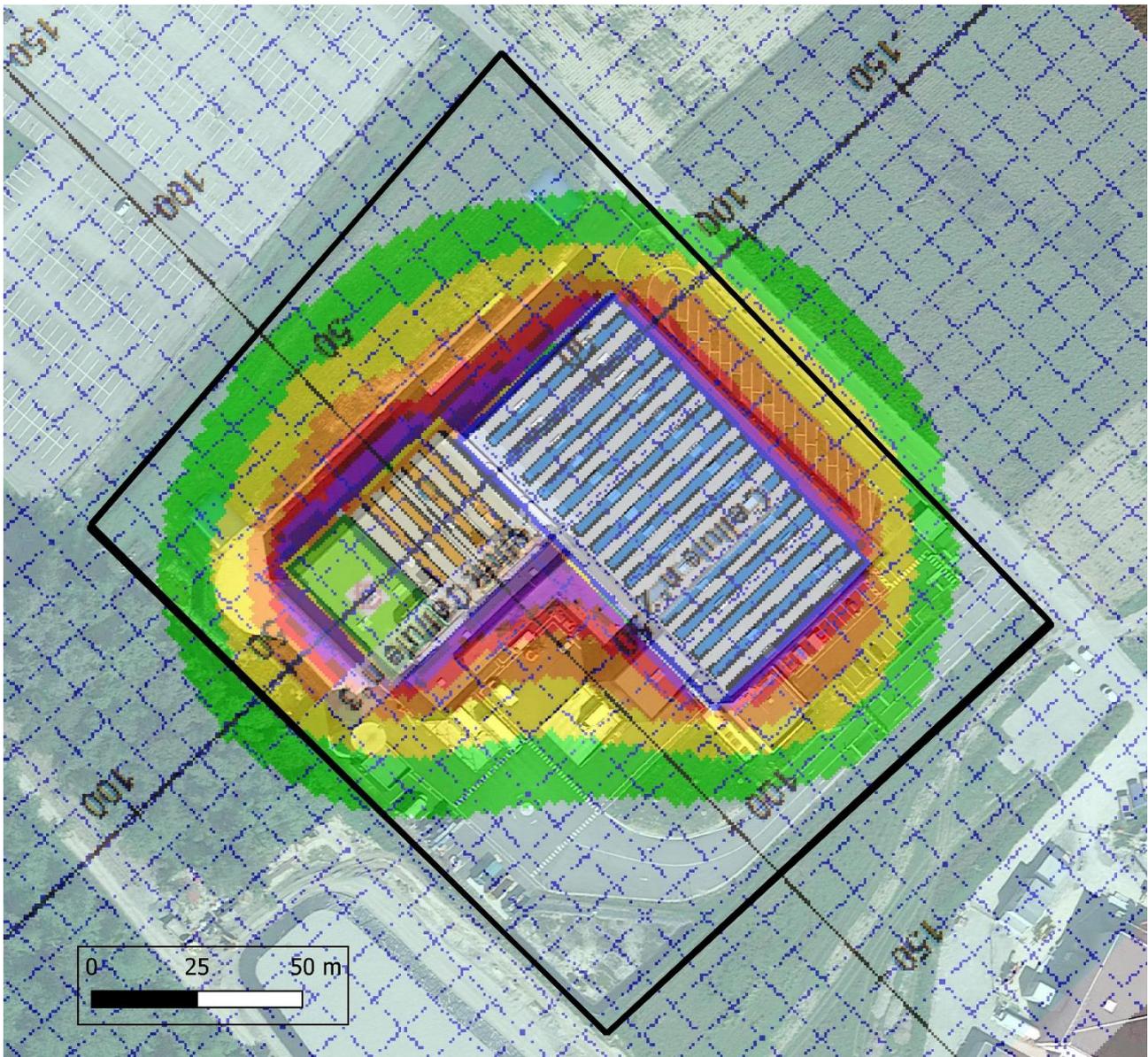


FIGURE 6 : REPRESENTATION GRAPHIQUE INCENDIE GENERALISE DU BATIMENT

Les effets létaux significatifs sont contenus au sein des limites de propriété. Néanmoins les effets létaux et indésirables sortent des limites du site. Ce scénario sera retenu pour la suite de l'étude.

5.3.2 Dispersion toxique au niveau des quais

5.3.2.1 Description du scénario et hypothèses

Il s'agit de modéliser la dispersion de vapeurs d'un contenant de produits toxiques (container de 1000 litres) déversé accidentellement lors du chargement ou du déchargement d'un camion à quai.

| | |
|---|--|
| Nature du scénario considéré | ➤ Perte de confinement totale d'un container de HF 50% en cours de manutention au niveau des quais chimie. Dans le cadre d'hypothèses pénalisantes, il est considéré que les produits sont purs |
| Quantité impliquée | ➤ Volume d'un container = 1000 litres |
| Surface de la nappe induite par l'épandage | ➤ Il est considéré que les 1000 litres de solution se répandent au niveau des quais puis se déversement dans le caniveau présent en point bas des quais : DN 200 mm, longueur 14 m soit une flaque de 2,8 m² La surface des quais est de 250 m ² |

Le terme source correspond, dans le cas présent, à l'évaporation de la nappe de surface maximale égale à 250 m².

Le diamètre équivalent calculé est 15,6 m. On prendra un rayon de flaque égal à 7,8 m.

Les débits d'évaporation de la nappe calculés sont présentés dans le tableau suivant (méthodologie identique à celle de l'étude de dangers) :

| Surface de la nappe | Produit | Conditions météorologiques | |
|---------------------|---------|----------------------------|-----------------|
| | | (F, 3, 15) | (D, 5, 20) |
| 250 m ² | HF | 0,07005312 kg/s | 0,10256386 kg/s |

La vitesse du nuage est calculée en fonction du débit volumique (Dv) de rejet et de la surface considérée (250 m²).

$Dv = \text{Débit massique} / \text{masse volumique en phase gazeuse}$.

La masse volumique en phase gazeuse est calculée au moyen de la densité gaz/air (0,7).

$$\rho_{HF} = 0,7 \times \rho_{air} = 0,84 \text{ kg/m}^3$$

| Surface de la nappe | Produits | Débits massiques (kg/s) | | Débits volumiques (m ³ /s) | | Vitesses (m/s) | |
|---------------------|----------|-------------------------|------------|---------------------------------------|------------|----------------|------------|
| | | (F, 3, 15) | (D, 5, 20) | (F, 3, 15) | (D, 5, 20) | (F, 3, 15) | (D, 5, 20) |
| 250 m ² | HF | 0,07005 | 0,1026 | 0,08340 | 0,1221 | 0,00033359 | 0,0004884 |

5.3.2.2 Résultats de la modélisation

Le calcul a été réalisé à l'aide de la version 8.4 du logiciel PHAST pour une nappe d'une surface de 250 m² et une durée d'exposition de 60 mn.

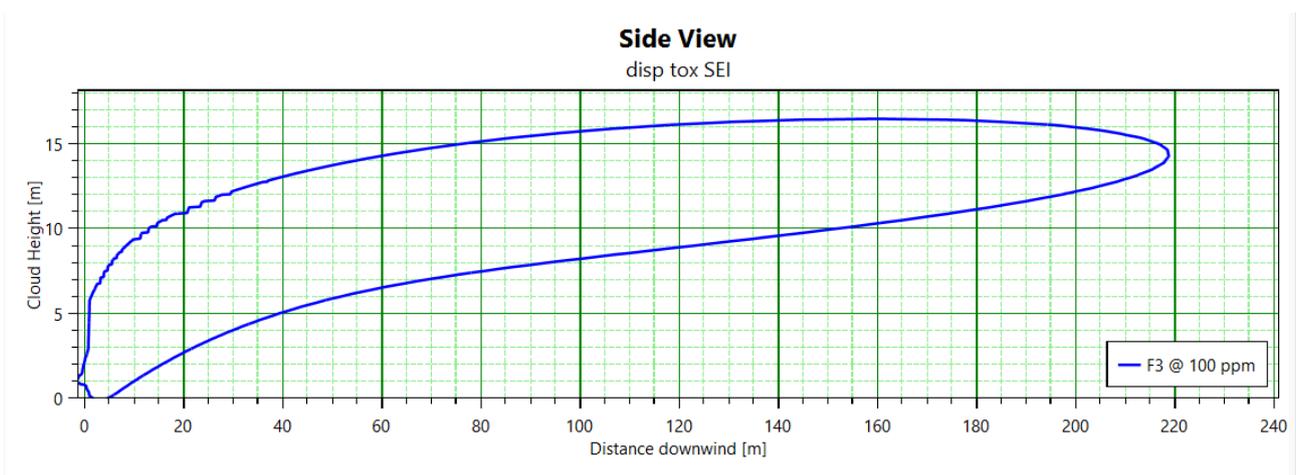


FIGURE 7 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SEI

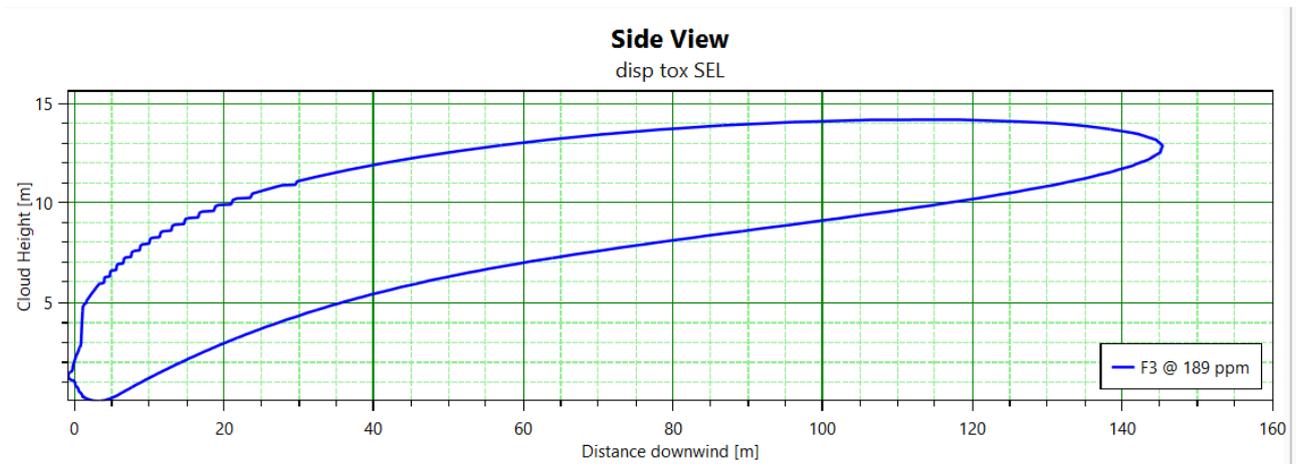


FIGURE 8 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SEL

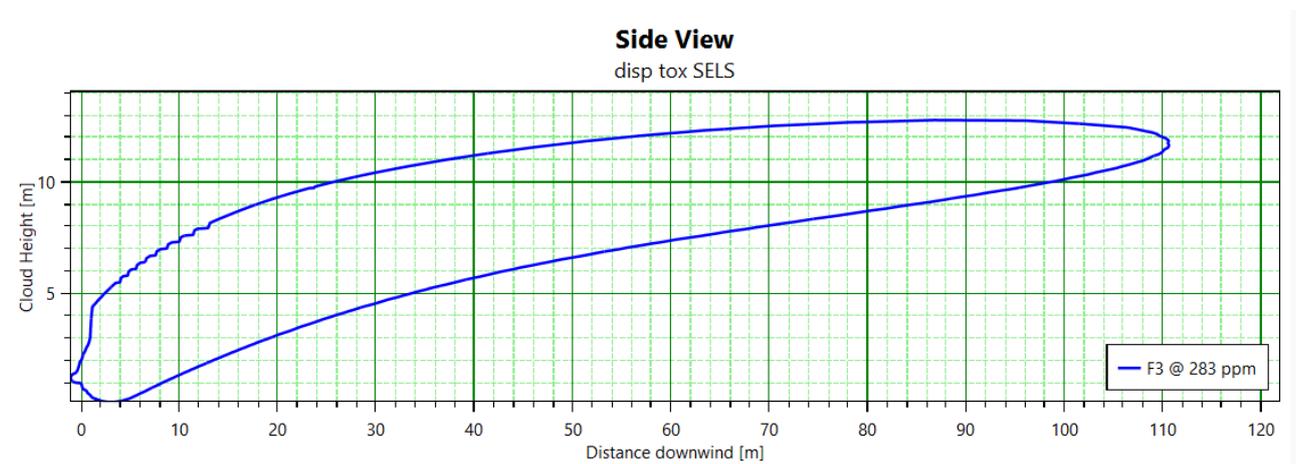


FIGURE 9 : DISPERSION TOXIQUE HF – 3F – SELS

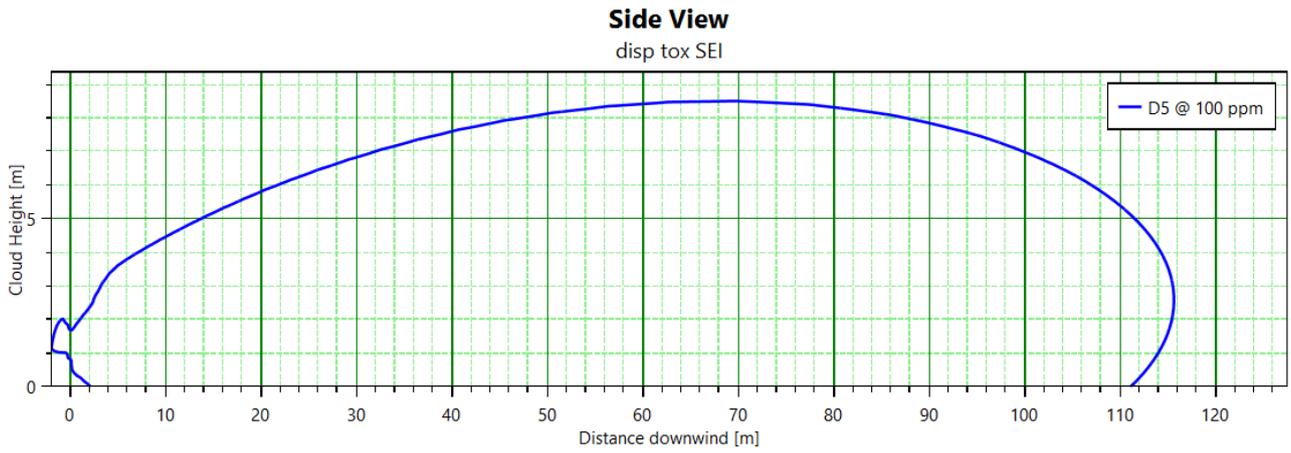


FIGURE 10 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SEI

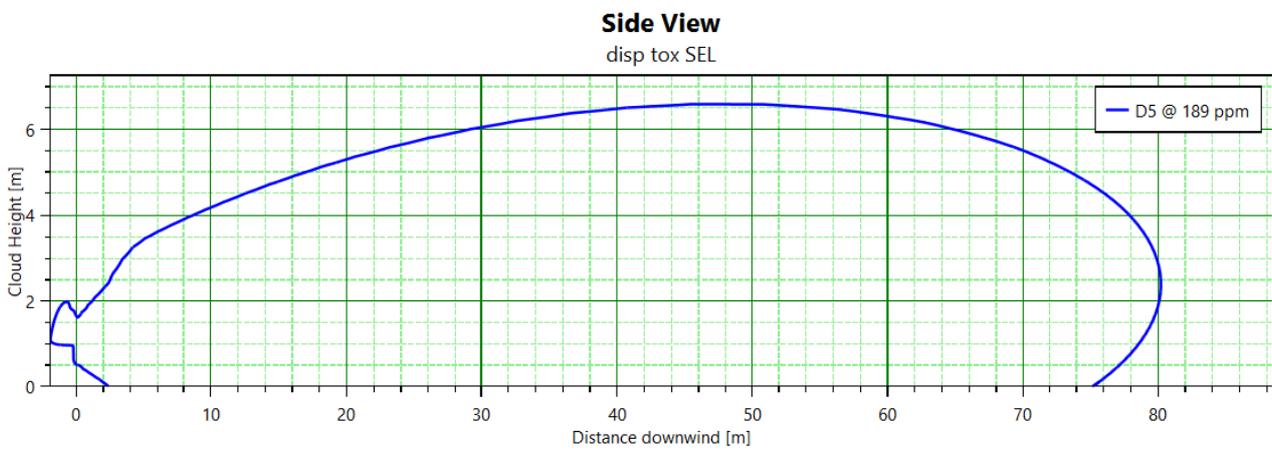


FIGURE 11 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SEL

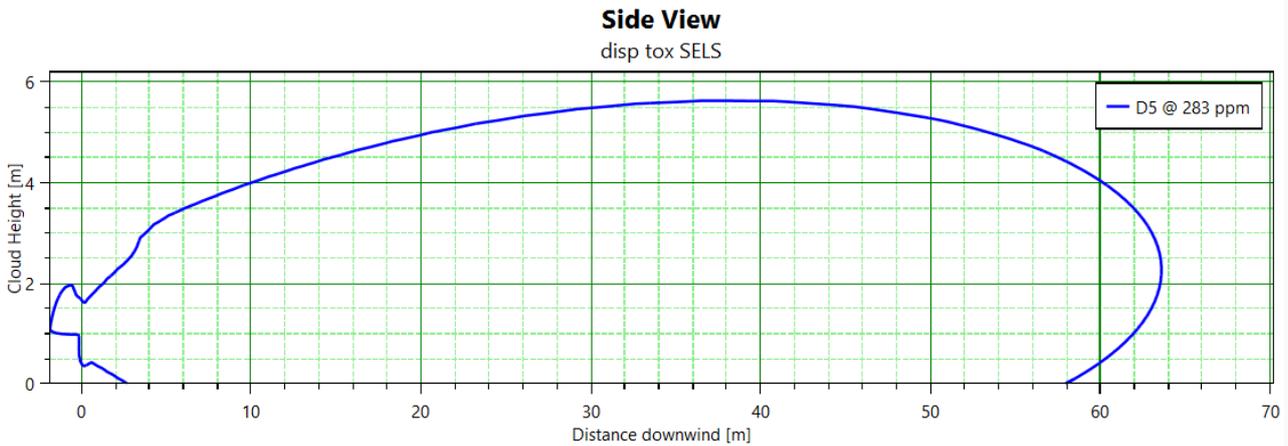


FIGURE 12 : DISPERSION TOXIQUE HF – 5D – SELS

Les résultats sont majorants pour la condition 5D. La distance maximale d’observation du seuil des effets létaux est de 80,2 m à 2,5 m de hauteur. La représentation graphique est présentée ci-après. Les distances d’effet sont représentées à partir du bord des quais.

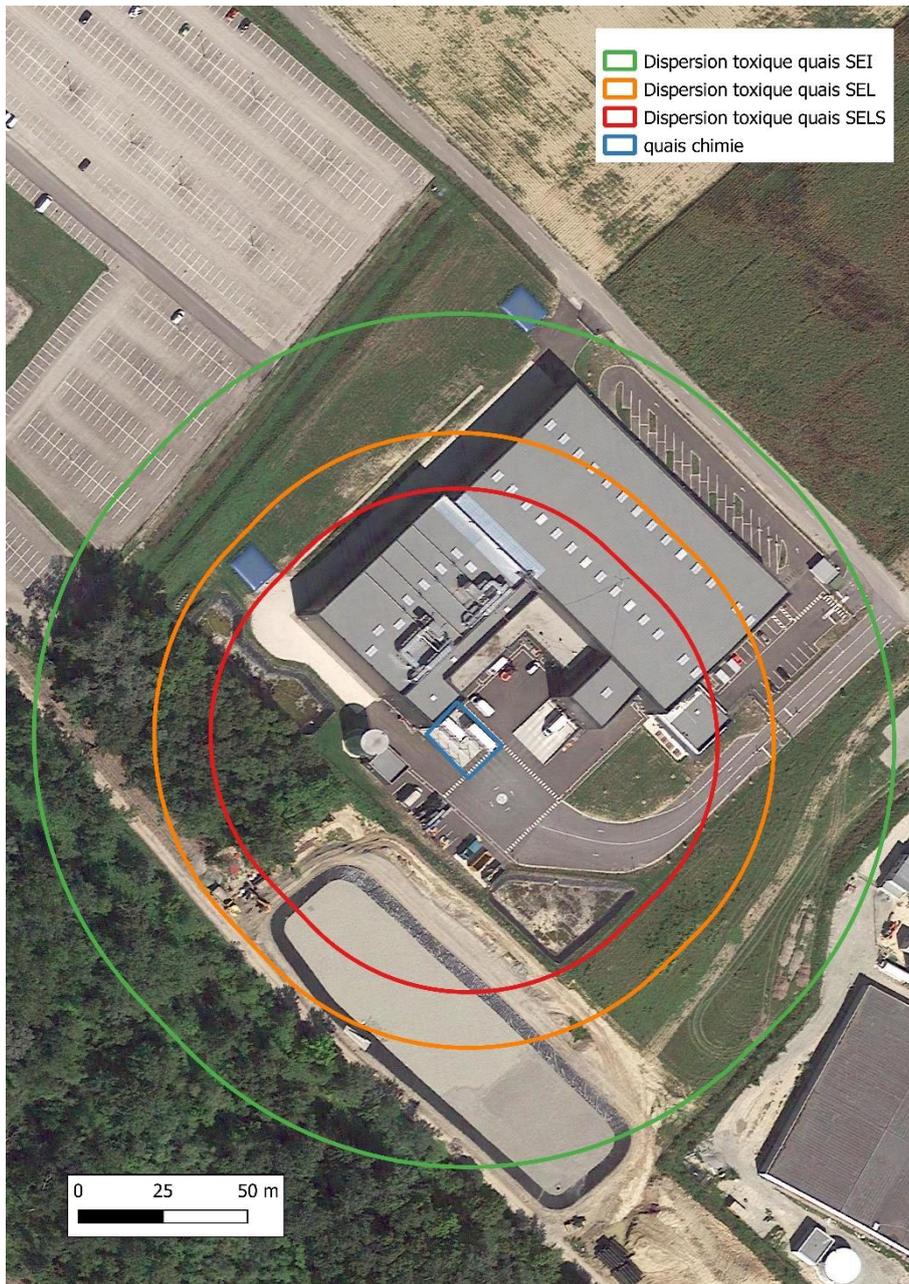


FIGURE 13 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DISPERSION TOXIQUE QUAIS CHIMIE

Les effets létaux significatifs, létaux et indésirables sortent des limites du site. Ce scénario sera retenu pour la suite de l'étude.

5.3.3 Explosion au sein d'une cellule de stockage

5.3.3.1 Description du scénario de modélisation des effets de surpression et hypothèses associées

| | |
|-------------------|---|
| Nature du produit | Vapeurs inflammables |
| Etat physique | Gaz |
| Température | Ambiante |
| Dimensions | Hauteur : 11,7 m Longueur : 34,7 Largeur : 18,1 |

| | |
|---------------------------------|---|
| Surface de la cellule | 628 m ² |
| Volume de la cellule | 7347,6 m ³ |
| Coefficient de remplissage | Il sera considéré que le stockage occupe 30 % du volume d'une cellule. |
| Volume explosible | 5143,11 m ³ |
| Elongation du local (L/D) | 1,917127072 |
| Nature des parois latérales | Parois latérales en béton armé |
| Nature de la toiture | Toiture en bac acier sur une surface de 628 m ² . La toiture est à considérer comme une surface fusible. |
| Surface d'évent considérée | 628 m² absence d'évent |
| Pression d'ouverture de l'évent | 125 mbar. Cette pression prend en compte la pression de rupture de l'élément et le poids de celui-ci (estimée à 50 kg/m²) absence d'évent |

5.3.3.2 Résultats de la modélisation des effets de surpression en cas d'explosion d'un nuage de vapeurs inflammables au niveau d'une cellule de stockage

L'explosion de la cellule sera donc recalculée au moyen multi Energy (indice de violence 10) d'après la méthode présentée dans le Guide Silos V3.

L'estimation de l'amplitude de l'onde de surpression consécutive à l'éclatement de l'enceinte de stockage est faite en calculant l'énergie disponible avant l'éclatement de l'enceinte à partir de l'énergie de pression dite de « Brode ».

Les caractéristiques de la cellule sont les suivantes :

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Résistance de l'enceinte | 0,3 bar (enceinte béton) |
| Event de décharge | Aucun |
| Volume de l'enceinte (volume libre) | 5143,11 m ³ |

L'énergie d'explosion est calculée en prenant en compte un local entièrement en béton avec une surpression de ruine de 300 mbar :

| Hypothèses | $P_{ex}-P_{atm}$ | E (J) |
|------------------|---|-------------------|
| Explosion de gaz | 2 x P_{rupt} soit 600 mbar ou $6 \cdot 10^4$ Pa | $9,26 \cdot 10^8$ |

Calcul des distances d'effet :

Avec la méthode Multi-Energie et pour un indice de violence de 10, les calculs conduisent aux résultats suivants :

| Zones | Distance d'effet EDD (m) | Distances d'effet calculées (m) |
|----------|--------------------------|---------------------------------|
| 300 mbar | NA | 27,29 |
| 200 mbar | NA | 31,19 |
| 140 mbar | NA | 48,73 |
| 50 mbar | NA | 107,21 |
| 20 mbar | - | 214,42 |

Le centre de l'explosion a été choisi comme le centre de la cellule V. Les distances d'effet aux seuils réglementaires (50 – 140 – 200 bar) sont présentées ci-après :

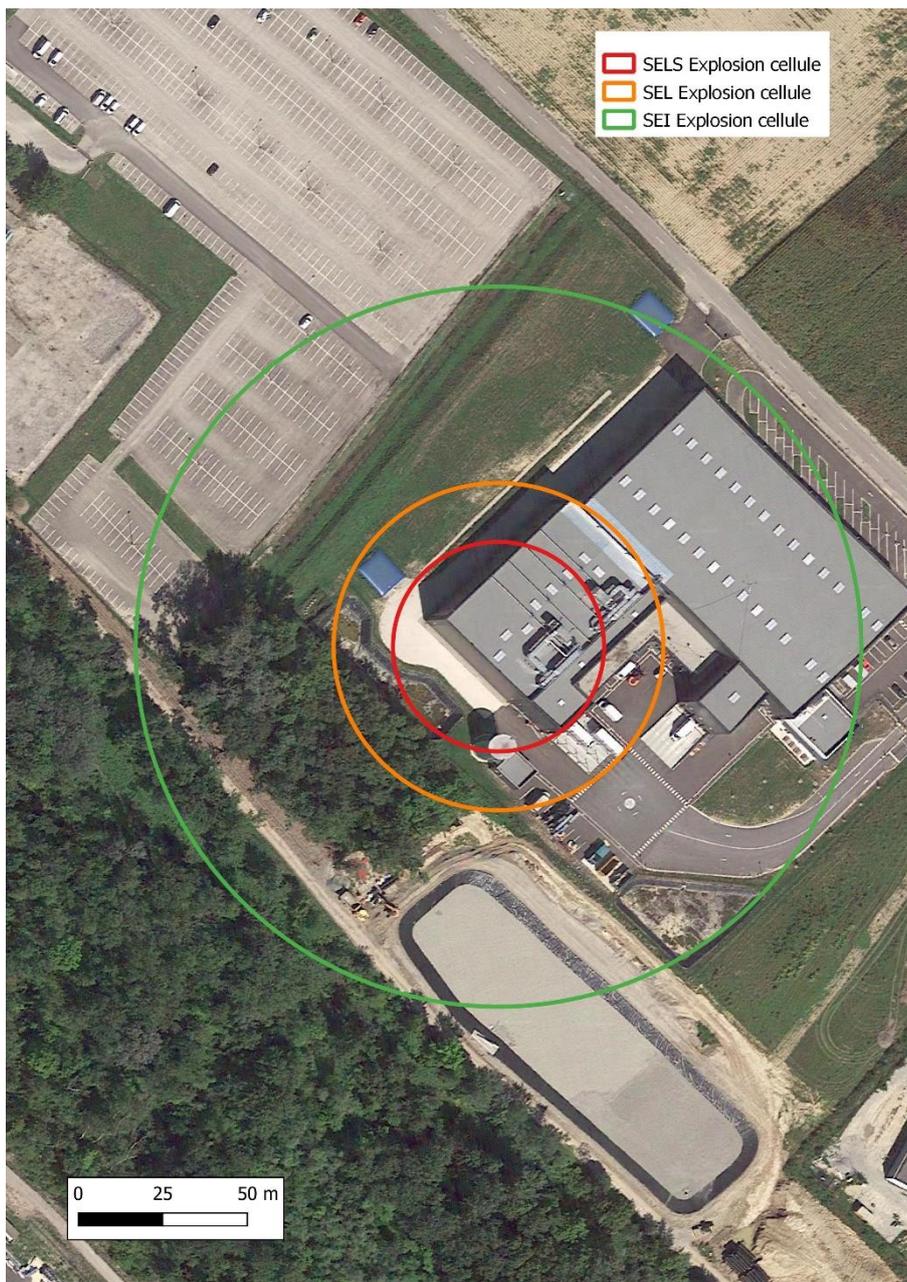


FIGURE 14 : REPRESENTATION GRAPHIQUE EXPLOSION CELLULE

Les effets létaux significatifs sont contenus au sein des limites de propriété. Néanmoins les effets létaux et indésirables sortent des limites du site. Ce scénario sera retenu pour la suite de l'étude.

5.3.4 Synthèse

Le tableau ci-après synthétise les scénarios retenus ou non suite à l'analyse des scénarios retenus dans l'EDD et l'analyse approfondie réalisée ci-avant :

| Type d'effets | Référence de l'évènement dans l'APR | Présence de barrières ? | Effets létaux en dehors du site ? | Retenu suite EDD ? | Effets létaux hors site sans barrière | Retenu suite analyse approfondie ? |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| Thermiques | B1 | OUI | NON | OUI | OUI ¹ | OUI |
| | B2 | OUI | NON | OUI | | |
| | E1 | OUI | NON | OUI | | |
| | E2 | OUI | OUI | OUI | | |
| Toxiques | D4 | OUI | NON | OUI | OUI | OUI |
| Suppression | E7 | OUI | NON | OUI | OUI | OUI |

5.4 Zones à occupation humaine permanente

5.4.1 Définition

D'après le DT 106 (cf. logigramme), en l'absence de barrières de sécurité entrant en jeu, aucune disposition n'est exigée par l'arrêté si les zones de dangers graves sont des « zones sans occupation humaine permanente », telles que définies à l'article 10 de l'arrêté du 4 octobre 2010 - Section II.

« Sont définies comme zones sans occupation humaine permanente au sens de la présente section, les zones ne comptant aucun établissement recevant du public, aucun lieu d'habitation, aucun local de travail permanent, ni aucune voie de circulation routière d'un trafic supérieur à 5 000 véhicules par jour et pour lesquelles des constructions nouvelles sont interdites. »

De plus, le DT106 précise que :

« Il est rappelé dans le cadre de la définition de zone sans occupation humaine permanente, que :

- une zone de travail extérieure n'est pas un local de travail ;
- des baraques de chantiers ne sont pas des locaux de travail permanent ;
- les voies ferrées, les voies navigables, les eaux portuaires et les pistes d'aviation ne sont pas considérées comme des zones à occupation permanente. »

5.4.2 Détermination des zones à occupation humaine permanente au regard de l'analyse détaillée des risques présentée dans l'étude de dangers :

Pour ces phénomènes dangereux, les zones impactées par les effets létaux sont de plusieurs types :

- Des voies de circulation automobile (rue du docteur Berrehail) dont le trafic a été estimé à moins de 100 véhicules par jour dans l'étude de dangers,
- Des parcelles boisées (au sud-ouest) considérées comme un terrain non aménagé et très peu fréquenté (1 personne / 100 ha)
- Le bassin de rétention de la zone (en eau).

Ces zones n'entrent pas dans la définition de zone à occupation humaine permanente.

¹ En l'absence de barrières, scénarios B1, B2, E1, E2 regroupés en incendie généralisé

5.4.3 Application aux scénarios présentant des effets létaux hors site

| Type d'effets | Référence de l'évènement dans l'APR | Effets létaux hors site sans barrière | Cibles atteintes par le SEL | Occupation humaine permanente ? | Retenu? |
|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|---------|
| Thermiques | B1 | OUI | Parcelles boisées Rue du docteur Berrehail | NON | NON |
| | B2 | | | | |
| | E1 | | | | |
| | E2 | | | | |
| Toxiques | D4 | OUI | Parcelles boisées Bassin | NON | NON |
| Suppression | E7 | OUI | Parcelles boisées | NON | NON |

Les scénarios donnant lieu à des effets létaux hors site, en l'absence de barrières, ne touchent pas de zones à occupation humaine permanente.

6. SYNTHÈSE

La présente étude permet de conclure, pour les scénarios retenus à la suite de l'étude de dangers, qu'en l'absence de barrières, aucun scénario ne donne lieu à des effets létaux hors site touchant des zones à occupation humaine permanente.

Ainsi, aucun équipement n'est retenu comme Equipement à Risque Spécial et la suite de l'étude séisme est sans objet.

7. ANNEXES

7.1 Références bibliographiques

Arrêté du 4 octobre 2010, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, section II « dispositions relatives aux règles parasismiques applicables à certaines installations », modifié par l'arrêté du 15 février 2018.

DT_106_Séisme_Méthodologie Générale_ Mise en application de la section II de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié_201410

7.2 Modélisation des effets toxiques : Input et Summary PHAST

Input Report

Workspace: D3 déversement tox2

Study

Study

D3 déversement tox2

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|-------|
| Context calculations | of Selection context | of Weathers to use for this study | Weather folder | |
| | | Parameters to use for this study | Parameter set | |
| | | Obstructions to use for this study | Multi-Energy obstruction set | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |
| | | Type of pool substrate and bunds | No bund | |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected | |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| Dispersion | Distances of interest | Distances of interest | | m |

HF 3F

Atmospheric storage tank

D3 déversement tox2\Study

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|-----|-------|-------|-------|-------|

| | | | | |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|----------|
| Material | Material | Material | HF 50 % | |
| | | Specify volume inventory? | Yes | |
| | | Mass inventory | 987,809 | kg |
| | | Volume inventory | 1 | m3 |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | Phase | Specified condition | Temperature and atmospheric pressure | |
| | | Temperature | 19 | degC |
| | | Pressure (gauge) | | bar |
| | | Fluid state | Liquid | |
| | | Liquid mole fraction | 1 | fraction |
| Scenario | Pipe dimensions | Pipe length | | m |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Horizontal | |
| | | Outdoor release angle | 0 | deg |
| Discharge parameters | Model settings | Atmospheric expansion method | DNV recommended | GL |
| | | Phase change upstream of orifice? | Disallow liquid phase change only (metastable liquid) | |
| | Droplet break-up mechanism | Droplet break-up instantaneous | Use flashing correlation | |
| | | Droplet break-up continuous | Do not force correlation | |
| Short pipe | Pipe characteristics | Pipe roughness | 0,045 | mm |
| | Frequencies | Frequency of bends in pipe | 0 | /m |
| | | Frequency of couplings in pipe | 0 | /m |
| | | Frequency of junctions in pipe | 0 | /m |
| | Frequencies of valves | Frequency of excess flow valves | 0 | /m |
| | | Frequency of non-return valves | 0 | /m |
| | | Frequency of shut-off valves | 0 | /m |

| | | | | | | |
|----------------------------|---|------|--|------------------|--|-----|
| | Velocity losses | head | Excess flow velocity losses | valve 0 head | | |
| | | | Non-return velocity losses | valve 0 head | | |
| | | | Shut-off velocity losses | valve 0 head | | |
| Time varying releases | Modelling of time-varying leaks and line ruptures | | Vacuum valve | relief Operating | | |
| | | | Vacuum valve set point | relief 0 | | bar |
| | Inventory data for time-varying releases | | Tank volume | 1 | | m3 |
| | | | Tank volume | vapour 0 | | m3 |
| | | | Tank volume | liquid 1 | | m3 |
| | | | Tank liquid level | 0 | | m |
| | | | Maximum vapour release height | | | m |
| | | | Minimum inventory | mass 0,1 | | kg |
| | | | Maximum inventory | mass 1E+09 | | kg |
| Dispersion | Dispersion scope | | Concentration of interest | of 43367 | | ppm |
| | | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | | |
| | | | Specify user-defined averaging time | No | | |
| | | | User defined averaging time | | | s |
| | Distances of interest | | Distances of interest | of | | m |
| | Averaging time for reports | | ERPG [1 hr] | No | | |
| | | | IDLH [30 mins] | No | | |
| | | | STEL [15 mins] | No | | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | | Type of terrain for dispersion | Default terrain | | |

| | | | | | |
|------------------|---------------------|--|---|-----------------------------------|----------|
| | | Type of substrate bunds | pool and | No bund | |
| | Building definition | Release building | | | |
| | | In-building release? | | Outdoor | |
| | | Building effect | wake | None | |
| | | Wind or angle from North | release 0 | | deg |
| | | Handling droplets | of | Trapped | |
| | | Indoor modification factor | mass | 3 | |
| Toxic parameters | Indoor calculations | toxic | Specify downwind building type | the Unselected | |
| | | Building (downwind building type) | type | Buildings\Default building | |
| | Exposure data | time | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | | 0,05 | fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | | 0 | fraction |
| | Toxic contours | Number of levels | toxic | 4 | |
| | | Dose levels | | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | |
| | | Probit levels | | 2; 3; 4; 10 | |
| | | Lethality levels | | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 | fraction |
| Geometry | Geometry | East | | 0 | m |
| | | North | | 0 | m |

disp tox SEI

User defined source

D3 dévsersement tox2\Study\HF 3F

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|-----|-------|-------|-------|-------|

| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
|------------|-------------------------|--|------------------------|----------|
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,07005; 0,07005 | kg/s |
| | | Final velocity | 0,00033359; 0,00033359 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 100 | ppm |
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |

| | | | |
|----------------------------|--|--|-----------------------------------|
| | Averaging time ERPG [1 hr] for reports | No | |
| | IDLH [30 mins] | No | |
| | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain |
| | | Type of pool substrate and bunds | No bund |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building |
| | Exposure time data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | 0 fraction |
| | Toxic contours | Number of toxic levels | 4 |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 fraction |

disp tox SEL

User defined source

D3 dévsersement tox2\Study\HF 3F

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------|-------------------|---------------------------------|------------------|-------|
| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,07005; 0,07005 | kg/s |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|----------|
| | | Final velocity | 0,00033359; 0,00033359 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 189 | ppm |
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No | |
| | | IDLH [30 mins] | No | |
| | | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |
| | | Type of substrate and bunds | No bund and | |

| | | | | |
|------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|----------|
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected | |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| | Exposure data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 | fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | 0 | fraction |
| | Toxic contours | Number of toxic levels | 4 | |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 | |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 | fraction |

disp tox SELS

User defined source

D3 déversement tox2\Study\HF 3F

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------|-------------------|---------------------------------|------------------------|----------|
| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,07005; 0,07005 | kg/s |
| | | Final velocity | 0,00033359; 0,00033359 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|----------|
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 283 | ppm |
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No | |
| | | IDLH [30 mins] | No | |
| | | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |
| | | Type of substrate and bunds | No bund | |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected | |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| | Exposure time data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for | 0,05 | fraction |

| | | | | | |
|--|----------------|---|-----------------------------------|--|----------|
| | | exposure calculation | time | | |
| | | Cut-off concentration for exposure calculations | 0 | | fraction |
| | Toxic contours | Number of levels | 4 | | |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | | |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 | | |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 | | fraction |

HF 5D

Atmospheric storage tank
D3 déversement tox2\Study

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------------------|----------------------------|-----------------------------------|---|----------|
| Material | Material | Material | HF 50 % | |
| | | Specify volume inventory? | Yes | |
| | | Mass inventory | 1154,94 | kg |
| | | Volume inventory | 1 | m3 |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | Phase | Specified condition | Temperature and atmospheric pressure | |
| | | Temperature | -194,422 | degC |
| | | Pressure (gauge) | | bar |
| | | Fluid state | Liquid | |
| | | Liquid mole fraction | 1 | fraction |
| Scenario | Pipe dimensions | Pipe length | | m |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Horizontal | |
| | | Outdoor release angle | 0 | deg |
| Discharge parameters | Model settings | Atmospheric expansion method | DNV recommended | GL |
| | | Phase change upstream of orifice? | Disallow liquid phase change only (metastable liquid) | |
| | Droplet break-up mechanism | Droplet break-up instantaneous | Use flashing correlation | |

| | | Droplet break-up Do not force mechanism - correlation continuous | |
|-----------------------|---|--|-----------|
| Short pipe | Pipe characteristics | Pipe roughness | 0,045 mm |
| | Frequencies | Frequency of bends in pipe | 0 /m |
| | | Frequency of couplings in pipe | 0 /m |
| | | Frequency of junctions in pipe | 0 /m |
| | Frequencies of valves | Frequency of excess valves | 0 /m |
| | | Frequency of non-return valves | 0 /m |
| | | Frequency of shut-off valves | 0 /m |
| | Velocity losses | Excess flow valve velocity losses | 0 head |
| | | Non-return valve velocity losses | 0 head |
| | | Shut-off valve velocity losses | 0 head |
| Time varying releases | Modelling of time-varying leaks and line ruptures | Vacuum relief valve | Operating |
| | | Vacuum relief valve set point | 0 bar |
| | Inventory data for time-varying releases | Tank volume | 1 m3 |
| | | Tank vapour volume | 0 m3 |
| | | Tank liquid volume | 1 m3 |
| | | Tank liquid level | 0 m |
| | | Maximum vapour release height | m |
| | | Minimum inventory mass | 0,1 kg |
| | | Maximum inventory mass | 1E+09 kg |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 43367 ppm |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|----------|
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No | |
| | | IDLH [30 mins] | No | |
| | | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |
| | | Type of pool and substrate bunds | No bund | |
| | Building definition | Release building | | |
| | | In-building release? | Outdoor | |
| | | Building wake effect | None | |
| | | Wind or release angle from North | 0 | deg |
| | | Handling of droplets | Trapped | |
| | | Indoor mass modification factor | 3 | |
| Toxic parameters | Indoor calculations | toxic Specify the downwind building type | Unselected | |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| | Exposure data | time Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 | fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | 0 | fraction |

| | | | | |
|----------|----------------|------------------------|-----------------------------------|---|
| | Toxic contours | Number of toxic levels | 4 | |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 | |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; fraction 0,99 | |
| Geometry | Geometry | East | 0 | m |
| | | North | 0 | m |

disp tox SEI

User defined source

D3 dévsersement tox2\Study\HF 5D

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------|-------------------------|---------------------------------|----------------------|----------|
| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,1026; 0,1026 | kg/s |
| | | Final velocity | 0,0004884; 0,0004884 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|----------|
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 100 | ppm |
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No | |
| | | IDLH [30 mins] | No | |
| | | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |
| | | Type of substrate and bunds | No bund | |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected | |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| | Exposure time data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 | fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | 0 | fraction |
| | Toxic contours | Number of toxic levels | 4 | |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 | |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 | fraction |

disp tox SEL

User defined source

D3 dévsersement tox2\Study\HF 5D

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|------------|-------------------------|--|----------------------|----------|
| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,1026; 0,1026 | kg/s |
| | | Final velocity | 0,0004884; 0,0004884 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 189 | ppm |
| | | Averaging time for Toxic concentration of interest | | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |

| | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------------|
| | | User defined averaging time | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No |
| | | IDLH [30 mins] | No |
| | | STEL [15 mins] | No |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain |
| | | Type of pool substrate and bunds | No bund |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | Unselected |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building |
| | Exposure time data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure time calculations | 0 fraction |
| | Toxic contours | Number of toxic levels | 4 |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 fraction |

disp tox SELS

User defined source

D3 dévsersement tox2\Study\HF 5D

| Tab | Group | Field | Value | Units |
|----------|-------------------|---------------------------------|---------|-------|
| Scenario | Release scenario | Release scenario | Leak | |
| | | The number of release observers | 2 | |
| | Release observers | Release time | 0; 3600 | s |

| | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------|----------|
| | | Release phase | Vapour; Vapour | |
| | | Mass flow | 0,1026; 0,1026 | kg/s |
| | | Final velocity | 0,0004884; 0,0004884 | m/s |
| | | Final temperature | 41; 41 | degC |
| | | Liquid fraction | 0; 0 | fraction |
| | | Droplet diameter | | um |
| | | Pool radius | | m |
| | | Pre-dilution rate | air 0; 0 | kg/s |
| | | Downstream calculation status | No errors detected | |
| | Release location | Elevation | 1 | m |
| | | Tank head | 0 | m |
| | Direction | Outdoor release direction | Vertical | |
| | | Outdoor release angle | 90 | deg |
| | Fireball emissive power | Use vessel burst pressure | No | |
| | | Vessel burst pressure - gauge | | bar |
| Material | Material | Material characteristics | Toxic only | |
| | | Material to track | HF 50 % | |
| | | Type of risk effects to model | Toxic only | |
| Dispersion | Dispersion scope | Concentration of interest | 283 | ppm |
| | | Averaging time for concentration of interest | Toxic | |
| | | Specify user-defined averaging time | No | |
| | | User defined averaging time | | s |
| | Distances of interest | Distances of interest | | m |
| | Averaging time for reports | ERPG [1 hr] | No | |
| | | IDLH [30 mins] | No | |
| | | STEL [15 mins] | No | |
| Bund, building and terrain | Terrain and bund definition | Type of terrain for dispersion | Default terrain | |

| | | | | |
|------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|------------|
| | | Type of substrate bunds | pool No bund and | |
| Toxic parameters | Indoor toxic calculations | Specify the downwind building type | the building | Unselected |
| | | Building type (downwind building type) | Buildings\Default building | |
| | Exposure data | Set averaging time equal to exposure time | Use a fixed averaging time | |
| | | Cut-off fraction of toxic load for exposure time calculation | 0,05 | fraction |
| | | Cut-off concentration for exposure calculations | 0 | fraction |
| | Toxic contours | Number of levels | toxic 4 | |
| | | Dose levels | 130000; 1,3E+06; 1,3E+07; 1,3E+08 | |
| | | Probit levels | 2; 3; 4; 10 | |
| | | Lethality levels | 0,001; 0,01; 0,1; 0,99 | fraction |

Consequence Summary Report

Workspace: D3 dévsersement tox2

Study: Study

Summary Basis

These tables will only report global values set in the parameters. Values that are modified in the study tree will not be reported.

The report is context sensitive, and filters up to the study level. You will need to generate multiple summary reports if you have multiple studies in your workspace.

Dispersion Results

Input dispersion parameters

| | | |
|--------------------------|-------|---|
| Core averaging time | 18,75 | s |
| Flammable averaging time | 18,75 | s |
| Toxic averaging time | 600 | s |
| Height of interest | 0 | m |

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentration of interest is defined at the scenario

| Path | Scenario | Weather | Material | Material to track | Concentration of interest [ppm] | Averaging time of selected | Distance downwind to concentration of interest [m] | |
|--------------|-----------|---------|----------|-------------------|---------------------------------|----------------------------|--|---------|
| Study\ HF 3F | disp SEI | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 100 | Toxic | 92,0974 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 100 | Toxic | |
| | disp SEL | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 189 | Toxic | 62,452 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 189 | Toxic | |
| | disp SELS | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 283 | Toxic | 48,0141 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 283 | Toxic | |
| Study\ HF 5D | disp SEI | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 100 | Toxic | 111,082 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 100 | Toxic | 6,79293 |
| | disp SEL | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 189 | Toxic | 75,1363 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 189 | Toxic | 5,6147 |
| | disp SELS | tox D5 | HF % | 50 | HF 50 % | 283 | Toxic | 57,9383 |
| | | F3 | HF % | 50 | HF 50 % | 283 | Toxic | 4,46183 |

Outdoor Toxic Results

Distance downwind to defined concentrations

The reported concentrations are defined in the respective material properties

| Path | Scenario | Weather | Distance downwind to ERPG1 (3600 s) [m] | Distance downwind to ERPG2 (3600 s) [m] | Distance downwind to ERPG3 (3600 s) [m] | Distance downwind to STEL (900 s) [m] | Distance downwind to IDLH (1800 s) [m] |
|------------|------------|---------|---|---|---|---------------------------------------|--|
| Study\F 3F | H disp SEI | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | disp SEL | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | disp SELS | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Study\F 5D | H disp SEI | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | disp SEL | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | disp SELS | tox D5 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | | F3 | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |

Distance downwind to defined dangerous doses

The reported dangerous doses are defined in the respective material properties

Exposure duration at defined dangerous doses

The reported dangerous doses are defined in the respective material properties