

	<p>Rapport de modélisation</p>	<p>Partie 6 – Etude de dangers Page 1/14 Novembre 2022</p>
<p>Site de Lacq</p>	<p>Zone stockage / dépôtage H2O2</p>	<p>N201995-200-DE008-A</p>

<p>Dossier de Demande d’Autorisation Environnementale</p>
<p>Partie 6-C : ETUDE DE DANGERS DU PROJET H2O2</p>
<p style="text-align: center;">RAPPORT DE MODELISATION</p> <p style="text-align: center;">PROJET H2O2</p> <p style="text-align: center;">Usine de Lacq</p>

<p style="text-align: center;">Historique des révisions</p>		
<p>VERSION</p>	<p>DATE</p>	<p>COMMENTAIRES</p>
<p>A</p>	<p>30/11/2022</p>	<p>Création du document</p>

	<p>Rapport de modélisation</p>	<p>Partie 6 – Etude de dangers Page 2/14 Novembre 2022</p>
<p>Site de Lacq</p>	<p>Zone stockage / dépôtage H2O2</p>	<p>N201995-200-DE008-A</p>

SOMMAIRE

DEFINITIONS DES SCENARIOS	3
CRITERES RETENUS POUR LA MODELISATION	4
CRITERES DE CONDITIONS ATMOSPHERIQUES	4
CRITERES DE RAYONNEMENT THERMIQUE	5
CRITERES DE SURPRESSION	6
CRITERES DE TOXICITE	6
REALISATION DES CALCULS	7
RESULTATS DES SIMULATIONS.....	8
SCENARIO 1 : DECOMPOSITION DE L'H ₂ O ₂ DANS LE BAC DE STOCKAGE	8
SCENARIO 2 : EPANDAGE D'H ₂ O ₂ DANS LA CUVETTE DE RETENTION DU STOCKAGE	10
SCENARIO 3 : DECOMPOSITION DE L'H ₂ O ₂ DANS LE CAMION-CITERNE	13
SYNTHESE DES RESULTATS DES SIMULATIONS	14

	<p>Rapport de modélisation</p>	<p>Partie 6 – Etude de dangers Page 3/14 Novembre 2022</p>
<p>Site de Lacq</p>	<p>Zone stockage / dépotage H2O2</p>	<p>N201995-200-DE008-A</p>

DEFINITIONS DES SCENARIOS

L'analyse des scénarios a pour objectif de quantifier les conséquences des incidents que l'analyse des schémas de l'installation projetée et l'expérience des unités semblables existantes ne permettent pas d'exclure malgré les précautions prises pour les éviter.

Suite à l'analyse des potentiels de dangers liés aux produits et aux procédés (chapitres 2 et 5), les principaux événements redoutés sur le projet TREFLE ont été définis et sont récapitulés ci-dessous :

- Scénario 1 : Décomposition de l'H₂O₂ dans le bac de stockage
- Scénario 2 : Epandage d'H₂O₂ dans la cuvette de rétention du stockage
- Scénario 3 : Décomposition du H₂O₂ dans la citerne du camion

	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 4/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépotage H2O2	N201995-200-DE008-A

CRITERES RETENUS POUR LA MODELISATION

Critères de conditions atmosphériques

Les conditions atmosphériques retenues pour les modélisations sont définies par la circulaire du 10 mai 2010. Dans la grande majorité des cas, les conditions dites 3F (représentatives des conditions nocturnes) et 5D (représentatives des conditions diurnes), sont considérées. Les caractéristiques de ces conditions sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

	Conditions 3F	Conditions 5D
Classe de stabilité	F (stable)	D (neutre)
Vitesse du vent	3 m/s	5 m/s
Température ambiante	15°C	20°C
Température du sol	15°C	20°C
Humidité relative de l'air	70%	70%

Tableau 1 - Détails des conditions atmosphériques 3F et 5D

Dans le cas d'un rejet vertical ou d'un rejet de gaz léger ou d'un rejet en altitude ayant pour conséquence une dispersion toxique, les conditions atmosphériques suivantes sont prises en compte, selon la circulaire du 10 mai 2010 :

Stabilité atmosphérique (classes de Pasquill)	Vitesse de vent
A	3
B	3 et 5
C	5 et 10
D	5 et 10
E	3
F	3

La température de l'atmosphère et du sol peut être fixée à 20°C pour les conditions de stabilité atmosphérique comprises entre A et E et à 15°C pour la condition de stabilité atmosphérique F. L'humidité relative est prise égale à 70%.

	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 5/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépôtage H2O2	N201995-200-DE008-A

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, présente les valeurs à prendre en compte pour la détermination des zones d'effets d'accident potentiel dans les études de dangers :

Pour les effets sur les structures :	kW / m²
Seuil des destructions de vitres significatives.	5
Seuil des effets dominos et correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures.	8
Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures en béton.	16
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures en béton	20
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.	200

Pour les effets sur l'homme :	[kW/ m²]^{4/3}.s	kW / m²
Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine (SEI)	600	3
Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine (SEL)	1000	5
Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine (SELS)	1800	8

Les seuils d'effets du flux thermique sont évalués pour une durée d'exposition supérieure ou égale à 2 minutes. Pour des phénomènes de plus courtes durées, les seuils sont déterminés à partir de la méthode de la charge thermique : $k (\Phi = (k/t)^{3/4})$.

Avec k : charge thermique en (kW/m²)^{4/3}.s

	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 6/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépotage H2O2	N201995-200-DE008-A

Critères de surpression

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 (SER)	20
Seuil des dégâts légers sur les structures.	Seuils des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine (SEI)	50
Seuil des dégâts graves sur les structures.	Seuils des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine (SEL)	140
Seuil des effets dominos	Seuils des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine (SELS)	200
Seuil des dégâts très graves sur les structures.	-	300

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

Critères de toxicité

Acide Sulfurique (H₂SO₄) :

Les seuils de toxicité aiguë de l'acide sulfurique en fonction de la durée d'exposition sont présentés dans le tableau suivant :

Concentration	Temps (min.)							
	1	10	20	30	60	120	240	480
Seuil des effets létaux significatifs – SELS								
· mg/m ³	1338	751	632	571	477	404	339	286
· ppm	328	184	155	140	117	99	83	70
Seuil des premiers effets létaux – SPEL								
· mg/m ³	942	530	449	400	339	286	237	200
· ppm	231	130	110	98	83	70	58	49
Seuil des effets irréversibles – SEI								
· mg/m ³	106	57	49	45	37	33	24	20
· ppm	26	14	12	11	9	8	6	5
Seuil des effets réversibles – SER								
· mg/m ³	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
· ppm	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Non déterminé

	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 7/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépôtage H2O2	N201995-200-DE008-A

Sulfure d'hydrogène (H₂S) :

Les seuils de toxicité aiguë du sulfure d'hydrogène en fonction de la durée d'exposition sont présentés dans le tableau suivant :

Concentration	Temps (min.)				
	1	10	20	30	60
Seuil des effets létaux significatifs – SELS					
· mg/m ³	2 408	1 077	847	736	580
· ppm	1 720	769	605	526	414
Seuil des premiers effets létaux – SPEL					
· mg/m ³	2 129	963	759	661	521
· ppm	1 521	688	542	472	372
Seuil des effets irréversibles – SEI					
· mg/m ³	448	210	161	140	112
· ppm	320	150	115	100	80
Seuil des effets réversibles – SER					
· mg/m ³	ND	ND	ND	ND	ND
· ppm	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Non déterminé

Eau oxygénée (H₂O₂) :

Le tableau ci-après donne les seuils des effets toxiques calculés pour l'eau oxygénée pour une durée d'exposition d'une heure. En l'absence de Valeurs Seuils de Toxicité Aiguë Françaises (VSTAF) pour l'eau oxygénée, les seuils des effets toxiques ont été déterminés selon le guide de choix des valeurs de l'INERIS.

Seuil des Effets Irréversibles (SEI)	Seuil des Effets Létaux (SEL)	Seuil des Effets Létaux Significatifs (SELS)
50 ppm	100 ppm	100 ppm

Réalisation des calculs

Les scénarios ont été modélisés à l'aide du logiciel de DNV PHAST dans sa version 8.23.

Les distances d'effet des feux de nappe et des éclatements de capacité sont calculées à l'aide des outils ARKEMA SARA.

ARKEMA	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 8/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépôtage H2O2	N201995-200-DE008-A

RESULTATS DES SIMULATIONS

Scénario 1 : Décomposition de l'H₂O₂ dans le bac de stockage

DESCRIPTION DU SCENARIO

Le scénario modélisé est la décomposition du peroxyde d'hydrogène dans le bac de stockage (suite un incendie à proximité par exemple). La réaction de décomposition produit de l'oxygène gaz qui fera monter en pression le bac de stockage jusqu'à sa rupture. Le phénomène envisagé est donc la rupture pneumatique du bac de stockage d'H₂O₂.

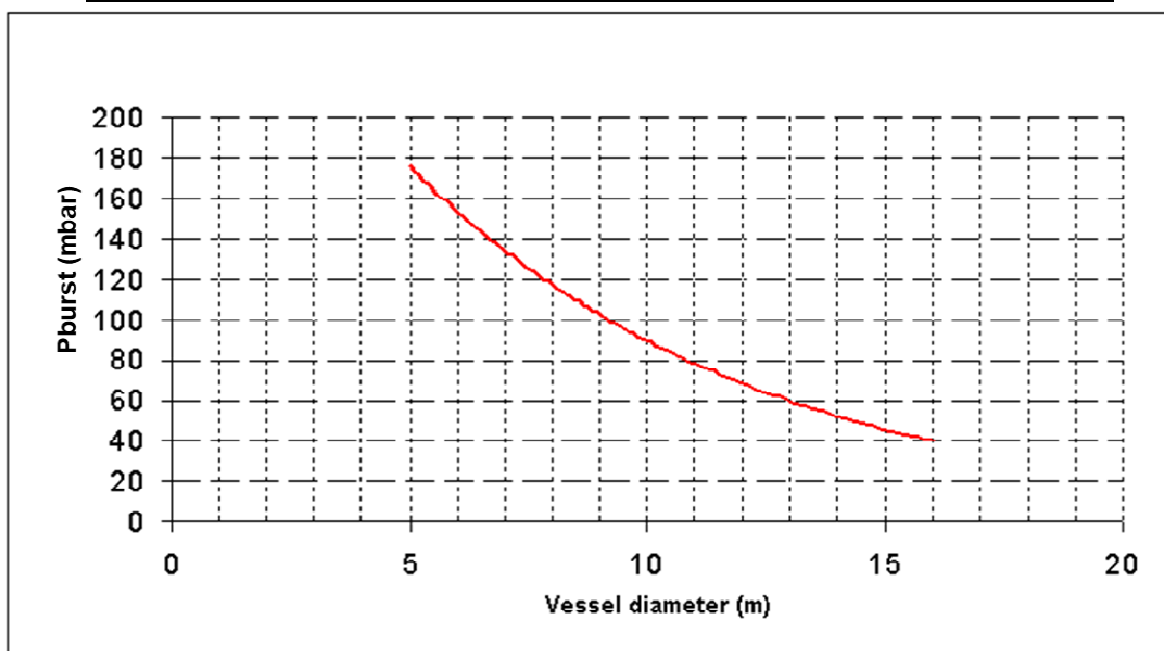
HYPOTHESES DE MODELISATION

Les hypothèses de modélisation sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Volume	250 m ³
Diamètre	5 m
Pression de rupture	1,180 bar (abs)

La pression de rupture est définie sur la base de l'abaque présentée ci-dessous (source ARKEMA).

Bursting pressure for atmospheric cylindrical vertical tank, designed according to the CODAP, in carbon steel with Pdesign = +25/-5 mbars



For calculation, consider a minimum of 100 mbars for the bursting pressure

	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 9/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépotage H2O2	N201995-200-DE008-A

RESULTATS

Onde de surpression :

La rupture pneumatique du bac entrainera des effets de surpression.

Les distances d'atteinte des seuils des effets de surpression sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Distance d'effet
SER	29
SEI	14
SEL	5
SELS	4

EFFETS DOMINOS ET IMPACT A L'EXTERIEUR DU SITE

En cas d'éclatement du bac de stockage de peroxyde d'hydrogène les effets domino atteindront 4 m autour du bac de stockage. Aucun équipement à proximité ne sera atteint.

Les effets dangereux ne sortiront pas des limites du site.

Scénario 2 : Epandage d'H₂O₂ dans la cuvette de rétention du stockage

DESCRIPTION DU SCENARIO

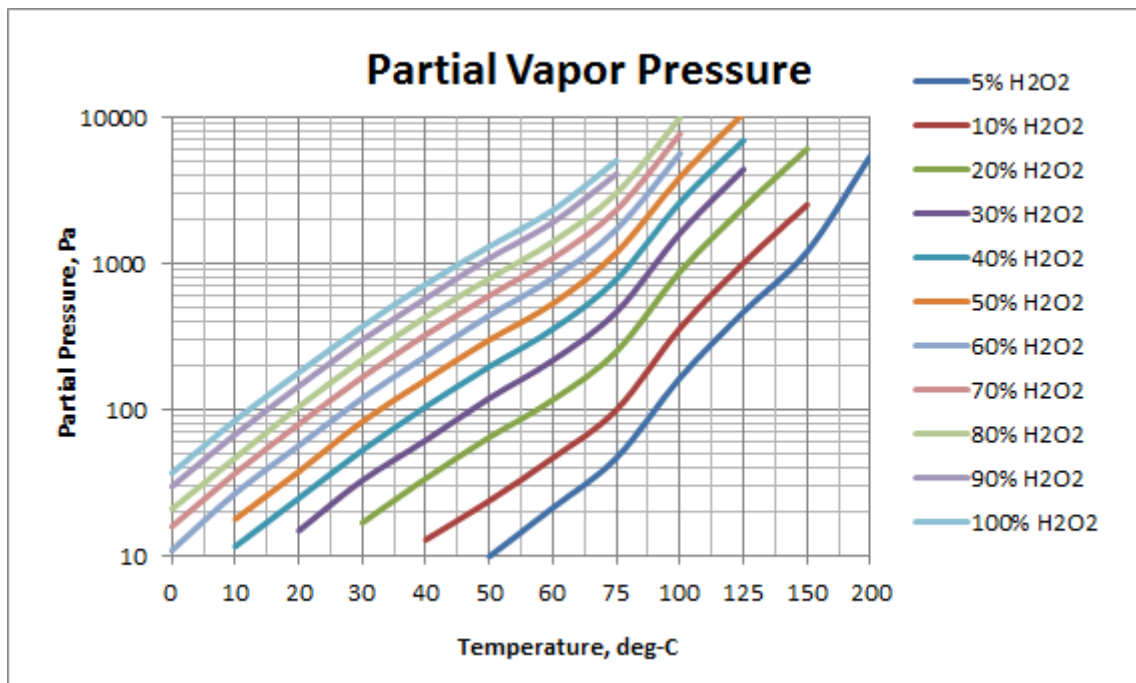
Le scénario modélisé est une fuite en pied du bac de stockage de H₂O₂ dans sa cuvette de rétention.

HYPOTHESES DE MODELISATION

Les hypothèses de modélisation sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Surface d'épandage	180 m ² (10x18 m)
Composition (% mass)	H ₂ O ₂ : 50 % H ₂ O : 50 %
Pression de vapeur saturante à 20°C	40 Pa
Pression de vapeur saturante à 15°C	25 Pa
Masse molaire du mélange	23,56 g/mol
Débit d'évaporation (vent à 3 m/s)	0,17 g/s
Débit d'évaporation (vent à 5 m/s)	0,39 g/s

La tension de vapeur du peroxyde d'hydrogène à 50% est déterminée à partir de la courbe¹ ci-dessous :



¹ Ref: J.J. Van Laar. Z. Physik. Chem. 72:723 (1910)

Le débits d'évaporation sont calculés avec la formule de Clancey :

$$\dot{m} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot (u)^{0,72} \cdot (R_{nappe})^{-0,11} \cdot \frac{M_{mol}}{R \cdot T} p_{vap} \cdot Surface$$

u : vitesse du vent (m/s) : 3 m/s, 5 m/s ;

R_{nappe} : rayon équivalent de la nappe (ici R= 7,6 m) ;

M_{mol} : Masse molaire du produit (ici 0,02356 kg/mol) ;

R : 8,314 J/mol/K ;

T : température extérieure : 293 K (20°C) pour la condition 5D et 288 K (15°C) pour la condition 3F ;

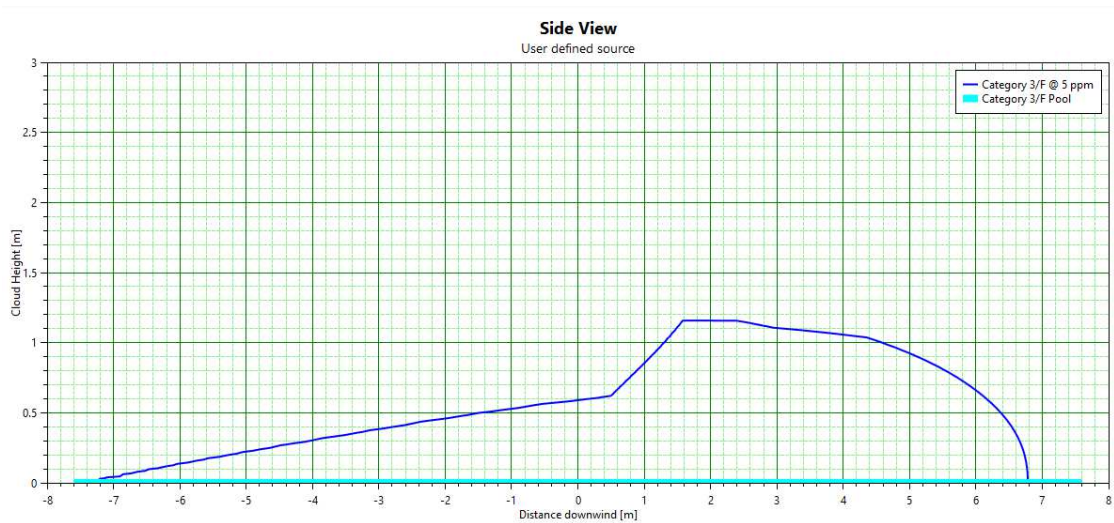
P_{vap} : pression de vapeur du produit au-dessus de la nappe (en Pa) (ici 40 Pa pour la condition 5D et 25 Pa pour la condition 3F) ;

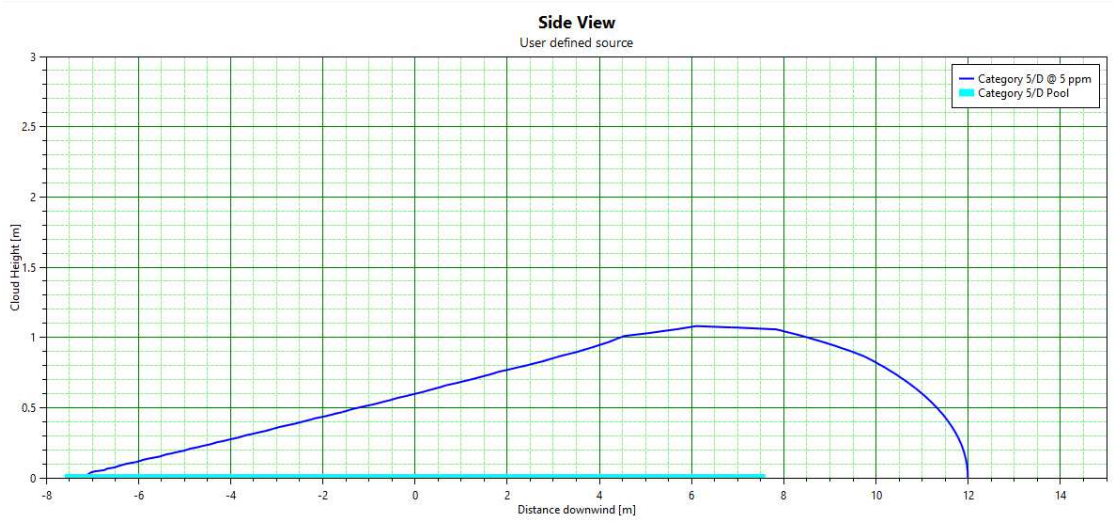
$Surface$: surface de la nappe épandue (ici S=180 m² correspond à la cuvette de rétention)

RESULTATS

Dispersion toxique :

Le débit d'évaporation de l'H₂O₂ à 50% en cas d'épandage dans la cuvette de rétention est trop faible pour générer un nuage toxique. La concentration est inférieure à 10 ppm à la surface de la nappe (seuil SEI à 50 ppm sur une heure d'exposition). Les figures ci-dessous présentent le profil du nuage à 5 ppm pour les conditions 3F et 5D.





	Rapport de modélisation	Partie 6 – Etude de dangers Page 13/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépôtage H2O2	N201995-200-DE008-A

Scénario 3 : Décomposition de l'H₂O₂ dans le camion-citerne

DESCRIPTION DU SCENARIO

Le scénario modélisé est la décomposition du peroxyde d'hydrogène suite une montée en température de la citerne (incendie à proximité par exemple). La réaction de décomposition produit de l'oxygène gaz qui fera monter en pression la citerne jusqu'à sa rupture. Le phénomène envisagé est donc la rupture pneumatique de la citerne d'H₂O₂.

HYPOTHESES DE MODELISATION

Les hypothèses de modélisation sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Volume	25 m ³
Pression de calcul	4 barg
Pression de rupture	8 barg

La pression de rupture à chaud de la citerne est prise égale à deux fois sa pression de calcul.

RESULTATS

Onde de surpression :

La rupture pneumatique du bac entrainera des effets de surpression.

Les distances d'atteinte des seuils des effets de surpression sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Distance d'effet
SER	98
SEI	49
SEL	21
SELS	17

EFFETS DOMINOS ET IMPACT A L'EXTERIEUR DU SITE

En cas d'éclatement de la citerne de peroxyde d'hydrogène les effets domino atteindront 17 m autour du camion-citerne impactant potentiellement le stockage d'acide sulfurique. Les installations existantes et les autres installations du projet ne sont pas impactées par les effets dominos.

Les effets dangereux ne sortiront pas des limites du site.

	Rapport de modélisations	Partie 6 – Etude de dangers Page 14/14 Novembre 2022
Site de Lacq	Zone stockage / dépôtage H2O2	N201995-200-DE008-A

SYNTHESE DES RESULTATS DES SIMULATIONS

Scénario	Type d'effet	Distance SER (m)	Distance SEI (m)	Distance SEL (m)	Distance SELS (m)
Décomposition de l'H ₂ O ₂ dans le bac de stockage	Surpression	29	14	5	4
Epanchage d'H ₂ O ₂ dans la cuvette de rétention - dispersion toxique	Toxique	-	NA	NA	NA
Décomposition de l'H ₂ O ₂ dans le camion-citerne	Surpression	98	49	21	17

NA : Non Atteint