

SOMMAIRE

SOMMAIRE	1
1 INTRODUCTION	4
2 L’EVALUATION DES RISQUES D’ACCIDENTS	5
2.1 Risques lors des différents travaux.....	6
2.2 Risques durant l’exploitation	13
3 ACCIDENTOLOGIE	46
3.1 Analyse de l’accidentologie.....	46
3.2 Analyse des risques	57
3.3 Étude détaillée des scénarii retenus.....	75
3.4 Mises en œuvre des Mesures de Sécurité	83
4 QUANTIFICATION DES DIFFÉRENTS SCENARII.....	115
4.1 Quantification des effets d’une explosion de cuve de méthane	115
4.2 Effets de surpression (explosion) cuve de gasoil.....	130
4.3 Feu de nappe	131
4.4 Quantification des effets de Boil-Over.....	133
5 RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX STATIONS D’EPURATION.....	134
5.1 Mesures de prévention	134
5.2 Mesures organisationnelles.....	136
5.3 Hygiène - Vêtements de travail et protections individuelles	136
5.4 Formation-information.....	138
5.5 Surveillance médicale	138
5.6 Mesures de sécurités relatives aux locaux techniques	138
5.7 Mesures de prévention des risques liés aux groupes électrogènes.....	139
5.8 Accès et signalisation, éclairage.....	139
5.9 Recommandations concernant le stockage des combustibles	141
6 Conclusion étude de dangers.....	142
7 Evaluation des risques professionnels.....	143
7.1. Méthodologie	143
7.1.1. Inventaire des unités de travail	143

7.1.2.	Identification et évaluation des risques	143
7.1.3.	Définition des mesures de prévention et de protection	145
7.1.4.	Présentation des résultats	145
8	Organisation de la sécurité	165
8.1	Prévention des accidents liés aux substances dangereuses (explosion, toxicité, pollution)	165
8.2	Détection des fuites et des rejets de polluants	165

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Les caractéristiques physico-chimiques du gasoil	14
Tableau 2 :	Les caractéristiques physico-chimiques du méthane	17
Tableau 3 :	Les caractéristiques physico-chimiques au sulfure d'hydrogène	18
Tableau 4 :	Les caractéristiques physico-chimiques du monoxyde de carbone	19
Tableau 5 :	Risque d'incendie/explosion lié à l'huile de lubrification	21
Tableau 6 :	Toxicité aiguë de l'huile de lubrification	21
Tableau 7 :	Ecotoxicité de l'huile de lubrification	22
Tableau 8 :	Propriétés physico-chimiques de l'huile usagée	23
Tableau 9 :	Synthèse des dangers liés aux produits et moyens de protection du personnel	27
Tableau 10 :	Risques liés aux utilités	43
Tableau 11 :	Synthèse des différents risques naturels et leurs conséquences	46
Tableau 12 :	Synthèse de l'accidentologie concernant les stations d'épuration	48
Tableau 13 :	Synthèse de l'accidentologie concernant le stockage de combustible	51
Tableau 14 :	Effets dominos des pertes de confinement lors d'un incendie de cuvette	55
Tableau 15 :	Conséquences des accidents liés aux cuvettes de rétention	55
Tableau 16 :	Typologie générale des accidents étudiés	55
Tableau 17 :	Méthodes d'analyse et contextes	58
Tableau 18 :	Niveaux des facteurs (P, G) d'élaboration d'une matrice des risques	60
Tableau 19 :	Matrice des niveaux de risque	61
Tableau 20 :	Synthèse de l'Analyse et présentation des niveaux de risque initiaux	63
Tableau 21 :	Synthèse de l'Analyse et présentation des niveaux de risque finaux	89
Tableau 22 :	Valeurs de référence des seuils d'effets thermiques	119
Tableau 23 :	Valeurs de référence des seuils d'effets thermiques	122
Tableau 24 :	Recommandations concernant le stockage de gasoil	141
Tableau 25 :	Grille d'estimation des niveaux de probabilité et de gravité	144
Tableau 26 :	Matrice de criticité	144
Tableau 27 :	Inventaire des unités de travail durant l'exploitation	146
Tableau 28 :	Analyse des risques initiaux et présentation des risques résiduels	150
Tableau 29 :	Mesures d'hygiène	163
Tableau 30 :	Mesures de sécurité	163

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Composition moyenne d'une huile usagée.....	23
Figure 2: Origines des événements accidentels	56
Figure 3: Nature des opérations sources d'accidents	57
Figure 4 : Signalisation sécurité	140

LISTE DES CARTES

Carte 1 : Carte distances d'effets thermiques d'une boule de feu suite à un bleve de méthane.....	124
Carte 2 : Carte zone de vapeurs explosives suite à une fuite de méthane.....	125
Carte 3 : Carte effets thermiques d'une boule de feu suite à un bleve d'une cuve de méthane.....	127
Carte 4 : Carte effets de surpression cuve de méthane 3000m3.....	128
Carte 5 : Carte effets de surpression cuve de méthane 2700m3.....	129

1 INTRODUCTION

L'analyse de risques a pour objectif, d'une part, d'identifier les situations qui peuvent être à l'origine d'un accident, et d'autre part, d'analyser les barrières de sécurité (mesures de prévention, moyens de protection et d'intervention) qui y sont associées. Il s'agit en définitive d'examiner :

- les défaillances d'origine interne : dangers liés aux produits, défaillances intrinsèques liées au dysfonctionnement des installations, mauvaise conception ou exploitation du matériel...,
- les défaillances d'origine externe, qui résultent de la défaillance du matériel, elle-même consécutive à une agression externe (autres activités extérieures, risques naturels...).

L'objectif de la démarche retenue est de passer en revue l'ensemble des installations dangereuses susceptibles d'être à l'origine d'un accident. Les installations les plus dangereuses et/ou celles nécessitant le plus grand niveau de maîtrise du fait de la proximité de cibles particulièrement vulnérables sont examinées à l'aide d'un outil systématique d'analyse de risques.

Le choix de ces installations est ainsi lié à l'identification des potentiels de dangers et des cibles, l'objectif étant de déterminer les scénarios d'accidents à caractère « majeur », pouvant concerner les différentes étapes du projet. L'analyse des risques doit intégrer les étapes préalables suivantes :

- identification des enjeux humains,
- identification des potentiels de dangers,
- analyse du retour d'expérience et notamment des accidents et incidents répertoriés,
- étude des risques et des incompatibilités liés aux produits, substances et matériaux mis en œuvre

La localisation des cibles et enjeux, l'identification des sources de dangers internes et externes ainsi que l'étude du risque produit (au sens large) sont essentielles car elles permettent d'identifier a priori les situations potentiellement dangereuses en imaginant les types d'accidents pouvant survenir. L'analyse du retour d'expérience et des accidents et incidents répertoriés complète utilement ce travail en mettant en lumière les accidents survenus de façon récurrente ou en apportant parfois des données pertinentes sur la défaillance ou le bon fonctionnement sur sollicitation des barrières de sécurité, etc...

Ces différentes étapes fournissent de plus les données essentielles pour mener l'analyse des risques. Compte tenu des objectifs globaux assignés, le champ de l'étude a été limité à une analyse quantitative des risques menée dans le cadre des enjeux strictement humain.

Les enjeux environnementaux et patrimoniaux sont à prendre en compte par une estimation qualitative des risques dans le cadre d'un système d'aide à la décision. Pour avoir une unicité de la démarche et du fait des similitudes des méthodes d'analyses de risques « canalisation » et d'analyses de risques « installation fixe » la méthode d'analyse de risques retenue ici est celle pratiquée par l'étude de dangers.

Le processus de l'étude de dangers qui s'appuie en majeure partie sur une analyse des risques qui en est le cœur, se décompose en 3 étapes :

- ✓ **la première étape** est une étape préliminaire au cours de laquelle des données d'entrées nécessaires sont collectées relativement aux phases du projet et son environnement,
- ✓ **la deuxième étape** est une étape de préparation à l'analyse de risque et au cours de laquelle les données d'entrées recueillies à la première étape sont traduites et des phases préalables à l'analyse des risques sont réalisées,
- ✓ **la troisième étape** est consacrée à l'analyse de risques proprement dites liées aux différentes activités se déroulant sur le site d'exploitation,

Dans le cas présent, l'analyse détaillée des risques nécessite l'évaluation d'une part de l'intensité des effets et d'autre part de la gravité des conséquences des phénomènes dangereux liés à ce projet.

L'étude des conséquences des scénarios d'accidents à caractère « majeurs » retenus à l'issue de l'analyse de risques doit permettre d'exposer les effets attendus, les distances associées, les cibles susceptibles d'être atteintes, etc...

Cette étape entend la définition d'hypothèses, la mise en œuvre d'outils de modélisation et la prise en compte de seuils d'effets définis réglementairement.

Soulignons que les outils de modélisation sont plus ou moins adaptés à des problématiques particulières avec des domaines de validité plus ou moins étendus. En règle générale, il faut employer l'outil le plus adapté aux phénomènes à traiter et à l'environnement du site tout en veillant à trouver un compromis raisonnable entre complexité et temps de calcul d'une part et précision nécessaire et suffisante d'autre part.

Classiquement comme dans les études de dangers les résultats de l'évaluation des conséquences des phénomènes étudiés sont présentés en termes de distances limites en deçà desquelles pourraient être observés :

- ✓ Les effets irréversibles ou dangers significatifs sur la santé humaine,
- ✓ Les premiers effets létaux ou dangers graves pour la vie humaine,
- ✓ Les effets létaux significatifs ou dangers très graves pour la vie humaine.

2 L'EVALUATION DES RISQUES D'ACCIDENTS

Conformément au "**guide méthodologique d'étude de dangers**" du Sénégal, nous allons identifier les éléments dangereux liés à l'exploitation de l'hôtel pour en décrire (i) les dysfonctionnements pouvant engendrer un risque entraînant des conséquences significatives sur l'environnement (naturel et humain), (ii) de justifier les mesures prises enfin (iii) d'en limiter les effets.

Les risques liés à ce projet peuvent être classés en deux :

- ✓ Les risques durant les travaux de réalisation
- ✓ Les risques durant la phase d'exploitation

2.1 Risques lors des différents travaux

Les activités durant la réalisation du projet de même que les moyens utilisés pour les effectuer, peuvent être sources de dangers. Les zones de risques sont reportées sur le plan ci-après comme suit :

Les différentes activités répertoriées durant les travaux sont :

- Les travaux de génie civil (excavation, terrassement.. etc.)
- Le stockage de produits afférant aux travaux (ciment, gravier béton etc)
- Les travaux de maintenance des équipements (soudure, meulage, intervention sur les engins)

2.1.1. Dangers liés aux substances stockés ou utilisés lors des travaux

L'objectif de ce paragraphe est de présenter les dangers liés aux produits, et notamment les caractéristiques intrinsèques des produits stockés, utilisés ou susceptibles d'être présents durant les travaux pouvant conduire in fine à un accident majeur. Les produits principaux suivants sont à considérer :

- Le gravier
- Le béton
- Le ciment

➤ Dangers liés au gravier

Le gravier est un agrégat sans consistance de pierres provenant d'un gisement de surface, draguées sur le fond d'une rivière ou extraites d'une carrière et concassées au calibre requis. Après extraction, le gravier est lavé, concassé puis calibré. Une grande partie du gravier est utilisée par l'industrie de la construction et du bâtiment pour la fabrication du béton, mais il trouve aussi une utilisation comme matériau pour la construction de routes, de revêtements de sols ou encore pour la décoration grâce aux graviers colorés.

- **Risque incendie / explosion**

Le gravier est un composé ininflammable et non explosif.

- **Risques sanitaires**

Les risques sanitaires présentés par le gravier sont les poussières de silice mises en suspension dans l'air. La silice libre cristallisée se trouve à l'état naturel dans bon nombre de sols dont on extrait du gravier. La teneur en silice est variable et ne constitue pas un indicateur fiable de la teneur de poussières de silice en suspension dans l'air. Le granit contient environ 30% de son poids en silice, alors que le calcaire et le marbre en contiennent beaucoup moins.

On peut, en général, empêcher la mise en suspension de la silice par pulvérisation ou jets d'eau, ou par un système d'aspiration localisée. Les travailleurs peuvent être exposés à la silice. La silicose est

plus répandue chez les carriers et les opérateurs des installations de concassage que chez les travailleurs de chantier qui utilisent le gravier comme produit fini.

➤ **Dangers liés au ciment**

Description

Le ciment est utilisé dans le bâtiment et les travaux publics pour lier des matériaux durs. Il se présente sous l'aspect d'une poudre fine provenant du broyage du clinker, matière obtenue par la calcination à haute température d'un mélange de matériaux argileux et calcaires. Lorsqu'on y incorpore de l'eau, le ciment se transforme en une boue qui durcit progressivement jusqu'à pétrification complète. On peut le mélanger avec du sable pour obtenir du mortier, ou avec du sable et du gravier pour obtenir du béton.

Les ciments se répartissent en deux catégories: ciments naturels et ciments artificiels. Les premiers sont tirés de matériaux naturels dont la structure s'apparente à celle du ciment et qu'il suffit de calciner et de broyer pour les transformer en poudre de ciment hydraulique. Quant aux ciments artificiels, il en existe des variétés multiples dont le nombre va croissant; chacune d'elles diffère des autres par sa composition et sa structure mécanique, ses qualités propres et ses applications. On peut distinguer deux grandes classes de ciments artificiels: les ciments Portland (du nom de la ville de Portland en Grande-Bretagne) et les alumineux.

En modifiant le procédé de production ou en introduisant divers additifs, on peut obtenir, avec une même variété de ciment, des qualités différentes de béton (normal, argileux, bitumineux, asphalte-goudron, à prise rapide, porophore, hydrophobe, microporeux, armé, précontraint, centrifugé, etc.).

Le choix du type de ciment et son dosage dépendent entre autres:

- de la résistance mécanique;
- de la résistance aux agents agressifs;
- de l'apparence;
- des conditions d'environnement (durabilité);
- de la nature et de la dimension des granulats;

Présentation des risques

Le ciment de maçonnerie est corrosif. Une exposition de courte durée à la poudre sèche présente peu de risque. Toutefois, une exposition d'une durée suffisante au ciment de maçonnerie sec ou humide peut provoquer de graves lésions potentiellement irréversibles des tissus (peau et yeux) sous forme de brûlures chimiques (caustiques) jusqu'au troisième degré.

Effets potentiels sur la santé

Voies d'exposition possibles : contact oculaire, contact cutané, inhalation et ingestion.

Effets nocifs d'un contact oculaire :

Une exposition aux poussières aéroportées peut provoquer une irritation ou une inflammation immédiate ou latente. Un contact oculaire avec une quantité importante de poudre sèche ou des éclaboussures de ciment de maçonnerie humide peut entraîner des effets allant d'une irritation modérée des yeux à des brûlures chimiques pouvant causer la cécité. Une telle exposition nécessite des premiers soins immédiats et des soins médicaux afin de prévenir d'importantes lésions aux yeux.

Effets nocifs d'un contact cutané :

Une exposition au ciment de maçonnerie sec peut provoquer un dessèchement de la peau suivi d'une irritation légère ou des effets plus importants attribuables à l'aggravation d'autres conditions. Un contact cutané avec des produits cimentaires secs ou humides peut entraîner des effets plus graves comme l'épaississement de la peau et l'apparition de crevasses ou de fissures. Un contact prolongé avec la peau peut entraîner de graves brûlures chimiques.

Effets nocifs de l'inhalation :

Le ciment de maçonnerie peut contenir de petites quantités de silice cristalline libre. Une exposition prolongée à la silice cristalline inhalable peut aggraver d'autres conditions pulmonaires. Elle peut également entraîner des maladies pulmonaires latentes, dont la silicose, une maladie invalidante et potentiellement mortelle des poumons, et d'autres maladies.

Risque des espaces clos :

Le ciment peut s'accumuler ou adhérer aux murs d'un espace clos, tel un silo, une benne, un camion de transport en vrac ou un autre récipient ou conteneur. Le matériau peut se détacher, s'effondrer ou tomber de façon inattendue. Pour éviter d'être enseveli ou de suffoquer, ne pas entrer dans un espace clos sans prendre les mesures de sécurité appropriées.

2.1.2. Les risques liés aux opérations de génie civil

Cette section couvre les risques associés aux activités du génie civil. Les risques liés à ces travaux sont :

- Les accidents liés à la circulation interne des engins/camions
- Les déversements de produits dangereux pouvant conduire à une pollution des sols/eaux
- Les émanations des poussières/particules pouvant entraîner la pollution de l'air

➤ Risques liés à la circulation interne

Les risques liés à la circulation des engins pourraient provenir d'un entretien insuffisant, défaillance des freins ou de la signalisation par exemple) ou d'une conduite imprudente ou dangereuse du ou

des conducteurs (qui pourrait être liée à un état de fatigue importante). Un engin pourrait alors percuter un véhicule ou une personne et entraîner des blessures plus ou moins graves. Dans de bonnes conditions d'utilisation, ces risques devraient être très limités.

Les mesures suivantes devraient être prises sur le site:

- engins de chantier conformes à la réglementation et entretenus régulièrement ;
- priorité absolue aux engins de chantier sur tous les autres véhicules ;
- vitesse limitée à 10 km/h sur la voie d'accès et dans l'enceinte du site pour réduire la gravité d'éventuels accidents ;
- affichage du plan de circulation à l'entrée du site et présence de panneaux prévenant les risques ;
- tous les véhicules de chantier sont équipés d'un klaxon de marche arrière et de feux de recul ;
- balisage et entretien régulier des pistes ;
- accès aux zones sensibles strictement réglementé ;
- création d'emplacements de stationnement autorisé ;

➤ **Risques de pollution des eaux**

Sur le site, une pollution accidentelle des eaux et/ou du sol par des hydrocarbures pourrait avoir pour origine :

- ✓ la collision de véhicules ou la chute d'un engin conduisant au percement d'un réservoir;
- ✓ la rupture d'un circuit hydraulique ou d'une pièce lubrifiée d'un engin ;
- ✓ une erreur humaine : mauvaise manipulation.

Les conséquences seraient le transfert des hydrocarbures vers le milieu naturel entraîné un feu de nappe en cas d'ignition.

➤ **Risques de pollution de l'air**

Les risques de pollution de l'air sur le site auront pour origine :

- ✓ les envols de poussières émanant des pistes lors de la circulation des engins sur le site,
- ✓ les gaz d'échappement des engins/camions

Les opérations de terrassement prévues dans le cadre du projet, suivant la période où elles seront menées pourront être à l'origine d'émissions importantes de poussières en saison sèche ou de boue en saison humide avec notamment pour conséquence dans les deux cas un risque d'entraînement de fines par les eaux pluviales lors de leur ruissellement. Les particules sont un ensemble très hétérogène de composés du fait de la diversité de leur composition chimique, de leur état (solide ou liquide) et de leur taille (caractérisée notamment par leur diamètre). Les particules sont différenciées selon leur taille :

les Particules Totales en Suspension (appelées TSP pour Total Suspended Particulates puisque l'acronyme en français (PTS) n'est pas utilisé) regroupent l'ensemble des particules quelle que soit leur taille,

les PM10 : particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm (microns),

les PM2,5 : particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm,

les PM1,0 : particules dont le diamètre est inférieur à 1 µm.

Les particules comprises entre 2,5 et 10 microns sont appelées des particules grossières. Les particules de moins de 2,5 microns sont nommées particules fines et incluent les particules ultrafines de diamètre inférieur à 0,1 µm (PM0,1).

Concernant le risque de formation d'un nuage par émission importante de poussière, il s'agit d'un effet important, qui pourrait mettre en danger la circulation et les usagers. Toutefois, une gestion de bon sens du chantier permettra d'éviter ce risque. De plus, les émissions ne seront pas forcément assez importantes pour représenter un réel danger. Enfin, les sols pourront notamment être humidifiés en cas de nécessité.

Concernant les risques d'entraînement de boue, il s'agit d'un effet mineur qu'une gestion de bon sens du chantier permettra d'atténuer (décrochage des roues, gestion des coulées avant qu'elles n'atteignent les voies).

➤ **Nuisances sonores**

Elles sont occasionnées par le bruit des engins de travaux publics et le trafic des camions.

Les effets du chantier seront toutefois limités localement et temporellement. Pendant la durée des travaux, la mise en œuvre des engins sera à l'origine d'émissions sonores supérieures à celles connues. Ces nuisances seront plus particulièrement perceptibles au droit des entreprises les plus proches du site et de l'habitation à proximité.

On rappellera toutefois que les travaux devront s'effectuer en semaine pendant la période diurne et que les engins de chantier sont tenus au respect des normes en vigueur, ils ne constitueront donc pas un risque pour la population locale. Il s'agit ici d'un effet direct temporaire sur l'environnement qui ne constitue pas un enjeu important localement et n'appellera que des mesures de bon sens en termes d'entretien des engins et de gestion du chantier.

➤ **Rejets et déchets de chantier**

Le chantier sera générateur de déchets. Les différents déchets sont susceptibles de poser des problèmes environnementaux en fonction de leurs devenir et devront faire l'objet de mesures particulières quant à leur gestion. Selon les cas, on y trouvera de façon générique :

- les déblais de terrassements liés à la mise en œuvre du chantier, ceux-ci seront réutilisés in situ autant que faire se peut,
- les déchets solides divers liés à la réalisation du génie civil, puis des travaux de second oeuvre d'une grande variété (coulis de ciment ou bétons, ferrailles, bois, « plastiques » divers, papiers et cartons, verres...),
- les rejets ou émissions liquides liés à différentes configurations possibles :

Eaux pluviales de lessivage, de terrassement ou de chantier, assainissement de chantier...

Il s'agit d'un effet direct temporaire mineur du projet sur son environnement qui sera pris en compte par une gestion adaptée du chantier. Cet effet sera toutefois limité par le choix d'un traitement des matériaux en place en accord avec les orientations de l'Environnement.

➤ **Risques liés aux engins.**

Les travaux sur les chantiers nécessitent l'utilisation d'engins destinés au creusement (engins de terrassement, excavatrice), au terrassement proprement dit (pelle mécanique ou hydraulique), à la préparation des terrains (nivellement, compactage). L'acheminement de l'engin sur le chantier s'effectue à l'aide d'un véhicule porteur. Impressionnants par leur taille, leur puissance et leur mobilité, sur roues ou sur chenilles, ces engins déplacent et transportent d'énormes quantités de matériaux, mais par là même, sont sources de dangers importants pour le conducteur, les travailleurs à proximité ou le public.

Les engins sont constitués différents types de systèmes mécaniques et hydrauliques dont leur dysfonctionnement peut présenter un potentiel de dangers. Ces systèmes hydrauliques fonctionnent grâce à de très grandes pressions de fluides. Une fuite d'air, d'huile ou une rupture de flexibles au niveau de ces engins peuvent entraîner des dommages collatéraux. Un dysfonctionnement du système de freinage ou une absence de maintenance au niveau des parties mécaniques en rotation des engins tels que les pneus présente un potentiel de dangers.

Ces engins devront subir des tests de conformité dans le respect des règles de.

Les accessoires de levage (câbles, élingues, sangles, manilles, crochets) seront inspectés avant utilisation. Les risques liés aux engins sont les suivants :

- Risque d'effondrement d'engin au bas du talus des tranchées.
- En terrain très accidenté, les engins risquent de se renverser.
- Le danger de collision avec d'autres engins de chantier dans la même zone de travail est possible.
- Le contact direct avec une ligne électrique aérienne peut être dangereux.

Risques d'incendie et d'explosion

Ces différents types de risques peuvent provenir :

- ✓ de la présence de circuits électriques (sources d'ignition en cas de court-circuit) et d'hydrocarbures (produits inflammables) dans les engins ;
- ✓ d'une surchauffe des moteurs.

Risques de pollution des eaux

Sur le site, une pollution accidentelle des eaux et/ou du sol par des hydrocarbures pourrait avoir pour origine :

- ✓ la collision de véhicules ou la chute d'un engin conduisant au percement d'un réservoir ;
- ✓ la rupture d'un circuit hydraulique ou d'une pièce lubrifiée d'un engin ;
- ✓ une erreur humaine : mauvaise manipulation.

Les conséquences seraient le transfert des hydrocarbures vers le milieu naturel.

2.1.3. Risques liés aux opérations de maintenance

▪ Risques liés aux travaux de soudures (utilisation de meules et autres matériels)

Les travaux de soudures avec l'utilisation de postes de soudure et/ou de bouteilles oxygène/acétylène, des meules et autres matériels vont engendrer divers risques :

- ✓ Production d'étincelle lors du meulage
- ✓ Présence de gaz comprimés extrêmement inflammable (acétylène)
- ✓ Etc.

Ces matériels et procédés utilisés lors des travaux peuvent créer des points chauds pour certains équipements à proximité et constituent par ailleurs des sources d'ignition pouvant entraîner un incendie.

Ainsi des dispositions particulières doivent être prises par lors des travaux avec la mise en place de dispositifs de sécurité

▪ Risques mécaniques

Les risques mécaniques concernent principalement les engins. Ils comprennent :

- ✓ les risques de coupure par les pièces saillantes ;
- ✓ les risques de rupture en service dus aux phénomènes de fatigue, de vieillissement, de corrosion et d'abrasion du matériel.

Ces risques sont principalement encourus par le personnel qui travaille à proximité. Ils peuvent entraîner des conséquences graves.

▪ Risques électriques

Toute personne intervenant sur un équipement électrique est soumise à trois risques principaux :

- ✓ le risque de contact avec des pièces nues sous tension. Dans ce cas, le courant électrique traverse le corps humain qui est un conducteur, ce qui provoque une contraction involontaire des muscles (communément appelée choc électrique), ainsi que des brûlures externes ou internes. L'électrocution intervient lorsque le choc électrique a des conséquences mortelles ;
- ✓ le risque de brûlure par projection de matières en fusion lors d'un court-circuit ;
- ✓ le risque spécifique à certains matériels ou équipements tel que les batteries (risque chimique).

Sur le site, les seuls équipements pouvant présenter un tel risque sont les engins (circuits électriques, batteries).

2.1.4. Risques liés au personnel de la société et des entreprises extérieures

Ces risques sont liés à :

- ✓ l'imprudence ;
- ✓ le non-respect des consignes ;
- ✓ l'erreur ;
- ✓ la négligence ;

Les conséquences peuvent être graves pour l'auteur de l'action, pour les autres personnes présentes sur le site et pour les biens matériels.

2.2 Risques durant l'exploitation

Les dangers associés aux installations peuvent être générés par l'installation même ou par son environnement :

- ✓ Internes à l'installation : liés aux produits (inflammabilité, toxicité, incompatibilité...), conditions opératoires, réactions chimiques (conditions d'emballage tels que pression, température, concentration..., aux équipements) ;
- ✓ Externes à l'installation : agressions sismiques, foudre, synergies d'accidents ou effets dominos...

Les installations concernées sont :

- Les stations de relèvement et de refoulement
- La station d'épuration
- Les canalisations
- Les installations de production de biogaz (digesteur, gazomètre)

2.2.1. Sources de dangers internes

Cette partie mettra en exergue les sources de dangers inhérentes aux sites. L'erreur humaine sera aussi considérée, les produits ou substances, les techniques, les utilités, les pertes d'utilité et de facilités.

2.2.1.1. L'erreur humaine

L'erreur humaine fait partie des risques à considérer au sein de toute entreprise. Le manque d'automatisation des opérations fait que toutes les activités sont effectuées ou supervisées par le personnel. À ce titre, il est important de passer en revue les opérations susceptibles de présenter un danger de par la nature de :

- ✓ L'activité,
- ✓ L'équipement,
- ✓ Du produit,
- ✓ Autres.

On peut citer entre autres :

- ✓ Les substances inflammables

- ✓ Les opérations de maintenance,
- ✓ Les différents travaux
- ✓ Présence de tension électrique

2.2.1.2. Dangers liés aux substances et produits stockés

L'objectif de ce paragraphe est de présenter les dangers liés aux produits, et notamment les caractéristiques intrinsèques des produits stockés, utilisés ou susceptibles d'être présents durant l'exploitation, pouvant conduire in fine à un accident majeur. Les principaux produits concernés sont :

- ✓ Le gasoil
- ✓ Méthane
- ✓ Sulfure d'hydrogène
- ✓ Monoxyde de carbone
- ✓ Huile de lubrification
- ✓ Huiles usée
- ✓ Boues d'épuration
- ✓ Eaux d'épuration

➤ **Dangers liés au gasoil**

Ce produit sera stocké au niveau des stations de relèvement ou de refoulement et également au niveau de la station d'épuration. Il servira au fonctionnement de groupe électrogène afin d'assurer la continuité du service.

Le gazole est constitué d'hydrocarbures paraffiniques, naphténiques, aromatiques et oléfiniques, avec principalement des hydrocarbures de C10 à C22. Il peut contenir éventuellement des esters méthyliques d'huiles végétales telles que l'ester méthylique d'huile de colza et des biocides.

• **Propriétés physico-chimiques**

Les caractéristiques physico-chimiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Les caractéristiques physico-chimiques du gasoil

Couleur : jaune	Etat physique : liquide à 20°C	Odeur : caractéristique
Informations relatives à la sécurité :		Valeur
Pression de vapeur		< 10 hPa à 40°C
Point -éclair		> 55°C
Limites d'inflammabilité		Environ 0,5 et 5% de volume de vapeur dans l'air
Densité relative		0,82 à 0,845 à 15°C
Solubilité dans l'eau		pratiquement non miscible

Phrases de risque :	Description
R40	effet cancérigène peu probable
R65	nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion
R66	l'exposition répétée peut provoquer des assèchements de la peau
R51/53	toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique

- **Risque incendie / explosion**

Le gazole est un produit inflammable de 2e catégorie (ou catégorie C selon le terme utilisé dans la nomenclature des ICPE). C'est un produit peu volatil, ce qui lui confère un faible risque d'inflammation dans les conditions normales de stockage.

La combustion incomplète peut produire des gaz plus ou moins toxiques tels que CO, CO₂, hydrocarbures aromatiques polycycliques, des suies, etc. Leur présence dans l'atmosphère favorise la détérioration de la qualité de l'air et par conséquent des risques sanitaires pour la population.

- **Risque toxique**

Toxicité aiguë – effets locaux : De fortes concentrations de vapeurs ou d'aérosols peuvent être irritantes pour les voies respiratoires et les muqueuses.

Le contact du gazole avec les yeux provoque des sensations de brûlure et des rougeurs temporaires. En cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et donner naissance à une pneumopathie d'inhalation se développant dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h).

Toxicité chronique ou à long terme : Le contact fréquent ou prolongé avec la peau détruit l'enduit cutané et peut provoquer des dermatoses avec risque d'allergie secondaire. Un effet cancérigène a été suspecté, mais les preuves demeurent insuffisantes. Certains essais d'application sur animaux ont montré un développement de tumeurs malignes.

- **Risque écotoxique**

Le produit est intrinsèquement biodégradable. Il est toxique pour les organismes aquatiques et peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

➤ **Dangers liés au méthane**

- **Description**

Le méthane est disponible sous différentes qualités suivant l'utilisation et la pureté recherchée. En milieu de travail on retrouve généralement le méthane de qualité commerciale. Ce gaz étant inodore et inflammable, un agent odorant lui est ajouté en très petite quantité afin de permettre la détection de fuite éventuelle. Ce parfum chimique est composé généralement de mercaptans de faible poids moléculaire. Le méthane est identifié comme étant un gaz à effet de serre (GES). Le potentiel de réchauffement du méthane est d'environ 21 fois celui du dioxyde de carbone (CO₂) et sa durée de vie dans l'atmosphère est approximativement de 12 ans. La concentration moyenne de méthane présente dans l'air ambiant est de 1,7 ppm ou 0,00017 %.

Dans le présent projet il est prévu une production et le stockage de méthane en grande quantité notamment au niveau de la station d'épuration.

Tableau 2 : Les caractéristiques physico-chimiques du méthane

Couleur :	Etat physique : gaz	Odeur : inodore
Informations relatives à la sécurité :		Valeur
Masse moléculaire		16,04
Solubilité dans l'eau		0,0221 g/l à 20 °C
Densité de vapeur (air=1)		0,6
Point de fusion		-182,48 °C
Point d'ébullition		-161,49 °C
Coefficient de partage (eau/huile)		0,0812
Facteur de conversion (ppm->mg/m ³)		0,66
Point d'éclair		-136 °C
T° d'auto-ignition		537 °C
Limite inférieure d'explosibilité		5,0% à 25 °C
Limite supérieure d'explosibilité		15,4% à 25 °C
Phrases de risque :		Description
R12		Extrêmement inflammable

- **Inflammabilité et explosibilité**

Inflammabilité

Le méthane est un gaz hautement inflammable. Il brûle en produisant une flamme pâle, faiblement lumineuse. Il s'enflamme rapidement dans l'air en présence d'une source d'électricité statique, d'une étincelle, d'une flamme nue ou d'une autre source d'ignition ou d'inflammation.

Explosibilité

Le méthane forme un mélange explosif avec l'air lorsqu'il s'y trouve à une concentration se situant entre 5,0 et 15,4 %

- **Risque toxique**

Effets aigus : Le méthane est un asphyxiant simple. L'exposition à des concentrations très élevées de méthane peut entraîner l'asphyxie car il déplace alors l'oxygène de l'air. Les principaux symptômes associés à l'asphyxie sont des maux de tête, des nausées, des vertiges, de l'incoordination, des difficultés respiratoires et une perte de conscience pouvant aller jusqu'à la mort par anoxie. Les effets de l'asphyxie peuvent se faire sentir plus rapidement lors de l'effort physique puisque la consommation d'oxygène est accrue.

➤ **Dangers liés au sulfure d'hydrogène**

Description

Le sulfure d'hydrogène, ou hydrogène sulfuré, est un composé chimique de formule H₂S, constitué de soufre et d'hydrogène. C'est un gaz inflammable, incolore, à l'odeur nauséabonde d'œuf pourri,

très toxique, faiblement soluble dans l'eau en donnant un acide faible, l'acide sulfhydrique. Il réagit avec les solutions aqueuses basiques et les métaux tels que l'argent ou l'acier, même inoxydable. Le sulfure d'hydrogène joue un rôle important en biologie. Il est produit par la dégradation des protéines contenant du soufre et est responsable d'une grande partie de l'odeur fétide des excréments et des gaz, humains et animaux. Il peut résulter de décomposition bactérienne de la matière organique dans des environnements pauvres en oxygène (méthanisation). Le sulfure d'hydrogène est naturellement présent dans le pétrole, le gaz naturel, les gaz volcaniques et les sources chaudes. Le sulfure d'hydrogène peut également provenir de nombreuses activités industrielles.

Tableau 3 : Les caractéristiques physico-chimiques au sulfure d'hydrogène

Couleur : incolore	Etat physique : gaz	Odeur : caractéristique œufs pourris
Informations relatives à la sécurité :		Valeur
Masse moléculaire		34,081+-0.005
Solubilité dans l'eau		5 g/l à 20 °C
Densité de vapeur (air=1)		0,6
Point de fusion		-85,5 °C
Point d'ébullition		-60,7 °C
Point d'éclair		inflammable
T° d'auto-ignition		260 °C
Limite inférieure d'explosibilité		4,3% -46%
Phrases de risque :		Description
R12		Extrêmement inflammable
R26		Très toxique par inhalation
R50		Très toxique pour les organismes aquatiques

- **Inflammabilité et explosibilité**

Inflammabilité

Le sulfure d'hydrogène est un gaz inflammable qui brûle en produisant une flamme bleu pâle et des gaz toxiques d'oxydes de soufre, principalement du dioxyde de soufre. Sous l'action d'une source d'ignition, une explosion peut même survenir s'il est présent dans l'air à des concentrations se situant entre 4,3 et 46 % (Vol./Vol.).

Explosibilité

Le méthane forme un mélange explosif avec l'air lorsqu'il s'y trouve à une concentration se situant entre 5,0 et 15,4 %

- **Risque toxique**

Effets aigus : Le sulfure d'hydrogène agit sur le système nerveux central et en particulier sur les centres respiratoires. Les symptômes rencontrés varient selon les concentrations inhalées. Ce sont

entre autres des maux de tête, des nausées, des vertiges, une respiration plus rapide, des étourdissements, de l'agitation, une démarche titubante, des convulsions et une perte subite de conscience (aussi appelée coup de plomb). Une exposition à des concentrations supérieures à 1 000 ppm entraîne la mort en quelques minutes, par paralysie des centres respiratoires.

Lors d'intoxications graves, d'autres effets tels que de l'arythmie, une augmentation de la tension artérielle, des vomissements, de la cyanose et de l'acidose métabolique ont été observés.

La littérature mentionne que les travailleurs qui survivent à une intoxication grave peuvent se rétablir complètement ou demeurer avec des séquelles permanentes. Des effets sur le système nerveux, incluant de la fatigue, de l'irritabilité, des troubles de la mémoire et de l'apprentissage, une diminution de la capacité de concentration, des déficits moteurs et une altération du sens de l'odorat ont été rapportés. Quelques cas d'effets sur le système respiratoire ont aussi été décrits (ex. : un cas de diminution du volume résiduel).

Le sulfure d'hydrogène possède la particularité d'agir sur le système olfactif. L'inhalation de concentrations d'environ 100 à 150 ppm paralyse le nerf olfactif. Ce qui a pour conséquence de priver les individus de leur capacité à détecter la présence de ce gaz mortel.

➤ **Dangers liés au monoxyde de carbone**

Le monoxyde de carbone constitue un oxyde du carbone. De formule brute CO, il est composé d'un atome d'oxygène et d'un atome de carbone. Le monoxyde de carbone CO se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques.

Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Les caractéristiques physico-chimiques du monoxyde de carbone

Monoxyde de carbone	
Formule chimique : CO	Etat : gazeux
Couleur : incolore	Odeur : aucune
Point d'ébullition : -192	Point de fusion : -205
Mentions de dangers	SGH02 : Inflammable SGH06 : Toxique

- **Stabilité et réactivité :**

Le monoxyde de carbone peut former un mélange explosif avec l'air. Il réagit violemment avec les oxydants.

- **Risque toxique**

Le monoxyde carbone est toxique par inhalation. Les symptômes sont des étourdissements, des maux de tête, une perte de motricité. Il provoque également la destruction des globules rouges.

- **Risque écotoxique**

Le monoxyde de carbone n'a pas d'effets écotoxicologiques spécifiques connus.

➤ **Dangers liés à l'huile de lubrification**

- **Description du produit**

Les huiles de lubrification des pièces rotatives sont composées d'huiles minérales sévèrement raffinées et d'additifs dont la teneur en hydrocarbures aliphatiques polycycliques (cancérogène) des huiles minérales est inférieure à 3 % ou constituée d'hydrocarbures paraffiniques ;

- **Incompatibilité, stabilité et réactivité**

A ce jour, aucune étude spécifique n'a été réalisée sur la stabilité et la réactivité des huiles et lubrifiants mis en jeu.

- **Risque incendie / explosion**

Dans les conditions normales d'utilisation, cette huile ne présente pas de risque particulier d'inflammation ou d'explosion. Toutefois, dans des conditions de température et de pression particulières, la formation de brouillard explosif est possible. Un rappel des conditions d'inflammation de l'huile de lubrification est fait ci-dessous.

Tableau 5 : Risque d'incendie/explosion lié à l'huile de lubrification

Produit	Risque incendie
Huile de lubrification	<ul style="list-style-type: none"> - Point d'ébullition : donnée non disponible - Point éclair : 210°C - Pression de vapeur : donnée non disponible température d'auto inflammation : 250°C - LIE (Limite Inférieure d'explosivité) : 45 g/m3 (brouillard d'huile) - LES (Limite Supérieure d'Explosivité) : donnée non disponible

- **Risque toxique - Toxicité aiguë – effets locaux**

Bien que classé comme non dangereux pour l'homme, ce produit peut néanmoins présenter des caractéristiques toxiques. Ces caractéristiques sont présentées ci-dessous.

Tableau 6 : Toxicité aiguë de l'huile de lubrification

Produit	Toxicité aiguë - effets locaux
Huile de lubrification	<p>Un contact oculaire ou de la peau peut provoquer une irritation (sensation de brûlure, rougeur)</p> <p>L'ingestion de quantités importantes peut entraîner des nausées ou des diarrhées</p> <ul style="list-style-type: none"> - La combustion complète ou incomplète de l'huile de lubrification produit des suies et des gaz plus ou moins toxiques tels que le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène, les oxydes de phosphore, les oxydes d'azote, les oxydes de soufre, les amines aromatiques, etc. dont l'inhalation est très dangereuse

- **Risque écotoxique**

Le risque écotoxique de l'huile ISO 320 n'étant pas abordé dans la fiche de donnée de sécurité, d'autres fiches de données de sécurité présentant les effets écotoxiques de produits similaires ont été étudiées.

Tableau 7 : Ecotoxicité de l'huile de lubrification

Produit	Ecotoxicité
Huile de lubrification	<ul style="list-style-type: none">- L'huile de lubrification est très lentement biodégradable en milieu aérien,- Le produit s'étale à la surface de l'eau pouvant ainsi perturber les transferts d'oxygènes des organismes aquatiques,- Compte tenu de ses caractéristiques physico-chimiques, le produit est en général peu mobile dans le sol,- Le produit neuf n'est pas considéré comme dangereux pour les plantes terrestres, il est considéré comme peu dangereux pour les organismes aquatiques. DL50 chez le rat > 2000 mg/kg

➤ ***Dangers liés aux huiles usagées***

La composition moyenne des huiles usagées est donnée par le graphe suivant (source Total France) :

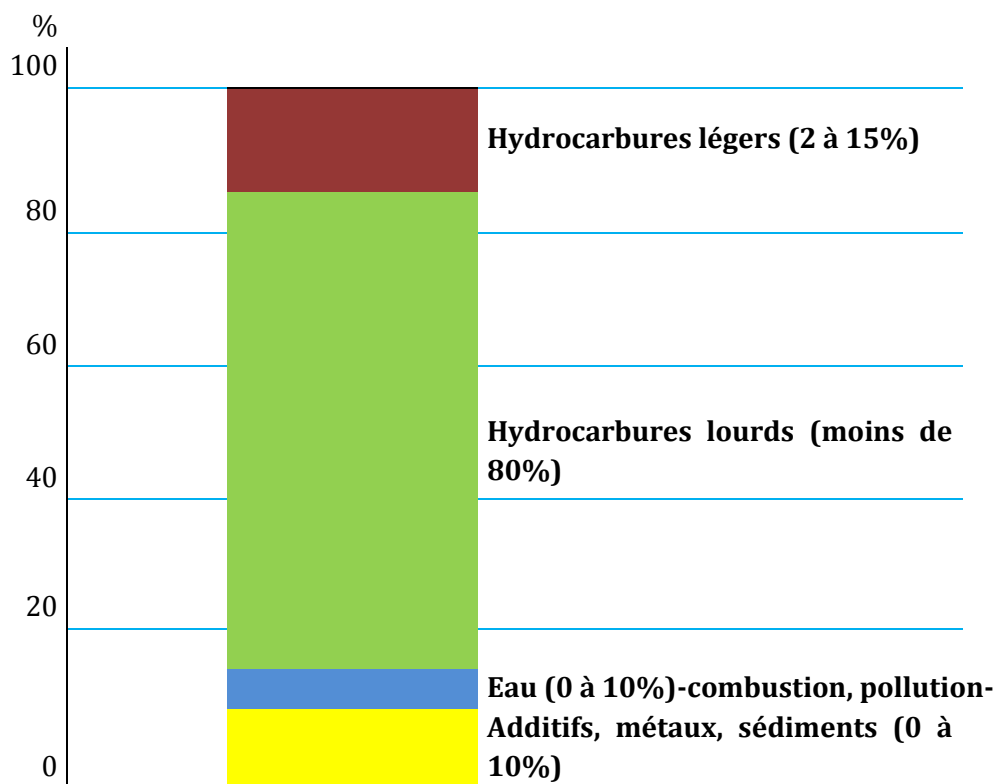


Figure 1:Composition moyenne d'une huile usagée

D'autres données quant à la nature des produits sont disponibles :

Tableau 8 : Propriétés physico-chimiques de l'huile usagée

ÉTAT PHYSIQUE, APPARENCE ET ODEUR	Liquide, noir et visqueux (épais), odeur de pétrole
DENSITÉ RELATIVE	0,8 à 1,0 à 60°F (15,6°C) (eau = 1)
MASSE VOLUMIQUE	6,7 à 8,3 lb/gal US (800 à 1000 g/l) (environ)
DENSITÉ DE VAPEUR	supérieure à 1 (air = 1) (basé sur le kérosène)
VITESSE D'ÉVAPORATION	Inférieure à 1 (acétate de butyle = 1)
POINT D'ÉCLAIR	>200°F (93°C)

- **Risque incendie / explosion**

CONDITIONS D'INFLAMMABILITÉ : Chaleur, étincelles ou flammes. Le produit peut brûler mais ne s'enflamme pas facilement.

CONDITIONS D'INFLAMMABILITÉ: Chaleur, étincelles ou flammes. Le produit peut brûler mais ne s'enflamme pas facilement.

AGENTS D'EXTINCTION: Gaz carbonique, mousse classique, poudre extinctrice, eau pulvérisée ou brouillard d'eau.

Autres RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION: Les contenants chauffés peuvent se rompre. Les contenants « vides » peuvent contenir des résidus et peuvent être dangereux. Le produit n'est pas sensible aux chocs mécaniques. Le produit peut être sensible aux décharges d'électricité statique, qui pourraient entraîner un incendie ou une explosion.

PRODUITS DE COMBUSTION DANGEREUX : Les produits de décomposition et de combustion peuvent être toxiques. La combustion peut dégager du gaz phosgène, des oxydes d'azote, de l'oxyde de carbone et produire des composés organiques non identifiés qualifiés parfois de cancérigène.

- **Risque toxique**

L'inhalation peut être nocive.

L'absorption par la peau peut être nocive.

L'ingestion peut être nocive ou fatale.

Peut irriter les voies respiratoires (nez, gorge et poumons), les yeux et la peau.

Danger présumé de cancer. Contient une matière qui peut causer le cancer. Le risque de cancer est fonction de la durée et du niveau d'exposition.

Contient une matière qui peut causer des anomalies congénitales.

Contient une matière qui peut causer des lésions au système nerveux central.

DANGERS POUR L'ENVIRONNEMENT : Le produit peut être toxique pour les poissons, les plantes, la faune et les animaux domestiques.

- **Risque écotoxique**

Le produit peut être toxique pour les poissons, les plantes, la faune et les animaux domestiques. Le produit n'est pas biodégradable.

➤ **Dangers liés aux boues d'épuration**

Description

On appelle « boues d'épuration » les sédiments résiduels issus du traitement des eaux usées ; les boues d'épuration résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent des activités utilisant de l'eau et éventuellement après avoir suivi un prétraitement obligatoire. Les eaux usées sont collectées puis acheminées vers les stations d'épuration où elles sont traitées. En fin de traitement, à la sortie de la station, l'eau épurée est stockée et il reste les boues résiduelles qui sont composées d'eau et de matières sèches contenant des substances minérales et organiques.

Les risques de contamination par :

- **voie cutanée ou muqueuse** : contact direct et souillure d'une plaie, d'un eczéma, projection oculaire
- **voie respiratoire** : inhalation de très fines gouttelettes d'eau, particules de boues ou poussières contaminées et dispersées lors de certaines opérations dégageant des aérosols, en particulier l'utilisation de jet d'eau haute pression
- **voie digestif** : de façon accidentelle (suite à une chute dans un bassin par exemple) mais surtout par mauvaise hygiène personnelle et défaut de lavage des mains

Risques chimiques

Les facteurs de risques sanitaires de l'épandage sont classés en trois catégories liées aux agents biologiques pathogènes, aux éléments traces métalliques et/ou composés traces organiques.

La présence d'agents biologiques peuvent être à l'origine de certaines pathologie telles que : le choléra, Hépatite infectieuse, Dysenterie bacillaire, Troubles gastro-intestinaux etc.

On peut également noter des risques chimiques, contrairement aux risques micro biologiques, ce ne sont pas des risques immédiats mais des risques potentiels liés à l'accumulation à long terme, la vie durant, de petites quantités de contaminants dont certains sont présents dans les sols à l'état naturel, comme les métaux. Parmi les composés réglementés, on distingue les éléments traces métalliques (arsenic, cadmium, chrome, nickel, plomb, zinc, mercure, sélénium) et les contaminants organiques (benzo(a)pyrène, phtalates, PCB, dioxines.). La présence de ces substances ne sont pas sans dangers sur la santé et également sur l'environnement.

Une amélioration d'ensemble sensible traduit une baisse des rejets de contaminants dans les eaux usées, l'éducation du consommateur, la mise en place de filières de récupération des déchets pour et une réelle promotion de produits domestiques moins nuisibles pour l'environnement pourrait encore la renforcer. Des procédés techniques innovants permettant de réduire la charge de contaminants chimiques organiques et inorganiques des boues sans en majorer excessivement le coût restent à développer. Le risque de nature biologique est largement maîtrisé si les boues sont bien hygiénisées. Par ailleurs les boues devraient faire l'objet d'analyses par un organisme agréé afin de déterminer les concentrations des différentes substances présentes et cela conformément à la réglementation sénégalaise avant toute revalorisation.

➤ Dangers liés aux eaux épurées




Les eaux usées sont susceptibles de contenir toutes sortes de microorganismes, parmi ceux-ci des microorganismes pathogènes d'origines diverses : déjections animales ou humaines, environnement... Citons parmi les bactéries: *Salmonella*, *Escherichia colipathogènes*, *Yersinia*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridiumperfringens*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, *Campylobacter jejuni*.... auxquels peuvent se joindre divers parasites et de nombreux virus. Ces microorganismes sont relativement peu touchés par les opérations d'épuration habituelles des eaux résiduaires. Seuls des traitements tertiaires de désinfections permettent de les


éliminer. Il est donc normal de se préoccuper des pratiques d'épandage de ces eaux qui peuvent être source de contaminations dangereuses :


- contamination du sol
- contamination des végétaux cultivés
- contamination des animaux qui consomment ces végétaux et souvent un peu de terre
- contamination des personnes qui consomment les végétaux, les animaux ou les produits d'origine animale contaminés.



Il paraît donc nécessaire de s'intéresser aux microorganismes pathogènes des eaux usées et d'éviter de les rencontrer dans les eaux destinées à irriguer les végétaux consommés sans traitement susceptible de les détruire. La réglementation concernant la qualité micro biologique des eaux usées doit donc tenir compte du type de culture envisagée d'une part et des modalités d'arrosage d'autre part. Ces eaux devraient faire l'objet d'analyses conformément à la réglementation sénégalaise relative aux eaux usées.


Tableau 9: Synthèse des dangers liés aux produits et moyens de protection du personnel

Produit	Mentions de danger	Conseils de prudence	Pictogramme de danger	Réactivité Inflammabilité	Toxicité et effets locaux / Ecotoxicité	Mesures et moyens de prévention et de protection du personnel
Gasoil	<p>SGH07 : provoque des irritations en cas d'ingestion ou d'inhalation des vapeurs</p> <p>SGH09 : Dangers pour le milieu aquatique</p> <p>SGH02 : Inflammable</p>	<p>P260 - Ne pas respirer les /gaz/brouillards/vapeurs/aérosols.</p> <p>P264 - Se laver ... soigneusement après manipulation.</p> <p>P280 - Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage.</p>	<p>Irritant</p>  <p>Dangereux pour l'environnement</p>  <p>Inflammable</p> 	<p>Le gazole est un produit inflammable de 2ème catégorie (ou catégorie C selon le terme utilisé dans la nomenclature des ICPE). C'est un produit peu volatil, ce qui lui confère un faible risque d'inflammation dans les conditions normales de stockage.</p>	<p>De fortes concentrations de vapeurs ou d'aérosols peuvent être irritantes pour les voies respiratoires et les muqueuses.</p> <p>Le contact du gazole avec les yeux provoque des sensations de brûlure et des rougeurs temporaires. En cas d'ingestion accidentelle, le produit peut être aspiré dans les poumons en raison de sa faible viscosité et donner naissance à une pneumopathie d'inhalation se développant dans les heures qui suivent (surveillance médicale indispensable pendant 48 h).</p> <p>Un effet cancérigène a été suspecté, mais les preuves demeurent insuffisantes.</p> <p>Le produit est intrinsèquement biodégradable. Il est toxique pour les organismes aquatiques et peut entraîner des effets néfastes à long</p>	<p>-Manipuler le produit dans des endroits aérés ;</p> <p>-Porter des EPI adaptés (gants, masques anti-gaz, Vêtements de protection ;</p> <p>-Eviter de déverser dans les égouts et l'environnement.</p>


					terme pour l'environnement aquatique.	
Huiles de lubrification	52/53 : Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement	Aucune	 Dangereux pour l'environnement	Faible inflammabilité	classé comme non dangereux pour l'homme, ce produit peut néanmoins présenter des caractéristiques toxiques : une irritation (sensation de brûlure, rougeur) en cas de contact - L'ingestion de quantités importantes peut entraîner des nausées ou des diarrhées	- Eviter le contact avec la peau et les muqueuses. - Limiter les manipulations de produit

	aquatique					
Huiles usées	Aucune	Aucune	 <p>Dangereux pour l'environnement</p>	<p>Chaleur, étincelles ou flammes. Le produit peut brûler mais ne s'enflamme pas facilement.</p> <p>Les contenants chauffés peuvent se rompre. Les contenants « vides » peuvent contenir des résidus et peuvent être dangereux. Le produit n'est pas sensible aux chocs mécaniques. Le produit peut être sensible aux décharges d'électricité statique, qui pourraient entraîner un incendie ou une explosion</p>	<p>L'inhalation peut être nocive.</p> <p>L'absorption par la peau peut être nocive.</p> <p>L'ingestion peut être nocive ou fatale.</p> <p>Peut irriter les voies respiratoires (nez, gorge et poumons), les yeux et la peau.</p> <p>Danger présumé de cancer. Contient une matière qui peut causer le cancer. Le risque de cancer est fonction de la durée et du niveau d'exposition.</p> <p>Contient une matière qui peut causer des anomalies congénitales.</p> <p>Contient une matière qui peut causer des lésions au système nerveux central</p>	<ul style="list-style-type: none"> - éviter tout contact prolongé et répété avec la peau. Laver au savon et à l'eau. - Protégez l'environnement - ne pas polluer les égouts, les cours d'eau ou la terre. - Contacter les autorités locales pour le stockage et l'enlèvement des huiles usagées

Sulfure d'hydrogène	<p>R12 Extrêmement inflammable</p> <p>R26 Très toxique par inhalation</p> <p>R50 Très toxique pour les organismes aquatiques</p>	<p>S1/2 : Conserver sous clé et hors de portée de</p> <p>S9 Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.</p> <p>S16 Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer.</p> <p>S36 Porter un vêtement de protection approprié</p>	<p>Inflammable</p>  <p>Toxique</p> 	<p>Le sulfure d'hydrogène est un gaz inflammable qui brûle en produisant une flamme bleu pâle et des gaz toxiques d'oxydes de soufre, principalement du dioxyde de soufre. Sous l'action d'une source d'ignition, une explosion peut même survenir s'il est présent dans l'air à des concentrations se situant entre 4,3 et 46 %</p>	<p>Le sulfure d'hydrogène agit sur le système nerveux central et en particulier sur les centres respiratoires. Les symptômes rencontrés varient selon les concentrations inhalées. Ce sont entre autres des maux de tête, des nausées, des vertiges, une respiration plus rapide, des étourdissements, de l'agitation, une démarche titubante, des convulsions et une perte subite de conscience (aussi appelée coup de plomb). Une exposition à des concentrations supérieures à 1 000 ppm entraîne la mort en quelques minutes, par paralysie des centres respiratoires.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Porter un appareil de protection de la peau. La sélection d'un équipement de protection de la peau dépend de la nature du travail à effectuer. - Porter un appareil de protection des yeux s'il y a risque d'éclaboussures avec le gaz liquéfié ou s'il y a risque de contact avec des concentrations irritantes. La sélection d'un
---------------------	---	---	--	--	--	--

						protecteur oculaire dépend de la nature du travail à effectuer et, s'il y a lieu, du type d'appareil de protection respiratoire utilisé.
Méthane	R12: Extrêmement inflammable	S16: Tenir à l'abri de toute flamme ou source d'étincelle- Ne pas fumer S33: Eviter l'accumulation des charges électrostatiques	 Extrêmement inflammable	Ce produit est extrêmement inflammable	Le gaz naturel n'a pas d'effet toxicologique connu, sauf s'il contient des proportions importantes de composés soufrés (H2S),	<ul style="list-style-type: none"> - Ventilateurs d'évacuation locaux requis - Le port de lunettes de sécurité à écrans latéraux est recommandé pour éviter le contact oculaire - Des gants et des vêtements protecteurs en caoutchouc

						ou en plastique devraient assurer l'étanchéité - Bottes et tablier impermeable s
Boues d'épuration	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	. Les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle (chaussures, lunettes...) sont nécessaires
Eaux épurées	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	... Les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle (chaussures, lunettes...) sont nécessaires

Ciment	Sans objet	<p>Conserver le ciment de maçonnerie au sec jusqu'à son utilisation. Les températures normales n'affectent pas le produit. Enlever rapidement les vêtements poussiéreux ou tachés de matériaux liquides cimentaires et les laver avant de les remettre. Laver soigneusement toute zone exposée à la poussière, aux mélanges de ciment humide ou aux liquides.</p>	<p>corrosif</p> 	Sans objet	<p>Une exposition au ciment de maçonnerie sec peut provoquer un dessèchement de la peau suivi d'une irritation légère ou des effets plus importants attribuables à l'aggravation d'autres conditions.</p>	<p>Éviter toute action qui disperse la poussière dans l'air (aéroportée). Pour maintenir la concentration de poussières sous la limite d'exposition, utiliser un système de ventilation locale ou générale. Porter des lunettes de sécurité munies d'oeillères ou des lunettes étanches approuvées par ANSI ou CSA. Fournir des douches oculaires d'urgence.</p>
--------	------------	---	---	------------	---	--

Gravier	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	Sans objet	- Les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle (chaussures, lunettes...) sont nécessaires
---------	------------	------------	------------	------------	------------	---

➤ **Conclusion sur les dangers liés aux produits**

- **Risque incendie/explosion**

L'incendie résulte de la combustion provoquée par la présence concomitante d'un combustible (vapeurs d'hydrocarbures et non le liquide lui-même), d'un comburant (oxygène de l'air) et d'une source de chaleur (énergie d'activation suffisante produite par une flamme, une étincelle).

L'émission de vapeurs inflammables est donc caractéristique du produit. Ainsi, certains produits comme le méthane émettent suffisamment de vapeurs à la température ambiante tandis que le gasoil nécessite un apport de chaleur extérieur pour voir apparaître des vapeurs inflammables.

Ainsi le point d'éclair est la valeur de la température à laquelle un corps liquide doit être réchauffé pour émettre suffisamment de vapeurs inflammables qui brûleront lorsque l'on présentera une flamme.

En outre pour l'ensemble des produits présents sur le site, le risque d'explosion apparaît lorsqu'un nuage de vapeurs inflammables se trouve dans une concentration dans l'air telle qu'il se situe dans un domaine d'explosivité (entre la Limite Inférieure d' Explosivité et la Limite Supérieure d' Explosivité).

- **Risque de pollution**

Les produits présents dans les installations étudiées, bien qu'intrinsèquement biodégradables et à faible potentiel de bioaccumulation peuvent présenter un risque de pollution du sol et du sous-sol (eaux souterraines) en cas d'épandage accidentel.

Ces produits sont toxiques pour les organismes aquatiques et peuvent entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.

- **Risques toxicologiques**

De manière générale, de fortes concentrations de vapeurs ou aérosols d'hydrocarbures ou d'additifs peuvent être irritantes pour les muqueuses et les voies respiratoires. A forte dose, ils peuvent provoquer des états de somnolences, étourdissements, incoordinations, nausées, maux de tête et vomissements. La combustion incomplète et la thermolyse des hydrocarbures produisent des gaz plus ou moins toxiques tels que le CO, CO₂, hydrocarbures variés, aldéhydes, etc. et des suies, dont l'inhalation est très dangereuse.

2.2.1.3. Potentiel de dangers liés aux installations

Cinétique de développement

Pour caractériser le potentiel de dangers des procédés, il faut regarder la composante suivante : la cinétique de développement du danger.

Cette cinétique sera soit :

- Rapide,
- Lente.

Dans le cadre de la maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels, deux seuils d'effets toxiques sont généralement retenus :

- **Zone 1 (SEL)** : Seuil des effets létaux qui correspond à la survenue de décès chez 1% des individus,
- **Zone 2 (SEI)** : Seuil des effets irréversibles qui correspond à la persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à une exposition en situation accidentelle (exposition unique et de courte durée) ayant pour conséquence des séquelles invalidantes.

La plupart de ces courbes sont fondées sur les définitions des seuils de toxicité suivants :

- Seuils des effets létaux (SEL) : concentration maximale de polluant dans l'air à un temps d'exposition donné en dessous de laquelle, chez la plupart des individus (1), on n'observe pas de risque de décès.
- Seuils des effets irréversibles (SEI) : concentration maximale de polluant dans l'air à un temps d'exposition donné en dessous de laquelle, chez la plupart des individus, on n'observe pas un effet irréversible.

(1) Dans le cadre de la toxicité des substances impliquées dans des accidents chimiques, seuls sont pris en considération les effets se produisant chez la plupart des individus. La notion de « la plupart des individus » exclut les sujets « hypersensibles » (par exemple respiratoires, etc.).

2.2.2. Identification et caractérisation des potentiels de dangers liés aux installations

2.2.2.1. Méthodologie d'analyse utilisée

Nous allons, dans ce chapitre, identifier les différentes sources potentielles de dangers. L'évaluation du niveau de risque pour l'environnement et les mesures susceptibles de réduire l'occurrence des risques ou les conséquences identifiées seront justifiées dans le chapitre «Évaluation préliminaire des risques ». Dans un premier temps, l'identification des sources de dangers a fait l'objet d'une analyse systématique pour chaque équipement. De cette analyse, nous avons établi la grille des sources de dangers identifiées par nature et par cause. Pour le site étudié, nous avons ainsi établi cette grille pour l'ensemble des installations.

2.2.2.2. Sources de dangers liées aux installations (station d'épuration, de relevement et de refoulement)

Cette partie traite les risques liés aux équipements présents au niveau des installations (station d'épuration, refoulement et relèvement). Les équipements présentant des risques sont détaillés ci-après :

➤ **Les groupes électrogènes**

Les groupes électrogènes sont constitués d'une partie mécanique et d'une partie électrique. La partie mécanique est un moteur thermique avec des éléments mécaniques en rotation grâce à une combustion interne de gasoil ou de fioul lourd. Un mauvais fonctionnement de cette partie peut provoquer des incendies voir une explosion de l'ensemble.

La partie électrique constituée d'un alternateur est entraînée par le moteur thermique, elle fournit une tension électrique élevée source d'électrocution, mais aussi de court-circuit pouvant entraîner un incendie. Des contraintes sur ces équipements peuvent potentiellement engendrer un risque d'échauffement.

➤ **Réservoirs de stockage des combustibles (gasoil, biogaz)**

Les réservoirs prévus pour le stockage des combustibles présentent des potentiels de dangers. Le risque de confinement d'incendie et d'explosion est bien présent. Le risque est lié à la caractéristique des produits stockés.

Des contrôles périodiques et réglementaires permettent de contrôler l'état des réservoirs.

Le déversement de combustible pourrait conduire à une contamination des eaux de surface, des eaux souterraines et du sol et également de l'air ambiant suite à la corrosion des équipements, des bris ou des erreurs humaines. Les mesures de prévention et d'atténuation suivantes seront mises en place :

- Réservoirs de stockage de produits pétroliers dans une cuvette de rétention d'une capacité de 110 % du volume du plus grand réservoir;
- Détection de niveau des réservoirs de carburants et prévention des déversements;
- Dalles aux postes de réception et de distribution des hydrocarbures avec moyens de contenir les déversements;
- Séparateur eau hydrocarbures au parc de stockage des carburants;
- Procédure de réception et de distribution des hydrocarbures avec formation;
- Réservoir d'alimentation quotidienne à double paroi;
- Trousse de nettoyage des déversements avec absorbants;
- Brigade d'urgence; et,
- Plan de mesures d'urgence pour la mine avec moyens d'alerte et formation du personnel.

Incendie ou explosion de cuves de stockage de carburants

Des incendies de produits pétroliers pourraient survenir au parc de stockage des carburants, aux réservoirs d'alimentation quotidienne, lors de leur transport et distribution avec potentiel de blessures, de pertes de vie, de pertes économiques et de contamination des eaux de surface et souterraines et du sol. De plus les eaux incendies pourraient contenir des hydrocarbures et conduire à des conséquences similaires à celles qui ont été décrites dans la sous-section entreposages de carburants avec déversement et contamination de l'environnement. Le risque de confinement d'incendie et d'explosion et du phénomène de boil over en surface au niveau des réservoirs est bien présent. Le risque est lié à la caractéristique des produits stockés.

Les mesures de prévention et d'atténuation suivantes devront être en place :

- Réservoirs de stockage de produits pétroliers dans une cuvette de rétention d'une capacité de 110 % du volume du plus grand réservoir;
- Détection de niveau des réservoirs de carburants et prévention des déversements;
- Entretien des équipements pour prévenir les fuites et déversements d'hydrocarbures;
- Séparateur eau hydrocarbures au parc de stockage des carburants;
- Procédure de réception et de distribution des hydrocarbures avec formation;
- Trousse de nettoyage des déversements avec absorbants;
- Extincteurs incendie portatifs au stockage de carburants et réservoirs d'alimentation quotidienne;

➤ ***Le transformateur (local TGBT)***

Un transformateur est un appareil destiné à modifier la tension électrique du courant. Il peut permettre d'élever la tension, par exemple en sortie de centrale de production, afin de rendre l'électricité transportable sur de longues distances, en limitant les pertes électriques (effet joule). Il peut également abaisser la tension, par échelons successifs, en fonction de l'utilisateur final et de ses besoins en électricité.

Les transformateurs contiennent de l'électricité à haute tension et la possibilité d'incidents associés aux incendies est toujours présente. En raison des risques d'incendie et du rôle important que jouent les transformateurs électriques dans l'approvisionnement de la collectivité en électricité, ces appareils doivent être munis d'un système adéquat de protection contre l'incendie.

Nous avons généralement deux types de transformateurs : le transformateur baignant dans un diélectrique (de l'huile) ou le transformateur dit "sec" avec des bobinages enveloppés d'une résine époxy.

Pris dans un incendie, le transformateur peut se vider, dispersant le diélectrique et en dehors de leur caractère toxique pour l'homme, ce sont les produits issus de leur dégradation qui sont à craindre.

Il faut souligner que le transformateur présent sur le site ne nécessite pas de PCB.

➤ **Dangers liés aux pompes**

Les dangers qui liés aux pompes utilisées sur le site sont :

- un éclatement du corps de pompe ;
- une défaillance du moteur créant un court-circuit électrique pouvant causer un incendie ;
- une projection du fluide suite à une perte d'étanchéité pouvant causer un accident ;
- une dispersion du produit provoquant une pollution.

➤ **Dangers liés à la station d'épuration**

Les activités de collecte et d'épuration des eaux usées concernent le personnel technique et de maintenance. Le travail au contact des eaux usées expose le personnel à des microorganismes d'origine essentiellement fécale. La réalité du risque est fonction de l'existence d'un risque potentiel (risque théorique qui résulte du contenu des eaux usées, des caractères biologiques des microorganismes et des données épidémiologiques des maladies infectieuses), des caractéristiques de l'exposition aux eaux usées et de facteurs propres à l'individu qui déterminent le risque de transmission et la réponse de l'organisme à La contamination par le germe.

Différentes études épidémiologiques suggèrent un risque professionnel d'infections intestinales parasitaires chez le professionnel en contact des eaux usées ainsi qu'un risque d'hépatite virale A.

➤ **Dangers liés aux installations électriques**

La présence d'équipements électriques peut être source de dangers en cas de mauvais fonctionnement ou de conception. La zone étant humide est généralement source de défaut d'isolement pouvant entraîner une électrocution en cas de contact avec une masse non isolée correctement.

Afin de diminuer les risques afférant aux installations électriques, un contrôle devra être effectuée périodiquement.

➤ **Dangers liés aux canalisations d'eaux usées**

La canalisation est une conduite souterraine, qui recueille les eaux usées d'une agglomération et les évacue dans le milieu extérieur ou vers une station d'épuration. Les risques associés à l'exploitation des canalisations d'eaux usées sont les suivants :

- Pollution de l'air et dégagements d'odeurs nauséabondes liés à l'émanation de gaz toxiques : hydrogène sulfuré, hydrogène arsénié, méthane, dioxyde de carbone ;
- Pollution des sols/eaux si la conduite n'est pas étanche ou en cas de débordement ;
- Prolifération microbiennes en cas d'entretien défectueux ;
- Incendie (hydrogène sulfuré, hydrogène arsénié)

La maîtrise de ces différents risques passe par les mesures ci-après :

- Visiter le réseau dans le but de détecter des anomalies (obstructions, débordements)

- Assurer l'entretien, la surveillance, le curage et le nettoyage du réseau d'évacuation des eaux usées (canalisations et regards)
- Déboucher les canalisations à l'aide d'une pelle, d'une raclette, d'un godet, voire d'une hydrocreuse aspiratrice ;
- Colmater les fuites sur les conduites et si nécessaire effectuer les réparations courantes des ouvrages et des réseaux d'assainissement.

L'entretien des canalisations d'eaux usées expose aussi les agents aux risques suivants :

- Chute ;
- Noyade ;
- Intoxication ;
- Infections ;
- Affections cutanées.

➤ **Dangers liés aux équipements hydrauliques**

Le manque d'entretien et d'inspection des équipements hydrauliques est la principale cause d'accident (fuite de fluide sous pression, rupture d'une composante du circuit, mouvement brusque inattendu). Les accidents surviennent aussi souvent à cause de méthodes de travail dangereuses ou carrément d'un manque d'information et de formation sur les mesures de sécurité à respecter.

A la suite de tels accidents, les opérateurs se trouvant à proximité sont généralement victimes de blessures graves (traumatismes violents, coupures) Outre les risques liés à la pression, certains de ces appareils contenant des gaz peuvent présenter des risques associés qui dépendent de la nature du produit rejeté : intoxication, infections.

➤ **Dangers liés aux bassins**

Les bassins sont des espaces confinés. Un espace confiné est défini comme un espace fermé, totalement ou partiellement avec les caractéristiques suivantes ;

- cet espace n'est pas au préalable conçu ni destiné à être occupé par du personnel évoluant à l'intérieur. Les opérations qui s'y déroulent sont alors définies comme exceptionnelles, que ce soit au stade de la fabrication de ces espaces, de leur entretien (nettoyages en particulier) ou de leur maintenance (vérifications périodiques, réparations).

- les moyens d'accès, à l'extérieur comme à l'intérieur, sont restreints,

- lors de la pénétration dans ces espaces, les opérateurs peuvent être exposés à un nombre important de risques qu'ils convient de maîtriser.

Ainsi sont qualifiés d'espaces confinés les puits, regards, grosses canalisations, égouts, vide sanitaires, fosses en tout genre. Les secteurs les plus touchés par les interventions à l'intérieur des stations sont les opérations de nettoyage, dégazage, décontamination des bassins et des cuves.

Un espace confiné se caractérise par un rapport volume/dimension d'ouverture tel que les échanges naturels de l'air intérieur avec l'atmosphère extérieure sont particulièrement réduits et peuvent entraîner des risques d'asphyxie, d'intoxication, d'incendie et d'explosion. Dans ces espaces, les risques peuvent être aggravés par une arrivée accidentelle de gaz.

➤ **Risques mécaniques**

Parmi les risques mécaniques on distingue : les risques d'entraînement, de cisaillement, de chocs liés au fonctionnement des machines : dégrilleurs, pompes. Ces risques sont d'autant plus nombreux que les installations comprennent des pièces mobiles. Du fait de leur démarrage cyclique ou automatique, et en l'absence de protection particulière ou défectueuse, ces installations présentent des risques pour toute personne susceptible de s'en approcher.

La prévention technique sera également primordiale : protection par carter des organes mobiles, protection par grille du dégrilleur, il ne faut intervenir, lors des opérations d'entretien, que sur des machines à l'arrêt, sans possibilité de mise en marche.

➤ **Les risques d'incendie et d'explosion**

Incendie : le risque est extrêmement faible dans les stations. Cependant une défaillance des dispositifs de protection électrique est toujours possible de même qu'une inflammation des refus de dégrillage ou de déshuilage. Dans les stations outre les causes d'incendie sus mentionnées, le risque existe surtout au niveau du stockage de produits inflammables.

Explosion : les gaz potentiellement explosifs proviennent principalement de la fermentation anaérobie des matières organiques que celle-ci ait lieu dans le digesteur de boues (fermentation dirigée et intentionnelle) ou dans des canalisations mal curées (fermentation accidentelle) le méthane ainsi produit devient inflammable et explosif lorsqu'il est mélangé à l'air dans certaines proportions.

La réduction de ces risques débute au moment de la conception qui devra prendre en compte un certain nombre d'éléments :

- les moyens de consignation des énergies, fluides, gaz dont inertage,
- l'accessibilité et la manœuvrabilité des équipements sans accéder dans l'espace confiné,
- la ventilation intégrée ou facile à mettre en œuvre
- les ouvertures suffisamment grandes
- les moyens, fixations, emplacements et accès adaptés des équipements de manutention (potence, ancrage, dispositifs amovibles...),
- l'identification et la signalisation des zones à risques...

➤ **Risques biologiques**

Les réseaux de collecte des eaux usées reçoivent les eaux usées utilisées par les humains pour leurs installations sanitaires, la cuisine, le lavage des sols, des animaux domestiques, viennent s'y ajouter les eaux usées des entreprises industrielles artisanales ou commerciales. Les agents biologiques présents dans ou sur ces différents éléments vivants ou inanimés vont donc se retrouver dans les eaux usées. La plupart de ces agents n'entraînent pas de maladie. En se nourrissant de la pollution organique présente dans les eaux usées, ils vont constituer la base de leur traitement biologique. Du fait de leur origine diverses certains agents pathogènes peuvent être à l'origine de risque infectieux par :

➤ **Autres risques et nuisances**

Le bruit, les odeurs, l'humidité, le manque de vue sur l'extérieur peuvent nuire aux bonnes conditions de travail. Les stations peuvent aussi générer des nuisances sonores et olfactives pour les riverains.

➤ **Les risques liés aux installations de cogénération**

Les installations de cogénérations prévues dans le cadre du projet sont constituées d'alternateur mis en rotation après combustion du biogaz produit. Ils sont également caractérisés par la présence de haute tension électrique source d'électrocution mais également d'incendie en cas de court-cuit. Ces installations présentent également un risque car utilisant une substance inflammable (biogaz) pour leur fonctionnement.

➤ ***Dangers liés au digesteur***

Le digesteur est une cuve (en béton, acier, ou autres matériaux) généralement de forme cylindrique. Il peut être enterré ou hors sol et est hermétiquement clos, isolé, brassé et chauffé. C'est une installation servant à la digestion anaérobie. Il traite les déchets constitués majoritairement de matières organiques.

Les dangers liés au digesteur sont les suivants :

- Fuite de biogaz pouvant être à l'origine d'incendie ou d'explosion ;
- Explosion due à la formation d'une atmosphère explosive à l'intérieur du digesteur (ciel gazeux) ;
- Dispersion de substances dangereuses (toxiques, inflammables) suite à une fuite ou à une rupture de l'équipement.

➤ ***Dangers liés au gazomètre***

Le gazomètre est un réservoir destiné à stocker du gaz. Il joue les rôles suivants :

- sert de stockage tampon et régule ainsi la production.
- évite le rejet à l'atmosphère d'une éventuelle surproduction de biogaz ce qui participe de la lutte contre le réchauffement climatique et vous évite une perte de revenu.
- permet, avant utilisation du biogaz, d'effectuer les opérations de filtrage et/ou de contrôle de composition demandées par la législation.

Les principaux risques liés au gazomètre sont les suivants :

- L'explosion dans le gazomètre ;
- Dispersion de substances dangereuses à une fuite ou à une rupture de l'équipement.

➤ **Dangers liés à la torchère**

La torchère est une installation utilisée pour brûler le biogaz. Elle est très utilisée dans les procédés de méthanisation. C'est une tour métallique servant à brûler le biogaz. La torchère détruit le biogaz par combustion. Le biogaz est généralement récupéré par l'intermédiaire de conduite et acheminé jusqu'à la torchère où il est brûlé.

Le principal risque lié à la torchère est une dispersion toxique H₂S suite à l'arrêt du brûleur.

2.2.3. Risques liés aux manques d'utilités

Les utilités suivantes sont critiques pour le fonctionnement:

- Électricité,
- Distribution d'eau,

Afin d'assurer la fourniture des utilités ci-dessus, le site dépend des fournisseurs pour :

- l'électricité,
- l'eau de ville,

Remarque : pour la suite de ce paragraphe, chaque utilité est étudiée indépendamment des autres. Par exemple, pour examiner les effets de la perte du réseau électrique, il a été considéré que la fourniture d'eau a été toujours assurée.

Chaque utilité est présentée dans le tableau suivant selon 3 paramètres :

- Descriptif de l'installation,
- Plan de continuité en cas d'arrêt,
- Effets de la perte.

Tableau 10 : Risques liés aux utilités

Utilité	Plan de continuité en cas d'arrêt	Effets de perte
Électricité	Moyens internes : Le groupe électrogène permet d'assurer l'alimentation des consommateurs indispensables à l'arrêt de l'Entrepôt en toute sécurité pour les personnes et les équipements en cas de coupure électrique	Si, malgré les mesures préventives, les équipements du site venaient à être privés totalement d'électricité (groupes électrogènes) : Toutes les installations dépendantes seront à l'arrêt. Il y'a également un risque de pollution des eaux et dégagement d'odeurs.
Eau de ville	Moyens internes :	En cas de rupture d'alimentation en eau de ville

	Pas de moyens de substitution mais stockage tampon pouvant assuré une relative autonomie dépendamment des niveaux de stocks.	: Les activités nécessitant de l'eau s'arrêteraient par manque d'eau après l'épuisement des stocks présents sans conséquence sur le service fourni
Groupe Électrogène		Si le groupe électrogène est hors service alors que la SENELEC est disponible il n'y aucun impact majeur par contre une non disponibilité de la SENELEC entraînerait forcément l'arrêt des installations.

2.2.4. Sources de dangers externes au site

Il s'agit de traduire les interactions possibles de l'environnement sur les installations, à partir des données descriptives collectées au cours de la première étape. L'objectif est de caractériser et de localiser le cas échéant les " agresseurs " susceptibles de porter atteinte aux installations étudiées, en entraînant par exemple :

- des changements physiques dans les produits,
- des modifications des caractéristiques mécaniques des produits et matériaux,
- des contraintes mécaniques ou thermiques sur les structures et les équipements,
- des pertes d'utilité,
- une aggravation des effets dus à un évènement accidentel survenu en interne

Pour les différents agents extérieurs, il est nécessaire de caractériser l'agression potentielle en faisant figurer dans l'étude de dangers les données quantifiées prises en compte (par exemple les hauteurs d'eaux et zones impactées pour les crues, la carte statistique des points d'impact pour la foudre, les données météo,...). Le cas échéant, il est nécessaire de disposer des conclusions de certaines études spécifiques (étude sismique ou étude foudre par exemple).

2.2.4.1. Agressions externes naturelles

Les agressions externes naturelles susceptibles d'affecter les installations et équipements sont décrites ci-après.

➤ Risques liés à la foudre

Le phénomène

La foudre est un phénomène électrique produit par les charges électriques de certains nuages. Ce phénomène peut se produire lors de conditions atmosphériques orageuses.

Le niveau kéraunique (nombre de journées par an où le tonnerre est entendu NK) n'est pas établi à notre connaissance.

Par ailleurs le nombre d'arcs de foudre au sol en km²/an n'est pas estimé dans cette étude. Toutefois, si elle n'a pas encore réalisé, une étude foudre doit être réalisée en raison de la nature de la couverture.

Le courant produit par la foudre est électrique et entraîne les mêmes effets que tout autre courant circulant dans un conducteur électrique. Il est pulsionnel et présente des fronts de montée en intensité très rapide.

En conséquence, les effets suivants sont possibles :

- ✓ Effets thermiques (dégagement de chaleur),
- ✓ Montée en potentiel des prises de terre et amorçage,
- ✓ Effets d'induction (champ électromagnétique),
- ✓ Effets électrodynamiques (apparition des forces pouvant entraîner des déformations mécaniques ou des ruptures),
- ✓ Effets acoustiques (tonnerre).

En général, un coup de foudre complet dure entre 0,2 et 1 seconde et comporte en moyenne quatre décharges partielles. La valeur médiane de l'intensité d'un coup de foudre se situe autour de 25 kA. Entre chaque décharge (pulsionnelle), un courant de l'ordre de la centaine ou du millier d'ampères continue à s'écouler par le canal ionisé. Les risques présentés par la foudre résultent donc du courant de foudre associé.

2.2.4.2. Les moyens de protection

Les moyens pratiques de protection contre les effets directs de la foudre représentent les moyens d'écouler le courant de foudre pour lui offrir un chemin conducteur aussi direct que possible et en interconnectant tous les éléments métalliques voisins.

Sur les installations de l'établissement on peut citer d'autres mesures de protection telles que :

- ✓ La liaison de toutes les masses métalliques des installations entre elles par des liaisons équipotentielles connectées à une prise de terre, dont la résistance, est inférieure à 100 Ohms,
- ✓ Le contrôle annuel lors des visites réglementaires des installations électriques pour l'équipotentialité des masses,
- ✓ Le contrôle tous les deux ans lors des visites réglementaires des protections contre la foudre pour les résistances de terres et les conducteurs de liaison.

Par ailleurs, l'impact de la foudre peut créer des effets indirects de perturbations, dues aux surtensions d'origine atmosphérique (surtension – remontées des potentiels par les terres).

Les moyens pratiques de protection indirecte sont constitués par une impossibilité de transmission des surtensions par induction entre circuits de natures différentes, par séparation des circuits, absorbeurs d'onde blindage, isolation galvanique.

Des précautions sont prises sur les systèmes de contrôle /commande et sur les systèmes de gestion des dispositifs de sécurité de l'exploitation (mise en sécurité des installations, cas de détérioration de l'un des équipements selon le principe de sécurité positif).

➤ **Risques liés aux vents violents**

Les sources de dangers liées au climat peuvent également venir des fortes amplitudes de température entraînant un vieillissement prématuré des installations, des vents d'assez fortes puissances qui les endommageraient

➤ **Risques liés aux pluies**

Les pluies pourraient présenter des risques d'inondations mettant en danger les installations. Il est nécessaire de mettre en place un système de drainage des eaux de pluies apte à assurer une évacuation et éviter ainsi une inondation. Ce qui est sans objet pour les sites parce que ces dispositions seront prises en compte durant la construction.

Tableau 11: Synthèse des différents risques naturels et leurs conséquences

Agressions externes naturelles	Détails	Conséquences	Représentativité	Traitement du risque
Pluies : Pluies diluviennes, Orages	S O	-Inondations - Pollutions	Sur le site, les eaux de pluie ont été absorbées par le réseau d'évacuation	Conformité aux normes DTU
Foudre	Nombre kéraunique	-Effets indirects sur les équipements -Perte d'installations -Perte d'équipement -Perturbations humaines		- Mise à la terre - Parafoudre
Vent : Tornado, cyclones, tempêtes, Inondations; vol		-Détachement des toits -Perte d'installations -Perte d'équipement		-Conformité aux normes DTU -Murs hauts

➤ **Dangers liés à l'environnement extérieur**

Les stations et les ouvrages du projet ne sont pas à l'abri d'un éventuel danger provenant de l'extérieur, il peut être d'origine criminelle et également involontaire. Le risque d'actes malveillants est à considérer dans ces types d'installations. Les sites sont isolés et contiennent des produits combustibles et des installations électriques qui peuvent éveiller des tentations.

3 ACCIDENTOLOGIE

3.1 Analyse de l'accidentologie

L'étude des accidents survenus sur les installations similaires a pour objectif de préparer les analyses de risques liés à l'exploitation. Elle permet de cerner précisément les causes et conséquences des défaillances étudiées.

L'inventaire des accidents est mené à l'échelle internationale, car cela permet un plus grand champ d'observation, ce type d'exploitation étant relativement analogue dans le monde entier. Cette recherche est fondée sur la base de données ARIA du Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles, rattaché au Service de l'Environnement industriel du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable de la France.

L'analyse des accidents passés met en évidence :

- La nature des événements pouvant conduire à la libération de potentiels de dangers ;
- Les conséquences des événements redoutés ;
- La pertinence des barrières de sécurité qui peuvent prévenir, détecter ou contrôler l'apparition des phénomènes dangereux ou en réduire les conséquences.

3.1.1. Accidents sélectionnés

L'accidentologie des installations d'exploitation s'est basée sur des équipements similaires, mais pouvant provenir de secteurs différents

L'inventaire des accidents de la base de données ARIA, rassemble tous les accidents répertoriés en France ou à l'étranger impliquant réellement ou potentiellement des installations similaires; elle donne un nombre d'accidents conséquent. Cependant, l'étude a fait une sélection des accidents les plus instructifs. Les tableaux suivants présentent les accidents survenus dans les stations d'épuration et les accidents concernant le stockage de combustible.

Tableau 12 : Synthèse de l'accidentologie concernant les stations d'épuration

Accidents	Conséquences principales
<p>N° 34251 18/02/2008 FRANCE - 94 - VALENTON A la suite d'une rupture de canalisation de biogaz, une explosion se produit à 11h40 dans la salle des compresseurs d'une station d'épuration des eaux usées et provoque un feu torche. L'alimentation en énergie est coupée, un périmètre de sécurité mis en place. Les pompiers éteignent l'incendie après 2 h d'intervention puis effectuent des mesures d'explosimétrie. Grâce au maillage du réseau d'alimentation des usines de traitement de la région, les 2/3 des effluents habituellement traités par le site (soit 400 000 m³/j) sont dirigés vers 2 autres usines. Une chaudière provisoire de 3 MW (soumise à déclaration) et fonctionnant au fioul est mise en place pour traiter jusqu'à 200 000 m³/jour. Tout déversement d'eaux polluées en milieu naturel est ainsi évité. L'exploitant diffuse un communiqué de presse. La réhabilitation d'une des chaudières de 4 MW pour fonctionnement au gaz naturel est réalisée dans un délai de 15 jours ; une tierce expertise de l'installation est réalisée avant remise en service et retour à un fonctionnement normal de l'usine (600 000 m³/j traités).</p>	<p>2 employés, légèrement blessés et irrités par l'émanation des gaz, sont transportés à l'hôpital. La salle des compresseurs est détruite et la chaufferie voisine abritant les 3 chaudières mixtes fonctionnant au biogaz est gravement endommagée. Cet accident entraîne la mise hors d'usage des chaudières, dont l'utilisation est indispensable pour la digestion des boues (maintien à 37 °C des ouvrages). La seconde chaudière détruite par l'accident sera réhabilitée pour fonctionner au gaz naturel dans un délai de 6 à 8 semaines. Une enquête est effectuée pour déterminer l'origine exacte du sinistre.</p>
<p>N° 11345 12/03/1997 ITALIE - 00 - PESCHIERA DEL GARDA Dans une station d'épuration communale des eaux usées, une explosion se produit au cours de travaux de réparation dans un silo en béton de fermentation et de production de biogaz. Des résidus gazeux et des opérations de soudage seraient à l'origine du sinistre. Le toit du silo est soufflé.</p>	<p>Deux ouvriers sont projetés à l'extérieur et sont tués, un troisième tombe au fond de l'édifice et est sérieusement blessé.</p>
<p>N° 32574 - 29/12/2005 - ALLEMAGNE - STUTTGART Lors du transfert sous vide de déchets liquides pompés dans des fûts en acier, du sulfure d'hydrogène (H₂S) s'échappe par l'évent de la citerne réceptrice d'un centre de traitement des déchets dangereux. Ne pouvant être traités sur place, ces déchets reçus en fûts et mélangés dans la citerne doivent être transportés sur un autre site. A leur arrivée, les pompiers ne détectent pas la présence de concentration significative en H₂S et quittent les lieux. La police demande de vider le tuyau d'aspiration dans la citerne. La pompe à vide est alors redémarrée. La police ordonne la fin des opérations, les pompiers et un médecin d'urgence sont appelés sur les lieux. L'émission d'H₂S résulte d'une réaction chimique entre 2 déchets liquides, un composant organo-sulfuré et un acide organique.</p>	<p>Au total, on recense : 1 décès et 6 intoxications avec hospitalisation (2 employés, 2 membres des services d'urgence et 2 agents d'une autre entreprise).</p>

Accidents	Conséquences principales
<p>Cet accident relèverait d'une organisation défailante : identification, évaluation et documentation pour la manipulation de capacités de produits dangereux inadaptées, modes opératoires pour le pompage des fûts dans la citerne sous vide ne précisant pas l'ordre d'introduction, réactions chimiques secondaires... Aucun dispositif de sécurité n'est prévu en cas de rejet gazeux par l'évent de la citerne.</p>	
<p>N° 36621 03/06/2009 FRANCE - 78 - ACHERES Dans une station d'épuration, une sphère de biogaz est mise en dépression lors de la remise en service de celle-ci suite à un arrêt pour un contrôle réglementaire. L'opération débute vers 13h30 et se déroule correctement jusqu'à la manœuvre des vannes : l'agent qui effectue l'ouverture de la vanne VGC 3690 (vanne d'équilibre à l'atmosphère) pense que celle-ci est déjà ouverte (pas d'indicateur sur le réducteur de la position de la vanne). Il procède donc à l'ouverture totale de la vanne VGC 3691 (vidange de l'eau de remplissage de la sphère) et progressivement à l'ouverture de la vanne motorisée VGC 3679 (arrivée de biogaz). Après une dizaine de minute, la vidange de l'eau (vanne supérieure fermée) provoque un vide puis la mise en dépression de la sphère, entraînant la déformation de 4 éléments de l'hémisphère supérieur et de la calotte supérieure. La sphère est ensuite isolée en gaz par la remise en place des queues de poêle sur les conduites de gaz arrivée et départ. Le complément en eau de la sphère est réalisé à 15h30. L'installation est en sécurité.</p>	<p>Le coût des dommages est de 400 000 euros portant sur le contrôle complet des soudures, la réparation des parties endommagées et le contrôle de requalification avant remise en service.</p>
<p>04/03/2012 - Achères (78) Dans une station d'épuration urbaine, le ventilateur du réseau d'extraction du biogaz depuis le gazomètre s'arrête automatiquement à 19h27 sur défaillance d'une vanne de maillage. Les agents de maintenance ne peuvent résoudre ce défaut bloquant et le gazomètre monte en pression. La côte maximale atteinte, l'exploitant met en place un périmètre de sécurité et dégaze à l'atmosphère le biogaz contenant 65 % de CH₄, 34 % de CO₂ et diverses impuretés dont 50 ppm d'H₂S. La vanne est réparée 1h plus tard, mais le dégazage se poursuit encore 1h30, durée d'intervention d'un automaticien extérieur, après apparition d'un 2ème défaut bloquant avec défaillance de mesure sur l'automate. Le transfert de biogaz, qui reprend vers 22 h, met fin au dégazage ; 2 275 m³ (2,3 t) de biogaz ont été émis à l'atmosphère.</p>	

Accidents	Conséquences principales
<p>Le défaut de mesure sur l'automate apparaissait quand le niveau de biogaz dépassait 8 m dans le gazomètre. Ce défaut est corrigé, la programmation des modes de fonctionnement de l'automate est vérifiée et corrigée pour supprimer les défauts bloquants identifiés. Un accident comparable s'était déjà produit 2 ans plus tôt (ARIA 38485).</p>	
<p>30/07/1985 - 69 - SAINT-FONS Lors d'un contrôle inopiné, un technicien d'un organisme extérieur est gravement intoxiqué, sans doute par des émanations d'hydrogène sulfuré, après avoir pénétré à l'insu de l'exploitant dans les égouts d'une station d'épuration industrielle. Un 2ème technicien est intoxiqué à son tour en tentant de lui porter secours. Les 2 personnes seront sauvées d'extrême justesse</p>	<p>Aucune conséquence majeure</p>
<p>12/06/2006 - 78 - POISSY Lors du curage d'un bac de décantation du réseau d'égout de Poissy, 3 égoutiers, âgés de 22 à 44 ans, décèdent, un autre est grièvement blessé très probablement à la suite d'un dégagement d'hydrogène sulfuré (H2S). Deux fois par an, 4 salariés d'une entreprise d'assainissement et de voirie nettoient la fosse de décantation du quartier « La collégiale ». L'opération consiste à aspirer dans des camions le contenu du bac de décantation de 30 m³ et profond de 5 m pour en extraire les boues et autres déchets. Selon cette société qui est sous contrat depuis 20 ans avec la ville, cet entretien préventif débuté à 9h30 devait garantir un bon écoulement des eaux usées dans les égouts. Vers 10 h, 3 des ouvriers sont intoxiqués de manière foudroyante (selon un membre de l'équipe de secours) alors qu'ils auraient probablement atteint une poche de H2S, gaz très toxique issu de la décomposition des matières organiques. Le quatrième ouvrier, père d'un des employés décédés, âgé de 48ans, qui se trouve un peu en retrait, est grièvement atteint et transporté à l'hôpital. Dès l'alerte donnée par un passant, près d'une cinquantaine de pompiers accompagnés d'une vingtaine de véhicules se rendent sur les lieux, rejoints par 4 équipes du Samu. Deux enquêtes sont effectuées, l'une judiciaire et l'autre par l'inspection du travail qui devra vérifier si tous les protocoles devant être mis en oeuvre pour ce type d'intervention ont été respectés. La direction de la société indique que les opérateurs en assainissement sont formés aux interventions en atmosphères confinées, qu'ils disposent de contrôleurs d'atmosphère et de masques auto-sauveteurs. Une</p>	<p>Mort d'homme</p>

Accidents	Conséquences principales
autopsie est ordonnée par le parquet pour connaître les raisons exactes de la mort des 3 ouvriers .	
<p>08/11/2005 - ALLEMAGNE - RHADERESTEDT</p> <p>Dans un site de production de biogaz par valorisation de déchets organiques, une émanation de sulfure d'hydrogène (H₂S) d'un camion venu décharger des déchets issus d'un abattoir. Arrivé le soir, le camion en provenance des Pays-Bas stationne devant l'établissement jusqu'au lendemain matin. Le drame se produit alors que le chargement du camion est déchargé à l'intérieur d'un hall fermé pour limiter les nuisances olfactives, dans une fosse de 100 m³ équipée de 2 agitateurs et dont le couvercle ne peut être fermé en raison de la défaillance du moteur électrique qui l'actionne. Les matières déchargées, déchets liquides chargés en sulfures, de pH proche de 8,5 et d'une température de 60 °C, sont des boyaux et des viscères de porc ; elles avaient été chargées 24 h plus tôt et étaient analogues aux déchets habituellement livrés 1 à 2 fois par semaine par l'établissement d'origine. La réaction entre ces substances et les matières déjà présentes dans la fosse (déchets animaux ou de laiteries, de pH peu élevé d'après les analyses effectuées après l'accident) serait à l'origine d'un fort dégagement d'H₂S. La température du milieu et le fonctionnement de l'agitation auraient favorisé la dispersion du gaz toxique dans le hall de déchargement. Par ailleurs, le dispositif d'extraction situé en fond de fosse qui rejette l'air vicié à l'extérieur via un biofiltre se serait montré insuffisant.</p>	Asphyxie avec 3 employés et le conducteur de camion tués
<p>15/10/2013</p> <p>Un tragique accident s'est produit le 15 octobre à la station d'épuration Seine Aval du Syndicat interdépartemental d'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap), à Achères (78). Un salarié a fait une chute mortelle alors qu'il effectuait un prélèvement d'échantillon dans un bassin de traitement.</p> <p>Les hommes-grenouilles des pompiers ont été appelés en renfort et ont récupéré le corps en fin de journée après une vidange du bassin.</p> <p>Les conditions de cet accident mortel semblent encore difficiles à déterminer.</p>	Mort d'homme

Tableau 13 : Synthèse de l'accidentologie concernant le stockage de combustible

N°	Accident	Equipement / Installation	Cause	Conséquence
----	----------	---------------------------	-------	-------------

N°	Accident	Equipement / Installation	Cause	Conséquence
1	N° 10026 18/12/1978 PAYS-BAS NIJMEGEN	- cuve de - stockage et - camion-citerne	une petite fuite se produit sur les lignes de transfert	La fuite s'enflamme sur un point chaud du moteur du camion
2	N° 10412 05/09/1997 TURQUIE - BURSA	- une installation - de distribution	Inconnue	une explosion Un camion-citerne et deux taxis sont incendiés. Les dommages sont importants. Il n'y a pas de victime.
2	N° 12367 12/12/1997 ETATS-UNIS UPLAND	- un réservoir - enterré	Dans une station-service, deux ouvriers posent un revêtement à base de fibres de verre dans un réservoir enterré de carburant pour une mise en conformité	Une explosion survient. Les vapeurs d'essence résiduelles sont vraisemblablement à l'origine du sinistre. Un ouvrier se trouvant à l'intérieur du réservoir est tué et le deuxième est brûlé au 2e et 3e degré sur 65 % du corps.
3	N° 691 11/05/1988 - 94 CRETEIL	- camion-citerne	un flexible de dépotage est arraché lors de la livraison de supercarburant dans une station-service	300 l de carburant se déversent sur la chaussée
4	N°2079 11/07/1990 - 78 MARLY-LE-ROI	- citerne	Une fuite de carburant se produit au moment du remplissage d'une citerne	Des explosions puis un incendie se produisent. Trois personnes sont blessées, dont 1 très gravement La station-service est

N°	Accident	Equipement / Installation	Cause	Conséquence
				totalelement détruite
5	N°2754 - 24/07/1991 - 13 - MARSEILLE	camion-citerne	Inconnue	Un incendie détruit un camion-citerne stationné dans une station-service
6	N°2990 - 15/01/1991 - 69 - GIVORS	cuve enterrée de supercarburant	L'accident dû à une fuite sur un joint du tampon de remplissage	Dans une station-service, l'inflammation du ciel gazeux d'une cuve enterrée de supercarburant provoque une explosion

a) Conclusion

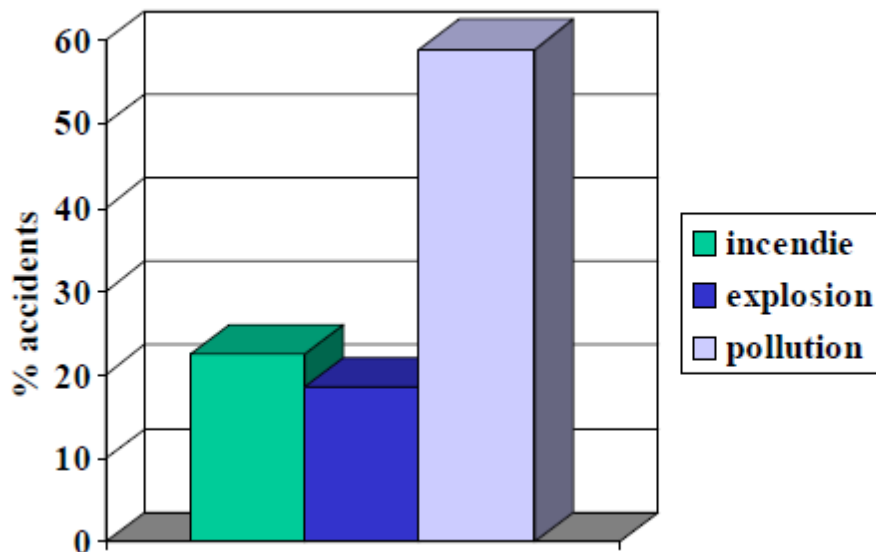
L'analyse de l'accidentologie montre que pour le stockage de combustible, les installations du secteur susceptibles d'être à l'origine d'un accident majeur sont les cuves de stockage. Les causes vont de défaillances matérielles (fuite sur cuves) aux actes criminels en passant par des erreurs humaines ou de procédure.

Au niveau des stations d'épuration, les installations susceptibles d'être à l'origine d'un accident majeur sont les zones confinées. Les stations d'épuration sont souvent confrontées à de nombreux risques. Parmi les dangers les plus courants on peut citer : la présence de gaz inflammables/explosibles, les manutentions et levages de charges parfois très lourdes; intervention isolées ou en équipes réduites (hors espaces confinés); les chantiers en atmosphères confinées, explosibles ou non, avec une exposition possible à des produits chimiques dangereux; les substances et déchets présentant des risques biologiques. Les causes sont généralement de défaillances matérielles, absence de formation du personnel.

2.2.1. Retour d'expérience sur les causes d'accidents

2.2.1.1. Stockage de combustible

Les accidents se produisant durant le stockage de combustibles conduisent le plus souvent à des pollutions de sol ou de sous-sol et de façon moins fréquente, à des explosions et des incendies. Le graphique ci-dessous illustre cette information.



Le phénomène de pollution des sols et sous-sols se décline en deux catégories :

- pollution chronique se produisant sur une longue période et étant due le plus souvent à la corrosion des cuves enterrées,
- pollution accidentelle due au déversement d'hydrocarbure lors du remplissage et stockages.

Les phénomènes d'explosion et d'incendie sont moins fréquents que la pollution mais peuvent cependant entraîner des dégâts matériels importants et même humains. En général, l'explosion succède à l'incendie. Quant au bilan humain, il fait état de morts et de blessés graves dans respectivement 2,3 % et 9,5 % des cas répertoriés

La perte de confinement d'une rétention en feu peut entraîner l'extension du sinistre selon les proportions suivantes :

Tableau 14 : Effets dominos des pertes de confinement lors d'un incendie de cuvette

Extension du sinistre	Nombre d'événements %
Formation d'un nuage inflammable / Explosible	7 %
Formation d'un nuage toxique / corrosif	21 %
Propagation du feu	2 %

Les principales conséquences des accidents illustratifs impliquant des cuvettes de rétention sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Conséquences des accidents liés aux cuvettes de rétention

Conséquences recensées (non exclusives les unes des autres)			%
Conséquences humaines	Décès		1,5 %
	Blessés graves		0,5 %
	Pollution des eaux superficielles		43 %
Conséquences environnementales	Pollution des eaux souterraines		6 %
	Pollution des sols / terre		31 %
	Impact sur la faune et / ou la flore		13 %
Dommages matériels extérieurs			8 %
Restrictions (navigation fluviale, pêche, captage d'eau potable, interruption de la circulation, évacuations, confinement...)			11 %

Les principales conséquences des accidents illustratifs impliquant des cuvettes de rétention sont :

Tableau 16 : Typologie générale des accidents étudiés

Type accidents	Nombre
Incendies	72 %
Rejets dangereux (produits ou organismes)	10 %
Effets domino	5 %
Explosions	2 %
Projections, chutes d'équipements	11 %

Les causes d'un accident industriel sont fréquemment multiples et difficiles à établir. Par ailleurs leur bonne identification suppose, en général, des investigations poussées qui ne sont entreprises systématiquement que lors d'accidents graves ou à priori porteurs d'enseignements. Enfin, il existe, le plus souvent, une grande marge d'interprétation dans la classification des causes.

2.2.1.2. Stockage du biogaz :

- **Les équipements / installations**

La répartition graphique ci-dessous met en évidence la répartition des événements et installations en cause dans les événements accidentels mentionnés ci-dessus

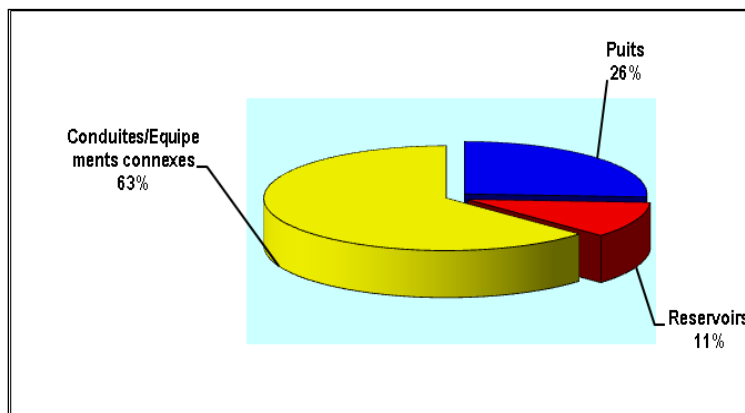


Figure 2: Origines des événements accidentels

- **Les opérations**

La représentation graphique ci-dessous met en évidence les opérations au niveau desquelles les événements se sont produits.

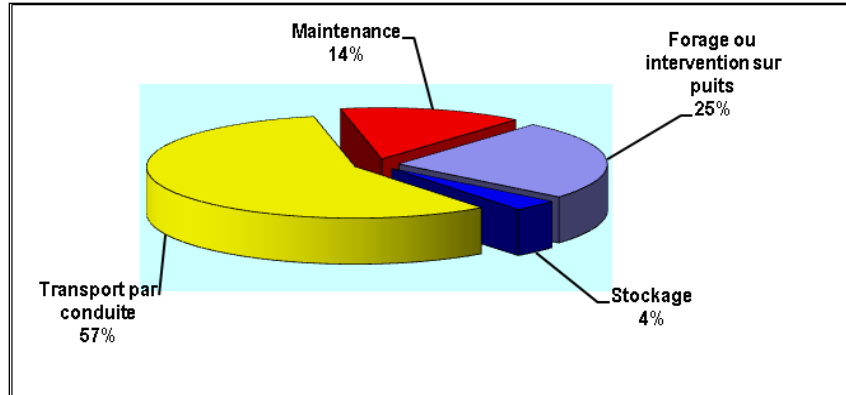


Figure 3: Nature des opérations sources d'accidents

La grande majorité des accidents surviennent pendant les opérations de transport du gaz naturel par conduite (57%) et pendant les opérations de forage ou d'intervention sur un puits (25%), de maintenance (14%). Des cas isolés d'accidents sur des stockages de gaz naturel ont été aussi identifiés.

Ainsi les causes principales qui ont été répertoriées sont :

- ☞ Défaillance matérielle,
- ☞ Défaillance humaine,
- ☞ Malveillance,
- ☞ Intervention insuffisante,
- ☞ Accident extérieur.

Bien que non exhaustive, cette liste met en évidence les évènements qui peuvent être redoutés:

- ☞ Perte de confinement des réservoirs de stockage de gazoil et de biogaz
- ☞ Inflammation d'une nappe de gazole suite à un épandage lors du dépotage
- ☞ Présence de gaz de fermentation explosif (canalisation et bassin)
- ☞ Milieu confiné et absence d'oxygène,

3.2 Analyse des risques

Cette étape consiste à étudier systématiquement tous les scénarii, à rechercher leurs causes et à identifier les dispositions préventives qui y sont associées.

Aussi elle permet de passer en revue les conséquences possibles et d'identifier les dispositions de maîtrise.

Enfin, elle permet de définir le niveau de gravité et de probabilité de chaque scénario et d'en déduire le niveau de risque.

2.2.1. Base de L'Analyse des Risques (AR)

La base de la prévention des accidents et de la maîtrise de la sécurité repose sur :

- ✓ La prise en compte des accidents et des risques liés aux produits, aux procédés, aux technologies mis en œuvre et présentés par l'activité projetée ou existante,
- ✓ La mise en place de mesures techniques, organisationnelles et humaines destinées à prévenir tout événement redouté susceptible d'engendrer un accident et d'en limiter les conséquences en cas de survenue.

L'étape essentielle de l'analyse est l'identification aussi approfondie que nécessaire des DANGERS et RISQUES adaptés au système étudié. Les méthodes développées pour procéder à l'analyse des risques de systèmes sont nombreuses. L'industrie en général emploie les outils classiques comme :

- ✓ L'analyse préliminaire des risques : APR,
- ✓ L'analyse détaillée des risques : ADR
- ✓ L'analyse des risques sur schémas (HAZOP «what if »),
- ✓ L'analyse par arbre des défaillances : ADD,
- ✓ L'analyse par arbre d'événements : AE,
- ✓ L'analyse par liste de contrôle (type équipement) : ALC,
- ✓ L'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité: AMDEC.

L'emploi des trois premières méthodes est de nature à résoudre la plupart des problèmes, mais l'usage des quatre dernières peut s'avérer utile pour la résolution des difficultés résiduelles lorsqu'elles existent et la réalisation de démonstrations chiffrées si nécessaire. Le tableau ci-dessous présente les solutions possibles pour l'utilisation de ces méthodes en fonction des étapes de la vie d'un procédé.

Tableau 17 : Méthodes d'analyse et contextes

	APR	ADR	AdD	AE	AMDEC	ALC	HAZOP
Voie chimique Faisabilité							
Données de base du procédé							
Étude préliminaire							
Avant-projet							
Projet							
Étude de détail							
Exploitation							

Suivant les outils ou méthodes employés, la description des situations dangereuses est plus ou moins approfondie et peut conduire à l'élaboration de véritables scénarios d'accident.

L'analyse des risques permet aussi de mettre en lumière les barrières de sécurité existante en vue de prévenir l'apparition de situations dangereuses (barrière de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection).

Consécutivement à cette identification, il s'agit d'estimer les risques en vue de hiérarchiser les risques ultérieurement à ce niveau de risque et de l'adapter aux critères de décision.

L'estimation du risque implique la détermination :

- ✓ d'un niveau de probabilité pour que le dommage survienne,
- ✓ d'un niveau de gravité de ce dommage.

2.2.2. *Potentiel de dangers lié aux installations*

Pour rappel, pour caractériser le potentiel de dangers des procédés, il faut considérer la composante de la cinétique de développement du danger.

Cette cinétique sera soit :

- ✓ rapide
- ✓ lente

Dans le cadre de la maîtrise de l'urbanisation autour des sites industriels, 3 zones sont généralement retenues et délimitées par les seuils des effets suivants :

- ✓ SELS : seuil des effets létaux significatifs
- ✓ SEL : seuil des effets létaux
- ✓ SEI : seuil des effets irréversibles

Il est rappelé que le Sénégal n'ayant pas une littérature spécifique à ce propos, nous prenons nos références sur la réglementation française notamment relative à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique le l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les EDD des ICPE soumises à autorisation.

2.2.3. *Évaluation de la Gravité*

Un événement redouté (ER) affectant la sécurité des hommes, des installations, l'intégrité de l'environnement et des populations est une approche déterministe d'évaluation des effets de flux thermique, surpression, pollution, nuage toxique, etc.

À partir des lois physico-chimiques quantifiées s'appuyant sur des fondements mathématiques, il est possible de déterminer les conséquences possibles sur l'environnement, relevant des scénarios majorants étudiés.

La gravité des scénarii d'accidents dimensionnés sera déterminée suivant le tableau suivant :

Niveau de gravité	Niveau d'occurrence		Zone des effets irréversibles sur la vie humaine
	Zone des SELS	Zones des SEL	
DÉSASTREUX	+ de 10 personnes exposées	+ de 100 personnes exposées	+ de 1000 personnes exposées

CATASTROPHIQUE	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1000 personnes exposées
IMPORTANT	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes	Entre 10 et 100 personnes exposées
SÉRIEUX	Aucune personne exposée	Au plus 1 personnes exposées	Moins de 10 personnes exposées
MODERE	PAS DE ZONE DE LETALITE	Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à 1 personne	

Personnes exposées : En tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et les possibilités de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de propagation de ses effets le permettent.

2.2.4. Présentation des échelles de gravité et de probabilité

Les échelles d'estimation pour les niveaux de probabilité et de gravité sont issues du guide méthodologique d'études de dangers du Sénégal. L'évaluation du niveau de risque consiste considérer celui-ci comme étant le produit de deux facteurs, à savoir : la probabilité d'occurrence P et l'importance de la gravité G.

Risque = Probabilité x Gravité

Les niveaux de probabilité d'apparition peuvent aller d'improbable à fréquent et les niveaux de gravité de négligeable à catastrophique (cf. tableau suivant).

Tableau 18 : Niveaux des facteurs (P, G) d'élaboration d'une matrice des risques

Échelle de probabilité (P)		Échelle de gravité (G)	
Score	Signification	Score	Signification
P1 = improbable	<ul style="list-style-type: none"> Jamais vu avec des installations de ce type ; Presque impossible avec ces genres d'installation. 	G1 = négligeable	<ul style="list-style-type: none"> Impact mineur sur le personnel Pas d'arrêt d'exploitation Faibles effets sur l'environnement
P2 = rare	<ul style="list-style-type: none"> Déjà rencontré dans des établissements de ce type ; Possible dans cet établissement 	G2 = mineur	<ul style="list-style-type: none"> Soins médicaux pour le personnel Domage mineur Petite perte de produits Effets mineurs sur l'environnement

Échelle de probabilité (P)		Échelle de gravité (G)	
Score	Signification	Score	Signification
P3 = occasionnel	<ul style="list-style-type: none"> • Déjà rencontré avec des installations de ce type ; • Occasionnel, mais peut arriver quelques fois avec des installations de ce genre 	G3 = important	<ul style="list-style-type: none"> • Personnel sérieusement blessé (arrêt de travail prolongé) • Dommages limités • Arrêt partiel de l'exploitation • effets sur l'environnement important
P4 = fréquent	Arrive deux à trois fois dans l'établissement	G4 = critique	<ul style="list-style-type: none"> • Blessure handicapante à vie (1 à 3 décès) • Dommages importants • Arrêt partiel de l'exploitation • effets sur l'environnement importants
P5 = constant	Arrive plusieurs fois par an avec les installations (supérieur à 3fois par an)	G5 = catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs morts • Dommages très étendus • Long arrêt de production

En combinant les deux niveaux (P, G), nous formons une matrice des risques considérés comme acceptables ou non. De manière simple nous avons réalisé une grille d'évaluation du niveau de risque lié à l'exploitation de l'établissement en leur attribuant un code de couleurs allant du vert au rouge (tableau 20).

Tableau 19 : Matrice des niveaux de risque

	G5	G4	G3	G2	G1
P5					
P4					
P3					
P2					

P1					
-----------	--	--	--	--	--

Signification des couleurs :

- Un **risque** très limité (tolérable) sera considéré comme **acceptable** et aura une couleur **verte**. Dans ce cas, aucune action n'est requise ;
- La couleur **jaune** matérialise un **risque important**. Dans ce cas un plan de réduction doit être mis en œuvre à court, moyen et long terme ;
- tandis qu'un **risque élevé inacceptable** va nécessiter une étude détaillée de scénarios d'accidents majeurs. Le site doit disposer des mesures de réduction immédiates en mettant en place des moyens de prévention et de protection. Il est représenté par la couleur **rouge**.

	Niveau de risque élevé inacceptable
	Niveau de risque important
	Niveau de risque acceptable

2.2.5. Présentation des tableaux d'analyse des risques

L'analyse des risques est faite avec des tableaux de types HAZOP. La méthode HAZOP, pour Hazard Operability a été développée par la société Imperial Chemical Industries (ICI) au début des années 1970. Elle a depuis été adaptée par divers secteurs d'activité.

L'HAZOP considère les dérives potentielles (ou déviations) des principaux paramètres liés à l'exploitation de l'installation. De ce fait elle est centrée sur le fonctionnement du procédé. Les tableaux suivants présentent la synthèse des résultats d'analyse et les niveaux de risques des différents scénarii :

Tableau 20 : Synthèse de l'Analyse et présentation des niveaux de risque initiaux

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
STATIONS (ÉPURATION, REFOULEMENT, RELEVEMENT)					
Défaillances électriques sur les installations	<ul style="list-style-type: none"> – Défauts des équipements de protection – Vents violents – Foudre – Défauts internes des transformateurs – Mauvais raccordement – Mauvaise isolation – Choc projectile – Présence d'une tension élevée – Milieu humide 	<ul style="list-style-type: none"> – Incendie – Perte de matériels 	P3	G3	33
Mise en contact de produits chimiques incompatibles	Erreur humaine (non-respect des procédures)	Réaction exothermique, dégagement de vapeurs toxiques <ul style="list-style-type: none"> – Risque incendie 	P3	G3	33

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Rupture mécanique d'une pompe	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement (pompe fonctionnant à vide) – Défaut intrinsèque ou perte de contrôle de rotation 	– Projection de fragments	P2	G4	24
Absence d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> – Panne du secteur – Groupe électrogène en panne – Absence de combustible pour le groupe électrogène – Réseau électrique défaillant 	<ul style="list-style-type: none"> – Arrêt des installations/pompes – Nuisance olfactive – Possible pollution en cas de débordement des affluents non traités 	P3	G3	33
Présence de gaz de fermentation : méthane et le sulfure d'hydrogène dans les espaces confinés (digesteur, fosses de stockage de boues, liquides, gazomètre bassin, canalisations)	Concentration de gaz fermentation des matières organiques (méthane et le sulfure d'hydrogène) à des concentrations dangereuses dans ces espaces confinés, Ventilation inadéquate au niveau des espaces confinés, Mauvais entretien des installations	<ul style="list-style-type: none"> – Risque d'explosion en cas de d'ignition – incendie 	P3	G4	34
Dispersion de produits toxiques (biogaz) à l'air libre	Fuite ou rupture sur tuyauterie, organe de transfert, Choc projectiles sur équipements (digesteur, gazomètre,	Explosion de gaz à l'air libre, Pollution atmosphérique, Affections respiratoires, intoxication liées à la	P3	P3	33

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
	tuyauterie...), Erreur de manipulation	présence de gaz toxiques dans l'air			
Effondrement de la structure	<ul style="list-style-type: none"> – Glissement de terrain – Corrosion des appuis – Collision d'un engin 	<ul style="list-style-type: none"> – Destruction des équipements présents dans le local – Arrêt service – Nuisance olfactive 	P3	G3	33
Eaux stagnantes aux abords des bassins	Absence d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> – Glissade – Contamination du sol – Mauvaise odeur – Noyade en cas de chute 	P3	G3	33
Milieu confiné et absence d'oxygène	<ul style="list-style-type: none"> – Présence de gaz inerte – Mauvaise ventilation – Mauvais curage 	<ul style="list-style-type: none"> – Asphyxie, – anoxie, – hypoxie 	P4	G4	44
Manutention mécanique	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvais arrimage, – Inadéquation du matériel, – Absence de signalisation, – Défaillance mécanique des engins 	Chute de charges, Pertes d'équipements, Collision d'engins Renversement d'engin	P3	G3	33

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Rupture mécanique d'une machine	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement dû à un fonctionnement à vide – Défaut intrinsèque ou perte de contrôle de rotation 	– Projection de fragments	P2	G4	24
Incendie au niveau du groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> – Court-circuit de l'alternateur – Echauffement excessif du moteur thermique – Mauvais fonctionnement des clapets de fermeture du moteur 	Perte d'équipement Blessés d'employés en cas de présence	P2	G3	23
Rupture mécanique d'élément du groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement (mauvais refroidissement) – Défaut intrinsèque ou perte de contrôle de rotation 	– Projection de fragments pouvant entrainer des blessés aux alentours	P2	G4	24
Incendie de transformation	<ul style="list-style-type: none"> – Court circuit – Foudre – Choc 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchage de lubrifiant – Perte d'équipement 	P3	G3	33
DIGESTEUR					
Formation ATEX à l'intérieur du digesteur	Entrée d'air à l'intérieur du digesteur : <ul style="list-style-type: none"> • Travaux à l'intérieur du digesteur (opération de curage) 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation 	P4	G5	45

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
	alors qu'il reste du biogaz <ul style="list-style-type: none"> • Entrée d'air par la soupape (dépression à l'intérieur, soupape défaillante, dérèglement débit d'air d'entrée traitement H2S...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rejet substrat à l'intérieur • Dispersion H2S toxique 			
Rupture au niveau de l'enveloppe et rejet de biogaz vers l'extérieur	Mise en dépression du digesteur (pas de production de gaz ou canalisation d'entrée bouchée : rupture	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation • Rejet substrat à l'extérieur • Dispersion H2S toxique 	P2	G4	24
Surpression interne	<ul style="list-style-type: none"> • Bouchage des canalisations en sortie • Soupape défaillante (obturation) • Arrêt du brassage (formation de croûte à la surface) (surpression en dessous de la croûte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion du digesteur (projection de morceaux de béton) • Dispersion H2S toxique • Rejet substrat à l'extérieur 	P4	G5	45
Rejet de la soupape de biogaz vers l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • Bouchage des canalisations en sortie • Soupape défaillante (obturation) • Arrêt du brassage (formation de croûte à 	<ul style="list-style-type: none"> • Incendie (Feu torche si présence d'un point d'inflammation), • Explosion de gaz à 	P3	G3	33

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
	la surface) (surpression en dessous de la croute)	l'air libre si présence d'un point d'inflammation (UVCE, effets thermiques)			
Déversement du digesteur	Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne)	<ul style="list-style-type: none"> • Rejet substrat à l'extérieur 	P3	G2	32
Débordement du digesteur par les soupapes avec possible rupture de la membrane	Sur emplissage (bouchage canalisation, débit d'entrée trop important)	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersion H2S • Rejet substrat à l'extérieur 	P2	G4	24
Epanchage de produits	Enveloppe béton ou liner fuyard	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersion H2S • Rejet substrat à l'extérieur 	P3	G4	34
Sortie du boudin de la gorge et envoi de la membrane provoquant la formation d'une ATEX au-dessus du digesteur	Dégonflement / crevaison du boudin (tempête, panne du système d'alimentation pneumatique du boudin, crevaison, accident, malveillance)	Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation	P2	G3	23
Perte d'étanchéité de la membrane et rejet du biogaz vers l'extérieur	Trou dans la membrane (usure, corrosion, agression externe...)	Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation	P2	G3	33

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Perte d'étanchéité de la membrane interne provoquant la formation d'une ATEX dans l'espace inter-membrane	Trou dans la membrane interne (usure, corrosion,...)	Incendie	P1	G3	13
COMBUSTION/ PRODUCTION ELECTRICITE					
Destruction d'équipements	Agression externe, erreur de maintenance, vibrations	<ul style="list-style-type: none"> • Incendie • Dispersion H2S 	P3	G4	34
Formation ATEX dans le local	Rupture canalisation d'alimentation en biogaz (agression externe, erreur maintenance, vibrations...)	<ul style="list-style-type: none"> • Incendie • Dispersion H2S 	P3	G4	34
TORCHERE					
Sortie de biogaz imbrûlé	Arrêt du brûleur avec continuité d'admission de biogaz	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersion H2S toxique 	P2	G3	23
Extinction de flamme puis rallumage torchère avec gaz résiduel encore présent	Retour de flamme en aval du process	Propagation de la flamme aux équipements amont	P2	G2	22
ZONE DE STOCKAGE DE COMBUSTIBLE					

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Perte de confinement des réservoirs de stockage de gasoil	<ul style="list-style-type: none"> – Suremplissage de la cuve confinement des réservoirs – Corrosion – Opérations de maintenance – Chocs projectiles – Surpression suite à un incendie à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Epanchage de gazole de fioul lourd - Pollution Incendie après ignition 	P3	G4	34
Défaillance au dépotage	<ul style="list-style-type: none"> – Mobilité du camion – Erreur humaine (mauvais raccordement) – Rupture de flexible de raccordement 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchage de gazole – Pollution – incendie 	P3	G3	33
Inflammation d'une nappe de gazole suite à un épandage lors du dépotage	<ul style="list-style-type: none"> – Présence d'une source d'ignition 	<ul style="list-style-type: none"> – Incendie 	P3	G4	34
Présence de vapeurs inflammables dans le ciel gazeux ET Energie suffisante pour initier l'explosion (surtout pour la cuve de gasoil)	<ul style="list-style-type: none"> – Etincelles électriques – Foudre – Electricité statique – Travaux par point chaud 	<ul style="list-style-type: none"> – Explosion de la cuve de stockage 	P4	G4	44

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Feu nu ou étincelle lors de la maintenance générant un feu de bac	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux de maintenance ou fumeur - Présence d'eau dans la cuve 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion-boil over-relâchement en phase liquide-Effet de vague 	P4	G4	44
Non fonctionnement des soupapes dur réservoir de methane (défaut de tarage, Obstruction, colmatage)	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut dans les procédures d'opération et d'essai et inspection 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstruction, interruption des opérations - Surpression 	P3	G3	33
Perte de confinement des réservoirs de méthane	<ul style="list-style-type: none"> - Suremplissage de la cuve confinement des réservoirs - Corrosion - Opérations de maintenance - Chocs projectiles - Surpression suite à un incendie à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion Pollution du milieu 	P3	G4	34
Dispersion puis inflammation d'un nuage de méthane après ignition (UVCE)	<ul style="list-style-type: none"> Perte de confinement di réservoir Présence d'aérosols et dispersion Concentration de nuage de vapeur dans les limites d'explosivité Source d'allumage 	<ul style="list-style-type: none"> L'énergie libérée sous forme de radiation thermique peut causer des brûlures significatives sur les êtres ; Arrêt temporaire de l'exploitation; effets importants sur l'environnement. 	P3	G4	34
TRAVAUX DE GENIE CIVIL					

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
Collision engin	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise conduite – Mauvaise visibilité – Engin défectueux – Absence de maintenance – Absence de signalisation 	<ul style="list-style-type: none"> – Perte d'équipement et de produit – Fuite d'hydrocarbure – Incendie en cas d'ignition 	P3	G3	33
Renversement d'engin	<ul style="list-style-type: none"> – Engin défectueux – Absence de maintenance – Mauvaise conduite – Personnel non qualifié – Une forte pente – Glissement de terrain – Engins non apte à la tâche 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'équipement et de matière Fuite d'hydrocarbure Incendie en cas d'ignition 	P3	G3	33
Accident d'un camion contenant des produits dangereux (TMD)	<ul style="list-style-type: none"> – Non-respect des règles de circulation – Choc ou collision avec un véhicule ou un engin de chantier 	<ul style="list-style-type: none"> – Perte de confinement du camion – Déversement sur le sol 	P2	G4	24
LES CANALISATIONS					
Fuite sur la canalisation	<ul style="list-style-type: none"> – Corrosion – Différentiel de 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchage de produit – Pollution du milieu 	P4	G4	44

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
	<ul style="list-style-type: none"> pression – Dilatation – Erosion – Agression externe – Défaillance intrinsèque – Défaut de conception ou de montage – Fonctionnement dégradé d'équipements – Agression extérieure due aux installations voisines – Actes de malveillance 				
Perte d'intégrité canalisation	<ul style="list-style-type: none"> – Usure – Corrosion – travaux de maintenance – Perforation de la canalisation par des engins – Foudre frappant une canalisation enterrée – Choc – Coup de bélier 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchage de produit – Pollution 	P3	G4	24

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI
	<ul style="list-style-type: none"> – Agression extérieure due aux installations voisines – Actes de malveillance 				
Corrosion	<ul style="list-style-type: none"> – Défaillance de la protection cathodique due aux courants vagabonds interférents – Mauvaise construction ou maintenance inadéquate 	<ul style="list-style-type: none"> – Fuite, – rupture 	P3	G3	33
Vibration des sections aériennes	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise conception des supports et ancrage 	<ul style="list-style-type: none"> – Bris et fuite 	P3	G3	33
Dilatation des sections aériennes de la canalisation (déformation, glissement des supports)	<ul style="list-style-type: none"> – Absence de soupape pour relâcher la pression causée par l'expansion thermique 	<ul style="list-style-type: none"> – Bris et fuite 	P3	G3	33

3.3 Étude détaillée des scénarii retenus

L'appréciation des risques et leur hiérarchisation nous permettent de constater que les évènements suivants sont inacceptables :

- Explosion de réservoir de stockage (gasoil, méthane)
- Feu de nappe de gasoil
- Boil over au niveau du réservoir de stockage de gasoil
- Fuites suivies d'incendie ou de dispersion de produits toxiques

3.3.1. Description de la phénoménologie des accidents retenus

3.3.1.1. Les feux de nappe en extension

Il s'agit de nappes de produits inflammables alimentées par une rupture de canalisation en unités notamment, avec extension non limitée sur le sol. L'extension et la propagation de la nappe sont supposées de révolution.

La surface en feu retenue correspond à la surface cylindrique recouverte par le produit inflammable après relâchement de l'inventaire du système rompu, compte tenu des phénomènes de vaporisation et d'évaporation

3.3.1.2. Incendie

Un incendie résulte de l'inflammation d'une substance à l'intérieur de son confinement (feu de réservoir d'hydrocarbures) ou à la suite d'une perte de confinement (feu de nappe *, feu en chalumeau *). Outre la possibilité d'un nuage toxique, un incendie émet de la chaleur (radiation thermique) mesurée en kilowatts par mètre carré (kW/m²). L'intensité des radiations thermiques est maximale au niveau de l'incendie et diminue en fonction de la distance. Les récepteurs exposés subissent alors des brûlures dont l'importance varie selon la distance de l'incendie, sa durée et la localisation des récepteurs (intérieur ou extérieur d'une structure). Les zones d'impact sur les récepteurs sont définies à partir des radiations thermiques émises par l'incendie. Par exemple, après 40 secondes, un individu exposé à une radiation thermique de 5 kW/m² pourrait subir des brûlures au second degré.

3.3.1.3. Présence de gaz de fermentation explosif (stockage de biogaz)

Les gaz issus de la fermentation présente souvent des risques d'explosions en présence de sources d'ignition. En règle générale, ce risque résulte de la présence de méthane ou d'hydrogène sulfure à des concentrations dangereuses dans un espace confiné. Ces gaz proviennent principalement de la fermentation des matières organiques.

- Dans le digesteur de boues (fermentation dirigée et intentionnelle)
- Dans les canalisations males curées (fermentation accidentelle)
- Au stockage des boues (fermentation accidentelle)

Le déversement accidentel ou sauvage de produits chimiques (hydro carburants, solvant...) dans le réseau d'égouts, peut aussi entraîner un risque d'explosion, notamment dans les ouvrages en tête d'usine.

3.3.1.4. Milieu confiné et absence d'oxygène

L'air respirable contient environ 21% d'O₂ et en deçà d'une teneur d'environ 17% le risque de perte de connaissance brutale sans signe précurseur, est à craindre.

Les suites d'un tel accident peuvent être fatales si l'intéressé n'est pas immédiatement secouru.

Il existe plusieurs causes à la diminution du taux d'O₂.

Lors du travail dans un espace confiné, deux types de mécanisme sont en cause :

1° consommation de l'O₂ par combustion vive (chauffage avec flamme, soudage...) ou lente (fermentation, rouille, chauffage catalytique...) par fixation sur un support quelconque (charbon actif humide par exemple)

2° apport d'un gaz inerte même non toxique :

- inertage à l'azote, à l'anhydride carbonique, à l'hélium, aux gaz de combustion...
- utilisation de gaz protecteurs en cas de soudage sous gaz inerte
- évaporation d'azote liquide lors de son utilisation pour refroidissement ou congélation
- fonctionnement d'une extinction automatique

5.6.1.1. 3.3.1.5. Explosion de la cuve de gasoil ou du digesteur :

L'explosion d'une cuve est un phénomène dangereux à cinétique lente car elle intervient quelques heures après l'incendie, si celui-ci est prolongé et mal maîtrisé.

Une explosion est l'évolution rapide d'un système, avec libération d'énergie et production d'effets mécaniques et éventuellement thermiques (graves dégâts humains et matériels, formation importante de gaz et de chaleur). La norme française NF EN 1127-1 définit l'explosion comme une « réaction brusque d'oxydation ou de décomposition entraînant une élévation de la température, de pression ou les deux simultanément ».

Les explosions peuvent être de plusieurs natures, notamment :

- physique (par exemple, éclatement d'un récipient dont la pression intérieure est devenue trop importante),
- chimique (résultant d'une réaction chimique).

Boil-over en couche mince

Le Boil-over est un phénomène identifié depuis longtemps pour les liquides inflammables, et qui est susceptible de se produire lorsque la surface du liquide entre en feu dans le bac. La chaleur générée par cette inflammation, si elle atteint une couche d'eau se situant au fond du bac (la plupart des hydrocarbures sont plus légers que l'eau), provoque la vaporisation instantanée de cette couche d'eau qui projette alors à l'extérieur les hydrocarbures en feu. On obtient un phénomène éruptif qui peut être de grande ampleur.

Dans le phénomène de boil-over « en couche mince », le produit se consomme en gardant une composition homogène et aucune onde de chaleur ne se forme. La source de chaleur qui peut vaporiser le fond d'eau est le front de flamme lui-même lorsqu'il arrive à proximité immédiat du fond d'eau. Dans ce cas, on retrouve la projection du produit (boule de feu), mais les quantités en jeu sont beaucoup plus faibles et le phénomène de moussage n'est pas observé. La boule de feu est donc plus « petite » et sa durée de vie plus courte, engendrant des effets de moindre intensité.

3.3.2. Analyse par la méthode du "nœud de papillon"

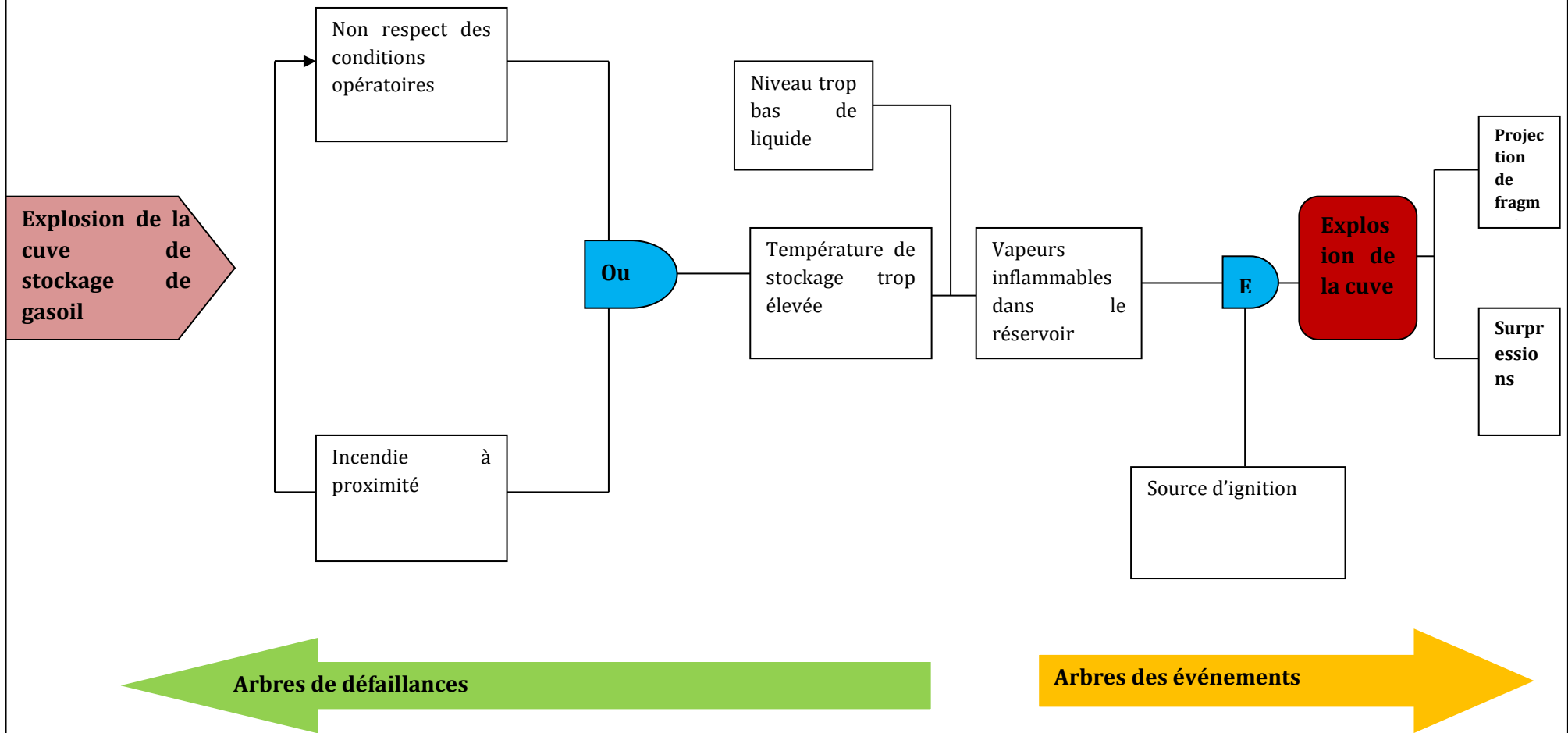
Pour étudier dans le détail les conditions d'occurrence et les effets possibles des phénomènes dangereux comme pour apporter une démonstration plus précise de la maîtrise des scénarios y conduisant, il peut être nécessaire de développer une approche complémentaire à la méthode mise en œuvre lors de l'analyse préliminaire des risques et notamment de visualiser les séquences accidentelles possibles à l'aide d'une représentation dite du « *nœud papillon* ».

L'utilisation d'un tel outil reposant sur les méthodes arborescentes comme l'arbre des défaillances et/ou l'arbre d'événements permet en effet de mieux décrire les scénarios mais aussi d'apporter des éléments de démonstration précieux concernant la maîtrise de chacun de ces scénarios.

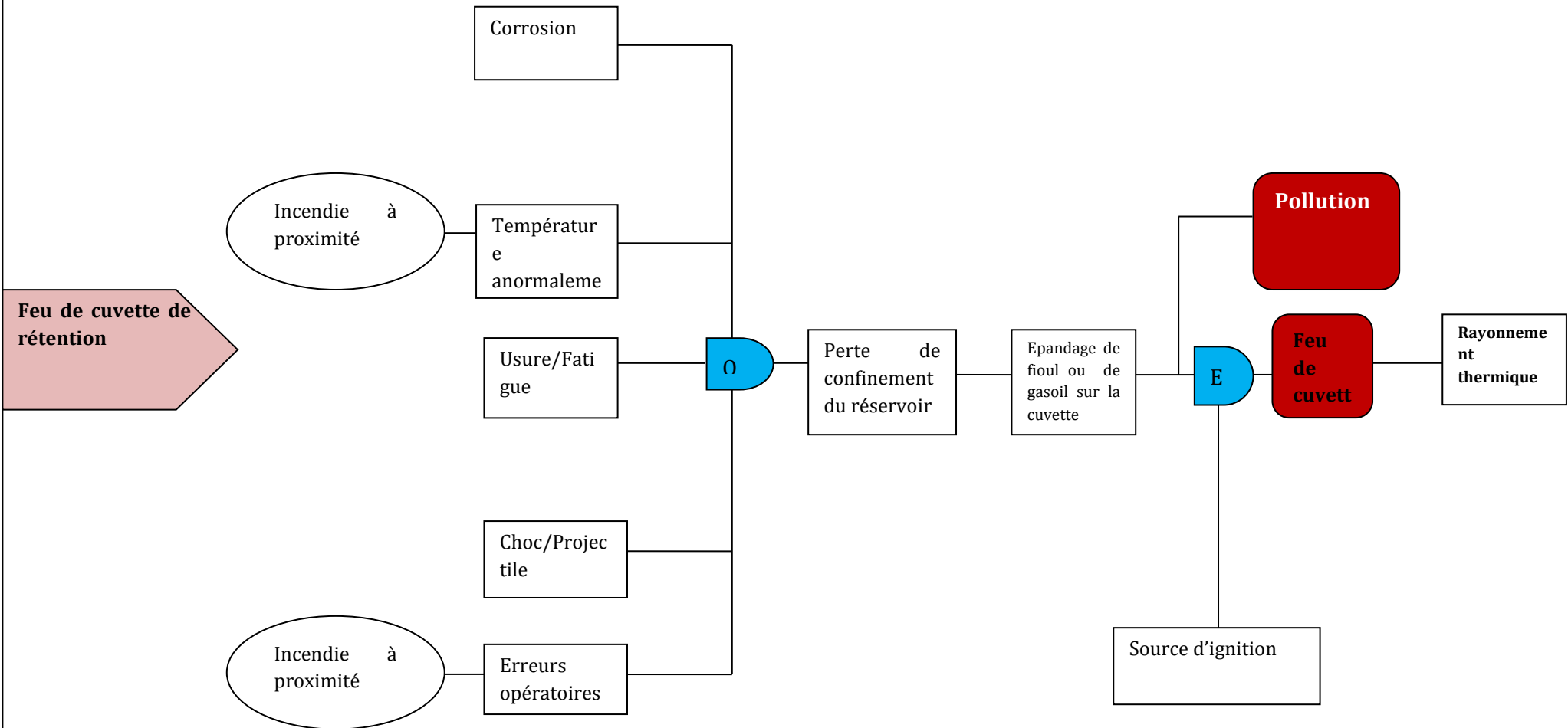
Concrètement, il permet :

- de représenter toutes les combinaisons de causes (identifiées lors de la phase d'analyse préliminaire des risques) pouvant conduire au phénomène dangereux étudié ;
- de positionner les barrières de sécurité mises en place sur chaque « branche »;
- de déterminer la probabilité du phénomène étudié de façon qualitative ou quantitative si les données disponibles le permettent (niveau de confiance voire taux de défaillance sur sollicitation des barrières, fréquences des événements initiateurs, etc....).

Scénario 1 : Explosion de la cuve de stockage de gasoil



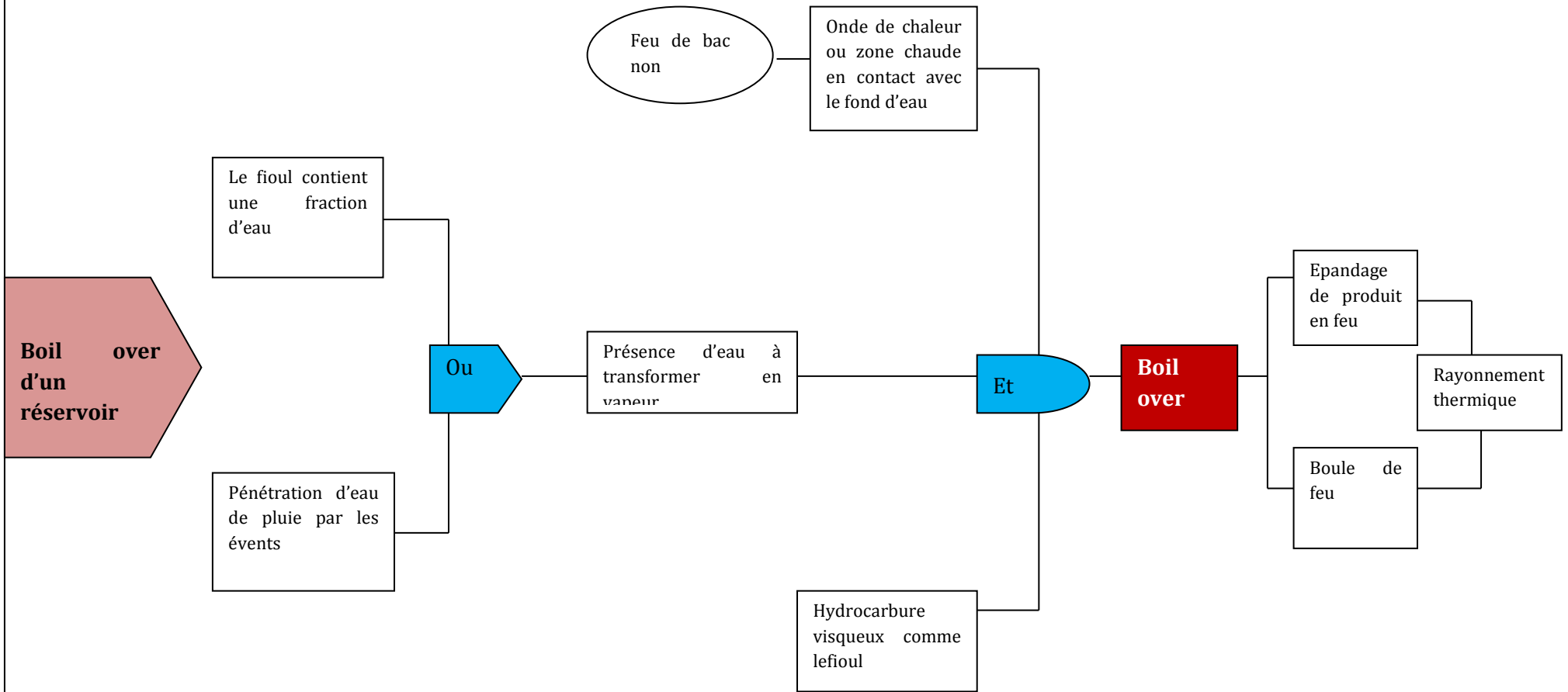
Scénario 2 : Feu de cuvette de rétention



Arbres des défaillances

Arbres des conséquences

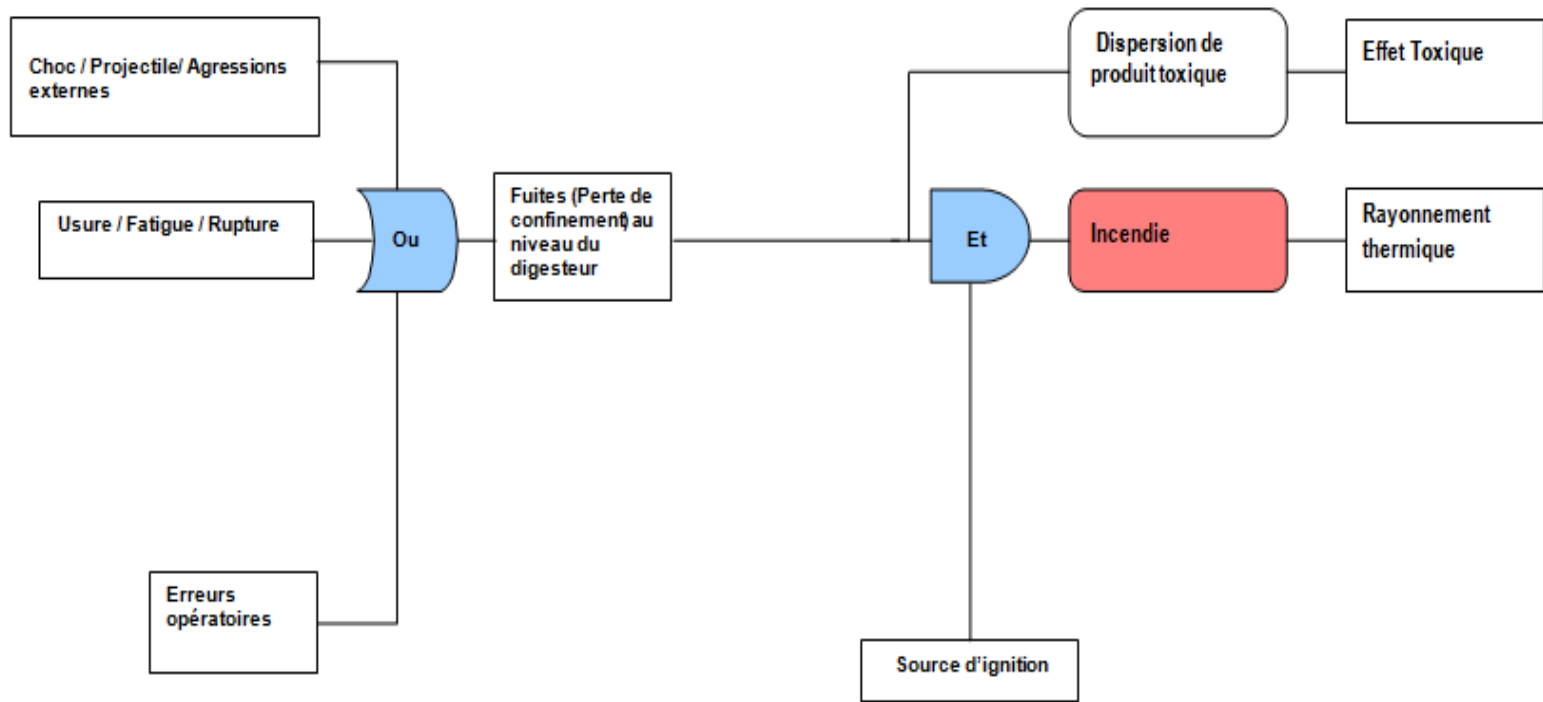
Scénario 3 : Boil over d'un réservoir



← Arbre des défaillances

→ Arbre des événements

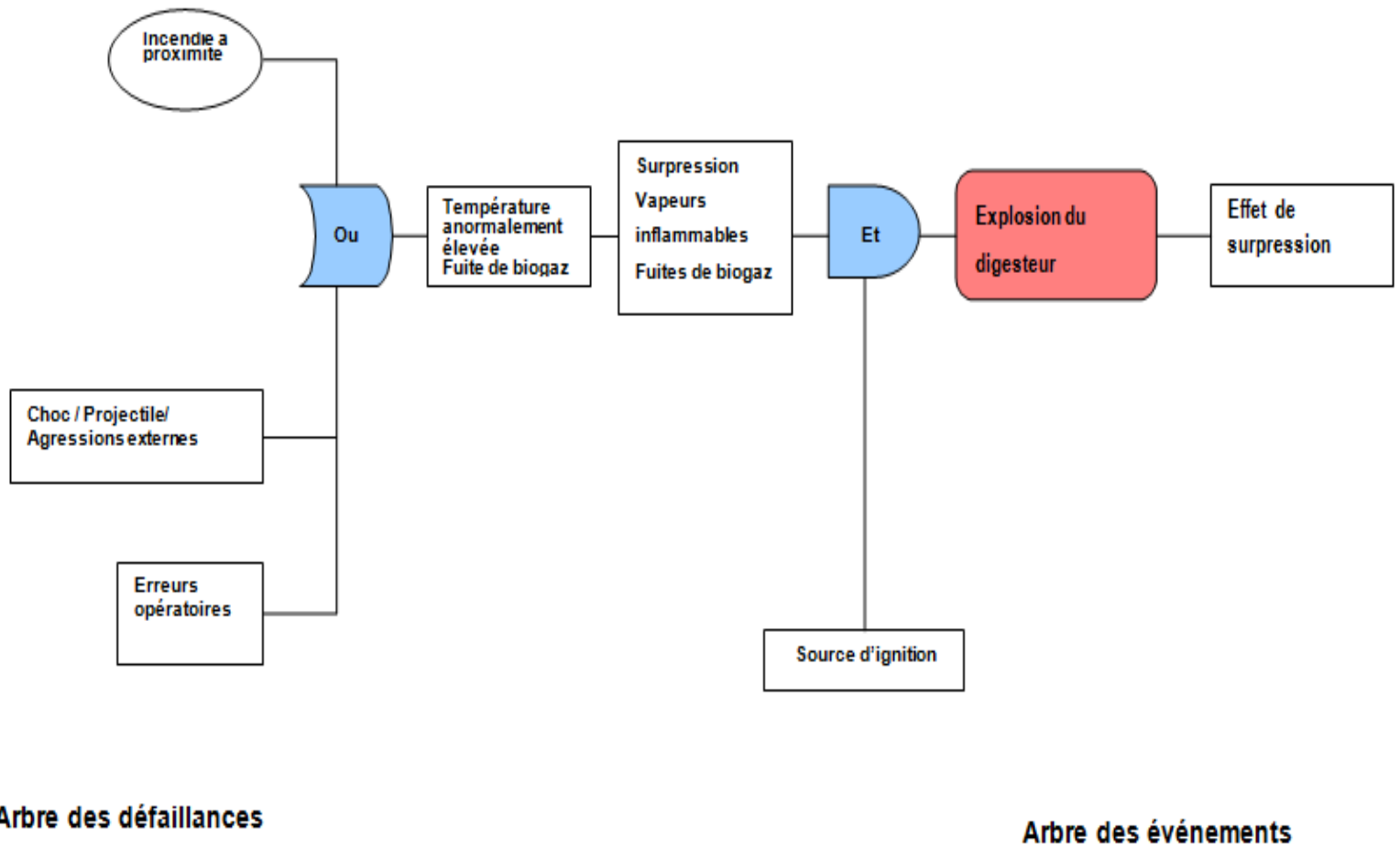
Nœud 4 : Fuites suivies d'un incendie / Dispersion de produit toxique



Arbre des défaillances

Arbre des événements

Nœud 5 : Explosion du digesteur de biogaz



3.4 Mises en œuvre des Mesures de Sécurité

Face aux risques majeurs engendrés lors de l'exploitation, le promoteur devra mettre en place de nombreuses mesures de prévention et de protection, qui jouent donc le rôle de « barrières » face au risque.

Une barrière de prévention va jouer sur la réduction de la probabilité qu'un événement redouté central ne se produise. Dans notre cas il s'agira d'éviter une fuite de combustibles liquide et la naissance d'un foyer d'incendie dans les résidences principalement.

Une barrière de protection va jouer sur la réduction des effets dangereux d'une pollution, d'un incendie ou une d'explosion, si les produits venaient à s'enflammer par exemple.

3.4.1. Les mesures de Prévention

Afin de maîtriser ces risques, des mesures de prévention seront appliquées au niveau du site.

Celles-ci sont de type :

- organisationnel, avec la prise en compte de la sécurité au quotidien et en situation d'urgence formalisée par la mise en place d'un système de management de la sécurité,
- opérationnel, avec l'intégration de la sécurité à tous les niveaux d'exploitation des installations et la prévention des risques associés aux activités
- technique, avec des équipements ou instruments permettant de limiter toute dérive susceptible de conduire à un accident (clapets antiretour sécurité feu, clapets sécurité feu, détecteurs d'hydrocarbures liquides et gazeux...) conformément à la réglementation en vigueur.

3.4.2. Les mesures de Protection

Outre les mesures de prévention, il sera mis en place des mesures de protection permettant de limiter les effets en cas d'accident. Il s'agit principalement :

- d'une défense contre l'incendie : réseaux incendie, pomperie autonome avec source d'eau, boîtes à mousse sur les bacs, matériel incendie mobile,
- de nappes de rétention (bacs) prévenant la contamination du sol ou du milieu aquatique en cas de fuite accidentelle d'un produit dangereux lors du débordement d'un bac de stockage en cours de réception par exemple,
- d'un plan d'intervention pour réagir en situation d'urgence avec notamment la définition des responsabilités de chacun et la conduite à tenir face à un sinistre, quel qu'il soit (incendie, pollution, explosion...).

Les figures suivantes l'analyse des scénarii sous forme de nœuds papillon avec les barrières de sécurité.

Barrières de prévention

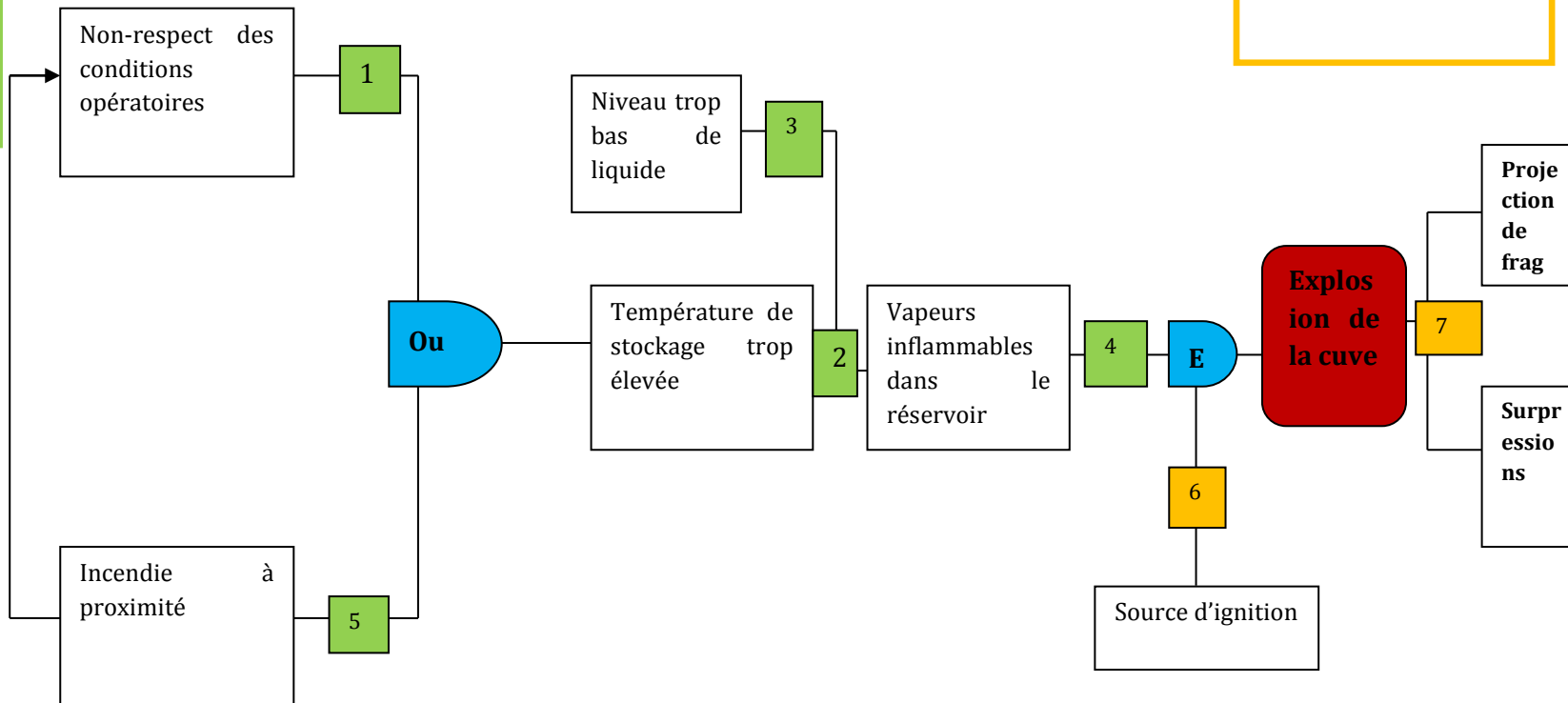
- 1: Respecter les procédures opératoires
- 2: Contrôle des températures
- 3: Indicateur de niveau
- 4: Détecteur de pression
- 5: Permis de feu

Scénario 1 : Explosion de la cuve de stockage de gasoil

Barrières de protection

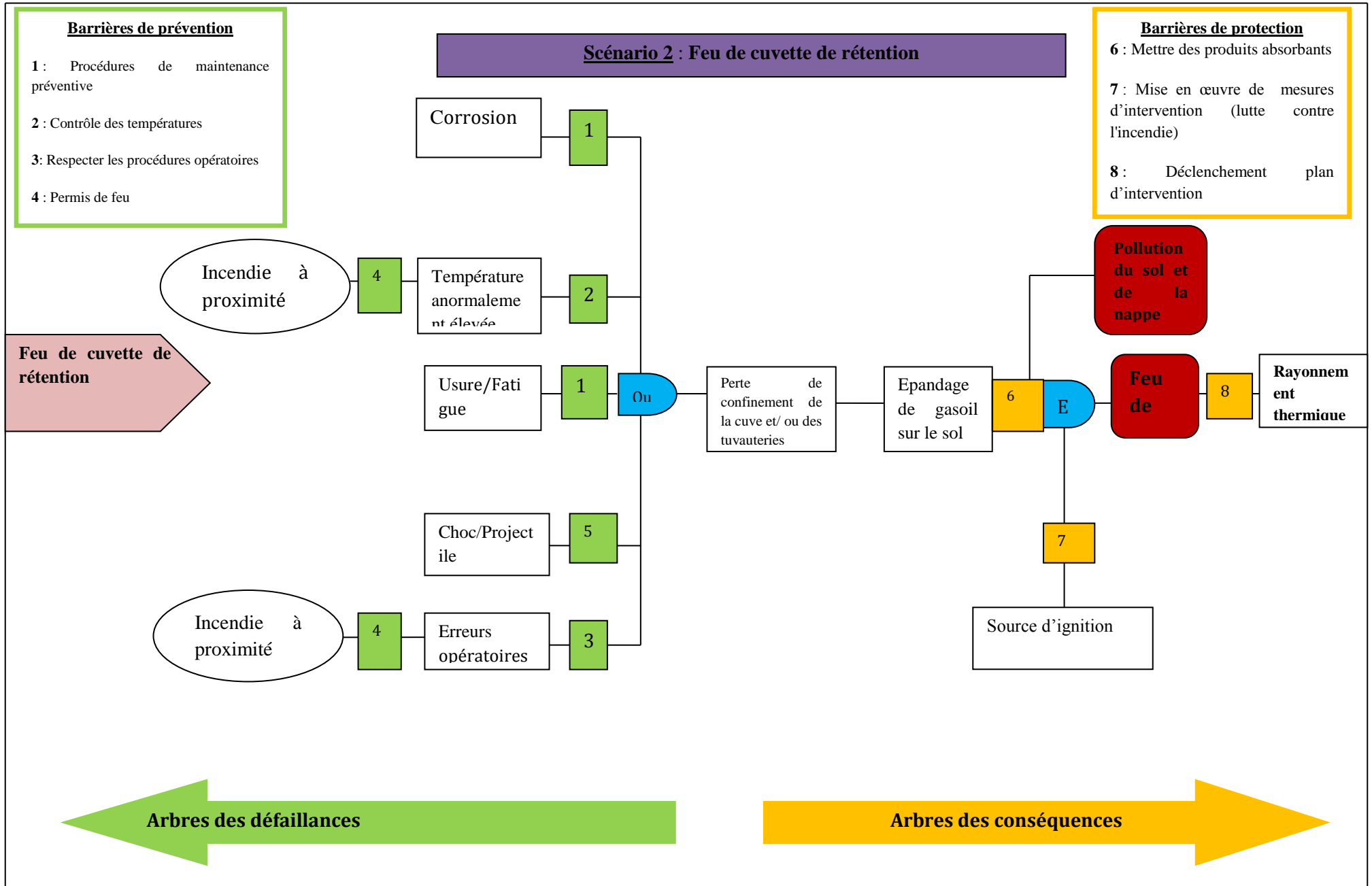
- 6: Mise en œuvre de mesures d'intervention (lutte contre l'incendie)
- 7: Déclenchement plan d'intervention

Explosion de la cuve de stockage de gasoil



Arbres de défaillances

Arbres des conséquences



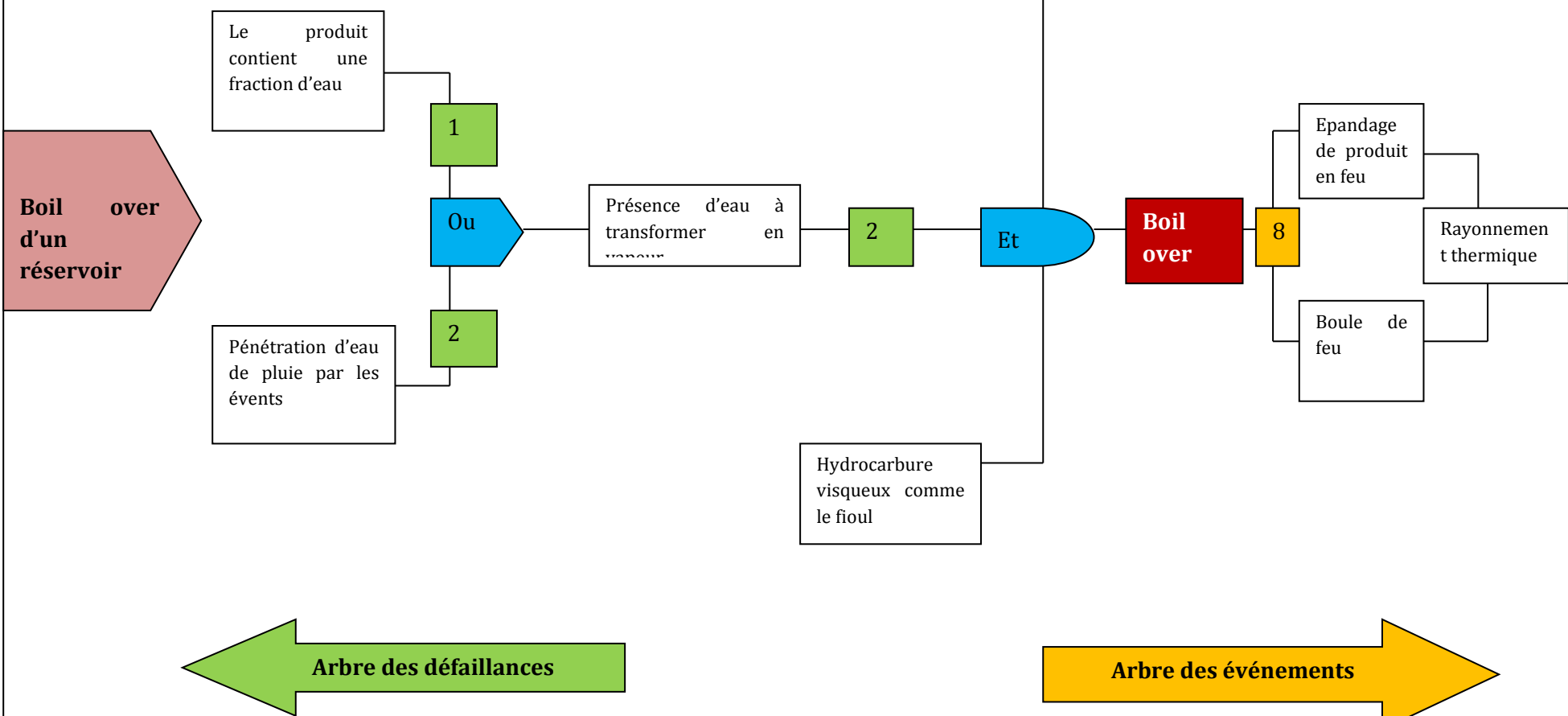
Scénario 3 : Boil over d'un réservoir

Barrières de prévention :

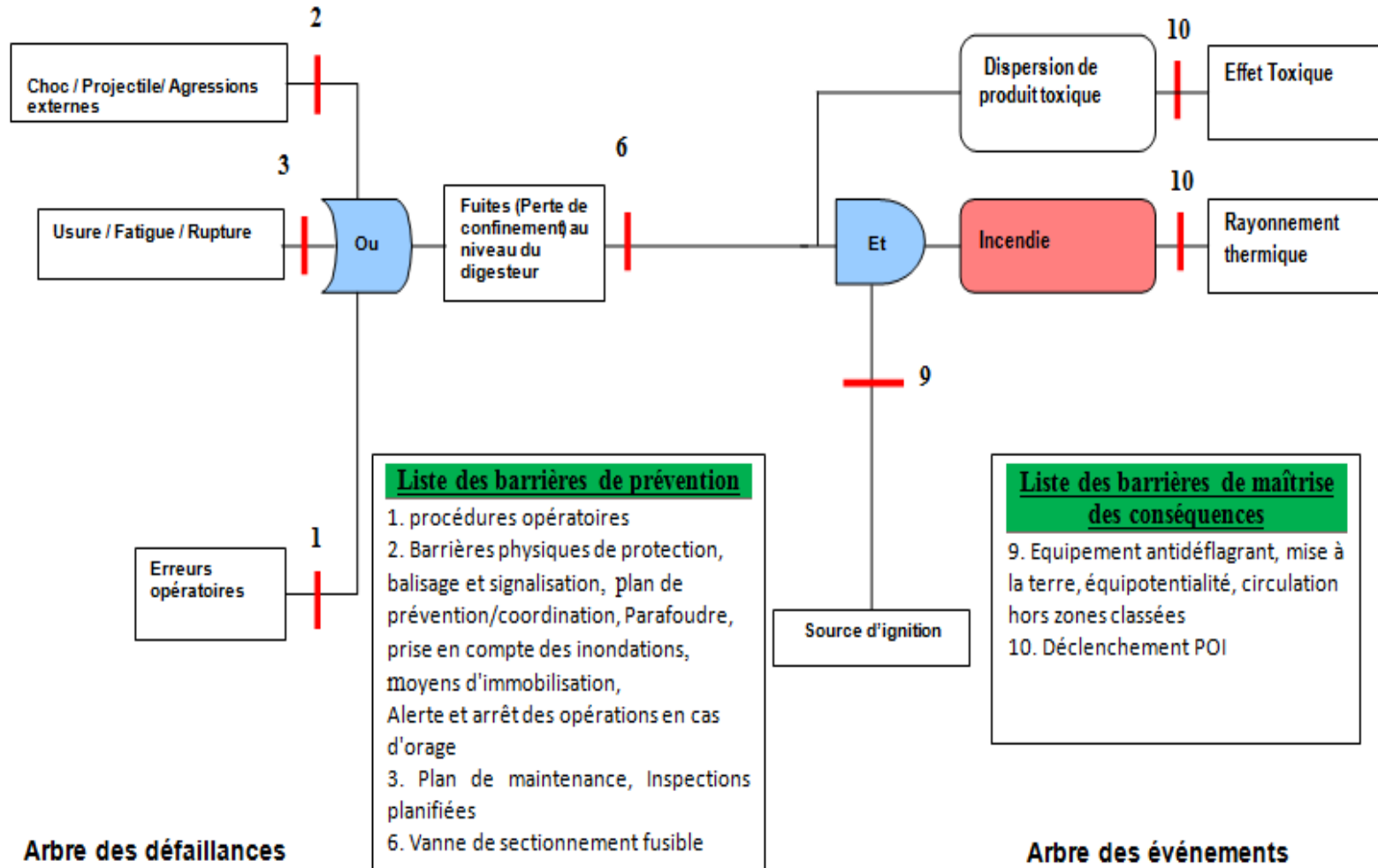
- 1: Etanchéité/maintenance
- 2: Faire des purges régulièrement

Barrières de protection :

- 3: Déclenchement plan d'intervention



Nœud 4 : Fuites suivies d'un incendie / Dispersion de produit toxique



Nœud 5 : Explosion du digesteur

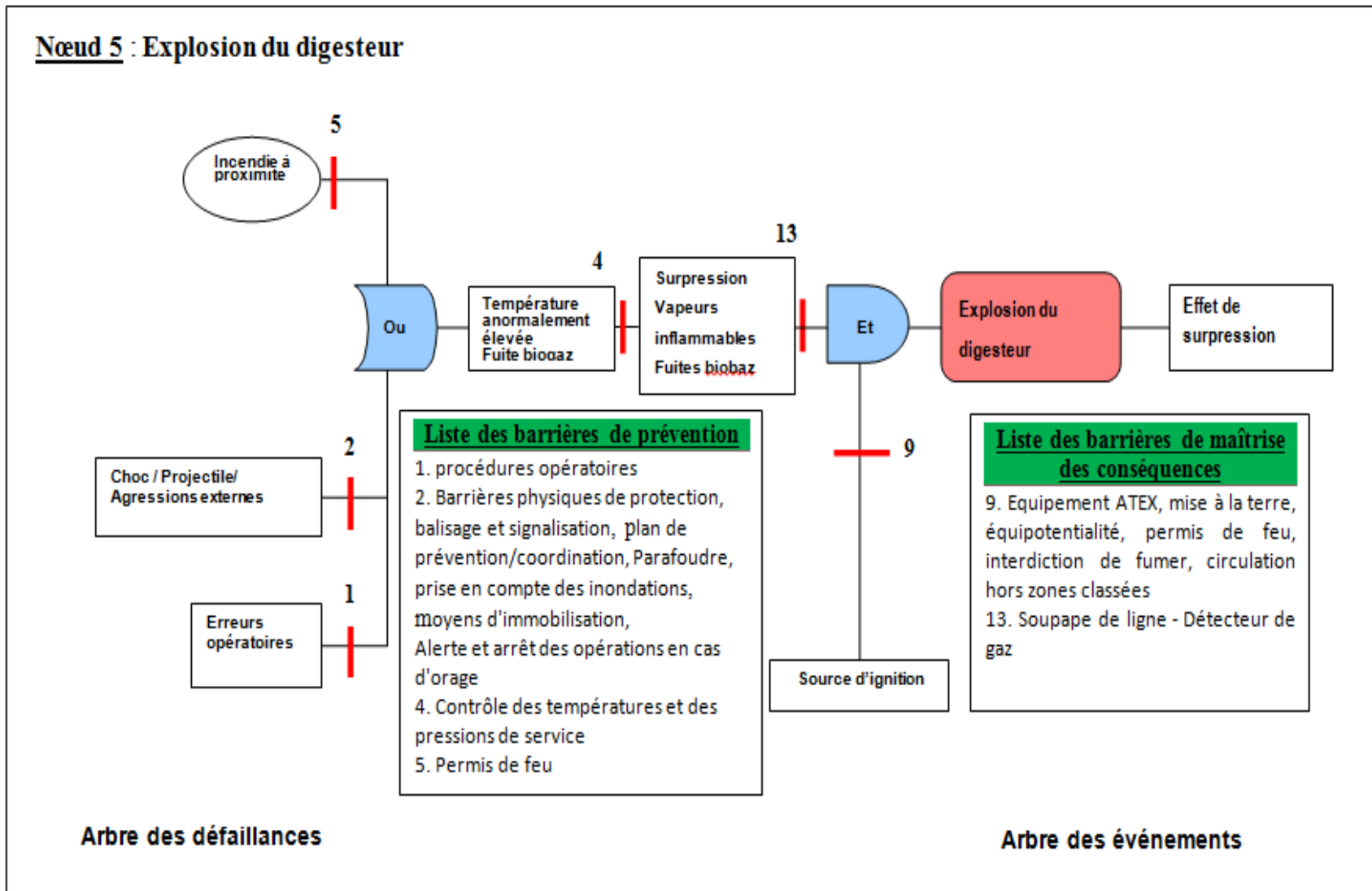


Tableau 21 : Synthèse de l'Analyse et présentation des niveaux de risque finaux

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
STATIONS (ÉPURATION, REFOULEMENT, RELEVEMENT)												
Défaillances électriques sur les installations	<ul style="list-style-type: none"> - Défauts des équipements de protection - Vents violents - Foudre - Défauts internes des transformateurs - Mauvais raccordement - Mauvaise isolation - Choc projectile - Présence d'une tension élevée - Milieu 	<ul style="list-style-type: none"> - Incendie - Perte de matériels 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> - Etablir une procédure d'inspection - Procéder à la maintenance préventive - Prendre en compte le risque foudre - Mettre en place un détecteur de rupture de câble - Bien dimensionner les appareils de protection en amont - Faire réaliser les installations par un personnel qualifié - Etablir un planning de contrôle régulier des installations - Informer le personnel du risque d'électrocution 	P2	<ul style="list-style-type: none"> - Eteindre l'incendie par la mise en œuvre des moyens de lutte contre l'incendie - Mettre en place un plan d'évacuation - Limiter la présence du personnel dans l'installation 	G3	23	Perte d'équipement	instantané

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	humide					<ul style="list-style-type: none"> – Signaler les zones dangereuses – Afficher les consignes de secours aux électrocutés – Mettre en place des équipements de protection de personne 						
Mise en contact de produits chimiques incompatibles	<ul style="list-style-type: none"> – Erreur humaine (non-respect des procédures) 	Réaction exothermique, dégagement de vapeurs toxiques Risque incendie	P3	G3	33	Etiqueter les récipients, Stocker séparément les produits incompatibles	P2	Mettre en place un plan d'évacuation Limiter la présence du personnel dans l'installation	G3	23	Emanation de produits	lente
Rupture mécanique d'une pompe	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement (pompe fonctionnant à vide) – Défaut intrinsèque ou perte de contrôle de rotation 	<ul style="list-style-type: none"> – Projection de fragments 	P2	G4	24	Etablir un programme de maintenance et d'inspection, Arrêter les pompes sur débit nul Mettre en place des indicateurs de débit permettant d'identifier un dysfonctionnement au niveau du refoulement des pompes	P2	Mettre en place un plan d'évacuation Limiter la présence du personnel dans l'installation	G3	23	Perte d'équipement	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
Absence d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> - Panne du secteur - Groupe électrogène en panne - Absence de combustible pour le groupe électrogène - Réseau électrique défaillant 	<ul style="list-style-type: none"> - Arrêt des installations/ pompes - Nuisance olfactive - Possible pollution en cas de débordement des affluents non traités 	P3	G3	33	<p>Etablir un programme de maintenance et d'inspection des installations électriques</p> <p>Veiller à ce que le combustible soit toujours disponible pour l'alimentation du groupe électrogène en cas de défaillance du réseau électrique</p>	P2	<p>Démarrer le groupe électrogène en cas de défaillance du réseau électrique</p> <p>Mettre en place une procédure de récupération des produits en cas de débordement</p>	G2	22	Défaillance dans les installations	Lente
Présence de gaz de fermentation : méthane et le sulfure d'hydrogène dans les milieux confinés (digesteur, fosses de stockage de boues, liquides, bassin)	<p>Concentration de gaz fermentation des matières organiques (méthane et le sulfure d'hydrogène) à des concentrations dangereuses dans ces espaces confinés,</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Risque d'explosion en cas de d'ignition - incendie 	P3	G4	34	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place des dispositifs de ventilation adaptée au niveau des espaces confinés, -Délimiter et les zones à risques avec restriction d'accès, - Mettre en place des consignes de sécurité, -Mettre en place des installations électriques aux 	P2	<p>Mettre en oeuvre les moyens d'intervention, Evacuer le personnel</p>	G3	23	Formation de gaz de fermentation	Lente

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	Ventilation inadéquate au niveau des espaces confinés, Mauvais entretien des installations					normes, Effectuer la mise à la terre des appareils électriques, Mettre en place des détecteurs de gaz, d'explosimètres au niveau des espaces confinés, Mettre en place de moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs à poudre universelle ABC, RIA), Utiliser les matériels ATEX, Eloigner les sources de chaleur, flammes des zones à risques, Former le personnel sur les mesures de luttés contre l'incendie, Identifier les zones à risques						

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
Effondrement de la structure	<ul style="list-style-type: none"> – Glissement de terrain – Corrosion des appuis – Collision d'un engin 	<ul style="list-style-type: none"> – Destruction des équipements présents dans le local – Arrêt service – Nuisance olfactive 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> – Etablir une procédure d'inspection du socle – Procéder à des inspections visuelles 	P2	Donner l'alerte et évacuer immédiatement le personnel et le voisinage immédiat	G3	23	Perte d'équipement	rapide
Eaux stagnantes aux abords des bassins	<ul style="list-style-type: none"> – Absence d'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> – Glissade – Contamination du sol – Mauvaise odeur – Noyade en cas de chute 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> – Entretenir régulièrement les bassins, Eviter le surremplissage des bassins, – Munir les employés d'équipements de protection individuelle requis : botte de sécurité, masque, harnais etc. 	P2	Administrer les premiers soins aux blessés	G2	22	Présence d'eau dans les abords des bassins	rapide
Milieu confiné et absence d'oxygène	<ul style="list-style-type: none"> – Présence de gaz inerte – Mauvaise ventilation – Mauvais 	<ul style="list-style-type: none"> – Asphyxie, – anoxie, – hypoxie 	P4	G4	44	<ul style="list-style-type: none"> – Ventiler les installations, Veiller au contrôle d'atmosphère et au port des EPI (ARI) avant les interventions sur les espaces confinés 	P2	Administrer les premiers soins aux blessés	G3	23	Asphyxie	lente

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	curage					Former le personnel						
Manutention mécanique	<ul style="list-style-type: none"> – Arrimage, – chute de charges, – inadéquation du matériel 	<ul style="list-style-type: none"> – Blessés employés – Maladie de trouble squelettique – Maladie professionnelle 	P3	G3	33	Veiller à la conformité et à la vérification technique des équipements, Entretenir régulièrement les équipements, Mettre en place une signalisation et des règles de circulation, Former les conducteurs sur l'utilisation des équipements de manutention	P2	Mettre en œuvre les moyens d'intervention	G3	23	Accident d'engin	rapide
Rupture mécanique d'une machine	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement dû à un fonctionnement à vide – Défaut intrinsèque ou perte de 	<ul style="list-style-type: none"> – Projection de fragments 	P2	G4	24	Etablir un programme de maintenance et d'inspection	P2	Organiser régulièrement des rondes d'opérateur Limiter la présence du personnel dans l'installation	G3	23	Perte d'équipement	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	contrôle de rotation											
Incendie au niveau du groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> – Court-circuit de l'alternateur – Echauffement excessif du moteur thermique – Mauvais fonctionnement des clapets de fermeture du moteur 	Perte d'équipement Blessés d'employés en cas de présence	P2	G3	23	Etablir une procédure d'inspection, Procéder à la maintenance préventive des équipements, Prendre en compte le risque foudre, Installer un détecteur de rupture de câble, Bien dimensionner les appareils de protection en amont	P2	Eteindre l'incendie par la mise en œuvre des procédures et équipements de lutte contre l'incendie	G2	22	Perte d'équipement	rapide
Rupture mécanique d'élément du groupe électrogène	<ul style="list-style-type: none"> – Echauffement (mauvais refroidissement) – Défaut intrinsèque ou perte de contrôle de 	<ul style="list-style-type: none"> – Projection de fragments pouvant entraîner des blessés aux alentours 	P2	G4	24	Etablir un programme de maintenance et d'inspection	P2	Mettre en place un plan d'évacuation Limiter la présence du personnel dans l'installation	G3	23	Perte équipement	rapide

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	rotation											

DIGESTEUR

Formation ATEX à l'intérieur du digesteur	<p>Entrée d'air à l'intérieur du digesteur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travaux à l'intérieur du digesteur (opération de curage) alors qu'il reste du biogaz • Entrée d'air par la soupape (dépression à 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation • Rejet substrat à l'intérieur • Dispersion H2S toxique 	P4	G5	45	<ul style="list-style-type: none"> • Procédure d'intervention rédigée par le constructeur pour le curage • S'assurer de l'absence de biogaz avant intervention (ventilation, détection de gaz...) • Matériel ATEX • Mesure d'O2 en continu dans les gaz en sortie du post-digesteur avec asservissement à l'injection d'air • Limiter au maximum la 	P3	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz 	G4	34	<p>Effet de surpression</p> <p>Effet Toxique</p> <p>Pollution sols et eaux</p>	
---	--	--	----	----	----	--	----	--	----	----	--	--

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	l'intérieur, soupape défaillante, dérèglement débit d'air d'entrée traitement H2S...)					formation de H2S dans le biogaz (injection d'air par exemple)						
Rupture au niveau de l'enveloppe et rejet de biogaz vers l'extérieur	Mise en dépression du digesteur (pas de production de gaz ou canalisation d'entrée bouchée : rupture	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation • Rejet substrat à l'extérieur • Dispersion H2S toxique 	P2	G4	24	<ul style="list-style-type: none"> • Capteur de pression avec asservissement à pression basse • Soupape dépression avec plan de maintenance (vérification régulière) 	P1	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz 	G3	12	<ul style="list-style-type: none"> Effet de surpression Effet Toxique Pollution sols et eaux 	
Surpression interne	<ul style="list-style-type: none"> • Bouchage des canalisations en sortie 	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion du digesteur (projecti 	P4	G5	45	<ul style="list-style-type: none"> • Soupape surpression avec plan de maintenance • Capteur de 	P3	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz • Rétention si 	G4	34	<ul style="list-style-type: none"> Effet Toxique Pollution 	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	<ul style="list-style-type: none"> • Soupape défaillante (obturation) • Arrêt du brassage (formation de croute à la surface) (surpression en dessous de la croute) 	<ul style="list-style-type: none"> • Déchirement de morceaux de béton • Dispersion H2S toxique • Rejet de substrat à l'extérieur 				pression avec détection pression haute		localisation de l'installation dans zone sensible d'épandage			sols et eaux Effet de surpression	
Rejet de la soupape de biogaz vers l'extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • Bouchage des canalisations en sortie • Soupape défaillante (obturation) • Arrêt du brassage (formation de croute à la surface) (surpression en 	<ul style="list-style-type: none"> • Incendie (Feu torche si présence d'un point d'inflammation), • Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflam 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> • Soupape surpression avec plan de maintenance • Capteur de pression avec détection pression haute 	P2	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz • Rétention si localisation de l'installation dans zone sensible d'épandage 	G2	22	Effet thermique	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	dessous de la croute)	mation (UVCE, effets thermiques)										
Déversement du digesteur	Ouverture de la vanne de vidange du digesteur (malveillance, défaillance vanne)	<ul style="list-style-type: none"> Rejet substrat à l'extérieur 	P3	G2	32	<ul style="list-style-type: none"> Redondance et verrouillage vanne 	P1	<ul style="list-style-type: none"> Déclenchement du POI Rétention 	G1	11	Pollution sols et eaux	
Débordement du digesteur par les soupapes avec possible rupture de la membrane	Sur emplissage (bouchage canalisation, débit d'entrée trop important)	<ul style="list-style-type: none"> Dispersion H2S Rejet substrat à l'extérieur 	P2	G4	24	<ul style="list-style-type: none"> Mesure de niveau et des débits d'entrée et de sortie avec asservissement à l'introduction des entrants Mesure débit d'entrée et de sortie du biogaz avec envoi du biogaz à la torchère 	P1	<ul style="list-style-type: none"> Déclenchement du POI Port de masque à gaz Rétention si localisation de l'installation dans zone sensible d'épandage 	G2	12	Effet toxique Pollution sols et eaux	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
Epanchage de produits	Enveloppe béton ou liner fuyard	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersion H2S • Rejet substrat à l'extérieur 	P3	G4	34	<ul style="list-style-type: none"> • Maintenance préventive et curative • Contrôle périodique • Présence de parafoudre 	P1	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz • Rétention si localisation de l'installation dans zone sensible d'épandage 	G2	12	<ul style="list-style-type: none"> Effet toxique Pollution sols et eaux 	
Sortie du boudin de la gorge et envoi de la membrane provoquant la formation d'une ATEX au-dessus du digesteur	Dégonflement / crevaison du boudin (tempête, panne du système d'alimentation pneumatique du boudin, crevaison, accident,	Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation	P2	G3	23	<ul style="list-style-type: none"> • Redondance des boudins pour la membrane • Boudins compartimentés • Dispositif d'alimentation redondant en cas de panne de l'alimentation en air (ventilation secourue) • Matériel ATEX à proximité 	P1	<ul style="list-style-type: none"> • Déclenchement du POI • Port de masque à gaz 	G1	11	UVCE, Effet thermique	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	malveillance)					<ul style="list-style-type: none"> Procédure de remplacement des boudins 						
Perte d'étanchéité de la membrane et rejet du biogaz vers l'extérieur	Trou dans la membrane (usure, corrosion, agression externe...)	Explosion de gaz à l'air libre si présence d'un point d'inflammation	P2	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> Matériel ATEX Maintenance préventive et curative Contrôle périodique Présence de parafoudre 	P1	<ul style="list-style-type: none"> Déclenchement du POI 	G1	11	UVCE, effets thermiques	
Perte d'étanchéité de la membrane interne provoquant la formation d'une ATEX dans l'espace inter-membrane	Trou dans la membrane interne (usure, corrosion,...)	Incendie	P1	G3	13	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance préventive et curative Contrôle périodique Matériel ATEX 	P1	<ul style="list-style-type: none"> Déclenchement du POI Mesure d'O2 en continu dans les gaz en sortie du post-digesteur 	G1	11	Effets thermiques	
COMBUSTION/ PRODUCTION ELECTRICITE												
Destruction d'équipements	Agression externe, erreur de	<ul style="list-style-type: none"> Incendie Dispersion H2S 	P3	G4	34	<ul style="list-style-type: none"> Détection chute de pression avec asservissement envoi à la 	P2	<ul style="list-style-type: none"> Détection CH4, H2S Gaz dirigé torchère Ventilation 	G2	22	Effet thermique, Effet	

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	maintenanc e, vibrations					torchère • Raccords souples anti-vibrations					toxique	
Formation ATEX dans le local	Rupture canalisation d'alimentation en biogaz (agression externe, erreur maintenance, vibrations...)	• Incendie • Dispersion H2S	P3	G4	34	• Maintenance préventive et curative • Contrôle périodique • Présence de parafoudre • Raccords souples anti-vibrations	P1	• Déclenchement du POI • Port de masque à gaz • Ventilation • Détection CH4, H2S	G2	12	Incendie Effet toxique	
TORCHERE												
Sortie de biogaz imbrûlé	Arrêt du brûleur avec continuité d'admission de biogaz	• Dispersion H2S toxique	P2	G3	23	• Maintenance préventive et curative • Contrôle périodique • Détecteur de flamme	P1	• Déclenchement du POI • Port de masque à gaz • Détection CH4, H2S	G1	11	Effet toxique	
Extinction de flamme puis rallumage torchère avec gaz résiduel encore présent	Retour de flamme en aval du process	Propagation de la flamme aux équipements amont	P2	G2	22	• Ventilation préalable au ou arrêt flamme	P1	• Déclenchement du POI • Détecteur de flamme	G1	11	Effet thermique	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
ZONE DE STOCKAGE DE COMBUSTIBLE												
Perte de confinement des réservoirs de stockage de gasoil	<ul style="list-style-type: none"> - Suremplissage de la cuve - Confinement des réservoirs - Corrosion - Opérations de maintenance - Chocs projectiles - Surpression suite à un incendie à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Epanchage de gazole de fioul lourd - Pollution Incendie après ignition 	P3	G4	34	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un dispositif anti débordement comportant un flotteur d'obturation mécanique sur niveau critique et une alarme sonore sur niveau très haut. - Etablir des programmes d'inspection et de maintenance - Former le personnel et établir un manuel opératoire de maintenance - Limiter l'accès à la zone de stockage de carburant (ravitaillement, opérations de maintenance) - Equiper les réservoirs de dispositif d'événements 	P2	Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention Déclencher le plan d'intervention Mettre en œuvre le plan d'évacuation	G3	23	Perte de matières	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
						– Utiliser des matériels adaptés aux atmosphères explosives						
Défaillance au dépotage	<ul style="list-style-type: none"> – Mobilité du camion – Erreur humaine (mauvais raccordement) – Rupture de flexible de raccordement 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchement de gazole – Pollution – incendie 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> – Aire de dépotage pourvue d'une cuvette de rétention en béton – Avaloir de collecte relié au réseau de traitement des effluents hydrocarbonés – En cas de débordement de l'aire de dépotage ou de fuite sur une surface non imperméabilisée entre l'aire de dépotage et la pomperie, écoulement vers le réseau de drainage puis le bassin de sédimentation – Présence permanente d'un opérateur 	P2	<p>Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention</p> <p>Déclencher le plan d'intervention</p> <p>Mettre en œuvre le plan d'évacuation</p>	G2	22	Perte de matières	rapide

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
						pendant le déchargement						
Inflammation d'une nappe de gazole suite à un épandage lors du dépotage	– Présence d'une source d'ignition	– Incendie	P3	G4	34	Former les opérateurs Mettre en place des consignes Rendre obligatoire le permis feu pour la réalisation de travaux	P3	Utiliser des Produits faiblement volatils Mettre à proximité des moyens d'extinction	G3	33	Perte de matière	rapide
Présence de vapeurs inflammables dans le ciel gazeux ET Energie suffisante pour initier l'explosion (surtout pour la cuve de gasoil)	– Etincelles électriques – Foudre – Electricité statique – Travaux par point chaud	– Explosion de la cuve de stockage	P4	G4	44	<ul style="list-style-type: none"> • Veiller à la conformité des installations vis-à vis du risque foudre, • Elaborer des procédures de travaux à feu nu, • Procéder au dégazage de la cuve préalablement à tous travaux et contrôle d'atmosphère, • Eloigner suffisamment les installations électriques ou utiliser du matériel ATEX Surveiller les	P3	Mettre en œuvre les moyens d'intervention, Alerter les services de secours publics	G3	33	Perte de matière	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
						travaux						
Feu nu ou étincelle lors de la maintenance générant un feu de bac	<ul style="list-style-type: none"> - Travaux de maintenance ou fumeur - Présence d'eau dans la cuve 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion-boil over-relâchement en phase liquide-Effet de vague 	P4	G4	44	<ul style="list-style-type: none"> Mettre en place un dispositif d'isolation par obstacle Coupe-feu, Mettre en place une signalisation et des procédures / consignes 	P3	Mettre en œuvre les moyens d'intervention, Alerter les services de secours publics	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> Perte de matière Perte d'équipement 	rapide
Non fonctionnement des soupapes dur réservoir de méthane (défaut de tarage, Obstruction, colmatage)	<ul style="list-style-type: none"> - Défaut dans les procédures d'opération et d'essai et inspection 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstruction, interruption des opérations - Surpression - 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> Respecter les procédures d'essai et de tarage Etablir un programme d'entretien 	P2	<ul style="list-style-type: none"> Etablir une procédure de récupération de produit Mettre en place un dispositif de vanne pour limiter l'apport de produit en cas d'incendie avec un système de fermeture à distance, Mettre en place un dispositif de contrôleur de pression 	G2	22	Arrêt de la distribution	

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
Perte de confinement des réservoirs de méthane	<ul style="list-style-type: none"> - Suremplissage de la cuve confinement des réservoirs - Corrosion - Opérations de maintenance - Chocs projectiles - Surpression suite à un incendie à proximité 	<ul style="list-style-type: none"> - Explosion - Pollution du milieu - Bleve 	P3	G4	34	<p>Mettre en place un dispositif anti débordement comportant un flotteur d'obturation mécanique sur niveau critique et une alarme sonore sur niveau très haut</p> <p>Installer un réservoir à double enveloppe en tôle d'acier soudé de 5mm d'épaisseur</p> <p>Etablir des programmes d'inspection et de maintenance sont établis</p> <p>Former le personnel et mettre en place un manuel opératoire de maintenance</p> <p>Limiter l'accès à la zone de stockage de carburant</p>	P2	<p>Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention</p> <p>Déclencher le plan d'intervention</p> <p>Mettre en œuvre le plan d'évacuation</p>	G3	23	Perte de matières	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
						(ravitaillement, opérations de maintenance Installer sur les réservoirs dispositif d'évents Utiliser des matériels adaptés aux atmosphères explosives						
Dispersion puis inflammation d'un nuage de méthane après ignition (UVCE)	Perte de confinement Présence d'aérosols et dispersion Concentration de nuage de vapeur dans les limites d'explosivité Source d'allumage	L'énergie libérée sous forme de radiation thermique peut causer des brûlures significatives sur les êtres ; Arrêt temporaire de l'exploitation; effets importants sur	P3	G4	34	Procéder à des maintenances et inspection préventives du des équipements connexes ; Mettre en place une protection cathodique ; Respecter les consignes du manuel opératoire ; Former les intervenants sur la ligne.	P2	Mettre en oeuvre les moyens d'intervention, Mettre en place un système d'alerte pour la population (alarme), Activer les dispositifs d'arrêt d'urgence.	G3	23	Perte de produit	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
		l'environnement.										
TRAVAUX DE GENIE CIVIL												
Collision engin	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise conduite – Mauvaise visibilité – Engin défectueux – Absence de maintenance – Absence de signalisation 	<ul style="list-style-type: none"> – Perte d'équipement et de produit – Fuite d'hydrocarbure – Incendie en cas d'ignition 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> – Mettre en place des signalisations – Mettre en place un plan de circulation 	P2	Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention	G3	23	Perte d'Équipement	rapide
Renversement d'engin	<ul style="list-style-type: none"> – Engin défectueux – Absence de maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'équipement et de matière Fuite d'hydrocarbure Incendie 	P3	G3	33	<ul style="list-style-type: none"> Respecter les plannings de maintenance, Procéder à des vérifications avant toute utilisation, Utiliser des engins 	P2	Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention	G3	23	Perte d'Équipement	rapide

Evénements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise conduite - Personnel non qualifié - Une forte pente - Glissement de terrain - Engins non apte à la tâche 	en cas d'ignition				adaptés aux tâches						
Accident d'un camion contenant des produits dangereux (TMD)	<ul style="list-style-type: none"> - Non-respect des règles de circulation - Choc ou collision avec un véhicule ou un engin de chantier 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de confinement du camion - Déversement sur le sol 	P2	G4	24	Etablir un protocole de sécurité, Mettre en place un plan de circulation et des signalisations, Limiter la vitesse de circulation	P2	Mettre en œuvre les moyens mobiles d'intervention Mettre en œuvre le plan d'évacuation	G3	23	Perte de produit	rapide
LES CANALISATIONS												

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
Fuite sur la canalisation	<ul style="list-style-type: none"> – Corrosion – Différentiel de pression – Dilatation – Erosion – Agression externe – Défaillance intrinsèque – Défaut de conception ou de montage – Fonctionnement dégradé d'équipements – Agression extérieure due aux installations voisines – Actes de malveillance 	<ul style="list-style-type: none"> – Epanchement de produit – Pollution du milieu 	P4	G4	44	<ul style="list-style-type: none"> Etablir un plan d'inspection, de maintenance Spécifier les équipements selon les normes et codes Choisir un matériel adapté aux contraintes spécifiques Gérer les interfaces liées aux mouvements Installer un limiteur de pression Protéger les équipements contre la corrosion 	P3	<ul style="list-style-type: none"> Etablir une procédure de récupération de produit Mettre en place un dispositif de vanne Installer un dispositif de fermeture des vannes manuellement et/ou automatiquement Mettre en œuvre le plan d'évacuation 	G3	33	Pollution du milieu	rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	ce											
Perte d'intégrité de la canalisation	<ul style="list-style-type: none"> - Usure - Corrosion - travaux de maintenance - Perforation de la canalisation par des engins - Foudre frappant une canalisation enterrée - Choc - Coup de bélier - Agression extérieure due aux installations voisines - Actes de malveillance 	<ul style="list-style-type: none"> - Epanchement de produit - Pollution 	P3	G4	24	<p>Procéder à des maintenances préventive et curative</p> <p>Effectuer des contrôles périodiques</p> <p>Définir une zone d'emprise de la conduite</p>	P2	Mettre en œuvre le plan d'évacuation	G3	23	Pollution du milieu	Rapide

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
	ce											
Corrosion	<ul style="list-style-type: none"> - Défaillance de la protection cathodique due aux courants vagabonds interférents - Mauvaise construction ou maintenance inadéquate 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuite, - rupture 	P3	G3	33	Respecter les normes et critères de conception Procéder à des inspections, vérification des Mesure des potentiels	P2	Etablir une procédure de récupération de produit Mettre en place un dispositif de vanne pour limiter l'apport de produit	G2	22	Pollution du milieu	lente
Vibration des sections aériennes	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise conception des supports et ancrage 	<ul style="list-style-type: none"> - Bris et fuite 	P3	G3	33	Respecter les normes et critères de conception Respecter les procédures d'essai Valider les études par un bureau de contrôle agréé	P2	Etablir une procédure de récupération de produit Mettre en place un dispositif de vanne pour limiter l'apport de produit Mettre en place un	G2	22	Pollution du milieu	lente

Événements dangereux	Causes	Conséquences	PI	GI	RI	Prévention	P	Maitrise des conséquences	G	NRF	Risques résiduels	Cinétique
						Etablir un programme d'entretien		dispositif de contrôle de pression				
Dilatation des sections aériennes de la canalisation (déformation, glissement des supports)	– Absence de soupape pour relâcher la pression causée par l'expansion thermique	– Bris et fuite	P3	G3	33	Respecter les normes et critères de conception Valider les études par un bureau de contrôle agréé	P2	Etablir une procédure de récupération de produit Mettre en place un dispositif de contrôle de pression Mettre en place un dispositif de vanne pour limiter l'apport de produit	G2	22	Pollution du milieu	Lente

4 QUANTIFICATION DES DIFFÉRENTS SCENARI

Ce paragraphe décrit les outils méthodologiques et le raisonnement associé qui sont utilisés pour les modélisations. Cette modélisation sera appliquée dans la présente étude. Les scénarii à modéliser sont ceux situés dans la zone rouge et ceux dont la gravité est supérieure ou égale à 3 et la probabilité d'occurrence supérieure ou égale à 3 aussi (risque final RF). Ces derniers peuvent survenir en premier ou être les conséquences d'effets dominos ou d'explosion « secondaires ».

Dans le cadre de ce projet, il sera question de déterminer les impacts d'un scénario sur l'environnement.

4.1 Quantification des effets d'une explosion de cuve de méthane

Le scénario ayant un risque majeur retenu dans le cadre de cette étude est l'explosion de cuve de stockage suivie de la dispersion atmosphérique dont la quantification des effets sera réalisée en utilisant le logiciel ALOHA. La simulation se base sur les trois variantes possibles dans la production de méthane qui se différencient par rapport à la quantité de combustible obtenue.

La quantité susceptible d'être stockée au niveau de chaque variante se présente comme suit :

Variante 1 : 3000 m³

Variante 2 ; 3 : 2700 m³

Dispersion atmosphérique.

Elle se produit lorsqu'un contenant est défectueux tel que le réservoir de stockage du méthane. Les conditions suivantes devront être réunies :

- une vaporisation du liquide
- une surpression du réservoir
- une fragilisation du réservoir
- rupture du réservoir de stockage.

4.1.1. Présentation du logiciel

Le logiciel ALOHA (Areal Locations Of Hazardous Atmospheres), est un freeware de simulation de dispersion atmosphérique recommandé par l'EPA (Environmental Protection Agency U.S). Il modélise la dispersion en fonction des éléments renseignés et détermine les concentrations de polluants au niveau du sol. Il prend en compte la nature du produit, de la fuite et des conditions atmosphériques. Il est aussi possible de fixer le modèle mathématique de simulation, ou par défaut de laisser le logiciel considérer un modèle.

ALOHA schématise le nuage de dispersion. L'enveloppe de celui-ci correspond à l'iso-concentration d'une valeur « Limit Of Concern – L.O.C. » (Littéral : Niveau soucieux). A « l'intérieur » du nuage, et au niveau du sol, le logiciel a déterminé que les individus présents dans cette zone sont soumis à une concentration en polluant supérieure à la L.O.C. Dans le programme standard, la L.O.C. par défaut est l'IDLH 30 minutes, valeur U.S., du produit sélectionné.

Les résultats peuvent être calculés soit se basant sur le Guide de seuils d'exposition aiguë. Acute Exposure Guideline Level(s) - Guide de seuils d'exposition aiguë soit sur les Lignes directrices en planification d'intervention d'urgence (Emergency Response Planning Guideline(s)) ou bien l'IDHL

Les premiers les AEGLs correspondent à des seuils limites d'exposition pour la population générale suite à une rare exposition ou « une fois dans une vie applicables pour des expositions en situations d'urgence de 10 minutes à 8 heures. Trois niveaux de seuils - AEGL-1, AEGL-2, AEGL-3 - sont déterminés pour cinq durées d'exposition (10 et 30 minutes, 1, 4 et 8 heures), chacun correspondant à des niveaux différents de sévérité d'effets toxiques; voir AEGL-1, AEGL-2 et AEGL-3. Les ERPG sont des valeurs qui ont pour objectif de fournir une estimation des plages de concentration au-dessus desquelles nous pourrions raisonnablement anticiper/observer des effets néfastes sur la santé; voir ERPG-1, ERPG-2 et ERPG-3. L'IDHL est une valeur seuil correspondant à un niveau d'exposition maximale en milieu professionnel pour une durée de 30 minutes n'entravant pas l'évacuation des individus, ni n'induisant d'effets nocifs irréversibles.

AEGL-1: concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle la population générale, individus sensibles inclus, pourrait présenter des signes d'inconfort notable, d'irritation ou tout autre signe non-sensoriel et asymptomatique. Ces effets sont transitoires, non-invalidants et réversibles après cessation de l'exposition.

AEGL-2: concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets irréversibles, des effets nocifs sévères ou des effets adverses à long terme pourraient être observés au sein de la population générale, individus sensibles inclus.

AEGL-3: concentration d'une substance chimique dans l'air (exprimée en ppm ou mg/m³) au-dessus de laquelle des effets potentiellement mortels ou des décès pourraient survenir au sein de la population générale, individus sensibles inclus.

ERPG-1 : Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sur leur santé autre que des effets mineurs et transitoires ou sans que ces individus perçoivent une odeur désagréable clairement définie.

ERPG-2 : Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'il y ait d'effets sérieux ou irréversibles sur leur santé ou sans qu'ils n'éprouvent des symptômes qui pourraient les empêcher de prendre des mesures de protection.

ERPG-3 : Concentration maximale dans l'air sous laquelle presque tous les individus peuvent être exposés jusqu'à une heure sans qu'ils subissent ou développent d'effets sur leur santé susceptibles de menacer leur vie.

4.1.2. Scenario de la variante 1 : un stockage de 3000 m³

4.1.2.1. Seuils d'effets de surpression

La simulation a porté sur les effets thermiques liés à la boule de feu qui seront plus importantes que les effets de surpression. Elle concerne le réservoir. Les effets liés à la synergie d'accident seront évalué qualitativement.

Les distances d'effet ont été calculées en fonction des valeurs de référence des seuils d'effets thermiques définies par le ministère chargé de l'environnement dans son guide d'étude de dangers (seuls les effets thermiques ont été modélisées). Ces valeurs sont :

Hypothèse de modélisation (données d'entrée du modèle) :

Ne disposant d'information sur le réservoir de stockage de gaz méthane les données suivantes ont été utilisées afin de simuler les distances d'impact des scénarii mis en évidence dans l'analyse détaillée des risques relatifs au méthane.

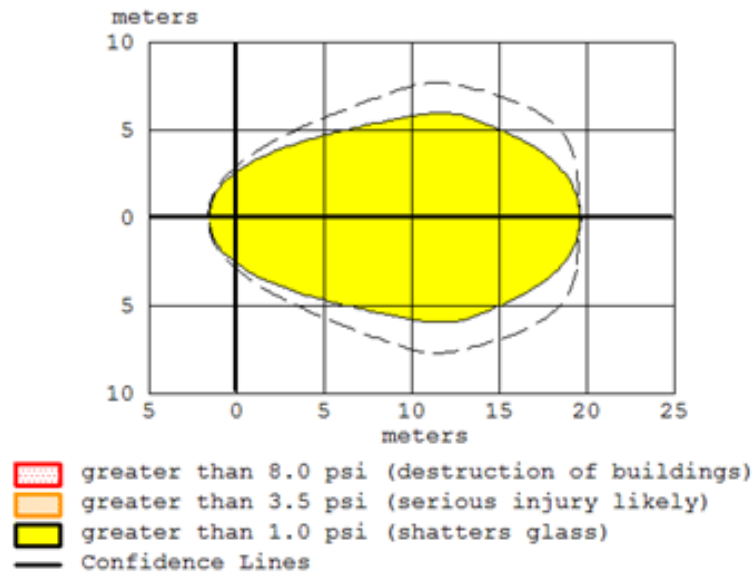
- Vitesse du vent = 6 m/s mesurée à 10 m sous la direction NNE (22,5° c'est-à-dire les vents dominants viennent exclusivement du nord nord-est et sont dirigés vers l'océan atlantique) ;
- Stabilité atmosphérique = D (neutre) ;
- Température de l'air = 30°C et Humidité relative = 80% ;
 - Diamètre de la fuite due à une corrosion: 1 cm
-

Paramètres du réservoir (données d'entrée du modèle) :

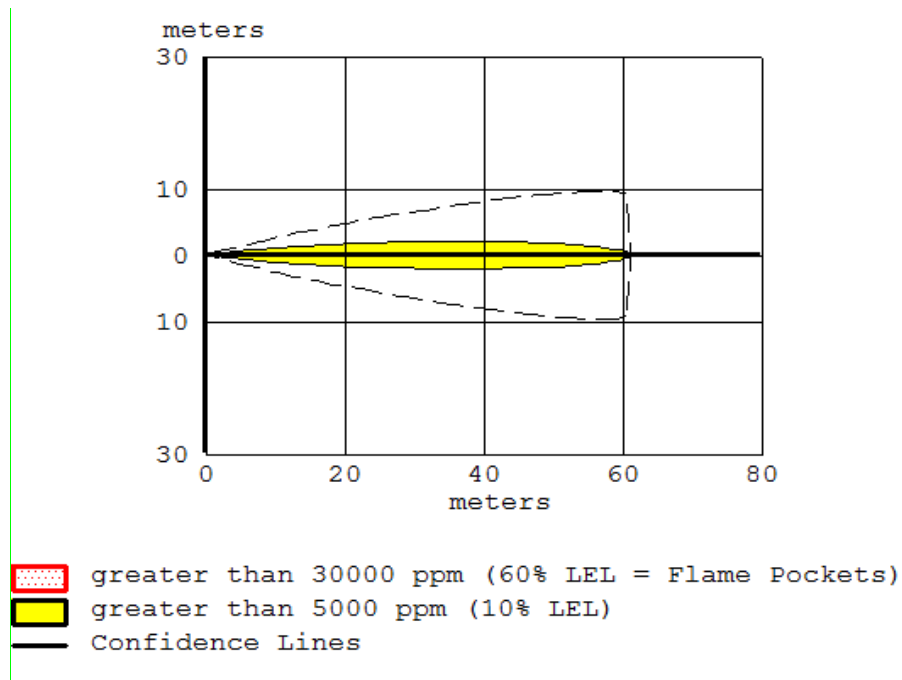
- Diamètre = 20m ;
- Longueur = 12 m ;

Distance sécurité	Valeurs seuils	Distance en (m)
Distance des dégâts sur les structures	300 mbar (8 psi)	Non atteinte
Distance des dégâts sur l'homme avec des blessures	200 mbar (3,5 psi)	Non atteinte
Distance de destruction significative sur les vitres	20 mbar (1 psi)	20

La figure ci-dessous illustre les résultats du calcul



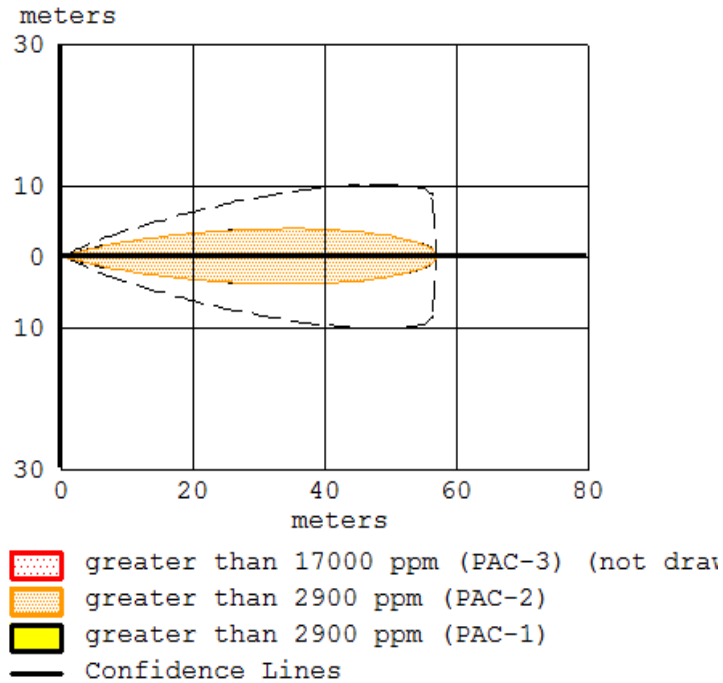
4.1.2.2. Zones de vapeur explosives en cas de fuite



Rouge : 25 mètres --- (30000 ppm = 60% LEL = Poche de flamme)

Jaune : 61 mètres --- (5000 ppm = 10% LEL)

4.1.2.3. Zone de vapeur toxique :



4.1.2.4. Effets thermiques:

Tableau 22 : Valeurs de référence des seuils d'effets thermiques

Valeur de référence		Effets sur l'homme
Phénomène ≥ 2 mn Flux thermique (kW/m ²)	Phénomène ≤ 2 mn Doses thermiques [kW/m ²] ^{4/3} .s	
3	600	Seuil des effets irréversibles, cloques en 30 s pour les personnes non protégées
5	1000	Seuil des premiers effets létaux
10	2600	Seuil des effets létaux très significatifs Brûlures au troisième degré
Valeur de référence (kW/m ²)		Effets sur les structures
5		Seuil de destruction des vitres par effet thermique
10		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effets domino ▪ Risque d'inflammation pour les matériaux combustibles
20		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction ou rupture des éléments de structures ▪ Tenue du béton pendant des heures

Résultats du calcul des conséquences des effets thermiques d'une boule de feu suite à un BLEVE

Effets thermiques de la boule suite à une explosion par BLEVE d'un réservoir de méthane

Distance des effets à 10 kW/m²	: inférieure à 10 m
Distance des effets à 5 kW/m²	: inférieure à 10 m
Distance des effets à 3 kW/m²	: inférieure à 10 m

4.1.2.5. Conclusion

- sur Lors d'un stockage de biogaz dans le cadre de la variante 1 avec une quantité de 3000m³ les distances correspondant à un dégât sur l'homme avec des blessures et sur les structures sont inférieures à 10m alors que les vitres situées sur un rayon de 20 m peuvent subir des dégâts majeurs en cas d'explosion de la cuve.
- La concentration en vapeur explosive à 60% de la limite d'explosivité est située dans un rayon de 25m alors que celle de 10% de LEL est à 61m.
- En cas de dispersion atmosphérique du biogaz la zone sécuritaire se trouve dans un rayon supérieur à 57 m.
- Les effets létaux dans le cadre d'un incendie se situent à une distance inférieure à 10 m.

4.1.3. **Scenario de la variante 2 et 3 : un stockage de 2700 m³**

4.1.3.1. Seuils d'effets de surpression

Les distances d'effet ont été calculées en fonction des valeurs de référence des seuils d'effets thermiques définies par le ministère chargé de l'environnement dans son guide d'étude de dangers (seuls les effets thermiques ont été modélisées). Ces valeurs sont :

Hypothèse de modélisation (données d'entrée du modèle) :

Ne disposant d'information sur le réservoir de stockage de gaz méthane les données suivantes ont été utilisée afin de simuler les distances d'impact des scénarii mis en évidence dans l'analyse détaillée des risques relatifs au méthane.

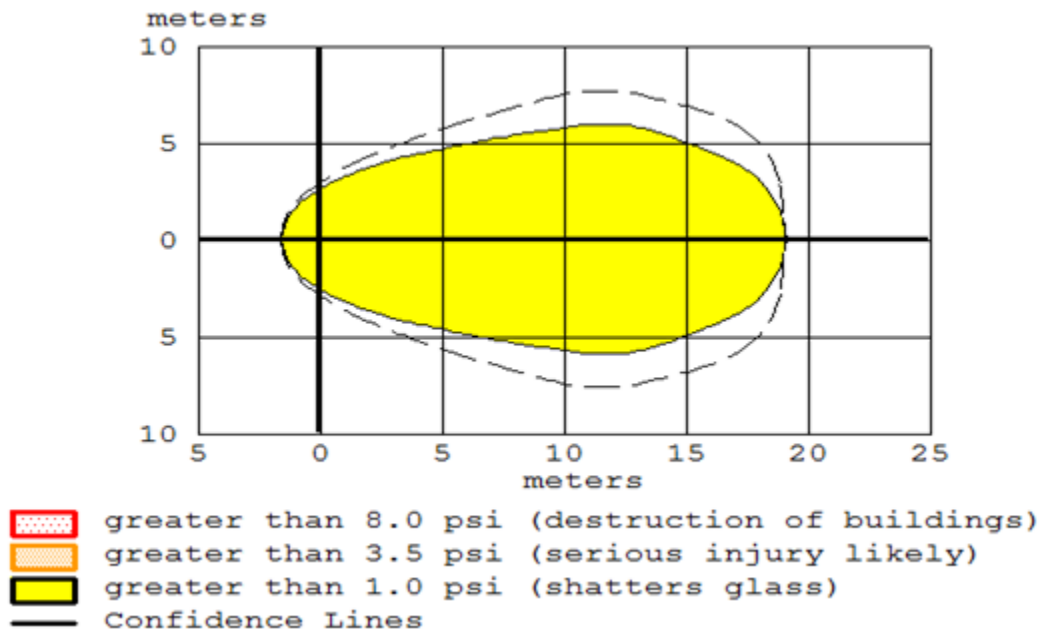
- Vitesse du vent = 6 m/s mesurée à 10 m sous la direction NNE (22,5° c'est-à-dire les vents dominants viennent exclusivement du nord nord-est et sont dirigés vers l'océan atlantique) ;
- Stabilité atmosphérique = D (neutre) ;
- Température de l'air = 30°C et Humidité relative = 80%;
 - Diamètre de la fuite due à une corrosion: 1 cm

Paramètres du réservoir (données d'entrée du modèle) :

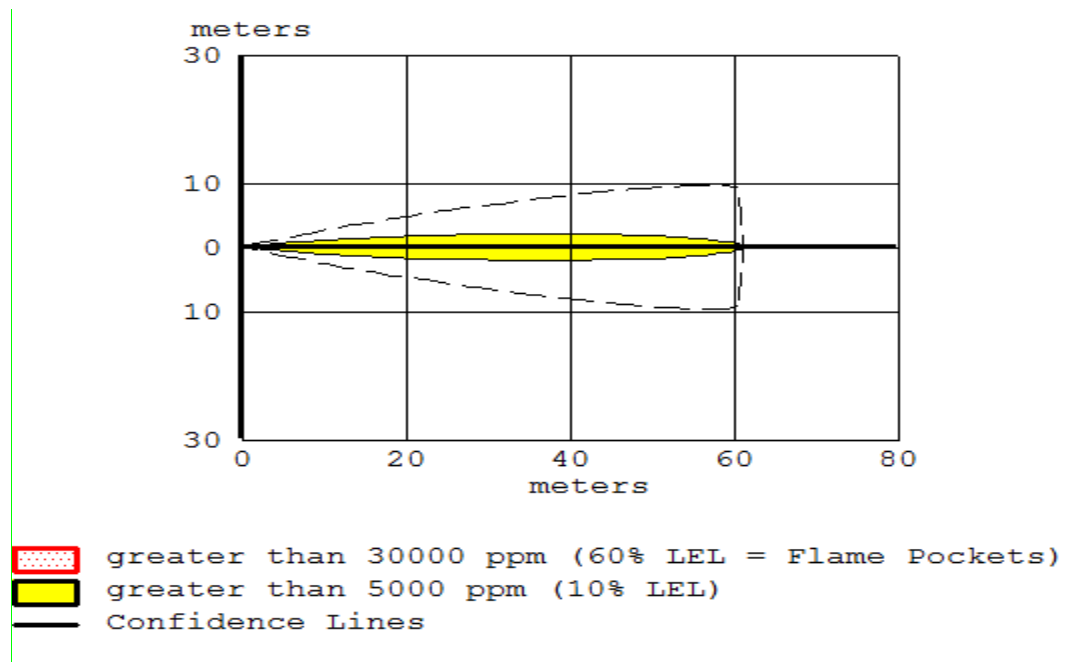
- Diamètre = 20m ;
- Hauteur = 10 m ;

Distance sécurité	Valeurs seuils	Distance en (m)
Distance des dégâts sur les structures	300 mbar (8 psi)	Non atteint
Distance des dégâts sur l'homme avec des blessures	200 mbar (3,5 psi)	Non atteint
Distance de destructions significatives sur les vitres	20 mbar (1 psi)	19 m

La figure ci-dessous illustre les résultats du calcul

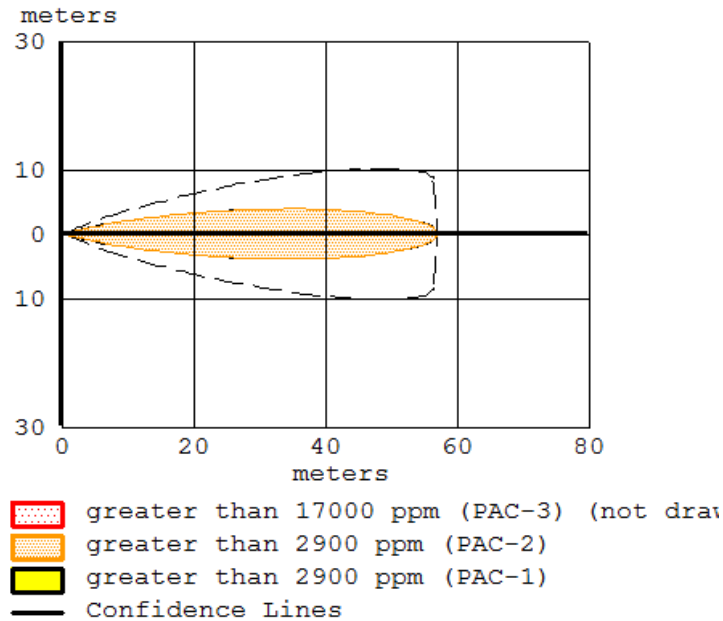


4.1.3.2. Zones de vapeur explosives en cas de fuite



Rouge : 25 mètres --- (30000 ppm = 60% LEL = Poche de flamme)
Jaune : 61 mètres --- (5000 ppm = 10% LEL)

4.1.3.3. Zone de vapeur toxique



4.1.3.4. Effets thermiques:

Tableau 23 : Valeurs de référence des seuils d'effets thermiques

Valeur de référence		Effets sur l'homme
Phénomène ≥ 2 mn Flux thermique (kW/m ²)	Phénomène ≤ 2 mn Doses thermiques [kW/m ²] ^{4/3.s}	
3	600	Seuil des effets irréversibles, cloques en 30 s pour les personnes non protégées
5	1000	Seuil des premiers effets létaux
10	2600	Seuil des effets létaux très significatifs Brûlures au troisième degré
Valeur de référence (kW/m ²)		Effets sur les structures
5		Seuil de destruction des vitres par effet thermique
10		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effets domino ▪ Risque d'inflammation pour les matériaux combustibles
20		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destruction ou rupture des éléments de structures ▪ Tenue du béton pendant des heures

Résultats du calcul des conséquences des effets thermiques d'une boule de feu suite à un BLEVE

Effets thermiques de la boule suite à une explosion par BLEVE d'un réservoir de Méthane	
Distance des effets à 10 kW/m²	: inférieure à 10 m
Distance des effets à 5 kW/m²	: inférieure à 10 m

4.1.3.5. Conclusion

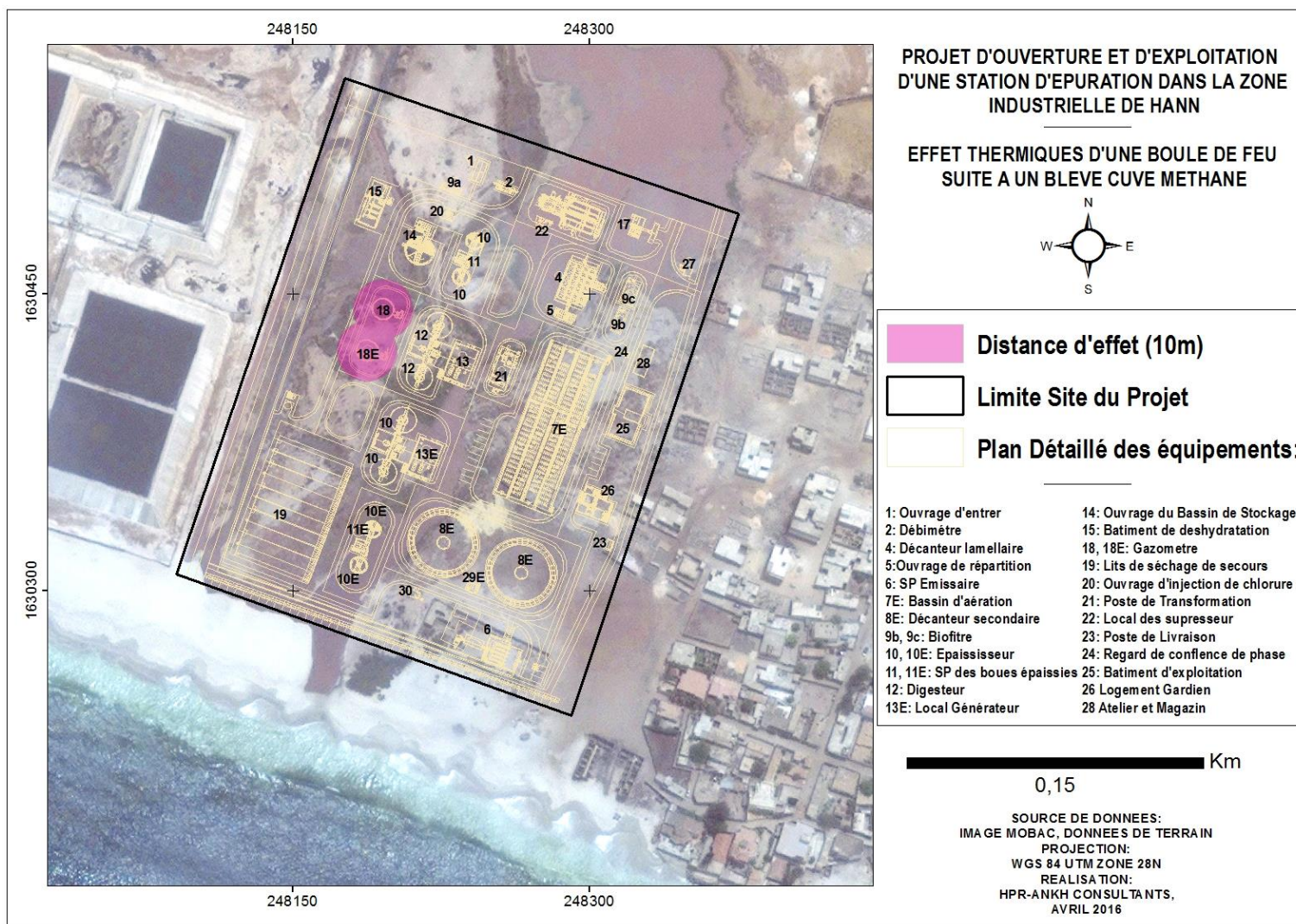
- Lors d'un stockage de biogaz dans le cadre des variantes 2 et 3 avec une quantité de 2700 m³ les distances correspondant à un dégât sur l'homme avec des blessures et sur les structures sont inférieures à 10m alors que les vitres situées sur un rayon de 19 m peuvent subir des dégâts majeurs en cas d'explosion de la cuve.
- La concentration en vapeur explosive à 60% de la limite d'explosivité est située dans un rayon de 25m alors que celle de 10% de LEL est à 61m.
- En cas de dispersion atmosphérique du biogaz la zone sécuritaire se trouve dans un rayon supérieur à 57 m.
- Les effets létaux dans le cadre d'un incendie se situent à une distance inférieure à 10 m.

4.1.4. **Conclusion générale:**

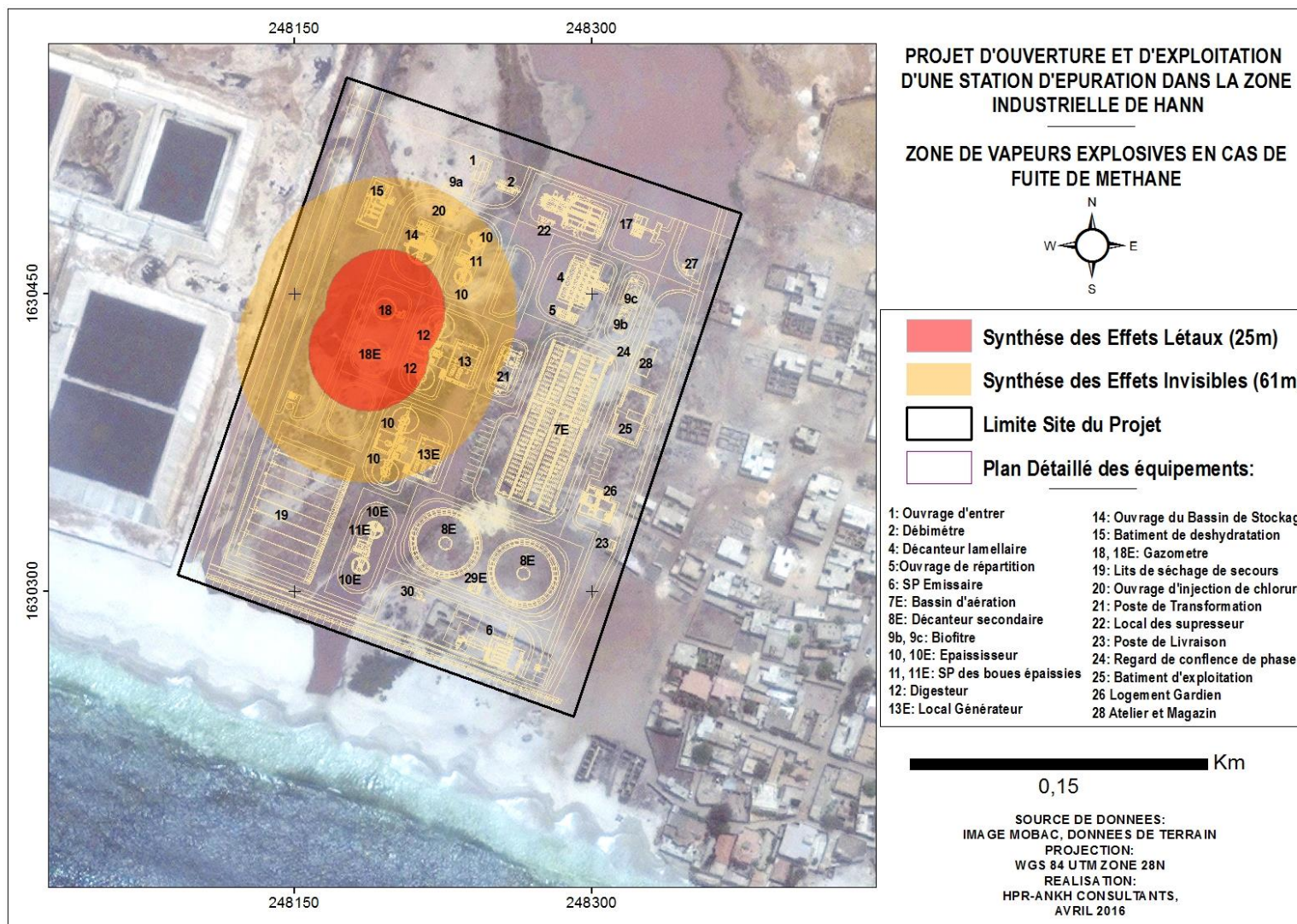
Les résultats de la simulation montre que quelques soit la variante choisie les effets liés à une surpression de la cuve de stockage restent les mêmes.

Les distances d'effets des scénarii majeurs sont présentées sur les cartes suivantes.

Carte 1 : Carte distances d'effets thermiques d'une boule de feu suite à un bleve de méthane



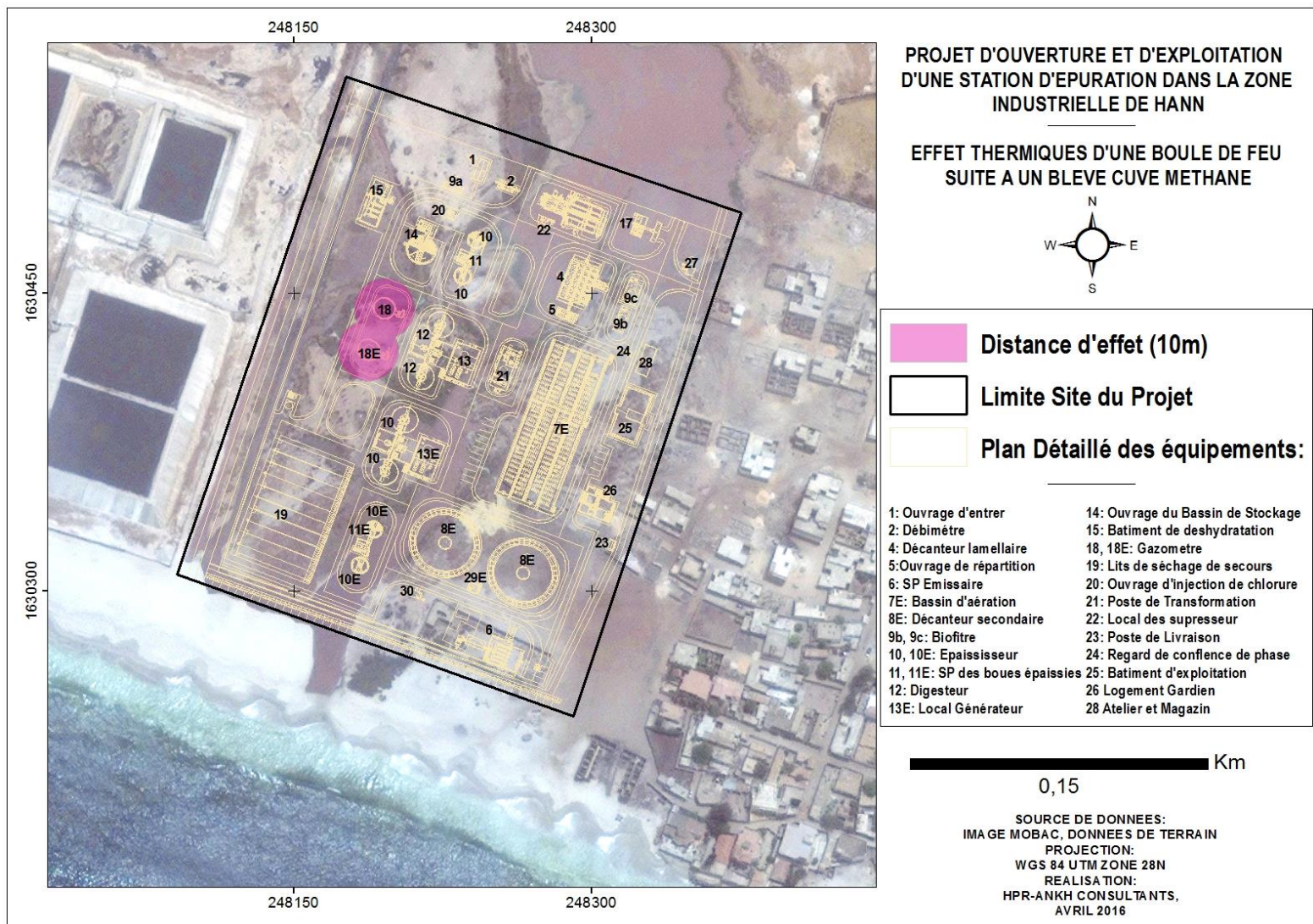
Carte 2 : Carte zone de vapeurs explosives suite à une fuite de méthane



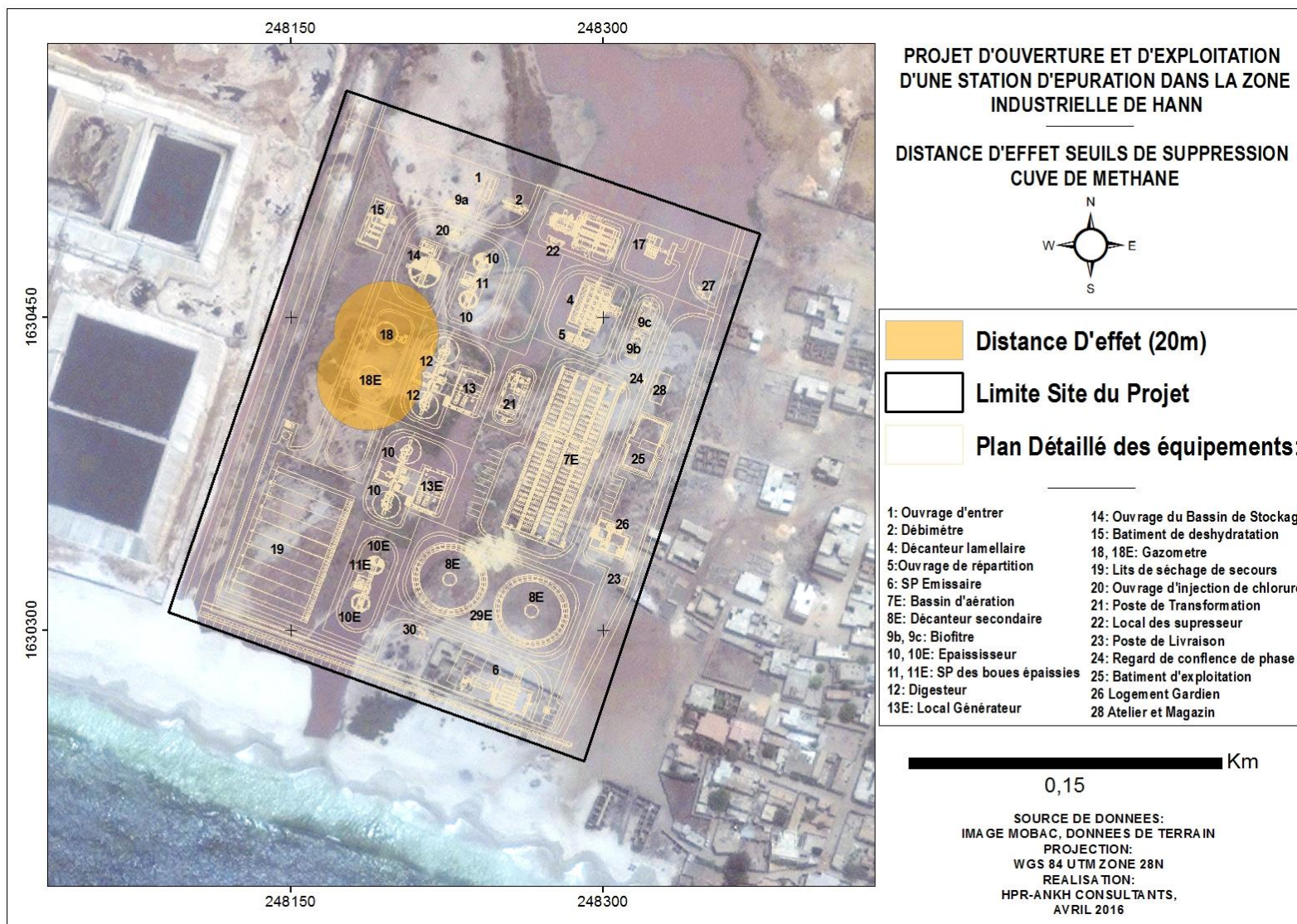
Commentaires :

En cas de fuite du réservoir de méthane, les effets toxiques (la zone de vapeurs toxiques) dépasseront les limites du site, du côté ouest, les distances d'effets de ce scénario atteignent 61m. Le promoteur doit veiller au respect du périmètre de sécurité afin de limiter les impacts associés à ce scénario.

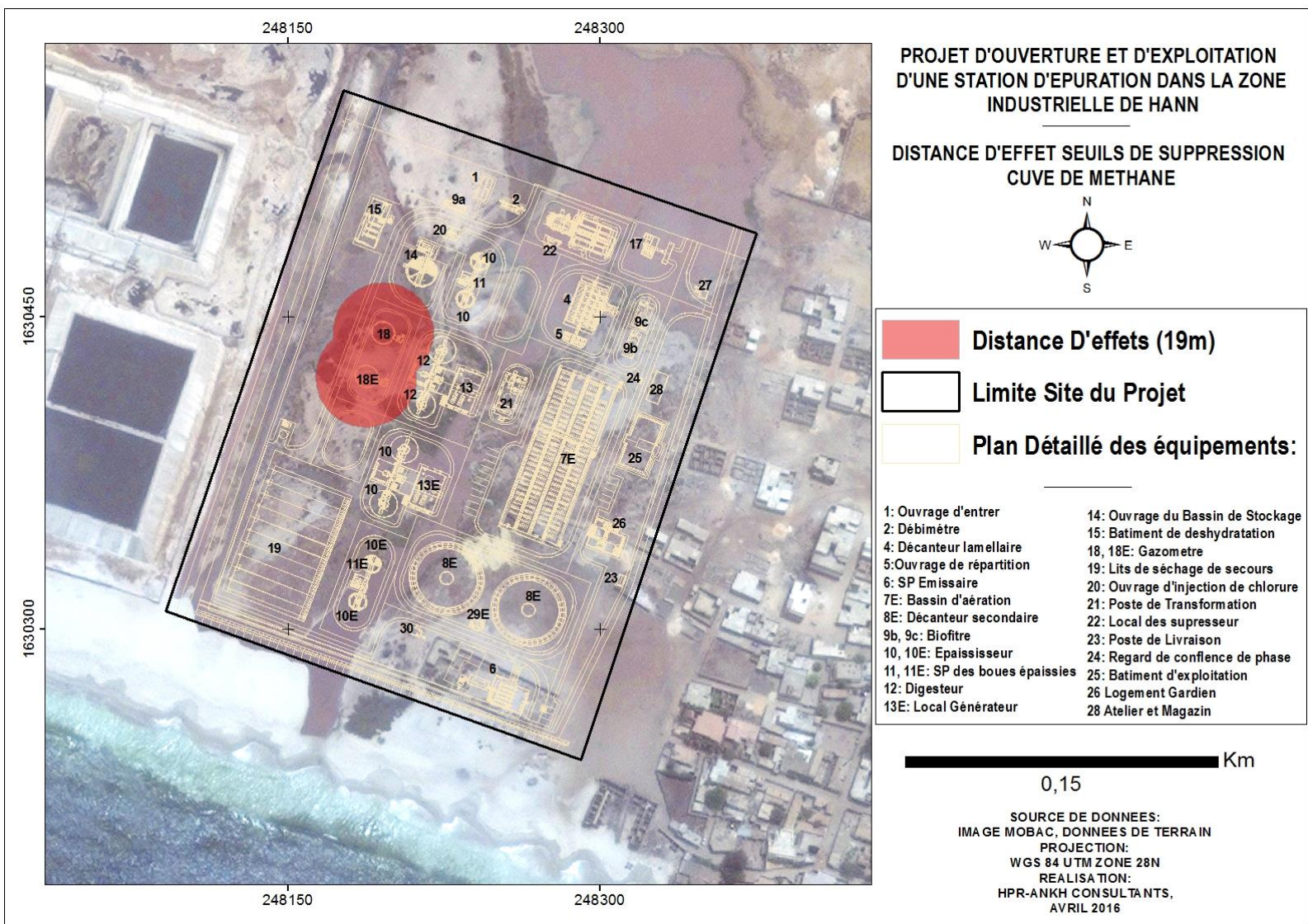
Carte 3 : Carte effets thermiques d'une boule de feu suite à un bleve d'une cuve de méthane



Carte 4 : Carte effets de surpression cuve de méthane 3000m3



Carte 5 : Carte effets de surpression cuve de méthane 2700m3



4.2 Effets de surpression (explosion) cuve de gasoil

Le calcul des effets de surpression a été réalisé en utilisant la circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables, notamment les modélisations.

$$d_i = \lambda_i \times 4,74.10^{-3} * (P_{atm} \times Diam^2 \times h)^{(1/3)}$$

Le calcul des distances réduites λ_i s'effectue à l'aide de l'abaque TM5-1300. Compte tenu des dispersions de modélisation pour les faibles surpressions, il peut être adopté pour la surpression de 20 mbar une distance d'effets égale à 2 fois la distance d'effets obtenue pour une surpression de 50 mbar.

Valeurs de référence relatives aux seuils de surpression

Pour les effets sur les structures :

- 20 hPa ou mbar, seuil des destructions significatives de vitres;
- 50 hPa ou mbar, seuil des dégâts légers sur les structures ;
- 140 hPa ou mbar, seuil des dégâts graves sur les structures ;
- 200 hPa ou mbar, seuil des effets domino ;
- 300 hPa ou mbar, seuil des dégâts très graves sur les structures.

Pour les effets sur l'homme :

- 20 hPa ou mbar, seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme;
- 50 hPa ou mbar, seuils des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 140 hPa ou mbar, seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »
- 200 hPa ou mbar, seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine ».

Hypothèses de calcul

Le système considéré correspond à un camion-citerne de 10 m³ avec un diamètre de 1,9 m. L'explosion d'une cuve est réalisée suite à l'inflammation d'un mélange de vapeurs dans ses limites d'explosivité (cas de l'explosion thermique de réservoirs de stockage atmosphérique).

Résultats

* Effets sur l'homme:

Distance sécurité	Valeurs seuils	dr	Distance en (m)
Distance des effets irréversibles – DEI	50 mbar	22	15
Distance des premiers effets létaux – DEL	140 mbar	9,5	7

Distance des effets létaux significatifs - DELS	200 mbar	7,2	5
--	----------	-----	---

* **Effets sur les structures:**

	Valeurs seuils	dr	Distance en (m)
Distance de destruction significative des vitres	20 mbar	65	30
Distance des dégâts graves sur les structures	50 mbar	22	15
Distance des dégâts très graves sur les structures hors béton	140 mbar	9,5	7
Distance des dégâts très graves sur les structures béton	200 mbar	7,2	6
Distance de ruine du béton	300 mbar	5,5	Non atteint

4.3 Feu de nappe

Le calcul des effets thermiques sera réalisé à l'aide de tableurs utilisant notamment l'instruction ministérielle du 9 novembre 1989 (dépôt ancien de liquide inflammable) et la circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables.

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

Pour les effets sur les structures :

- 5 kW/m², seuil des destructions de vitres significatives ;
- 8 kW/m², seuil des effets domino 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 » ;
- 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 » ;
-

Les résultats de la simulation sont obtenus à partir d'une feuille Excel développés par INERIS

Hypothèses

Pour ce scénario, on considère l'épandage accidentel ou intentionnel dans la cuvette de rétention. La nappe formée est supposée rectangulaire occupant la surface de la cuvette, soit intentionnellement, soit accidentellement sous l'action d'une source d'inflammation (étincelle, point chaud,...). La nappe se consume sur la totalité de sa surface, en postulant un non-fonctionnement des installations d'extinction automatique qui protègent la zone fonctionnant sans surveillance. Compte tenu des dimensions standards d'un réservoir de 10 m³ (diamètre 1900 et longueur 3800), la cuvette aura une longueur de 7,36 m et une largeur de 3 m.

- **Résultats**

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

- **Hauteur de la flamme**

Hauteur de flamme (m)
5,3

- **Pour les effets sur les hommes:**

		Longueur (m)	Largeur (m)
Distances d'effets aux seuils de (m)	3 kW/m ²	20	15
	5 kW/m ²	15	15
	8 kW/m ²	10	10

- **Pour les effets sur les structures :**

		Longueur (m)	Largeur (m)
Distances d'effets aux seuils de (m)	5 kW/m ²	15	15
	8 kW/m ²	10	10
	16 kW/m ²	9	8
	20 kW/m ²	9	8
	200 kW/m ²	NA	NA

4.4 Quantification des effets de Boil-Over

Le calcul des effets de Boil-Over a été réalisé en utilisant les formules simplifiées issues du modèle utilisé par l'INERIS.

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

Pour les effets sur l'homme

- 3 kW/m², seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 5 kW/m², seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine

Les résultats de la simulation de boilover en couche mince sont obtenus à partir d'une feuille Excel développée par INERIS. Elle permet de déterminer les distances d'effets thermiques associées aux effets irréversibles, aux premiers effets létaux et aux effets létaux significatifs.

Distance des effets

- Volume 10 m³

Résultats donnés à partir du bord du bac		valeurs	Unités
Distance aux effets irréversibles	3 kw/m ²	Non atteint	M
Distance aux premiers effets létaux	5 kw/m ²	Non atteint	M
Distance aux effets létaux significatifs	8 kw/m ²	Non atteint	M
Résultats donnés à partir du centre du bac		valeurs	Unités
Distance aux effets irréversibles	3 kw/m ²	Non atteint	M
Distance aux premiers effets létaux	5 kw/m ²	Non atteint	M
Distance aux effets létaux significatifs	8 kw/m ²	Non atteint	M

5 RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX STATIONS D'EPURATION

5.1 Mesures de prévention

Les mesures et équipements destinés à améliorer la sécurité du personnel comprennent en particulier :

- ✓ la ventilation des locaux fermés,
- ✓ les systèmes de ventilation, voire d'inertage, des ouvrages susceptibles de provoquer des dégagements gazeux importants,
- ✓ les protections contre les chutes,
- ✓ les alarmes installées aux points sensibles.

5.1.1. Risques biologiques

La prévention des risques biologiques consiste à rompre la chaîne de transmission en s'appuyant sur les principes généraux de prévention des risques biologiques. La prévention doit être intégrée le plus en amont possible de la chaîne de transmission en s'appuyant sur des mesures d'organisation du travail, de protection collective et individuelle. Elle comporte l'information et la formation du personnel, y compris les personnels intérimaires. Il est nécessaire que soit effectué un suivi du fonctionnement de la station d'épuration : état des cultures, qualité des effluents, absence d'hydrogène sulfuré ou d'autres produits dangereux...

Lors des analyses sur les eaux usées, aucun prélèvement par pipetage ne doit s'effectuer à la bouche.

Les laboratoires doivent suivre les mesures de prévention des risques biologiques relatifs aux laboratoires de contrôle en milieu industriel où des travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des agents biologiques pathogènes. Le niveau de confinement mis en œuvre sera choisi en fonction de la classification des agents pathogènes recensés ou probables. En cas de doute sur les groupes de risque infectieux auxquels appartiennent les micro-organismes manipulés, il convient de travailler dans une salle technique ayant un confinement au moins de niveau 2.

5.1.2. Risques chimiques

Il faut considérer, d'une part les risques dus à la manipulation et à la mise en œuvre des substances et mélanges nécessaires aux traitements et d'autre part, les risques dus aux dégagements de composés dangereux y compris lors des prés ou post-traitements et des opérations d'entretien.

Les substances et mélanges dangereux utilisés lors des traitements et de la détoxification sont essentiellement des oxydants forts (chlore, eau de Javel, eau oxygénée, ozone...), des réducteurs, des acides, des bases, des produits coagulants et floculants (sulfate d'alumine, chlorure ferrique, polyélectrolytes organiques...).

- ☞ On prendra les précautions d'usage concernant le stockage et la manipulation de ces produits en respectant les règles d'incompatibilité (y compris en cas de fuite) et en opérant les dilutions et transvasements dans des conditions qui mettent le personnel à l'abri des projections et émanations éventuelles (travail sous aspiration, transvasement en circuit fermé...), et éventuellement port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Tous les récipients servant aux manipulations des divers réactifs seront spécifiques et étiquetés en application de la réglementation relative à la classification et à l'étiquetage des substances et des mélanges dangereux.

☞ Suivant la nature et l'origine des effluents, on devra surveiller le dégagement de produits gazeux par entraînement lors des phases d'aération.

Si ces gaz sont susceptibles d'être dangereux pour la santé,

- on mettra en œuvre des dispositifs de protections collectifs (captage à la source...),
- la présence du personnel devra être réduite au strict nécessaire,
- des équipements de protection individuelle compléteront éventuellement le dispositif.

Si les gaz sont inflammables, toute source d'ignition devra être proscrite et des dispositions devront être prises pour que la concentration des gaz reste toujours en dessous de la limite inférieure d'explosivité.

Un risque important réside dans le dégagement de gaz toxique par mélange de composés incompatibles.

Exemples :

- acides et cyanures dégageant de l'acide cyanhydrique,
- acides et eau de Javel dégageant du chlore,
- composés arsenicaux ou soufrés dégageant respectivement de l'hydrogène arsénié et de l'hydrogène sulfuré en présence d'acides.

Afin d'éviter ce risque, on ne procédera aux opérations d'acidification qu'après avoir vérifié l'absence de tels composés.

5.1.3. Mesures de prévention spécifiques aux autres risques (hydrogène sulfuré, biogaz)

Les dispositifs clos de traitement ou de stockage des effluents (ex : colonne de traitement par charbon actif, bassins couverts...) constituent des espaces confinés. On prêtera une attention particulière en cas d'intervention en raison des risques importants d'asphyxie ou d'intoxication.

La procédure habituelle de pénétration dans des espaces confinés devra être scrupuleusement respectée : contrôle préalable de l'état de l'atmosphère (teneur en oxygène, absence de gaz dangereux...). La présence d'hydrogène sulfuré est particulièrement à redouter dans ce cas.

Pour les autres risques (mécaniques, chutes, incendie-explosion...), les mesures de prévention devront être recensées dans le plan d'action établi à l'issue de l'évaluation des risques dont le résultat est transcrit dans le Document Unique.

Pour prévenir les risques de chutes, on utilisera des dispositifs appropriés (grilles, barraudage, caillebotis...). Les zones de circulation et de travail devront être munies de garde-corps conformément à la réglementation en vigueur.

Des perches et des bouées doivent être judicieusement placées en bordure des bassins. En cas d'intervention sur des bassins, le personnel sera équipé de veste à volume de flottabilité incorporée.

Pour prévenir les risques liés à la manutention, un matériel adapté, tel que rail, palan... doit être mis à la disposition des opérateurs pour toute intervention. Par exemple, un palan de levage doit être prévu pour la manipulation des paniers de dégrillage. Des appareils auxiliaires de levage doivent être prévus pour la manutention des trappes et tampons de regard.

5.2 Mesures organisationnelles

La même attention en matière de sécurité doit être apportée aux stations de traitement biologique des eaux usées qu'aux installations de production.

Les installations de traitement biologique étant généralement éloignées des installations de production, les personnels affectés au fonctionnement et à la maintenance de ces installations sont fréquemment en situation de travailleur isolé.

De par les risques inhérents à ce type d'installation (noyade, intoxication, asphyxie...), le travail sera organisé de telle sorte que les opérations isolées soient évitées ou limitées dans leur durée. Des systèmes d'alerte, de communication et/ou de surveillance à distance seront alors utilisés. Ils seront maintenus et testés régulièrement.

En conséquence, une liaison directe doit être instituée entre la station de traitement et les unités de fabrication du site.

La station de traitement sera en particulier immédiatement avertie en cas :

- de déversement accidentel de substances indésirables dans les eaux à traiter,
- ou de dysfonctionnement pouvant avoir une incidence sur la bonne marche de la station, afin que des mesures puissent être prises rapidement.

Pour toute intervention d'une entreprise extérieure, Des préconisations de la recommandation devront être suivies.

5.3 Hygiène - Vêtements de travail et protections individuelles

5.3.1 Hygiène

Pour limiter le risque de transmission des germes pathogènes à l'extérieur, le personnel disposera de vestiaires séparés, propres à l'installation, pour les vêtements de travail et les vêtements de ville.

On entend par vestiaires séparés des locaux séparés au minimum par une cloison, de façon à éviter tout contact entre la partie « propre » (vêtements de ville) et la partie « sale » (vêtements de travail).

Les vêtements de travail et les équipements de protection individuelle (chaussures, lunettes...) ne doivent pas quitter la zone de l'installation.

L'ensemble des installations sera pourvu de douches tempérées, situées entre la partie vêtements sales et la partie vêtements propres des vestiaires et directement accessibles de ceux-ci.

Les sanitaires devront être régulièrement et correctement entretenus. On veillera à ce que le personnel affecté à cette tâche soit informé des risques, en particulier du risque biologique.

En cas de souillure accidentelle importante du personnel, une décontamination immédiate à l'aide de douches de sécurité devra être effectuée sur le lieu de travail. Il devra ensuite passer à la douche. Ce type d'événement sera tracé.

5.3.2. Vêtements de Travail et protections individuelles

Le chef d'établissement affectera nominativement au personnel des vêtements de travail adaptés et des moyens de protection individuelle (bottes et gants étanches, lunettes, coiffes, protections respiratoires si nécessaire) et les maintiendra en bon état.

→ Les vêtements de travail seront nettoyés par les soins de l'employeur. S'il est fait appel à une société spécialisée, celle-ci sera avertie des risques éventuels.

→ Le transport des vêtements vers le lieu de nettoyage doit se faire en prenant toute précaution pour éviter toute contamination.

En ce qui concerne le circuit des vêtements souillés et des vêtements propres, il ne doit pas y avoir de possibilité de contact des uns avec les autres, aussi bien dans les vestiaires que lors des manipulations. Il est recommandé d'utiliser des solutions désinfectantes (eau de Javel, par exemple) pour le lavage des vêtements.

Le port de gants étanches est indispensable pour les travaux d'exploitation, de nettoyage et d'entretien des matériels au contact de l'eau usée.

La qualité des gants devra être adaptée en fonction des travaux et des produits.

Il est nécessaire de rappeler que les crèmes-barrières ne sauraient, en aucune manière, faire office de gants. Le port de certains gants étanches peut être rendu plus confortable, par exemple par le choix de gants doublés en coton ou l'interposition d'une deuxième paire de gants en coton à l'intérieur ; celle-ci absorbant la sueur et limitant la macération.

Avant d'ôter des gants, il est recommandé de les laver à l'eau et au savon liquide, les mains seront ensuite lavées.

Les mains seront lavées à l'eau tiède et au savon avant de manger, de se rendre aux toilettes ou de fumer, ainsi qu'à la fin du travail et lors d'interruption de celui-ci. Elles seront essuyées avec des essuie-mains en papier à usage unique.

Les ongles seront de préférence coupés courts et seront maintenus propres par brossage à l'eau savonneuse. Toute blessure, même légère, survenue au cours du travail ou hors du travail, devra être désinfectée et protégée contre les souillures.

Il faudra éviter de porter les doigts à la bouche, aux yeux, au nez et aux oreilles.

5.4 Formation-information

Conformément au Code du travail, le personnel intervenant sur ces installations recevra une formation adaptée à son travail et sera tenu informé de l'ensemble des dispositions prises en matière de sécurité. Cette formation doit intégrer l'ensemble des risques abordés dans la présente recommandation. En raison de la gravité de certains des risques encourus, il convient de veiller à ce que la formation ne se limite pas aux risques communs à la plupart des installations, mais qu'elle couvre également ceux qui sont spécifiques aux stations de traitement biologique des eaux usées.

5.5 Surveillance médicale

En application du Code du travail, le médecin du travail sera informé par le chef d'établissement des travaux effectués par le personnel ainsi que des substances et mélanges mis en œuvre. Le document unique d'évaluation des risques sera tenu à la disposition du médecin du travail qui recevra également toute information complémentaire, permettant en particulier d'appréhender les dangers des agents biologiques présents et les circonstances d'exposition.

Le médecin du travail pourra en fonction des résultats de l'évaluation des risques et des éléments médicaux individuels, décider de modalités particulières de suivi médical.

Certaines vaccinations peuvent être recommandées sur décision médicale, notamment BCG, hépatite A, leptospirose, tétanos...

Le médecin du travail organisera la surveillance médicale selon ces différents éléments.

Il sera averti de toute absence pour cause médicale, il pourra diligenter des enquêtes en cas d'affections fréquentes.

Le médecin du travail participera en outre à l'information du personnel sur les risques éventuels en particulier en cas d'affections susceptibles de favoriser l'apparition d'une pathologie infectieuse et apportera, dans le cadre des activités au titre du tiers temps médical, sa contribution à l'évaluation et à la prévention des risques.

5.6 Mesures de sécurités relatives aux locaux techniques

Les mesures de sécurités dans les milieux confinés tels se subdivisent en : prévention, protection et ventilation.

5.6.2. La protection

La protection comprend deux types : la protection passive et la protection active

5.6.2.1. La protection passive

Les mesures de protection passive n'ont pour vocation d'éteindre l'incendie, l'objectif principal étant de limiter sa propagation au sein même de l'installation.

Parmi les moyens de protection passive, on peut signaler :

- Le compartimentage,
- Le cantonnement.

On distingue également :

La prise en compte de la stabilité au feu du bâtiment, afin qu'il ne s'effondre pas pendant l'évacuation des personnes, ni pendant l'intervention des sapeurs-pompiers ;

Les éléments de structure tels que poutres, poteaux ou murs doivent satisfaire à des critères de résistance au feu ;

La performance de réaction au feu des matériaux utilisés pour la construction et la décoration ;

La disposition de portes afin de ralentir la progression d'un éventuel incendie au sein du bâtiment et vers les ouvrages à proximité ;

Le stockage de matériaux inflammables, explosifs ou toxiques est normalement interdit ;

Toutes les installations techniques (locaux techniques, appareils spécifiques, installations électriques, ...) doivent être régulièrement vérifiées, entretenues et subir des visites techniques de conformité par des organismes de contrôle agréés.

La protection active

Son rôle est soit d'éteindre l'incendie ou de limiter son développement. Les moyens disponibles sont :

- les extincteurs,
- les robinets d'incendie armés (RIA),
- les systèmes d'aspersion (sprinkler ou brouillard d'eau).

Pour ce qui est des extincteurs ils peuvent être en poudre, mousse ou en CO2. Les extincteurs doivent être facilement accessibles et visibles. La distance généralement prévue est de 25m. D'après le guide de CFPa sur la protection contre les incendies, les quantités prévues sont mentionnées dans le tableau suivant :

Type d'extincteur	Poudre	Mousse	CO2
Quantité minimale	6 kg	9 kg	5 kg
Capacité minimale	34 A 183 BC	183 B	70 B

5.6.2.2. La ventilation

Son rôle est de garantir des espaces sains pour l'évacuation et l'intervention des secours en contrôlant la dispersion des fumées. Deux types de systèmes sont rencontrés :

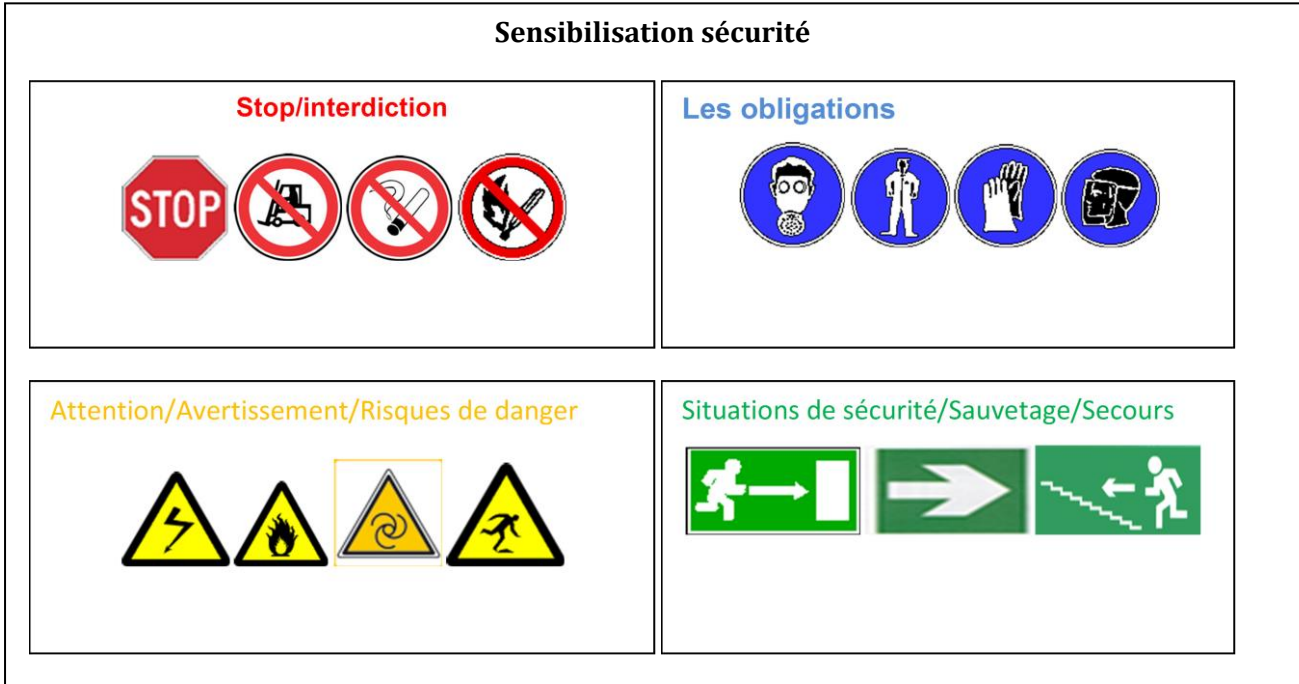
- Les systèmes d'extraction des fumées (ex. : ventilation transversale en tunnel),
- Les systèmes de soufflage permettant de canaliser les fumées vers un lieu exempt de personnel (ex. : ventilation longitudinale en tunnel).

5.7 Mesures de prévention des risques liés aux groupes électrogènes

5.8 Accès et signalisation, éclairage

1. L'accès aux locaux des groupes électrogènes doit être rendu inaccessible au public et à des tiers et les écriteaux d'interdiction, de signalisation et de mise en garde requis doivent être mis en place visiblement. Les écriteaux en question sont les suivants :

Sensibilisation sécurité



COULEUR DE SECURITE	SIGNIFICATION
ROUGE	STOP/INTERDICTION EQUIPEMENTS LUTTE INCENDIE
ORANGE/JAUNE	ATTENTION/AVERTISSEMENT/RISQUE DE DANGERS
VERT	SITUATIONS DE SÉCURITÉ/SAUVETAGE/SECOURS
BLEU	OBLIGATIONS

- interdiction d'entrée à toute personne non autorisée,
- interdiction d'utiliser une flamme nue, de faire du feu ainsi que de fumer,
- attention tension dangereuse ;
- attention démarrage automatique du groupe électrogène (le cas échéant).

Ces écriteaux sont

- à exécuter en deux langues au moins, respectivement française et en langue locale du terroir ;
 - à apposer à l'extérieur de la porte d'accès donnant accès au local du groupe électrogène.
2. La porte d'accès doit pouvoir être ouverte de l'intérieur sans clef et sans effort particulier, moyennant un dispositif de déverrouillage fonctionnant même en cas de fermeture de l'extérieur.
 3. Toutes les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur et ne pas entraver les issues ;

4. Un éclairage de sécurité de 30 Lux est à prévoir autour du groupe électrogène pendant 1 minute. Le local du groupe électrogène est à munir d'un bloc portatif de sécurité;
5. L'éclairage normal du local groupe et du local TGBT (tableau général basse tension) doit être repris sur le groupe électrogène.

Prévention des incendies

1. Les locaux où est installé un groupe électrogène doivent être aménagés, équipés et entretenus de façon que tout risque d'incendie et d'explosion soit prévenu. Il faut que ces locaux soient tenus dans un état de parfait ordre et de parfaite propreté ;
2. Les chiffons, cotons, papiers, etc. imprégnés de liquides inflammables ou de substances grasses sont à renfermer dans des récipients métalliques clos et étanches ;

Lutte contre l'incendie

1. Dépôt de 100 litres de sable, une pelle et des extincteurs de classe B1 ou B2 au voisinage immédiat de la porte ;

Aération

1. L'apport d'air pour le groupe électrogène doit être réalisé à partir de l'extérieur et non à partir de l'intérieur du bâtiment dans lequel le groupe électrogène est logé.
2. Les gaz de combustion doivent être évacués directement sur l'extérieur par des conduits incombustibles, étanches et placés dans une gaine de degré CF égal au degré de stabilité du bâtiment ;
3. Dans les canalisations et ouvertures d'aération, il faut en plus prévoir selon les besoins des aménagements et dispositifs empêchant l'entrée de poussières, de pluies ou d'autres souillures.

5.9 Recommandations concernant le stockage des combustibles

Tableau 24 : Recommandations concernant le stockage de gasoil

Mesures de prévention	Mesures d'atténuation des conséquences d'accident
<ol style="list-style-type: none"> 1. Maintenance et inspection préventives des réservoirs (cuves +bacs) et des équipements connexes. 2. Procédures de permis de travail et de permis de feu 3. Formation et sensibilisation des intervenants sur les réservoirs. 4. Camions-citernes en bon état et procédure 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rendre opérationnel le plan d'opération interne POI (le calcul des besoins en moyens d'extinction : eau, émulseur et pompage). 2. Formation du personnel en extinction incendie et en secourisme. 3. Mettre en place des RIA 4. Disposer de suffisamment de boites à

<p>de déchargement camions-citernes</p> <p>5. Mise en œuvre de rétention bien dimensionnée (voir recommandations de dimensionnement ci-après).</p> <p>6. Interdiction de fumer dans les zones à risques : près du stockage de gasoil, etc.</p> <p>7. Les installations électriques doivent être vérifiées et contrôlées chaque année par un organisme agréé.</p>	<p>mousse d'émulseurs pour éteindre un éventuel feu de bac.</p>
--	---

6 Conclusion étude de dangers

Les situations dangereuses impliquant des scénarios d'accidents majeurs ont été identifiées et hiérarchisées en terme de probabilité d'occurrence et de gravité ; l'analyse des barrières de sécurité associées à ces situations permet de les classer sur un niveau de risque ACCEPTABLE.

Cette analyse est réalisée à ce jour, mais ne peut rester « figée » : la démarche de réduction des risques doit être permanente, et son évolution dans le temps fera évoluer ces données.

7 Evaluation des risques professionnels

L'évaluation des risques professionnels est une obligation réglementaire définie à l'article 6 du décret 2006-1256 relatif aux obligations des employeurs en SST qui stipule que l'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la promotion de la sécurité et de la santé des travailleurs. Elle est la base de toute démarche d'amélioration de la sécurité et des conditions de travail.

L'évaluation des risques professionnels sert à planifier des actions de prévention dans l'établissement. Les risques professionnels sont constitués de maladies professionnelles (MP) ou d'accidents de travail (AT). La maladie professionnelle se définit comme une manifestation ou une affection qui est la conséquence d'une exposition plus ou moins prolongée à un risque et qui peut entraîner des lésions voire la mort du travailleur qui en est victime. Quant à l'accident de travail, il s'agit d'un fait ou d'un événement qui se produit de manière soudaine provoquant des lésions corporelles ou la mort d'un travailleur. L'accident de trajet (accident survenu sur le lieu d'aller ou de retour du travail ou accident survenu lors d'une mission de l'entreprise) est aussi considéré comme un accident de travail.

La prévention nécessite une maîtrise des risques professionnels qui consiste à identifier les risques, à les évaluer et à les anticiper c'est-à-dire mettre en place des moyens qui permettent l'élimination des risques ou leur réduction de sorte que les risques inacceptables deviennent acceptables. Ce qui revient à dire que la prévention c'est l'ensemble des mesures prises pour éviter qu'un sinistre se produise.

L'évaluation des risques est une étape importante pour la mise en place des moyens de prévention. Cette évaluation consiste à identifier les risques, à les estimer c'est-à-dire voir l'impact que le problème identifié pourrait avoir sur l'homme et à prioriser les actions de prévention à mettre en place. Cette priorisation est fonction de la probabilité d'occurrence et de la gravité du dommage causé.

7.1. Méthodologie

La méthodologie utilisée comporte principalement trois étapes :

- l'inventaire de toutes les unités de travail (Postes, métiers ou lieu de travail)
- l'identification des situations dangereuses et risques liés à chaque unité de travail
- proposer des mesures de prévention et de protection et définir les priorités d'action.

7.1.1. Inventaire des unités de travail

Pour définir les unités de travail l'approche "activité par activité" a été choisie ; cela a consisté à lister les différentes activités de l'entreprise et à chaque fois que le personnel est exposé.

7.1.2. Identification et évaluation des risques

L'identification des risques a été basée sur le retour d'expérience (accidents et maladies professionnelles dans les domaines similaires), la réglementation (code du travail et textes annexes) et les visites de site. Pour l'évaluation des risques un système de notation a été adopté ; cette notation est faite dans le but de définir les risques importants et prioriser les actions de prévention.

Les critères qui ont été pris en compte dans cette évaluation sont : La **Probabilité** de la tâche où la fréquence et ou la durée d'exposition sont prises en compte dans l'estimation de la probabilité et la **gravité** de l'accident / incident.

Tableau 25 : Grille d'estimation des niveaux de probabilité et de gravité

Echelle de Probabilité		Echelle de gravité	
Score	Signification	Score	Signification
1	Une fois par 10 ans, Très improbable	1	Lésions réversibles, sans AT
2	Une fois par an, Improbable	2	Lésions réversibles, avec AT
3	Une fois par mois, Probable	3	Lésions irréversibles, Incapacité permanente
4	Une fois par semaine ou plus, Très probable	4	Décès

Le risque est évalué par la formule : **R (risque) = G (gravité) × P (probabilité)**, une "**matrice de criticité**" est établie et permet de voir les risques acceptables et les risques non acceptables mais également la priorisation des actions qui vont de 1 à 3.

Tableau 26 : Matrice de criticité

	P1	P2	P3	P4
G4	41	42	43	44
G3	31	32	33	34
G2	21	22	23	24
G1	11	12	13	14

Signification des couleurs :

- Un **risque** très limité aura une couleur **verte**. Dans ce cas la priorité sur les actions à mener est du troisième ordre ;
- La couleur **jaune** matérialise un **risque important**. Dans ce cas la priorité sur les actions à mener est de 2;
- tandis qu'un **risque élevé inacceptable** va nécessiter une des actions prioritaires de premières importances. Il est représenté par la couleur **rouge**.

3	Risque élevé avec Actions à Priorité 1
2	Risque important avec Priorité 2
1	Risque faible avec Priorité 3

7.1.3. Définition des mesures de prévention et de protection

Des mesures de prévention et de protection à mettre en œuvre sont déterminées pour tous les risques identifiés. Ces mesures sont destinées d'une part à faire diminuer la fréquence d'un risque (en atténuant les facteurs de risques) et d'autre part à diminuer la gravité (par exemple en mettant en place des mesures de protection des travailleurs). Concernant les risques de gravité 4 (décès), il faut noter que les mesures de protection permettent rarement de faire diminuer les conséquences associées à l'activité. Seules des mesures de prévention (visant à diminuer la fréquence d'occurrence) permettent donc de faire baisser la criticité d'un tel risque.

Le risque résiduel après mise en place des mesures de protection sera donc du même type que le risque initial, mais son niveau de criticité aura été atténué.

7.1.4. Présentation des résultats

Inventaire des unités de travail dans le cadre du projet

Les différentes activités réalisées dans le cadre du projet ainsi que les situations dangereuses auxquelles le personnel peut être exposé sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 27 : Inventaire des unités de travail durant l' exploitation

Phases	Activités	Poste ou Personnel exposé	¹ Situations dangereuses
Construction	Acheminement des matériaux de construction sur le site par camions/ Déchargement	Conducteur de camions et personnel effectuant le déchargement ou présent sur site	<ul style="list-style-type: none"> -Défaillance mécanique des camions, -Formation insuffisante sur les règles de conduite, -Fatigue du conducteur, -Présence de poussière, -Vitesse importante sur le site, -Absence de plan de circulation sur site, -Mauvais positionnement du véhicule lors du déchargement, -Exposition aux chutes en montant sur les camions, -Tenir et déplacer des charges lourdes, Mouvements répétitifs, -Circuler dans des zones encombrées
	Construction des bâtiments/installations	Personnel effectuant le travail	<ul style="list-style-type: none"> -Dégagement de poussières (ciment), -Contact répété et prolongé avec le ciment, -Position statique prolongée (station debout), -Travaux en hauteur, -Posture contraignante, -Contact avec objet susceptibles de causer des blessures
	Travaux de finition	Personnel effectuant le travail	<ul style="list-style-type: none"> -Emanations des produits (peinture, solvant), -Contact cutané avec les produits, -Posture contraignante
	Travaux de soudure	Soudeur	<ul style="list-style-type: none"> - Emission de fumées (irritantes, toxiques), - Projection de métal lors du soudage, - Manipulation de gaz (oxygène, acétylène), - Exposition aux rayonnements ultraviolets et

¹ Situation ou phénomène qui peut nuire ou porter atteinte à la santé du travailleur.

			infrarouge émis par les opérations de soudage
	Installation/pose des équipements	Personnel effectuant le travail	<ul style="list-style-type: none"> -Posture contraignante, gestes répétitifs, efforts physiques, -Projection de corps étrangers dans les yeux, -Coups provoqués par des objets/outils/contact avec des matériaux susceptibles de causer de blessures
	Réalisation des tranchées pour les canalisations	Personnel effectuant les travaux	<ul style="list-style-type: none"> -Exposition au risque d'éboulement de la tranchée, -Détérioration d'une canalisation enterrée (électricité), -Chute d'objet sur l'agent situé au fond de la tranchée, -Circulation au bord des tranchées, -Projection de particules
Exploitation	Toutes les activités du projet en phase exploitation	Tout le personnel présent sur site	<ul style="list-style-type: none"> - Personnel circulant sur des espaces encombrés ou sur sol glissant, -Insuffisance d'hygiène, -Présence de bruit (équipements, véhicules), -Défaillance dans les installations électriques, -Manipulation de produits chimiques, -Contact avec du matériel contaminé
	Intervention sur ou à proximité des installations suivantes : fosses de stockage de liquides, boues, postes de relevage, bassins...	Opérateurs	<ul style="list-style-type: none"> -Exposition au risque de chute dans les bassins de stockage des liquides, boues, -Présence d'odeur, - Présence de bioaérosols contenant des agents pathogènes, - Emanation de gaz toxiques (ammoniac, hydrogène sulfuré, méthane...), - Présence de gaz ou de poussières explosibles
	Intervention en espace confiné	Personnel intervenant dans	-Présence de gaz

		les espaces confinés	toxiques/inflammables/explosibles -Posture contraignante, -Déplacement sur espace mal éclairé
	Travail isolé	Opérateur effectuant un travail isolé	Effectuer un travail isolé sans mesures de sécurité
	Production/stockage de biogaz	Personnel présent sur site	-Fuite de biogaz inflammable et ou toxique (CO ₂ , CO, CH ₄ , H ₂ S...), -Présence de gaz inflammable/explosible et source de chaleur à proximité des installations
	Entretien/nettoyage des installations	Personnel effectuant les travaux	-Contact avec agents biologiques pathogènes, -Manipulation de produits chimiques, -Manutention manuelle de charges lourdes, -Contact avec organe en mouvement, -Projections de bioaérosols
	Intervention en hauteur	Intervenants	-Utilisation de matériels inadaptés pour les accès en hauteur, -Absence de dispositif anti-chute
	Conduite d'engins/camions sur site	Conducteurs, piétons	-Absence de plan de circulation, signalisation, -Défaillance mécanique des engins/camions, -Manque de formation des conducteurs, -Présence de piétons sur les aires de circulation des engins/camions

Les différents risques professionnels auxquels le personnel peut être exposé ainsi les mesures de prévention sont présentés dans le tableau ci-après

Tableau 28 : Analyse des risques initiaux et présentation des risques résiduels

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	²Risque initial	Domage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
Construction	Transport de matériaux de construction par camion sur site et déchargement	Conducteur et personnel présent sur site	Défaillances mécaniques des camions	Risque d'accident	Accident de trajet	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Utiliser des camions en bon état, Entretien régulièrement les camions, Vérifier l'état des véhicules avant de les conduire et changer les pièces défectueuses	2	2	22	Risque d'accident
			Absence de plan de circulation sur le site	Risque d'accident	Collision de véhicules, Heurt de piéton par camions	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Mettre en place une signalisation et un plan de circulation, Interdire la circulation des piétons sur les aires de circulation des camions	2	2	22	Risque d'accident
			Formation insuffisante sur les règles de conduite	Risque d'accident	Accident de trajet/accident sur site	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	S'assurer que les conducteurs maîtrisent les règles de conduite, Rappel périodique des règles de conduite	2	2	22	Risque d'accident
			Fatigue du conducteur	Risque d'accident	Accident de trajet/accident sur site	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Repos des conducteurs	2	2	22	Risque d'accident
			Vitesse de circulation importante sur le site	Risque d'accident	Collision de véhicules, Heurt de piéton par camion	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Limiter la vitesse de circulation des camions sur le site	2	2	22	Risque d'accident
			Dégagement de poussières liées à la circulation des camions	Risque chimique/biologique	Inhalation de poussières	Troubles respiratoires	2	3	23	Mouiller le sol en cas de risque de soulèvement de poussière, Port de masque anti-poussière, Limiter la vitesse de circulation des camions sur le site	1	2	12	Présence de poussière

² Risque lié à la réalisation d'une activité sans mesures de prévention.

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Mauvais positionnement des camions lors des déchargements	Risque d'accident	Dérapiage de camions	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Baliser la zone de déchargement, Arrêter le moteur, Installer les cales S'assurer que le camion est bien stationné, Assister le conducteur en cas de manœuvre délicate	2	2	22	Risque d'accident
			Exposition aux chutes en montant sur les camions lors des déchargements	Risque de chute	Chute de hauteur	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Sensibiliser sur les risques de chute en hauteur, Port de casque lors des montées sur les camions, Travailler en équipe, Mettre en place une procédure d'intervention d'urgence en cas d'accident	2	2	22	Risque de chute
			Déplacement de charges lourdes	Risque lié à l'activité physique	TMS	Mal de dos, Déchirure musculaire	2	3	23	Limiter les charges à déplacer, Former sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos, Former les travailleurs sur les techniques de levage, Eviter le déplacement des charges sur des cycles courts à des rythmes élevés	1	2	12	Fatigue
			Posture contraignante, gestes répétitifs	Risque lié aux gestes et postures	TMS	Mal de dos, Douleurs musculaires	2	3	23	Former le personnel sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos	1	2	12	Fatigue
			Présence de bruit	Risque physique	Affections liées au bruit	Pression artérielle élevée, Troubles cardiaques, Acouphène, Surdité, Fatigue, Gêne	2	3	23	Utiliser des équipements moins bruyants, Entretien régulièrement les équipements, Port de bouchon d'oreille	1	2	12	Gêne, Stress, Fatigue
	Construction des bâtiments/ installations, travaux de finition	Personnel chargé des travaux	Présence de poussière de ciment	Risque chimique	Inhalation des poussières de ciment	Troubles respiratoires, Irritation des voies respiratoires	2	3	23	Limiter la durée d'exposition, Port de masque anti-poussière	1	2	12	Présence de poussières de ciment

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Contact répété et prolongé avec le ciment	Risque chimique	Lésions cutanées	Irritation cutanée, Dessèchement de la peau	2	3	23	Port de gants de protection	1	2	12	Contact avec le ciment
			Travaux en hauteur	Risque de chute	Chute de hauteur	Blessures, Décès	3	3	33	Former les intervenants sur les conditions d'accès en hauteur, Utiliser des équipements adaptés pour les travaux en hauteur, Mise en place d'une procédure d'intervention (premiers soins) en cas d'accident, Port d'EPI (casque, harnais de sécurité)	2	2	22	Risque de chute
			Position statique prolongée (station debout)	Risque lié aux postures	TMS	Fatigue musculaire, Douleurs de jambe	2	3	23	Formation sur les gestes et postures, Eviter la station debout sur de longues périodes, Observer des moments de repos	1	2	12	Fatigue
			Contact avec objets susceptibles de causer des blessures	Risque de coupure	Coupures aux mains	Blessures cutanées, Saignements	2	3	23	Sensibiliser sur les risques de coupures, Former sur l'utilisation des outils, Protéger les parties saillantes des outils, Port de gants anti-coupure	1	2	12	Coupure
			Posture contraignante, gestes répétitifs	Risque lié aux gestes et postures	TMS	Mal de dos, Douleurs musculaires	2	3	23	Former le personnel sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos	1	2	12	Fatigue
			Espace de circulation encombré	Risque de chute	Chute de plain-pied	Blessures, Fracture, Entorse	2	3	23	Désencombrer et dégager les voies de circulation, Marquer les voies de circulation, Enlever tout obstacle présent sur le sol, Port de chaussure de sécurité avec semelle anti-dérapante	1	2	12	Chute
			Emanations des produits manipulés (peinture, solvant.)	Risque chimique	Inhalation des émanations	Troubles respiratoires, Irritation des voies respiratoires	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques liés aux produits, Utiliser des produits moins nocifs pour la santé, Avoir à disposition la FDS des produits, Port de masque adapté	1	2	12	Emanation des produits

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Contact cutané avec les produits	Risque chimique	Lésion cutanée	Irritation cutanée, Brûlure cutanée	2	3	23	Informez le personnel sur les risques liés aux produits, Utilisez des produits moins nocifs pour la santé, Avoir à disposition la FDS des produits, Port de gants de protection	1	2	12	Contact avec le ciment
Réalisation des tranchées pour les canalisations	Personnel effectuant les travaux	Exposition au risque d'éboulement de la tranchée	Risque d'éboulement	Affaissement de terres entraînant l'ensevelissement ou l'écrasement des opérateurs	Blessures, Décès	3	3	33	Vérifier périodiquement l'état (la stabilité) du sol, Poser des blindages d'une hauteur suffisante, Eviter le trafic lourd, les machines qui produisent beaucoup de vibrations, Remblayer les tranchées au plus vite, Eviter une pression excessive ou l'accumulation de matériaux ou de matériel en bordure de tranchée	2	2	22	Chute de matières	
		Détérioration d'une canalisation enterrée (électricité, gaz...)	Risque chimique/électrique	Choc électrique lors d'un contact avec des conduites électriques, Explosion/incendie lors d'un contact avec une conduite de gaz	Electrocution, Brûlures, Intoxication, Blessures, Décès	3	3	33	Détecter les conduites souterraines, Déterminer l'emplacement des réseaux souterrains existants (eau, gaz, électricité...). Mettre en place une procédure d'intervention d'urgence, Prévoir une trousse de premiers secours pour apporter les premiers soins aux blessés	2	2	22	Contact avec une conduite souterraine	
		Chute d'objet sur l'agent situé au fond de la tranchée	Risque physique	Chute d'objets sur le personnel situé dans la tranchée	Blessures	2	3	23	Garder le contact visuel, coordination entre le machiniste et le travailleur dans la tranchée, Interdire les manutentions mécaniques en bordure ou au-dessus d'une tranchée occupée par des ouvriers, Porter un casque de protection (personne dans la tranchée)	1	2	12	Chute d'objets	
		Projection de particules	Risque physique	Projection de particules dans les yeux	Lésions oculaires	2	2	22	Former les travailleurs sur les risques encourus et les moyens de prévention, Porter des lunettes de protection	1	1	11	Projection de particules	

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Circulation au bord des tranchées	Risque de chute	Chute dans les tranchées	Blessures, Fractures	2	3	23	Prévoir une protection périphérique ou baliser la tranchée, Prévoir des accès jusqu'au fond de la tranchée, Prévoir des passages au-dessus des tranchées	1	2	12	Chute
Travaux de soudure	de soudeurs		Emission de fumées (irritantes, toxiques)	Risque chimique	Inhalation de fumées	Irritation des voies respiratoires, Pneumopathie, Affections cancéreuses, Asphyxie (lors du soudage en espace confiné), Asthme,	2	3	23	Informez les travailleurs sur les risques associés aux travaux et les moyens de prévention, Mettre en place des consignes de sécurité, Veiller à ce qu'un secouriste formé soit présent sur le site, Prévoir une trousse de premiers secours, Fournir au personnel des EPI (gants, lunettes, masques, tenue de travail) et exiger leur port, Rendre obligatoire le permis de feu, Mettre en place des moyens de lutte contre l'incendie, Respecter les règles de stockage des produits chimiques	1	2	12	Irritation des voies respiratoires
			Projection de métal lors du soudage	Risque physique	Blessures suite à la projection de métal	Lésions oculaires, Brûlures	2	2	22		1	1	11	Blessures
			Manipulation de gaz (oxygène, acétylène)	Risque chimique	Incendie, Explosion	Brûlures, Décès	3	3	33		2	2	22	Départ de feu
			Exposition aux rayonnements ultraviolets et infrarouge émis par les opérations de soudage	Risque physique	Affections cutanées, Affections oculaires	Brûlures cutanées, Brûlures oculaires, Cataracte, Brûlure rétinienne	2	2	22		1	1	11	Irritations cutanées
			Installation/pose des équipements	Personnel effectuant les travaux	Posture contraignante, gestes répétitifs, efforts physiques	Risque lié aux gestes et postures	TMS	Mal de dos, Douleurs musculaires, Fatigue	2		3	23	Former le personnel sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos	1

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Projection de corps étrangers dans les yeux	Risque physique	Projection de poussières ou de corps étrangers dans les yeux	Lésions oculaires	2	3	23	Former les travailleurs sur les risques associés aux travaux et les moyens de prévention, Porter des lunettes de protection en cas d'exposition au risque de projection	1	2	12	Projection d'éléments
			Coups provoqués par des objets/outils/contact avec des matériaux susceptibles de causer de blessures	Risque mécanique	Blessures corporelles	Coupures, Ecrasement de membre	3	3	33	Former les travailleurs sur la manipulation des outils et sur les procédures opératoires, Porter des EPI lors des travaux (gants, tenue de travail, chaussures de sécurité), Apporter les premiers secours en cas de blessures	2	2	22	Risque de blessure
Phase exploitation	Toutes les activités internes	Tout le personnel présent sur site	Personnel circulant sur des espaces encombrés ou sur sol glissant	Risque de chute	Chute de plain-pied	Blessures, Fracture, Entorse	2	3	23	Désencombrer et dégager les voies de circulation, Marquer les voies de circulation, Enlever tout obstacle présent sur le sol, Porter des chaussures de sécurité avec semelle anti-dérapante	1	2	12	Chute
			Insuffisance d'hygiène	Risque biologique	Affections liées au manque d'hygiène	Affections respiratoires, Lésions cutanées, Allergie, Irritations, Infection	2	3	23	Respecter les mesures d'hygiène : -Eviter de porter ses mains à la bouche, aux lèvres, aux nez, -Eviter de porter des objets à la bouche, -Utilisation de mouchoirs jetables, -Couvrir les plaies, mêmes minimes, -Ne pas manger, boire ou fumer sur les lieux de travail, -Se laver les mains avec du savon : 1. Avant de manger, boire ou fumer ; 2. Avant et après être allé aux toilettes ; 3. Après avoir nettoyé les EPI réutilisables ; 4. Après avoir ôté ses gants, sa tenue de travail ; 5. Se doucher avant de quitter son lieu de travail.	1	2	12	Allergies
			Manipulation de produits chimiques	Risque chimique	Inhalation des émanations, Contact cutané avec les produits	Troubles respiratoires, Irritation des voies respiratoires, Brûlure cutanée, Irritation	2	3	23	Utiliser des produits moins nocifs pour la santé, Avoir à disposition la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du produit, Porter des EPI (masque, gants, lunettes), Informer le personnel sur les risques liés aux produits	1	2	12	Emanation des produits

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
						cutanée, Affections cancéreuses								
			Présence de bruit (équipements, véhicules)	Risque physique	Affections liées au bruit	Troubles cardiaques, Pression artérielle élevée, Acouphène, Surdité, Fatigue, Stress	2	3	23	Utiliser des machines générant moins de bruit, Capoter les machines bruyantes, Limiter la durée d'exposition au bruit, Fournir aux travailleurs des EPI (casque anti-bruit, bouchon d'oreille), Assurer le suivi médical périodique des salariés exposés au bruit	1	2	12	G�ne, Fatigue
			Contact avec du matériel contaminé	Risque biologique	Affections biologiques	Mycoses cutanées, Irritations, Infections par les hépatites, Tétanos, Leptospirose	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques potentiels, Fournir aux opérateurs des EPI (vêtements, gants, masque) et exiger leur port en cas de besoin, Effectuer des tests sanguins en cas de coupure avec des objets coupants/tranchants, Procéder régulièrement au lavage et à la désinfection des mains, Veiller à la vaccination des travailleurs (tétanos, hépatite A, leptospirose)	1	2	12	Contact avec du matériel contaminé
			Défaillance dans les installations électriques	Risque �lectrique	Electrocution, Incendie	Brûlures, Lésions cutanées, Décès	4	3	43	Maintenir périodiquement les installations électriques par un organisme agrée, Mettre en place de moyens de lutte contre l'incendie (extincteurs à poudre universelle), Former le personnel à l'utilisation des extincteurs d'incendie et connaître l'emplacement de tous les systèmes d'alarme, Afficher des consignes de sécurité	3	2	32	Electrisation
	Intervention sur ou à proximité des installations suivantes : fosses de stockage de liquides, boues, postes de relevage, bassins...	Opérateurs	Exposition au risque de chute dans les bassins de stockage des liquides, boues	Risque de chute	Chutes dans les fosses de stockage des boues ou des liquides	Blessures, Intoxication, Asphyxie, Noyade	4	3	43	Sécuriser les fosses par des grilles ou barrières, Placer des perches et des bouées de sauvetage en bordure des bassins, fosses, Placer à proximité des fosses, bassins, des signalisations de danger rappelant le risque de noyade, Equiper le personnel intervenant au niveau des bassins de vêtement de travail à flottabilité intégrée, Former des opérateurs pour l'apport de premiers secours en cas d'accident	3	2	32	Chute dans les fosses
			Présence	Risque	Affections	Troubles	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques	1	2	12	G�ne

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			d'odeur	biologique	liées aux odeurs	respiratoires, Nausées, Gêne respiratoire				biologiques et les moyens de prévention, Fournir aux travailleurs des masques respiratoires à cartouche et exiger leur port lors des opérations, Assurer le suivi médical périodique des salariés				respiratoire
			Présence de bioaérosols contenant des agents pathogènes	Risque biologique	Inhalation de bioaérosols pathogènes (endotoxines, légionnelles)	Troubles respiratoires	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques biologiques et les moyens de prévention, Sensibiliser le personnel sur les règles d'hygiène, Fournir aux travailleurs des masques respiratoires à cartouche et exiger leur port lors des opérations, Assurer le suivi médical périodique des salariés	1	2	12	Présence de bioaérosols
			Ingestion d'agents pathogènes (salmonelles, Escherichia coli) en cas de contact de la bouche avec des mains ou objets souillés à la suite de contact avec des eaux usées ou objets contaminés	Risque biologique	Affections liées à l'ingestion d'agents pathogènes	Troubles digestifs, Diarrhée, Nausée	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques biologiques et les moyens de prévention, Sensibiliser le personnel sur les règles d'hygiène, Mettre à la disposition du personnel des produits d'hygiène pour le lavage régulier des mains, Interdire les repas au niveau des postes de travail, Fournir aux travailleurs des EPI (gants étanches, masque bucco-nasale, vêtement de travail) et exiger leur port lors des opérations	1	2	12	Contact avec des agents biologiques pathogènes
			Emanation de gaz toxiques (ammoniac, hydrogène sulfuré, oxyde de carbone, méthane)	Risque chimique	Inhalation de gaz toxiques	Irritation des voies respiratoires, Intoxications, Troubles respiratoires	2	3	23	Informers le personnel sur les risques chimiques potentiels, Limiter la durée d'exposition aux gaz, Porter des masques à cartouche lors des opérations, Assurer le suivi médical périodique des salariés exposés	1	2	12	Irritation
			Présence de gaz ou de poussières explosibles	Risque incendie, explosion	Incendie, explosion	Brûlures, Blessures corporelles, Décès	4	3	43	Mettre au niveau des espaces confinés des détecteurs de gaz, Eloigner toute source de flamme ou de chaleur dans les zones à risques d'incendie/explosion, Signaler les zones à risque, Mettre en place des consignes de sécurité, Mettre en place des moyens de lutte contre l'incendie et former le personnel sur les mesures	3	2	32	Incendie

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
										de lutte contre l'incendie				
			Contact avec du matériel contaminé	Risque biologique	Affections biologiques	Mycoses cutanées, Irritations, Infections par les hépatites, Tétanos, Leptospirose	2	3	23	Informers les travailleurs sur les risques potentiels, Fournir aux opérateurs des EPI (vêtements, gants, masque) et exiger leur port en cas de besoin, Effectuer des tests sanguins en cas de coupure avec des objets coupants/tranchants, Procéder régulièrement au lavage et à la désinfection des mains, Veiller à la vaccination des travailleurs (tétanos, hépatite A, leptospirose)	1	2	12	Contact avec du matériel contaminé
	Intervention en espace confiné	Personnel intervenant	Présence de gaz toxiques/inflammables/explosibles	Risque biologique, Risque chimique,	Inhalation de gaz toxique, Incendie, Explosion	Asphyxie, Intoxication, Brûlures, Décès	4	3	43	Former le personnel sur les risques encourus et les moyens de prévention, Ventiler les installations, Veiller au port d'un détecteur de gaz, Recenser et vérifier les équipements et matériels de travail nécessaires pour se protéger contre les risques avant toute intervention dans un milieu confiné, Utiliser du matériel ATEX, Informers le personnel sur les consignes de sécurité, Veiller au port d'EPI (masque jetable, gants de protection étanche, combinaison adaptée), Prévoir un contrôleur d'atmosphère, détecteur de gaz pour les opérations en milieu confiné	4	2	42	Intoxication
			Posture contraignante	Risque lié aux gestes et postures	TMS	Mal de dos, Douleurs musculaires	2	3	23	Former le personnel sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos	1	2	12	Fatigue
			Déplacement sur espace mal éclairé	Risque de chute	Chute de plain-pied	Blessures, Fracture, Entorse	2	3	23	Désencombrer et dégager les voies de circulation, Port de chaussure de sécurité avec semelle antidérapante, Prévoir un dispositif d'éclairage	1	2	12	Chute
	Travail isolé	Opérateur effectuant un travail isolé	Effectuer un travail isolé sans mesures de sécurité	Risque lié au travail isolé	Risque d'accident, Recours à des comportements risqués (vitesse excessive, consommation)	Aggravation des accidents faute de secours à temps utile, Stress, Blessures suite à une	3	2	32	Diminuer le nombre et la durée des interventions en état d'isolement, en formant un travailleur spécialement avant de lui confier des tâches en travail isolé, Prévoir une procédure d'accompagnement et de prise en charge (psychologique, juridique) des victimes, afin de limiter les conséquences psychologiques de l'agression, Former et informer les travailleurs : informer particulièrement les intérimaires et les salariés en	2	1	21	Stress

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
					ation d'alcool, non port d'un équipement de protection, utilisation d'outils inappropriés, travaux excédant les capacités physiques), Agression physique ou verbale du travailleur par un tiers	agression physique, Troubles psychologique suite à une agression verbale				CDD sur l'interdiction du recours à l'alcool ou aux drogues, sur la conduite à tenir en cas d'accident ou de pathologie pour éviter son aggravation, sur les techniques de télécommunication avec les collègues et de feedback des difficultés rencontrées, former sur la gestion des conflits et du stress destinées au personnel souvent exposé aux risques de violence, Doter les travailleurs assurant des tâches isolées d'un moyen d'alerte : téléphone portable, dispositif d'alarme pour travailleur isolé (DATI), Exercer une surveillance régulière à distance ou assurer le passage périodique d'un rondier, Mettre en place une permanence téléphonique, - S'assurer que les porteurs de certaines pathologies, ont sur eux une carte de l'entreprise à prévenir avec les numéros d'appel, une carte d'identification de la pathologie avec les gestes à faire d'urgence, Dépister les personnes pouvant présenter des pathologies d'apparition brusque et pouvant handicaper ou interdire au moins temporairement la poursuite de la mission : crises d'angoisse, d'épilepsie, cardiaques, diabétiques, vertigineuses ..., et s'assurer que ces derniers ne soient affectés à un travail isolé, Affecter au poste de travail isolé en permanence que des volontaires pour éviter le plus possible l'apparition de troubles psychologiques qui pourraient se manifester chez un personne contrainte, Mettre en place une alarme pouvant être déclenchée volontairement, en cas de danger imminent ou d'agression, ou automatiquement en cas de malaise ou d'accident, Mettre en place les mesures nécessaires pour qu'aucun salarié ne travaille isolément en un point où il ne pourrait être secouru à bref délai en cas d'accident				
	Production/stockage de biogaz	Personnel présent sur site	Fuite de biogaz inflammable et ou toxique (CO2, CO, CH4, H2S...)	Risque chimique	Inhalation de biogaz	Intoxication, Asphyxie, Malaise, Evanouissement, Perte de connaissance	3	2	32	Sensibiliser les travailleurs liés aux activités et les moyens de prévention, Fournir aux opérateurs des masques respiratoires et exiger leur port lors des interventions dans les installations, Entretien régulièrement les installations, Procéder à des inspections visuelles pour détecter les fuites,	2	1	21	Intoxication

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommage (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
						ce, Mal de tête, Toux, Irritation des voies respiratoires, Vertiges, Douleurs de poitrine, Irritation oculaire,				Assurer le suivi médical périodique des opérateurs				
			Présence de gaz inflammable/explosible et source de chaleur à proximité des installations	Risque incendie	Incendie, Explosion	Brûlures, Décès	3	3	33	Former le personnel sur les risques encourus et les moyens de prévention, Utiliser des détecteurs de gaz fixes ou portatifs qui permettent d'avertir les salariés lorsque les seuils d'alerte sont atteints, Afficher les consignes de sécurité aux endroits à risque, Interdire les sources de chaleur à proximité des installations à risque, Mettre en place des contrôleurs d'atmosphère	3	2	32	Présence de gaz inflammables
	Entretien/nettoyage des installations	Personnel effectuant les travaux	Manipulation de produits chimiques	Risque chimique	Inhalation des émanations, Contact cutané avec les produits	Troubles respiratoires, Irritation des voies respiratoires, Brûlure cutanée, Irritation cutanée, Affections cancéreuses	2	3	23	Utiliser des produits moins nocifs pour la santé, Avoir à disposition la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du produit, Porter des EPI (masque, gants, lunettes), Informer le personnel sur les risques liés aux produits	1	2	12	Emanation des produits
			Manutention manuelle de charges lourdes	Risque lié à l'activité physique	Contracter une maladie liée à l'effort physique	Traumatisme musculaire, dorsalgie, lombalgie, troubles articulaires	3	2	32	Limiter les charges à déplacer, Former sur les gestes et postures à adopter, Observer des moments de repos, Former les travailleurs sur les techniques de levage, Eviter le déplacement des charges sur des cycles courts à des rythmes élevés	2	1	21	Fatigue

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			Contact avec organe en mouvement	Risque mécanique	Coupures, Contusions d'entraînement, d'écrasement	Lésions corporelles, Amputation de membre	3	3	33	<p>Prévoir des dispositifs de protection des organes mobiles (carters, grilles), dispositifs d'arrêt d'urgence appropriés aux configurations de travail (câbles, boutons, etc.),</p> <p>Former les intervenants sur l'utilisation des machines,</p> <p>Eviter le contact direct avec des machines en mouvement,</p> <p>Mettre à proximité des équipements des consignes de sécurité,</p> <p>Porter des gants de protection lors de la manipulation des machines</p>	2	2	22	Risque de coupure
			Projections de bioaérosols	Risque biologique	Contact avec agents biologiques pathogènes	Mycoses cutanées, Irritations cutanées, Allergies	2	3	23	<p>Informez les travailleurs sur les risques biologiques et les moyens de prévention, Fournir aux travailleurs des EPI (masques respiratoires à cartouche, gants étanches, vêtements de travail) et exiger leur port lors des opérations, Assurer le suivi médical périodique des salariés exposés,</p> <p>Mettre en place des procédures de nettoyage à maîtriser par les opérateurs, Limiter les nettoyages à jet haute pression en vue de limiter les dispersions</p>	1	2	12	Présence de bioaérosols
				Risque biologique	Inhalation de bioaérosols pathogènes (endotoxines, légionnelles)	Troubles respiratoires	2	3	23					
	Intervention en hauteur	Intervenants	-Utilisation de matériels inadaptés pour les accès en hauteur, -Absence de dispositif anti-chute	Risque de chute	Chute de hauteur	Blessures, Fracture, Décès	3	3	33	Munir les zones de circulation de garde-corps, barrières, Utiliser des échelles résistantes munies de rampes lors des accès en hauteur, Porter des EPI (casque de sécurité, harnais si possible)	2	2	22	Risque de chute
	Conduite d'engins/camions sur site	Conducteurs, piétons	Absence de règles de circulation interne, Défaillance mécanique des	Risque d'accident	Heurt de piéton, Dérapage d'engin/chute du conducteur	Blessures, fractures, décès	3	4	34	Mettre en place une signalisation et un plan de circulation, Interdire la circulation des piétons sur les aires de circulation des engins, camions, Utiliser des camions/engins certifiés en bon état, Entretien régulièrement les camions/engins,	2	3	23	Risque d'accident

Phases	Activité	Poste ou personnel exposé	Situations dangereuses	Famille de risque	2Risque initial	Dommages (lésion, atteinte à la santé)	Estimation du risque initial		Niveau de risque initial R : P×G	Mesures de prévention et de protection	Estimation du risque final		Niveau de risque final R : P×G	Risque résiduel
							Gravité initiale 1 à 4	Probabilité initiale			Gravité finale 1 à 4	Probabilité finale 1 à 4		
			engins, Manque de formation des conducteurs		r					Former les conducteurs, Vérifier l'état des camions/engins avant de les conduire et changer les pièces défectueuses, Contrôler régulièrement le matériel de manutention				

Recommandations générales

Les différents risques professionnels auxquels le personnel peut être exposé sont analysés dans le tableau ci-haut. La santé et la sécurité au travail font aujourd'hui l'objet d'enjeux très importants (éthiques, sociaux et économiques). Puisque la promotion de la santé et de la sécurité des travailleurs incombe à l'employeur, il a l'obligation de veiller à la mise en place et au respect des mesures de prévention et de protection. Le tableau ci-après présente les principales mesures à respecter en matière d'hygiène et de sécurité pour la maîtrise des risques.

Tableau 29 : Mesures d'hygiène

Mesures en matière d'hygiène
Sensibiliser le personnel sur les règles d'hygiène et veiller à ce qu'elles soient respectées (hygiène collective et hygiène individuelle)
Veiller à l'utilisation des EPIs à chaque fois que c'est nécessaire
Veiller à la salubrité des toilettes et vestiaires
Inspecter périodiquement les lieux de travail (contrôler, surveiller si les mesures d'hygiène sont respectées)
Assurer la promotion de l'hygiène alimentaire
Mettre à disposition des produits d'hygiène, des solutions chlorées ou alcoolisées pour le lavage régulier des mains aux endroits nécessaires
Sensibiliser les salariés sur le changement fréquent des tenues de travail
Veiller à ce que les facteurs physiques d'ambiance ne puissent pas porter atteinte à la santé des salariés (température, hygrométrie, bruit, odeurs...)

Tableau 30 : Mesures de sécurité

Mesures sécuritaires
Procéder à des maintenances périodiques des installations par un organisme agréé
Former et sensibiliser le personnel sur les risques auxquels ils sont exposés et les mesures de prévention
Afficher des consignes de sécurité aux endroits à risque
Mettre en place des détecteurs de gaz aux endroits nécessaires
Signaler les zones à risque
Former le personnel sur les mesures de lutte contre l'incendie

Mesures sécuritaires
Apporter les premiers soins en cas d'accident
N'autoriser la réalisation des tâches qu'au personnel formé et habilité
S'assurer que les équipements sont utilisés par des personnes autorisées
Disposer des FDS des produits chimiques utilisés afin de maîtriser les risques liés à leur utilisation et les mesures de prévention
Assurer le suivi médical périodique des salariés exposés (examens médicaux, vaccinations contre le Tétanos, l'hépatite A, la leptospirose)

Formations recommandées pour le personnel
Formation à la signalisation de sécurité et sur les symboles de risque chimique
Formation à la conduite à tenir en cas de déversement accidentel de produits dangereux
Formation aux bonnes pratiques d'hygiène
Formation de sauveteur secouriste du travail (SST)
Formation à la mise en œuvre et à l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI)
Formation PRAP (Prévention des Risques liés à l'Activité Physique)

Il est aussi important de retenir que le document d'évaluation des risques doit être dynamique afin d'observer les modifications des risques et l'exposition des salariés dans le temps. Il doit être réactualisé à chaque fois qu'une modification de taille s'opère dans les installations (réaménagement, changement d'installation, achat de nouveaux équipements...) dans le but d'identifier et d'évaluer les nouveaux risques auxquels le personnel peut être exposé.

8 Organisation de la sécurité

L'organisation de la sécurité nécessite la mise en place d'un certain nombre de dispositions. Ces dispositions se résument à trois types de mesures (techniques, organisationnelles, humaines). L'ensemble de ces mesures sont destinées à prévenir les risques majeurs liés à l'exploitation.

8.1 Prévention des accidents liés aux substances dangereuses (explosion, toxicité, pollution)

De façon générale, les installations traitant des eaux usées sont susceptibles de former des atmosphères explosibles, en cas notamment de dysfonctionnement d'une installation (fuite, par exemple), dans la mesure où la libération de certains gaz dans l'atmosphère atteint des concentrations comprises entre la LII et la LSI du mélange.

Dans ce contexte, il convient d'appliquer les Directives ATEX, en déterminant les zones dangereuses et de considérer l'ensemble des mesures de prévention et des moyens de protection destinés à réduire le risque d'un accident.

La ventilation a un rôle particulièrement important en permettant de diluer et d'évacuer les mélanges gazeux dangereux. En effet, les risques d'atmosphères explosibles et/ou toxiques seront d'autant plus réduits que les milieux plus ou moins confinés seront correctement aérés.

8.2 Détection des fuites et des rejets de polluants

Une vigilance particulière doit être portée sur l'étanchéité des installations, en raison des risques des risques potentiels d'accidents (incendie, explosion, émissions de produits toxiques) liés aux substances dangereuses traitées.

Pour parvenir à un niveau de sécurité satisfaisant, le recours à des détecteurs appropriés ne peut donc être que fortement recommandé. Il s'agit en premier lieu d'explosimètres (contrôle de la teneur en CH₄), d'oxygénomètre, de détecteurs de CO et autres détecteurs pour déceler les produits soufrés (SO₂), azotés (NO_x), chlorés (HCl),.....

A noter que des appareils portatifs constituent, à titre individuel un moyen simple et sûr de détecter la présence par exemple d'hydrogène sulfuré (H₂S), à condition de respecter les particularités techniques des détecteurs.

La variété de composition des substances, les conditions éventuelles de traitement,...font aussi que dans un certain nombre de cas, des mesures en continu ou à périodes régulières s'imposent d'elles-mêmes pour évaluer le risque toxique dans l'environnement des installations au regard des obligations réglementaires.

Détails des mesures

Mesures générales de Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> • Formation et information du personnel sur les différents risques liés à la mise en œuvre des installations • Interdiction de pénétrer dans les installations pour les personnes sans autorisation (protéger contre tout accès non autorisé) • Elaboration d'un plan de maintenance préventive des installations, des détecteurs et de tout autre équipement important pour la sécurité • Evaluation de l'étanchéité du digesteur et des canalisations avant la première utilisation • Vérification des distances de sécurité pour l'implantation des bâtiments • Interdiction de l'usage de matériaux subissant la corrosion de la part des produits soufrés • Utilisation d'une torchère pour limiter les dégagements de substances dangereuses dans l'atmosphère
Prévention des explosions d'ATEX pour l'ensemble du site	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'un classement en zones • Signalisation des zones ATEX • Usage d'une ventilation naturelle ou forcée de tous les espaces confinés susceptibles de contenir des substances dangereuses • Usage de détecteur de méthane dans les zones confinées • Mise en place de procédures relatives aux autorisations de travail (permis de feu et intervention des entreprises extérieures notamment) • Prévention des sources d'inflammation <ul style="list-style-type: none"> - Interdiction de fumer - Mise en place de matériel certifié ATEX dans les zones identifiées - Mises à la terre des équipements et vérification de la continuité électrique - Protection des installations contre la foudre • Limitation de la circulation des personnes à l'intérieur des zones ATEX • Formation du personnel aux risques d'explosion • Formation du personnel sur la sécurité incendie • Usage de dispositifs arrête-flammes entre les différentes enceintes et en amont de la torchère.
Digesteur	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de dispositifs de sécurité contre les surpressions et les dépressions • Mesure de pression à l'intérieur du digesteur avec alarme et asservissements sur seuils de niveau de pression haute et basse • Mise en place d'une rétention • Redondance et verrouillage de la vanne du digesteur • Mise en place d'un dispositif permettant de limiter le plus possible la formation de H₂S

	<ul style="list-style-type: none"> • Mesure de niveau et de débits d'entrée et de sortie du substrat avec asservissement à l'introduction des entrants
Torchère	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'un détecteur de flamme • Ventilation préalable au rallumage de la flamme
Risques sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> • Former/Informer les travailleurs sur les risques biologiques liés à l'activité, • Former/Sensibiliser les travailleurs sur les règles d'hygiène et veiller à ce qu'elles soient respectées, • Port d'EPI (masques, tenues et de gants adaptés) lors opérations, • Laver et désinfecter les mains régulièrement, • Ne pas manger ou boire dans les zones où se déroulent les opérations, • Mettre à disposition des détergents et solutions chlorées pour le lavage et la désinfection des mains après le travail