



CEOG
Projet CEOG

Lot Crique Sainte-Anne Est
97360 Mana – Guyane française

ETUDE DE DANGERS

Version 7 – Mai 2019

VALIDATION

Rédacteur	Fonction / Qualité
Dominique BOURIT	Consultant Environnement et Risques Industriels – APAVE
Vérificateur	Fonction / Qualité
Gilles DANE	Consultant Environnement et Risques Industriels – APAVE
Approbateurs	Fonction / Qualité
Sylvain CHARRIER Benoit FOURNAUD Charlie DESMOULINS	VP Développement International - HDF Responsable technique - HDF VP Opérations - HDF

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Objet de la modification
0	13/06/2018	Création du document
1	07/2018	Prise en compte des remarques du vérificateur
2	09/2018	Prise en compte des remarques des approbateurs
3	01/10/2018	Prise en compte des nouvelles remarques des approbateurs
4	11/10/2018	Prise en compte des nouvelles modifications
5	25/10/2018	Prise en compte des nouvelles remarques des approbateurs
6	31/10/2018	Prise en compte des nouvelles modifications et remarques des approbateurs
7	10/05/2019	Prise en compte des remarques de la DEAL

SOMMAIRE

1	RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS – CARTOGRAPHIE.....	6
2	OBJET ET CHAMP DE L'ETUDE DE DANGERS.....	7
3	DESCRIPTION SYNTHETIQUE DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT ..	8
3.1	LOCALISATION ET CARACTERISATION DU SITE	8
3.1.1	CONTEXTE GEOGRAPHIQUE GENERAL	8
3.1.2	DEFINITION CADASTRALE	9
3.2	ENVIRONNEMENT HUMAIN ET INDUSTRIEL DU SITE	10
3.2.1	VOISINAGE IMMEDIAT.....	10
3.2.2	POPULATION ET HABITAT	12
3.2.3	PUBLIC	12
3.3	INFRASTRUCTURES.....	12
3.3.1	RESEAU ROUTIER.....	12
3.3.2	CANALISATIONS ET AXES DE TRANSPORT DE MARCHANDISES DANGEREUSES (TMD).....	12
3.3.3	RESEAU FERROVIAIRE	13
3.3.4	AEROPORT / AERODROME	13
3.3.5	RESEAU FLUVIAL	13
3.4	DONNEES PHYSIQUES ET CLIMATIQUES	13
3.4.1	CLIMATOLOGIE.....	13
3.4.2	GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE	14
3.4.3	QUALITE DE L'AIR	15
3.5	ZONES AGRICOLES, FORESTIERES ET MARITIMES.....	15
3.5.1	ZONES AGRICOLES	15
3.5.2	ZONES AOC / AOP / IGP	15
3.5.3	ESPACES FORESTIERS.....	15
3.5.4	ZONES DE PECHE	15
3.6	FAUNE, FLORE, HABITATS ET ESPACES NATURELS	16
3.7	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS	19
3.7.1	CLASSEMENT ICPE DES INSTALLATIONS.....	19
3.7.2	DESCRIPTION DU PROJET.....	20
3.8	ORGANISATION DE LA SECURITE SUR LE SITE.....	21
3.8.1	PREVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS.....	21
3.8.2	PRESENTATION GENERALE DE L'ORGANISATION DE LA SECURITE.....	21
4	IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	24
4.1	DANGERS LIES AUX PRODUITS	24
4.1.1	HYDROGENE (SOURCE : FDS FOURNISSEUR).....	24
4.1.2	HYDROXYDE DE POTASSIUM (SOURCE : FDS FOURNISSEUR)	25
4.1.3	LITHIUM (SOURCE : INRS).....	25
4.1.4	HUILE DE TRANSFORMATEURS	26
4.2	INCOMPATIBILITES ENTRE PRODUITS	28
4.3	IDENTIFICATION DES PHENOMENES DANGEREUX LIES A LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS ET AUTRES ACTIVITES	28
4.3.1	PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE	28
4.3.2	ELECTROLYSE ET PRODUCTION DE L'HYDROGENE	28
4.3.3	COMPRESSION DE L'HYDROGENE	28
4.3.4	STOCKAGE DE L'HYDROGENE SOUS PRESSION	29
4.3.5	TRANSFERT D'HYDROGENE	29
4.3.6	BATTERIES DE STOCKAGE.....	29
4.3.7	RISQUES LIES A UN DEFAUT D'ALIMENTATION EN ENERGIES.....	29
4.3.8	ETUDE DES PHASES TRANSITOIRES	30
4.3.9	RISQUES LIES AUX UTILITES OU EQUIPEMENTS CONNEXES	30
4.3.10	CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGER.....	31
4.4	REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS	32
4.4.1	CHOIX DES PRODUITS.....	32

4.4.2	CHOIX DE CONCEPTION	32
4.4.3	CHOIX DU MATERIEL	32
4.4.4	ZONES A RISQUES D'EXPLOSION.....	32
4.4.5	CHOIX DES PROCEDURES	33
4.5	RETOUR D'EXPERIENCE : ACCIDENTOLOGIE	33
4.5.1	ACCIDENTS SUR DES INSTALLATIONS SIMILAIRES.....	33
4.5.2	ACCIDENTOLOGIE INTERNE	34
4.6	SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX ASSOCIES AUX INSTALLATIONS.....	35
5	ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA LIBERATION DES POTENTIELS DE DANGERS.....	37
5.1	SEUILS REGLEMENTAIRES	37
5.1.1	SEUILS D'EFFETS THERMIQUES SUR LES PERSONNES	38
5.1.2	SEUILS D'EFFETS THERMIQUES SUR LES STRUCTURES.....	38
5.1.3	SEUILS D'EFFETS DE SURPRESSION SUR LES PERSONNES.....	38
5.1.4	SEUILS D'EFFETS DE SURPRESSION SUR LES STRUCTURES.....	38
5.1.5	SEUILS DE REFERENCE DES EFFETS MISSILES	39
5.2	METHODOLOGIES UTILISEES.....	39
5.3	SCENARIO 1 : FUITE ENFLAMMEE SUR BOUTEILLE D'HYDROGENE	43
5.3.1	DESCRIPTION.....	43
5.3.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	43
5.3.3	EFFETS SUR LES TIERS.....	43
5.3.4	EFFETS DOMINOS.....	43
5.4	SCENARIO 2 : EXPLOSION (UVCE) APRES FUITE D'UNE BOUTEILLE D'HYDROGENE	44
5.4.1	DESCRIPTION.....	44
5.4.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	44
5.4.3	CONCLUSION	44
5.5	SCENARIO 3 : RUPTURE CATASTROPHIQUE D'UNE BOUTEILLE D'HYDROGENE	46
5.5.1	DESCRIPTION.....	46
5.5.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	46
5.5.3	CONCLUSION	47
5.6	SCENARIO 4 : EXPLOSION D'HYDROGENE DANS LE LOCAL ELECTROLYSEURS.....	48
5.6.1	DESCRIPTION.....	48
5.6.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	48
5.6.3	CONCLUSION	48
5.7	SCENARIO 5 : INCENDIE D'UN CONTENEUR DE BATTERIES	49
5.7.1	DESCRIPTION.....	49
5.7.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	49
5.7.3	CONCLUSION	50
5.8	SCENARIO 6 : UVCE APRES FUITE SUR COMPRESSEUR HYDROGENE	51
5.8.1	DESCRIPTION.....	51
5.8.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	51
5.8.3	CONCLUSION	51
5.9	SCENARIO 7 : FUITE ENFLAMMEE SUR COMPRESSEUR D'HYDROGENE	52
5.9.1	DESCRIPTION.....	52
5.9.2	HYPOTHESES DE CALCUL ET RESULTATS	52
5.9.3	CONCLUSION	52
5.10	ANALYSE QUALITATIVE DES EFFETS MISSILES EN TANT QU'EVENEMENTS INITIATEURS DES SCENARIOS RETENUS	53
5.11	SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS	54
5.12	CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX	56
6	DESCRIPTION DES MOYENS DE PREVENTION, PROTECTION ET INTERVENTION	57
6.1	ORGANISATION GENERALE	57
6.1.1	EVACUATION DU PERSONNEL	57
6.1.2	ALERTE	57
6.1.3	FORMATION DU PERSONNEL.....	57
6.2	MOYENS DE SECOURS POUVANT ETRE MIS EN ŒUVRE.....	58
6.2.1	RESEAU INCENDIE	58

6.2.2	MOYENS MOBILES	58
6.2.3	MOYENS HUMAINS.....	58
6.3	MOYENS EN EAU INCENDIE ET CONFINEMENT DES EAUX D'EXTINCTION INCENDIE.....	59
6.3.1	VOLUME D'EAU INCENDIE	59
6.3.2	VOLUME DE RETENTION.....	60
7	ANALYSE DES RISQUES	62
8	EQUIPEMENTS CRITIQUES AU SEISME	64
9	CONCLUSION.....	65
10	DONNEES COMPLEMENTAIRES.....	66
10.1	LISTE DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET DOCUMENTS DE REFERENCE	66
10.2	LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	67
10.3	GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC	68
10.4	METHODOLOGIE RETENUE DANS L'ETUDE DE DANGERS	74
10.5	METHODOLOGIE RETENUE POUR L'ANALYSE DES RISQUES	76

LISTE DES FIGURES

Figure 3-1	: Localisation du projet sur fond IGN.....	9
Figure 3-2	: Voisinage immédiat.....	11
Figure 4-1	: Schéma d'emplacement des potentiels de dangers	31

1 RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS – CARTOGRAPHIE

Le résumé non technique de l'étude de dangers est fourni dans un document distinct joint au dossier.

2 OBJET ET CHAMP DE L'ETUDE DE DANGERS

Les sociétés Hydrogène de France (HDF) et Meridiam prévoient de construire et d'exploiter une centrale électrique novatrice nommée CEOG (Centrale Electrique de l'Ouest Guyanais), sur la commune de Mana, près de Saint-Laurent-du-Maroni, en Guyane, à travers la société de projet CEOG dont elles sont actionnaires.

Les installations projetées sont visées par la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), sous le régime de l'autorisation (installations de combustion). Le Code de l'Environnement (article L. 512-1 et l'article R. 512-9) prévoit que le demandeur fournira, lors de la remise d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter « une étude de dangers ».

La méthodologie appliquée à l'étude de danger s'inspire des démarches générales développées par l'industrie pour les études de risques technologiques de sites industriels.

Le plan de l'étude de dangers a été établi sur la base des guides d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes élaborés par le groupe de travail national « Méthodologie des études de dangers » placé sous l'égide du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.

A partir de chacun des facteurs pris en compte (matières, procédés, équipements, fluides, personnel, environnement), l'étude procède par phases :

- description synthétique de l'établissement et de son environnement ;
- identification et caractérisation des potentiels de dangers ;
- estimation des conséquences de la libération des potentiels de dangers ;
- analyse des risques, identification des scénarios d'accidents majeurs ;
- estimation des conséquences des phénomènes dangereux tenant compte de l'efficacité des mesures internes de prévention et de protection.
- description des moyens de prévention, de protection et d'intervention.

D'une manière générale, le contenu de l'étude de dangers doit permettre :

- d'autoriser et de réglementer la ou les installations dont elle est l'objet après examen du caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques ;
- de procéder à l'information préventive sur les risques des tiers et des exploitants des installations classées voisines (pour la prise en compte d'éventuels effets dominos), ainsi qu'à la consultation du CHSCT ;
- de favoriser l'émergence d'une culture partagée du risque au voisinage des établissements dans le cadre de la mise en place de Comités Locaux d'Information et de Concertation (CLIC) ;
- de servir de base à l'élaboration des servitudes d'utilité publiques, des Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) et à la définition de règles d'urbanisation ;
- d'estimer les dommages matériels potentiels aux tiers ;
- d'élaborer les plans d'urgence : les plans d'opérations internes (POI), les plans particuliers d'intervention (PPI).

3 DESCRIPTION SYNTHETIQUE DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT

Cette phase de l'étude consiste à collecter, dans un premier temps, des informations concernant la description de **l'environnement naturel et humain de l'établissement**.

Ces données et éléments d'information figurent déjà en grande partie d'une part dans le chapitre « Présentation de l'établissement », notamment dans la partie consacrée à la description des installations, et d'autre part dans « l'Etude d'impact » traitant des caractéristiques du site et des effets sur l'environnement.

Ce paragraphe a également pour objectif d'identifier les cibles potentielles en cohérence avec les zones d'effets. Il doit réunir les éléments nécessaires pour le comptage des personnes exposées aux accidents majeurs potentiels.

Une identification des agressions d'origine externe (d'origine humaine ou naturelle) permettra d'identifier notamment, les événements initiateurs des phénomènes redoutés pour les installations étudiées.

Les installations sont décrites de la façon la plus pertinente, dans leur état de fonctionnement normal et également dans leurs états transitoires (mise en service, arrêt, états intermédiaires). Il sera également rappelé ici la situation administrative des installations existantes et projetées.

Pour finir, une présentation générale de l'organisation de la sécurité sur le site étudié sera détaillée.

3.1 LOCALISATION ET CARACTERISATION DU SITE

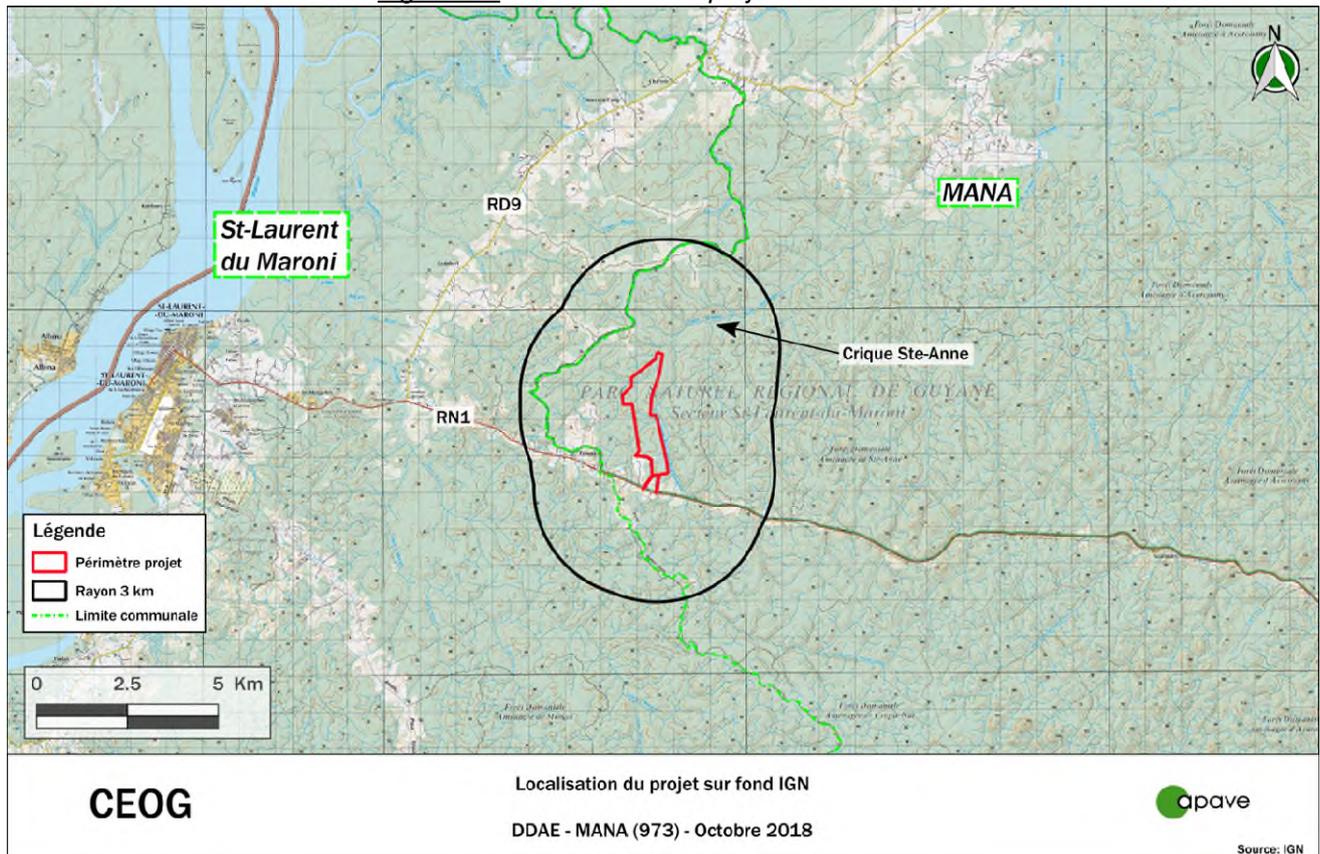
3.1.1 Contexte géographique général

3.1.1.1 Implantation

Le projet CEOG, exploité par la société CEOG, est situé sur le département de Guyane (973), sur la commune de Mana, à proximité de la RN1 et de la crique Sainte-Anne (aussi connue comme le Petit Acarouany).

Dans le rayon d'affichage de 3 km autour de l'installation se trouvent les communes de Mana et Saint-Laurent-du-Maroni.

Figure 3-1 : Localisation du projet sur fond IGN



3.1.1.2 Topographie

Le site d'implantation présente un relief souvent qualifié « en peau d'orange », soit comme une succession de collines (avec des hauteurs qui varient entre 15 et 37 m d'altitude) entre lesquelles sillonnent des réseaux hydrographiques très « chevelus » (la crique Ste-Anne et ses affluents).

3.1.2 Définition cadastrale

Le terrain de CEOG (140 hectares), sur la commune de Mana, a été sécurisé par un contrat de réservation foncière de l'ONF¹, qui constitue une promesse de bail. Le terrain est loué à l'Etat.

3.1.2.1 PLU : vocation de la zone et utilisations admises

Le Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune de Mana a été prescrit le 23 juin 2001. La deuxième révision simplifiée du document a été approuvée le 17 septembre 2010.

D'après le règlement du PLU, **le projet est localisé en zone A**, qui est réservée aux exploitations agricoles. Cependant, au Schéma d'Aménagement Régional (SAR), le projet est situé sur une zone dont la destination est « espaces naturels de conservation durable ». Selon l'ONF Guyane et le service aménagement de la Collectivité territoriale de Guyane, ce type de destination permet l'installation de centrales électriques à base d'énergie renouvelable. Or, par définition, le SAR

¹ ONF : Office National des Forêts.

s'impose au PLU. Le service technique de la commune de Mana reconnaît cet état de fait et intègre le découpage du SAR dans sa révision du PLU (voir annexe). Le projet CEOG ne se trouvera donc pas sur un terrain à destination agricole.

Le site est compatible avec les prescriptions d'urbanisme.

3.1.2.2 Servitudes

Aucune servitude d'utilité publique (SUP) ne recoupe l'emprise du projet.

La SUP 14 (servitude relative au transport d'énergie électrique), concernant le passage de la ligne 90 kV Kourou-Saint-Laurent, est localisée sur la RN1 au Sud du projet.

3.2 ENVIRONNEMENT HUMAIN ET INDUSTRIEL DU SITE

3.2.1 Voisinage immédiat

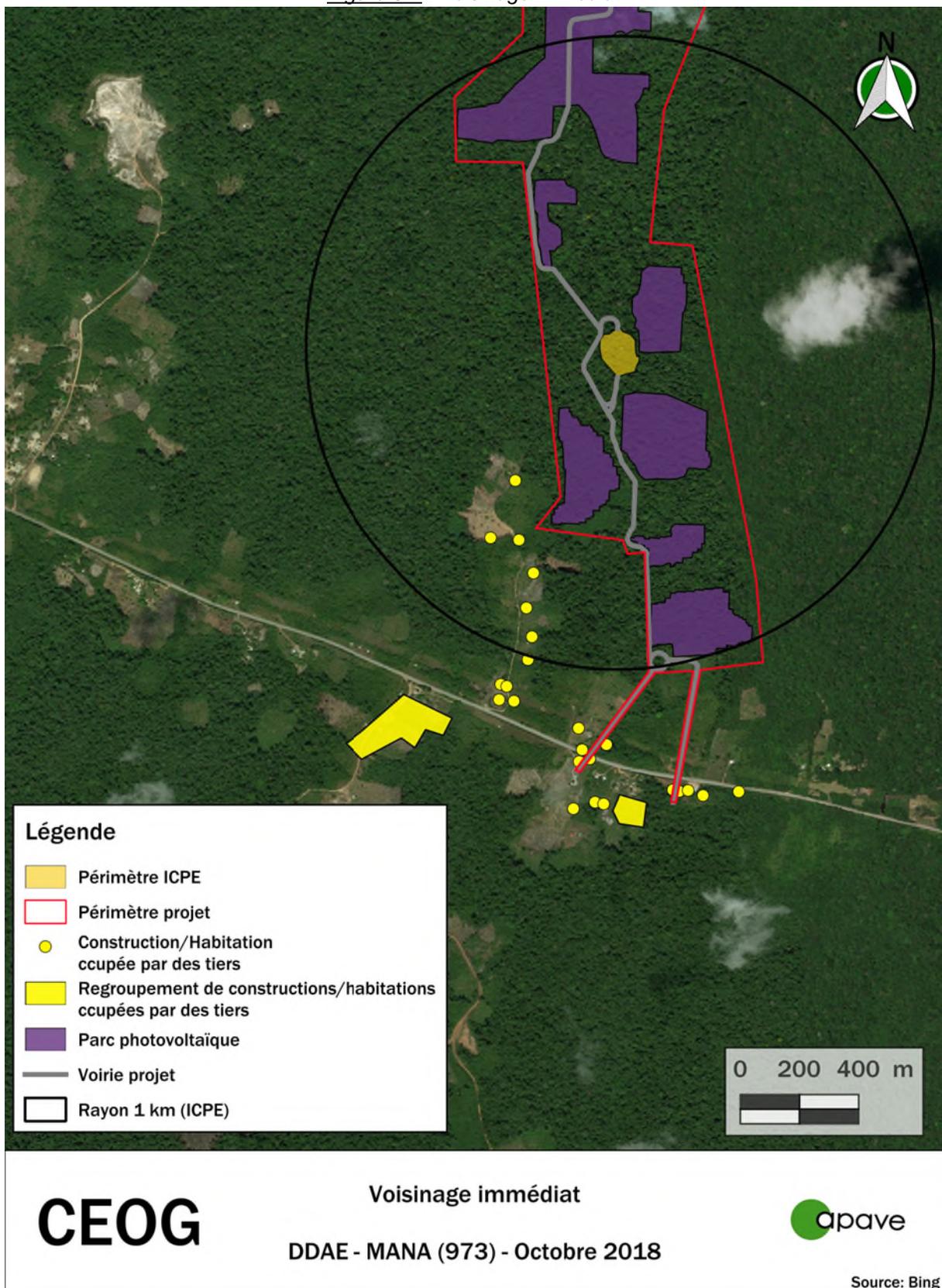
Le projet s'insère dans un contexte rural, marqué par la présence de la forêt amazonienne tout autour des limites de propriété (secteurs Nord, Ouest et Est).

Les premières maisons appartenant à des tiers sont implantées à environ 23 m au Sud de la limite de propriété du projet, et à 407 m au Sud-Ouest des activités ICPE.

De manière générale, l'habitat est composé d'habitations éparses, situées principalement au Sud et au Sud-Ouest du site, et qui sont entourées par la forêt. Elles se situent des deux côtés de la RN1.

Le voisinage à proximité du site a été recensé dans un rayon de 3 km, il est présenté sur l'image suivante.

Figure 3-2 : Voisinage immédiat



3.2.2 Population et habitat

3.2.2.1 Population

Les habitations se regroupent principalement aux bourgs de St-Laurent du Maroni, Mana et Javouhey (village appartenant à la commune de Mana). A proximité du secteur d'implantation du projet, **l'habitat est beaucoup plus dispersé.**

3.2.2.2 Habitations voisines

Les premières maisons appartenant à des tiers sont implantées à environ 23 m au Sud de la limite de propriété du projet.

De manière générale, l'habitat est composé d'habitations éparses, situées principalement au Sud et au Sud-Ouest du site, et qui sont entourées par la forêt. Elles se situent des deux côtés de la RN1.

3.2.2.3 Industries et activités assimilées

Dans un rayon de 3 km autour du site, la seule activité industrielle identifiée correspond à une carrière située à 1 km à l'Ouest du projet. Selon le site du BRGM, il s'agit d'une carrière en exploitation.

Hormis la carrière, aucune activité ICPE ou industrielle n'est recensée à proximité du site (environnement faiblement anthropisé).

3.2.3 Public

3.2.3.1 Etablissements Recevant du Public (ERP)

Aucun établissement recevant du public n'est présent dans un rayon de 3 km autour du projet.

3.2.3.2 Activités de loisirs / tourisme

La crique Ste-Anne (aussi appelée le petit Acarouany), située en bordure Est du projet mais hors des limites de propriété du projet, peut accueillir potentiellement des activités de loisir (barque...). L'emprise du projet se situe à l'intérieur du Parc Naturel Régional de Guyane.

Des randonneurs pourraient potentiellement utiliser cette zone pour se promener, cependant aucun chemin référencé n'est identifié sur ou à proximité du projet.

3.3 INFRASTRUCTURES

3.3.1 Réseau routier

L'accès au site est réalisé par la RN1 qui se trouve en bordure Sud des terrains d'implantation de la CEOG, elle atteint la RD9 à environ 6 km à l'Ouest du projet, au lieu-dit carrefour Margot. La RD9 rejoint la RD10 12,5 km au Nord-Est du carrefour Margot.

3.3.2 Canalisations et axes de transport de marchandises dangereuses (TMD)

Aucune canalisation de transport de matières dangereuses n'a été identifiée sur l'emprise du projet. La RN1, bordant le projet au Sud, est un axe concerné par le transport de matières dangereuses.

3.3.3 Réseau ferroviaire

Il n'existe pas de réseau ferroviaire en Guyane.

3.3.4 Aéroport / Aérodrome

L'aérodrome de St-Laurent du Maroni se trouve à environ 13,5 km à l'Ouest des installations. L'aéroport Félix Eboué est le seul de Guyane. Il est localisé à Cayenne, à environ 200 km au Sud-Est du site.

3.3.5 Réseau fluvial

La crique Ste-Anne (ou petit Acarouany) (située en bordure Est du projet) et ses affluents (au droit du projet), peuvent être considérés comme navigables par les embarcations citées précédemment.

3.4 DONNEES PHYSIQUES ET CLIMATIQUES

3.4.1 Climatologie

3.4.1.1 Climat

Le climat équatorial spécifique de Guyane se caractérise par l'alternance de 2 saisons (source : Météo-France) :

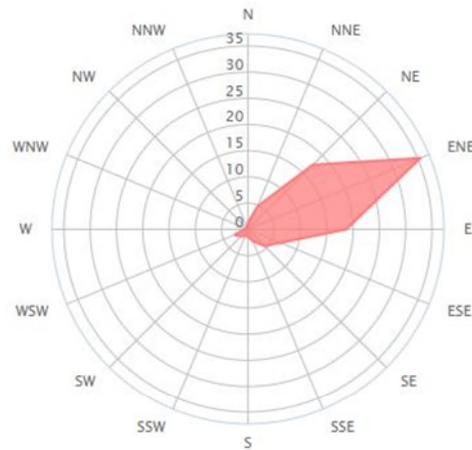
- Une saison sèche d'août à novembre,
- Une saison des pluies de décembre à juillet, entrecoupée par une saison plus sèche d'un mois (le petit été de mars).

Les données présentées ci-après correspondent à l'année 2017 et proviennent de la station précitée :

- Température minimale : **19,5°C**,
- Température maximale : **37,5°C**,
- Température moyenne annuelle : **22,8°C**,
- Total annuel des hauteurs de précipitations : **2 942,3 mm**,
- La durée totale d'ensoleillement annuelle est en moyenne de : **1 432,4 h**.

3.4.1.2 Rose des vents

Selon la rose des vents de la station météorologique de Cayenne présente à 184 km au Sud-Est du site (source Windfinder données de novembre 2010 à avril 2018 de 7h à 19h), les vents dominants sont quasi exclusivement de secteur Est-Nord-Est. Les vitesses de vent observées sont en moyenne de 15 km/h.

Distribution de la direction du vent en (%)
Année

3.4.1.3 Hygrométrie

L'hygrométrie annuelle moyenne relevée sur la station Félix Eboué entre 1980 et 2009 est de 81,2%. Les moyennes des minimales et maximales sont de 61,5% et 97,8%.

L'hygrométrie mensuelle moyenne est la plus faible en septembre (77,5%) ainsi qu'en mars (81,7%), lors de la grande et de la petite saison sèche. A l'opposé, elle est la plus élevée en janvier (83,5%) et en mai (84,2%), pendant la petite et la grande saison des pluies. Les valeurs d'hygrométrie mensuelle maximale et minimale suivent cette même distribution bimodale.

3.4.2 Géologie et hydrogéologie

3.4.2.1 Description des terrains

Selon la carte géologique de Guyane (BRGM 1^{ère} édition en date de 1960) à l'échelle 1/500000^{ème}, l'emprise du projet repose principalement sur des séries de sables blancs (White sands series) et de Grauwacques.

Aucun site BASOL ou BASIAS n'a été identifié dans un rayon de 3 km autour du site.

L'emprise du projet CEOG se situe au droit de la masse d'eau souterraine circulant dans les formations sédimentaires du littoral guyanais.

Les installations ne sont concernées par aucun des périmètres de protections des captages AEP identifiés.

3.4.2.2 Hydrologie

L'emprise du projet se trouve localisée sur le bassin versant du Mana, selon la classification du SDAGE 2016-2021.

Selon ce dernier, un seul cours d'eau est recensé dans un rayon d'1 km autour du projet : il s'agit de la crique Ste-Anne ou petit Acarouany (FRKR0147) située en bordure Est du projet. Le site d'implantation du projet est traversé par au moins deux petits affluents de cette crique.

Le SDAGE Guyane indique un objectif d'atteinte de bon état chimique et écologique à 2021 pour la crique Ste-Anne.

3.4.2.3 Risque inondations

L'emprise du projet CEOG n'est pas concernée par les zones inondables du PPRN de la commune de Mana.

3.4.3 Qualité de l'air

Ce point est traité dans l'étude d'impact. Il ne présente pas d'intérêt particulier dans le cadre de l'étude de dangers.

3.5 ZONES AGRICOLES, FORESTIERES ET MARITIMES

3.5.1 Zones agricoles

Il n'existe pas de zone agricole notable à proximité du projet.

3.5.2 Zones AOC / AOP / IGP

La commune de Mana n'est concernée par aucune IGP² et AOC³ / AOP⁴.

3.5.3 Espaces forestiers

Selon l'étude « Occupation du sol en 2015 sur la bande littorale de la Guyane et son évolution entre 2005 et 2015 », disponible sur le site de la ONF, les terrains d'implantation envisagés pour le projet se situent sur des « Forêts et milieux semi-naturels », à la limite du DFP (Domaine Forestier Permanent) Nord de la Guyane.

3.5.4 Zones de pêche

La crique Ste-Anne se situe en bordure Est du projet. Il peut s'y pratiquer la pêche de loisir (source : INPN). Plusieurs espèces à statut réglementé (arrêté du 23 septembre 2005 fixant la liste des espèces de poissons représentés dans les cours d'eau et les plans d'eau de la Guyane) se trouvent dans ce cours d'eau.

Des activités de pêche sont potentiellement effectuées dans les cours d'eau à proximité du projet.

² IGP : Indication Géographique Protégée.

³ AOC : Appellation d'Origine Contrôlée.

⁴ AOP : Appellation d'Origine Protégée.

3.6 FAUNE, FLORE, HABITATS ET ESPACES NATURELS

3.6.1.1 Continuités écologiques et trames vertes et bleues (TVB)

La Trame Verte et Bleue (TVB), engagement du Grenelle de l'environnement, est une démarche qui vise à maintenir et à reconstituer un réseau d'échanges sur le territoire national pour que les espèces animales et végétales puissent assurer leur survie, en facilitant leur adaptation au changement climatique.

Selon le diagnostic écologique effectué par BIOTOPE :

« Les corridors écologiques du littoral sous pression correspondent à des espaces identifiés dans la carte de destination des sols ayant vocation à maintenir et préserver des enjeux de biodiversité, au sein de zonages agricoles, urbains, économiques ou naturels (SAR, 2016).

*Le nord de la zone d'étude se trouve à l'extrémité du quatrième corridor identifié par le SAR. Il a pour vocation de maintenir le lien entre le bassin versant de la crique Saint-Anne (identifié comme ENCD, voir paragraphe « Espaces Naturels de Conservation Durable (ENCD) ») et les zones humides de la ZNIEFF de type I de la Crique et des Marais de Coswine (voir paragraphe « Crique et des Marais de Coswine » [Cf. Etude Biotope en annexe]). **La majorité des espaces identifiés par ce corridor ne sont pas directement concernés par le projet. Seuls les habitats situés en amont, au sein de l'ENCD seront affectés par le projet.** »*

3.6.1.2 Risques naturels

a. Le risque foudre

La foudre est un phénomène purement électrique produit par les charges de certains nuages. Le courant électrique qui en résulte entraîne les mêmes effets qu'un courant circulant dans un conducteur électrique.

En général, un coup de foudre complet dure entre 0,2 et 1 s, comportant en moyenne quatre décharges partielles. Entre chaque décharge, un courant résiduel de l'ordre de la centaine ou du millier d'Ampère continue à s'écouler par le canal ionisé. La valeur médiane de l'intensité d'un coup de foudre se situe autour de 25 kA.

Les dangers présentés par la foudre résultent :

- de l'impact mécanique du coup direct (soudaine et forte élévation de température, poinçonnement, réaction des matériaux),
- des courants de foudre associés :
 - soit sous forme directe (risques d'échauffements, destructions des conducteurs métalliques, pouvant générer des dégâts matériels importants, et des incendies d'origine électrique ou autre) ;
 - soit sous forme indirecte (remontées des potentiels de terre, surtensions générées par les câbles périphériques, les lignes téléphoniques, l'alimentation électrique, perturbations par création de champs électromagnétiques avec risques de claquages) susceptibles de générer des dysfonctionnements des systèmes de puissance et de contrôle commande, des claquages électriques d'atmosphères explosibles...

La foudre est une cause potentielle d'incendie.

L'activité orageuse sur une zone géographique donnée a longtemps été définie par le niveau kéraunique (Nk), c'est à dire le nombre de jours par an où l'on a entendu gronder le tonnerre. METEORAGE calcule désormais, pour chaque commune française, une valeur équivalente au niveau kéraunique, le nombre de jours d'orage, issu de mesures de détection de foudre. La valeur moyenne du nombre de jours d'orage, en France est de 12.

Le critère du Nombre de jours d'orage ne caractérise pas l'importance des orages. En effet, un impact de foudre isolé ou un orage violent seront comptabilisés de la même façon.

La meilleure représentation de l'activité orageuse est la densité d'arcs (Da) qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an. Le réseau de détection de la foudre utilisé par METEORAGE permet une mesure directe de cette grandeur.

En l'absence de données spécifiques de METEORAGE pour la Guyane, nous utilisons les données issues de la norme UTEC 15-443. Cette dernière est couramment utilisée et fait référence dans le domaine. D'après l'annexe E de cette norme, le niveau kéraunique de la Guyane est de 40 et la densité de foudroiement de 4.

b. Le risque inondation

La commune de Mana est soumise à l'aléa « Recul du trait de côte et de falaises par une crue à débordement lent de cours d'eau par submersion marine ». Le site n'est pas concerné.

c. Le risque de sismicité

Au sens du décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, le site d'implantation des installations CEOG, comme l'ensemble de la Guyane, est situé en zone de sismicité « 1-Très faible » dans un zonage qui distingue les 5 zones d'aléa suivantes :

Aléa	Mouvement du sol
Très faible	Accélération $\leq 0,7 \text{ m/s}^2$
Faible	$0,7 \text{ m/s}^2 \leq \text{Accélération} \leq 1,1 \text{ m/s}^2$
Modéré	$1,1 \text{ m/s}^2 \leq \text{Accélération} \leq 1,6 \text{ m/s}^2$
Moyen	$1,6 \text{ m/s}^2 \leq \text{Accélération} \leq 3 \text{ m/s}^2$
Fort	Accélération $\geq 3 \text{ m/s}^2$

L'arrêté du 04/10/10 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation précise que les installations Seveso seuil bas nouvelles situées en zones 2, 3, 4 ou 5 doivent respecter des règles spécifiques vis-à-vis du risque de séisme. Ces règles ne s'appliquent pas aux installations CEOG, situées en zone de sismicité très faible.

d. Le risque de mouvements de terrain

La commune de Mana n'est pas soumise au risque de mouvement de terrain (source : www.georisques.gouv.fr).

e. Le risque de feux de forêt

Le site est implanté dans une zone boisée. Le risque de feu de forêt ne peut être écarté. Néanmoins, les abords du site seront nettoyés et entretenus afin d'éviter la propagation d'un éventuel incendie vers l'extérieur

3.6.1.3 Phénomènes non naturels

a. Le risque de chute d'avion

Le projet CEOG est situé à plus de 13,5 km de l'aérodrome de Saint Laurent du Maroni, qui est le plus proche du site d'implantation.

Le risque de chute d'avion est donc considéré comme négligeable.

b. Effet domino, risque industriel

Il n'existe aucun établissement industriel à proximité du site d'implantation du projet CEOG. Aucun effet lié à une activité industrielle voisine n'est donc susceptible d'impacter les installations de CEOG.

3.6.1.4 Traitement spécifique de certains événements initiateurs

Conformément à la circulaire du 10/05/2010 et à l'annexe 2 de l'arrêté du 26 mai 2014, les événements externes suivants susceptibles de conduire à des accidents majeurs ne sont pas pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques :

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

3.7 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

3.7.1 Classement ICPE des installations

Le tableau suivant identifie les rubriques de la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, auxquelles sont soumises les installations du projet CEOG. Ce classement tient compte de la dernière modification de la nomenclature des Installations Classées (août 2018).

Rubriques	Activités	Capacité, puissance	Régime
3420	Fabrication de produits chimiques inorganiques. Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques inorganiques, tels que : a) Gaz, tels que : ammoniac, chlore ou chlorure d'hydrogène, fluor ou fluorure d'hydrogène, oxydes de carbone, composés sulfuriques, oxydes d'azote, hydrogène , dioxyde de soufre, chlorure de carbonyle (Autorisation)	Fabrication d'hydrogène 3 500 – 4 000 Nm ³ /h (20 MW)	A (IED)
4715	Hydrogène (numéro CAS 133-74-0). La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant : 1. Supérieure ou égale à 1 t (Autorisation) Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 : 5 t Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 : 50 t	8 t	A Seuil bas (SEVESO)
2925	Atelier de charge d'accumulateurs. La puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW (Déclaration)	11 MW (Puissance de charge équivalente)	D
1630	Emploi ou stockage de lessive de Soude Le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant : Supérieure à 100 t, mais inférieure ou égale à 250 t (Déclaration)	175 t	D

A : Autorisation – E : Enregistrement – D : Déclaration – DC : Déclaration Contrôlée – NC : non concerné

Le projet CEOG est soumis à autorisation IED par la rubrique 3420, à autorisation par la rubrique 4715 et à déclaration par la rubrique 2925.

3.7.2 Description du projet

Le projet CEOG est une centrale électrique innovante.

L'électricité est fournie par un parc photovoltaïque associé à un stockage d'énergie long terme sous forme d'hydrogène, couplé à un stockage court terme par batteries Li-ion. L'électricité produite est distribuée sur le réseau de la Guyane et achetée par EDF – SEI (Electricité de France - Systèmes Énergétiques Insulaires) à travers un contrat d'achat d'électricité de 20 ans.

Le projet est composé principalement :

- D'un parc photovoltaïque de 60 MWc,
- D'un système d'électrolyseurs d'une puissance de 20 MW,
- D'un stockage d'hydrogène de 115 MWh électrique sous forme gazeuse (8 tonnes),
- D'un système de pile à combustible (PAC) d'une puissance de 3 MW,
- D'un système de batterie Li-ion de 25 MWh.

L'entrée du site est équipée d'un poste de sécurité, qui sert également de vestiaires et de sanitaires pour les employés du site.

Les eaux pluviales ruisselant sur le site :

- S'infiltrent au droit des terrains non imperméabilisés et sur lesquels le projet n'est pas susceptible d'engendrer une pollution,
- Sont collectées au droit des terrains imperméabilisés, pour être stockées avant rejet au milieu naturel.

Un poste de livraison électrique est présent en entrée du schéma électrique du projet et plusieurs transformateurs sont présents sur le site.

L'emprise des activités ICPE est fermée par une clôture de 2 m, ainsi que toute l'emprise du reste du site (parc photovoltaïque).

Toute personne accédant au site doit s'inscrire sur le registre visiteurs au poste de sécurité, il lui est ensuite remis un badge et des consignes de sécurité qu'elle doit conserver durant la totalité de sa présence sur le site.

En synthèse, la sécurité du site est assurée par les éléments suivants :

- Clôture extérieure au parc photovoltaïque avec accès par un poste de sécurité,
- Clôture intérieure autour de l'emprise ICPE avec accès sécurisé et limité,
- Vidéosurveillance sur l'emprise ICPE,
- Gardiennage continu sur la totalité du site.

3.8 ORGANISATION DE LA SECURITE SUR LE SITE

3.8.1 Prévention des risques professionnels

Ces risques sont associés au Code du travail et ne sont pas abordés au niveau de l'étude de dangers.

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

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

Les travaux portant sur l'entretien et la maintenance des installations peuvent être sous-traités. Ces travaux sont effectués par des entreprises spécialisées, voire par le constructeur ou le monteur des équipements, qui sont donc au fait des techniques sur le site et des dangers inhérents aux produits et activités.

Plus classiquement, la réalisation des travaux peut être confiée à des entreprises extérieures. Toutes les interventions sont réalisées systématiquement dans le cadre de la législation en vigueur fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure via un plan de prévention.

Conformément au Code du Travail et aux textes réglementaires spécifiques, certains équipements font l'objet de contrôles et vérifications périodiques :

- les installations électriques,
- les appareils de levage,
- le matériel de lutte contre l'incendie,
- les appareils à pression (compresseurs...).

3.8.2 Présentation générale de l'organisation de la sécurité

3.8.2.1 Formation du personnel

a. Formation à la sécurité

L'ensemble du personnel suit **une formation à la sécurité**, en relation directe avec le projet.

Il est informé :

- des conditions d'utilisation et de maintenance des équipements ;
- de la conduite à tenir face à une situation de dysfonctionnement ;
- des conclusions tirées de l'expérience acquise permettant de prévenir et de supprimer certains risques.

Cette information est délivrée avant la mise en route des installations. Elle est ensuite renouvelée à chaque modification des équipements dont le personnel aura la charge.

De plus, une assistance du personnel des fournisseurs d'équipements et d'installations est prévue lors de la mise en place des installations.

Cette assistance portera sur :

- la formation des opérateurs de maintenance. Cette dernière sera réalisée préalablement à la mise en route des équipements et se clôturera par la remise d'un livret de formation ;
- l'assistance à la mise en route des équipements et des différentes installations.

b. Accueil au poste de travail

A l'accueil au poste de travail puis régulièrement au cours de l'exploitation, des formations sont dispensées au personnel concerné, en fonction des besoins, sur :

- les dangers présentés par les produits et les procédés ;
- les opérations de conduite et de maintenance des installations, de manipulation des produits ;
- le comportement à tenir en cas d'incident ou d'accident.

Les fiches de données de sécurité sont portées à la connaissance des personnes manipulant les produits.

Par ailleurs, le personnel bénéficie d'une formation permanente, relative aux risques spécifiques ainsi qu'aux modes opératoires à suivre en situation normale et en situations dégradées.

Enfin, une fiche sur les risques à chaque poste de travail est réalisée dans le cadre de l'évaluation du risque au poste de travail (document unique).

c. Formations spécifiques aux installations

Des formations spécifiques sur la prévention des risques majeurs sont prévues concernant notamment la prévention du risque incendie et la prévention du risque explosion.

d. Permis et habilitations

Selon son affectation, le personnel intervenant possède les habilitations nécessaires à son activité.

3.8.2.2 Formation des entreprises extérieures

Un protocole de sécurité est établi avec les sociétés de livraison et les sociétés d'élimination de déchets dangereux.

L'ensemble du personnel des entreprises extérieures intervenant sur le site reçoit une formation relative à la prévention des accidents majeurs ainsi qu'aux consignes de sécurité du site.

3.8.2.3 Procédures et consignes

Une fois établies, les règles de sécurité sont diffusées au personnel, qui donne son avis sur l'adéquation de ces règles et des impératifs de travail.

Lors d'interventions d'organismes extérieurs sur les équipements des installations, ceux-ci doivent suivre les principes de sécurité (consignes de sécurité et règles d'accès).

Les règles de sécurité établies sur le site concernent notamment :

- l'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque dans les parties de l'installation présentant des risques d'incendie ou d'explosion (sauf pour les travaux ayant fait l'objet d'un permis de travail ou d'un permis de feu) ;
- la délivrance d'un permis de travail, et éventuellement d'un permis de feu pour tous travaux de réparation, de maintenance et d'aménagement dans les installations.

3.8.2.4 Contrôles périodiques et maintenance

L'entretien des équipements est assuré par le service technique du site ou, si nécessaire, par des entreprises extérieures spécialisées.

Le matériel important pour la sécurité fait l'objet d'un contrôle et un entretien préventif.

Le responsable d'exploitation programme des inspections régulières pour les équipements suivants :

Equipements	Prestataire	Fréquence du contrôle
Matériel électrique	Vérificateur agréé	1 fois/an
Appareils de levage	Vérificateur agréé	2 fois/an
Appareils à pression d'air	Vérificateur agréé	1 fois/3 ans Epreuve tous les 10 ans
Détection	Fournisseurs	4 fois/an
Extincteurs	Vérificateur agréé	1 fois/an
Matériel important pour la sécurité	Contrôle et entretien préventif par l'exploitant	Suivant la procédure notice constructeur

3.8.2.5 Travaux

Un plan de prévention est établi par le responsable du site, à l'attention des entreprises extérieures effectuant des travaux dont la durée est supérieure à 400 heures ou réalisant des travaux dangereux.

Ce plan mentionne :

- la nature du travail à effectuer ;
- les risques particuliers d'incidents et d'accidents ;
- les mesures de sécurité à prendre ;
- certaines autorisations (permis de feu, d'accès aux bâtiments) ;
- l'engagement et les responsabilités des personnes concernées.

4 IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

4.1 DANGERS LIES AUX PRODUITS

Il est présenté ci-dessous les caractéristiques des principaux produits utilisés ou mis en œuvre :

- L'hydrogène,
- L'hydroxyde de potassium,
- La composition Lithium-ion des batteries,
- L'huile des transformateurs.

D'autres produits sont présents sur le site mais en très faibles quantités : produits dégraissants et nettoyeurs, huiles hydrauliques et produits divers utilisés pour la maintenance et l'entretien des installations.

4.1.1 Hydrogène (source : fds fournisseur)

L'hydrogène est produit sur le site par électrolyse, stocké sous pression dans des récipients spéciaux puis utilisé pour produire de l'électricité via des piles à combustible.

Classification de la substance (CLP)

- Gaz inflammable, catégorie 1 : H220
- Gaz sous pression : gaz comprimé H280

Pictogrammes de danger (CLP)



Mentions de danger (CLP)

- H220 - Gaz extrêmement inflammable.
- H280 - Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

Risque incendie/explosion

- Limites d'explosivité : 4 – 77 % vol,
- Température d'auto-inflammation : 560°C,
- Densité relative, (air = 1) : 0,07,
- Incompatibilité, stabilité et réactivité : le produit est stable dans les conditions normales. Il peut former un mélange explosif avec l'air et peut réagir violemment avec les oxydants. Il ne produit pas de produits de décomposition dangereux dans les conditions normales d'utilisation et de stockage.

Risque toxique

L'hydrogène ne présente pas de toxicité particulière.

Risque écotoxique

L'hydrogène peut contribuer à l'effet de serre lorsqu'il est déchargé en grande quantité.

4.1.2 Hydroxyde de potassium (source : fds fournisseur)

L'hydroxyde de potassium est utilisé en solution à 25% en tant qu'électrolyte pour la production d'hydrogène. Il est réceptionné solide puis dissous dans les électrolyseurs.

Pictogrammes de danger (CLP)



Mentions de danger (CLP)

- H302 : Nocif en cas d'ingestion
- H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H290 : Peut être corrosif pour les métaux

Risque incendie/explosion

Pas de risque particulier.

Risque toxique

L'hydroxyde de potassium et ses solutions aqueuses sont caustiques et peuvent provoquer, en cas d'exposition à une concentration suffisante, des brûlures chimiques de la peau, des yeux et des muqueuses respiratoire et digestive.

Les effets probables d'une exposition chronique sont de type irritatif, au niveau de la peau et des muqueuses en contact.

4.1.3 Lithium (source : INRS)

Le lithium est un des composants des batteries. Les batteries en elles-mêmes sont fermées et étanches, et ne présentent pas de danger particulier, autre qu'électrique.

Les caractéristiques du lithium sont présentées ci-dessous.

Pictogrammes de danger (CLP)



Mentions de danger (CLP)

- H260 - Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
- H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves

Risque incendie/explosion

Le lithium est un métal combustible. En morceaux, il n'est spontanément inflammable à l'air que lorsqu'il est chauffé à une température supérieure à 180 °C. A l'état divisé, il peut s'enflammer dès la température ambiante ; en grande masse et si longtemps exposé à l'air humide, le lithium peut prendre feu. Par ailleurs, au contact avec de nombreux produits, il peut provoquer des incendies ou des explosions.

Risque toxique

En raison de la toxicité des fumées émises lors de la combustion du lithium, les personnes chargées de la lutte contre l'incendie doivent être équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants.

4.1.4 Huile de transformateurs

Les huiles utilisées dans les transformateurs sont des huiles diélectriques constituées par un mélange d'huiles minérales sévèrement raffinées et d'additifs.

A ce stade du projet, nous prenons l'hypothèse d'utilisation d'une huile SHELL DIALA (huile très répandue sur les transformateurs de forte puissance).

4.1.4.1 Propriété physico-chimiques

L'huile DIALA S est un produit stable aux températures et conditions d'utilisations sur le site, elle se présente sous une forme liquide. Elle n'est pas classée inflammable, mais est un combustible.

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES	
- État à température ambiante	liquide
- Odeur	caractéristique d'huile
- Couleur	clair
- Point d'écoulement	-48°C
- Pression de vapeur à 20°C	inférieur à 1Pa à 20°C
- Densité relative	0,895kg/l à 15°C
- Solubilité	Non soluble dans l'eau
- Point éclair	>140°C
- Température d'autoinflammation	>250°C
- Viscosité cinématique	7,8 à 8,8 mm ² /s à 40°C

4.1.4.2 Propriété inflammable

Comme vu précédemment, l'huile DIALA S n'est pas classée comme liquide inflammable.

4.1.4.3 Propriété toxicologique

L'huile DIALA S ne dispose pas de phrase de risque. Toutefois, en cas d'ingestion, suivi de vomissement, une aspiration dans les poumons peut provoquer une suffocation ou une pneumopathie d'origine chimique.

De plus, des expositions prolongées et répétées peuvent provoquer des dermatoses.

4.1.4.4 Potentiels de dangers

Les huiles constitue un potentiel de dangers pour les tiers et l'environnement puisqu'il peut être à l'origine d'une **pollution des eaux et des sols** en cas d'épandage accidentel.

Produit	Etat Physique dans les conditions normales	Masse volumique	Point éclair	Température d'auto inflammation	Point d'ébullition	Mentions de danger	Pictogrammes	Incompatibilité et réactivité
Hydrogène	Gaz	0,07	Sans objet	560°C	-253°C	H220 H280	 	Air, oxydants
Hydroxyde de potassium	Solide	2 g/cm ³	Sans objet	Sans objet	1324°C	H302 H314 H290	 	Acides
Lithium	Solide	0,5 g/cm ³	Sans objet	-	1342°C	H260 H314	 	Eau et alcools
Huile transformateur	Liquide	0,9 g/cm ³	>140°C	>250°C	-	-	-	-

4.2 INCOMPATIBILITES ENTRE PRODUITS

Certains produits sont susceptibles de réagir dangereusement entre eux. Il s'agit alors de produits incompatibles.

Il n'y a pas sur le site de produits présentant des incompatibilités particulières.

On notera simplement que l'hydrogène est susceptible de réagir avec l'oxygène de l'air et avec tous les oxydants.

L'hydroxyde de potassium est une base et à ce titre est incompatible avec les acides.

4.3 IDENTIFICATION DES PHENOMENES DANGEREUX LIES A LA MISE EN ŒUVRE DES PRODUITS ET AUTRES ACTIVITES

4.3.1 Production photovoltaïque

Les panneaux photovoltaïques assurent la production d'électricité solaire. Les panneaux sont en grande partie composés de matières inertes. Un incendie est possible sur les matériaux relativement combustibles que l'on peut trouver au niveau des équipements électriques. Ces derniers répondent néanmoins à des critères stricts en matière de propagation de la flamme. Par conséquent, on considère qu'un incendie au niveau d'un panneau ne se propagerait pas aux panneaux voisins et ne constitue pas un événement majeur.

Ce potentiel de dangers ne sera pas étudié plus avant dans le cadre de la présente étude.

4.3.2 Electrolyse et production de l'hydrogène

La production d'hydrogène se fait par électrolyse de l'eau. L'hydrogène est généré sous faible pression (30 bar) pour un débit maximum de 4000 Nm³/h.

La solution d'électrolyse contient de l'hydroxyde de potassium à une concentration de 25%, pour un volume total de 175 m³ de solution. L'hydroxyde sous forme solide ne sera présent que lors de la phase de mise en route des électrolyseurs.

Le déversement accidentel de la solution d'hydroxyde de potassium peut induire une pollution des sols et des eaux.

En cas de fuite d'hydrogène et de dysfonctionnement des détecteurs et autres dispositifs de sécurité, on considère qu'une explosion peut avoir lieu dans le local abritant les électrolyseurs.

Ce potentiel de danger est pris en compte dans l'étude.

4.3.3 Compression de l'hydrogène

L'hydrogène est comprimé à 300 bar pour être ensuite stocké dans des bouteilles métalliques spéciales.

Le principal risque est une fuite (brèche) ou une rupture franche (guillotiné) au niveau d'un compresseur. Ces potentiels de danger seront étudiés dans l'analyse de risques.

4.3.4 Stockage de l'hydrogène sous pression

L'hydrogène produit est stocké dans des bouteilles spéciales à une pression de l'ordre de 300 bar.

Les bouteilles peuvent être à l'origine d'effets de surpression en cas d'éclatement sous l'effet de la pression, d'une fuite enflammée ou d'une explosion de nuage suite à une fuite d'hydrogène.

Ces potentiels de danger seront étudiés dans l'analyse de risques.

4.3.5 Transfert d'hydrogène

L'hydrogène produit au niveau de l'électrolyse est acheminé vers des compresseurs avant stockage sous pression.

Le principal risque est une fuite (brèche) au niveau de la canalisation ou d'un équipement, ou une rupture franche (guillotine) de la canalisation. Ces potentiels de danger seront étudiés dans l'analyse de risques.

4.3.6 Batteries de stockage

Des batteries servent au stockage d'une partie de l'électricité produite. Elles sont conditionnées en conteneur, et bénéficient de nombreux dispositifs de sécurité : extinction automatique, détection de défaut charge/batterie...

Les batteries peuvent être à l'origine d'un incendie du fait de la présence de matériaux plastiques. Ce phénomène est étudié.

La dispersion des fumées ne sera pas considérée, pour plusieurs raisons : conteneur fermé limitant la dispersion, systèmes d'extinction limitant la durée et l'ampleur de l'incendie. Par ailleurs, dans le cadre des études préalables à la rédaction de l'arrêté ministériel de prescriptions générales pour les ateliers de charge des véhicules de transport en commun fonctionnant à l'énergie électrique (Rub 2925), il est précisé que la distances des effets létaux ressentis en cas d'incendie de batteries Lithium-ion est de 15 m. Ceci nous donne un ordre de grandeur des effets concernant les conteneurs. Par conséquent, le phénomène de dispersion des fumées ne sera pas étudié.

4.3.7 Risques liés à un défaut d'alimentation en énergies

Le site étant par définition un producteur d'énergie, il est autosuffisant et gère les défauts d'énergie dû à une limitation de production du parc photovoltaïque.

Quoiqu'il en soit, sur chaque équipement consommateur d'énergie (électrolyseur, compresseur) tout défaut d'alimentation en énergie est détecté et induit la mise en sécurité de l'installation.

Chaque élément de l'installation fait l'objet d'un monitoring au niveau des paramètres importants pour son bon fonctionnement et pour la sécurité. Tout défaut d'alimentation en énergie est détecté et induit la mise en sécurité de l'installation.

Pour exemple, et de manière globale, les principaux paramètres mesurés sont les suivant :

- détection d'une fuite d'hydrogène dans le local électrolyseur le système de compression/stockage et les conteneurs des piles à combustibles,
- détection d'un défaut sur les conteneurs batteries (détection de fumées...),
- détection d'un défaut de ventilation dans les piles à combustible,

- mesure de pression, de débits, de température...

4.3.8 Etude des phases transitoires

Les phases transitoires (démarrages, arrêts...) sont gérées par automates avec de nombreux paramètres contrôlés et reliés à des organes de sécurité.

4.3.9 Risques liés aux utilités ou équipements connexes

4.3.9.1 Transformateurs et installations électriques

Les principaux potentiels de dangers liés aux installations électriques sont :

- Les contacts directs avec des conducteurs dénudés sous tension,
- Le contact indirect par l'intermédiaire d'une masse conductrice mise accidentellement sous tension,
- Les arcs électriques,
- L'incendie d'un transformateur.

Les principaux risques au niveau des installations électriques sont le risque d'incendie engendré par un court-circuit et le risque d'électrisation, d'électrocution et de brûlures.

4.3.9.2 Compresseurs d'air

Afin d'assurer la production d'air comprimé pour la régulation et pour le service, le site disposera de 2 compresseurs maximum.

Les dysfonctionnements éventuels peuvent être liés :

- A la température élevée dans la zone de refoulement de l'air,
- A la formation de la calamine par oxydation de l'huile de graissage en provenance du compresseur après échauffement anormal de l'air,
- Au mélange d'air et de vapeurs d'huile, qui peuvent s'enflammer par auto-inflammation ou par contact avec des particules de calamine incandescentes.

Dans la plupart des cas ces phénomènes n'endommagent que les équipements et/ou la tuyauterie. Cependant une explosion de réservoir d'air ou de la tuyauterie peut survenir.

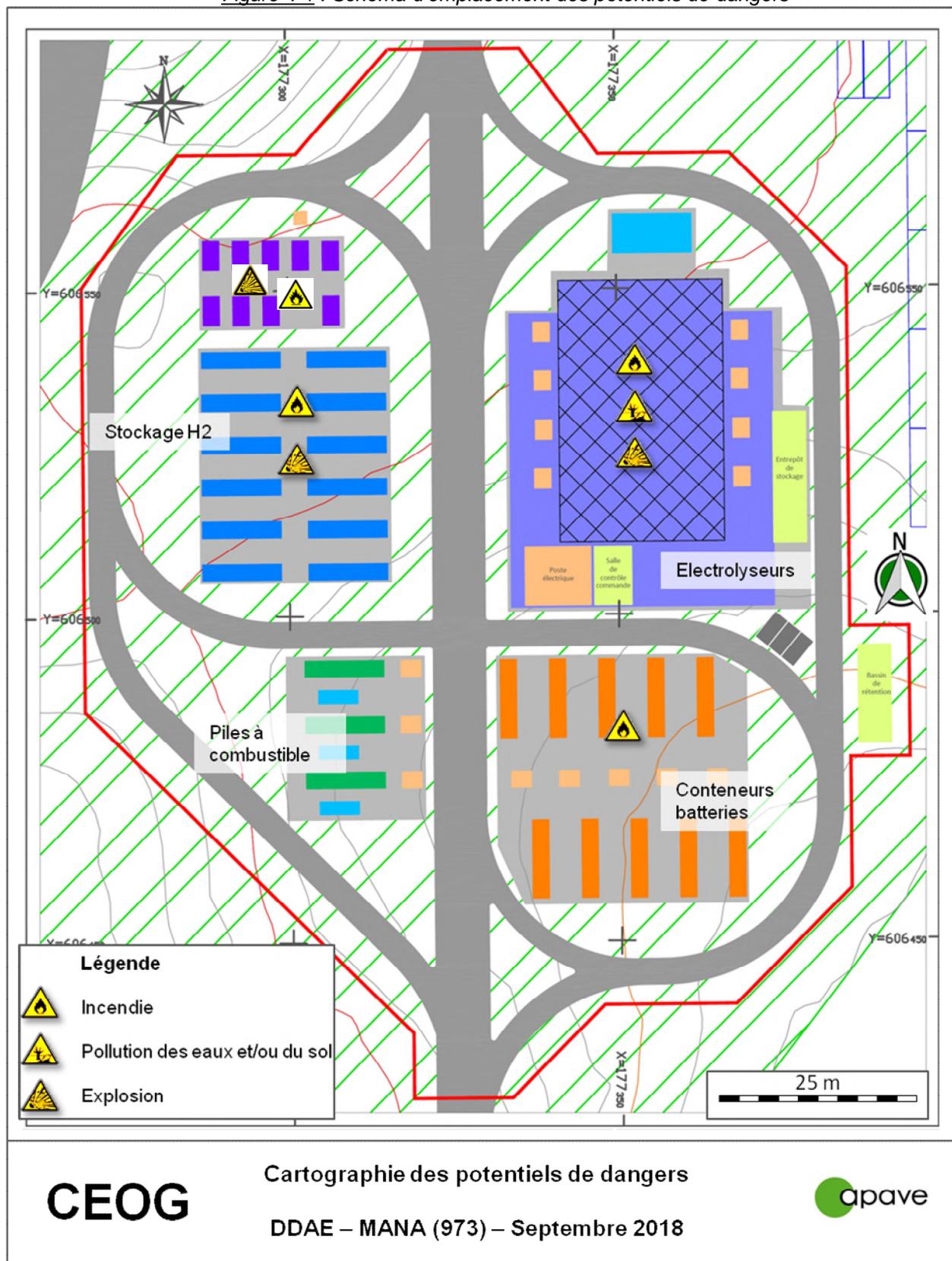
Ces potentiels de danger (éclatement du réservoir d'air comprimé, incendie) seront traités dans l'analyse de risques.

De manière générale, tous les paramètres importants des différents process sont suivis afin de garantir la sécurité de l'ensemble et entraîne la mise en sécurité du système concerné.

4.3.10 Cartographie des potentiels de danger

La cartographie des potentiels de dangers est présentée ci-dessous.

Figure 4-1 : Schéma d'emplacement des potentiels de dangers



4.4 REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS⁵

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

- Le premier principe est le **principe de substitution** qui s'appuie sur le remplacement d'un produit présentant des risques par un autre produit pouvant présenter des risques moindres,
- Le deuxième principe est le **principe d'intensification** qui consiste à intensifier l'exploitation afin de réduire les stockages,
- Le troisième principe est le **principe d'atténuation** qui consiste à définir des conditions opératoires ou de stockage moins dangereuses,
- Le quatrième principe porte sur la **limitation des effets** à partir de la conception des équipements.

4.4.1 Choix des produits

L'unité de production d'hydrogène et de d'électricité ne nécessite pas de quantités importantes de matières premières (hors eau). L'électrolyte nécessite un appoint en hydroxyde de potassium (KOH) ou un renouvellement tous les 10 ans.

Les produits sont choisis en fonction de leurs propriétés physiques très précises.

4.4.2 Choix de conception

Les installations de production et stockage d'hydrogène ainsi que les installations de production, régulation et distribution d'électricité ont été positionnées en prenant en compte les effets domino qu'elle peut engendrer sur les installations voisines et les effets potentiels vers l'extérieur.

L'implantation interne a été définie de manière à protéger les installations entre-elles en assurant la séparation des différentes installations à risques (stockage/production...), et permettant ainsi de réduire le risque d'effets domino à l'intérieur et à l'extérieur du site.

Les quantités de produits chimiques dangereux sont adaptées aux besoins des électrolyseurs. Les conditionnements des produits sont placés sur cuvette de rétention et les règles de stockage en fonction des incompatibilités sont respectées. Les électrolyseurs sont placés également sur rétention.

4.4.3 Choix du matériel

Le matériel est choisi en fonction de ses capacités à répondre aux besoins de l'activité et pour la sécurité de fonctionnement qu'il offre (conteneurs de batteries autonomes protégés et sécurisés, processus de détection et asservissement des électrolyseurs...).

4.4.4 Zones à risques d'explosion

Un zonage ATEX sur les installations sera réalisé conformément aux exigences Code du Travail.

Le matériel électrique de la centrale électrique fera l'objet d'un contrôle périodique par un organisme de spécialisé.

⁵ Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35) Ω-9 - L'étude de dangers d'une Installation Classée (INERIS - avril 2006).

4.4.5 Choix des procédures

Des procédures ont été rédigées afin de prévoir toutes les précautions nécessaires pour concilier les objectifs de sécurité, qualité, fiabilité du matériel et coût de production.

Précision sur le type de procédures :

Elles sont de trois types :

- *Les procédures d'exploitation des équipements, fournies par les fabricants pour la bonne mise en œuvre des installations de production. Elles seront mise en œuvre au fur et à mesure de l'avancement des travaux et lors des essais et mise en production,*
- *Les procédures générales de sécurité : protocole de sécurité, consignes de sécurité, procédure d'évacuation et de mise en sécurité des personnes. Ces dernières seront établies lors de la mise en service des installations, lorsque la configuration exacte des installations sera arrêtée,*
- *Les procédures d'intervention : Plan de Prévention, Permis de Feu. Elles devront être aménagées en phase d'exploitation en fonction des pratiques de l'établissement.*

Les différentes mesures de maîtrise des risques prises pour réduire les dangers liés aux opérations sont les suivantes :

- Tous les travaux avec feu nu ou point chaud nécessitent un permis de feu selon une procédure stricte,
- Des contraintes très strictes sont prévues vis à vis des fumeurs avec une stricte interdiction de fumer sur le site,
- Le stockage, même pour de courte durée, de tout produit qui pourrait aggraver le risque d'incendie est strictement interdit dans les locaux. Cela concerne les solvants, dégraissants pour la maintenance (même en petits conditionnements).

4.5 RETOUR D'EXPERIENCE : ACCIDENTOLOGIE

4.5.1 Accidents sur des installations similaires

L'accidentologie relatée résulte de la consultation de la base de données du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI).

L'analyse de l'accidentologie comprend les points suivants :

- Typologie des accidents rencontrés,
- Analyse des causes et des conséquences des accidents sur des installations similaires,
- Conclusion faisant figurer les dispositifs de sécurité les plus adaptés aux types d'accidents rencontrés dans l'accidentologie étudiée.

On notera que le procédé est novateur et n'est pas répertorié comme tel dans la base du Barpi. Les extractions ont donc été réalisées par activité assimilable à des process existants :

- Stockage de bouteilles d'hydrogène,
- Utilisation de panneaux photovoltaïques,
- Pile à combustibles.

Les recherches ont été menées sur les mots clefs correspondant.

On constate dans le cas de l'hydrogène que la plupart des accidents concernent des activités industrielles classiques assez éloignées des procédés du projet CEOG. Par ailleurs, l'hydrogène en

cause est souvent un sous-produit généré accidentellement par des réactions entre matériaux incompatibles, dans des conditions non maîtrisées.

Les panneaux photovoltaïques ont fait l'objet d'une analyse spécifique. Il s'avère que ces équipements peuvent être à l'origine d'un départ de feu d'origine électrique, qui se propage ensuite à la structure porteuse et aux matériaux d'isolation des toitures du bâtiment supportant les panneaux. Le projet CEOG ne comprend pas de bâtiments pour supporter les panneaux et ne présente donc pas cette problématique.

La recherche sur les piles à combustible ne fait apparaître aucun résultat dans la base de données du Barpi.

Néanmoins, cette activité a fait l'objet d'une étude spécifique par l'INERIS sous la référence DRA-17-156712-00653A.

Dans cette étude, l'INERIS a recensé 7 accidents ou incidents (non recensés au BARPI) ayant donné lieu à de simples dysfonctionnements (usure, surchauffe, encrassement, assèchement, déséquilibre de pression, dégradation de la membrane) dans 5 cas, à une fuite d'hydrogène et à un feu. Dans tous les cas, la pile a été mise en défaut (arrêt). Le scénario le plus important (feu) a entraîné des dégâts limités sur l'équipement.

En conclusion de cette étude, il apparaît que la sécurité de ces équipements est très liée au bon fonctionnement des éléments associés : refroidissement, contrôle du processus. Ces points sont pris en compte dans la norme *IEC 62282-3-100 (2016-12-23) : Technologies des piles à combustible - Partie 3-100 : systèmes à piles à combustible stationnaires – Sécurité*. Les piles mises en œuvre sur le site respecteront les recommandations de cette norme.

Les résultats des extractions sont présentés en annexe.

4.5.2 Accidentologie interne

S'agissant d'une création d'établissement, il n'y a pas d'événement répertorié lors de la rédaction de la présente étude.

L'analyse de l'accidentologie se basera donc principalement sur les références du BARPI.

Compléments concernant certaines typologies d'accidents :

ELECTROLYSEUR

Le BARPI fait état d'un accident mettant en cause un électrolyseur. Les éléments fournis ne permettent pas de savoir s'il s'agit d'une installation similaire à celles d'HDF. Par ailleurs, cet accident avait été écarté car le titre fait état d'une explosion de catalyseur.

Explosion de catalyseur dans une usine de matériel électrique

N° 45308 - 25/05/2014 - FRANCE - 25 - BESANCON

C27.33 - Fabrication de matériel d'installation électrique

Dans une usine de traitement des matériaux, un électrolyseur explose à 5h12 à proximité d'un fût de 300 l d'ammoniaque. Le personnel évacue les lieux, 2 employés sous ARI se rendent sur place. Ils mettent l'installation en sécurité. Il n'y a pas de feu ni de dégagement de fumée. Les pompiers interviennent. L'activité de l'atelier est arrêtée jusqu'au lendemain matin.

Le fournisseur de l'équipement se rend sur site courant juin pour vérifier les modes opératoires et les procédures de maintenance. Les dépôts des substances chimiques trouvées à l'intérieur de l'équipement font l'objet d'un examen par un laboratoire spécialisé.

TRANSFORMATEURS

49 accidents impliquant des transformateurs ont été recensés en liaison avec les activités de production d'électricité. Dans la plupart des cas il s'agit d'un incendie provenant d'une défaillance mécanique du transformateur ou du réseau électrique (surtension du transformateur, coupure partielle d'électricité...). Les transformateurs peuvent être à l'origine des sinistres ou simplement être impliqués dans un sinistre qui leur est extérieur.

On notera que l'accidentologie et le retour d'expérience de l'APAVE sur le sujet montrent que les effets d'un incendie sur un transformateur restent limités à l'appareil lui-même. Par ailleurs, il s'agit de transformateurs de moyenne puissance (12,5MVA) présentant donc des risques limités en conséquence ; ceci est à comparer aux transformateurs de forte puissance, terme qui qualifie les appareils de plus de 100 MVA.

Dans un cas, l'incendie du transformateur a été suivi d'une explosion.

Dans le cas des transformateurs contenant des PCB⁶, un rejet de substance polluante a été survenu. Ce cas de figure ne concerne pas HDF, les transformateurs ne contenant pas de PCB. Les sinistres ont été contrôlés par les pompiers, avec comme principal résultat l'endommagement des équipements.

Les emplacements des transformateurs sont indiqués sur les plans en pièces jointes.

HYDROXYDE DE POTASSIUM

Pour l'hydroxyde de potassium, comme pour tout stockage de produit liquide potentiellement dangereux, de nombreux cas sont répertoriés, ces produits ou installations étant très répandus en milieu industriel. Pour autant, il ne s'agit pas d'événements constituant des scénarios d'accidents majeurs. Par ailleurs, les moyens classiques mis en place sont de nature à apporter les réponses suffisantes en termes de prévention et protection (rétention par exemple). L'analyse de l'accidentologie n'apportera pas d'éléments nouveaux sur ce cas précis.

4.6 SYNTHÈSE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX ASSOCIÉS AUX INSTALLATIONS

L'analyse des potentiels de dangers et l'accidentologie mettent en évidence les différentes sources de dangers au niveau du site.

Les critères de choix sont les suivants :

- Réalité physique du stockage ou du procédé,
- Caractères dangereux des produits mis en jeu,
- Quantité de produits dangereux mis en jeu,
- Mesures de protection physiques passives de grande ampleur,
- Limites physiques réalistes référencées par le retour d'expérience.

⁶ Polychlorobiphényles

N°	Installation	Produit	Evènement redouté	Phénomènes dangereux	Effets possibles	Réduction des potentiels de dangers	Scénario retenu
1	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Rupture de canalisation haute pression	Fuite enflammée	Flux thermiques	Pas de circulation à proximité des bouteilles de stockage Interdiction de fumer Protection foudre, Permis de feu	Oui
2		Hydrogène	Rupture de canalisation haute pression	Explosion (UVCE)	Effets de surpression Flux thermiques	Conformité à la directive des équipements sous pression Maintenance préventive Interdiction de fumer Protection foudre, Permis de feu	Oui
3		Hydrogène	Rupture de l'enveloppe d'une bouteille	Eclatement pneumatique	Effets de surpression	Essais sous pression Vérification périodique de l'état des équipements Conception sans soudure Homologation suivant ISO 11120 Epreuves sous pression avant mise en service	Oui
4	Compresseurs hydrogène	Hydrogène	Rupture de canalisation compresseur	Fuite enflammée	Flux thermiques	Valve anti-retour	Oui
5		Hydrogène	Rupture de canalisation compresseur	Explosion (UVCE)	Effets de surpression Flux thermiques	Valve anti-retour	Oui
6	Electrolyseurs	Hydrogène	Fuite d'hydrogène basse pression dans le local de production	Explosion	Effets de surpression	Détection de fuite d'hydrogène Asservissement de l'électrolyse à la détection Soupape de sécurité en sortie d'électrolyseur	Oui
7		Electrolyte	Perte de confinement d'électrolyte (solution d'hydroxyde de potassium)	Déversement accidentel	Pollution	Tous les produits et équipements de transfert sont placés sur rétention Protocole de sécurité et procédure d'évacuation Faible fréquence de vidange (tous les 10 ans)	Non
8	Containers batteries	Matériaux plastiques et combustibles divers	Départ de feu	Incendie	Flux thermiques	Container clos Détection de dysfonctionnement sur charge et batteries Extinction automatique	Oui
9		Matériaux combustibles lithium	Incendie	Combustion de matériaux toxiques	Dispersion atmosphérique	Container clos Détection de dysfonctionnement sur charge et batteries Extinction automatique	Non Container clos et protégé

5 ESTIMATION DES CONSEQUENCES DE LA LIBERATION DES POTENTIELS DE DANGERS

Les critères de choix sont les suivants :

- Réalité physique du stockage ou du procédé,
- Caractères dangereux des produits mis en jeu,
- Quantité de produits dangereux mis en jeu,
- Mesures de protection physiques passives de grande ampleur,
- Limites physiques réalistes référencées par le retour d'expérience.

Les scénarios retenus pour la suite de l'étude sont donc les suivants.

N°	Installation	Produit	Evènement redouté
Scénario 1	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Fuite enflammée sur bouteille d'hydrogène
Scénario 2	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Explosion (UVCE) après fuite sur bouteille d'hydrogène
Scénario 3	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Rupture catastrophique d'une bouteille hydrogène
Scénario 4	Electrolyseurs	Hydrogène	Explosion d'hydrogène dans le local électrolyseurs
Scénario 5	Containers batteries	Matériaux plastiques et combustibles divers	Départ de feu et incendie des batteries dans le container
Scénario 6	Compresseurs hydrogène	Hydrogène	Explosion (UVCE) après fuite sur canalisation compresseur hydrogène
Scénario 7	Compresseurs hydrogène	Hydrogène	Fuite enflammée sur compresseur hydrogène

Pour chacun des phénomènes dangereux retenus, sont précisés :

- Logiciel ou modèle de calcul,
- Paramètres de modélisation,
- La méthodologie de calcul détaillée par type de phénomène dangereux.

5.1 SEUILS REGLEMENTAIRES

L'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation, fixe dans son annexe les valeurs seuils à prendre en compte pour évaluer les effets thermiques et les effets de surpression sur les personnes et les structures.

5.1.1 Seuils d'effets thermiques sur les personnes

Les seuils réglementaires d'effets thermiques sur les personnes sont recensés dans le tableau suivant avec les effets associés.

EFFETS DU FLUX THERMIQUE REÇU SUR LES PERSONNES	SEUILS DE FLUX THERMIQUE	
Seuil des effets irréversibles (zone des dangers significatifs pour la vie humaine)	3 kW/m ²	600 (kW/m ²) ^{4/3} .s
Seuil des premiers effets létaux (zone des dangers graves pour la vie humaine)	5 kW/m ²	1000 (kW/m ²) ^{4/3} .s
Seuil des effets létaux significatifs (zone des dangers très graves pour la vie humaine)	8 kW/m ²	1800 (kW/m ²) ^{4/3} .s

5.1.2 Seuils d'effets thermiques sur les structures

Les seuils réglementaires d'effets thermiques sur les structures sont recensés dans le tableau suivant avec les effets associés.

EFFETS DU FLUX THERMIQUE REÇU SUR LES STRUCTURES	SEUILS DE FLUX THERMIQUE
Seuil des destructions de vitres significatives	5 kW/m ²
Seuil des effets domino ⁽⁷⁾ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures	8 kW/m ²
Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton.	16 kW/m ²
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.	20 kW/m ²
Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.	200 kW/m ²

5.1.3 Seuils d'effets de surpression sur les personnes

Les seuils réglementaires d'effets de surpression retenus sur les personnes sont recensés dans le tableau suivant avec les effets associés.

EFFETS DE SURPRESSION SUR LES PERSONNES	SEUILS
Seuil des effets délimitant la « zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme »	20 mbar
Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »	50 mbar
Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »	140 mbar
Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »	200 mbar

5.1.4 Seuils d'effets de surpression sur les structures

Les seuils réglementaires d'effets de surpression retenus sur les structures sont recensés dans le tableau suivant avec les effets associés.

EFFETS DE SURPRESSION SUR LES STRUCTURES	SEUILS
Seuil des destructions significatives de vitres	20 mbar
Seuil des dégâts légers sur les structures	50 mbar
Seuil des dégâts graves sur les structures	140 mbar
Seuil des effets domino	200 mbar

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

5.1.5 Seuils de référence des effets missiles

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 relative à la prise en compte des effets de projection dans les études de dangers, les effets de projections ne sont usuellement pas pris en compte dans la détermination de l'aléa par manque de données fiables dans la plupart des secteurs d'activité.

5.2 METHODOLOGIES UTILISEES

a. Explosion d'enceinte et éclatement de capacité sous pression

Cette méthodologie est utilisée pour l'explosion du local électrolyseurs et l'éclatement pneumatique d'une bouteille d'hydrogène. L'estimation des conséquences d'une explosion est réalisée avec la méthodologie préconisée par l'INERIS pour les enceintes fermées. La première étape consiste à déterminer l'énergie de l'explosion, pour cela nous utiliserons l'équation de Brode :

$$E=3*V*(P_{ex}-P_a)$$

avec :

- V : volume de l'enceinte considérée,
- P_{ex}-P_a : pression relative de l'explosion en Pa
- E : énergie de l'explosion en Joules

A partir du tableau ci-après, nous retiendrons dans une approche majorante comme pression relative de l'explosion 2 fois la pression correspondant à la résistance de l'enveloppe en statique. Ci-dessous l'ordre de grandeur de la résistance des matériaux (d'après guide silo INERIS ver.3).

Nature de la paroi	Surpression de ruine (statique)
<i>Tour de manutention en béton</i>	100 à 300 mbar
<i>Tour de manutention en bardage</i>	100 à 300 mbar
<i>Cellules en béton : parois</i>	150 à 800 mbar
<i>Cellules en béton : toit</i>	35 à 200 mbar
<i>Cellules métalliques : parois</i>	300 à 1000 mbar
<i>Cellules métalliques : toit</i>	100 à 200 mbar
<i>Briques</i>	100 à 300 mbar
<i>Tuiles</i>	5 mbar
<i>Verre simple/armé</i>	3 à 25 mbar
<i>Plaque polyester transparente (fixation crochets)</i>	8 mbar
<i>Plaque amiante ciment (fixation crochets)</i>	10 mbar

La détermination des distances des effets de surpression s'effectue en appliquant la méthode multi-énergie indice 10 avec (zones de dangers liées aux effets de surpression) :

Distance en m	Surpression (bar)	Dégâts associés (valeurs de référence relative aux seuils d'effets de surpression arrêté du 22/10/04)
0,028 E ^{1/3}	0,3	Seuil des dégâts très graves sur les structures
0,032 E ^{1/3}	0,2	Seuil des effets dominos sur les structures Seuil des effets létaux significatifs sur l'homme
0,05 E ^{1/3}	0,14	Limite inférieure des dégâts graves aux structures, effondrement partiel des murs, destruction totale des vitres. Premiers effets de létalité consécutifs à l'onde de choc.
0,11 E ^{1/3}	0,05	Dégâts très légers aux structures, destruction de 75 % des vitres. Premières blessures notables dues à l'onde de choc.
0,24 E ^{1/3}	0,02	Seuil des destructions significatives de vitres Premières blessures notables dues au bris de vitres (effets indirects)

b. Incendie de matériaux solides

La méthode FLUMilog utilisée concerne principalement les entrepôts entrant dans les rubriques 1510, 1530, 1532, 2662 et/ou 2663 de la nomenclature ICPE.

Les conséquences pour l'environnement relatives à un incendie d'une cellule de stockage concernent entre autre le rayonnement thermique émis par les flammes et reçu à distance par des cibles potentielles telles que des personnes, des installations ou des bâtiments tiers.

La méthode ainsi adoptée pour déterminer le flux reçu par un observateur permet d'évaluer les flux thermiques rayonnés dans l'environnement d'un feu d'entrepôt. L'objectif de cette méthode est de déterminer les lieux où un flux radiatif donné (en kW/m²) est atteint. La méthodologie et l'outil employés sont disponibles sur le site internet de l'INERIS, <http://www.ineris.fr/flumilog>

c. Fuite enflammée et explosion de nuage d'hydrogène (UVCE)

Les phénomènes dangereux d'UVCE et de fuite enflammée sont intrinsèquement semblables. Ils correspondent tous les deux à une fuite de gaz inflammable à laquelle on apporte une source d'inflammation.

Seul le temps d'apparition de la source d'inflammation au niveau du nuage explosif diffère :

- le phénomène de fuite enflammée (effets thermiques) correspond à une inflammation du nuage quasi-instantanée, dès l'apparition de la fuite de gaz inflammable,
- l'UVCE se déroule en deux temps :
 - une première phase de dispersion du nuage explosif dans l'atmosphère selon les classes météorologiques identifiées,
 - une deuxième phase d'inflammation du nuage après une durée plus ou moins longue après la fuite de gaz inflammable. Les effets majorants sur ce type de phénomène dangereux sont les effets de surpression.

Evaluation des effets thermiques d'une fuite enflammée est réalisée selon la méthodologie UFIP - API RP 521.

L'approche développée pour l'évaluation des effets de surpression d'un UVCE est basée sur la méthode Multi-Energy recommandée dans la circulaire du 10 mai 2010. L'idée centrale de cette

méthode est qu'une explosion de gaz produit des effets d'autant plus importants qu'elle se développe dans un environnement encombré ou turbulent dans lequel la flamme peut se propager rapidement, et qu'en dehors de ces zones, les effets de pression associés à la propagation de la flamme sont minimales. Pour une situation réelle où la dimension maximum du nuage explosif a été préalablement estimée, on repère les endroits où la densité d'obstacles ou le degré de turbulence du nuage sont susceptibles d'être importants et on modélise l'explosion globale par une succession d'impulsions de pression engendrées par la propagation de la flamme à travers ces zones.

Les courbes d'indice supérieur ou égal à 6 sont confondues pour les niveaux de pression inférieurs à 0,2 bar. Le niveau de surpression maximal est directement lié à la vitesse de flamme atteinte lors de la combustion du nuage. En théorie, il suffirait de calculer cette vitesse de flamme pour déterminer précisément l'indice de violence à retenir. En pratique, ce calcul est difficile à effectuer, car il dépend de plusieurs paramètres (réactivité propre du gaz, turbulence propre du jet, densité d'obstacles présents sur le parcours de la flamme, énergie de la source d'inflammation).

Ci-dessous les indices de violence (méthode Multi-Energy).

Indice Multi-Energy	Seuil de surpression associé (bar)	Abaques de décroissance en fonction de la distance dimensionnée par l'énergie de l'explosion
1	0,01	
2	0,02	
3	0,05	
4	0,1	
5	0,2	
6	0,5	
7	1	
8	2	
9	5	
10	10	

Les obstacles génèrent des turbulences et augmentent la surface du front de flamme. Les obstacles de petite dimension en densité élevée ont un effet significatif alors que des obstacles de grandes dimensions et espacés (bâtiment, cuve de stockage, etc.) ont un effet plus réduit. Le confinement d'un volume dans lequel se propage une explosion augmente la surpression.

Les distances d'effets calculées ne sont pas liées directement à la quantité de produit rejeté, ni au volume des nuages inflammables formés, mais bien au volume des zones d'encombrement et de confinement. Aussi, des scénarios différents, mettant en jeu des débits de fuite et des quantités de produits différents conduisent aux mêmes distances d'effets si les nuages inflammables formés couvrent les mêmes zones encombrées.

La dispersion atmosphérique est réalisée avec le logiciel PHAST version 7.22 selon le scénario « leak et rupture catastrophique ». La dispersion a été réalisée selon les conditions climatologiques recommandées par la circulaire du 10 mai 2010 (F/3 et D/5).

On notera que dispersion réalisée avec Phast ne tient pas compte des directions des vents, mais uniquement des conditions atmosphériques locales (notamment les températures par rapport au couple stabilité et vitesse du vent). La prise en compte de la direction des vents n'induirait pas de changement sur l'étendue des zones d'effet. La modification porterait uniquement sur la probabilité

d'occurrence des phénomènes dangereux en fonction des secteurs angulaires de direction des vents.

Précisions apportées > données complémentaires concernant les données d'entrée, modélisations et cartographies :

Le scénario 2, dans la présente étude de dangers, ne fait pas référence à un UVCE dans le local de stockage mais à un UVCE en extérieur, les bouteilles de stockage d'hydrogène étant stockées en extérieur sur des cadres métalliques (12) contenant chacun 14 bouteilles.

En ce qui concerne l'indice de sévérité il a été pris égal à 5 afin de tenir compte de l'encombrement de la zone en référence au tableau de Kinsella figurant dans le document INERIS-DRA-16-133610-06190A. Les paramètres choisis sont :

- *Energie d'inflammation : faible car l'hydrogène n'a pas besoin d'une énergie d'inflammation importante pour réagir,*
- *Degré d'encombrement : fort,*
- *Degré de confinement : inexistant, en effet les installations sont implantées à l'air libre et non dans un local de stockage.*

Pour les scénarii 1 et 2, les quantités mises en jeu correspondent à la capacité totale de stockage soit 8 tonnes.

En ce qui concerne le scénario 6, chaque compresseur est implanté dans un conteneur de type maritime de 20 pieds, le scénario étudié est une fuite de canalisation à l'extérieur du conteneur, l'indice de sévérité choisi est identique au scénario 2. En cas de fuite interne au conteneur, le scénario serait du même type que le scénario 4 avec des effets réduits car le volume d'un conteneur de type maritime de 20 pieds est de 33 m³.

Concernant la durée de résistance au feu des conteneurs de batteries Li-ion, cette donnée n'est pas connue et dépend du fournisseur. Il s'agit d'un conteneur métallique. La modélisation a été réalisée pour montrer la faible distance d'atteinte des zones d'effet thermiques y compris dans une situation anormale (porte ouverte). En fonctionnement normal, les dispositifs de sécurité (contrôle de la charge, arrêt de charge en cas de dysfonctionnement...) déclenchent l'arrêt de l'installation et sa mise en sécurité. Une extinction automatique se déclenche le cas échéant suivant des paramètres définis par le constructeur. Enfin, le conteneur constitue une enveloppe fermée peu propice au développement d'un incendie.

Les conditions atmosphériques utilisées pour la réalisation des calculs prennent en compte les conditions de la Guyane. En effet, les valeurs considérées dans le logiciel utilisé pour la dispersion sont :

- *F ou D pour la classe de stabilité,*
- *3 ou 5 pour la vitesse du vent,*
- *20 ou 30 pour la température,*
- *90% pour l'humidité relative.*

On obtient ainsi les conditions suivantes :

- *F/3/20 à 90% d'humidité relative,*
- *D/5/30 à 90% d'humidité relative.*

Cartographie du scénario 5 : cette modélisation a été réalisée avec le logiciel FLUMilog. La cartographie n'est pas paramétrable. Elle peut être agrandie mais ne sera pas pour autant plus précise. Le détail de la cartographie FLUMilog est visible dans la note de calcul correspondante.

Cette cartographie montre néanmoins très visiblement la faible étendue des zones d'effet et l'éloignement des limites de propriété. Cette échelle a été choisie car elle permettait d'avoir à la fois une vision d'ensemble par rapport au périmètre ICPE tout en conservant une certaine visibilité des zones d'effet.

5.3 SCENARIO 1 : FUITE ENFLAMMEE SUR BOUTEILLE D'HYDROGENE

5.3.1 Description

Une fuite a lieu sur un cadre d'une dizaine de bouteilles. L'ignition intervient rapidement et provoque une fuite enflammée.

5.3.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Pression de rupture : 300 bar,
- Diamètre de canalisation : 32,5 mm (1,25").

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance d'effets maximale à partir du lieu de la fuite pour un flux de		
		SELS 8 kW/m ²	SEL 5 kW/m ²	SEI 3 kW/m ²
Fuite enflammée sur un cadre de bouteilles d'hydrogène Effets thermiques	F/3	75 m	85 m	98 m
	D/5	73 m	81 m	92 m

5.3.3 Effets sur les tiers

Les bouteilles de stockage d'hydrogène sont implantées à plus de 190 m des limites de propriété. Dans ces conditions, les effets thermiques liés à un phénomène de type fuite enflammée ne dépassent pas les limites de propriété.

5.3.4 Effets dominos

Des dégâts importants sont possibles au niveau des installations voisines en fonction de la direction du jet enflammé.

Aucun dégât n'est attendu à l'extérieur des limites du site.

5.4 SCENARIO 2 : EXPLOSION (UVCE) APRES FUITE D'UNE BOUTEILLE D'HYDROGENE

5.4.1 Description

Le scénario est le suivant : une bouteille de stockage d'hydrogène sous pression de 300 bar fuit, un nuage d'hydrogène se forme. L'ignition de ce dernier génère des effets thermiques et de surpression.

5.4.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Pression de rupture : 300 bar,
- Diamètre de canalisation : 32,5 mm (1,25"),
- Volume de la bouteille : 2,4 m³.

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance d'effets maximale à partir du lieu de la fuite pour un flux de		
		SELS 8 kW/m ²	SEL 5 kW/m ²	SEI 3 kW/m ²
UVCE Effets thermiques	F/3	68 m	68 m	75 m
	D/5	67 m	67 m	74 m

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance associée aux effets de surpressions (m)		
		SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar
UVCE Effets de surpression	F/3	64 m	73 m	132 m
	D/5	61 m	70 m	124 m

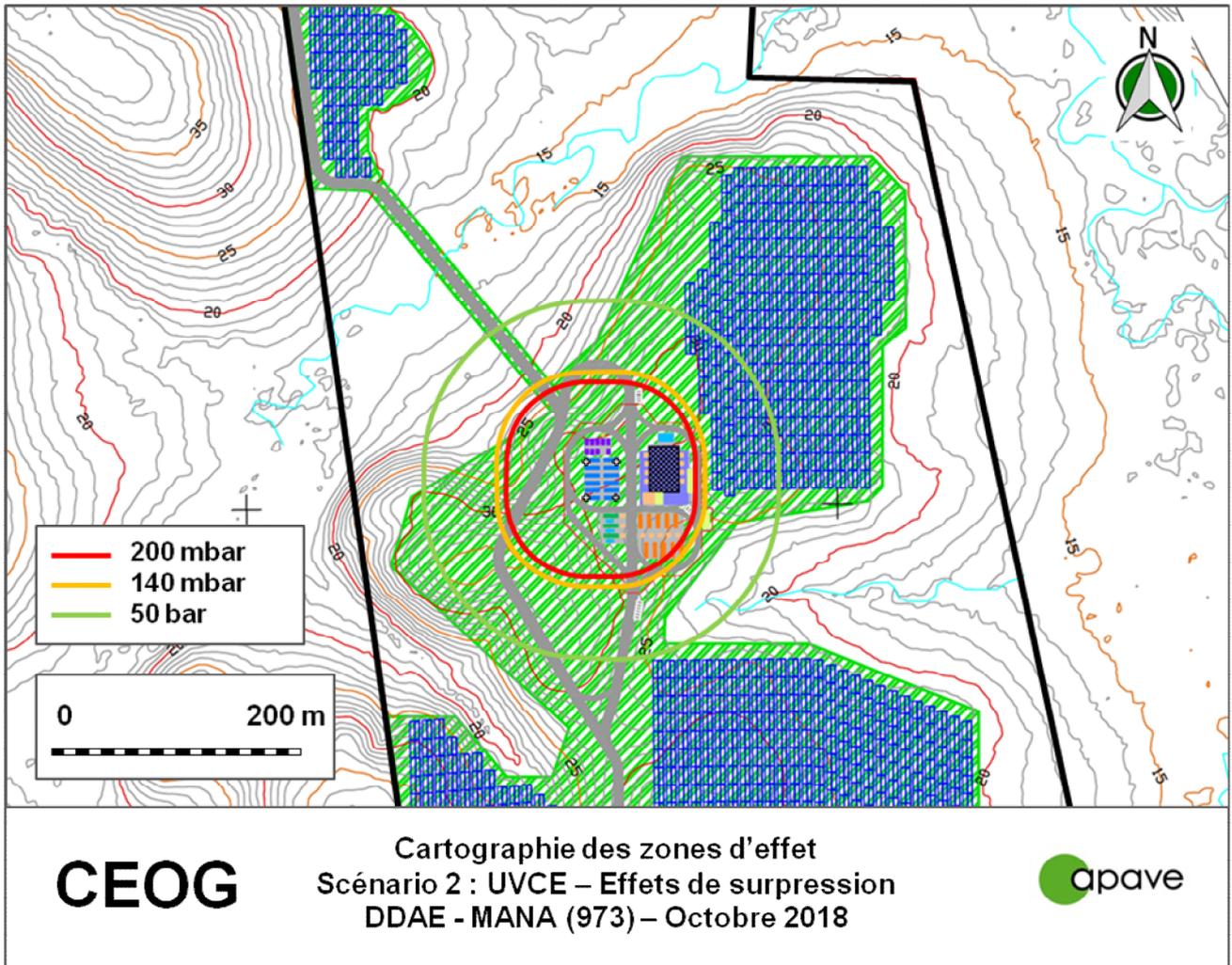
5.4.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Les bouteilles de stockage d'hydrogène sont implantées à plus de 190 m des limites de propriété les plus proches. Dans ces conditions, les effets thermiques et de surpression liés à un phénomène de boule de feu ne dépassent pas les limites de propriété.

- Effets dominos

Dans le cas d'une boule de feu, dont la durée de vie est très courte, on considère qu'il n'y a pas de possibilité d'effet Domino du fait de la brièveté du phénomène.



Les distances d'atteinte des effets de surpression du scénario 2, UVCE suite à une fuite d'hydrogène au niveau d'une bouteille de stockage, sont représentés ci-dessus. Le seuil de 50 mbar reste à l'intérieur du site, à environ 60 m des limites de propriété les plus proches.

5.5 SCENARIO 3 : RUPTURE CATASTROPHIQUE D'UNE BOUTEILLE D'HYDROGENE

5.5.1 Description

On suppose une rupture de l'enveloppe d'une bouteille entraînant dans un premier temps l'éclatement de cette dernière, sans inflammation de l'hydrogène. Les effets de surpression sont dus à l'éclatement pneumatique de la bouteille. En l'absence d'ignition, le phénomène se limite à ce cas de figure.

Dans un second temps, en cas d'ignition, l'hydrogène s'enflamme et crée une boule de feu. Le phénomène génère des effets thermiques et de surpression.

5.5.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Pression de rupture : 300 bar,
- Volume de la bouteille : 2,4 m³.

La pression de rupture pneumatique correspond à la pression maximale atteinte par les compresseurs et qui ne pourra donc en aucun cas être dépassée ni en sortie de compresseur ni dans les bouteilles.

A partir de l'équation de BRODE citée précédemment, nous calculons les distances d'atteinte des zones d'effet indiquées dans le tableau ci-après.

Phénomène dangereux	Pression de rupture	Volume considéré	Distance associée aux effets de surpression		
			SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar
Eclatement d'une bouteille d'hydrogène Effets de surpression	300 bar	2,4 m ³	21 m	28 m	61 m

Les effets de surpression et thermiques liés à la boule de feu en cas d'ignition sont ensuite calculés à l'aide du logiciel Phast et présentés dans les tableaux suivants.

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance d'effets maximale à partir du lieu de la fuite pour un flux de		
		SELS 1800 (kW/m ²) ^{4/3}	SEL 1000 (kW/m ²) ^{4/3}	SEI 600 (kW/m ²) ^{4/3}
Boule de feu Effets thermiques	F/3	Non atteint	Non atteint	13 m
	D/5	Non atteint	Non atteint	13 m

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance associée aux effets de surpressions (m)		
		SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar
Boule de feu Effets de surpression	F/3	30 m	40 m	96 m
	D/5	30 m	40 m	96 m

5.5.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Les bouteilles de stockage d'hydrogène sont implantées à plus de 190 m des limites de propriété. Dans ces conditions, les effets de surpression liés à un éclatement de bouteille d'hydrogène ne dépassent pas les limites de propriété.

- Effets dominos

Aucun effet domino n'est attendu à l'extérieur du site.

L'éclatement pourrait endommager les bouteilles contigües placées dans le cadre ; éventuellement celles des cadres voisins. Néanmoins ces systèmes de stockages sont conçus et testés pour être utilisés pour le transport de marchandises dangereuses et sont capables de résister à des agressions violentes telles que celles qui peuvent être rencontrées dans un accident routier.

Des dégâts pourraient également être occasionnés au niveau des piles à combustibles, sans que cela n'entraîne de conséquences notables, ces dernières ne représentant pas un potentiel de danger significatif.

5.6 SCENARIO 4 : EXPLOSION D'HYDROGENE DANS LE LOCAL ELECTROLYSEURS

5.6.1 Description

On suppose une fuite sur un électrolyseur entraînant la formation d'une atmosphère explosible dans l'ensemble du local.

5.6.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Pression de rupture du local : 200 mbar,
- Données relatives au bâtiment.

Les dimensions du bâtiment, dans sa configuration maximale sont les suivantes :

- Longueur : 40 m,
- Largeur : 25 m,
- Hauteur moyenne : 7,5 m,
- Volume de la l'enceinte : 7500 m³.

La pression de rupture correspond à la pression moyenne supportée par une couverture métallique en structure légère.

A partir de l'équation de BRODE citée précédemment, on évalue les distances d'atteinte des seuils d'effets. Celles-ci sont indiquées dans le tableau ci-après.

Phénomène dangereux	Pression de rupture	Volume considéré	Distance associée aux effets de surpressions depuis le centre de l'explosion		
			SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar
Explosion d'hydrogène dans le local électrolyseurs Effets de surpression	200 mbar	7500 m ³	29 m	39 m	84 m

5.6.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Le local est implanté à plus de 230 m des limites de propriété. Dans ces conditions, les effets de surpression liés à une explosion d'hydrogène dans le local ne dépassent pas les limites de propriété.

- Effets dominos

L'explosion du local impactera l'ensemble du bâtiment abritant le local électrolyseurs. Compte tenu de la nature et de la distance des autres installations (conteneurs batteries, bouteilles d'hydrogène...) il est peu probable que le reste du site subissent des dégâts notables.

5.7 SCENARIO 5 : INCENDIE D'UN CONTENEUR DE BATTERIES

5.7.1 Description

On suppose un départ de feu dans un conteneur métallique contenant les batteries Lithium-Ion nécessaires au bon fonctionnement de l'installation.

5.7.2 Hypothèses de calcul et résultats

- Données relatives au conteneur

Les dimensions du conteneur sont de 2,4 m x 2,4 m x 12 m.

- Données relatives aux matériaux combustibles

Le phénomène a été modélisé en considérant que le conteneur est rempli de batteries contenant chacune 8 kg de PVC et 15 kg d'acier (les autres métaux ne sont pas représentés dans FLUMilog).

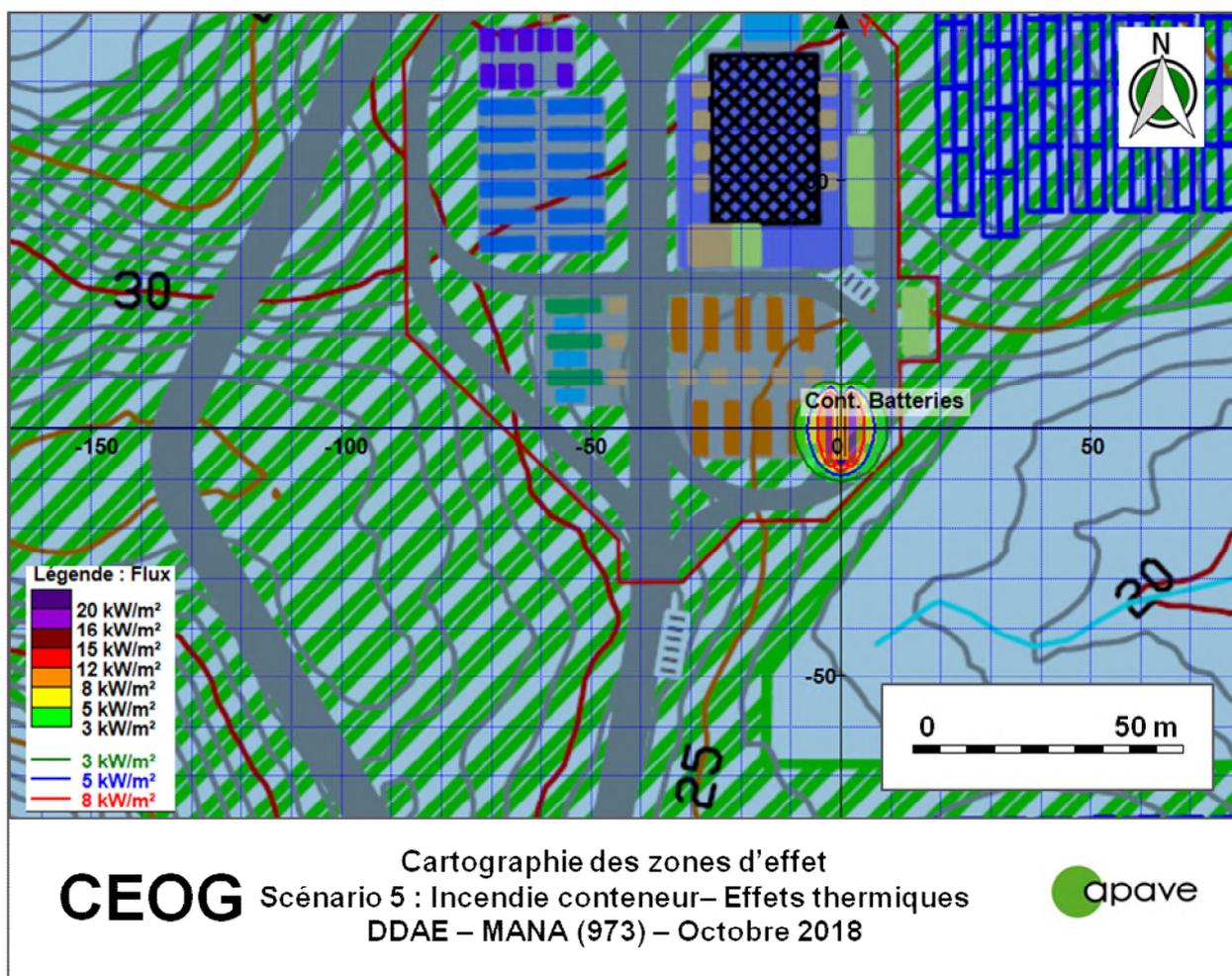
On considère que la porte du conteneur reste ouverte. Dans le cas contraire, en l'absence d'entrée d'air, il n'y a pas de combustion possible.

La note de calcul FLUMilog regroupant les hypothèses retenues pour la modélisation et la cartographie des effets obtenus est présentée en annexe.

Les distances d'effets présentées ci-dessous sont les distances maximales atteintes sur la médiatrice de la façade.

Phénomène dangereux	Distance d'effets maximale (à la médiatrice) pour un flux de			
	Orientation	SELS 8 kW/m ²	SEL 5 kW/m ²	SEI 3 kW/m ²
Incendie conteneur batteries Effets thermiques	Grand côté	< 5 m	< 10 m	< 10 m
	Petit côté fermé	< 5 m	< 5 m	< 5 m
	Petit côté ouvert	< 5 m	< 5 m	< 5 m

La cartographie des effets en cas d'incendie d'un conteneur de batteries est présentée page suivante.



5.7.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Les seuils d'effets sur l'homme (SELS, SEL et SEI) ne sont pas atteints à l'extérieur des limites de propriété du site.

- Effets dominos

Le seuil des effets dominos n'atteint aucune autre installation du site. Le seuil des effets domino est atteint à moins de 5 m sur les grands côtés d'un conteneur. S'agissant de conteneurs métalliques, on peut considérer que, en cas d'incendie, les conteneurs voisins pourraient subir des dégâts limités aux éléments les plus sensibles (câbles électriques, peinture...).

5.8 SCENARIO 6 : UVCE APRES FUITE SUR COMPRESSEUR HYDROGENE

5.8.1 Description

Le scénario est le suivant : une rupture intervient sur la canalisation en entrée ou sortie de compresseur et provoque la formation d'un nuage d'hydrogène. L'ignition de ce dernier génère des effets thermiques et de surpression.

5.8.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Débit d'hydrogène : 360 kg/h,
- Diamètre de canalisation : 32,5 mm (1,25").

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance d'effets maximale à partir du lieu de la fuite pour un flux de		
		SELS 8 kW/m ²	SEL 5 kW/m ²	SEI 3 kW/m ²
UVCE Effets thermiques	F/3	4 m	4 m	4,4 m
	D/5	6 m	6 m	6,6 m

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance associée aux effets de surpressions (m)		
		SELS 200 mbar	SEL 140 mbar	SEI 50 mbar
UVCE Effets de surpression	F/3	Non atteint	Non atteint	Non atteint
	D/5	Non atteint	Non atteint	Non atteint

5.8.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Les effets générés en cas d'UVCE au niveau des compresseurs atteignent des distances très faibles, et ne dépassent pas les limites de propriétés, éloignées de plus de 200 m au point le plus proche.

- Effets dominos

Aucun effet domino n'est attendu à l'extérieur du site. En interne, les bouteilles le plus proches pourraient être endommagées.

5.9 SCENARIO 7 : FUITE ENFLAMMEE SUR COMPRESSEUR D'HYDROGENE

5.9.1 Description

Une fuite a lieu en entrée ou sortie de compresseur. L'ignition intervient rapidement et provoque une fuite enflammée.

5.9.2 Hypothèses de calcul et résultats

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Débit d'hydrogène : 360 kg/h,
- Diamètre de canalisation : 32,5 mm (1,25").

Phénomène dangereux	Conditions atmosphériques	Distance d'effets maximale à partir du lieu de la fuite pour un flux de		
		SELS 8 kW/m ²	SEL 5 kW/m ²	SEI 3 kW/m ²
Fuite enflammée sur un cadre de bouteilles d'hydrogène Effets thermiques	F/3	Non atteint	Non atteint	13,6 m
	D/5	Non atteint	Non atteint	13,5 m

5.9.3 Conclusion

- Effets sur les tiers

Les bouteilles de stockage d'hydrogène sont implantées à plus de 190 m des limites de propriété. Dans ces conditions, les effets thermiques liés à un phénomène de type fuite enflammée ne dépassent pas les limites de propriété.

- Effets dominos

Des dégâts sont possibles au niveau des installations voisines les plus proches en fonction de la direction du jet en flammé.

5.10 ANALYSE QUALITATIVE DES EFFETS MISSILES EN TANT QU'ÉVÉNEMENTS INITIATEURS DES SCÉNARIOS RETENUS

Le tableau suivant propose une analyse qualitative des effets missiles en tant qu'événements initiateurs des scénarios retenus sur les installations du projet CEOG..

Scénarios	Le scénario peut-il être un événement initiateur par effet missile		Mesures de prévention pour éviter	Conclusion
	Choix	Justification		
Scénario 2 : Explosion (UVCE) après fuite sur bouteille d'hydrogène	Non	L'explosion est celle d'un nuage dérivant et non d'un contenant sous pression. Cela limite les risques de projection de fragment lourds	Les bouteilles d'hydrogène sont homologuées ADR ou équivalent et donc extrêmement résistantes aux impacts	L'explosion d'un UVCE ne devrait pas produire de missiles suffisamment lourds donc pas de dégâts par projection de fragments sur les bouteilles
Scénario 3 : Rupture catastrophique d'une bouteille hydrogène	Oui	L'explosion d'une bouteille peut générer des fragments lourds avec une énergie cinétique significative	Les bouteilles d'hydrogène sont homologuées ADR ou équivalent et donc extrêmement résistantes aux impacts	L'explosion d'une bouteille pourrait endommager les installations voisines par les effets missiles
Scénario 4 : Explosion d'hydrogène dans le local électrolyseurs	Non	Les installations voisines sont soit résistantes (bouteilles), soit présentent un potentiel de danger limité (batteries)	Pas de mesure particulière	Les effets missiles en cas d'explosion du local seraient vraisemblablement limités
Scénario 6 : Explosion (UVCE) après fuite sur canalisation compresseur hydrogène	Non	Zones d'effets limitées	Pas de mesure particulière	Les effets missiles en cas d'explosion d'UVCE sur compresseurs seraient vraisemblablement limités

Les effets missiles pourraient être significatifs dans le cas d'une explosion catastrophique d'une bouteille de stockage d'hydrogène.

5.11 SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

Le tableau ci-après présente les résultats de la caractérisation des effets des différents phénomènes dangereux identifiés avec :

- l'identification du phénomène dangereux (n°),
- le type de phénomène,
- le type d'effet,
- les distances d'effets,
- les effets sur les biens et les personnes,
- les effets dominos (internes / externes),
- les effets sur les dispositifs de sécurité,
- l'identification des phénomènes dangereux dont les seuils d'effets réglementaires sont atteints à l'extérieur des limites de l'établissement,
- le niveau de gravité des conséquences des phénomènes dangereux dont les effets sortent des limites de l'établissement selon la grille de gravité.

Scénario	Equipement concerné	Fluide dangereux	Phénomène dangereux
Scénario 1	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Fuite enflammée sur bouteille d'hydrogène
Scénario 2	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Explosion (UVCE) après fuite sur bouteille d'hydrogène
Scénario 3	Stockage hydrogène (bouteilles)	Hydrogène	Rupture catastrophique d'une bouteille hydrogène
Scénario 4	Electrolyseurs	Hydrogène	Explosion d'hydrogène dans le local électrolyseurs
Scénario 5	Containers batteries	Matériaux plastiques et combustibles divers	Départ de feu et incendie des batteries dans le container
Scénario 6	Compresseurs hydrogène	Hydrogène	Explosion (UVCE) après fuite sur canalisation compresseur hydrogène
Scénario 7	Compresseurs hydrogène	Hydrogène	Fuite enflammée sur compresseur hydrogène

Phénomène dangereux		Effets sur les personnes (Distances maximales par rapport aux installations)			Effets sur les biens Effets dominos		Seuils d'effets réglementaires ⁸ atteints à hors des limites de l'établissement	Classe de gravité	Justification de la classe de gravité
		Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles	Internes	Externes			
1	Fuite enflammée sur bouteille hydrogène	75 m	85 m	98 m	Importants dans l'axe de la flamme	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
2	Explosion (UVCE) après fuite sur bouteille d'hydrogène	64 m	73 m	132 m	Possible sur les installations proches	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
3	Rupture catastrophique d'une bouteille hydrogène	30 m	40 m	96 m	Possible sur les installations proches	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
4	Explosion d'hydrogène dans le local électrolyseurs	29 m	39 m	84 m	Limités au local	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
5	Départ de feu et incendie des batteries dans le container	<5 m	<10 m	<10 m	Limités aux conteneurs voisins	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
6	Explosion (UVCE) après fuite sur canalisation compresseur hydrogène	6 m	6 m	6,6 m	Aucun	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée
7	Fuite enflammée sur compresseur hydrogène	Non atteint	Non atteint	13,6 m	Aucun	Nuls	NON	Sans objet	Aucune personne exposée

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

5.12 CARTOGRAPHIE DES ZONES D'EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX

Les distances d'atteinte des effets de surpression du scénario 2, UVCE suite à une fuite d'hydrogène au niveau d'une bouteille de stockage, sont les plus étendues. Le seuil de 50 mbar reste à l'intérieur du site, à environ 60 m des limites de propriété les plus proches.

Le scénario 2 induit les zones d'effets les plus importantes de tous les scénarios évalués. Les distances d'effets des autres scénarios sont inférieures à 100 m (scénario 3), voire beaucoup moins.

Par conséquent, seuls les scénarios les plus significatifs en termes d'effets et le scénario 5 pour lequel la cartographie est fournie par FLUMilog, ont fait l'objet d'une cartographie des effets.

6 DESCRIPTION DES MOYENS DE PREVENTION, PROTECTION ET INTERVENTION

6.1 ORGANISATION GENERALE

Le responsable du site est responsable de la sécurité vis à vis du personnel présent sur le site et de l'environnement extérieur. Il est chargé de :

- faire appliquer les mesures de prévention (interdiction de fumer, vérification des équipements, permis de feu...),
- coordonner les actions à entreprendre en cas d'accident (manipulation d'extincteurs, alerte des pompiers...).

6.1.1 Evacuation du personnel

Les bâtiments sont équipés de portes et d'escaliers permettant l'évacuation du personnel en cas de besoin. Le nombre de personnes présentes sur site sera d'environ 6 personnes en permanence. L'évacuation se fera vers un point de rassemblement situé à l'entrée du site.

6.1.2 Alerte

Compte tenu des mesures de sécurité appliquées sur le site, tout incident est remonté au poste de garde. Ceci peut se faire par l'alarme ou par un des systèmes de monitoring des équipements.

Des lignes téléphoniques fixes sont présentes sur le site. Des consignes d'alerte et d'intervention des secours privés et publics seront établies afin de préciser les modalités d'alerte des Services d'Incendie et de Secours.

Si le sinistre ne peut être maîtrisé par les moyens in situ (extincteurs), les pompiers sont alertés.

6.1.3 Formation du personnel

Le personnel appelé à intervenir dans le cadre d'un sinistre est formé et entraîné périodiquement à la mise en œuvre des moyens de lutte contre un incident ou un accident au cours d'exercices organisés périodiquement.

Le personnel est formé à l'utilisation des extincteurs et aux premiers secours. Ainsi, il pourra lutter contre le sinistre avant l'arrivée sur place des pompiers. Leurs compétences dans ce domaine s'arrêtent à la première intervention (utilisation des extincteurs sur le foyer).

Les dates et les thèmes des exercices et essais périodiques des matériels d'incendie, ainsi que les observations auxquelles ils peuvent avoir donné lieu, sont consignés dans un registre d'incendie tenu à la disposition de l'inspection des installations classées.

Au moins une fois par an, le personnel d'intervention participe à un exercice ou à une intervention au feu réel. Un exercice annuel d'entraînement est effectué par l'ensemble du personnel.

6.2 MOYENS DE SECOURS POUVANT ETRE MIS EN ŒUVRE

6.2.1 Réseau incendie

Le site comprend une réserve d'eau de 120 m³, permettant de couvrir les besoins définis

6.2.2 Moyens mobiles

Les équipements prévus de lutte contre l'incendie comprennent un ensemble d'extincteurs adaptés et répartis dans l'installation. Ces équipements sont régulièrement contrôlés, avec réparation ou remplacement en cas d'appareils non conformes.

6.2.3 Moyens humains

L'effectif présent sur le site est composé de 6 personnes présentes, pour un total d'une trentaine d'employés. Le personnel est présent 24 h / 24 (personnel posté).

Le personnel est formé à l'utilisation des moyens de première intervention.

Précision sur les délais d'intervention des services de secours extérieurs :

Le temps moyen d'intervention des services de secours annoncé dans le document du ministère de l'intérieur (Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises, Les statistiques des services d'incendie et de secours, édition 2017) : 12 min 58 s s'écoulent en moyenne entre l'appel et l'arrivée des secours :

- 2 min 14 s pour le traitement de l'alerte (décroché + écoute / analyse + décision / ordre),
- 10 min 44 s de délai de route (de la diffusion de l'alerte à l'arrivée du 1er véhicule).

Le délai de route depuis Saint Laurent du Maroni est de l'ordre de 15 minutes. Le SDIS contacté par CEOG confirme ces données et indique un délai de 20 minutes.

6.3 MOYENS EN EAU INCENDIE ET CONFINEMENT DES EAUX D'EXTINCTION INCENDIE

6.3.1 Volume d'eau incendie

La quantité d'eau nécessaire à l'extinction d'un éventuel incendie a été évaluée à partir du document technique D9 « Défense extérieure contre l'incendie ». Le seul scénario d'incendie pris en compte concerne les batteries. Néanmoins, dans la mesure où l'eau ne peut être considéré comme agent extincteur dans ce cas de figure, le calcul a été réalisé en se basant sur un incendie dans le local électrolyseur, peu significatif car ne contenant pas de matériaux combustibles en quantité significative, mais dimensionnant dans le cadre de la D9 de par sa surface.

Les données d'entrée sont les suivantes :

- Hauteur de stockage : jusqu'à 3 m,
- Type de construction : ossature stable au feu <30mn,
- Type d'intervention interne : Détection Automatique Incendie généralisée reportée 24h/24h 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes de rappel,
- Surface de référence : 1000 m²,
- Catégorie de risque : 1.

Précisions concernant l'évaluation du volume d'eau incendie :

*Le calcul du volume d'eau nécessaire pour l'extinction d'un incendie a été évalué à partir du document technique D9. Comme indiqué dans l'étude, dans le cas présent et pour tout stockage de moins de 8 m de haut, le paramètre dimensionnant n'est **pas la hauteur** de stockage **mais la surface** impliquée dans l'incendie. C'est pourquoi il a été décidé de prendre en compte le local électrolyseur, qui est le plus grand local, même si les risques d'incendie ne sont pas significatifs, dans un souci d'être majorant. Par ailleurs, la hauteur de 3 m indiquée correspond à la hauteur approximative des équipements. Un calcul à 4 m, 5 m ou même 8 m amènera le même résultat.*

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
CRITERES	COEFFICIENT ADDITIONNELS	COEFFICIENT RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
		Activité	Stockage	
HAUTEUR DE STOCKAGE⁽¹⁾				
- Jusqu'à 3m	0	0		
- Jusqu'à 8m	0,1			
- Jusqu'à 12m	0,2			
- Au delà de 12m	0,5			
TYPE DE CONSTRUCTION⁽²⁾				Structure métallique légère
- Ossature stable au feu ?1h	-0,1			
- Ossature stable au feu ?30mn	0			
- Ossature stable au feu <30mn	0,1	0,1		
TYPE D'INTERVENTION INTERNE				Poste degarde 24/24H 7/7J DAI reportée à l'accueil pour les installations hors parc photovoltaïques
- ACCUEIL 24h/24 (présence permanente à l'entrée)	-0,1			
- DAI généralisée reportée 24h/24h 7/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe , avec des consignes de rappel	-0,1	-0,1		
- Service de sécurité incendie 24h/24 avec moyen appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24	-0,3 *			
? coefficients		0		
1+? coefficients		1		
Surface de référence (S en m²)		1000		Bâtiment électrolyseurs
$Ql = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \Sigma coeff)$		60		
Catégorie de risque⁽⁴⁾				Fascicule G01à G09 Risque activité 1
Risque 1 : Q1=Qi x1		60		
Risque 2 : Q1=Qi x1,5				
Risque 3 : Q1=Qi x2				
Risque sprinklé⁽⁵⁾ : Q1,Q2,ouQ3:2'	non			
DEBIT REQUIS⁽⁶⁾⁽⁷⁾ (Q en m³/h)		60		
⁽¹⁾ sans autre précision la hauteur du stockage doit être considéré comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1 m (cas des bâtiments de stockage.				
⁽²⁾ Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur				
⁽³⁾ Qi : débit intermédiaire du calcul en m ³ /h				
⁽⁴⁾ La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages				
⁽⁵⁾ Un risque est considéré comme sprinklé si :*				
- protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et le l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règle de l'art et des référentiels existants;				
- installation entretenue et vérifiée régulièrement				
- installation en service en permanence				
⁽⁶⁾ Aucun débit ne doit être inférieur à 60m ³ /h				
⁽⁷⁾ La quantité d'eau nécessaire sur le réseau sous pression (cf § 5 alinéa 5) doit être distribuée par des hydrants situés à moins de 100m des entrées de chacune des cellules du bâtiment et distant entre eux de 150m maximum.				
*Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24.				

Le débit calculé est de 60 m³/h, ce qui correspond à un volume d'eau nécessaire de 120 m³ pour une intervention de 2h.

6.3.2 Volume de rétention

Le volume de rétention nécessaire afin de récupérer les eaux d'extinction d'un éventuel incendie a été évalué à partir du document technique D9A « Défense extérieure contre l'incendie et rétention ».

Besoin pour la lutte extérieure		Résultat de la D9 besoin x2heures	120
moyen de lutte intérieur contre l'incendie	Sprinkleur	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoin x durée théorique maxi de fonctionnement	0
	Rideau d'eau	besoin x 90 mn	0
	RIA	négliger	0
	Mousse HF et MF	debit de solution moussante x temps de noyage (en gal. 15-25mn)	0
	Brouillard d'eau et autre système	Débit x temps de fonctionnement	0
Volume lié au intempérie		10l/m ² de surface de drainage	10
présence de stock de liquide		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	3
Volume total à mettre en rétention			133

Le volume de rétention calculé est de 133 m³.

7 ANALYSE DES RISQUES

Les phénomènes dangereux respectant les conditions suivantes :

- effets contenus à l'intérieur des limites de propriété du site,
- absence d'effets dominos sortant des limites de propriété,
- absence d'effets sur les dispositifs de sécurité,

ne sont pas considérés comme accidents majeurs car leurs zones d'effets réglementaires ne sortent pas des limites de propriété, comme c'est le cas pour les scénarii étudiés précédemment. En ce sens, leur probabilité d'occurrence et leur cinétique ne seront donc pas étudiés dans la suite de l'étude. Ils font uniquement l'objet d'une analyse préliminaire des risques (APR - cf. rapport INERIS Ω-7).

Rappel sur la définition de l'accident majeur (donnée dans le glossaire technique de la circulaire du 07.10.2005) :

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

Aucun phénomène dangereux ne sort des limites de propriété du site CEOG. Ce ne sont donc pas des accidents dits « majeurs », en ce sens l'analyse approfondie des risques ne sera pas menée.

Les principales mesures de maîtrise des risques mises en œuvre par CEOG sur le site de Mana sont toutefois rappelées ci-après :

- Clôture et accès restreint : les installations photovoltaïques sont incluses dans zones entourée par une clôture visant à empêcher l'accès au site. Ainsi, les accidents pour des personnes non sensibilisées au risque présent sur le site et également les éventuels actes de malveillance sont évités ;
- Les installations de production et stockage d'hydrogène, de production et distribution d'électricité sont également comprise dans une zone sécurisée et d'accès contrôlé ;
- L'ensemble du site est gardienné ;
- La vitesse est limitée pour tous les véhicules susceptibles de circuler sur le site, afin d'éviter les accidents et éventuellement les collisions avec les équipements ;
- Prévention/habilitation travaux : une autorisation est nécessaire pour tous les travaux sur les équipements. Les employés sont également sensibilisés aux risques présents sur le site ainsi qu'aux moyens de prévention et de protection mis en place ;
- Equipements de sécurité : des soupapes, détecteurs, asservissements de sécurité, dispositifs d'extinction automatique ont été prévus sur tous les équipements présentant un potentiel de danger significatif : conteneurs batteries, électrolyseurs, stockages d'hydrogène...
- Matériau adapté : les matériaux des canalisations et des bouteilles sont choisis pour résister à l'hydrogène, aux conditions opératoires ou aux agressions externes (corrosion externe, température haute/basse) ;
- Maîtrise des sources d'ignition : permis de feu, interdiction de fumer, plan de prévention...

- Risque foudre : Les installations respecteront l'article 2 de l'arrêté du 19 juillet 2011, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- Travaux par points chauds ou source nue : Tous les travaux avec source nue ou point chaud nécessiteront un permis de feu selon une procédure stricte ;
- Matériel électrique : Le matériel sera conforme au zonage ATEX suivant réglementations et normes en vigueur. Des contrôles périodiques des installations électriques seront réalisés par un organisme agréé ;
- Comportements dangereux : Formation du personnel et des intervenants extérieurs et interdiction de fumer sur tout le site ;
- Stockage de produits inflammables : Le stockage même pour de courte durée de tout produit qui pourrait aggraver le risque d'incendie sera réalisé dans des conditions adaptées afin d'éviter tout départ de feu vers les installations.

8 EQUIPEMENTS CRITIQUES AU SEISME

Les équipements critiques au séisme sont identifiés par rapport à l'arrêté ministériel du 4/10/2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié en dernier lieu par l'arrêté du 15 février 2018.

Le projet d'implantation de l'installation se situe dans une zone de sismicité très faible (1) selon géorisques et le Décret n°2010-1255 du 22/10/2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

L'article 9 de l'arrêté ministériel du 4/10/2010 modifié fournit les définitions suivantes :

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

Equipement critique au séisme : équipement dont la défaillance en cas de séisme conduit à des phénomènes dangereux susceptibles de générer des zones de dangers graves (au sens de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005) en dehors des zones sans occupation humaine permanente hors des limites de propriété du site. »

L'article 10 de l'arrêté ministériel du 4/10/2010 modifié indique :

« L'ensemble des installations classées soumises à autorisation respectent les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la catégorie dite « à risque normal » par les arrêtés pris en application de l'article R. 563-5 du code de l'environnement dans les délais et modalités prévus par lesdits arrêtés. »

Les articles 11, 12, 13 et 14 du présent arrêté s'appliquent aux seuls équipements critiques au séisme au sein d'installations seuil haut et seuil bas. »

Selon les différents scénarios traités, aucun équipement critique au séisme n'est identifié sur le site.

9 CONCLUSION

D'après la quantification de l'intensité des phénomènes dangereux associés aux scénarios d'accidents des installations projetées du projet CEOG, il apparaît que :

- Aucun phénomène dangereux ne sort des limites de propriété du projet. Ce ne sont donc pas des accidents dits « majeurs »,
- Les installations projetées ne seront à l'origine d'aucun effet domino à l'extérieur du site.

Précision sur les effets dominos :

Les scénarios 1 et 2 sont initiés par une rupture guillotine de la canalisation haute pression desservant le stockage d'hydrogène. Ils mettent en œuvre la totalité de la quantité maximale d'hydrogène susceptible d'être présente dans l'installation et sont donc à l'origine des zones d'effets les plus étendues. Ce sont les scénarios engendrant les zones d'effets les plus importantes.

De plus, les phénomènes de surpression susceptibles d'être générés par effets dominos ne s'additionnent pas, pour les effets thermiques, que ce soit l'UVCE ou la fuite enflammée, et la durée de ces scénarios est très courte (de quelques secondes à 190 secondes).

Par conséquent, les zones d'effet des scénarios engendrés par effet domino ne sont pas plus étendues que les scénarios maximum originels.

*Par ailleurs, **aucune zone d'effets des scénarios majorants n'est attendue à l'extérieur du site CEOG. Il en est donc de même pour les scénarios induits par effet domino.***

Le scénario 3 correspond à l'éclatement d'une bouteille d'hydrogène. Par effets dominos, ce scénario peut être un évènement initiateur des scénarios 1 et 2. Les effets de ces scénarios, comme indiqué précédemment, restent contenus dans les limites du site.

10 DONNEES COMPLEMENTAIRES

10.1 LISTE DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET DOCUMENTS DE REFERENCE

- Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages
- Décret n° 2005-1170 du 13 septembre 2005 modifiant le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.
- Arrêté du 29 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 modifié relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations soumises à autorisation.
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de rédaction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.
- Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35) Ω-9 - L'étude de dangers d'une Installation Classée (INERIS - avril 2006).
- Supports présentés lors de la journée nationale d'information aux bureaux d'études sur la méthodologie d'élaboration des études de dangers du 10 juin 2008 (MEEDDAT).
- Circulaire DPPR/SEI2/FA-07-0066 du 4 mai 2007 relatif au porter à la connaissance « risques technologiques » et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées
- Circulaire du 17 juillet 2008 relative aux règles pour le classement au titre de la nomenclature des installations classées des réservoirs mobiles quasi-permanents sur les sites
- Arrêté du 26/05/14 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre 1er du livre V du code de l'environnement

10.2 LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

APR	Analyse P réliminaire des R isques
ATEX	A Tmosphère E Xplosive
BARPI	B ureau d'Analyse des R isques et P ollutions I ndustrielles
DRIRE	D irection R égionale de l' I ndustrie, de la R echerche et de l' E nvironnement
DPPR	D irection de la P révention des P ollutions et des R isques
E _{in}	É vènement I ndésirable
EI	É vènement I nitiateur
EIPS	É lément I mportant P our la S écurité
EM	É vènement M ajeur
ERC	É vènement R edouté C entral
ICPE	Installations C lassées pour la P rotection de l' E nvironnement
INERIS	Institut N ational de l' E nvironnement industriel et des R ISques
MEEDDAT	M inistère de l' É cologie, de l' É nergie, du D éveloppement D urable et de l' A ménagement du T erritoire
MMR	M esure de M aîtrise des R isques
PhD	P hénomène D angereux
POI	P lan d' O opération I nterne
PPAM	P olitique de P révention des A ccidents M ajeurs
PPRT	P lan de P révention des R isques T echnologiques
SDIS	S ervice D épartemental d' I ncendie et de S ecours
SEI	S euil des E ffets I rréversibles
SEL	S euil des E ffets L étaux
SELS	S euil des E ffets L étaux S ignificatifs
SER	S euil des E ffets R éversibles
SGS	S ystème de G estion de la S écurité

10.3 GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC

Ce glossaire est un document indicatif visant à éclairer la lecture des études de dangers et à harmoniser le vocabulaire utilisé dans ces études.

Source :

Circulaire du 10 mai 2010 (partie 3) récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

1. Notions de dangers, risques et corollaires

TERME	DEFINITION
Aléa	Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple (Probabilité d'occurrence x Intensité des effets). Il est spatialisé et peut être cartographié. (Circulaire du 02/10/03 du MEEDDAT sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées). NB : Notion utilisée principalement pour les PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques)
Acceptation du risque	« Décision d'accepter un risque ». L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision [1] (ISO/CEI 73). Le regard porté par cette personne tient compte du « ressenti » et du « jugement » qui lui sont associés. NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines ou à l'étranger.
Danger	Cette notion définit une propriété intrinsèque à un substance (butane, chlore,...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge),..., à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » [sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux etc... inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger] ;
Potentiel de danger	Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.
Réduction du risque	Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité : - Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité - Réduction de l'intensité : par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des quantités mises en oeuvre, atténuation des conditions de procédés (T°, P...), simplification du système.... la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation (ex : rideau d'eau pour abattre un nuage toxique, limitant son extension à des concentrations dangereuses) La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source », ou réduction de l'aléa. Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, dont PPRT, ou par les plans d'urgence externes).

1. Notions de dangers, risques et corollaires (suite et fin)

TERME	DEFINITION
Risque toléré	<p>La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients (dont les risques) liés à une situation, situation qui sera soumise à révision régulière afin d'identifier, au fil du temps et chaque fois que cela sera possible, les moyens permettant d'aboutir à une réduction du risque. La norme EN 61508 - 5 en son annexe A (§A2) indique « la détermination du risque tolérable pour un événement dangereux a pour but d'établir ce qui est jugé raisonnable eu égard à la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et à ses conséquences spécifiques. Les systèmes relatifs à la sécurité sont conçus pour réduire la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et/ou les conséquences de l'événement dangereux ».</p> <p>NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines.</p>
Risque	<p>« Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51). 1/ Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au « risque technologique », le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables. 2 / Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier. Le risque est le produit de l'aléa par la vulnérabilité [ISO/CEI Guide 51] □ Le risque constitue une « potentialité ». Il ne se « réalise » qu'à travers « l'événement accidentel », c'est-à-dire à travers la réunion et la réalisation d'un certain nombre de conditions et la conjonction d'un certain nombre de circonstances qui conduisent, d'abord, à l'apparition d'un (ou plusieurs) élément(s) initiateur(s) qui permettent, ensuite, le développement et la propagation de phénomènes permettant au « danger » de s'exprimer, en donnant lieu d'abord à l'apparition d'effets et ensuite en portant atteinte à un (ou plusieurs) élément(s) vulnérable(s). Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) : Intensité x Vulnérabilité = gravité des dommages ou conséquences Intensité x Probabilité = aléa Risque = Intensité x Probabilité x Vulnérabilité = Aléa x Vulnérabilité = Conséquences x Probabilité Dans les analyses de risques et les études de dangers, le risque est généralement qualifié en Gravité (des Conséquences) x Probabilité, par exemple dans une grille P x G, alors que pour les PPRT, il l'est selon les deux composantes Aléa x Vulnérabilité (par type d'effet : thermique, toxique, surpression et projection).</p>
Sécurité – Sûreté	<p>Dans le cadre des installations classées, on parle de sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires (type malveillance ou attentat) des intrusions malveillantes et de la malveillance interne. Par parallèle avec le secteur nucléaire, on utilise parfois l'expression « sûreté de fonctionnement » dans les installations classées, qui se rapporte en fait à la maîtrise des risques d'accident, donc à la sécurité des installations.</p>

2. Événements et accidents

TERME	DEFINITION
Accident	Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène. Ex : accident : « N blessés et 1 atelier détruit suite à l'incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel ».
Cinétique	Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Cf. articles 5 à 8 de l'arrêté du 29/09/2005.
Effets dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène. [effet domino = « accident » initié par un « accident »].
Effets d'un phénomène dangereux	Ce terme décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques,... associés à un phénomène dangereux concerné : flux thermique, concentration toxique, surpression....
Éléments vulnérables (ou enjeux)	Éléments tels que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Le terme de « cible » est parfois utilisé à la place d'élément vulnérable. Cette définition est à rapprocher de la notion « d'intérêt à protéger » de la législation sur les installations classées (art. L.511-1 du Code de l'Environnement).
Événement initiateur	Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe. Dans la représentation en « nœud papillon » (ou arbre des causes), cet événement est situé à l'extrémité gauche.
Événement redouté central	Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».
Gravité	On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets. La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées. Exemple d'intensité (ou gravité potentielle) : le flux thermique atteint la valeur du seuil d'effet thermique létal à 50m de la source du flux. Exemple de gravité : 3 morts et 16 blessés grièvement brûlés par le flux thermique

2. Événements et accidents (suite)

TERME	DEFINITION
Intensité des effets d'un phénomène dangereux	Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou cibles] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.
Phénomène dangereux (ou phénomène redouté)	Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29/09/2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages » (ISO/CEI 51) Note : un phénomène est une libération de tout ou partie d'un potentiel de danger, la concrétisation d'un aléa. Ex de phénomènes : « incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m2 à 70 mètres pendant 2 heures. », feu de nappe, feu torche, BLEVE, Boil Over, explosion, (U)VCE, dispersion d'un nuage de gaz toxique...
Probabilité d'occurrence	Au sens de l'article L.512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.
Scénario d'accident (majeur)	Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.
Vulnérabilité	1/« vulnérabilité d'une cible à un effet x » (ou « sensibilité ») : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit. 2/« vulnérabilité d'une zone » : appréciation de la présence ou non de cibles ; vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone. La vulnérabilité d'une zone ou d'un point donné est l'appréciation de la sensibilité des éléments vulnérables [ou cibles] présents dans la zone à un type d'effet donné. Par exemple, on distinguera des zones d'habitat, des zones de terres agricoles, les premières étant plus vulnérables que les secondes face à un aléa d'explosion en raison de la présence de constructions et de personnes. (Circulaire du 02/10/03 du MEEDDAT sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées). NB : zone d'habitat et zone de terres agricoles sont deux types d'enjeux. On peut différencier la vulnérabilité d'une maison en parpaings de celle d'un bâtiment largement vitré.

3. Fonctions de sécurité

TERME	DEFINITION
Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation	Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière de sécurité. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.
Fonction de sécurité	Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières humaines (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.
Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques	Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.
Mesure de maîtrise des risques (ou barrières de sécurité)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois : Les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.
Mesure « complémentaires » « supplémentaires »	Dans les textes réglementaires, on distingue les mesures de sécurité complémentaires, mises en place par l'exploitant à sa charge dans le cadre de l'application normale de la réglementation, des mesures supplémentaires éventuellement mises en place dans le cadre des PPRT, faisant l'objet d'un financement tripartite tel que mentionné à l'article L.515-19 du code de l'environnement.
Niveau de confiance	Le niveau de confiance est l'architecture (redondance éventuelle) et la classe de probabilité, inspirés des normes NF EN 61-508 et CEI 61-511, pour qu'une barrière, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette classe de probabilité est déterminée pour une efficacité et un temps de réponse donnés. Ce niveau peut être déterminé suivant les normes NF EN 61-508 et CEI 61-511 pour les systèmes instrumentés de sécurité (Cf. rapport INERIS Ω-10)
Prévention	Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

3. Fonctions de sécurité (suite et fin)

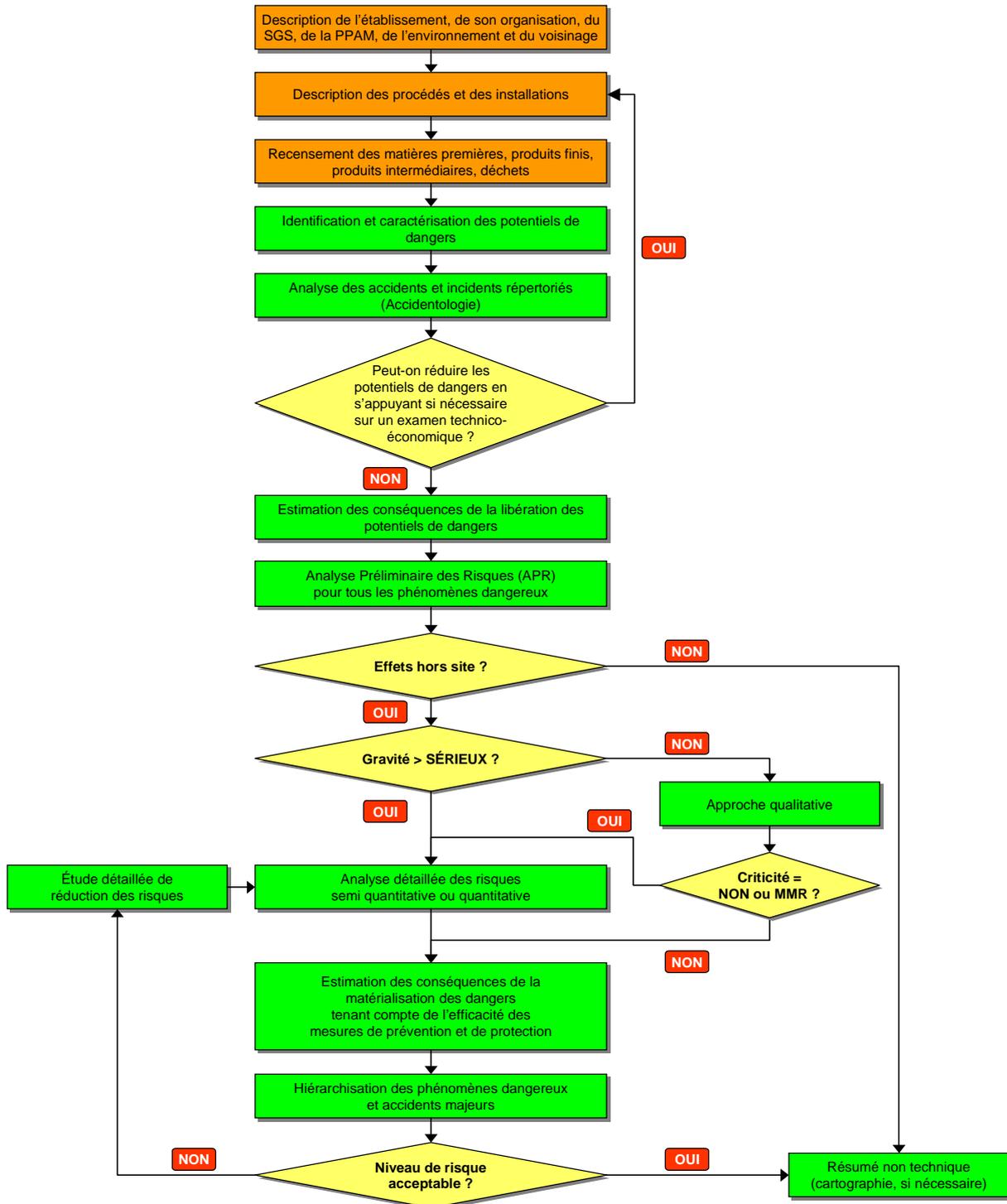
TERME	DEFINITION
Protection	Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant. NB : des mesures de protection peuvent être mises en oeuvre « à titre préventif », avant l'accident, comme par exemple un confinement. La maîtrise de l'urbanisation, visant à limiter le nombre de personnes exposées aux effets d'un phénomène dangereux, et les plans d'urgence visant à mettre à l'abri les personnes sont des mesures de protection.
Redondance	Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise (CEI6271-1974)
Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)	Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en oeuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser. Ex : Un rideau d'eau alimenté par un réseau, avec vanne pneumatique/motorisée asservie à une détection ammoniac, dont la fonction de sécurité est d'abattre 80% de la fuite d'ammoniac a un temps de réponse égal à la durée séparant l'envoi de la commande à la vanne du moment où le rideau fonctionne en régime permanent (en supposant qu'il est correctement dimensionné pour abattre 80% de la fuite réelle). Sur cet exemple, la cinétique de mise en oeuvre correspond à l'ensemble de la durée entre l'apparition de la fuite, sa détection, le traitement du signal de détection ajouté au temps de réponse.

10.4 METHODOLOGIE RETENUE DANS L'ETUDE DE DANGERS

Principes généraux de l'élaboration de l'étude de dangers

Le plan de l'étude de dangers a été établi sur la base du guide d'élaboration des études de dangers pour les établissements soumis au régime de l'autorisation avec servitudes, élaboré par le groupe de travail national « Méthodologie des études de dangers » placé sous l'égide du MEEDDM. La dernière révision a été diffusée par circulaire du MEEDDM en date du 10 mai 2010 (révision des guides de 2003 et 2004, reprise du guide du 28 décembre 2006).

Il se base sur une partie du logigramme de l'INERIS également disponible sur le site du MEEDDAT, adapté pour définir un critère de choix dans la méthode d'analyse des risques. Le logigramme retenu est donc le suivant :



La méthodologie retenue prend bien en compte bien le principe de proportionnalité édicté à l'article L.512-1 du Code de l'Environnement :

« [L'étude de dangers] précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés au L.511-1 CE en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. **Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin**, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. »

10.5 METHODOLOGIE RETENUE POUR L'ANALYSE DES RISQUES

Présentation de la méthode d'analyse des risques

Source (INERIS-DRA rapport Ω-7 : OUTILS D'ANALYSE DES RISQUES Version 1 du 20 mai 2003 10/78).

L'analyse des risques vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Dans un second temps, l'analyse des risques permet de mettre en lumière les barrières de sécurité existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières 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 identifiés au cours de l'analyse et de pouvoir comparer ultérieurement ce niveau de risque à un niveau jugé acceptable.

Son estimation peut être effectuée de manière qualitative, semi-quantitative ou quantitative à partir :

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

Pour les PhD respectant les conditions suivantes :

- effets contenus à l'intérieur des limites de l'établissement,
- absence d'effets dominos,
- absence d'effets sur les dispositifs de sécurité,

seul un tableau présentant les événements, les causes, les conséquences et les moyens mis en oeuvre pour les supprimer - prévention/protection (principe de proportionnalité) est jugé suffisant (APR – cf. rapport INERIS Ω-7 page 31).

Ces phénomènes dangereux ne sont pas considérés comme accidents majeurs (cf. définition glossaire technique) et leur probabilité d'occurrence et leur cinétique ne seront donc pas étudiés dans la suite de l'étude.

Les phénomènes dangereux présentant des effets dominos ou des effets sur les dispositifs de sécurité sont intégrés à l'analyse des accidents majeurs en tant qu'événement initiateur.

L'intensité des effets des phénomènes dangereux issus des installations soumises à déclaration ou non classées dans les établissements soumis à autorisation **non SEVESO** est calculée ou estimée en vue de déterminer **exclusivement** les conséquences sur la ou les installations soumises à autorisation (effets dominos sur les potentiels de dangers et/ou effets sur les dispositifs de sécurité associés).

En effet, le niveau de gravité des conséquences des phénomènes dangereux issus des installations D ou NC dont les effets sortent des limites de l'établissement pourra ne pas être déterminé, et leur probabilité non prise en compte, s'ils satisfont aux critères de la note fournie en annexe 5.

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

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

Grilles de cotation des risques (grilles de probabilité et de gravité suivant AM du 29/09/2005)

CLASSES DE PROBABILITÉ (suivant l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation :

« La probabilité peut être déterminée selon trois types de méthodes : de type qualitatif, semi-quantitatif ou quantitatif. Ces méthodes permettent d'inscrire des phénomènes dangereux et accidents potentiels sur l'échelle de probabilité à cinq classes définie en annexe 1 de l'arrêté ».

Classes de probabilité		Qualitative	Quantitative
E	Possible mais extrêmement peu probable	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années de l'installation	$< 10^{-5}/\text{an}$
D	Très improbable	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	$10^{-5}/\text{an} < P < 10^{-4}/\text{an}$
C	Improbable	Un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	$10^{-4}/\text{an} < P < 10^{-3}/\text{an}$
B	Probable	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-3}/\text{an} < P < 10^{-2}/\text{an}$
A	Courant	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives	$P > 10^{-2}/\text{an}$

NOTA :

Approche qualitative :

Cette approche est limitée aux sites non SEVESO pour lesquels la gravité des phénomènes dangereux (avant mise en œuvre des moyens de prévention et de protection) n'excède pas le niveau « SÉRIEUX » selon l'annexe 3 de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 [R4] et pour lesquels on peut justifier facilement que la criticité résiduelle (après mise en œuvre des moyens de prévention et

de protection) est différente de NON ou MMR suivant la grille MMR donnée dans la circulaire du 10 mai 2010 [R5].

L'analyse des risques se limitera dans ce cas à l'APR telle que définie au chapitre 0 à laquelle sera intégrée le niveau de probabilité et un commentaire justifiant le niveau de probabilité retenu.

Approche quantitative :

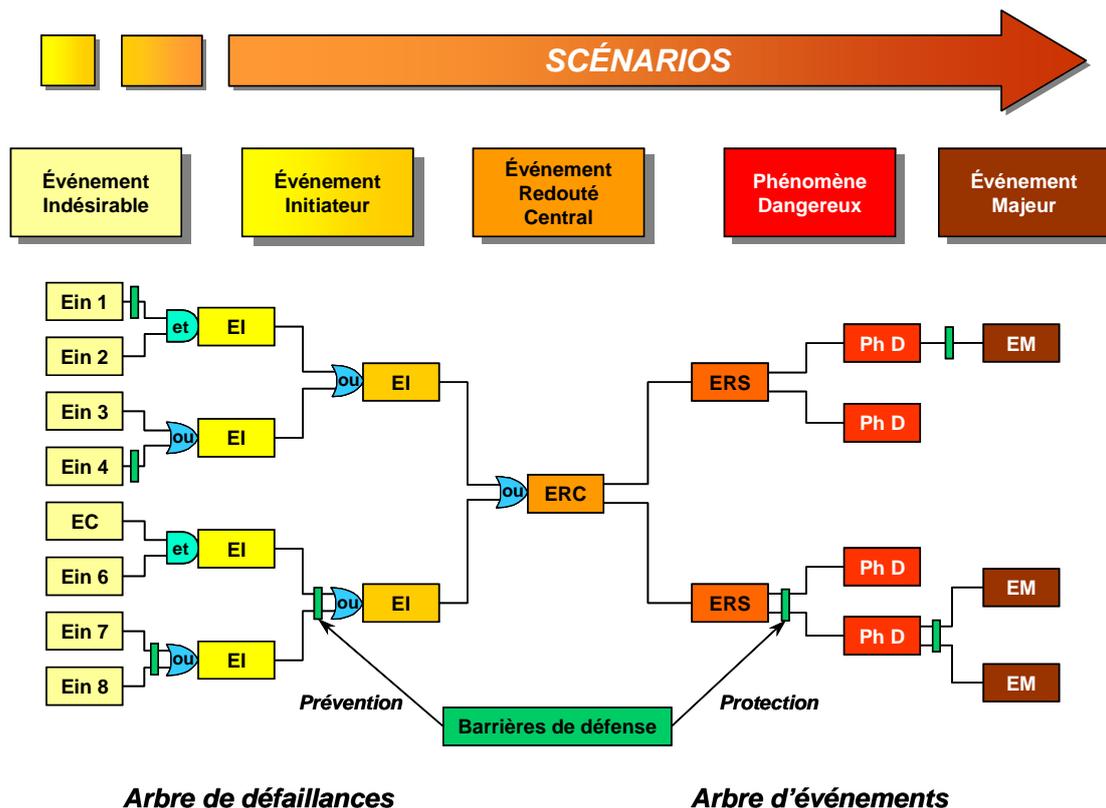
L'approche quantitative nécessite d'accéder à des banques de données portant sur les taux de défaillance de composants et d'équipements (mécaniques, électriques, pneumatiques, logiciels, ...) et de disposer d'outils de calcul spécifique. En pratique les études de sûreté sont parfois menées pour l'évaluation de barrières techniques de sécurité. Ces études peuvent nécessiter de faire appel à des spécialistes en sûreté de fonctionnement, mais ne seront utilisées que pour déterminer de manière détaillée le niveau de confiance d'une barrière de sécurité.

Approche semi-quantitative :

Pour :

- tout événement majeur dont les conséquences sont supérieures à un niveau de gravité « SÉRIEUX » (avant mise en œuvre des moyens de prévention et de protection) et pour lesquels on ne peut justifier facilement que la criticité résiduelle (après mise en œuvre des moyens de prévention et de protection) est acceptable (case différente de « NON » ou « MMR ») dans la grille MMR donnée dans la circulaire du 10 mai 2010 [R5]
- tout événement majeur au sein d'un établissement SEVESO quelque soit son niveau de gravité

on mettra en œuvre une approche semi-quantitative basée sur la combinaison de l'**arbre de défaillances** et de l'**arbre d'événements (nœud papillon)**.



La démarche consiste à définir successivement :

- Étape préliminaire: Le scénario d'accident (par exemple, débordement de bac donnant lieu à un feu de cuvette), de ses événements initiateurs (par exemple, erreur opératoire) et des barrières associées (par exemple, détecteur de niveau haut asservi à un arrêt) ;
- Étape 1 : Les probabilités individuelles des événements indésirables Ein ou initiateurs EI ;
- Étape 2 : Les niveaux de confiance NC des barrières de sécurité ;
- Étape 3 : Les modalités d'agrégation (de combinaison) des barrières de sécurité disposées sur un même scénario ;
- Étape 4 : La probabilité d'occurrence d'un événement majeur EM ;
- Étape 5 : La classe de probabilité de l'événement majeur.

Pour ce qui concerne aussi bien l'approche quantitative que semi-quantitative, conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5], la probabilité d'occurrence de certains événements initiateurs ne sera pas évaluée et il ne sera pas tenu compte de ces événements initiateurs dans la probabilité du phénomène dangereux ou de l'accident correspondant, dès lors qu'il sera justifié de façon précise que la réglementation idoine est respectée. La liste des événements initiateurs concernés est la suivante :

Événement initiateur	Éléments réglementaires ou bonnes pratiques à respecter
Agressions externes engendrées par les flux de transport de matières dangereuses (engins mobiles) à proximité du site	Paragraphe 1.1.10 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5]
Non-respect de permis d'intervention ou des permis de feu concernant des interventions directes sur des installations à grand potentiel de danger	Paragraphe 1.1.7 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5]
Séisme	Arrêté ministériel du 10 mai 1993 (en cours de révision)
Effets directs de la foudre	Arrêté ministériel du 15 janvier 2008 et circulaire du 24 avril 2008
Crue	Dimensionnement des installations pour leur protection contre la crue de référence (telle par exemple que définie à ce jour dans le guide plan de prévention des risques inondations (PPRi) du Ministère du Développement Durable). Une attention particulière sera portée aux effets indirects (renversement de cuves, perte d'alimentation électrique, effet de percussion par des objets dérivants)
Neige et vent (pour les chutes et ruines structures)	Règles NV 65/99 modifiée (DTU P 06 002) et N 84/95 modifiée (DTU P 06 006) NF EN 1991-1-3 : Eurocode 1 -Actions sur les structures -Partie 1-3 : actions générales -Charges de neige. (avril 2004) NF EN 1991-1-4 : Eurocode 1 : actions sur les structures -Partie 1-4 : actions générales -Actions du vent. (novembre 2005)
Défaut métallurgique structure réservoir sous pression (non applicable aux tuyauteries) et récipients sous pression transportables	Pour les réservoirs sous pression, Décret du 13 décembre 1999 modifié, relatif aux équipements sous pression, Arrêté du 21 décembre 1999 relatif à la classification et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression et arrêté d'application du 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression. Pour les récipients sous pression transportables, Décret du 3 mai 2001 modifié relatif aux équipements sous pression transportables (Cf. détails ci-dessous)
Événements conduisant à la détonation d'engrais simples solides à base de nitrate d'ammonium	Arrêté ministériel du 13 avril 2010
Chute d'aéronef de plus de 5,7 tonnes lorsque le nombre de mouvements est inférieur à 1 250/an	-

L'événement initiateur de défaut métallurgique de la structure enceinte sous pression (hors tuyauteries) de gaz toxique, inflammable ou comburant ne sera donc pas évalué et il n'en sera pas tenu compte dans la probabilité du phénomène dangereux (et donc de l'accident en découlant) sous réserve du respect des observations qui sont détaillées au paragraphe 1.2.1 de la circulaire précitée. En ce qui concerne les véhicules et wagons-citernes transportant des substances toxiques non-inflammables ainsi que l'ammoniac :

- le défaut métallurgique (fissuration, corrosion, ...),
- l'agression mécanique d'un wagon-citerne par un autre wagon ou un locotracteur ou tout autre véhicule ou du véhicule-citerne par un autre véhicule,
- le feu (notamment de freins et de pneus pour les véhicules routiers),

sont considérés comme des événements initiateurs possibles pouvant conduire à la ruine totale de la citerne.

Ils peuvent être traités de façon similaire au paragraphe 1.2.1 précité [R5], sous réserve de la démonstration par l'exploitant du respect des critères du paragraphe 1.2.3 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5], relatif au traitement spécifique de certains phénomènes dangereux concernant les citernes transportant des substances toxiques non-inflammables ainsi que l'ammoniac.

CLASSES DE GRAVITE (suivant l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, figure en annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

L'article 10 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] définit le niveau de gravité des phénomènes dangereux pour les effets sur les personnes physiques. Il n'existe pas d'échelle réglementaire d'appréciation de la gravité des effets sur l'environnement naturel. A minima, les conséquences éventuelles d'un accident ayant des effets sur le milieu naturel seront décrites et les moyens de prévention et de protection décrits et justifiés dans l'étude de dangers.

Cette approche reste cohérente avec l'article L. 512-1 du Code de l'environnement :

« Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation. En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. »

« Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. »

Classes de gravité		Effets létaux significatifs	Effets létaux	Effets irréversibles
V	Désastreux	Plus de 10 personnes exposées ⁽¹⁾	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
IV	Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
III	Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
II	Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
I	Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

⁽¹⁾ Personne exposée : en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

Pour le comptage des personnes exposées, application du paragraphe 1.1.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5] intitulée « Éléments pour la détermination de la gravité des accidents ».

GRILLE DE CRITICITE (suivant la circulaire du 10 mai 2010 (paragraphe 2.1) [R5] applicable au sites AS uniquement)

L'évaluation du risque désigne une procédure fondée sur l'analyse du risque pour juger de l'acceptabilité du risque. Elle revient à comparer le niveau de risque estimé à un niveau jugé acceptable ou tolérable. Les critères d'acceptabilité sont définis par la grille d'analyse de la justification par l'exploitant des mesures de maîtrise du risque en termes de couple probabilité – gravité des conséquences sur les personnes physiques correspondant à des intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement du paragraphe 2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5].

GRILLE D'ANALYSE DE LA JUSTIFICATION PAR L'EXPLOITANT DES MESURES DE MAÎTRISE DU RISQUE EN TERMES DE COUPLE PROBABILITÉ - GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES SUR LES PERSONNES PHYSIQUES CORRESPONDANT À DES INTÉRÊTS VISÉS À L'ARTICLE L.511-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT ⁽¹⁾

GRAVITE des conséquences sur les personnes exposées au risque (note 1)	PROBABILITÉ (sens croissant de E vers A) [note 1]				
	E	D	C	B	A
V - Désastreux	NON partiel (sites nouveaux : note 2) MMR rang 2 (sites existants : note 3)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
IV - Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2 (note 3)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
III - Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2 (note 3)	NON rang 1	NON rang 2
II - Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1
I - Modéré					MMR rang 1

Note 1 : probabilité et gravité des conséquences sont évaluées conformément à l'arrêté ministériel relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Note 2 : l'exploitant doit mettre en oeuvre des mesures techniques complémentaires permettant de conserver le niveau de probabilité E en cas de défaillance de l'une des mesures de maîtrise du risque. « Autrement dit, la classe de probabilité de chacun des scénarios menant à ce phénomène dangereux reste en E même lorsque la probabilité de défaillance de la mesure de maîtrise des risques de plus haut niveau de confiance s'opposant à ce scénario est portée à 1 (Circulaire du 9 juillet 2008 relative aux règles méthodologiques pour la caractérisation des rejets toxiques) ».

Note 3 : s'il s'agit d'une demande d'autorisation « AS » : il faut également vérifier le critère C du 3 de l'annexe 1.

non applicable aux installations pyrotechniques

Conclusions et actions nécessaires en fonction des couples (probabilité - gravité des conséquences) des accidents recensés dans l'étude de dangers pour les installations AS:

A. La grille d'analyse constitue une grille d'appréciation, par le préfet, de la démarche de maîtrise des risques d'accidents majeurs par l'exploitant de l'établissement. Elle se subdivise en 25 cases, correspondant à des couples « probabilité » / « gravité des conséquences » identiques à ceux du modèle figurant à l'annexe V de l'arrêté du 10 mai 2000 modifié que l'exploitant de l'établissement doit

utiliser comme modèle pour positionner chacun des accidents potentiels dans son étude de dangers. Elle s'utilise donc par superposition avec le tableau figurant dans l'étude de dangers.

Cette grille délimite trois zones de risque accidentel :

- une zone de risque élevé, figurée par le mot « NON » ;
- une zone de risque intermédiaire, figurée par le sigle « MMR » (mesures de maîtrise des risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- une zone de risque moindre, qui ne comporte ni « NON » ni « MMR ».
- La gradation des cases « NON » ou « MMR » en « rangs », correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 4 pour les cases « NON » et depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « MMR ». Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

B. En fonction de la combinaison de probabilité d'occurrence et de gravité des conséquences potentielles des accidents correspondant aux phénomènes dangereux identifiés dans l'étude de dangers, des actions différentes doivent être envisagées, graduées selon le risque. Trois situations se présentent :

Situation n° 1 : un ou plusieurs accidents ont un couple (probabilité - gravité) correspondant à une case comportant le mot « NON » dans le tableau du paragraphe 2.1.4 [R5].

Il en découle les conclusions suivantes :

- Pour une nouvelle autorisation : le risque est présumé trop important pour pouvoir autoriser l'installation en l'état : il convient de demander à l'exploitant de modifier son projet de façon à réduire le risque à un niveau plus faible ; l'objectif restant de sortir des cases comportant ce mot « NON » ;
- Pour une installation existante, dûment autorisée : il convient de demander à l'exploitant des propositions de mise en place, dans un délai défini par arrêté préfectoral, de mesures de réduction complémentaires du risque à la source qui permettent de sortir de la zone comportant le mot « NON » de l'annexe II, assorties de mesures conservatoires prises à titre transitoire. Si malgré les mesures complémentaires précitées, il reste au moins un accident dans une case comportant le mot « NON », le risque peut justifier, à l'appréciation du préfet, une fermeture de l'installation par décret en Conseil d'Etat, sauf si des mesures supplémentaires, prises dans un cadre réglementaire spécifique tel qu'un plan de prévention des risques technologiques, permettent de ramener, dans un délai défini, l'ensemble des accidents hors de la zone comportant le mot « NON » du paragraphe 2.1.4 [R5].

Situation n° 2 : un ou plusieurs accidents ont un couple (probabilité - gravité) correspondant à une case « MMR » dans le tableau du paragraphe 2.1.4 [R5], et aucun accident n'est situé dans une case « NON ».

Il convient de vérifier que l'exploitant a analysé toutes les mesures de maîtrise du risque envisageables et mis en œuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus, soit en termes de sécurité globale de l'installation, soit en termes de sécurité pour les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. [En référence à l'article R.512-9 du Code de l'Environnement].

NB : En outre, si le nombre total d'accidents situés dans des cases « MMR rang 2 » est supérieur à 5, il faut considérer le risque global comme équivalent à un accident situé dans une case « NON rang 1 » (situation n° 1), jusqu'à ce que des mesures nouvelles de maîtrise du risque permettent :

- de ramener le nombre à 5 ou moins,
- ou à défaut,

- de conserver le niveau de probabilité de chaque accident en cas de défaillance de l'une des mesures de maîtrise du risque.

Pour les établissements existants, on ne comptabilisera à ce titre que les accidents classés « MMR rang 2 » du fait du nombre de personnes exposées à des effets létaux, à l'exclusion des accidents classés « MMR rang 2 » en raison d'effets irréversibles. Cette démarche permet de tenir partiellement compte des incertitudes entachant l'évaluation de la probabilité des accidents.

Situation n° 3 : aucun accident n'est situé dans une case comportant le mot « NON » ou le sigle « MMR ».

Le risque résiduel, compte tenu des mesures de maîtrise du risque, est modéré et n'implique pas d'obligation de réduction complémentaire du risque d'accident au titre des installations classées.

C. En outre, pour les établissements AS faisant l'objet d'une demande d'autorisation qui conduirait à augmenter globalement les risques en dehors des limites de l'établissement, cet accroissement des risques doit, dans la mesure du possible, vérifier le critère suivant : « le projet n'expose pas à des effets potentiellement létaux des personnes, situées à l'extérieur de l'établissement, qui ne l'étaient pas auparavant. A défaut, l'exploitant doit mettre en œuvre des mesures techniques complémentaires permettant de conserver le niveau de probabilité, en cas de défaillance de l'une des mesures de maîtrise du risque ».

Définition de la cinétique des phénomènes dangereux

La cinétique des phénomènes est qualifiée de lente ou rapide sachant que s'il n'est pas possible de mettre à l'abri les personnes, la cinétique est considérée comme rapide (Cf. Partie 2 de la circulaire du 10 mai 2010 [R5]).

Il convient de retenir que la gravité doit être évaluée en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent (cf. grille de gravité de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005).