

Air Liquide Advanced Business

**Station d'hydrogène des Loges en
Josas**



**DOSSIER DE DEMANDE
D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE**

**Etude des Dangers
Document n° 4**

Version 1 : Juin 2020

A532939292.2/LEN

Ce document a été réalisé avec le concours de l'APAVE SUDEUROPE.



SOMMAIRE

1 - PREAMBULE.....	5
1.1 - LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES.....	5
1.2 - GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC	5
1.2.1 - <i>Notions de dangers, risques et corollaires.....</i>	6
1.2.2 - <i>Evènements et accidents</i>	8
1.2.3 - <i>Fonctions et barrières de sécurité.....</i>	10
1.3 - LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE	11
2 - RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DES DANGERS - CARTOGRAPHIE	12
2.1 - CONTEXTE DE L'ETUDE	12
2.2 - PRESENTATION GENERALE DU SITE	12
2.3 - IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	12
2.4 - ETUDE DE L'ACCIDENTOLOGIE ET DU RETOUR D'EXPERIENCE	12
2.5 - PHENOMENES DANGEREUX ET ZONES D'EFFETS ASSOCIEES	13
2.6 - CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS	15
2.7 - CONCLUSION	17
3 - PRESENTATION DE L'ETUDE.....	18
3.1 - CONTEXTE DE L'ETUDE	18
3.2 - METHODOLOGIES RETENUES DANS LA PRESENTE ETUDE DE DANGERS	19
4 - DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT	20
4.1 - DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	20
4.1.1 - <i>Environnement naturel.....</i>	20
4.1.2 - <i>Environnement humain</i>	20
4.1.3 - <i>Identification des agressions d'origine externe.....</i>	21
4.1.3.1 - <i>Agressions d'origine naturelle.....</i>	21
4.1.3.2 - <i>Phénomènes dangereux d'origine humaine</i>	23
4.1.3.3 - <i>Traitement spécifique de certains événements initiateurs</i>	23
4.2 - DESCRIPTION ADMINISTRATIVE ET TECHNIQUE DES INSTALLATIONS	24
4.3 - ORGANISATION DE LA SECURITE	24
4.3.1 - <i>Structure et responsabilité</i>	24
4.3.2 - <i>Surveillance des installations</i>	25
4.3.3 - <i>Prévention des risques professionnels.....</i>	25
4.3.4 - <i>Formation du personnel</i>	25
4.3.5 - <i>Procédures et consignes.....</i>	25
4.3.6 - <i>Contrôles périodiques et maintenance</i>	26
5 - IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	27
5.1 - DEFINITIONS PREALABLES	27
5.2 - DANGERS LIES AUX PRODUITS.....	27
5.2.1 - <i>Dangers intrinsèques liés aux produits.....</i>	27
5.2.2 - <i>Gestion des incompatibilités</i>	29
5.2.3 - <i>Déchets</i>	29
5.2.4 - <i>DANGERS LIES A LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS.....</i>	30
5.2.5 - <i>CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGER</i>	30
5.2.6 - <i>REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS.....</i>	32
5.2.7 - <i>RETOUR D'EXPERIENCE - ACCIDENTOLOGIE.....</i>	32

5.2.7.1 -	Accidents survenus sur le site ou au sein du groupe	32
5.2.7.2 -	Accidents sur des installations similaires	33
5.2.7.3 -	Conclusion en termes d'événements redoutés identifiés	35
5.3 -	SELECTION DES PHENOMENES DANGEREUX ASSOCIES AUX INSTALLATIONS	36
5.3.1 -	Phénomènes dangereux retenus dans la présente étude	36
5.3.2 -	Exclusion de certains phénomènes dangereux	36
6 -	ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA LIBERATION DES POTENTIELS DE DANGERS	39
6.1 -	ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES PHENOMENES DE JETS ENFLAMMES	39
6.1.1 -	PhD1 – Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi- remorque en cas d'agression thermique	40
6.1.2 -	PhD2 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque	40
6.1.3 -	PhD3 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de distribution PL	41
6.1.4 -	PhD4 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de distribution VL	41
6.2 -	ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES UVCE	42
6.2.1 -	PhD5 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible de connexion de la semi- remorque	42
6.2.2 -	PhD6 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible de distribution PL	43
6.2.3 -	PhD7 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	43
6.3 -	CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFET DES PHENOMENES DANGEREUX	44
6.4 -	DETERMINATION DE LA GRAVITE DES SCENARIOS D'ACCIDENTS	44
6.4.1 -	Méthode	44
6.4.2 -	Application au site	45
6.5 -	SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS	46
7 -	DESCRIPTION DES MOYENS DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION	47
7.1 -	MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION	47
7.1.1 -	Prévention et protection des risques d'explosion à l'échelle du site	47
7.1.2 -	Prévention et protection des risques d'incendie à l'échelle du site	47
7.1.3 -	Prévention et protection des risques de pollution à l'échelle du site	47
7.2 -	MOYENS D'INTERVENTION	48
8 -	ANALYSE DES RISQUES	49
8.1 -	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES	51
8.2 -	ANALYSE DES RISQUES ASSOCIES AUX SCENARIOS D'ACCIDENT MAJEURS	54
8.3 -	ANALYSE DES CONSEQUENCES DES DEFAILLANCES DES UTILITES	54
8.3.1 -	Défaillance d'utilité	54
8.3.2 -	Perte d'énergie	54
8.3.3 -	Perte de fluide	54
9 -	ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES PHENOMENES DANGEREUX EN TENANT COMPTE DE L'EFFICACITE DES MESURES INTERNES DE PREVENTION ET DE PROTECTION	55
10 -	CLASSIFICATION DES PHENOMENES DANGEREUX	56
10.1 -	APPRECIATION DU NIVEAU DE RISQUE	56

10.2 - CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS	57
---	----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Synthèse des phénomènes dangereux de l'étude	13
Tableau 2 – Principales caractéristiques de l'hydrogène	28
Tableau 3 – Principales caractéristiques de l'azote	28
Tableau 4 – Principales caractéristiques du R449a	28
Tableau 5 – Synthèse des potentiels de danger liés à l'exploitation	30
Tableau 6 – Synthèse des phénomènes dangereux retenus	36
Tableau 7 - Distances d'effet du PhD1	40
Tableau 8 - Distances d'effet du PhD2	40
Tableau 9 - Distances d'effet du PhD3	41
Tableau 10 - Distances d'effet du PhD4	41
Tableau 11 - Distances d'effet du PhD5	42
Tableau 12 - Distances d'effet du PhD6	43
Tableau 13 - Distances d'effet du PhD7	43
Tableau 14 - Définition des niveaux de gravité des conséquences sur les personnes	44
Tableau 15 - Synthèse des niveaux de gravité des différents scénarios envisagés	46
Tableau 16 – Analyse Préliminaire des Risques	51
Tableau 17 – Positionnement des PhD dans la matrice MMR	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Cartographie des flux thermiques	15
Figure 2 - Cartographie des surpressions	16
Figure 3 - Table des incompatibilités génériques de produits dangereux	29
Figure 4 – Localisation des potentiels de danger	31
Figure 5 – Démarche de conduite d'une analyse de risques	49

1 - PREAMBULE

1.1 - LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

AM : Arrêté Ministériel

CETE : Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique

CSSCT : Commission Santé, Sécurité et Conditions de Travail

CODRES : Code de Construction des Réservoirs (Cylindriques Verticaux)

DDAE : Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter

DRIRE : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DPPR : Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques

EIPS : Elément Important Pour la Sécurité

ERP : Etablissement Recevant du Public

ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

IP(G) : Indice de Probabilité d'occurrence (Global)

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

LII : Limite Inférieure d'Inflammabilité

MEDAD : Ministère de l'Environnement et du Développement et de l'Aménagement Durable

MMR : Mesure de Maîtrise des Risques

NC : Niveau de Confiance

PCC : Poste de Chargement des Camions

POI : Plan d'Opération Interne

POS : Plan d'Occupation des Sols

PPI : Plan Particulier Intervention

PPRT : Plan de Prévention des Risques Technologiques

SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours

SGS : Système de Gestion de la Sécurité

TMD : Transport des Marchandises Dangereuses

UVCE : Unconfined Vapour Cloud Explosion

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

1.2 - GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC

Référence Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

1.2.1 - Notions de dangers, risques et corollaires

TERME	DEFINITION
Aléa	<p>Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple (Probabilité d'occurrence x Intensité des effets). Il est spatialisé et peut être cartographié. (Circulaire du 02/10/03 du MEDD sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées).</p> <p>NB : Notion utilisée principalement pour les PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques)</p>
Acceptation du risque	<p>« Décision d'accepter un risque ». L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision [1] (ISO/CEI 73). Le regard porté par cette personne tient compte du "ressenti" et du "jugement" qui lui sont associés.</p> <p>NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines ou à l'étranger.</p>
Danger	<p>Cette notion définit une propriété intrinsèque à un substance (butane, chlore,...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge),..., à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » [sont ainsi rattachées à la notion de "danger" les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger] ;</p>
Potentiel de danger	<p>Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) "danger(s)" ; dans le domaine des risques technologiques, un "potentiel de danger" correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.</p>
Réduction du risque	<p>Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité - Réduction de l'intensité : par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des quantités mises en œuvre, atténuation des conditions de procédés (T°, P...), simplification du système.... <p>la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation (ex : rideau d'eau pour abattre un nuage toxique, limitant son extension à des concentrations dangereuses)</p> <p>La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source », ou réduction de l'aléa.</p> <p>Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, dont PPRT, ou par les plans d'urgence externes).</p>
Risque toléré	<p>La "tolérabilité" du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients (dont les risques) liés à une situation, situation qui sera soumise à révision régulière afin d'identifier, au fil du temps et chaque fois que cela sera possible, les moyens permettant d'aboutir à une réduction du risque.</p> <p>La norme EN 61508 - 5 en son annexe A (§A2) indique "la détermination du risque tolérable pour un événement dangereux a pour but d'établir ce qui est jugé raisonnable eu égard à la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et à ses conséquences spécifiques. Les systèmes relatifs à la sécurité sont conçus pour réduire la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et/ou les conséquences de l'événement dangereux".</p> <p>NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines</p>

TERME	DEFINITION
Risque	<p>« Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).</p> <p>1/ Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au « risque technologique », le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables.</p> <p>2 / Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier. Le risque est le produit de l'aléa par la vulnérabilité [ISO/CEI Guide 51]</p> <p>Le risque constitue une " potentialité ". Il ne se « réalise » qu'à travers "l'événement accidentel", c'est-à-dire à travers la réunion et la réalisation d'un certain nombre de conditions et la conjonction d'un certain nombre de circonstances qui conduisent, d'abord, à l'apparition d'un (ou plusieurs) élément(s) initiateur(s) qui permettent, ensuite, le développement et la propagation de phénomènes permettant au "danger" de s'exprimer, en donnant lieu d'abord à l'apparition d'effets et ensuite en portant atteinte à un (ou plusieurs) élément(s) vulnérable(s).</p> <p>Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) :</p> <p>Intensité x Vulnérabilité = gravité des dommages ou conséquences Intensité x Probabilité = aléa Risque = Intensité x Probabilité x Vulnérabilité = Aléa x Vulnérabilité = Conséquences x Probabilité</p> <p>Dans les analyses de risques et les études de dangers, le risque est généralement qualifié en Gravité (des Conséquences) x Probabilité, par exemple dans une grille P x G, alors que pour les PPRT, il l'est selon les deux composantes Aléa x Vulnérabilité (par type d'effet : thermique, toxique, surpression et projection).</p>
Sécurité – Sûreté	<p>Dans le cadre des installations classées, on parle de sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires (type malveillance ou attentat) des intrusions malveillantes et de la malveillance interne. Par parallèle avec le secteur nucléaire, on utilise parfois l'expression « sûreté de fonctionnement » dans les installations classées, qui se rapporte en fait à la maîtrise des risques d'accident, donc à la sécurité des installations.</p>

1.2.2 - Evénements et accidents

TERME	DEFINITION
Accident	<p>Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène.</p> <p>Ex : accident : « N blessés et 1 atelier détruit suite à l'incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fioul ».</p>
Cinétique	Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Cf articles 5 à 8 de l'arrêté du 29/09/2005.
Effets dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène. [effet domino = « accident » initié par un « accident »].
Effets d'un phénomène dangereux	Ce terme décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques,... associés à un phénomène dangereux concerné : flux thermique, concentration toxique, surpression....
Eléments vulnérables (ou enjeux)	Eléments tels que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Le terme de « cible » est parfois utilisé à la place d'élément vulnérable. Cette définition est à rapprocher de la notion « d'intérêt à protéger » de la législation sur les installations classées (art. L.511-1 du Code de l'Environnement).
Evénement initiateur	Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe. Dans la représentation en « nœud papillon » (ou arbre des causes), cet événement est situé à l'extrémité gauche.
Evénement redouté central	Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».
Gravité	<p>On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets.</p> <p>La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées.</p> <p>Exemple d'intensité (ou gravité potentielle) : le flux thermique atteint la valeur du seuil d'effet thermique léthal à 50m de la source du flux.</p>
Intensité des effets d'un phénomène dangereux	Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou cibles] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.
Phénomène dangereux (ou phénomène redouté)	<p>Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29/09/2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages » (ISO/CEI 51)</p> <p>Note : un phénomène est une libération de tout ou partie d'un potentiel de danger, la concrétisation d'un aléa.</p> <p>Ex de phénomènes : « incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fioul provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m² à 70 mètres pendant 2 heures. », feu de nappe, feu torche, BLEVE, Boil Over, explosion, (U)VCE, dispersion d'un nuage de gaz toxique...</p>

TERME	DEFINITION
Probabilité d'occurrence	Au sens de l'article L.512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.
Scénario d'accident (majeur)	Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant.». Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.
Vulnérabilité	<p>1/ « vulnérabilité d'une cible à un effet x » (ou « sensibilité ») : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.</p> <p>2/ « vulnérabilité d'une zone » : appréciation de la présence ou non de cibles ; vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.</p> <p>La vulnérabilité d'une zone ou d'un point donné est l'appréciation de la sensibilité des éléments vulnérables [ou cibles] présents dans la zone à un type d'effet donné.</p> <p>Par exemple, on distinguera des zones d'habitat, des zones de terres agricoles, les premières étant plus vulnérables que les secondes face à un aléa d'explosion en raison de la présence de constructions et de personnes. (Circulaire du 02/10/03 du MEDD sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées).</p> <p>(NB : zone d'habitat et zone de terres agricoles sont deux types d'enjeux. On peut différencier la vulnérabilité d'une maison en parpaings de celle d'un bâtiment largement vitré.)</p>

1.2.3 - Fonctions et barrières de sécurité

TERME	DEFINITION
Efficacité (pour une barrière de sécurité) ou capacité de réalisation	Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière de sécurité. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.
Fonction de sécurité	Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.
Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques	Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.
Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois : Les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.
Mesure « complémentaires » - « supplémentaires »	Dans les textes, on distingue les mesures de sécurité complémentaires, mises en place par l'exploitant à sa charge, dans le cadre de l'application normale de la réglementation, des mesures supplémentaires éventuellement mises en place dans le cadre des PPRT, faisant l'objet d'un financement tripartite tel que mentionné à l'article L.515-19 du code de l'environnement.
Niveau de confiance	Le niveau de confiance est l'architecture (redondance éventuelle) et la classe de probabilité, inspirés des normes NF EN 61-508 et CEI 61-511, pour qu'une mesure de maîtrise des risques, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette classe de probabilité est déterminée pour une efficacité et un temps de réponse donnés. Ce niveau peut être déterminé suivant les normes NF EN 61-508 et CEI 61-511 pour les systèmes instrumentés de sécurité. Cf rapport INERIS Ω-10.
Prévention	Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.
Protection	Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant. NB : des mesures de protection peuvent être mises en œuvre « à titre préventif », avant l'accident, comme par exemple un confinement. La maîtrise de l'urbanisation, visant à limiter le nombre de personnes exposées aux effets d'un phénomène dangereux, et les plans d'urgence visant à mettre à l'abri les personnes sont des mesures de protection.
Redondance	Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise (CEI6271-1974)
Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)	Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser. Ex : Un rideau d'eau alimenté par un réseau, avec vanne pneumatique/motorisée asservie à une détection ammoniac, dont la fonction de sécurité est d'abattre 80% de la fuite d'ammoniac a un temps de réponse égal à la durée séparant l'envoi de la commande à la vanne du moment où le rideau fonctionne en régime permanent (en supposant qu'il est correctement dimensionné pour abattre 80% de la fuite réelle). Sur cet exemple, la cinétique de mise en œuvre correspond à l'ensemble de la durée entre l'apparition de la fuite, sa détection, le traitement du signal de détection ajouté au temps de réponse.

Source : Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003

1.3 - LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

- Réf. 1 : Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.
- Réf. 2 : Décret n° 2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.
- Réf. 3 : Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 modifié relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- Réf. 4 : 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 soumises à autorisation.
- Réf. 5 : Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.
- Réf. 6 : Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35) Ω-9 - L'étude de dangers d'une Installation Classée (INERIS - juillet 2015).
- Réf. 7 : Supports présentés lors de la journée nationale d'information aux bureaux d'études sur la méthodologie d'élaboration des études de dangers du 10 juin 2008 (MEEDDAT).
- Réf. 8 : Circulaire DPPR/SEI2/FA-07-0066 du 4 mai 2007 relatif au porter à la connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées.
- Réf. 9 : Circulaire BRTICP/2007-482/LMA du 26 février 2008 relative à la maîtrise de l'urbanisme autour des stockages de produits agropharmaceutiques soumis à autorisation.
- Réf. 10 : Lettre du MEEDDAT à la DRIRE Nord - Pas de Calais du 6 février 2008 (déplacement des bouteilles contenant des gaz sous pression et prise en compte des phénomènes dangereux liés à la rupture du robinet de ces équipements, dans les études de dangers et dans les mesures de maîtrise de l'urbanisation).
- Réf. 11 : Guide d'information sur la sécurité des véhicules à hydrogène et des stations-service de distribution d'hydrogène (ADEME Juin2015).
- Réf. 12 : Rapport d'étude DRA-14-141532-06227C Benchmark Stations-service Hydrogène (INERIS Septembre 2014)

2 - RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DES DANGERS - CARTOGRAPHIE

Conformément, à au III de l'article D181-15-2 du code de l'Environnement, « l'étude de danger comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie des zones de risques significatifs ».

2.1 - CONTEXTE DE L'ETUDE

Air Liquide Advanced Business (ALAB) exploite une installation de distribution d'hydrogène actuellement soumise à déclaration avec contrôle périodique au titre de la réglementation des ICPE sur la commune des Loges en Josas.

ALAB projette d'augmenter la capacité de stockage de l'installation en remplaçant les semi-remorques actuelles de stockage en bouteilles métalliques (pression 200 bar) par des semi-remorques de stockage en bouteilles composites dites « grande capacité » (pression 300 bar).

L'objectif principal de cette modification est de disposer d'une autonomie de fonctionnement plus importante, la situation actuelle pouvant nécessiter un remplacement des remorques tous les deux jours.

Cette modification entraînant un passage du site sous le statut d'autorisation sous la rubrique 4715 de la nomenclature des ICPE, ALAB doit déposer un dossier de demande d'autorisation environnementale unique au titre des ICPE comportant notamment une étude de dangers comme indiqué à l'article D181-15-2 du Code de l'Environnement.

2.2 - PRESENTATION GENERALE DU SITE

L'installation est divisée en deux parties :

- La zone de circulation en accès libre disposant de deux aires de distribution, l'une pour les Véhicules Légers (VL) et l'autre pour les Poids Lourds (PL) de type Bus.
- La zone technique, clôturée et dont l'accès est restreint par un portail maintenu fermé à clef. Cette zone accueille les stockages d'hydrogène en bouteille sur remorques, les compresseurs, les capacités tampon et les utilités (armoire électrique & hydraulique, groupe froid, cadre d'azote pour maintenance et process...).

2.3 - IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

Le principal potentiel de dangers présent dans l'installation est l'hydrogène. Ce dernier étant inflammable et présent sous pression dans l'installation, une perte de confinement peut être à l'origine d'un jet enflammé en cas d'inflammation immédiate ou d'une explosion non confinée (UVCE) en cas d'inflammation retardée.

2.4 - ETUDE DE L'ACCIDENTOLOGIE ET DU RETOUR D'EXPERIENCE

L'étude de l'accidentologie et du retour d'expérience des installations similaire montre que les phénomènes dangereux qui se sont déjà produits sont des fuites au niveau des stockages ou des tuyauteries/flexibles.

Ces fuites ont principalement engendré des jets enflammés ou des explosions sans conséquences importantes sur la santé humaine, les principales conséquences étant d'ordre matériel.

2.5 - PHENOMENES DANGEREUX ET ZONES D'EFFETS ASSOCIEES

Sur la base des éléments précédents, les phénomènes dangereux ont été retenus dans l'étude :

- PhD1 : Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique.
- PhD2 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD3 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD4 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.
- PhD5: UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD6 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD7 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.

Le phénomène d'éclatement de capacité de la semi-remorque n'a pas été retenu en raison de la protection des bouteilles composite par des fusibles thermiques permettant de vidanger la capacité en cas d'agression thermique et empêchant ainsi une montée en pression. Ce phénomène dangereux a été remplacé par le PhD1 (Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique).

La modélisation des zones d'effets de ces phénomènes dangereux a montré qu'ils ne sont pas susceptibles de générer des effets à l'extérieur de l'installation. Ils ne sont donc pas susceptibles d'être à l'origine de scénarios d'accident majeurs.

A ce titre, leur cinétique et leur probabilité n'est pas évaluée.

La synthèse de ces phénomènes dangereux est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 1 - Synthèse des phénomènes dangereux de l'étude

Phénomène dangereux (PhD)	Type d'effets	Effets sur les biens Effets dominos		Seuils d'effets réglementaires ¹ atteints hors des limites de propriété
		Internes	Externes	
1 Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique	Thermiques	Aucun	Aucun	Non
2 Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.	Thermiques	Aucun	Aucun	Non
3 Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Thermiques	Atteinte d'un véhicule présent sur l'aire de chargement, sans effet à l'extérieur des limites du site.	Aucun	Non
4 Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Thermiques	Atteinte d'un véhicule présent sur l'aire de chargement, sans effet à l'extérieur des limites du site.	Aucun	Non
5 UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque	Surpressions	Aucun	Aucun	Non
6 UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Surpressions	Aucun	Aucun	Non
7 UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Surpressions	Aucun	Aucun	Non

¹ Seuils d'effets réglementaires définis dans l'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, donnée en annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R3]

L'installation est équipée d'une détection de flamme localisée dans le conteneur de compression. Les deux conteneurs de compression ainsi que les deux distributeurs PL et VL disposent également d'une détection hydrogène. L'aire de distribution est équipée d'une alarme visuelle et sonore ainsi que d'une borne d'appel d'urgence.

L'installation dispose également des moyens de lutte incendie suivants :

- Extincteurs adaptés aux risques et répartis sur l'installation
- RIA
- Poteaux incendie.

2.6 - CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS



Figure 1 - Cartographie des flux thermiques

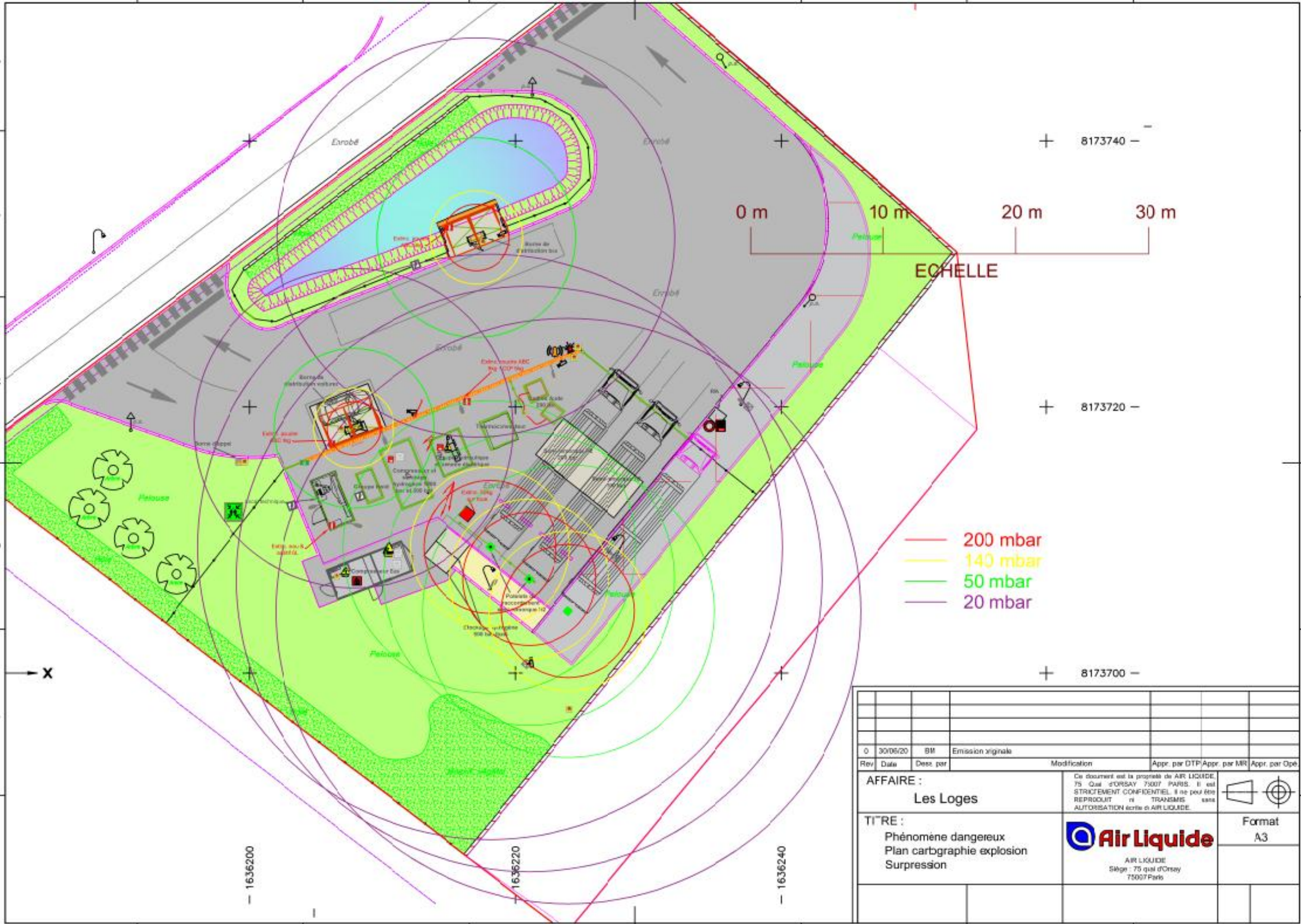


Figure 2 - Cartographie des surpressions

2.7 - CONCLUSION

La présente étude de dangers constitue l'analyse et la caractérisation des risques relatifs à l'exploitation de la station de distribution d'hydrogène des Loges en Josas par ALAB, dans le contexte d'une augmentation de la capacité d'hydrogène stockée nécessitant une demande d'autorisation environnementale unique au titre des ICPE.

Après la description de l'établissement et de son environnement, une phase d'identification et de caractérisation des potentiels de dangers sur le site a été menée. Couplée à l'étude de l'accidentologie du secteur, cela a permis de retenir les phénomènes dangereux suivants :

- PhD1 : Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique.
- PhD2 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD3 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD4 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.
- PhD5 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD6 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD7 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.

Chacun de ces phénomènes dangereux a été étudié afin d'en évaluer les conséquences potentielles et de caractériser les différents scénarios accidentels.

L'installation est existante et actuellement soumise à déclaration avec contrôle périodique. Dans ce cadre, elle a été conçue en respectant les prescriptions de *l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416*, notamment en matière de distances d'implantation.

L'unique modification prévue au sein des installations porte sur le changement de technologie de stockage en remplaçant les semi-remorques actuelles de stockage en bouteilles métalliques (pression 200 bar) par des semi-remorques de stockage en bouteilles composites dites « grande capacité » (pression 300 bar) permettant d'augmenter la capacité d'hydrogène et l'autonomie de la station.

Les éléments de sécurité et la conception de l'installation ont permis de confiner l'ensemble des effets des phénomènes dangereux dans les limites de propriété de l'installation. Il n'a donc pas été identifié de scénario d'accident majeur sur le site.

L'analyse préliminaire des risques a par ailleurs permis d'identifier des moyens de prévention, de protection et d'intervention relatifs à chaque phénomène dangereux.

Il ressort ainsi de la présente étude de dangers que la criticité de l'ensemble des phénomènes dangereux est d'un niveau acceptable.

3 - PRESENTATION DE L'ETUDE

3.1 - CONTEXTE DE L'ETUDE

Créée en 1903, Air Liquide est un des leaders mondiaux dans le domaine des gaz industriels. Issue de son histoire centenaire et forte d'une expérience de 64 ans dans le domaine, Air Liquide a développé un savoir-faire reconnu dans la maîtrise de la chaîne hydrogène (production, stockage et distribution).

Aujourd'hui, fidèle à son esprit d'innovation, Air Liquide développe les solutions de mobilité propre liées aux véhicules à hydrogène. A ce titre, Air Liquide opère 58 stations dans le monde et a contribué à la conception et à la réalisation d'environ 120 autres. Air Liquide Advanced Business (ALAB) exploite 4 stations en France parmi lesquelles une station de distribution d'hydrogène pour bus et véhicules légers soumise à déclaration avec contrôle périodique sur la commune des Loges en Josas. ALAB projette une augmentation des capacités de stockage d'hydrogène induisant un basculement de l'installation sous le régime d'autorisation de la réglementation des ICPE.

A ce titre, ALAB doit déposer un dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'étude de dangers, objet du présent rapport, doit principalement permettre d'autoriser et réglementer la ou les installations concernées, après examen du caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques (en référence à la matrice MMR du paragraphe 2 de la première partie de la circulaire du 10 mai 2010).

L'étude de dangers porte sur l'ensemble du périmètre de l'installation de distribution d'hydrogène pour véhicules des Loges en Josas exploitée par ALAB dont notamment les voiries, aires et appareils de distribution, les installations techniques de stockage, compression et distribution, les autres surfaces non imperméabilisées.

Les informations figurant déjà dans les précédents chapitres du dossier de demande d'autorisation d'exploiter, notamment en ce qui concerne l'environnement naturel et humain du site, et lorsqu'elles ne nécessitent pas de complément, ne sont pas reprises dans l'étude de dangers.

La présente étude de dangers analyse les risques liés à l'exploitation des ICPE du site suivant la méthodologie fixée par l'arrêté du 29 septembre 2005 et complétée par la circulaire du 10 mai 2010.

Au titre de la méthodologie fixée par ces textes (évaluation de la probabilité, gravité, intensité cinétique) sont donc étudiés les effets thermiques associés aux feux et les effets de surpression associés aux explosions d'hydrogène.

La méthodologie retenue est décrite au chapitre suivant.

3.2 - METHODOLOGIES RETENUES DANS LA PRESENTE ETUDE DE DANGERS

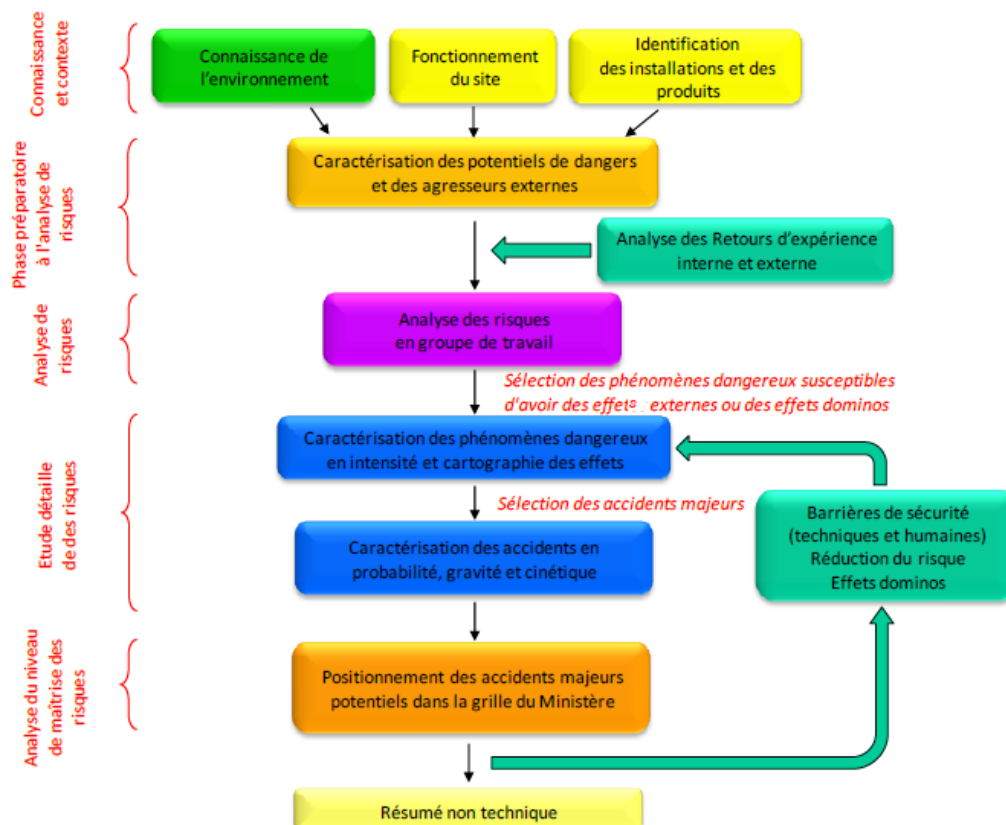
La présente étude est menée selon le guide INERIS Ω9 - Étude de dangers d'une installation classée – d'octobre 2015.

Ce document exposant les principes généraux des études de dangers a été élaboré par l'INERIS dans le cadre du programme d'études et de recherches, intitulé « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs » et financé par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

Cette méthode applicable aux établissements, préconise de considérer successivement :

- ✓ Description et caractérisation de l'environnement (et plans associés),
- ✓ Description des installations et de leur fonctionnement,
- ✓ Description de l'organisation de l'établissement et de la gestion des risques
- ✓ Identification et caractérisation des potentiels de dangers,
- ✓ Réduction des potentiels de dangers,
- ✓ Enseignements tirés du retour d'expérience (des accidents et incidents représentatifs),
- ✓ Evaluation des risques,
- ✓ Caractérisation et classement des différents phénomènes et des accidents potentiels en terme d'intensité des effets des phénomènes, de gravité des conséquences des accidents, de probabilité et de cinétique de développement en tenant compte des performances des mesures de prévention et de protection,
- ✓ Evolutions et mesures d'amélioration proposées par l'exploitant,
- ✓ Représentation cartographique,
- ✓ Résumé non technique de l'étude des dangers.

Le logigramme suivant, issu du guide, synthétise cette démarche :



4 - DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT

4.1 - DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

4.1.1 - Environnement naturel

CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE :

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.7.2 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation est localisée sur un sol argileux surmontant une couche de sables. Le site ne fait pas l'objet d'un suivi ou d'un recensement pour pollution des sols.

L'installation est située au droit de deux masses d'eaux souterraines (par ordre de profondeur) :

- Craie et Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix
- Albien néocomien captif.

EAUX DE SURFACE

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.7.3 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

Le cours d'eau le plus proche de l'installation est l'aqueduc du Saclay, à 470 m à l'ouest du site.

MILIEUX NATURELS REMARQUABLES

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.11 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation n'est pas localisée dans un espace naturel remarquable. La zone NATURA2000 la plus proche du site est le Massif de Rambouillet et zones humides proches, à 3,9 km au sud-est du site.

CLIMATOLOGIE

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.7.1 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation est située dans une zone au climat océanique dégradé. Les températures caractéristiques sont douces en hiver et modérées en été. La moyenne mensuelle des minimales est de 7,2°C et la moyenne mensuelle des maximales est de 15,2°C.

La pluviométrie est modérée avec, sur les 30 dernières années, une moyenne de 694,2 mm réparties sur 118,5 jours.

Les vents proviennent majoritairement des secteurs sud à ouest avec une vitesse modérée, comprise entre 1,5 et 4,5 m/s dans la moitié des cas.

4.1.2 - Environnement humain

LOCALISATION DU SITE

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.4.1 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation est localisée sur la commune des Loges en Josas, dans la ZI de La porte des Loges, à la frontière avec des terrains agricoles.

HABITATIONS

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.4.2 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

Les premières habitations sont situées à 270 m environ au nord du site.

ETABLISSEMENTS PUBLICS, ADMINISTRATIFS ET COMMERCIAUX

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.4.4 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'ERP recensé le plus proche est un hôtel-restaurant situé à 230 m au Nord du site. Il est actuellement fermé.

Les autres ERP recensés sont tous situés à plus de 500 m du site.

ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.4.3 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

Les premières entreprises recensées sont localisées dans la ZI de la porte des Loges, à 30 m à l'Ouest du site. Il s'agit principalement de bureaux et de services. A noter que le centre R&D d'Air Liquide borde le site sur sa partie Est. Le nouveau centre R&D d'Air liquide est quant à lui situé à 20 m au Nord-Ouest du site.

L'ICPE à Autorisation la plus proche est exploitée par SIEMENS SAS et située à 640 m au Nord-Ouest du site.

VOIES DE COMMUNICATION

Ces éléments sont décrits au chapitre 3.4.5 de la *partie 3 – Etude d'incidence* du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation est située en bordure de la Rue de la Croix Blanche.

4.1.3 - Identification des agressions d'origine externe4.1.3.1 - Agressions d'origine naturelle

D'après la base de données *georisques.gouv.fr*, le site d'étude est uniquement concernée par le risque de séisme étant située en zone de sismicité 1.

SISMICITE

Article R.563-4 du Code de l'Environnement relatif à la prévention du risque sismique :

Au niveau du territoire français le niveau de sismicité peut être classé par ordre croissant de risque :

- Zone 1 Très faible
- Zone 2 Faible
- Zone 3 Modérée
- Zone 4 Moyenne
- Zone 5 Forte

La station de distribution d'hydrogène est située dans le département des Yvelines (78), classé en zone 1 – Très Faible conformément à l'annexe de l'article R.563-1 du Code de l'Environnement.

Aucune disposition particulière vis-à-vis du risque sismique ne sera considérée lors de la construction des installations du site.

FOUDRE

La foudre est une source d'ignition potentielle d'incendie soit par apport de l'énergie d'activation d'une combustion, soit par génération d'une température d'auto-inflammation à l'endroit où elle s'abat.

L'activité orageuse d'une région est définie par le « niveau kéraunique », c'est-à-dire le nombre de jours, par an, où l'on entend gronder le tonnerre.

Dans le département des Yvelines, le niveau kéraunique moyen est de 15, pour une moyenne nationale d'environ 20.

Une représentation plus physique de cette activité est donnée par la densité de foudroiement sur la région concernée, qui est le nombre de coups de foudre au sol par km² et par an. Dans les Yvelines, cette densité de foudroiement est de 1,3 /an/km².

L'installation dans son état actuel a fait l'objet d'une analyse du risque foudre (ARF). Cette étude est donnée en annexe 9 du présent dossier de demande d'autorisation environnementale.

L'installation sera soumise à autorisation sous la rubrique 4715 de la nomenclature des ICPE, et devra se conformer à l'article 18 de 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 ce titre, l'ARF existante sera mise à jour pour intégrer les modifications de l'installation prévues.

4.1.3.2 - Phénomènes dangereux d'origine humaine

ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS VOISINS

L'installation est localisée à proximité d'une zone industrielle orientée dans le domaine des services, du transport et du commerce.

L'ICPE la plus proche identifiée à proximité de la station hydrogène ALAB est SIEMENS SAS, soumise à autorisation et située à 640 m au nord-ouest du site d'étude.

L'installation étudiée n'est pas concernée par des phénomènes dangereux externes associés aux activités industrielles voisines.

Elle n'est pas non plus incluse dans le périmètre d'un PPRT.

CANALISATIONS ET AXES DE TRANSPORT DE MATIERES DANGEREUSES (TMD)

Aucune canalisation de transport de matières dangereuses n'est identifiée à proximité de l'installation.

La Rue de la Croix Blanche, permettant notamment d'approvisionner l'installation en hydrogène, est quant à elle un axe de TMD bordant l'installation sur sa limite ouest.

Aucun autre axe TMD (fluvial, maritime, ferroviaire) n'est présent dans le voisinage de l'installation.

CHUTE D'AERONEFS

L'installation est située à environ 1,4 km au nord-est de l'aéroport de Toussus le Noble.

4.1.3.3 - Traitement spécifique de certains événements initiateurs

Conformément à l'annexe 4 de l'arrêté du 10 mai 2000 modifié, les événements externes suivants susceptibles de conduire à des accidents majeurs ne sont pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques :

- chute de météorite ;
- séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées ;
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (> 2000 m de tout point des pistes de décollage et d'atterrissage) ;
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R.214-113 de ce même code ;
- actes de malveillance.

4.2 - DESCRIPTION ADMINISTRATIVE ET TECHNIQUE DES INSTALLATIONS

Ces éléments sont décrits dans la *partie 2 – Présentation de l'établissement*.

L'installation, dans sa configuration future, disposera d'un stockage d'hydrogène de 2 tonnes sur des semi-remorques équipées de bouteilles composite à 300 bar ainsi que dans des stockages tampons moyenne et haute pression. Jusqu'à deux remorques pourront être présentes dans l'installation en simultané.

Le stockage en semi-remorque vient alimenter des compresseurs reliés à des capacités tampons permettant d'assurer la distribution en hydrogène des véhicules. Cette dernière est couplée à un groupe froid permettant de refroidir l'hydrogène afin d'assurer des temps de remplissage acceptables pour les VL.

La distribution se fait sur deux aires spécifiques :

- L'aire de distribution PL délivrant un débit maximal de 120 g/s à 350 bar
- L'aire de distribution VL délivrant un débit maximal de 60 g/s à 350 ou 700 bar.

Ces débits sont conformes aux prescriptions de l'*arrêté ministériel de prescriptions générales applicable aux installations soumises à déclaration sous la rubrique 1416*.

4.3 - ORGANISATION DE LA SECURITE

4.3.1 - Structure et responsabilité

ALAB, en tant que filiale du groupe Air Liquide, se conforme aux règles de sécurité mises en place par le groupe, notamment au travers de l'objectif zéro accident, pilier de sa politique sécurité.

Elle se traduit à l'échelle de la société par la mise en place d'une politique sécurité comprenant :

- Une lettre d'engagement de la direction pour la sécurité des personnes et des biens,
- Un plan et une organisation pour le management de la sécurité, revu de manière biannuelle par le comité de direction ALAB, et fixant notamment les objectifs en terme de sécurité,
- Une politique d'animation de la sécurité : citons les quarts d'heure sécurité à minima mensuel, moments d'échange entre tous les salariés ALAB autour d'une problématique sécurité ou les visites comportementales de sécurité, moments d'échange sur un chantier sur les bonnes et mauvaises pratiques sécurité.
- Le suivi des résultats sécurité (incidents et accidents) par des indicateurs remontés au Groupe, avec analyse par méthode arbre des causes pour identification des causes profondes et prévention des récurrences.

Cette politique est retranscrite dans le système de management de la qualité d'ALAB (ISO9001 : 2015).

L'ensemble des règles communes aux filiales Air Liquide sont disponibles sur un système de gestion documentaire industriel appelé IMS (Industrial Management System).

ALAB réalise par ailleurs des audits réguliers de conformité de ses stations Hydrogène en exploitation.

Les équipes d'ALAB, basées à proximité de Grenoble (38), disposent notamment d'un responsable de conformité réglementaire, d'un responsable HSE, d'un responsable maîtrise des risques et d'une autorité de conception permettant d'intégrer les aspects techniques et réglementaires de la sécurité dans la conception et l'exploitation des installations.

4.3.2 - Surveillance des installations

En raison de l'éloignement de l'installation et de son fonctionnement en libre-service sans surveillance (absence de personnel sur site), la station est conçue pour se mettre automatiquement en sécurité en cas de détection d'incident. La station est par ailleurs intégrée au système de supervision ALAB permettant un report des alarmes procédé et sécurité. La supervision est assurée 24h/24 et 7j/7 par une équipe d'astreinte en lien avec un sous-traitant local formé et qualifié pour intervenir sur la station.

En cas de besoin, une équipe d'exploitation peut également être envoyée sur site 24h/24 et 7j/7.

4.3.3 - Prévention des risques professionnels

Ces risques sont associés au Code du travail et ne seront pas abordés au niveau de l'étude de dangers (notamment ce qui est du niveau risques chute en hauteur, ...).

Toutefois certains risques (incendie, ATEX notamment) et méthodes d'analyses sont étroitement liés à l'étude de dangers (peuvent être une donnée d'entrée de l'étude de dangers) d'où ce chapitre.

En ce qui concerne les phénomènes dangereux dont les zones d'effets ne débordent pas des limites de propriété, et sous réserve qu'ils ne génèrent aucun effet domino interne, ils ne seront pas classés en gravité au titre de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005. En effet, les dangers et risques associés sont ou seront étudiés dans le cadre de l'évaluation des risques professionnels et du document unique.

4.3.4 - Formation du personnel

Chaque nouveau salarié, stagiaire, intérimaire recevra à son arrivée une formation générale à la sécurité suivie d'une formation pratique au poste de travail.

Cette formation sera également dispensée pour :

- les salariés qui changent de poste ou de technique de travail,
- les salariés exposés à des risques nouveaux,
- les salariés qui reprennent leur poste suite à un arrêt de travail,
- les salariés temporaires.

Cette formation aura notamment pour but d'expliquer l'origine des risques, les méthodes et les moyens pour s'en prémunir, l'intérêt des mesures et consignes de sécurité.

Elle précisera les consignes générales de sécurité (prévention, alerte, intervention).

Une formation pratique au poste de travail sera dispensée pour l'apprentissage :

- du fonctionnement des systèmes de sécurité,
- de l'utilisation des moyens d'intervention par l'équipe de première intervention ou par l'équipe de deuxième intervention, formée à l'utilisation des moyens dont elle dispose,
- des consignes particulières au poste de travail.

Les prestataires intervenant sur l'installation sont également qualifiés et formés.

4.3.5 - Procédures et consignes

Les procédures et consignes de sécurité seront affichées aux postes de travail et consultables.

Conformément aux articles R.4515-1 et suivants du Code du Travail, l'exploitant mettra en place un protocole de sécurité qui comprend toutes les indications et informations utiles à l'évaluation des risques lors des opérations de chargement et de déchargement.

Les procédures d'urgence de la station, indiquant notamment le numéro de l'astreinte, les consignes de sécurité en cas d'incident et les pictogrammes de danger, sont affichées sur

site. Par ailleurs, une borne d'appel, permet de joindre directement les équipes exploitation d'ALAB.

4.3.6 - Contrôles périodiques et maintenance

Les contrôles réglementaires des moyens de prévention et de protection incendie, des dispositifs de sécurité, des installations électriques et des moyens de levage, sont réalisés périodiquement par des sociétés extérieures agréées.

Les équipements sous pression sont installés, mis en œuvre et vérifiés en conformité avec la directive ESP et notamment l'arrêté ministériel du 20 novembre 2017.

L'ensemble des éléments relatifs à ces contrôles sont consignés dans le carnet de bord de l'installation.

Les prestataires susceptibles d'intervenir sur l'installation sont préalablement formés et qualifiés par Air Liquide.

5 - IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

5.1 - DEFINITIONS PREALABLES

Les quelques définitions données ci-après concernent des termes caractérisant les produits, uniquement gazeux sur le site exploité par ALAB, et permettant d'évaluer les risques liés à l'incendie ou à l'explosion.

- La **Température d'auto inflammation** (T_{auto}) est la température à laquelle la réaction de combustion d'un corps s'amorce d'elle-même sans qu'il soit mis au contact d'une flamme ou d'une étincelle.
- La **Limite Inférieure d'Explosivité** (LIE) d'un gaz ou d'une vapeur dans l'air est la concentration minimale en volume dans le mélange au-dessus de laquelle il peut être explosif.
- La **Limite Supérieure Explosivité** (LSE) d'un gaz ou d'une vapeur dans l'air est la concentration maximale en volume dans le mélange au-dessous de laquelle il peut être explosif.
- Le **Seuil d'Effets Irréversibles²** (SEI) permet de délimiter les zones d'apparition de dangers significatifs pour la vie humaine. Il est de 3 kW/m² pour les effets thermiques et de 50 mbar pour les effets de surpression.
- **Seuils d'Effets Létaux Significatifs** (SELS) permet de délimiter les zones d'apparition de dangers graves pour la vie humaine. Il est de 5 kW/m² pour les effets thermiques et de 140 mbar pour les effets de surpression.
- **Seuils d'Effets Létaux** (SEL) permet de délimiter les zones d'apparition de dangers très graves pour la vie humaine. Il est de 8 kW/m² pour les effets thermiques et de 200 mbar pour les effets de surpression.



5.2 - DANGERS LIES AUX PRODUITS

5.2.1 - Dangers intrinsèques liés aux produits

La principale substance dangereuse présente au sein de l'installation est l'hydrogène dont les caractéristiques sont données dans le tableau suivant. Les FDS associées à ces produits sont donnés en annexe 10.

² Les seuils d'effets présentés sont issus de l'arrêté ministériel 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 danger des installations classées soumises à autorisation.

Tableau 2 – Principales caractéristiques de l'hydrogène

Désignation		CAS	
Hydrogène		1333-74-0	
Classification et risques			
Mentions de danger selon le Règlement CE N° 1272/2008	 	H220 – Gaz extrêmement inflammable	
		H280 – Contient un gaz sous pression, peut exploser sous l'effet de la chaleur	
Etat physique à 20°C	Gaz incolore et inodore		
Masse volumique en kg/m³ à 0°C	0,089	Point éclair en °C	Non applicable
Pression de vapeur	Non applicable	Température d'auto-inflammation en °C	560
Point d'ébullition en °C	-253	LIE (%volume)	4
Densité de vapeur	0,07	LSE (%volume)	75
Solubilité	Dans l'eau, 1,6 mg/l		
Incompatibilité	Air, oxydant		
Autre information	Brûle avec une flamme invisible		

L'installation dispose en outre d'un stockage d'azote pour le fonctionnement des vannes et la purge des réseaux et elle met en œuvre du R449a pour la production de froid. Leurs caractéristiques sont données dans les tableaux suivants :

Tableau 3 – Principales caractéristiques de l'azote



Désignation		CAS	
Azote		7727-37-9	
Classification et risques			
Mentions de danger selon le Règlement CE N° 1272/2008			H280 – Contient un gaz sous pression, peut exploser sous l'effet de la chaleur
Etat physique à 20°C	Gaz incolore et inodore		
Masse volumique en kg/m³ à 0°C	1,25	Point éclair en °C	Non applicable
Pression de vapeur	Non applicable	Température d'auto-inflammation en °C	Non applicable
Point d'ébullition en °C	-196	LIE (%volume)	Non applicable
Densité de vapeur	0,97	LSE (%volume)	Non applicable
Solubilité	Dans l'eau, 20 mg/l		
Incompatibilité	Pas d'incompatibilité		

Tableau 4 – Principales caractéristiques du R449a

Désignation		CAS	
R449a		7727-37-9	
Classification et risques			
Mentions de danger selon le Règlement CE N° 1272/2008			H280 – Contient un gaz sous pression, peut exploser sous l'effet de la chaleur
Etat physique à 20°C	Gaz incolore et inodore		
Masse volumique en kg/m ³ à 20°C	1118 kg/m ³ (phase liquide)	Point éclair en °C	Non applicable
Pression de vapeur	Aucune information disponible	Température d'auto-inflammation en °C	Non applicable
Point d'ébullition en °C	-46	LIE (%volume)	Non applicable
Densité de vapeur	3	LSE (%volume)	Non applicable
Solubilité	Peu soluble dans l'eau		
Incompatibilité	Pas d'incompatibilité		

5.2.2 - Gestion des incompatibilités

Généralités

De nombreux produits chimiques réagissent dangereusement une fois mélangés entre eux ou mis en contact de matériaux. La figure présentée à la suite donne la grille d'incompatibilité générique entre produits dangereux inflammables, comburants, toxiques et nocifs/ irritants.













						
	+	×	×	×	×	+
	×	+	×	×	×	●
	×	×	+	×	×	×
	×	×	×	●	×	×
	×	×	×	×	+	+
	+	●	×	×	+	+
+ compatibles × incompatibles ● compatibles sous conditions particulières						

Figure 3 - Table des incompatibilités génériques de produits dangereux

Application à l'installation

Aucune substance incompatible n'est mise en œuvre dans l'installation.

Néanmoins, avant toute introduction de substance nouvelle dans l'installation, une vérification du respect des règles de compatibilité sera menée.

5.2.3 - Déchets

Les seuls déchets produits dans le cadre du fonctionnement de l'installation sont ceux liés à l'entretien des équipements (contenant, fluides usagés, chiffons souillés...). Ceux-ci ne sont pas stockés sur site et sont évacués en fin d'intervention par le prestataire de maintenance. Les déchets récoltés dans les poubelles à destination des utilisateurs de la station sont collectés par un prestataire de nettoyage. Leur volume n'est pas de nature à entraîner un départ de feu significatif.

5.2.4 - DANGERS LIÉS A LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS

Le tableau suivant recense les équipements ainsi que les conditions dans lesquelles sont mises en œuvre les substances dangereuses identifiées.

Tableau 5 – Synthèse des potentiels de danger liés à l'exploitation

Désignation de l'équipement	Produits susceptibles d'être présents dans l'équipement	Phase	Capacité	Pression max	Température maximale	Risque associé
Stockage/Approvisionnement de la station	Hydrogène	Gaz	2 remorques avec bouteilles de type IV pour un total de 1 704 kg. Flexible de connexion à la station de débit 200 g/s	300 bar	Ambiant	Eclatement de capacité sous pression Explosion d'un nuage non confiné suite à rupture de flexible Fuite enflammée suite à rupture de flexible
Compression et stockage tampon	Hydrogène	Gaz	Buffer de bouteilles de 50 l unitaires pour un volume total en eau de 800 l Stockage tampon moyenne pression en amont de la compression de 2800 l	975 ³ bar pour la ligne VL 500 bar pour la ligne bus	Ambiant	Eclatement de capacité sous pression
Distribution	Hydrogène	Gaz	60 g/s pour la ligne VL 120 g/s pour la ligne PL	700 bar pour la ligne VL 350 bar pour la ligne bus	Ambiant	Explosion suite à rupture du flexible de distribution Fuite enflammée suite à rupture du flexible de distribution

5.2.5 - CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGER

La figure suivant permet de localiser l'emplacement des différents potentiels de danger identifiés précédemment.

³ De manière conservatrice, la pression retenue correspond aux pressions de tarage des soupapes. Les pressions normales en exploitation sont de 700 bar pour la ligne VL et 350 bar pour la ligne PL.



Figure 4 – Localisation des potentiels de danger

5.2.6 - REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS⁴

La réduction des potentiels de dangers peut s'appuyer sur quatre principes :

- Le premier principe est le **principe de substitution** qui s'appuie sur le remplacement d'un produit présentant des risques par un autre produit pouvant présenter des risques moindres.

La substitution de l'hydrogène par une autre substance n'est pas possible s'agissant de la nature de l'installation de distribution d'hydrogène pour véhicules.

- Le deuxième principe est le **principe d'intensification** qui consiste à intensifier l'exploitation afin de réduire les stockages.

Les quantités de produits stockées sur site sont limitées au minimum nécessaire dans le cadre du fonctionnement de l'installation.

L'augmentation de la capacité de stockage associée à la nouvelle technologie de stockage mise en œuvre a pour objectif principal d'assurer une meilleure autonomie de la station de distribution et par conséquent de limiter les rotations de transport et les manipulations de stationnement et de raccordement.

- Le troisième principe est le **principe d'atténuation** qui consiste à définir des conditions opératoires ou de stockage moins dangereuses.

La manipulation et le raccordement des capacités font l'objet d'une procédure spécifique et sont réalisées par du personnel formé.

De même, l'ensemble des personnes intervenant sur l'installation, interne ou externe à ALAB, a fait l'objet d'une formation spécifique à ce type d'installation.

- Le quatrième principe porte sur la **limitation des effets** à partir de la conception des équipements.

Les bouteilles de stockage en composite qui viennent remplacer les bouteilles acier disposent de fusibles thermiques entraînant une mise à l'atmosphère de la capacité afin d'assurer la dépressurisation de l'hydrogène et de prévenir l'éclatement potentiel de l'équipement.

5.2.7 - RETOUR D'EXPERIENCE - ACCIDENTOLOGIE

5.2.7.1 - Accidents survenus sur le site ou au sein du groupe

En France, Air Liquide exploite via sa filiale ALAB 4 stations de distribution d'hydrogène, dont la station des Loges en Josas. Air Liquide opère également 58 stations hydrogène dans le monde et a contribué à la conception et à l'installation d'environ 120 stations dans le monde.

Par ailleurs, ALAB a conçu, opère et assure l'entretien d'installations de remplissage d'hydrogène pour chariots élévateurs à pile à combustible dans trois entrepôts logistiques soumis à autorisation et un à déclaration notamment au titre de la rubrique 1510. Ces installations réalisent environ 328 500 pleins d'hydrogène par an depuis fin 2016.

⁴ Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) Ω-9 - L'étude de dangers d'une Installation Classée (INERIS – juillet 2015).

A ce jour, aucun incident ayant eu des conséquences à l'extérieur des installations ni d'impact sur les personnes ou les salariés n'a été recensé parmi les installations exploitées par ALAB.

En particulier, aucun sinistre n'est recensé pour la station des Loges en Josas exploitée depuis 2017 sous le régime de déclaration.

5.2.7.2 - Accidents sur des installations similaires

En juin 2020, le BARPI a publié un Flash ARIA intitulé « *Hydrogène et mobilité : Risques à ne pas minimiser !* ». Ce document examine 3 accidents survenus à l'étranger :

- Le 1^{er} juin 2019 à Santa Clara (Etats-Unis) concerne une explosion suivie d'un incendie des camions de stockage sur un site de production et de stockage d'hydrogène. L'incendie a pu être maîtrisé sans que d'autres explosions surviennent. L'accident a eu des conséquences matérielles ainsi que sur l'approvisionnement des stations et industries du pays en hydrogène.
- Le 23 mai 2019 à Gangwon (Corée du Sud), une explosion est survenue sur un stockage fixe d'hydrogène intégré dans une installation de recherche sur la production d'électricité par des panneaux solaires et un procédé d'électrolyse de l'eau. Cet accident a causé la mort de deux personnes et en a blessé six autres. Les causes de cet accident ne sont pas connues.
- Le 16 juin 2019 Kjørbo (Norvège), une explosion suivie d'un incendie surviennent sur une station-service de distribution d'hydrogène alimentée par un électrolyseur. Trois blessés ont été recensés à la suite de l'ouverture de leur airbag causée par l'onde choc. L'accident a également entraîné la mise à l'arrêt des stations du constructeur en Europe, aux Etats-Unis ainsi qu'en Corée du Sud et la suspension de la livraison de véhicules neufs.
L'explosion a été causée par une fuite résultant d'un couple de serrage insuffisant sur une bague entre la bride du raccord et l'une des bouteilles de l'installation.
Le mode d'étanchéité utilisé par Air Liquide sur ses stockages est différent de celui utilisé sur la station concernée par cet événement.

Ce document présente par ailleurs une synthèse relative à l'accidentologie de l'hydrogène. Elle montre notamment que :

- 73% des phénomènes engendrés sont des incendies et/ou des explosions ;
- 27% concernent des fuites d'hydrogène non enflammées ou des contraintes induites par l'hydrogène sur les matériaux, sans conséquence humaine ;
- 15% des explosions et/ou incendies ont entraîné la mort d'au moins une personne ;
- 43% des explosions et/ou incendies ont entraîné des blessés.

Les spécificités de l'hydrogène sont sa promptitude à fuir, sa capacité à dégrader les matériaux ou les alliages (ce qui n'est pas le cas des dispositifs de stockage en polymère et composites), et son caractère très inflammable et facilement explosif.

Enfin, le document indique que la conception et l'exploitation des stations de distribution d'hydrogène sont encadrées par l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018, ce qui est le cas de la station des Loges en Josas.

Par ailleurs, d'autres bases de données recensent les accidents survenus en lien avec l'hydrogène, en particulier les suivantes :

- HIAD (Hydrogen Incident and Accident Database) publiée par l'association internationale pour la sécurité de l'hydrogène

- H2LL (Hydrogen Lessons Learned) publiée par le Département Américain de l'Energie.

Ces bases de données ont fait l'objet d'une synthèse de l'accidentologie concernant les étapes de stockage d'hydrogène sous pression, de compression, et de transfert d'hydrogène comprimé dans les tuyauteries dans le rapport INERIS DRA-15-149420-06399C Etude comparative des guides et normes concernant les électrolyseurs et le stockage d'hydrogène.

Stockage en réservoir sous pression

Dans l'accidentologie, 8 accidents ont été identifiés au niveau d'un stockage d'hydrogène sous pression. Parmi ceux-ci, 6 sont liés à une fuite d'hydrogène à l'air libre, 1 à un mélange d'hydrogène et d'oxygène dans le système et 1 à une surpression du système. La présence d'oxygène à l'intérieur du système est associée à un électrolyseur. La station de distribution des Loges en Josas ne disposant pas d'électrolyseur, cet élément est exclu de l'analyse.

Les fuites d'hydrogène présentent des causes variées et non spécifiques à l'activité de stockage, en particulier corrosion des métaux, rupture mécanique des parois par fatigue, défaillance humaine ou la foudre.

Compression d'hydrogène

Concernant la compression d'hydrogène, 6 accidents ont été recensés. Deux de ces accidents sont liés à la présence d'air dans le compresseur, trois d'entre eux sont liés à la fuite d'hydrogène vers l'air ambiant et le dernier n'a pas de cause identifiée.

La présence d'air dans le compresseur est liée à une défaillance causée à l'origine par des travaux sur le réseau électrique dans un cas et n'a pas de cause identifiée dans l'autre.

La fuite d'hydrogène à l'air libre sur les compresseurs a pour origine une défaillance matérielle (bride ou clapet anti-retour) dans deux cas et aucune cause identifiée pour le troisième cas.

Transfert d'hydrogène comprimé

L'activité de transfert d'hydrogène comprimé en tuyauterie a été à l'origine de 12 accidents ayant tous pour conséquence un rejet d'hydrogène à l'atmosphère.

Un seul de ces accidents est lié à la corrosion, sur une tuyauterie enterrée.

Les autres accidents ont des origines variées dont notamment une défaillance matérielle de la tuyauterie ou d'un de ses éléments d'assemblage, une erreur humaine lors de la maintenance ou une erreur de conception de l'installation.

Aires et bornes de distribution

Bien que cette activité ne soit pas étudiée dans la synthèse de l'accidentologie issue du rapport INERIS DRA-15-149420-06399C, un accident a été recensé par le questionnaire diffusé dans le cadre de la réalisation du Benchmark Station Hydrogène DRA-71 de l'Ineris. Il concerne une collision entre un véhicule et une borne de distribution dans une station située à proximité de Francfort.

Les causes identifiées de cet accident sont une défaillance humaine ainsi qu'un défaut de conception au niveau de la disposition de l'aire de distribution.

Cet événement n'a eu aucune conséquence humaine.

5.2.7.3 - Conclusion en termes d'événements redoutés identifiés

L'étude de l'accidentologie montre que les événements redoutés identifiés sont les suivants :

- Perte de confinement au niveau du stockage
- Perte de confinement au niveau des tuyauteries de transport
- Perte de confinement au niveau du compresseur
- Perte de confinement au niveau des bornes de distribution.

Ces événements peuvent être à l'origine de deux phénomènes dangereux :

- Fuite enflammée en cas d'inflammation instantanée
- Explosion en cas d'inflammation retardée.

5.3 - SELECTION DES PHENOMENES DANGEREUX ASSOCIES AUX INSTALLATIONS

5.3.1 - Phénomènes dangereux retenus dans la présente étude

Sur la base du recensement des substances dangereuses et de leurs conditions de mise en œuvre ainsi que de l'étude de l'accidentologie, les phénomènes dangereux identifiés sont les suivants :

Tableau 6 – Synthèse des phénomènes dangereux retenus

PhD	Intitulé	Types d'effets	Méthode de modélisation
1	Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique	Thermiques	ALDEA
2	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.	Thermiques	ALDEA
3	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Thermiques	ALDEA
4	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Thermiques	ALDEA
5	UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque	Surpression	ALDEA
6	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Surpression	ALDEA
7	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Surpression	ALDEA

5.3.2 - Exclusion de certains phénomènes dangereux

Phénomène d'éclatement de capacité

Comme indiqué dans l'étude de l'accidentologie des phénomènes d'éclatement de capacité issue du rapport d'étude *INERIS Q15 – Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets*, les causes identifiées d'un éclatement sont les suivantes :

- Eclatement consécutif à un incendie autour d'une capacité
- Eclatement consécutif à une mise sous pression accidentelle (de type sur-remplissage)
- Eclatement consécutif à un affaiblissement mécanique (corrosion, choc mécanique)
- Eclatement induit par une explosion interne.

Deux types de capacités sous pression sont présents sur le site :

- Les bouteilles métalliques des buffers et stocks tampons (50 litres de volume en eau par bouteille sous des pressions de 975 bars pour le buffer Haute Pression et 500 bars pour les stockages tampons et buffers Moyenne Pressions). Ces bouteilles sont équipées de soupapes de sécurité collectées par l'évent conçu

pour émettre un flux thermique de 1,6 kW/m² au niveau du sol dans la zone de recharge des véhicules.

- Les bouteilles en composite des semi-remorques de stockage haute capacité utilisées pour l'approvisionnement de la station. Ces dernières ne sont utilisées que pour l'approvisionnement de la station. Ce sont des bouteilles de type IV (liner polymère en polyéthylène bobinés par une enveloppe en composites de fibres de carbone et de résine thermodurcissable).

Pour ces deux types de bouteilles, le phénomène d'éclatement de capacité est exclu sur la base des éléments suivants :

Pour les bouteilles métalliques :

- Les buffers et stockages tampons sont situés dans des zones spécifiques, prévues à cet effet, dont l'accès est restreint par un portail maintenu fermé à clef et une clôture, à l'écart de toute circulation.
- Exclusion de toutes matières combustibles à proximité des buffers et stockages tampons.
- Présence de soupape de sécurité limitant la pression interne en cas d'échauffement dû à un feu externe ou en cas de sur-pressurisation par le compresseur.
- Pas de possibilité de création d'une atmosphère explosive à l'intérieur des bouteilles (bouteilles toujours en surpression par rapport à la pression atmosphérique empêchant l'apport d'air, dimensionnement pour de la haute pression).
- Bouteilles de forte épaisseur résistante à la corrosion (inspection, peinture) et aux impacts. Les bouteilles sont positionnées dans des racks afin de prévenir toute chute.
- Bouteilles conformes à la DESP (avec déclaration UE des fournisseurs).
- Matériel éprouvé (tests de cyclage et d'épreuve, selon la qualification Air Liquide).

Enfin, selon RIV 2009, la fréquence d'occurrence d'un éclatement (process vessel) est de 5.10^{-6} par an donc de classe de probabilité E.

Pour les bouteilles Haute Pression Composite :

- Les bouteilles sont situées dans une zone spécifique, prévue à cet effet, dont l'accès est restreint par un portail maintenu fermé à clef et une clôture, à l'écart de toute circulation.
- Exclusion de toutes matières combustibles à proximité des remorques à l'exception des pneumatiques.
- Bouteilles ne pouvant être sur-remplies par le compresseur par conception de l'installation (clapets anti-retour).
- Présence au minimum d'un fusible thermique par compartiment de bouteilles (pour un total maximum de 30 par semi-remorques, variable selon sa configuration) s'activant à une température de 110°C entraînant une vidange de la capacité d'hydrogène selon le principe « *Blow before burst* » évitant ainsi un éclatement potentiel. Les bouteilles sont notamment conformes à la directive ESP (avec déclaration UE des fournisseurs). Les fusibles thermiques seront conformes aux spécifications de la norme ANSI HPRD1.
- Pas de possibilité de création d'une atmosphère explosive à l'intérieur des bouteilles (bouteilles toujours en surpression par rapport à la pression atmosphérique empêchant l'apport d'air, dimensionnement pour de la haute pression)

- Bouteilles de forte épaisseur résistante aux impacts et aux chocs
- Bouteilles en matière polymérique non sensibles à la corrosion interne et externe

Par ailleurs, la même technologie de fusibles thermiques est utilisée sur les réservoirs des véhicules légers à hydrogène. A ce jour, aucun cas de défaillance de ces dispositifs n'a été identifié, que ce soit un déclenchement intempestif de la vidange de la capacité ou l'absence d'ouverture lors d'agressions thermiques.

Enfin, selon RIV 2009, la fréquence d'occurrence d'un éclatement (process vessel) est de 5.10^{-6} par an donc de classe de probabilité E. Cette probabilité concerne uniquement les bouteilles métalliques, les bouteilles composites étant équipées de fusibles thermiques destinés à prévenir l'apparition de ce phénomène.

La conception de ces équipements et les conditions de mise en œuvre rendent impossible le phénomène d'éclatement de capacité qui sera remplacé par une vidange de l'équipement en cas d'activation thermique due à un feu externe seul événement susceptible d'engendrer un tel phénomène dangereux. Dans ces conditions thermiques, la vidange des capacités entraînera de manière systématique une inflammation du jet.

Ainsi, comme indiqué dans la circulaire du 10 mai 2010⁵, seul ce mode de ruine est considéré pour la suite de l'étude. L'unique phénomène dangereux associé aux stockages en remorque est donc le jet enflammé.

⁵ -Si des points de faiblesse ou de conception d'un équipement rendent totalement prédictible son mode de ruine, il pourra être considéré après démonstration qu'aucun autre mode de ruine n'est physiquement possible

6 - ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA LIBERATION DES POTENTIELS DE DANGERS

Le chapitre suivant porte sur la détermination des effets engendrés par les phénomènes dangereux bruts identifiés, c'est-à-dire en prenant uniquement en compte les barrières passives.

Les modélisations sont réalisées à l'aide du logiciel ALDEA (Air Liquide Dispersion and Explosion Assessment), développé par Air Liquide. Ce logiciel est issu de travaux des équipes de recherche et de développement d'Air Liquide.

Les approches théoriques utilisées dans ces modèles ont été publiées dans des journaux scientifiques internationaux à comité de lecture.

Les résultats des outils ALDEA ont été comparés avec succès avec les outils interne de l'INERIS ainsi qu'avec les outils de Sandia National Laboratories aux Etats Unis ou de l'Université d'Ulster en Irlande du Nord.

Les distances données par la suite correspondent aux distances d'effets à une hauteur de 1,7 m.

6.1 - ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES PHENOMENES DE JETS ENFLAMMES

Concernant les effets thermiques, les valeurs de référence considérées sont les suivantes (*Arrêté du 29/09/2005 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 ICPE soumises à autorisation*) :

Pour les effets sur les structures :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets domino⁶ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures ;
- 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;
- 20 kW/m², seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton ;
- 200 kW/m², seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Pour les effets sur l'homme :

- 3 kW/m² ou 600 [(kW/m²) 4/3].s, seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 5 kW/m² ou 1 000 [(kW/m²) 4/3].s, seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;
- 8 kW/m² ou 1 800 [(kW/m²) 4/3].s, seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.

PhD1 – Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique

⁶ *Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.*

6.1.1 - PhD1 – Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique

Hypothèses :

De façon conservatrice, un incendie pleinement développé et homogène est considéré autour de la semi-remorque entraînant l'ouverture simultanée de tous les fusibles thermiques. Chaque section de bouteilles disposant d'au moins un fusible thermique (selon le modèle), pour un maximum de 30 fusibles, répartis sur la longueur de la semi-remorque. Leur diamètre minimal de passage de gaz est de 4 mm.

En raison de l'incendie présent (ayant conduit à l'ouverture des fusibles thermiques) et à l'élévation de température induit, l'hydrogène s'enflamme immédiatement créant des flammes verticales au-dessus de la remorque.

L'ensemble de jets enflammés verticaux crée un mur de flamme homogène au-dessus du carénage.

Les résultats sont donnés pour une cible présente au sol (1,7m de haut) exposée au flux thermique du mur de flamme.

Résultats :

Tableau 7 - Distances d'effet du PhD1

Distance aux seuils des effets thermiques		
3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
[m]	[m]	[m]
8	Non atteint	Non atteint

Interprétation et effets dominos :

L'élévation et l'orientation de la flamme entraînent des distances restreintes à hauteur d'homme. Ainsi, seul le flux de 3 kW/m² est atteint. Ce dernier reste confiné dans les limites de l'installation. Le seuil d'étude des effets dominos n'est quant à lui pas atteint.

6.1.2 - PhD2 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque

Hypothèses :

Par conception de la section de détente de la remorque, la fuite a un débit maximal de 200 g/s (à la pression de stockage de 300 bars).

Résultats :

La longueur du feu-torche est de 8,5 m.

Tableau 8 - Distances d'effet du PhD2

Distance aux seuils des effets thermiques		
3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
[m]	[m]	[m]
13	11	10

Interprétation et effets dominos :

Le phénomène de jet enflammé associé à une rupture guillotine du flexible de connexion de la remorque présente des distances d'effets contenues dans les limites de l'installation (potelet de raccordement le plus proche à 15 m des limites de site). Il n'est donc pas susceptible d'engendrer des conséquences à l'extérieur de l'installation.

Le flux thermique de 8 kW/m² atteint quant à lui les équipements et installations suivantes :

- Les remorques de stockage en bouteilles composites. Le flexible générant le PhD est localisé à l'arrière des remorques de stockage et ces dernières sont équipées

de plaques métalliques destinées à protéger les bouteilles de stockage des flammes et du rayonnement thermique.

- Les deux buffers MP extérieurs. Ces buffers sont équipés de plaques métalliques destinées à les protéger des flammes et du rayonnement thermique. Les buffers disposent également d'une soupape connectée à l'évent déporté conçu pour entraîner des effets thermiques inférieurs à 1,6 kW/m² au niveau du sol.

6.1.3 - PhD3 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de distribution PL

Hypothèses :

Par conception et en conformité avec l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416, le débit maximum en cas de fuite sur le flexible de distribution est de 120 g/s.

Résultats :

La longueur du feu-torche est de 6,5 m.

Tableau 9 - Distances d'effet du PhD3

Distance aux seuils des effets thermiques		
3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
[m]	[m]	[m]
9,5	8,5	7,5

Interprétation et effets dominos :

Le phénomène de jet enflammé associé à la rupture guillotine du flexible de distribution bus n'est pas susceptible de générer des effets thermiques à l'extérieur des limites de l'installation.

Le seul effet domino susceptible d'être généré par ce phénomène dangereux est l'incendie d'un bus présent sur l'aire de distribution sans incidence sur le voisinage de l'installation.

6.1.4 - PhD4 – Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de distribution VL

Hypothèses :

Par conception et en conformité avec l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416, le débit maximum en cas de fuite sur le flexible de distribution est de 60 g/s.

Résultats :

La longueur du feu-torche est de 4,5 m.

Tableau 10 - Distances d'effet du PhD4

Distance aux seuils des effets thermiques		
3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
[m]	[m]	[m]
7	6	5

Interprétation et effets dominos :

Le phénomène de jet enflammé associé à la rupture guillotine du flexible de distribution VL n'est pas susceptible de générer des effets thermiques à l'extérieur des limites de l'installation.

Le seul effet domino susceptible d'être généré par ce phénomène dangereux est l'incendie véhicule léger ou d'un bus présent sur l'aire de distribution sans incidence sur le voisinage de l'installation.

6.2 - ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES UVCE

Concernant les effets de surpression, les valeurs de référence considérées sont les suivantes (*Arrêté du 29/09/2005 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 ICPE soumises à autorisation*) :

Pour les effets sur les structures :

- 200 mbar, seuil des effets domino⁷ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures 16 kW/m², seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton ;

Pour les effets sur l'homme :

- 50 mbar, seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 140 mbar, seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement ;
- 200 mbar, seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement.

6.2.1 - PhD5 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible de connexion de la semi-remorque

Hypothèses :

Par conception de la section de détente de la semi-remorque, la fuite a un débit maximal de 200 g/s (à la pression de stockage de 300 bar).

Un indice multi-énergie de 5 est considéré sur le volume inflammable compris entre 10 et 75% d' H₂ dans l'air (33,5g H₂). Le point d'inflammation est considéré à 60% d' H₂.

Résultats :

Tableau 11 - Distances d'effet du PhD5

Distance aux seuils des effets de pression			
20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
[m]	[m]	[m]	[m]
22	11	6	5

Interprétation et effets dominos :

Les surpressions générées par le phénomène d'UVCE conséquence d'une rupture guillotine du flexible de connexion de la remorque restent confinées à l'intérieur des limites de l'installation.

⁷ Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

Le seuil d'étude des effets dominos, 200 mbar, associé au PhD5 atteint les installations suivantes, sans incidence, s'agissant d'équipements sous pression conçus pour résister à des pressions nettement supérieures, exploitées et contrôlées en conformité avec la réglementation en vigueur :

- Semi-remorque de stockage en bouteilles composites
- Buffer MP

6.2.2 - PhD6 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible de distribution PL

Hypothèses :

Par conception et en conformité avec l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416, le débit maximum en cas de fuite sur le flexible de distribution est de 120 g/s.

Un indice multi-énergie de 5 est considéré sur le volume inflammable compris entre 10 et 75% d' H₂ dans l'air (15,3g H₂). Le point d'inflammation est considéré à 60% d' H₂.

Résultats :

Tableau 12 - Distances d'effet du PhD6

Distance aux seuils des effets de pression			
20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
[m]	[m]	[m]	[m]
15	7,5	3,5	2,5

Interprétation et effets dominos :

Les surpressions générées par le phénomène d'UVCE conséquence d'une rupture guillotine du flexible de distribution bus restent confinées à l'intérieur des limites de l'installation.

Aucune installation susceptible de générer des effets en dehors de l'installation n'est atteinte par le seuil de 200 mbar associé au PhD6.

6.2.3 - PhD7 - UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL

Hypothèses :

Par conception et en conformité avec l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416, le débit maximum en cas de fuite sur le flexible de distribution est de 60 g/s.

Un indice multi-énergie de 5 est considéré sur le volume inflammable compris entre 10 et 75% d'H₂ dans l'air (5,44g H₂). Le point d'inflammation est considéré à 60% d'H₂.

Résultats :

Tableau 13 - Distances d'effet du PhD7

Distance aux seuils des effets de pression			
20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
[m]	[m]	[m]	[m]
12	6	3	2

Interprétation et effets dominos :

Les surpressions générées par le phénomène d'UVCE conséquence d'une rupture guillotine du flexible de distribution VL restent confinées à l'intérieur des limites de l'installation.

Aucune installation susceptible de générer des effets en dehors de l'installation n'est atteinte par le seuil de 200 mbar associé au PhD6.

6.3 - CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFET DES PHENOMENES DANGEREUX

La cartographie des zones d'effets est donnée en annexe 11.

6.4 - DETERMINATION DE LA GRAVITE DES SCENARIOS D'ACCIDENTS

6.4.1 - Méthode

Une fois les distances d'effets des phénomènes dangereux calculées, les conséquences potentielles des effets sur les personnes sont évaluées à partir de l'inventaire réalisé dans ces zones en terme de nombre de personnes résidents à demeure ou de passage (cas des ERP par exemple), nombre et type d'urbanisation (par référence au plan d'urbanisme de la commune : par exemple, terrains agricoles, zones construites ou constructibles, parc de loisirs, ...), et présence de zones sensibles pour l'environnement (eau, sol, biotope, etc.).

Pour les installations et au vu des potentiels de dangers présents, la grille de gravité proposée dans le tableau suivant est celle définie dans de 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. Elle définit 5 niveaux de gravité en fonction des dommages prévisibles sur les personnes.

Tableau 14 - Définition des niveaux de gravité des conséquences sur les personnes

Niveau	Appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations (N = nombre de personnes exposées)		
	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs Surpression : 200 mbar Effets thermiques : 8 kW/m ² Toxicité : CL 5%	Zone délimitée par le seuil des effets létaux Surpression : 140 mbar Effets thermiques : 5 kW/m ² Toxicité : CL 1%	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine Surpression : 50 mbar Effets thermiques : 3 kW/m ² Toxicité : SEI
1 : Désastreux	N > 10	N > 100	N > 1000
2 : Catastrophique	1 < N < 10	10 < N < 100	100 < N < 1000
3 : Important	N ≤ 1	1 < N < 10	10 < N < 100
4 : Sérieux	N = 0	N ≤ 1	N < 10
5 : Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		N < 1

Le nombre de personnes exposées tient compte des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes si la cinétique de l'accident et de la propagation de ses effets le permet.

Toutefois, le niveau de gravité peut être déclassé d'au moins un niveau dans les deux cas suivants :

- pour les scénarios à cinétique post-accidentelle longue (scénarios incendie par exemple), si possibilité d'évacuer et/ou confiner les personnes : nécessité au moins de la mise en place sur site d'une procédure d'intervention connue et testée régulièrement ;

- pour les scénarios à cinétique rapide, si le degré d'exposition des personnes aux conséquences potentielles de l'accident est occasionnel voire exceptionnel (on entend par occasionnel, la présence de courte durée de personnes dans les zones de dangers). Sont donc exclus les zones construites ou constructibles, les zones artisanales et commerciales, les parcs de loisirs, etc....

6.4.2 - Application au site

La caractérisation de la libération des potentiels de dangers réalisée précédemment montre que les conséquences de l'ensemble des phénomènes dangereux étudiés restent confinées dans les limites de l'installation.

Ainsi, comme indiqué dans le tableau précédent, **les PhD1 à 7 ont une gravité modérée.**

6.5 - SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

Tableau 15 - Synthèse des niveaux de gravité des différents scénarios envisagés

Phénomène dangereux (PhD)		Type d'effets	Effets sur les personnes (distances maximales par rapport aux installations)			Effets sur les biens Effets dominos		Seuils d'effets réglementaires ⁸ atteints hors des limites de propriété	Classe de Gravité
			Irréversibles (SEI)	Létaux (SEL)	Létaux Significatifs (SELS)	Internes	Externes		
1	Jet enflammé suite à l'ouverture du fusible thermique de la semi- remorque	Thermiques	8 m	Non Atteint	Non Atteint	Aucun	Aucun	Non	Modérée
2	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement remorque	Thermiques	13 m	11 m	10 m	Aucun	Aucun	Non	Modérée
3	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Thermiques	9,5 m	8,5 m	7,5 m	Atteinte d'un véhicule présent sur l'aire de chargement, sans effet à l'extérieur des limites du site.	Aucun	Non	Modérée
4	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Thermiques	6 m	5,5 m	5 m	Atteinte d'un véhicule présent sur l'aire de chargement, sans effet à l'extérieur des limites du site.	Aucun	Non	Modérée
5	UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement semi- remorque	Surpressions	11 m	6 m	5 m	Aucun	Aucun	Non	Modérée
6	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Surpressions	7,5 m	3,5 m	2,5 m	Aucun	Aucun	Non	Modérée
7	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Surpressions	6 m	3 m	2 m	Aucun	Aucun	Non	Modérée

⁸ Seuils d'effets réglementaires définis dans l'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, donnée en annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R3]

7 - DESCRIPTION DES MOYENS DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION

Le descriptif de l'organisation générale de la sécurité au sein d'ALAB et sur le site est donné au chapitre 4.3 du présent document.

Ce chapitre recense les moyens de prévention, de protection et d'intervention en cas de sinistre spécifiques à l'installation.

7.1 - MESURES DE PREVENTION ET DE PROTECTION

7.1.1 - Prévention et protection des risques d'explosion à l'échelle du site

L'installation a fait l'objet d'une détermination des zones à risque d'explosion et ALAB dispose d'un DRPCE conformément aux dispositions du Code du Travail.

Le plan de zonage ATEX de l'installation est donné en annexe 12.

Le matériel électrique présent dans l'installation est adapté au type de zone ATEX où il se trouve. Les installations sont également mises à la terre et disposent de liaisons équipotentielles.

Ces points sont périodiquement vérifiés lors du contrôle des installations électriques par un prestataire agréé

L'apport de toute source d'énergie pouvant être à l'origine de l'ignition d'une ATEX est formellement interdit et fait l'objet d'un affichage sur site. Cela concerne particulièrement les feux nus, la cigarette, ainsi que le matériel électronique dont les téléphones portables.

Les travaux générant des points chauds font systématiquement l'objet d'un permis feu.

Les conteneurs accueillant les compresseurs ainsi que les bornes de distribution PL et VL sont équipés d'une détection d'hydrogène.

7.1.2 - Prévention et protection des risques d'incendie à l'échelle du site

La gestion des sources d'ignition dans le cadre de la prévention des explosions sur le site participe également à la prévention des incendies.

Par ailleurs, le stockage de matières combustibles est réduit au strict minimum afin de limiter l'ampleur d'un incendie.

Le compresseur bus dispose d'une détection H₂. Le compresseur VL avec les buffers MP et HP, dispose d'une détection H₂ ainsi que d'une détection incendie UV/IR. Les armoires électriques sont localisées en dehors des zones ATEX.

Enfin, dans le cadre de la réduction des distances d'implantation des appareils de distribution en conformité des prescriptions de l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018, l'aire de distribution bus est isolée de la limite de l'installation et de la route départementale par un mur REI120.

7.1.3 - Prévention et protection des risques de pollution à l'échelle du site

Les seuls produits liquides susceptibles de générer une pollution des eaux ou des sols sont les produits de maintenance par ailleurs utilisés en petites quantités par les prestataires intervenants.

Ces substances seront stockées sur une rétention et manipulées sur des aires étanches.

7.2 - MOYENS D'INTERVENTION

En conformité avec les prescriptions de l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416, l'installation dispose des moyens d'intervention suivants :

- Un extincteur poudre ABC de 9 kg sur chaque aire de distribution
- Un extincteur poudre ABC de 9 kg sur la zone technique
- Un extincteur CO₂ de 5 kg sur la zone technique
- Un extincteur de 50 kg sur roue sur la zone technique
- Un extincteur de 6 litres d'eau additivée dans le local technique personnel
- Un RIA situé au niveau du portail de la zone technique.

L'installation est équipée de 3 arrêts d'urgence mettant les installations en sécurité conformément à l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018. Ils sont situés :

- Au niveau de la borne d'appel
- Au niveau du portail de la zone technique
- A l'intérieur de la zone technique

Une borne d'appel permettant de donner l'alerte est située à proximité des aires de distribution. Cet équipement sert également d'arrêt d'urgence pour les services de secours et est identifié comme tel dans leurs procédures d'urgence.

L'aire dispose également d'une alarme visuelle et sonore.

L'ensemble du matériel fait l'objet de vérifications périodiques par un prestataire agréé.

L'installation dispose d'un poteau incendie situé le long de la Rue de la Croix Blanche, en face de l'accès à l'installation. Un second poteau incendie est situé à environ 200 m au nord est de l'installation, le long de la Rue de la Croix Blanche.

Ces poteaux fournissent un débit minimum de 60 m³/h pendant 2 h.

Le plan des éléments de sécurité et du zonage ATEX en annexe 12 fait apparaître la localisation des différents moyens.

8 - ANALYSE DES RISQUES

La démarche générale de conduite de l'analyse de risque dans la présente étude des dangers est illustrée dans le logigramme ci-dessous, issu du logigramme de la réalisation d'une Etude de Dangers de l'INERIS.

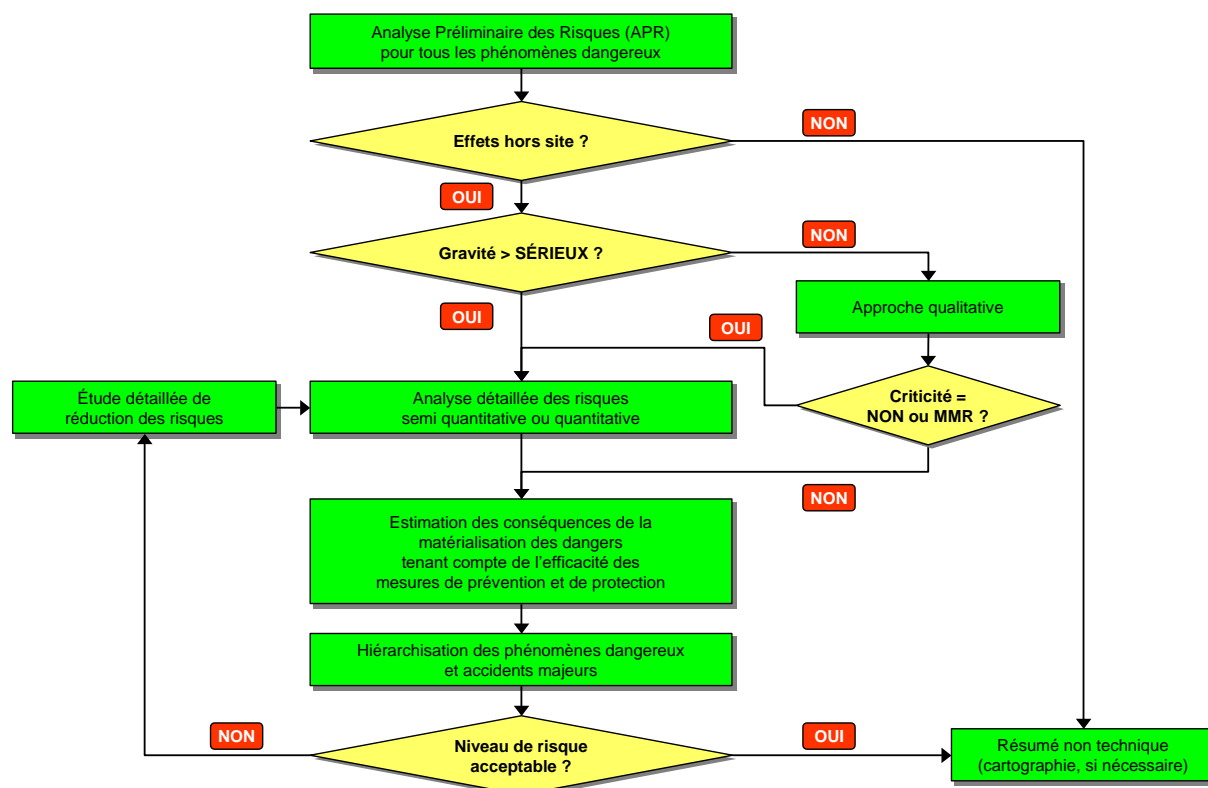


Figure 5 – Démarche de conduite d'une analyse de risques

Ainsi, pour les phénomènes dangereux qui respectent les conditions suivantes :

- Effets contenus à l'intérieur des limites de l'établissement du site,
- Absence d'effets dominos internes,
- Absence d'effets sur les dispositifs de sécurité,

seul un tableau présentant les événements, les causes, les conséquences et les moyens mis en œuvre pour les supprimer (prévention/protection) pourra être suffisant (principe de proportionnalité).

Ces phénomènes dangereux ne sont pas considérés comme accidents majeurs et leur probabilité d'occurrence et leur cinétique ne seront pas étudiées dans la suite de l'étude.

La définition d'accident majeur utilisée pour les installations classées, donnée dans le glossaire de l'arrêté du 10 mai 2000 modifié, se limite aux intérêts visés au L.511-1 du Code de l'Environnement, à l'exclusion des dommages internes à l'établissement, qui peuvent également être importants (et relèvent du code du travail pour ce qui est des conséquences sur les personnes à l'intérieur de l'établissement).

L'ensemble des phénomènes dangereux retenus et étudiés pour l'installation exploitée par ALAB répondent à ces conditions dans la mesure où ils ne génèrent pas d'effet en dehors de limites de l'installation, qu'ils ne sont pas à l'origine d'effets dominos ayant des

effets à l'extérieur de l'installation et qu'ils ne génèrent pas d'effet sur des dispositifs de sécurité pouvant entraîner une aggravation du phénomène. **Ils ne sont donc pas des accidents majeurs.**

Toutefois, le tableau résultant de l'analyse préliminaire des risques menée sur l'installation est donnée au chapitre suivant.

8.1 - ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

Tableau 16 – Analyse Préliminaire des Risques

N°	PHENOMENE DANGEREUX	CAUSES	CONSEQUENCES	BARRIERES DE SECURITE EXISTANTES	MOYENS D'INTERVENTION
PhD1	Jet enflammé suite à ouverture du fusible thermique de la semi-remorque dû à un feu externe	Agression thermique liées au PhD2 Incendie de matières combustibles	Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation Aucun effet domino	Maitrise des sources d'ignition sur site : - Interdiction de fumer et d'apporter du matériel électronique (téléphone, appareil photo...) - Permis feu Quantité de matières combustible limitée sur site (uniquement les pneumatiques de la remorque) Restriction de l'accès aux installations Remorque spécifique qualifiée et entretenue par Air Liquide Installation à l'air libre et éloignée de 8 m de toute matière combustible	Moyens de lutte contre l'incendie dont : - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie
PhD2	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement remorque	Arrachement du flexible Présence d'une source d'ignition	Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation Aucun effet domino	Maitrise des sources d'ignition sur site : - Interdiction de fumer et d'apporter du matériel électronique (téléphone, appareil photo...) - Permis feu Restriction de l'accès aux installations Manœuvre des remorques faisant l'objet de procédures et réalisées par du personnel formé. Flexible équipé d'un câble anti-fouet et anti-arrachement Camion équipé d'une sécurité empêchant le démarrage si le flexible est encore connecté à la station.	Moyens de lutte contre l'incendie dont : - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie

N°	PHENOMENE DANGEREUX	CAUSES	CONSEQUENCES	BARRIERES DE SECURITE EXISTANTES	MOYENS D'INTERVENTION
PhD3	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	Arrachement du flexible Présence d'une source d'ignition	Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation Peut atteindre un véhicule présent sur l'aire de distribution, sans effet à l'extérieur de l'installation.	Renforcement de la signalisation Code de la Route Conception des aires de distribution en marche en avant et facilitant la manœuvre Dispositif anti-arrachement du pistolet sans fuite du flexible. Mur coupe-feu d'isolation avec la Rue de la Croix Blanche. Formation des chauffeurs de bus Détection de sortie de rampe de pression et de pression basse avec fermeture en 2 secondes (conformément à l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018).	Moyens de lutte contre l'incendie dont : - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie
PhD4	Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	Arrachement du flexible Présence d'une source d'ignition	Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation Peut atteindre un véhicule présent sur l'aire de distribution, sans effet à l'extérieur de l'installation.	Renforcement de la signalisation Code de la Route Conception des aires de distribution en marche en avant et facilitant la manœuvre Dispositif anti-arrachement du pistolet sans fuite du flexible. Mur coupe-feu d'isolation avec la zone technique. Détection de sortie de rampe de pression et de pression basse avec fermeture en 2 secondes (conformément à l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018).	Moyens de lutte contre l'incendie dont : - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie
PhD5	UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement semi-remorque	Arrachement du flexible Présence d'une source d'ignition	Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation Aucun effet domino	Maitrise des sources d'ignition sur site : - Interdiction de fumer et d'apporter du matériel électronique (téléphone, appareil photo...) - Permis feu Restriction de l'accès aux installations	Moyens de lutte contre l'incendie dont : - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie

N°	PHENOMENE DANGEREUX	CAUSES	CONSEQUENCES	BARRIERES DE SECURITE EXISTANTES	MOYENS D'INTERVENTION
				<p>Manœuvre des remorques faisant l'objet de procédures et réalisées par du personnel formé.</p> <p>Flexible équipé d'un câble anti-fouet et anti-arrachement</p> <p>Camion équipé d'une sécurité empêchant le démarrage si le flexible est encore connecté à la station.</p>	
PhD6	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL	<p>Arrachement du flexible</p> <p>Présence d'une source d'ignition</p>	<p>Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation</p> <p>Aucun effet domino</p>	<p>Renforcement de la signalisation Code de la Route</p> <p>Conception des aires de distribution en marche en avant et facilitant la manœuvre</p> <p>Dispositif anti-arrachement du pistolet sans fuite du flexible.</p>	<p>Moyens de lutte contre l'incendie dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie
PhD7	UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL	<p>Arrachement du flexible</p> <p>Présence d'une source d'ignition</p>	<p>Aucune zone d'effet à l'extérieur des limites de l'installation</p> <p>Aucun effet domino</p>	<p>Renforcement de la signalisation Code de la Route</p> <p>Conception des aires de distribution en marche en avant et facilitant la manœuvre</p> <p>Dispositif anti-arrachement du pistolet sans fuite du flexible.</p>	<p>Moyens de lutte contre l'incendie dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extincteurs - RIA - Poteaux Incendie

8.2 - ANALYSE DES RISQUES ASSOCIES AUX SCENARIOS D'ACCIDENT MAJEURS

Aucun phénomène dangereux associé à l'installation de distribution d'hydrogène exploitée par ALAB n'est à l'origine d'un scénario d'accident majeur.

8.3 - ANALYSE DES CONSEQUENCES DES DEFAILLANCES DES UTILITES

8.3.1 - Défaillance d'utilité

La seule utilité présente dans le cadre du fonctionnement de l'installation est le groupe froid dont la fonction principale est de permettre un remplissage plus rapide des réservoirs des véhicules en refroidissant l'hydrogène. Une panne du groupe froid aurait pour principale conséquence une diminution de la vitesse de remplissage pour les VL le remplissage se faisant alors à 350 bars au lieu de 700 bars.

8.3.2 - Perte d'énergie

Le site est uniquement alimenté en électricité. L'installation est conçue pour se mettre en sécurité en cas de perte de l'alimentation électrique.

8.3.3 - Perte de fluide

Les fluides utilisés pour le fonctionnement de l'installation sont l'azote et le R449a. Le R449a est utilisé dans le groupe de réfrigération. Une perte de ce fluide entraînerait une défaillance de l'équipement, sans incidence significative comme indiqué précédemment.

L'azote est utilisé pour la purge des réseaux d'hydrogène et pour la commande des vannes. La perte de l'alimentation en azote entraînerait un défaut d'alimentation des vannes qui se retrouveraient en sécurité positive.

La purge des réseaux d'hydrogène n'est réalisée que pendant les périodes d'arrêt pour la maintenance de la station.

9 - ESTIMATION DES CONSEQUENCES DES PHENOMENES DANGEREUX EN TENANT COMPTE DE L'EFFICACITE DES MESURES INTERNES DE PREVENTION ET DE PROTECTION

Les phénomènes dangereux résiduels sont constitués par :

- Les phénomènes dangereux initiaux (défaillance de toutes les barrières) y compris de très grande ampleur, même de probabilité très faible (tels que BLEVE, Boil Over, Incendie généralisé...) qui ont été modélisés au chapitre 6 et dont la gravité n'est pas modifiée,
- Les phénomènes dangereux issus des phénomènes dangereux initiaux dont la gravité est réduite par des mesures de protection mises en place lors de l'analyse des risques (fonctionnement des barrières).

Les phénomènes dangereux initiaux modélisés au chapitre 6 n'ont pas d'effets en dehors du site et disposent d'une gravité modérée par défaut. Les phénomènes dangereux résiduels sont donc identiques aux phénomènes dangereux initiaux.

Ces phénomènes dangereux n'ayant pas de zones d'effets en dehors des limites du site, ils ne sont pas susceptibles d'être à l'origine d'un accident majeur. A ce titre, leur probabilité et leur cinétique ne sont pas évaluées.

10 -CLASSIFICATION DES PHENOMENES DANGEREUX

10.1 -APPRECIATION DU NIVEAU DE RISQUE

Les accidents identifiés et évalués dans les chapitres précédents sont classés dans la grille d'analyse de la justification par l'exploitant des Mesures de Maîtrise du Risque en terme de couple (Probabilité ; Gravité), des conséquences sur les personnes physiques correspondant à des intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, du paragraphe 2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 à partir des modélisations pour la gravité (chapitres 6 et 9), et de l'analyse des risques pour la probabilité (chapitre 8).

Dans le cas de la station hydrogène exploitée par ALAB, aucun phénomène dangereux n'ayant de conséquence à l'extérieur des limites de l'installation, la probabilité d'occurrence ainsi que la cinétique de ces phénomènes n'ont pas été étudiées.

Le positionnement sur la Matrice MMR se fait donc de la manière suivante :

Tableau 17 – Positionnement des PhD dans la matrice MMR

Gravité des conséquences sur les personnes exposées aux risques	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
V – Désastreux					
IV – Catastrophique					
III – Important					
II – Sérieux					
I – Modéré					
Sans effets sur l'environnement (effets directs et indirects limités au site)	PhD1, PhD2, PhD3, PhD4, PhD5, PhD6, PhD7				



Zone de risque non acceptable



Zone de risque intermédiaire nécessitant la mise en place de mesures de maîtrise des risques dans des conditions économiquement acceptables.



Zone de risque acceptable

Ainsi, la station de distribution d'hydrogène des Loges en Josas, exploitée par ALAB, présente un niveau de risque acceptable au regard des critères définis dans l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005.

10.2 -CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS

La présente étude de dangers constitue l'analyse et la caractérisation des risques relatifs à l'exploitation de la station de distribution d'hydrogène des Loges en Josas par ALAB, dans le contexte d'une augmentation de la capacité d'hydrogène stockée nécessitant une demande d'autorisation environnementale unique au titre des ICPE.

Après la description de l'établissement et de son environnement, une phase d'identification et de caractérisation des potentiels de dangers sur le site a été menée. Couplée à l'étude de l'accidentologie du secteur, cela a permis de retenir les phénomènes dangereux suivants :

- PhD1 : Jet enflammé suite à l'ouverture des fusibles thermiques de la semi-remorque en cas d'agression thermique.
- PhD2 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD3 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD4 : Jet enflammé suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.
- PhD5: UVCE suite à rupture guillotine du flexible de raccordement de la semi-remorque.
- PhD6 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution PL.
- PhD7 : UVCE suite à rupture guillotine du flexible distribution VL.

Chacun de ces phénomènes dangereux a été étudié afin d'en évaluer les conséquences potentielles et de caractériser les différents scénarios accidentels.

L'installation est existante et actuellement soumise à déclaration avec contrôle périodique. Dans ce cadre, elle a été conçue en respectant les prescriptions de *l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n°1416*, notamment en matière de distances d'implantation.

L'unique modification prévue au sein des installations porte sur le changement de technologie de stockage en remplaçant les semi-remorques actuelles de stockage en bouteilles métalliques (pression 200 bar) par des semi-remorques de stockage en bouteilles composites dites « grande capacité » (pression 300 bar) permettant d'augmenter la capacité d'hydrogène et l'autonomie de la station.

Les éléments de sécurité et la conception de l'installation ont permis de confiner l'ensemble des effets des phénomènes dangereux dans les limites de propriété de l'installation. Il n'a donc pas été identifié de scénario d'accident majeur sur le site.

L'analyse préliminaire des risques a par ailleurs permis d'identifier des moyens de prévention, de protection et d'intervention relatifs à chaque phénomène dangereux.

Il ressort ainsi de la présente étude de dangers que la criticité de l'ensemble des phénomènes dangereux est d'un niveau acceptable.