



DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER



Centrale C



LIVRE III : ETUDE DE DANGERS

CHAPITRE B : ETUDE

JUILLET 2014

SOMMAIRE

1 Introduction.....	1
1.1 Objet	1
1.2 Réglementation	1
1.3 Méthodologie	1
2 Présentation des installations projetées	3
2.1 Implantation géographique	3
2.2 Principales activités de SLN.....	3
2.3 Fonctionnement des installations du Projet.....	3
3 Analyse des risques liés à l’environnement des installations et dispositions générales prises	7
3.1 Description de l’environnement du site	7
LOCALISATION DU SITE	7
SITUATION DE LA CENTRALE C AU SEIN DU SITE DE DONIAMBO	8
LES ACCES ET VOIERIES	10
Phase de Construction :.....	10
Phase d’exploitation :	10
3.2 Risques liés à l’environnement naturel	11
SEISME	11
TSUNAMI	14
FOUDRE.....	16
INONDATIONS ET PRECIPITATIONS	17
CYCLONES	17
EFFONDREMENT / GLISSEMENT DE TERRAIN	19
FEUX DE BROUSSE.....	20
3.3 Risques liés à l’environnement industriel	20
ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL	20
RISQUES LIES AUX INSTALLATIONS DE LA SLN	21

Risques liés aux stockages d'hydrocarbures liquides :	21
Risques liés à l'explosion d'un stockage d'oxygène de la centrale de production d'O ₂ : ..	29
Les risques liés aux autres installations de la SLN :	30
Travaux d'entretien et de maintenance :	31
Risques liés à la circulation dans Doniambo Energie:	31
DEPOT DE LA SOCIETE DE SERVICES PETROLIERS DE DUCOS	31
APPROVISIONNEMENT DU DEPOT DE LA SOCIETE DE SERVICES PETROLIERS	32
PORT AUTONOME DE NOUMEA.....	32
RISQUES LIES A LA CIRCULATION	33
Circulation routière :	33
Circulation ferroviaire :	33
Circulation maritime :	33
Circulation aérienne :	33
RISQUES LIES AUX RESEAUX PROCHES	34
Réseau de gaz :	34
Réseau électrique :	34
RISQUES LIES A L'INTRUSION	34
TRAITEMENT SPECIFIQUE DE CERTAINS EVENEMENTS INITIATEURS	34

3.4 Bilan 34

4 Démarche d'analyse des risques 36

4.1 Analyse Préliminaire des Risques (APR) 36

OBJECTIFS	36
DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE DES INSTALLATIONS.....	37
DETERMINATION DES SEQUENCES ACCIDENTELLES	37
HIERARCHISATION DES PHENOMENES DANGEREUX.....	38

4.2 Analyse Quantifiée des Risques (AQR) 38

OBJECTIFS	38
EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE SECURITE TECHNIQUES	39
Efficacité :	39
Temps de Réponse (TR) :	39
Niveau de Confiance (NC) :	39

Evaluation des performances dans le temps :	41
Evaluation de la performance des mesures de sécurité humaines :	41
QUANTIFICATION DE LA PROBABILITE	42
QUANTIFICATION DE L'INTENSITE	44
Seuils d'intensité des effets retenus pour l'homme et pour les structures :.....	45
Seuils des effets toxiques sur l'homme :	46
Seuils des effets thermiques sur l'homme :	46
Seuils des effets thermiques sur les structures :	46
Seuils des effets de surpression sur l'homme :	47
Seuils des effets de surpression sur les structures :	47
QUANTIFICATION DE LA GRAVITE.....	47
CINETIQUE DES SEQUENCES ACCIDENTELLES	48
Cinétique pré-accidentelle :	48
Cinétique post-accidentelle :	48
ANALYSE DES EFFETS DOMINOS POTENTIELS	50
CRITICITE DES ACCIDENTS MAJEURS	51

5 Identification des potentiels de danger..... 53

5.1 Analyse des dangers liés aux produits susceptibles d'être présents dans les installations et dispositions générales prises..... 53

STOCKAGE DE CHARBON COUVERT, SYSTEMES DE TRANSFERT ET DE CONCASSAGE DE CHARBON	53
Liste des produits :	53
Dangers liés aux produits :	54
CENTRALE THERMIQUE AU CHARBON	60
Liste des produits et sous-produits	60
Dangers liés aux produits :	62

5.2 Analyse des dangers liés aux procédés et installations 70

MISE EN PLACE D'UN STOCKAGE DE CHARBON COUVERT, DE SYSTEMES DE TRANSFERT, DE CONCASSAGE DU CHARBON	70
CENTRALE THERMIQUE AU CHARBON	71
Risques intrinsèques aux équipements utilisés.....	71
STATION DE DEMINERALISATION	73
Remplissage des réservoirs d'acide chlorhydrique et de soude :	73

Rétention des réservoirs de soude et d'acide chlorhydrique :	73
STATION D'ELECTROCHLORATION	73
STATION DE COMPRESSION	73
RISQUES GENERES PAR LA PERTE DES UTILITES	74
Perte de l'électricité :	74
Perte d'air comprimé :	74
Perte d'huile hydraulique haute pression :	74
Perte d'huile de lubrification et de refroidissement :	74
Perte des réserves d'eau incendie :	75
Perte de la réserve émulseur :	75
Perte des moyens de communication :	75
5.3 Réduction des potentiels de dangers	76
5.4 Accidentologie	76
INTRODUCTION	76
ACCIDENTOLOGIE INTERNE AU SITE DE DONIAMBO	77
Secteur FG :	77
Secteur FB :	78
Secteur AFP :	80
Secteur AF Bessemer :	81
Secteur utilités :	82
ACCIDENTOLOGIE EXTERNE A L'ETABLISSEMENT	82
Analyse d'accidentologie relative à la centrale électrique	83
Analyse d'accidentologie relative aux turbines à gaz et à vapeur	89
Accidents externes survenus sur le stockage et l'utilisation du charbon	90
Accidents externes survenus sur un réacteur DÉNOx :	95
Accidents externes survenus sur un dépôt d'urée :	95
Accidents externes survenus sur un atelier d'électrochloration :	95
Accidents impliquant l'acide chlorhydrique, la soude caustique et l'hypochlorite de sodium en traitement des eaux :	96
SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX ASSOCIES AUX INSTALLATIONS	97

6 Mesures de prévention, de détection et d'alerte 101

6.1 Moyens communs sur l'établissement..... 101

FORMATION DU PERSONNEL	101
PROTECTION CONTRE LES EFFETS DE LA FOUDRE	101
6.2 Mesures spécifiques liées à la mise en place d'un stockage couvert et au convoyage de charbon	101
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	101
MESURES DE PREVENTION	102
Déchargement et convoyage du charbon vers le stockage couvert de Doniambo Energie:	102
Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) : ...	102
Convoyage du charbon entre le stockage et l'unité de criblage/concassage :	102
Concassage et criblage du charbon :	103
Convoyage du charbon 0/20mm vers les silos journaliers :	103
Silos journaliers de stockage de charbon de la chaudière :	103
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	103
Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) : ...	103
Convoyage du charbon concassé vers les silos journaliers :	103
Silos journaliers de la chaudière :	103
6.3 Mesures spécifiques liées aux chaudières	104
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	104
MESURES DE PREVENTION	104
Transporteur mécanique d'alimentation en charbon :	104
Combustion du charbon dans le foyer :	104
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	104
6.4 Mesures spécifiques liées au traitement des fumées	104
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	104
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	104
6.5 Mesures spécifiques liées au combustible d'appoint (gazole)	105
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	105
MESURES DE PREVENTION	105
Ouverture abusive vannes d'alimentation / transport du combustible entre le stockage et la Centrale C :	105
Brûleurs de la chaudière :	105
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	105

Brûleurs de la chaudière :	105
6.6 Mesures spécifiques liées à l'eau déminéralisée	105
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	105
MESURES DE PREVENTION	106
Livraison de réactifs pour la régénération :	106
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	106
Déminéralisation sur résines échangeuses d'ions :	106
Livraison de réactifs pour la régénération des résines :	106
Stockage eau déminéralisée :	106
6.7 Mesures spécifiques liées à l'eau des turbines	106
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	106
MESURES DE PREVENTION	106
Appoint en eau déminéralisée dans le cycle vapeur :	106
Détente vapeur dans les turbines :	106
Condensation de l'eau du cycle turbine par de l'eau de mer :	106
Purge continue de la chaudière :	107
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	107
Appoint en eau déminéralisée dans le cycle vapeur :	107
Détente vapeur dans les turbines :	107
Condensation de l'eau du cycle turbine par de l'eau de mer :	107
Purge continue de la chaudière :	107
6.8 Mesures spécifiques liées à l'électricité	107
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	108
MESURES DE PREVENTION	108
Batteries :	108
Sectionnement / disjoncteurs / raccordement réseau électrique :	108
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	108
Rotation de l'alternateur :	108
Circuit d'huile de l'alternateur :	108
Transformateur :	108
Disjoncteur :	108
6.9 Mesures spécifiques liées à l'alimentation en gazole	108

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	109
MESURES DE PREVENTION	109
Dépotage et stockage de gazole :	109
Alimentation du moteur gazole pour le démarrage des unités :	109
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	109
Dépotage et stockage de gazole :	109
6.10 Mesures spécifiques liées à l'air de procédé	109
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	109
MESURES DE PREVENTION	109
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	109
6.11 Mesures spécifiques liées aux échangeurs.....	109
PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES	110
MESURES DE PREVENTION	110
Refroidissement des turbines et de l'alternateur :	110
MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE	110
Refroidissement des turbines :	110
Refroidissements de l'alternateur :	110
6.12 Mesures de limitation et de protection	110
DETECTION INCENDIE	110
MOYENS D'EXTINCTION	111
DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES EN EAU INCENDIE	111
RESEAU INCENDIE DE LA CENTRALE C.....	113
LOCAL POMPERIE INCENDIE.....	113
MOYENS DE LUTTE EXTERIEURES	114
MOYENS DE LUTTE INTERIEURES	114
MOYENS DE LUTTE MOBILES	114
MOYEN DE LUTTE CONTRE UNE FUITE MAJEURE D'HYDROCARBURE	114
MOYENS DE LUTTE SPECIFIQUES.....	114
Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) : ...	114
Convoyeurs à bande couvert :	115
Convoyeurs à bande dans des galeries fermées :	115
Transporteurs pneumatique d'alimentation de la chaudière :	115

Les silos journaliers de charbon :	115
Le bâtiment chaudière :	115
Bacs de gazoles :	115
Zone des transformateurs HT :	115
Pomperie incendie :	115
Les circuits d'huile :	115
Bâtiment Groupe Turbo-alternateur :	116
Locaux électriques :	116
L'unité chaudière :	116
Système de DÉNOx :	116
Système de DéSOx :	116
Salle de commande :	116
CONFINEMENT DES EAUX D'EXTINCTION INCENDIE	116

6.13 Moyens d'intervention internes 117

ORGANISATION GENERALE	117
PLAN D'OPERATION INTERNE (POI)	118

6.14 Moyens d'intervention externes 119

7 Analyse préliminaire des risques (APR) liés au fonctionnement des nouvelles installations 120

7.1 Méthodologie employée pour l'APR	120
7.2 Déroulement de l'APR	123
7.3 Résultats.....	124

8 Analyse Quantifiée des Risques (AQR) liés au fonctionnement des installations projetées 126

8.1 Méthodologie générale de réalisation de l'AQR.....	126
INTRODUCTION	126
METHODE GENERALE DE DETERMINATION DE LA PROBABILITE DES EVENEMENTS.....	127
Généralités :	127
Évaluation des fréquences d'occurrence des événements :	128
METHODE GENERALE DE DETERMINATION DE LA GRAVITE DES CONSEQUENCES DES ACCIDENTS.....	136
Méthodes de quantification de l'intensité des phénomènes dangereux	136

Évaluation de la vulnérabilité des personnes externes à l'établissement :	148
Échelle de la gravité des conséquences (suivant l'arrêté du 29 septembre 2005) :	148
Évaluation de la cinétique des phénomènes dangereux :	149
8.2 Analyse quantifiée des risques liée aux scénarios retenus dans l'APR... 149	
SCENARIO N°18/20/21/22/23 : EXPLOSION DE POUSSIÈRES DANS UN SILO JOURNALIER CHARBON.....	149
Hypothèses :	149
Résultats :	150
Gravité du phénomène dangereux :	151
SCENARIO N°46 : FEU DE NAPPE SUITE A UNE RUPTURE DE CANALISATION DE TRANSPORT DE GAZOLE.....	151
Hypothèses	151
Résultats	151
Gravité du phénomène dangereux	152
SCENARIO N°84 : FEU DE NAPPE SUITE A UNE FUITE DE GAZOLE AU NIVEAU DE L'AIRE DE DEPOTAGE DES CAMIONS CITERNES	152
Hypothèses	152
Résultats	152
Gravité du phénomène dangereux	152
SCENARIO N°38/48/49/50 : EXPLOSION DU FOYER DE LA CHAUDIÈRE	153
Hypothèses	153
Résultats	154
Gravité du phénomène dangereux	154
SCENARIO N° 85 : EXPLOSION DU BAC DE GAZOLE	154
Hypothèses	154
Résultats	154
Gravité du phénomène dangereux	155
SCENARIO N° 86 : FEU DANS LA CUVETTE DE RETENTION DES BACS DE GAZOLE	155
Hypothèses	155
Résultats	155
Gravité du phénomène dangereux	155
SCENARIO N° 87 : BOIL-OVER EN COUCHE MINCE DU BAC DE GAZOLE.....	156
Hypothèses	156
Résultats	156

Gravité du phénomène dangereux	156
SCENARIO N°105 : EXPLOSION DE POUSSIÈRES OU DE CO DANS UN ELECTROFILTRE	156
Hypothèses	156
Résultats	157
Gravité du phénomène dangereux	158
SCENARIO N° 43 : EXPLOSION DU BALLON DE VAPEUR CHAUDIERE	158
Hypothèses	158
Résultats	158
Gravité du phénomène dangereux	158
SCENARIO N° 112 : DISPERSION FUMÉES TOXIQUES DU STOCKAGE D'UREE PRIS DANS UN INCENDIE	159
Hypothèses	159
Résultats	159
Gravité du phénomène dangereux	160
SCENARIO N° 113 : DISPERSION D'UN NUAGE D'AMMONIAC SUITE A UNE FUITE SUR L'HYDROLYSEUR.....	160
Hypothèses	160
Résultats	161
Gravité du phénomène dangereux	161
8.3 Bilan de l'AQR.....	162
8.4 Synthèse de la quantification des phénomènes dangereux.....	162
9 Criticité des phénomènes dangereux	164
9.1 Positionnement de tous les scénarios	164
10 Effets dominos	165
10.1 Définition	165
10.2 Seuils d'effets.....	165
10.3 Effets dominos potentiels générés par le projet vers d'autres installations de l'établissement.....	165
SCENARIO N° 18/20/21/22/23 : EXPLOSION DE POUSSIÈRE DANS UN SILO JOURNALIER	166
SCENARIO N° 43 : EXPLOSION DU BALLON VAPEUR.....	166
SCENARIOS N° 85 : EXPLOSION BAC DE GAZOLE	166
SCENARIO N° 38/48/49/50 : EXPLOSION CHAUDIERE	166
SCENARIO N° 105 : EXPLOSION DE POUSSIÈRE OU DE CO DANS UN ELECTROFILTRE.....	167

SCENARIO N° 46 : FEU DE NAPPE ENTRE LES BACS DE STOCKAGE ET LE BRULEUR DE LA CHAUDIERE	167
SCENARIO N° 84 : FEU DE NAPPE SUR L'AIRE DE DECHARGEMENT DU GAZOLE	167
SCENARIO N° 86 : FEU DE CUVETTE DE RETENTION DES BACS DE GAZOLE.....	168
SCENARIO N° 87 : BOIL-OVER EN COUCHE MINCE D'UN BAC DE GAZOLE.....	168
CONCLUSION	168

10.4 Effets dominos potentiels générés par le projet vers l'extérieur de l'établissement	168
---	------------

10.5 Effets dominos générés par des installations externes à l'établissement vers les projets.....	168
---	------------

11 Détermination des Eléments Importantes Pour la Sécurité (EIPS) 169

11.1 Méthode	169
---------------------------	------------

11.2 EIPS liés aux nouvelles installations.....	170
--	------------

EVENT D'EXPLOSION DANS LES SILOS JOURNALIERS	170
--	-----

EVENT D'EXPLOSION DANS LA CHAUDIERE	171
---	-----

EVENT D'EXPLOSION DANS UN ELECTROFILTRE	172
---	-----

DETECTION DE NIVEAU TRES HAUT ET ASSERVISSEMENTS ASSOCIES AUX BACS DE GAZOLE.....	173
---	-----

DETECTION DE NIVEAU (TRES) BAS ET ASSERVISSEMENTS ASSOCIES AU BALLON VAPEUR.....	174
--	-----

DEMARRAGE A DISTANCE DES GROUPES INCENDIE ET AUTOMATISMES ASSOCIES	175
--	-----

DETECTION DE L'AMMONIAC DANS L'AIR AVEC POINTS D'ANALYSE SPECIFIQUES ET AVERTISSEMENTS ASSOCIES	176
---	-----

12 Conclusion 177

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Schéma de principe de la Centrale C	4
Figure 2 :	Consommation, fonctionnement et produits.....	5
Figure 3 :	Plan de la centrale avec les grands ensembles	6
Figure 4 :	Les différents quartiers de Nouméa	8
Figure 5 :	Localisation du projet	9
Figure 6 :	Photo du site d'accueil de la future Centrale C	9
Figure 7 :	Plan du périmètre d'exploitation du projet et accès.....	11
Figure 8 :	Zones de sismicité (arrêté 22 octobre 2010).....	12
Figure 9 :	Sismicité dans la région Vanuatu / Nouvelle-Calédonie (source: www.sisfrance.net)	12
Figure 10 :	Zonage sismique de la Nouvelle-Calédonie par la méthode déterministe. Carte de l'intensité I_{SMHV} provenant des sources proches et des sources lointaines (BRGM-2008).....	13
Figure 11 :	Épicentres des derniers séismes de la région de Nouméa (source: www.sisfrance.net).....	13
Figure 12 :	Comparaison des accélérations des différentes sources	14
Figure 13 :	Cartographie de l'intensité du risque Tsunami	16
Figure 14 :	Les différents niveaux d'alertes cycloniques.....	18
Figure 15 :	Localisation des stockages de fioul de la SLN (source EDD Doniambo 2013)	21
Figure 16 :	Caractéristiques des bacs de stockages de fioul de la SLN.....	22
Figure 17 :	Seuils de vulnérabilité et distances d'effets d'un boil-over stockages d'hydrocarbures	23
Figure 18 :	Cartographie des zones d'effets du scénario de Boil-Over du bac TO1	24
Figure 19 :	Cartographie des zones d'effets du scénario de Boil-Over du bac TO3	25
Figure 20 :	Cartographie des zones d'effets du scénario de Boil-Over du bac TO4	26
Figure 21 :	Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des explosions de bacs du stockage de fioul de la SLN	27
Figure 22 :	Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des feux de cuvettes du stockage de fioul de la SLN	27
Figure 23 :	Seuils de vulnérabilité et distances d'effets d'un feu de bac d'hydrocarbures de la SLN.....	28
Figure 24 :	Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des explosions d'un stockage d'oxygène des ateliers NRJ de la SLN	30
Figure 25 :	Zones d'effets du scénario d'explosion d'un réservoir d'oxygène.....	30
Figure 26 :	Effets dominos potentiels sur le projet de Centrale C.....	31
Figure 27 :	Limite des effets de dangers pour les scénarios majeurs de SSP sur le projet	32
Figure 28 :	Schématisation des différentes phases de l'APR.....	37
Figure 29 :	Schématisation des différentes phases de l'AQR	38

Figure 30 :	Tableau extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 (pour les systèmes simples).....	40
Figure 31 :	Tableau extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 (pour les systèmes complexes).....	40
Figure 32 :	Tableau de conversion NC à PFD.....	41
Figure 33 :	Principe du nœud papillon utilisé en méthode semi-quantitative.....	42
Figure 34 :	Schéma de principe des calculs de probabilité en méthode semi-quantitative	43
Figure 35 :	Exemple de calcul de probabilité d'un phénomène dangereux.....	43
Figure 36 :	Echelle de probabilité retenue	44
Figure 37 :	Méthodes d'évaluation des distances d'effets associées aux phénomènes dangereux	45
Figure 38 :	Seuils de toxicité aiguë officiels pour l'ammoniac	46
Figure 39 :	Echelle d'appréciation de la gravité issue de l'arrêté ministériel du 29/09/2005	48
Figure 40 :	Matrice de criticité pour les accidents majeurs	51
Figure 41 :	Caractéristiques moyennes du charbon.....	53
Figure 42 :	Etiquetage du charbon	54
Figure 43 :	Situations dangereuses prépondérantes liées au charbon	54
Figure 44 :	Paramètres d'influence sur les phénomènes liés au charbon.....	58
Figure 45 :	Étiquetage et phrases de risques des produits liés à la Centrale C.....	61
Figure 46 :	Caractéristiques d'inflammabilité des produits	65
Figure 47 :	Effets toxiques des produits	67
Figure 48 :	Liste des produits écotoxiques	68
Figure 49 :	Liste des incompatibilités entre produits	69
Figure 50 :	Réduction des potentiels de dangers	76
Figure 51 :	Accidentologie de Doniambo secteur FG	77
Figure 52 :	Accidentologie de Doniambo secteur FB.....	80
Figure 53 :	Accidentologie de Doniambo secteur AFP	80
Figure 54 :	Accidentologie de Doniambo secteur AF Bessemer.....	81
Figure 55 :	Accidentologie de Doniambo secteur Utilités	82
Figure 56 :	Accidentologie relative aux centrales électriques.....	86
Figure 57 :	Causes d'accidents dans les centrales thermiques au charbon	87
Figure 58 :	Conséquences des accidents	87
Figure 59 :	Accidentologie relative aux turbines à gaz et à vapeur.....	90
Figure 60 :	Accidentologie relative au stockage et à l'utilisation du charbon.....	92
Figure 61 :	Part des phénomènes d'auto-échauffement dans les inflammations dans les groupes d'installations étudiés	93
Figure 62 :	Causes des accidents analysés pour l'atelier d'électrochloration.....	96

Figure 63 :	Conséquences des accidents analysés pour l'atelier d'électrochloration.....	96
Figure 64 :	Conséquences des accidents concernant l'acide chlorhydrique, la soude caustique et l'hypochlorite de sodium.....	97
Figure 65 :	Liste des phénomènes dangereux liés aux installations et aux produits	100
Figure 66 :	Plan de localisation des zones de potentiel de dangers.....	100
Figure 67 :	Note de calcul du dimensionnement des besoins en eau incendie	112
Figure 68 :	Note de calcul du volume de la rétention des eaux incendie	117
Figure 69 :	Niveaux de gravité méthode HAZID	121
Figure 70 :	Niveaux de probabilité méthode HAZID.....	122
Figure 71 :	Matrice de criticité méthode HAZID.....	123
Figure 72 :	Matrice de classement des événements redoutés identifiés pendant l'HAZID	125
Figure 73 :	Explosion du ballon vapeur chaudière	129
Figure 74 :	Nœud papillon scénario explosion poussière silo charbon.....	129
Figure 75 :	Nœud papillon du scénario explosion du foyer de la chaudière.....	130
Figure 76 :	Nœud papillon du scénario feu de gazole dans rétention et explosion/boil-over bac	130
Figure 77 :	Nœud papillon du scénario feu de nappe de gazole	131
Figure 78 :	Nœud papillon du scénario feu de nappe de gazole	131
Figure 79 :	Nœud papillon du scénario explosion électrofiltre	132
Figure 80 :	Nœud papillon du scénario d'incendie dans le stockage d'urée.....	132
Figure 81 :	Nœud papillon du scénario fuite du hydrolyseur.....	133
Figure 82 :	Probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux.....	136
Figure 83 :	Modèle équivalent TNT	140
Figure 84 :	Représentation schématique des différentes phases d'un boil-over en couche mince	141
Figure 85 :	Hexagone de l'explosion.....	142
Figure 86 :	Détermination des distances maximales d'effets de surpression.....	143
Figure 87 :	Répartition gaussienne de la concentration dans un panache passif	146
Figure 88 :	Hypothèses retenues pour l'explosion dans un silo de charbon.....	150
Figure 89 :	Distance des effets d'une explosion de charbon dans un silo.....	151
Figure 90 :	Distances des effets d'un incendie de nappe de gasoil.....	152
Figure 91 :	Distances des effets d'un incendie de nappe de gasoil au dépotage.....	152
Figure 92 :	Hypothèses retenues pour l'explosion d'un foyer de chaudière.....	153
Figure 93 :	Distances des effets de l'explosion d'un foyer de chaudière	154
Figure 94 :	Distances des effets de l'explosion du bac de gasoil	155
Figure 95 :	Distances des effets d'un incendie d'une cuvette de rétention de gazole.....	155

Figure 96 :	Distances des effets d'un boil-over en couche mince du bac de gazole	156
Figure 97 :	Hypothèses retenues pour l'explosion de poussières dans un électrofiltre	157
Figure 98 :	Distances d'effets d'une explosion de poussières dans un électrofiltre	157
Figure 99 :	Hypothèses retenues pour une explosion d'un ballon de vapeur.....	158
Figure 100 :	Distances d'effets d'une explosion d'un ballon de vapeur	158
Figure 101 :	Distances pour seuils d'effets SELS, SPEL et SEI	159
Figure 102 :	Schéma de dispersion d'un nuage d'ammoniac	160
Figure 103 :	Distances d'effets de la dispersion d'un nuage d'ammoniac	161
Figure 104 :	Synthèse de la quantification des phénomènes dangereux du projet.....	163
Figure 105 :	Positionnement de tous les scénarios dans la matrice réglementaire	164
Figure 106 :	EIPS silo journalier de charbon	170
Figure 107 :	EIPS chaudière	171
Figure 108 :	EIPS électrofiltre	172
Figure 109 :	EIPS bac de gazole	173
Figure 110 :	EIPS ballon de vapeur	174
Figure 111 :	EIPS groupes d'incendie.....	175
Figure 112 :	EIPS détection d'ammoniac	176

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Doniambo Energie - Nouvelle Calédonie-ARF
Annexe 2 :	Doniambo Energie-SLN Nouvelle Calédonie-ET
Annexe 3 :	Plan de classement Atex
Annexe 4 :	Note sur le zonage Atex
Annexe 5 :	Sécurité d'une installation de stockage de charbon
Annexe 6 :	Définition des systèmes de lutte incendie
Annexe 7 :	Plan du réseau incendie
Annexe 8 :	Étude de dangers SLN DBO
Annexe 9 :	Accidentologie
Annexe 10 :	Analyse préliminaire des risques
Annexe 11 :	Plan des distances d'effets
Annexe 12 :	Fiches de données de sécurité

1 Introduction

1.1 Objet

La présente étude a pour objet de déterminer les dangers et les risques induits par l'activité de la Société Doniambo Energie sur son site de la Centrale C.

Elle évalue les conséquences des accidents envisagés et étudie les effets potentiels susceptibles d'impacter les personnes, les biens et l'environnement. Elle décrit et justifie les mesures de prévention et de protection destinées à réduire et à maîtriser les risques. Enfin elle examine le caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques.

Elle est aussi mise en place pour améliorer la réflexion sur la sécurité à l'intérieur de l'entreprise, favoriser le dialogue technique avec les autorités, informer le public dans la meilleure transparence possible. Elle favorise l'émergence d'une culture partagée du risque au voisinage de l'établissement.

Elle sert de base à l'élaboration des plans d'urgences (POI, PPI) mais aussi à la définition des règles d'urbanisation.

1.2 Réglementation

Cette étude de dangers a été réalisée conformément au Livre IV ; Titre I du Code de l'Environnement de la Province Sud et son contenu conforme à son l'article 413-4 mais aussi à l'article 413-31 - *Installation à haut risque chronique*, au titre de la rubrique 2910 : Combustion, à partir d'une puissance thermique maximale de 50 MW.

L'étude de dangers repose également sur les prescriptions des arrêtés du 29 septembre 2005 liés d'une part à « L'évaluation et 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 » et à la « Prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées soumises à autorisation ».

Cette étude de dangers suit également des recommandations de la circulaire métropolitaine du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT).

1.3 Méthodologie

L'étude de dangers présente successivement :

- Une description générale des installations projetées, rappelant leur localisation, leurs principales activités et leur fonctionnement,
- Une analyse des risques liés à l'environnement de l'établissement, aussi bien au niveau de l'environnement naturel, que des trafics à proximité ou du tissu industriel,
- Une identification des potentiels de dangers liés aux projets, incluant les dangers liés aux produits, les risques liés aux conditions de fonctionnement et une analyse de l'accidentologie,
- Une analyse Préliminaire des Risques (APR) liés au fonctionnement des différentes installations, avec une cotation de leur niveau de probabilité et de gravité (demandée au titre de l'article 413-4),

-
- Une Analyse Quantifiée des Risques (AQR) retenus suite à l'APR, incluant la quantification de la fréquence et de la gravité des phénomènes dangereux identifiés,
 - Une description du positionnement de ces phénomènes dangereux dans la matrice réglementaire d'acceptabilité des risques,
 - Une présentation des effets dominos potentiels qui pourraient survenir en cas d'accident,
 - Une présentation des mesures de maîtrise des risques prévues au sein de l'établissement et des nouvelles installations.

2 Présentation des installations projetées

2.1 Implantation géographique

Le site de la future centrale électrique ainsi que ses installations connexes sera situé sur le complexe industriel SLN de Doniambo qui bénéficie d'une situation géographique favorable dans la rade de Nouméa située à l'ouest de la côte sud de la Nouvelle-Calédonie.

Ce complexe industriel, d'une superficie d'environ 210 ha est encadré par l'Anse Uaré au nord, la Grande Rade à l'ouest, l'anse du Tir au sud et la Montagne Coupée à l'est.

Le centre-ville de Nouméa est distant d'environ 700 m du sud de l'usine SLN.

2.2 Principales activités de SLN

Les installations du site de la nouvelle centrale électrique de Doniambo Energie produiront l'énergie électrique nécessaire au bon fonctionnement du complexe industriel pyro-métallurgique de la SLN à Doniambo.

Pour mémoire, l'usine SLN de Doniambo produit du ferronickel et de la matte de nickel contenant outre du nickel, un peu de cobalt et du fer en proportion plus ou moins importante selon le produit :

- **Ferronickel** : Le ferronickel (23 % de nickel) est produit uniquement sous forme de grenailles qui sont vendues directement aux clients. Sous cette forme elles permettent une manutention plus facile et un dosage précis à l'utilisation,
- **Matte** : La matte (75 % de nickel) est un produit destiné à fabriquer du nickel de haute pureté après affinage électrolytique à l'usine de Sandouville. Il sert à la fabrication de superalliages destinés à l'aéronautique et à l'industrie nucléaire, la production annuelle est de 10 000 à 14 000 tonnes de nickel contenu,
- **Scories** : Les scories sont des sous-produits générés au cours de la fusion/réduction dans les fours électriques. Lors de la fusion, une tonne sèche de minerai produit 110 kg de ferronickel de première fusion et 750 kg de scories. La scorie est de même nature que le minerai entrant appauvri de son nickel et de la moitié de son fer.

2.3 Fonctionnement des installations du Projet

Le projet consiste en la construction et l'exploitation d'une centrale thermique produisant de l'électricité à partir de la combustion de charbon.

Le charbon sera livré par navires et déchargé dans des trémies dédiées sur la zone portuaire du site SLN de Doniambo et sera transporté par camions jusqu'au stockage principal situé sur le site de la Centrale C. Le stockage principal sera couvert afin de protéger le charbon des conditions météorologiques (soleil et pluie) et de limiter les risques d'auto-inflammation et prévenir l'envol des poussières. Le charbon sera stocké en tas et sera récupéré à l'aide d'engins pour être ensuite acheminé par des convoyeurs à bande à l'atelier de concassage, où sa granulométrie sera réduite pour faciliter sa combustion. Il sera ensuite transporté vers les trois silos de stockage journalier prévus pour chaque chaudière.

En fond de silo, le charbon concassé sera pulvérisé finement, mélangé à de l'air et injecté dans la chaudière pour être consommé.

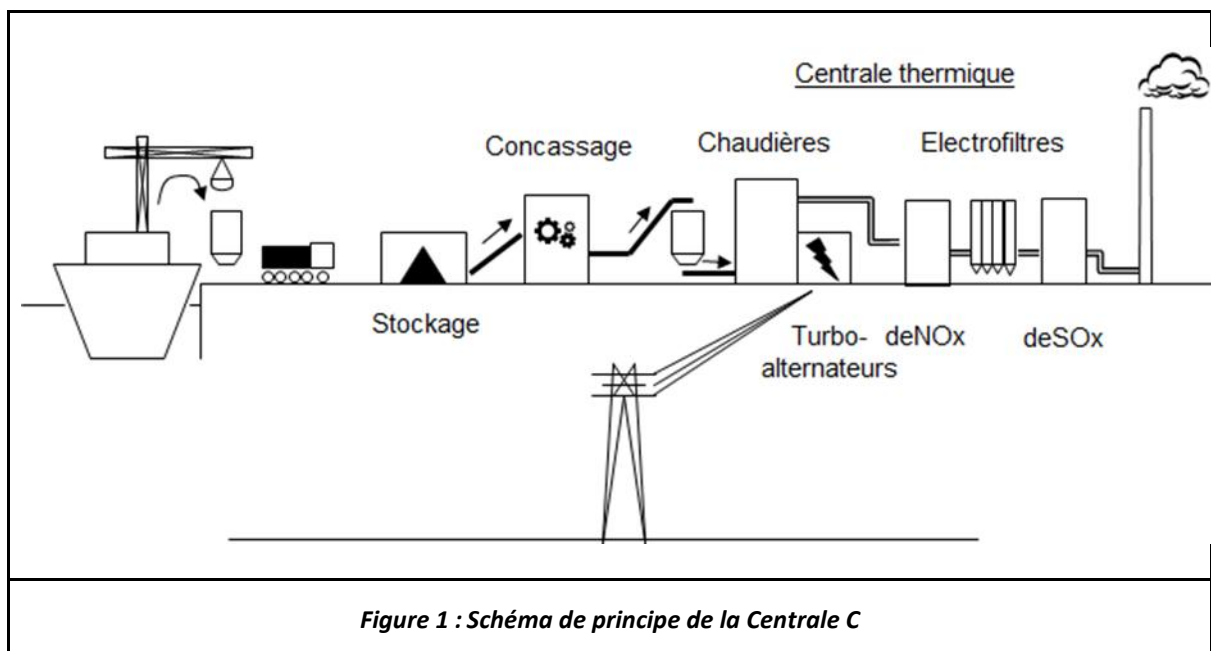
La combustion produira, par échange thermique dans les chaudières, de la vapeur d'eau à haute pression. L'énergie thermique de la vapeur sera transformée en énergie mécanique en passant au travers de turbines, puis en énergie électrique grâce aux alternateurs couplés aux turbines. La vapeur partiellement refroidie à l'issue de ce processus sera ramenée à son état liquide initial par condensation à l'eau de mer et pourra être renvoyée dans la chaudière pour un nouveau cycle.

L'énergie électrique obtenue sera transportée vers le poste de distribution du réseau de l'Usine de Doniambo par deux lignes haute tension enterrées. L'électricité produite alimentera principalement les fours électriques de l'Usine de Doniambo. Une partie de l'électricité pourra également être distribuée au réseau électrique de la Nouvelle-Calédonie.

La combustion du charbon produira des cendres sous chaudière, qui seront soutirées en fond de chaudière, et un mélange de poussières et de gaz sous forme de fumées. Ces fumées seront traitées avant leur rejet dans l'atmosphère afin d'en retirer les éléments polluants. La teneur de ces éléments polluants contenus dans les fumées sera abaissée jusqu'aux valeurs fixées par la réglementation applicable grâce à un ensemble de systèmes de traitement avant leur rejet à l'atmosphère listés ci-dessous :

- Une dénitrification "chimique" par catalyse et ajout d'ammoniac qui permet de réduire les émissions d'oxyde d'azote,
- Un traitement physique, où les fumées traversent des électrofiltres qui retiennent les poussières appelées cendres volantes,
- Une désulfuration "chimique" par lavage des fumées à l'aide d'une solution de calcaire qui permet de réduire les émissions d'oxyde de soufre et produit du gypse,

Ce fonctionnement est schématisé ci-après :



Intrants	Fonctionnement	Produits
Charbon <i>Déchargement</i> <i>Stockage</i> <i>Concassage</i> <i>Broyage</i> Gazole <i>Stockage</i>	Chaudière	Cendres sous chaudière <i>silos</i>
Eau Brute <i>Déminéralisation</i> Eau de refroidissement <i>Pompage</i> <i>Electrochloration</i>	Cycle eau-vapeur	Eau rejetée <i>Traitements</i> Eau de refroidissement
Vapeur d'eau	Turbine - alternateur	Electricité <i>Transport (ligne HT)</i> <i>Connexion réseau (poste 63kV)</i>
Urée <i>Transformation en ammoniac</i>	Traitement des Nox	Vapeur d'eau Azote
	Filtration des poussières	Cendres volantes <i>Stockage</i> <i>Traitement des lixiviats</i>
Calcaire <i>Concassage</i> <i>Transformation en solution de calcaire</i>	Traitement du SO2	Gypse <i>Stockage</i> Fumées <i>Cheminée</i>
Utilités <i>Groupes électrogènes</i> <i>Azote</i> <i>Air comprimé</i>		Traitement et rejets eaux non process <i>incendie, pluie, sanitaires</i>

Figure 2 : Consommation, fonctionnement et produits

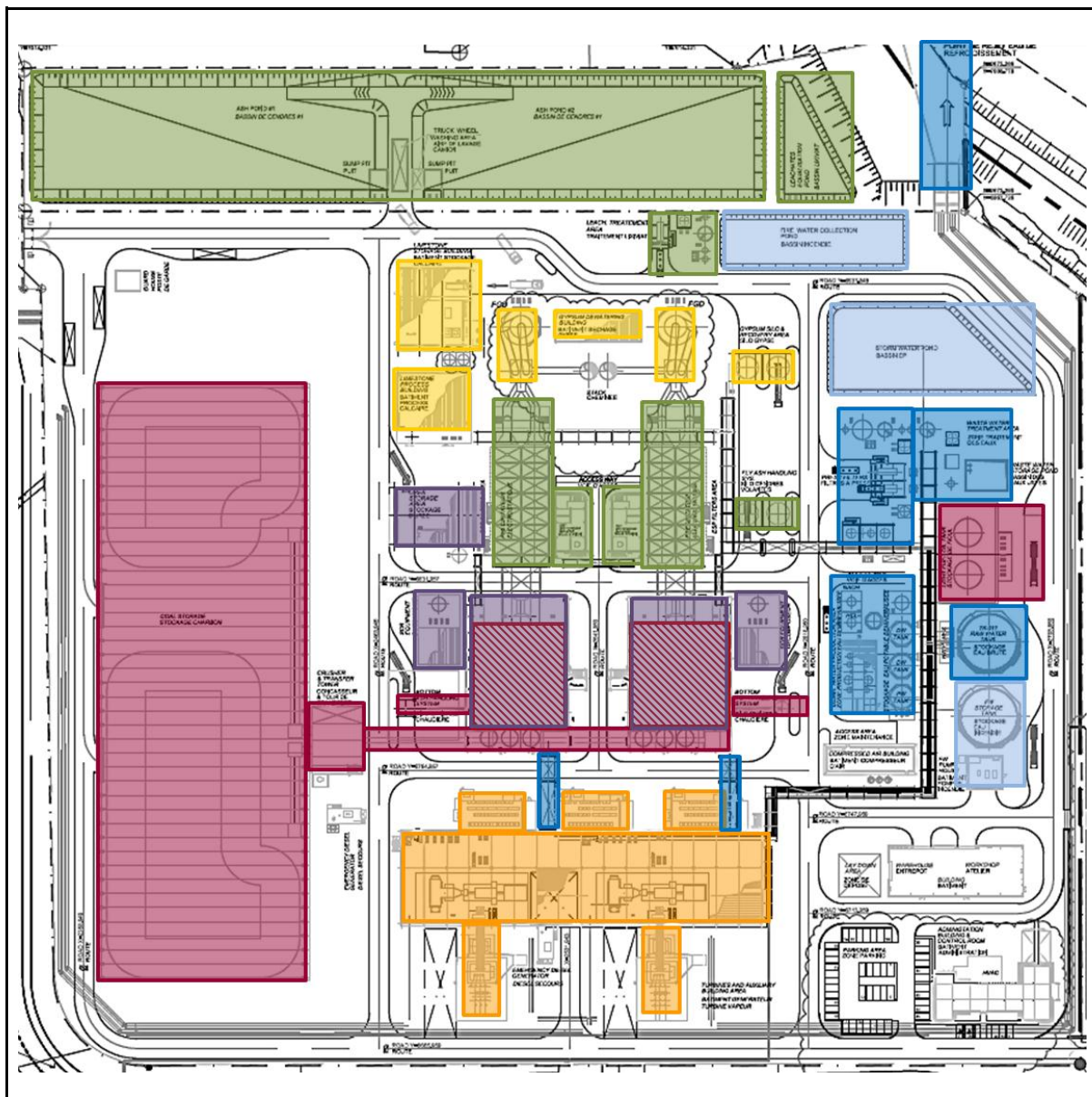


Figure 3 : Plan de la centrale avec les grands ensembles

Légende : charbon/gazole (rouge), eau (bleu), électricité (orangé), traitement NOx (violet), cendres (vert), SO₂ (jaune), traitement et rejets eaux non process (gris)

3 Analyse des risques liés à l'environnement des installations et dispositions générales prises

3.1 Description de l'environnement du site

LOCALISATION DU SITE

Toutes les nouvelles installations de la Centrale C seront localisées à l'intérieur des limites du complexe pyro-métallurgique de la SLN, situé dans la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie, à Nouméa, au lieu-dit Doniambo.

Le complexe industriel SLN de Doniambo est situé dans la rade de Nouméa.

D'une superficie d'environ 210 hectares, il est encadré par :

- L'Anse Uaré et l'Anse Undu (ou Nd'u) au Nord,
- La Grande Rade à l'Ouest,
- L'Anse du Tir et la Vallée du Tir au Sud,
- La Montagne Coupée à l'Est.

Le centre-ville de Nouméa est distant d'environ 700 mètres du Sud de l'usine SLN.

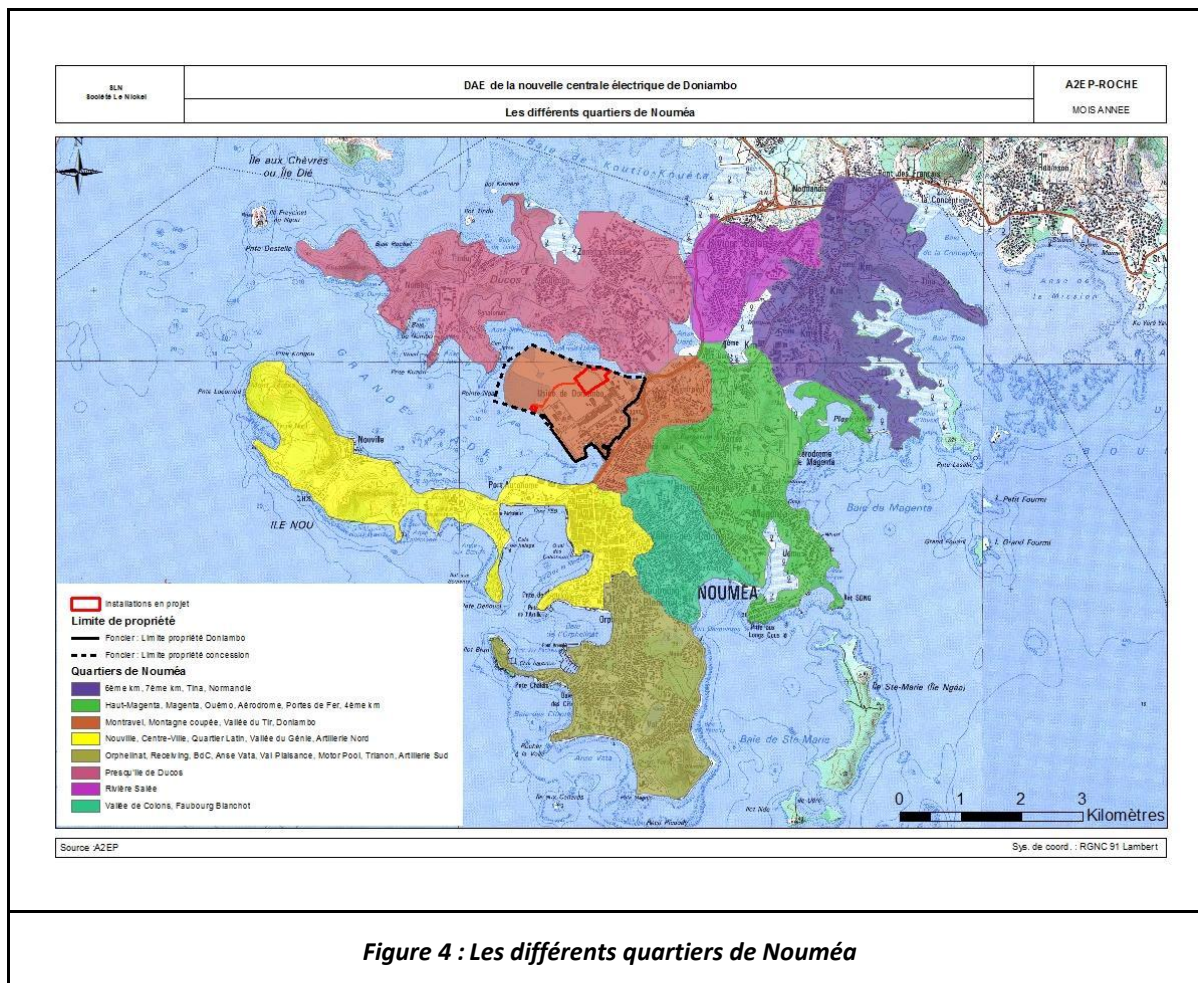
La presqu'île de Doniambo est entourée par les quartiers suivants :

- Logicoop au Nord,
- Ducos Industriel au Nord-Est,
- Montravel à l'Est,
- La Montagne Coupée à l'Est,
- La Vallée du Tir au Sud-Est,
- Le centre-ville au Sud,
- Le Port Autonome au Sud,
- La presqu'île de Nouville au Sud-Ouest.

La grande rade borde toute la partie Ouest de Doniambo.

La presqu'île de Ducos se situe au Nord-Ouest de Nouméa, elle regroupe 7 quartiers qui concentrent, outre l'essentiel de l'activité industrielle de Nouméa et de la Nouvelle-Calédonie, plus de 8 000 habitants.

Il s'agit des quartiers de Ducos, « Ducos Industriel », Logicoop, Kaméré, Koumourou, Numbo et Tindu.



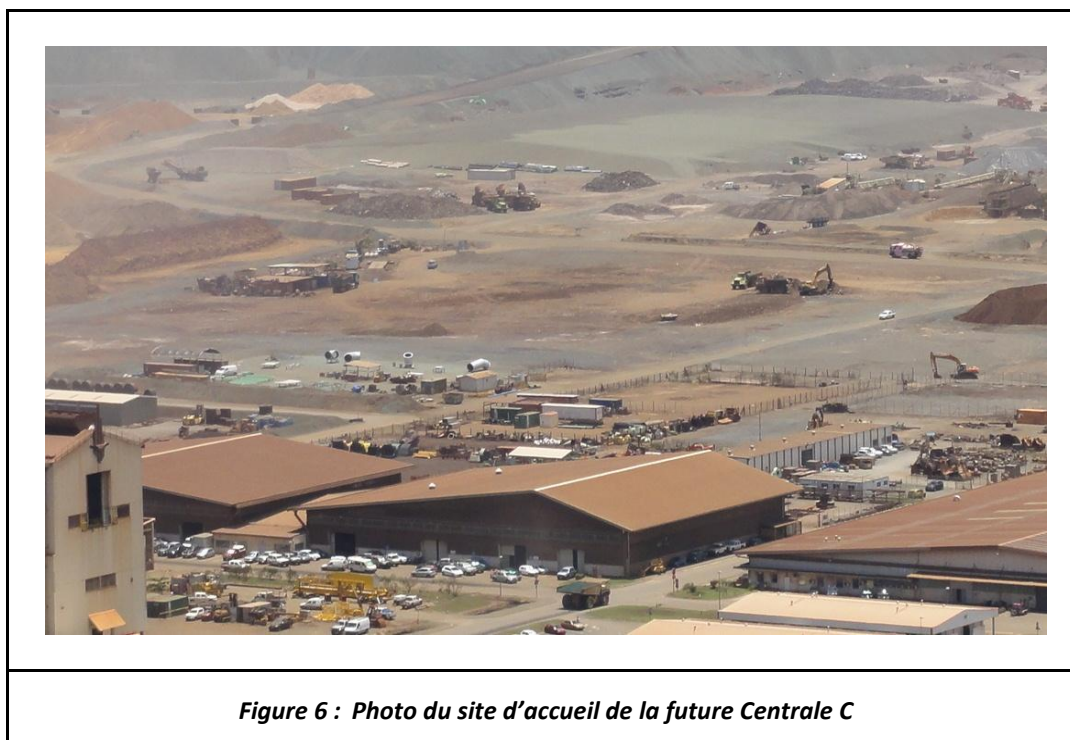
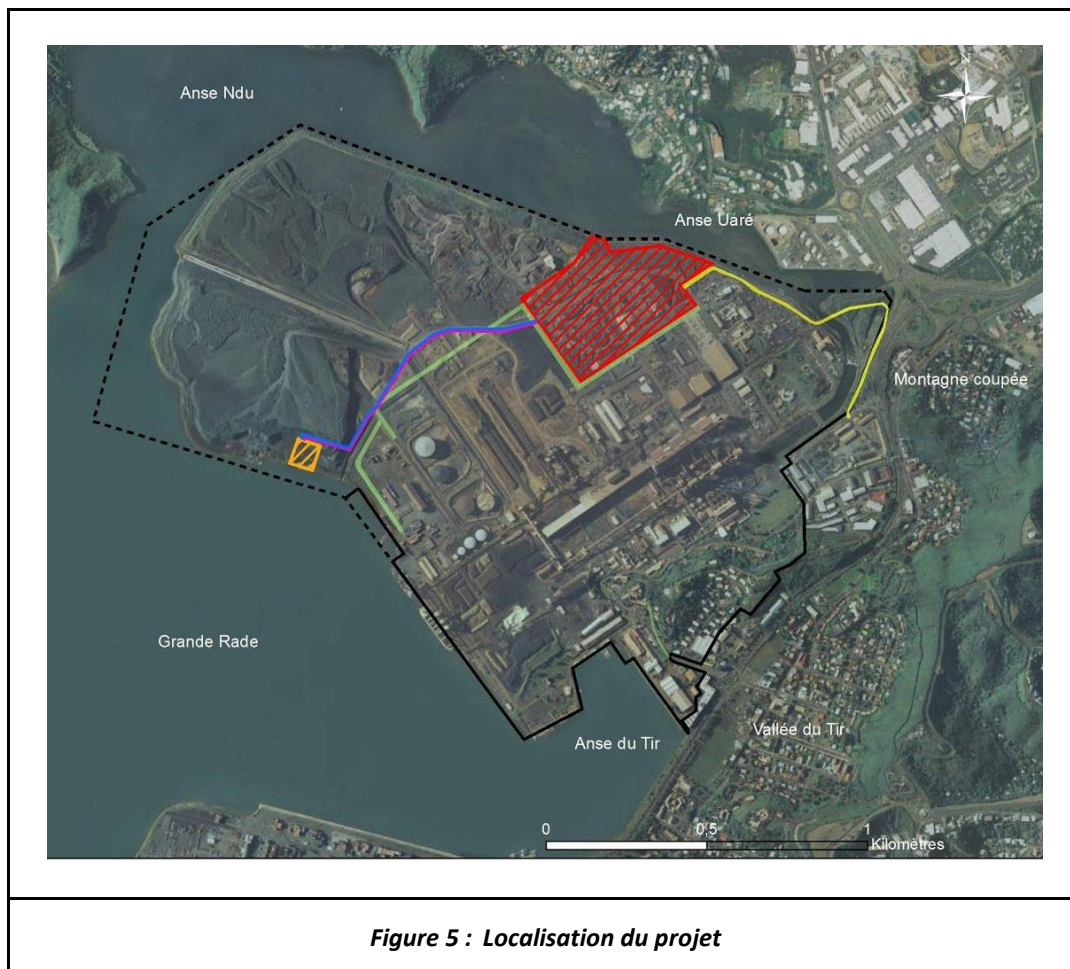
SITUATION DE LA CENTRALE C AU SEIN DU SITE DE DONIAMBO

La Centrale C sera implantée au Nord-Est du complexe pyro-métallurgique.

Elle sera donc localisée à proximité des fours électriques de la SLN, qui seront les principaux consommateurs de l'électricité produite. Cette proximité est nécessaire pour assurer la sécurité de l'approvisionnement (risque de perte de lignes électriques en cas de cyclone, etc).

Le site de la centrale électrique sera cependant suffisamment éloigné de l'usine métallurgique de la SLN et constituera une entité séparée de ces installations existantes.

Les figures ci-dessous permettent de visualiser les principales entités des futures installations (dont la station de pompage localisée à l'ouest du site de Doniambo), objets de la présente demande.



LES ACCES ET VOIERIES

Phase de Construction :

L'accès au chantier de la Centrale C sera distinct de celui de l'usine de la SLN lors des travaux de construction. Cet accès dédié au chantier de la Centrale C permettra ainsi d'éviter une congestion de la circulation au point d'accès du site de Doniambo. Une piste sera aménagée sur la façade littorale Est de Doniambo (le long du canal existant). Cet accès reliera directement la zone de chantier à la Rue Desjardins sans présenter d'inconvénient ou de risque pour la sécurité des usagers de cette voie publique ni pour celle des personnes utilisant cet accès.

Un parking temporaire sera aménagé pour les véhicules des travailleurs et des sous-traitants (en lieu et place de l'actuel Self à scories).

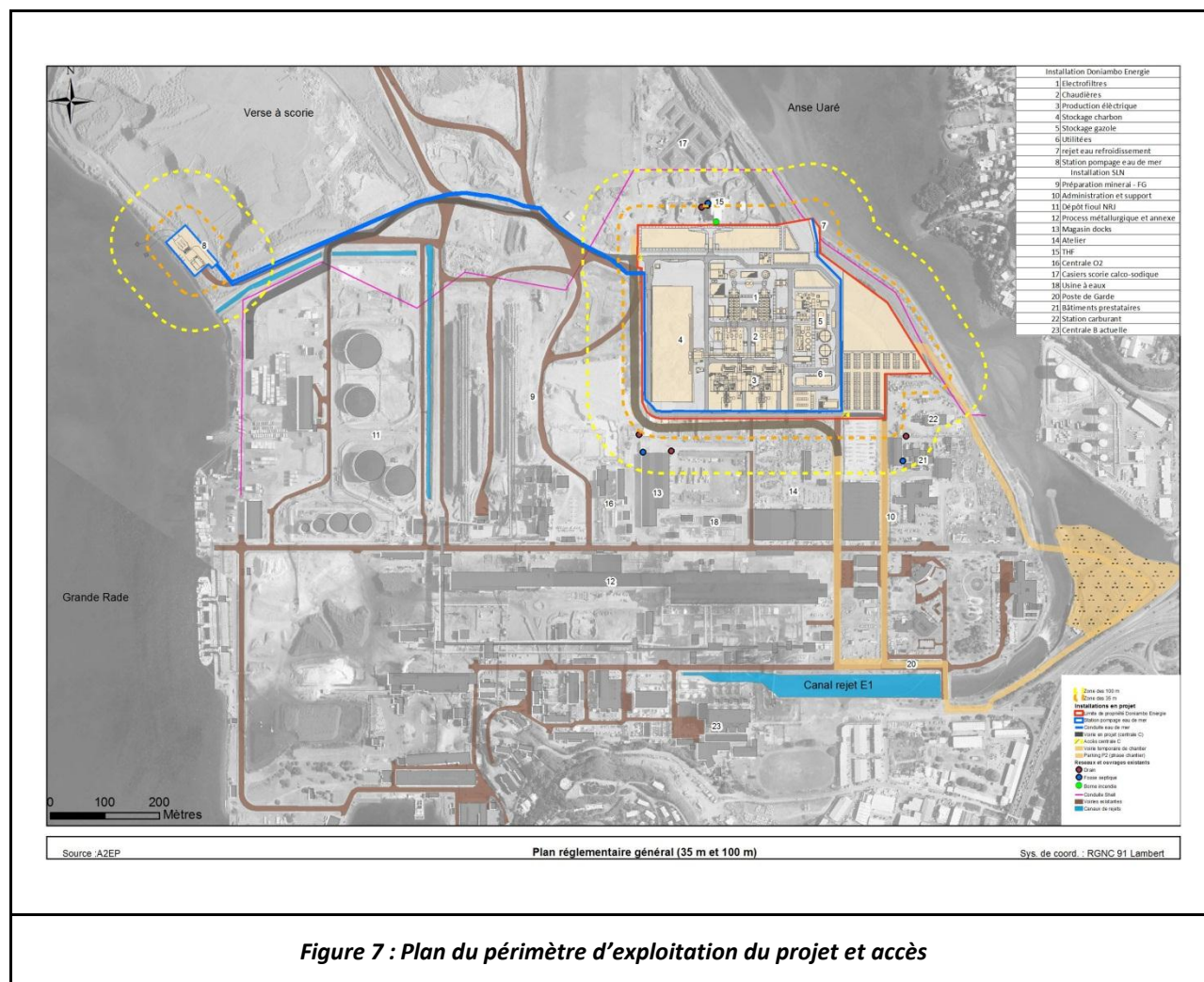
Phase d'exploitation :

En phase d'exploitation, l'accès du personnel aux installations de la Centrale C se fera par l'entrée principale du site SLN de Doniambo et les voieries existantes à l'intérieur du site SLN de Doniambo.

Deux autres accès contrôlés au site de la Centrale C sont prévus pour les approvisionnements, l'un à l'Ouest (pour les livraisons de charbon et de calcaire essentiellement) et le second à l'Est (entrée principale).

Une voierie sera utilisée à l'intérieur du site de Doniambo dédiée pour le transport du charbon.

Les accès au site sont montrés sur la figure ci-dessous et précisés dans le Livre II - Etude d'impact, Chapitre B Etat Initial, Paragraphe "Les différents accès".



3.2 Risques liés à l'environnement naturel

SEISME

Depuis le 22 Octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n° 2010-1254 du 22 Octobre 2010 et n° 2010-1255 du 22 Octobre 2010, ainsi que par l'arrêté du 22 Octobre 2010).

La Nouvelle-Calédonie n'est pas concernée par ce zonage.

Toutefois, une étude d'« Évaluation probabiliste de l'aléa sismique de la Nouvelle-Calédonie - Rapport final - BRGM/RP-54935-FR, a été réalisée en Janvier 2008.

Dans cette étude, le BRGM confirme que l'aléa sismique probabiliste à 475 ans est faible à très faible sur la plus grande partie du territoire. Pour la Grande Terre, l'accélération médiane PGA (Peak Ground Acceleration – Accélération horizontale maximale du sol) obtenue présente un maximum de 100 mg à l'extrémité sud-est de l'île et diminue progressivement jusqu'à 30 mg au nord-ouest.

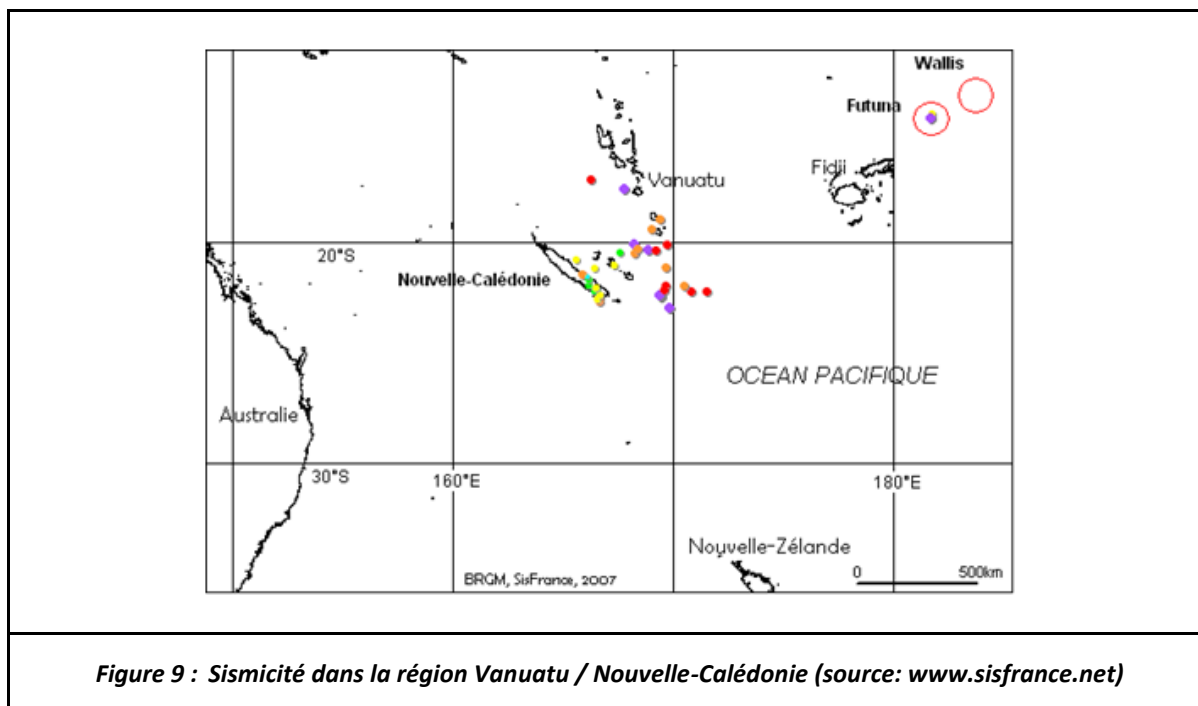
A noter qu'il n'y a eu aucun dommage enregistré sur les installations existantes suite au séisme du 06 Juillet 1981 d'intensité IV-V.

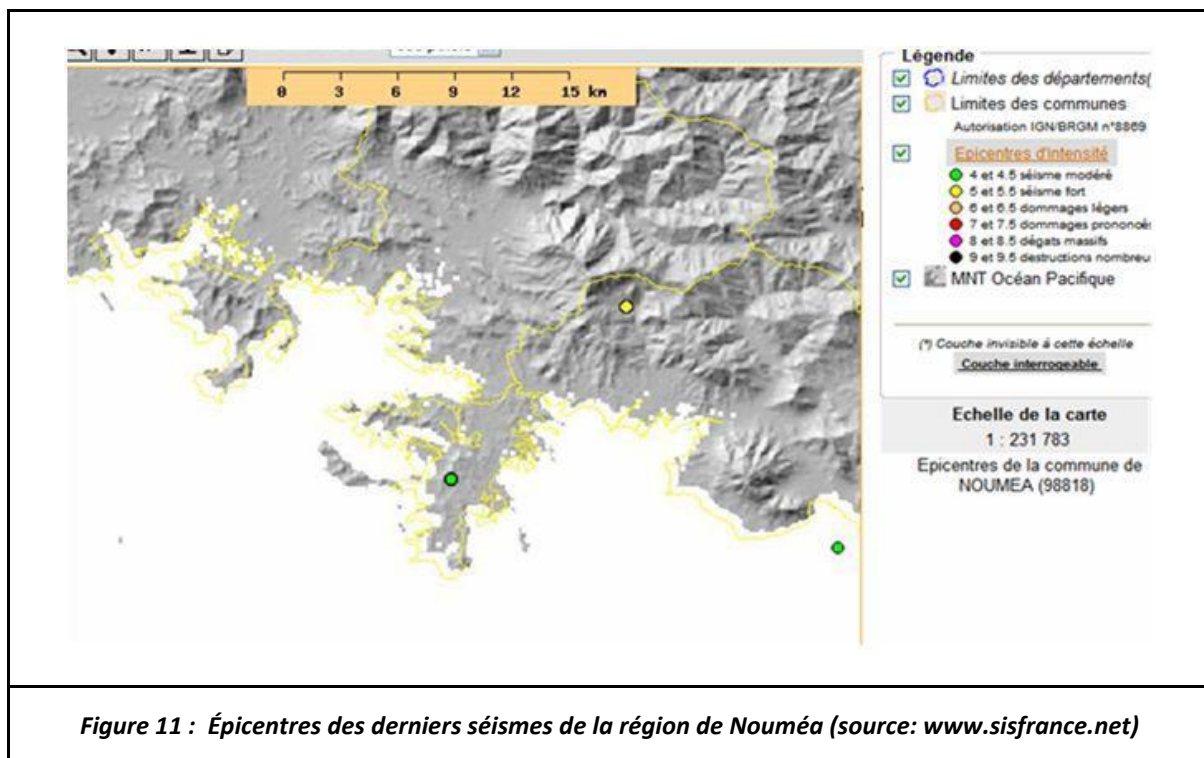
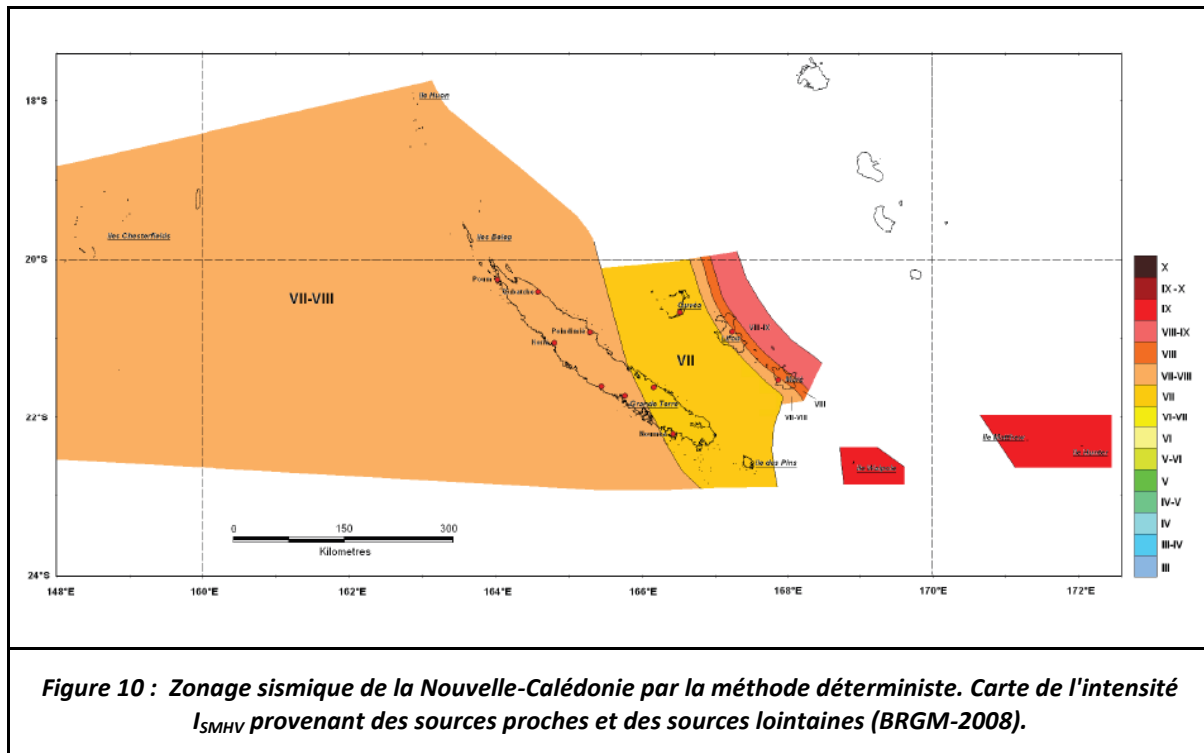
En l'absence de réglementation spécifique en Nouvelle-Calédonie, les références faites ci-dessous, sont celle de la réglementation applicable en métropole :

Les décrets et arrêté du 22 Octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique et applicable en France et DOM distingue 5 zones à sismicité croissante.

Classe	Sismicité
Zone 1	Sismicité très faible
Zone 2	Sismicité faible
Zone 3	Sismicité modérée
Zone 4	Sismicité moyenne
Zone 5	Sismicité forte
Figure 8 : Zones de sismicité (arrêté 22 octobre 2010)	

En l'absence d'une réglementation applicable en Nouvelle-Calédonie, l'Association Française du Génie Parasismique avait établi qu'elle serait située, dans l'ancienne classification du décret n° 91-461 du 14 Mai 1991, dans une zone 0, c'est-à-dire à sismicité négligeable mais non nulle. Cette ancienne classification correspondrait aujourd'hui aux deux zones 1 et 2 du tableau ci-dessus.





L'arrêté du 22 Octobre 2010 indique, pour le zonage sismique 2, une accélération de calcul (PGA) égale à $1,54 \text{ m/s}^2$.

D'après l'étude BRGM de 2008, le secteur de Nouméa se situe dans des zones d'intensité SMHV de VII qui conduisent le BRGM à la conclusion d'une accélération horizontale PGA de 72 m/s^2 .

Tableau de synthèse des valeurs d'accélération issues des différentes sources :

Source	Accélération de calcul en m/s^2
Ancienne zone 0 (Décret n°91-461 du 14 Mai 1991)	1,5 (Nouvelle-Calédonie)
Zone 1 (arrêté 22 Octobre 2010)	0,88 (Nouvelle-Calédonie)
Zone 2 (arrêté 22 Octobre 2010)	1,54 (Nouvelle-Calédonie)
Etude BRGM 2008	0,72 (Nouméa)
Valeur de l'autorisation d'exploiter SLN de 2009	1,5 (Doniambo)
Figure 12 : Comparaison des accélérations des différentes sources	

Effets sur la Centrale C :

Les stockages en vrac (urée, calcaire, charbon) pourraient éventuellement être affectés par un séisme. Un séisme entraînerait des éboulements latéraux limités dont les effets seraient sans conséquence sur l'environnement et entièrement contenus dans le périmètre de l'usine.

Il en est de même pour les canalisations permettant le transfert des différents fluides de leur point de stockage ou de génération aux zones d'utilisation. Les canalisations sont soit aériennes soit en caniveau, une rupture provoquée par un séisme entraînera l'arrêt de l'unité concernée avec déclenchement de la recherche de la rupture par les services d'exploitation et Sûreté-Prévention-Sécurité qui, dès l'information reçue, donneront l'ordre de fermer la source d'alimentation.

En conclusion :

En l'absence de texte applicable sur la Nouvelle Calédonie, nous considérons qu'au vu des éléments exposés ci-dessus, bien que les conclusions de l'étude du BRGM classent Nouméa dans une zone à risque très faible ($72 m/s^2$, soit zone 1 de l'arrêté du 22 Octobre 2010), il est raisonnable de concevoir les structures et les équipements de l'ensemble des nouvelles installations du projet pour résister à des accélérations horizontales (PGA) de $1,5 m/s^2$. De plus le choix de cette valeur permet de rester en accord avec l'autorisation d'exploiter actuelle de la SLN.

TSUNAMI

Le tsunami ou raz-de-marée se caractérise par une série de vagues de grande longueur d'onde (20 à 300km), se propageant à travers l'océan, à basse fréquence (période de 5 à 60 minutes). Ils sont principalement générés par des séismes superficiels qui occasionnent une déformation du fond marin, mais peuvent aussi résulter de glissements sous-marins ou sub-aériens, d'éruptions volcaniques ou très exceptionnellement de chutes de grandes météorites dans l'océan. Selon la configuration des côtes, l'état de la marée, de la période des vagues et d'autres paramètres, le tsunami peut se présenter sous forme d'inondation comme une marée montante, d'une énorme vague déferlante, d'un mascaret extraordinaire (vague remontant un fleuve).

Soixante-quinze pourcents des tsunamis se produisent dans l'océan Pacifique et la plupart des autres sont observés dans l'océan Indien, en raison de la forte activité tectonique sur le pourtour de ces deux océans.

De manière générale, la Nouvelle-Calédonie est soumise à 3 catégories de Tsunami :

- Les tsunamis locaux qui ne sont pas observables au-delà d'une centaine de kilomètres sont généralement provoqués par des séismes de magnitudes comprises entre 6.5 et 7.0 sur l'échelle de Richter,
- Les tsunamis régionaux qui se propagent sur une distance comprise entre 100 et 1000 km et sont principalement générés par des séismes de subduction de magnitude supérieure à 7.0,
- Les tsunamis transocéaniques, provoqués principalement par des séismes de subduction de magnitude supérieure 8.0, générant des vagues à grande distance (au moins 1000 km).

Un tsunami est toujours composé de plusieurs vagues dont la première n'est généralement pas la plus destructrice ; il peut s'écouler une période de plusieurs minutes à plusieurs heures entre deux vagues successives.

De façon générale, la Nouvelle-Calédonie est exposée principalement aux tsunamis d'origine locale ou régionale, provoqués par des séismes se produisant au niveau des zones de subduction au sud des Salomons et du Vanuatu.

La probabilité de survenue d'un tsunami en Nouvelle-Calédonie, dans un terme non défini, est considérée comme forte, en particulier sur la côte Est.

Plusieurs sources bibliographiques attestent que la Nouvelle-Calédonie a déjà été frappée par un tsunami par le passé. En 1875 par exemple, Lifou a subi un tsunami provoqué par un séisme de magnitude 7.5 dont l'épicentre était situé au Vanuatu. Les vagues auraient atteint des zones situées à plus de 10 m d'altitude.

Depuis cette date, la Nouvelle-Calédonie a subi les effets indirects de 13 tsunamis de faibles ampleurs et non destructeurs mais suffisamment significatifs pour provoquer notamment des inondations aux Loyautés et en Grande Terre.

Dans ce contexte d'ensemble, les tsunamis locaux doivent être considérés avec une attention toute particulière en Nouvelle-Calédonie, du fait d'une grande activité sismique dans la fosse des Nouvelles-Hébrides (Arc du Vanuatu) à quelques 150 km des côtes calédoniennes.

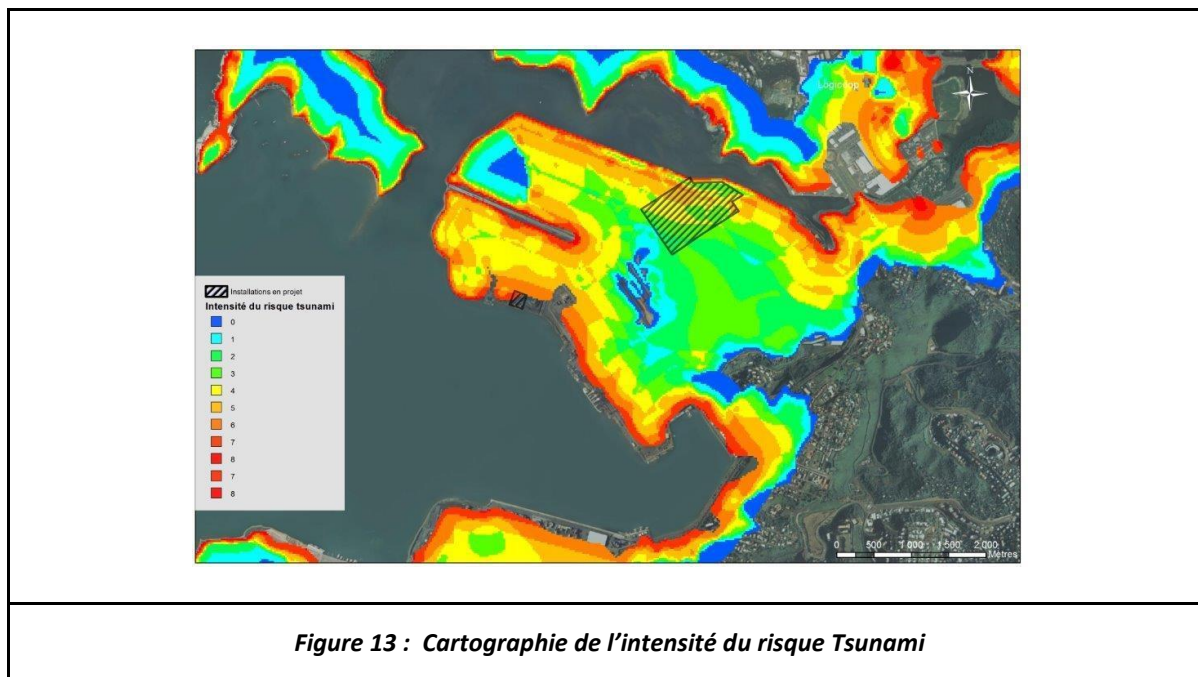
Effectivement, en cas de rupture majeure dans ce secteur, un tsunami pourrait atteindre les Loyautés puis la Grande Terre dans un délai très court, compris entre 10 et 30 minutes.

Une cartographie d'intensité de l'aléa risque tsunami est mis à disposition par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. Cet aléa est caractérisé par un indice d'**intensité** du risque Tsunami fonction de l'altitude et la distance à la côte (cf. figure 13). Elle permet de localiser les populations et les zones d'enjeux face au risque tsunami.

Il est important de noter qu'aucune approche probabiliste n'est donnée dans ce modèle.

Quatre classes d'intensité sont identifiées :

- Intensité forte : +7 à +8,
- Intensité moyenne : +4 à +6,
- Intensité faible : +1 à +3,
- Intensité nulle : -2 à 0.



Cette carte montre que le projet est localisé en zone d'intensité Tsunami comprise entre 3 et 6, tout comme le reste du site de Doniambo, le port autonome et les installations de stockage d'hydrocarbures de SSP à Ducos.

Le plan ORSEC TSUNAMI a été arrêté par le Haut-commissariat en Nouvelle-Calédonie en Septembre 2012 (arrêté HC/CAB/DSC n° 82 du 03/09/2012). En cas de déclenchement de ce dispositif par les autorités, les installations seront mises en sécurité et les employés évacués du site vers le point haut le plus proche (une procédure spécifique sera établie en collaboration avec SLN).

La verse à scorie qui se développe à l'Ouest du projet peut constituer une barrière physique de protection des installations au risque de Tsunami qui permettrait de limiter ses effets potentiels.

Le risque de Tsunami est réel à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie en particulier sur la côte Est du territoire. Cependant, compte tenu de l'absence de caractérisation statistique de l'aléa ni de réglementation spécifique, le projet ne prendra pas de mesure additionnelle spécifique pour gérer ce risque.

FOUDRE

Pour le dimensionnement des installations vis à vis du risque foudre, il a été décidé de retenir la valeur donnée par le logiciel Jupiter (UTE) pour lesquelles le niveau kéraunique moyen atteint est de $N_K = 22$. Cela constitue donc un choix maximaliste pour ce qui concerne le niveau de sollicitation.

Le site de Doniambo est situé en bord de mer dans une zone suffisamment éloignée des reliefs montagneux du Mont Koghi pour juger, par retour d'expérience, ce risque faible par rapport aux risques des cyclones.

Les installations du nouveau projet sont conformes aux dispositions de la réglementation en vigueur.

L'arrêté du 04 Octobre 2010 (modifié le 19 Juillet 2011) et la circulaire du 24 Avril 2008 relatifs à la protection contre la foudre des installations classées prévoient la réalisation d'une étude foudre dont l'objectif est d'identifier, vis-à-vis des risques liés aux impacts directs et indirects de la foudre, les besoins de protection et de prévention sur le site. Les parafoies sont conformes à la série des normes NF EN 61643. Une copie de cette étude est jointe en annexes (Annexe 1 : Doniambo Energie - Nouvelle Calédonie-).

ARF et Annexe 2 : Doniambo Energie-SLN Nouvelle Calédonie-ET).

D'après les conclusions de l'étude foudre, les nouvelles installations de la Centrale C seront protégées par :

- Des installations extérieures de protection foudre (IEPF):
 - ✓ Bâtiments Chaudière : protégé par un paratonnerre à dispositif d'amorçage placé sur chaque chaudière,
 - ✓ Cuves fioul : protégées par un paratonnerre à dispositif d'amorçage,
 - ✓ Stockage couvert de charbon et tour de transfert : protégé par sa toiture qui fera office de dispositifs de capture avec mise en place de 6 descentes de terre au pied de chaque poteau supportant la structure.
- Des installations intérieures de protection foudre (IIPF) : Elles seront mises en place sur les installations électriques (des parafoudres dans chaque armoire BT de distribution) afin de répondre aux effets indirects de la foudre.

INONDATIONS ET PRECIPITATIONS

Le site de Doniambo est construit sur une surface gagnée sur la mer au fil des ans et au rythme de sa production de scories. Cet endigage est réalisé conformément à la convention d'endigage modifiée du 28 Avril 1967.

Les remblais ont été réalisés en grande partie avec de la scorie granulée non compactée. Les eaux de pluie s'infiltrant aisément sauf dans les zones revêtues (goudron, béton, ...) où elles sont canalisées et rejetées à la mer par un réseau de caniveaux et d'égouts.

Les précipitations annuelles s'élèvent en moyenne à 1 091 mm. Les mois les plus pluvieux sont de janvier à avril avec des valeurs mensuelles supérieures à 100 mm. Les mois les plus secs sont septembre, octobre et novembre, où la pluviométrie mensuelle est inférieure à 55 mm.

La région de Nouméa est donc soumise à de très fortes variations de précipitations. Cela peut s'expliquer par la présence de cyclones. En effet, de très fortes pluies accompagnent souvent un cyclone.

Grâce à l'absence de cours d'eau à proximité du site de Doniambo et grâce à la perméabilité des scories composant l'assise du site, on peut considérer qu'il n'y a pas de risque d'inondation.

CYCLONES

Compte tenu de sa position géographique, la Nouvelle-Calédonie est soumise à des dépressions tropicales pendant la saison chaude, soit de Novembre à Avril.

Deux phénomènes caractérisent ce type de phénomènes naturels :

- Les forts vents pouvant générer des risques sur les structures et les équipements,
- Les précipitations denses pouvant générer des risques d'inondation des mêmes cibles. Ce dernier risque est négligeable sur le site de Doniambo (cf. paragraphe précédent).

Une étude issue de l'atlas climatique de la Nouvelle-Calédonie ne dénombre pas moins de 16 dépressions actives sur 25 saisons cycloniques dont 6 passages de cyclone.

Les progrès de la météorologie permettent aujourd'hui de détecter et de suivre l'évolution d'un cyclone avant son arrivée.

La **Direction de la Sécurité Civile (Haut-commissariat de la République en Nouvelle-Calédonie)** décide, sur avis des prévisionnistes de Météo-France, suivant l'intensité et la proximité du phénomène cyclonique

(ayant au moins atteint le stade de dépression tropicale forte), le déclenchement et la diffusion des différents niveaux d'alerte (arrêté HC/CAB/DSC n°98 du 29 décembre 2011, relatif aux consignes d'ordre général à la population en situation de risque cyclonique).

On distingue quatre niveaux d'alertes :

Pré Alerte Cyclonique	Alerte Cyclonique Orange	Alerte Cyclonique Rouge
Phénomène cyclonique dans la zone d'avertissement météorologique intéressant la Nouvelle-Calédonie	Phénomène cyclonique pouvant toucher la Nouvelle-Calédonie dans les prochaines heures	Phénomène cyclonique prévu dans l'immédiat ou en cours
Alerte grise		
<p>La direction de la Sécurité Civile (Haut-commissariat) a créé cette alerte pour informer la population qu'après l'alerte rouge, tout danger n'est pas écarté et que les services publics et privés sont à l'œuvre pour assurer le retour à une situation normale. La population est alors invitée à limiter ses déplacements, à prendre garde aux chutes éventuelles d'objets (troncs d'arbre, toitures...), à ne pas toucher aux fils électriques tombés au sol.</p> <p>D'un point de vue météorologique, le phénomène s'éloigne, mais des dangers persistent. Fortes pluies, crues, grosse mer et vents violents sont encore possible, aussi faut-il continuer à suivre les bulletins météo et écouter les médias.</p> <p>La levée de l'alerte grise est annoncée par le Haut-Commissariat.</p>		
Figure 14 : Les différents niveaux d'alertes cycloniques		

Les nouvelles structures répondent aux exigences d'un classement en région zone 5 avec effet de site exposé exposées dans les règles DTU P06-002 (Règles NV 65 Avril 2000).

Cela correspond à une pression dynamique de base extrême de $210 \text{ daN/m}^2 \times 1,2 = 252 \text{ daN/m}^2$ et une vitesse maximale de vent de 230 km/h.

En cas d'aléa cyclonique, une procédure spécifique est déclenchée sur le site de Doniambo de SLN, comme sur celui de Doniambo Energie, de manière à garantir la sauvegarde des personnes et des biens.

Les principales mesures de sécurité concernent :

- L'alimentation électrique (l'alimentation HT est maintenue). Tout est mis en œuvre pour maintenir l'alimentation BT. Pour les installations vitales, des secours par groupes électrogènes ou des moteurs diesel existent,
- Les lignes principales 63 kV qui relient la Centrale C au cœur de l'usine, seront des lignes enterrées,
- Le risque d'eau dans le nouveau stockage couvert de charbon,
- Les risques de destruction par le vent (soulèvement et envol de tôles, soulèvement de grues, etc.). Le risque que des éléments en provenance de l'usine, soulevés et projetés par les vents, atteignent des installations extérieures est peu probable, compte tenu de la superficie importante du site et de la position décentrée des installations sur le site voire à proximité de la mer pour le nouveau stockage couvert de charbon. Un tel incident ne s'est jamais produit.

Le risque cyclonique est donc important mais les nouvelles installations répondent aux normes de construction pour résister à ce type de phénomène naturel.

EFFONDREMENT / GLISSEMENT DE TERRAIN

Le site n'est pas sujet à l'apparition de glissement de terrain sur l'emprise des installations de la future centrale, compte tenu de la topographie plane de la zone.

Toutefois, les installations se situeront à proximité de la verse à scorie, en cours d'élaboration. La verse à scories (rubrique 2720 de la nomenclature des ICPE du code de l'environnement Province Sud) est soumise aux exigences de l'article 12.10 de l'arrêté d'exploitation de Doniambo.

Des mécanismes de rupture peuvent avoir lieu sur les versants maritimes de la verse à scorie en cours de rehausse.

On peut identifier trois types de mécanismes de rupture :

- Des ruptures intrinsèques de la scorie
 - ✓ Dans ce cas, l'interface de glissement est créée au sein de la scorie. Ce type d'incident se produit lorsque l'angle de talus est supérieur ou égal à l'angle de frottement interne du produit à stocker.
 - ✓ Dans le cas de cette verse, les conséquences éventuelles sont une pollution localisée des eaux marines par mise en suspension des fines de scorie et des sédiments et une accumulation progressive de la scorie dans l'Anse Uaré et la Grande Rade, en pied de verse, pouvant conduire à un rétrécissement progressif du chenal de l'Anse Uaré.
- Des ruptures par glissement à l'interface scorie/assise
 - ✓ L'assise ne présente pas les caractéristiques mécaniques nécessaires permettant l'adhérence du pied de verse. Dans le cas de cette verse, ce phénomène pourrait prendre naissance au sein de l'horizon argileux.
 - ✓ Les conséquences éventuelles sur l'environnement sont identiques à celle du mécanisme de rupture précédent. Cependant, le périmètre d'influence serait plus important avec à l'extrême un bouchage temporaire du chenal de l'Anse Uaré.
- Des ruptures par glissement profond
 - ✓ L'assise n'a pas suffisamment de cohésion pour supporter le poids de la scorie entraînant un tassement anormal de celle-ci et son renflement latéral.
 - ✓ Les conséquences éventuelles sur l'environnement sont identiques à celles qui seraient générées par des mécanismes de type glissement au niveau de l'horizon argileux.

Ces risques ont été pris en compte dès la phase de conception de l'ouvrage¹. Ainsi, plusieurs campagnes de reconnaissance géotechnique ont été réalisées de manière à caractériser le mieux possible les propriétés mécaniques de l'assise et de la scorie.

Des règles de construction adéquates sont adoptées de manière à garantir la stabilité à long terme de l'ouvrage (pente intégratrice sécuritaire, réseau de drainage et végétalisation pour minimiser la création de nappe phréatique temporaire ou permanente, végétalisation avec des mangroves en bordure de mer pour minimiser l'érosion maritime, ...).

Pendant la phase de rehausse de cette verse, des outils de conduite et de contrôle ont été mis en œuvre pour s'assurer du respect de ces règles de construction.

¹ DDAE Verse à scorie Doniambo. SLN. 2004

A ce titre, un contrôle rigoureux de son mode de construction et de sa stabilité est entrepris par la société SLN :

- Un groupe de travail spécifique regroupant les différents acteurs du projet est piloté par l'exploitant SLN (FG, DIME, DEI, AF, expert géotechnique externe),
- Un audit externe est réalisé annuellement par une société prestataire afin de contrôler la qualité d'exécution des travaux de construction de la verse à scorie et son évolution au cours du temps.

Suite aux visites mensuelles d'audit qui ont eu lieu durant l'année 2012 et le premier semestre 2013, les conclusions montrent que les travaux de construction de la verse à scorie se déroulent de façon conforme au projet.

L'auscultation géotechnique se déroule à une fréquence acceptable et ne montre aucune anomalie de comportement de la verse ni de l'assise. La cadence de rehausse globale est lente et les déplacements dans l'assise sont faibles.

Les nouvelles installations de la centrale seront ancrées sur des pieux reposant sur le plancher marin. Des études géotechniques spécifiques sont menées pour assurer la stabilité à long terme des ouvrages.

Ce risque est considéré comme négligeable pour les nouvelles installations.

FEUX DE BROUSSE

Le site de Doniambo est situé dans une zone urbanisée.

Les risques de propagation d'incendie peuvent provenir en saison sèche :

- De la zone non encore urbanisée de Ducos (rue de Papeete) entre les quartiers de Raoul Follereau et Martin Lecolle. Cependant, le site est entouré en face de cette zone par une « ceinture de sécurité » formée par le chenal de l'Anse Uaré et la Grande Rade,
- Des collines de la Montagne Coupée à Montravel. Les voies de circulation autour du site ainsi que les ateliers municipaux réduisent les risques en constituant également « une ceinture de sécurité ».

Ce risque est considéré comme négligeable pour les nouvelles installations.

3.3 Risques liés à l'environnement industriel

ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

L'installation projetée est située en bordure Est du site industriel de Doniambo, exploitée par la Société Le Nickel et d'une superficie totale de 210 ha. La proximité des installations de SLN sont susceptibles en cas d'accident d'avoir des impacts sur les installations de la future centrale électrique.

Outre les zones commerciales et résidentielles, le site industriel de Doniambo (et le projet) est également entouré d'activités industrielles plus ou moins lourdes. Les principales zones à relever sont :

- Le dépôt pétrolier de SSP (Société de Services Pétroliers) situé au nord-est du site industriel de Doniambo, qui accueille des activités de stockage de carburant, ainsi qu'un poste de distribution de carburant,
- La zone industrielle de Ducos, située au nord-est du site (au-delà du dépôt de SSP) et qui accueille diverses activités industrielles et artisanales,
- La zone de Montravel qui accueille les installations de la société Le Froid,
- La zone de la Montagne Coupée, qui accueille quelques garages automobiles.

- Côté opposé, à l'Ouest du site de Doniambo, le Port Autonome de Nouméa.

Seul le dépôt de la Société de Services Pétroliers a été retenu comme pouvant avoir des impacts sur le projet du fait de sa proximité.

RISQUES LIES AUX INSTALLATIONS DE LA SLN

Risques liés aux stockages d'hydrocarbures liquides :

La SLN stock deux types de fioul (basse teneur en soufre – BTS et très basse teneur en soufre – TBTS) dans les réservoirs à toits fixes T01, T03, T04 et R4 situés dans les cuvettes A, B et C (Voir Figures ci-dessous).

Les stockages sont situés à l'ouest de l'usine, près du quai de déchargement des bateaux. Cette zone est limitée à l'est par les stockages de minerai brut.



Figure 15 : Localisation des stockages de fioul de la SLN (source EDD Doniambo 2013)

Réservoir	Cuvette	Capacité (m ³)	Hauteur (m)	Diamètre (m)	Volume de la cuvette de rétention (m ³)	Volume cuvette requis d'après code de l'environnement (m ³)
TO1	B	25000	11	55	38 000	25 000
TO3	C	28 000	12	55	73 400	60 000
TO4	C	60 000	19	63	73 400	60 000
R3	A	Réservoir non-utilisé et désaffecté	-	-	-	-
R4	A	10 000	10	36	20 000	10 000
Figure 16 : Caractéristiques des bacs de stockages de fioul de la SLN						

Les cuvettes de rétention sont délimitées par les hauteurs de merlon suivantes :

- Cuvette A : 3 m,
- Cuvette B : 4 m,
- Cuvette C : 3.3 m. La cuvette C est scindée en 4 compartiments A, B, C et D.

L'incendie constitue le risque majeur des dépôts de fioul.

Les calculs réalisés sur les scénarios d'incendie du dépôt de fioul de la SLN ont été repris de la dernière mise à jour de l'étude de dangers de SLN en date de décembre 2013.

Ainsi :

- Pour les effets de surpression dus à une explosion de bac atmosphérique, le modèle du GTDLI énoncé dans le cadre de la circulaire du 31 juillet 2007 relative aux explosions de réservoirs cylindriques verticales, a été utilisé,
- Pour les effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides de catégorie B ou C, la méthode du chapitre 6 du CPR 14E dit "Yellow Book" réalisée par le TNO qui utilise le modèle de la flamme solide,
- Pour le boil-over des bacs de dépôts de liquides inflammables l'évaluation des effets selon le rapport Oméga 13 de l'INERIS ainsi que le guide bleu de l'UFIP, a été utilisé.

Les zones d'effets réglementaires telles que décrites dans l'arrêté du 29 septembre 2005 - SEI (seuil des effets irréversibles), SEL (seuil des effets létaux) et SELS (seuil des effets létaux significatifs) - retenues correspondent à l'enveloppe des zones suivantes :

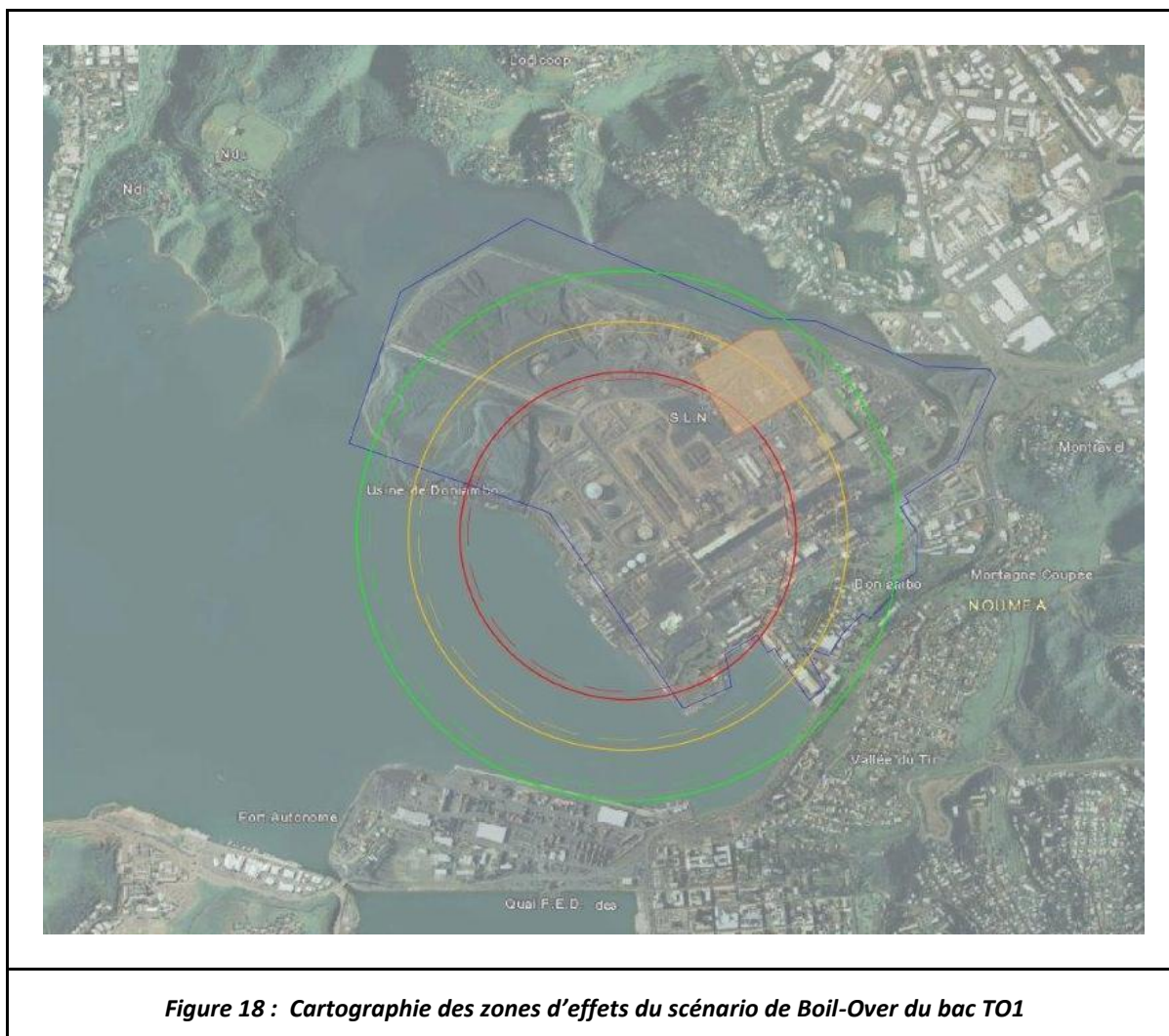
- Zones délimitées par un flux thermique de 3 kW/m² (SEI), 5 kW/m² (SEL) et par 8 kW/m² (SELS),
- Zones délimitées par une dose thermique de 600 [(kW/m²)^{4/3}].s (SEI), 1000 [(kW/m²)^{4/3}].s (SEL) et par 1 800 [(kW/m²)^{4/3}].s (SELS),
- Zones correspondantes à l'onde de choc pour 50 mbar (SEI), 140 mbar (SEL) et 200 mbar (SELS).

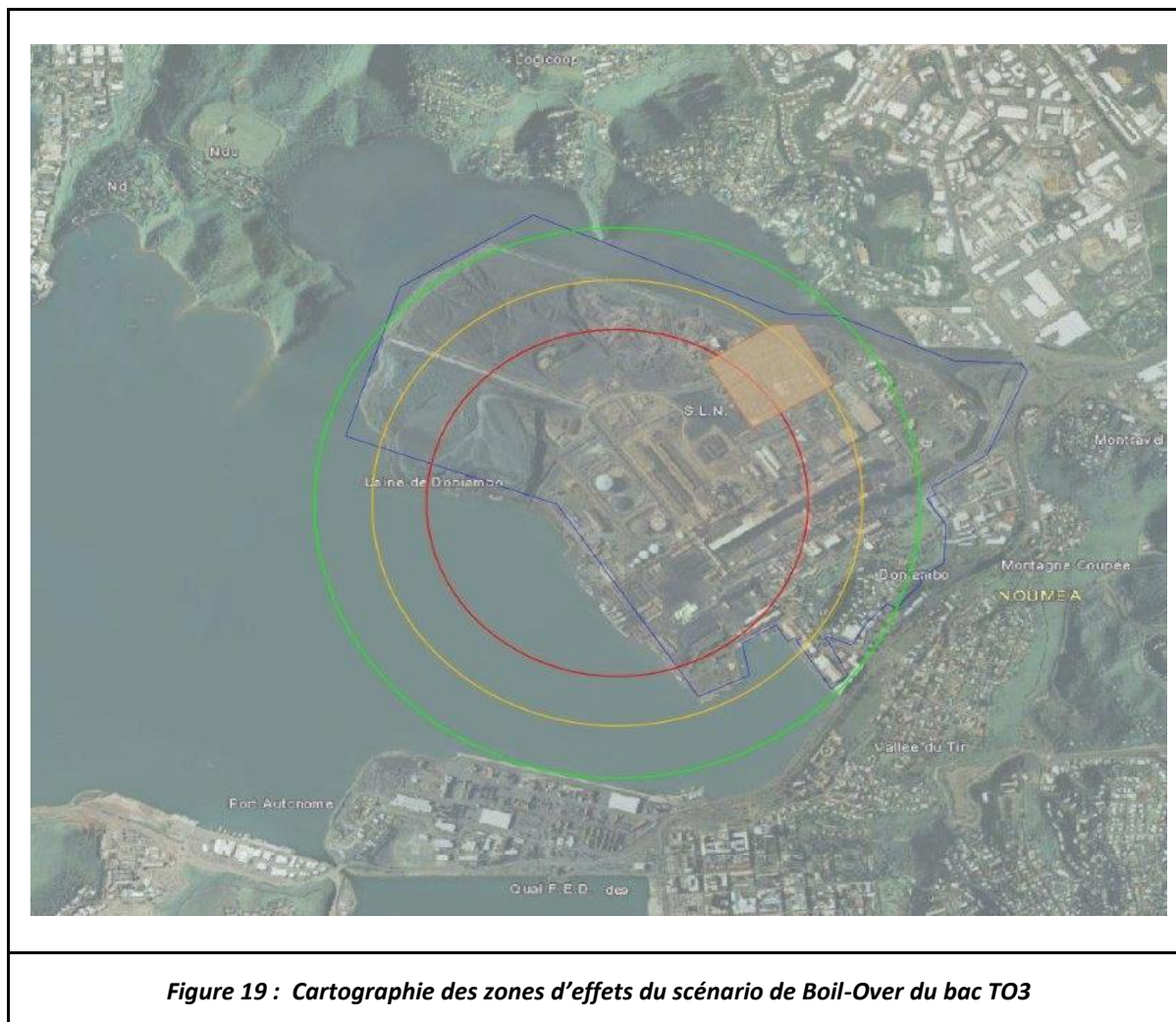
Les scénarios majeurs susceptibles d'impacter les installations du projet qui ont été retenus sont les scénarios de boil-over des réservoirs T04, T03 T01 avec **capacité réduite**². Les résultats présentés dans le tableau suivant montrent que les seuils d'effets dominos au niveau du projet sont dépassés (1800 [(kW/m²)^{4/3}].s).

<i>Zone de danger</i>	<i>SEI (m)</i>	<i>SEL (m)</i>	<i>SELS (m)</i>	<i>Délai de survenu</i>
<i>Dose thermique</i>	600 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	1 000 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	1 800 [(kW/m ²) ^{4/3}].s	-
T01 (volume limité à 86 % de sa capacité)	1000	810	620	16h30
T03	1110	900	700	21h
T04 (volume limité à 47 % de sa capacité)	1100	900	690	16h
R4	690	560	420	17h30
Figure 17 : Seuils de vulnérabilité et distances d'effets d'un boil-over stockages d'hydrocarbures				

² Suite à la mise à jour de l'étude de dangers du site de Doniambo, SLN a décidé de diminuer le volume de fioul stocké dans certains bacs afin de limiter les distances d'effets liées au scénario de boil-over.

La représentation cartographique des distances d'effets de boil-over des bacs de fioul est donnée sur les figures ci-après (les cercles tracés en trait pleins présentent les zones d'effets des réservoirs à pleine capacité, en pointillés sont indiquées les zones d'effets pour les stockages en configuration réduite) :





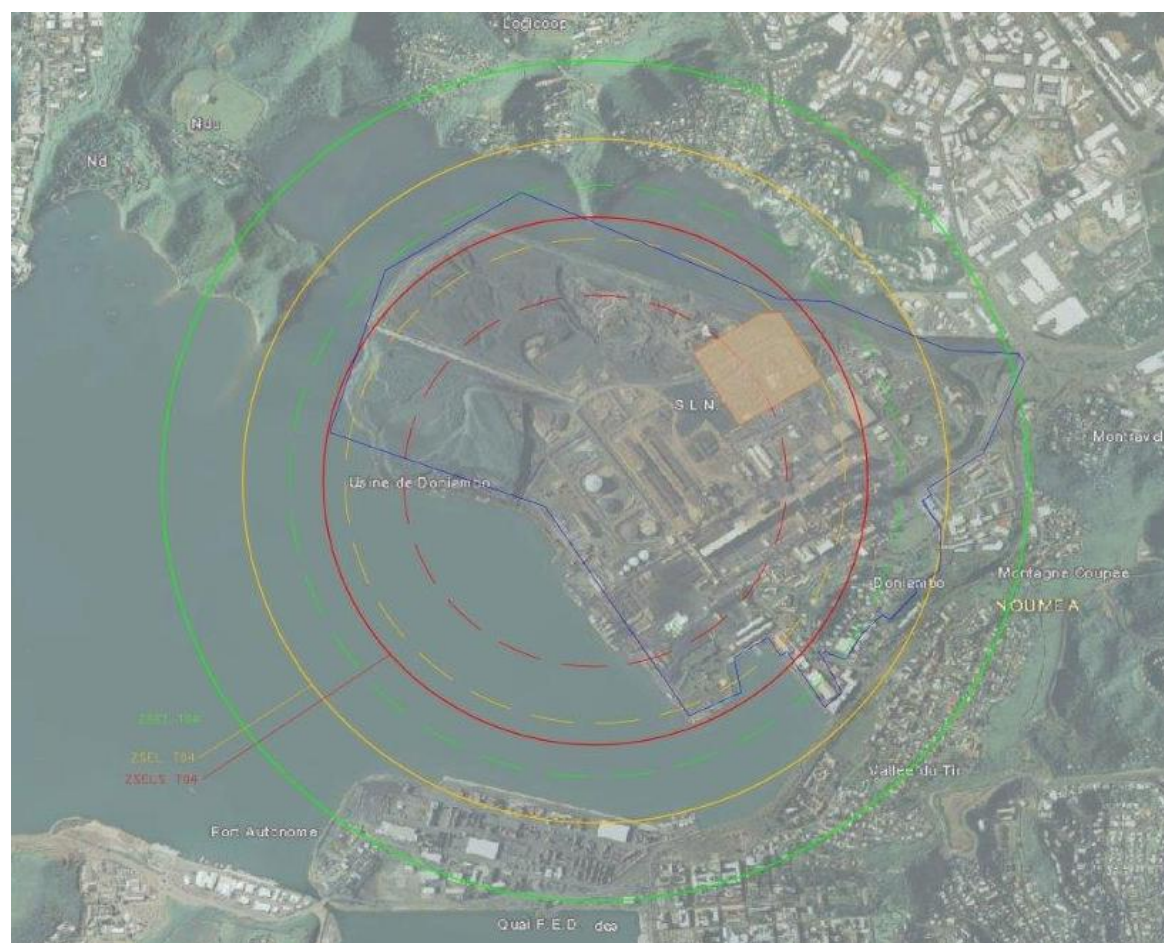


Figure 20 : Cartographie des zones d'effets du scénario de Boil-Over du bac TO4

Le stockage de charbon couvert, les installations de manutention et de convoyage du charbon pourraient être impactés par le boil-over des bacs TO4 ou TO3 ou TO1. Le seuil des effets dominos lié au boil-over du bac TO1 est atteint au niveau de la ligne de production Ouest de la future centrale.

Les distances d'effets correspondantes au seuil des effets dominos du scénario de boil-over du réservoir R4 n'atteignent pas les limites du projet.

En termes de probabilité d'occurrence, l'EDD de Doniambo (2013) estime la probabilité de survenue d'un tel phénomène de boil-over à 9.10^{-6} /an soit un classement comme **événement extrêmement peu probable**. Par ailleurs, la cinétique particulièrement **lente** de ce type d'événement laisse le temps de mettre à l'abri les personnes susceptibles d'être impactées (le délai de survenue d'un boil-over pour des réservoirs contenant 3 m de liquide est de 5 h et de 17 h 30 à 34 h pour des réservoirs pleins).

Les distances d'effets correspondantes au seuil des effets dominos (SELS - 200 mbar, 8 kW/m²) calculées pour les autres scénarios d'incendie du stockage de fioul **n'atteignent pas la zone du projet**.

Les scénarios correspondants sont le feu de cuvette et l'explosion de bac atmosphérique et les résultats sont indiqués dans les tableaux ci-après :

Zone de danger	SEI (m)	SEL (m)	SELS (m)
----------------	---------	---------	----------

Surpression	50 mbar	140 mbar	200 mbar
TO3	NA ³	NA	NA
TO1	NA	NA	NA
TO4	NA	NA	NA
R4	115	55	40

Figure 21 : Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des explosions de bacs du stockage de fioul de la SLN

Zone de danger	SEI (m)	SEL (m)	SELS (m)
Flux thermique	3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
TO3	109	69	40
TO4	109	69	40
TO1	89	58	36
R4	85	56	33

Figure 22 : Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des feux de cuvettes du stockage de fioul de la SLN

Zone de danger	SEI (m)	SEL (m)	SELS (m)
Flux thermique	3 kW/m ²	5 kW/m ²	8 kW/m ²
TO3	52	35	27
TO4	57	38	29
TO1	52	35	27

³ Les réservoirs TO1, TO3 et TO4 équipés d'évents de surpression ne sont pas soumis à ce phénomène

R4	38	26	21
Figure 23 : Seuils de vulnérabilité et distances d'effets d'un feu de bac d'hydrocarbures de la SLN			

Afin de prévenir le risque d'incendie sur les bacs de fioul, la SLN prend différentes mesures de prévention et de protection présentées ci-après.

Les bacs de fioul sont équipés:

- D'un indicateur de niveau local avec alarme haute (90%) et très haute (95%) au dispatching fluide (NRJ),
- D'un thermomètre local avec en plus sur les TO3 et TO4 des sondes de températures au pas de 5 m de hauteur. La température du fioul au niveau de la tubulure d'alimentation des bacs est transmise au dispatching fluides (NRJ),
- De tubulures d'évent.

Lors du dépotage d'un pétrolier dans l'un des bacs, une surveillance est assurée pendant toute l'opération.

Le dépôt a fait l'objet de travaux de mise en conformité en 2013 en termes de protection incendie et de traitement des effluents.

Les cuvettes de rétention sont équipées d'un puisard et d'un dispositif de pompage associés pour évacuer les eaux de pluies et si nécessaire vers un dispositif de séparation eaux/hydrocarbures notamment en cas d'incident.

Les moyens de lutte contre l'incendie couvrent l'ensemble du stockage et comprennent :

- 3 boîtes à mousse (TO1, TO3 et TO4),
- 3 Couronnes de refroidissement eau ou mousse (TO1, TO3 et TO4) à 25 l/min/ml,
- Quatre lances monitors à 9500 l/min,
- Queues de paon (protection rack électrique) sur réseau d'eau brute,
- Brouillards d'eau (2 skids et 4 lances monitors) sur réseau d'eau brute,
- Déversoirs à mousse au niveau des 2 stations de pompage de fioul,
- Trois motopompes diesel alimentent le réseau incendie en eau de mer. Elles ont une capacité unitaire de 750 m³/h à une pression de 9 bars (soit au total 2250 m³/h).

Des mesures de prévention sont en application au niveau du stockage pour limiter la création de points chauds (pare-flamme sur les véhicules, interdiction de fumer, permis de travail).

SLN travaille actuellement sur la mise à jour de son Plan d'Opération Interne suite à la mise à jour de l'étude de dangers fin 2013. Ce document précisera l'organisation de la SLN en réponse à un problème sur son site de Doniambo en tenant compte du voisinage à savoir Enercal, EMC et SSP.

La cinétique lente du phénomène de boil-over d'un bac de fioul laisse suffisamment de temps pour mettre à l'abri le personnel de la centrale ainsi que pour mettre en sécurité les installations. Par ailleurs, la quantité de fuel stockée sera considérablement réduite après la mise en place du nouvel atelier charbon de SLN et de la Centrale C.

Compte tenu des dispositions prises par SLN et Doniambo Energie en matière de sécurité, mais aussi de la cinétique lente du phénomène de boil-over, le risque d'effets dominos des installations de stockage de

fioul de SLN sur le site de Doniambo Energie est jugé négligeable.

Risques liés à l'explosion d'un stockage d'oxygène de la centrale de production d'O₂ :

La SLN produit de l'oxygène et de l'azote à partir de sa centrale à oxygène pour ses besoins de production et pour ses utilités. L'air est distillé dans une centrale cryogénique où il est produit de l'azote liquide et de l'oxygène.

La centrale à oxygène et à azote est composée de :

- Deux assécheurs frigorifiques,
- Deux déshuileurs,
- Deux épurateurs d'air R01 et R02,
- D'une turbine D1,
- D'un échangeur E01,
- D'une colonne de distillation.

Elle comporte également :

- Un stockage cryogénique de 74m³ d'oxygène liquide,
- Deux capacités de 200 m³ chacune de stockage d'oxygène gazeux à 30 bars,
- Un stockage cryogénique de 5 m³ d'azote liquide,
- Un réseau de 12 bonbonnes de 1 m³ d'azote gazeux opérées sous forte pression.

La centrale alimente un réseau d'oxygène 16 bars de 1 à 4 pouces, un réseau d'azote 25 bars de 1 à 6 pouces et un réseau de 90 bars d'azote en 1 pouce.

Selon l'état physique du gaz, liquide ou gazeux, il peut se produire deux phénomènes explosifs distincts. Pour les gaz stockés de manière cryogénique, il peut se produire un BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), alors que pour les gaz stockés à températures ambiante il peut se produire une explosion pneumatique.

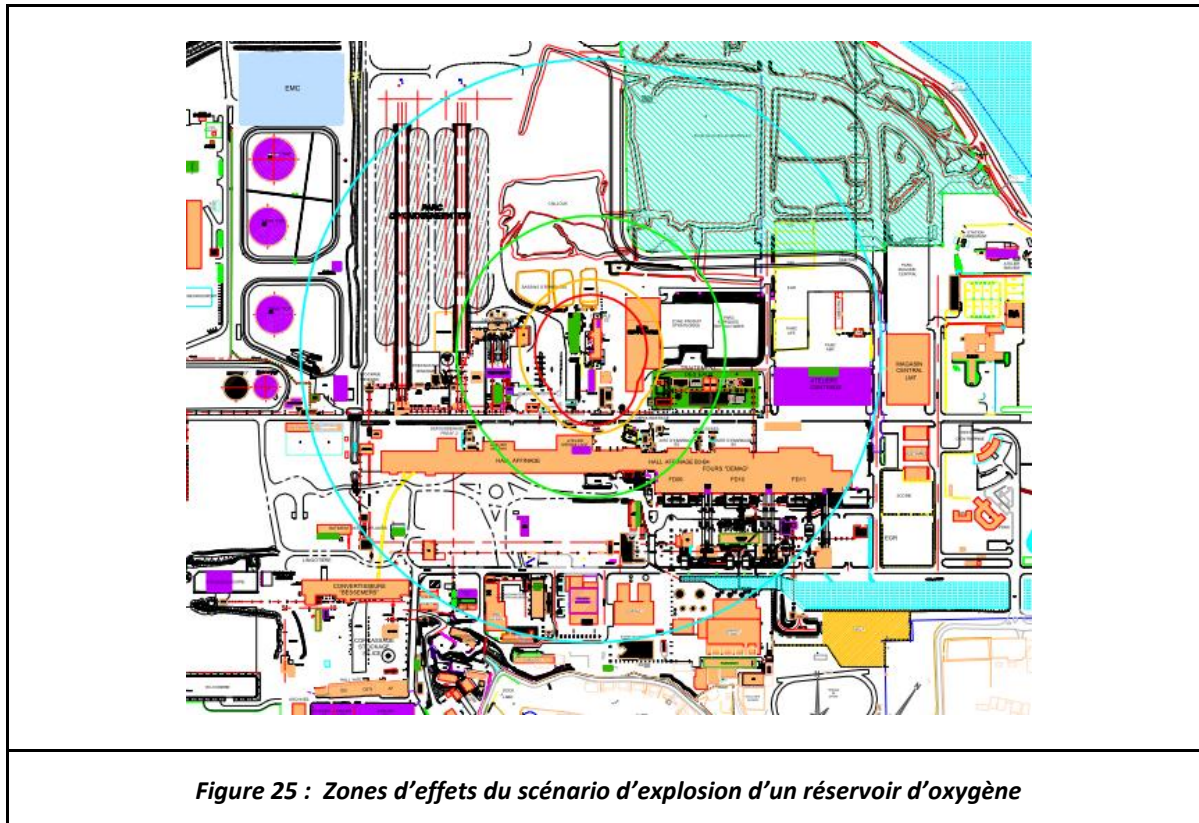
Les modélisations des effets de surpression dus à un BLEVE ont été réalisées avec le logiciel PHAST.

Les effets de surpression pour l'explosion pneumatique sont calculés avec la méthode de Baker (pression de rupture égale à 2.5 fois la pression de service). La méthodologie de calcul est extraite du Yellow Book du TNO CPR 14E.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Zone de danger	SEI (m)	SEL (m)	SELS (m)
Surpression	50 mbar	140 mbar	200 mbar
Réservoir cryogénique de 74 m ³ à 2 bars	192	101	80
Réservoir gazeux de 200 m ³ à 30 bars	168	75	63

Figure 24 : Seuils de vulnérabilité et distances d'effets des explosions d'un stockage d'oxygène des ateliers NRJ de la SLN



Aucune nouvelle installation du projet n'est impactée par les scénarios d'accident liés aux stockages d'oxygène de la SLN.

Les risques liés aux autres installations de la SLN :

Les autres scénarios étudiés dans l'étude de dangers de 2013 n'impactent pas les installations du projet de Centrale C (voir tableau ci-dessous).

Scénarios étudiés	Effets dominos sur le projet de Centrale C (SELS)
Feu de cuvette de rétention des stockages de fioul	Non
Feu d'un bac de fioul	Non
Explosion d'un réservoir de fioul	Non
Rupture d'un flexible ou d'une canalisation comportant du fioul	Non
Feu d'un stockage de charbon ou d'anthracite en vrac	Non
Explosion d'un stockage de charbon pulvérulent	Non
Contact eau/métal en fusion	Non
Contact eau/scorie en fusion	Non

Feu de stock de soufre	Non
Explosion d'un stockage de gaz inflammable (acétylène ou propane)	Non
Figure 26 : Effets dominos potentiels sur le projet de Centrale C	

Travaux d'entretien et de maintenance :

L'intervention humaine, lors de travaux d'entretien ou de maintenance, présente principalement le risque de création de points chauds par meulage, ou soudure, dans des zones d'emploi ou de stockage de produits inflammables.

Ces risques, non négligeables, sont maîtrisés par :

- La formation et l'information du personnel et des sous-traitants aux risques existants sur le site,
- Le strict respect des procédures de permis de feu et de maintenance,
- L'affichage et la signalisation des zones à risques spécifiques.

Risques liés à la circulation dans Doniambo Energie:

La circulation interne sera régie par le règlement général d'hygiène et de sécurité. La vitesse sera limitée à maximum 40 km/h.

La nécessité d'avoir une habilitation (service, autorisation temporaire, ...) pour circuler sur une voie limite le nombre de véhicules en circulation sur le site et plus particulièrement dans les zones sensibles dont l'accès est restreint.

Les mouvements internes de produits sensibles par voie terrestre sont limités :

- Au transfert du charbon par camion depuis les quais, vers le stockage de la Centrale C,
- Le transfert par camion des stockages d'urée et de calcaire, depuis les quais vers les stockages dédiés sur le site de la Centrale C,
- Au transfert de différents produits de leur stockage au service utilisateur en emballage (fût, big-bags, ...) qui se fait également par camion ou engin élévateur. Un accident avec détérioration du chargement serait également très limité et sans conséquence sur l'environnement extérieur à l'usine,
- A l'approvisionnement en gazole, scénario identique à celui décrit ci-dessus,
- Au transport du gypse extrait de la désulfuration des fumées de la Centrale C. Un accident à l'intérieur du site aura des effets limités avec peu d'incidence sur l'environnement.

DEPOT DE LA SOCIETE DE SERVICES PETROLIERS DE DUCOS

Ce dépôt est constitué de 8 réservoirs de capacité totale inférieure à 30 000 m³, répartis à l'intérieur de 2 cuvettes de rétention. Les produits stockés sont : du gazole, de l'essence et du jet A1.

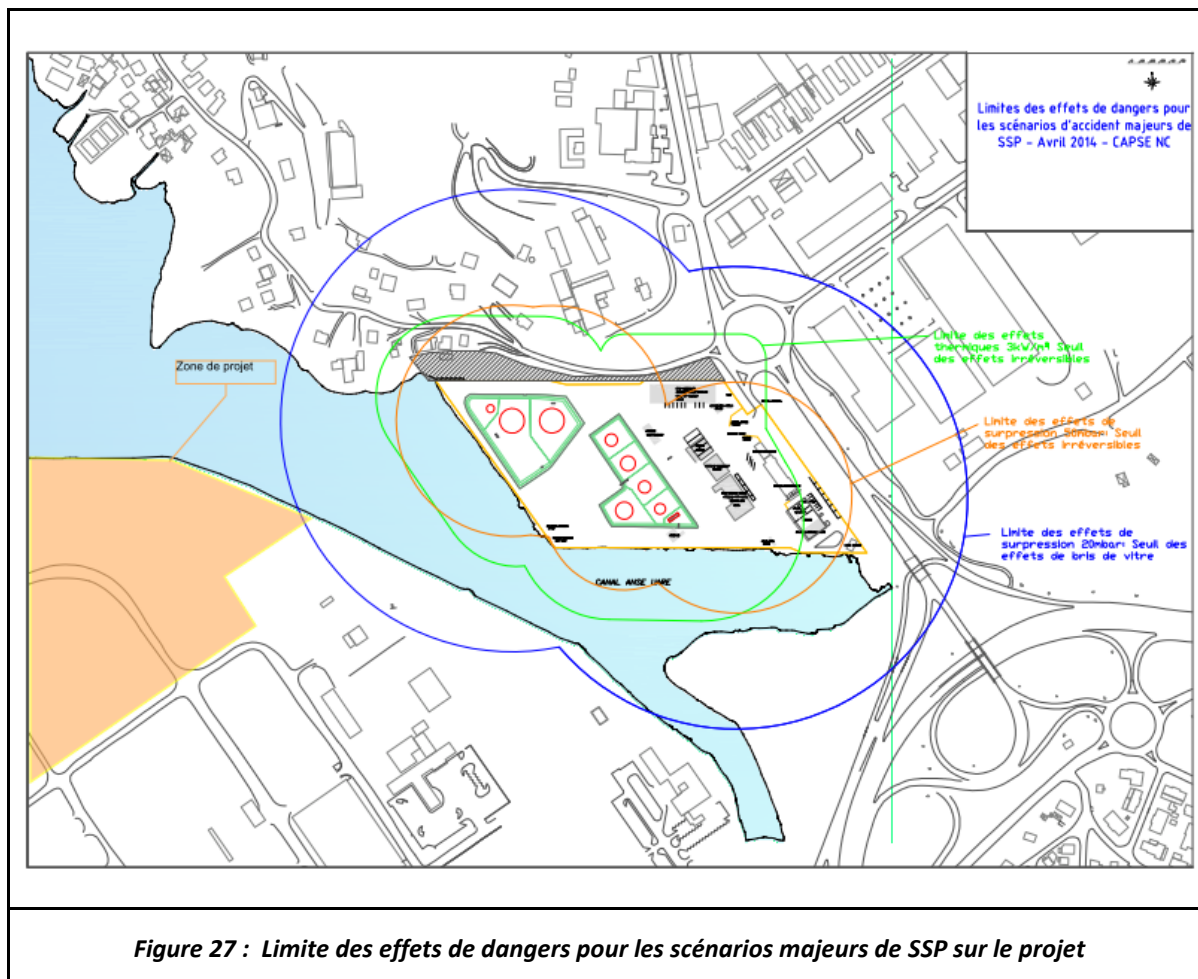
Les risques majeurs présentés par le dépôt de la Société de Services Pétroliers conduisant à des effets thermiques hors du site de SSP sont les feux de cuvette 1, de cuvette 2 et de dock à produits « blancs » ou lubrifiant.

Les effets de suppression sont dus soit au risque d'explosion de bac, soit à l'inflammation d'un nuage de vapeurs d'hydrocarbure au niveau des cuvettes ou du dock de produits « blancs ».

Les seuils d'effets dominos thermiques (8 kW/m²) et de surpression (200 mbar) correspondants

n'atteignent pas la zone de projet de Doniambo Energie.

Le plan avec les distances de sécurité associées aux effets de la SSP sur Doniambo Energie est présenté sur la figure ci-après :



APPROVISIONNEMENT DU DEPOT DE LA SOCIETE DE SERVICES PETROLIERS

La Société de Services Pétroliers utilise le quai Nord-Ouest de la SLN pour dépoter les pétroliers. Elle dispose d'une cuve de 40 m³ sur ce même quai.

Un pipeline, qui contourne les limites du site en projet par le Nord permet le transfert des hydrocarbures du poste de dépotage vers les stockages de la Société de Services Pétroliers à Ducos. Cette implantation est conforme à l'arrêté du 21 avril 1989 fixant la réglementation de sécurité pour les pipelines à hydrocarbures liquides. De plus, le pipeline est enterré et sa zone isolée lorsqu'il est en service.

Toutefois, si un incident intervient, il sera très limité du fait de la surveillance très renforcée de la zone notamment lors des activités de dépotage/remplissage et ses effets, limités à sa zone de sécurité, seront sans conséquence pour les nouvelles installations.

PORT AUTONOME DE NOUMEA

Le seul risque ayant pour origine les activités du port et pouvant avoir un impact sur les installations est l'explosion d'une quantité d'explosifs.

Compte tenu de la distance séparant les deux installations (environ 1600 m) et en appliquant le calcul des zones de sécurité d'un stockage d'explosifs suivant le décret 79-846 du 28/9/79 opposable en France et la circulaire DPPR/SEI2/IH-07-0111 du 20 Avril 2007 relative à l'application de l'arrêté fixant les règles relatives à l'évaluation des risques et à la prévention des accidents dans les établissements pyrotechniques, il apparaît que les nouvelles installations comme l'ensemble de l'usine sont en zone « Z4 » et qu'elles ne subiraient, en cas d'explosion, que des « dégâts légers » sans répercussion sur les installations sensibles.

RISQUES LIES A LA CIRCULATION

Circulation routière :

La circulation routière extérieure au site et les incidents éventuels qui peuvent y survenir sont sans conséquence sur le site du fait de sa position isolée.

La route principale la plus proche des nouvelles installations est la Voie E1 et elle est située au minimum à 650 m de la Centrale C.

Les risques liés au trafic routier est négligeable sur les nouvelles installations d'autant plus que les 2/3 du site est entouré par la mer.

Circulation ferroviaire :

Il n'y a pas de liaison ferroviaire en Nouvelle-Calédonie.

Circulation maritime :

La gestion des mouvements des bateaux sur le quai du site de Doniambo est décrite dans une procédure SLN spécifique. Les installations du projet sont suffisamment éloignées des quais pour ne pas être impactées en cas d'incident.

Circulation aérienne :

Les installations projetées seront situées en dehors des servitudes de dégagement aéronautique de l'aérodrome de Magenta.

Cependant, au vu de l'importante hauteur (63 m) des cheminées leur balisage diurne et nocturne sera réalisé conformément à l'arrêté du 07 Décembre 2010⁴. Le balisage sera constitué de la manière suivante :

Diurne : Marquage par bandes rouges et blanches alternées (au pas de 1/7 de la hauteur), les bandes supérieures et inférieures étant rouges.

Nocturne : Des feux rouges à éclat moyenne intensité (MI) de type B (intensité moyenne de 2000 candelas (cd) à 0° de site) disposés entre 1,5 et 3 m au-dessous du sommet des cheminées et rouges fixes basse intensité (BI) de type B (intensité de 32 candelas (cd) entre 2° et 10° de site) disposés à mi-hauteur; avec une alimentation secourue par un système batterie/chargeur garantissant la continuité de service en cas de panne de secteur. L'autonomie de la batterie sera de 12 h minimum avec la mise en place également d'une procédure de vérification régulière de l'état de la batterie (autonomie, charge ...).

En fonction de la situation des marques ou des feux par rapports aux autres bâtiments de la centrale, certains éléments de balisage pourront être réajustés.

L'héliport du site (qui est en dehors de la zone industrielle) n'est plus utilisé.

⁴ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000023212799>

RISQUES LIES AUX RESEAUX PROCHES

Réseau de gaz :

La Nouvelle-Calédonie ne possède pas de réseau de gaz, c'est en partie pour cela que l'alimentation en charbon de la Centrale C a été choisie.

Réseau électrique :

Le site de Doniambo possède un poste 63 kV et un « poste électrique 15 kV » à proximité de l'ancienne centrale A (environ 600 m au Sud). Ces postes sont alimentés par un réseau aérien de lignes électriques qui entrent sur le site de Doniambo au Sud.

L'arrivée de ces lignes électriques (poste 63 kV) est distante de plus de 600 m de la nouvelle Centrale C.

D'après les distances décrites, un incident sur les lignes électriques ne peut pas impacter l'une des installations étudiées dans le présent dossier.

RISQUES LIES A L'INTRUSION

Le site de Doniambo Energie sera entièrement clôturé et l'accès s'effectuera par l'entrée principale SLN. Le poste de gardiennage de la SLN assurera un premier niveau de contrôle.

Pour entrer sur le site même de Doniambo Energie, il y aura un système d'accès par badge électronique. Les visiteurs, après s'être fait connaître au portail d'entrée, devront se présenter à la salle de conduite pour obtenir un laissez-passer.

Un système de ronde par les opérateurs permettra la surveillance des activités sur le site.

TRAITEMENT SPECIFIQUE DE CERTAINS EVENEMENTS INITIATEURS

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

- Chute de météorite,
- Séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées,
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur,
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur,
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome,
- Rupture de barrage,
- Actes de malveillance.

3.4 Bilan

A l'exception des cyclones, l'environnement naturel présente peu de risques pour le projet. Les installations sont dimensionnées en tenant compte l'aléa cyclonique.

Les autres risques liés à l'environnement de l'établissement (voies de circulation, réseaux proches, intrusion/malveillance, sous-traitance) sont soit négligeables, soit pris en compte dès la phase de

conception du projet.

Concernant la proximité des installations industrielles de la SLN, il est à noter qu'un phénomène de boil-over sur le parc à fioul (bacs TO1/TO3/TO4) est susceptible d'effets dominos sur le projet de Centrale C. Ce risque étant géré par la mise en place de mesures de prévention et de protection (protection incendie, POI, consignes de sécurité) mais aussi limité par la cinétique lente du phénomène dangereux, les effets dominos sont jugés non significatifs pour le projet.

Les installations de stockage d'hydrocarbures de la SSP ne sont pas susceptibles d'effets dominos sur le projet.

Ainsi, l'environnement général du projet ne présente pas de risque significatif pour le projet qui ne soit pas étudié et maîtrisé.

4 Démarche d'analyse des risques

La méthodologie d'analyse des risques appliquée dans le cadre de cette étude de dangers repose sur la circulaire du 10 Mai 2010 et sur 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 ».

Conformément à ces textes, l'analyse de risques est précédée par l'identification des potentiels de dangers. Cette détermination permet de localiser les potentiels de dangers présents sur les nouvelles installations et d'étudier leur réduction à l'aide d'un examen technico-économique.

L'analyse des risques doit être conduite selon une méthode globale, itérative, adaptée à l'installation et proportionnée aux enjeux. Au sens de la réglementation, l'analyse des risques se fait en deux étapes :

- Tout d'abord l'analyse préliminaire des risques (APR) doit permettre d'identifier tous les scénarios d'accidents envisageables puis de les hiérarchiser.
- Cette hiérarchisation donne alors lieu à une sélection des scénarios jugés critiques et sur lesquels sera réalisée une analyse quantifiée des risques (AQR), comprenant l'analyse des effets dominos, dont la finalité est de positionner les accidents majeurs dans la grille d'évaluation du risque extraite de la circulaire du 10 Mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 Juillet 2003. La réduction des risques jusqu'à un niveau aussi bas que raisonnablement possible doit rester l'objectif à atteindre.

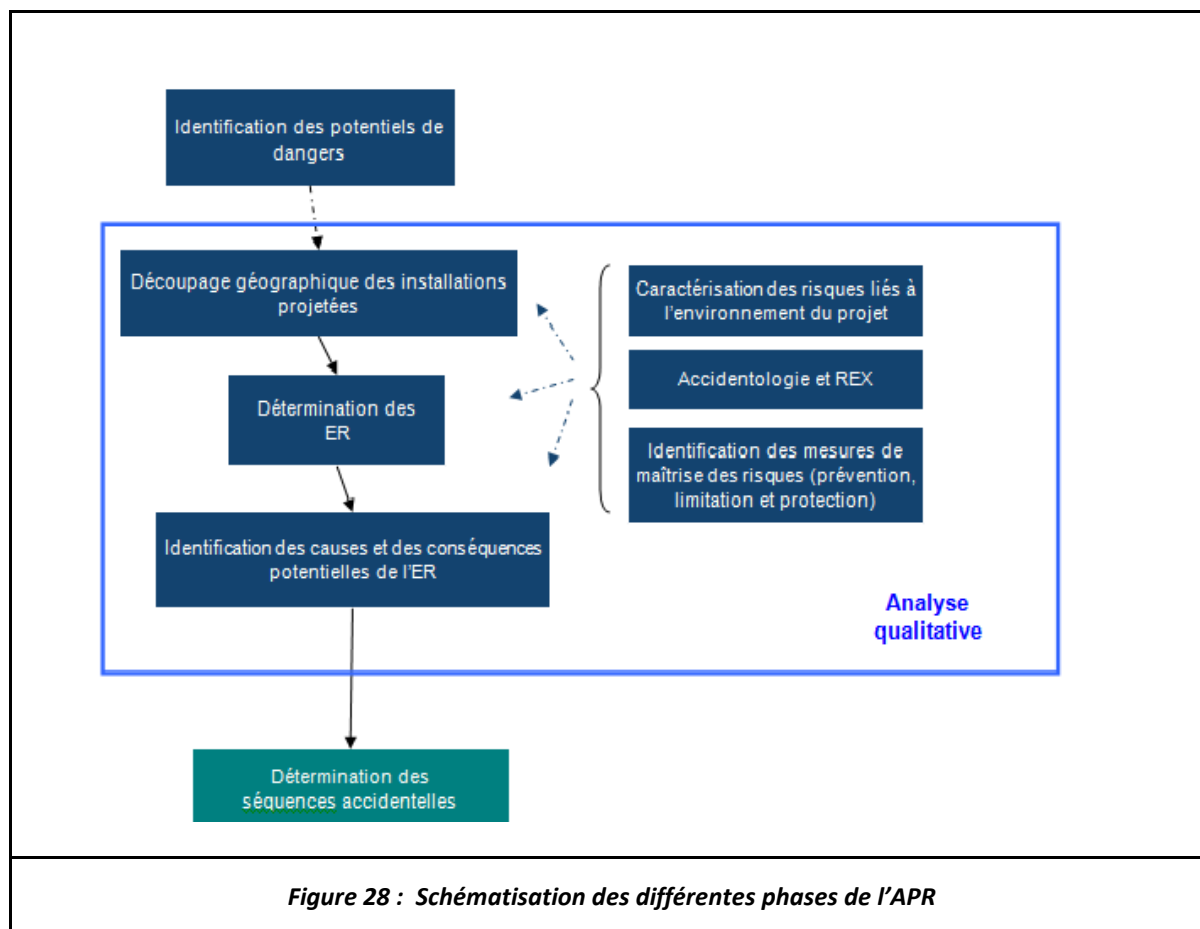
L'analyse des risques est réalisée en groupe de travail à partir des potentiels de dangers préalablement définis.

4.1 Analyse Préliminaire des Risques (APR)

OBJECTIFS

L'analyse préliminaire des risques a pour objectifs de déterminer toutes les séquences accidentelles pouvant survenir sur les installations projetées.

Elle prend en compte la caractérisation préalable des risques afférents à l'environnement du projet. Les différentes phases de l'APR sont résumées sur la figure suivante.



DECOUPAGE GEOGRAPHIQUE DES INSTALLATIONS

Pour identifier l'ensemble des risques liés aux nouvelles installations du projet, toutes les zones d'activité où des produits dangereux peuvent être présents à un moment donné et les phases de transfert permettant d'acheminer de tels produits d'une zone à une autre sont étudiées.

DETERMINATION DES SEQUENCES ACCIDENTELLES

Pour chaque fonction d'exploitation et/ou zone d'activité des nouvelles unités, le groupe de travail identifie de manière la plus exhaustive possible, l'ensemble des séquences accidentelles pouvant survenir au sein de l'établissement. Cette identification se déroule de la façon suivante (principe de la méthode HAZID) :

- Définition des différentes phases du projet,
- Définition des Evénements Redoutés (ER),
- Définition des différentes causes et conséquences pouvant entraîner ces ER en tenant compte, entre autre :
 - ✓ de l'accidentologie,
 - ✓ des agressions d'origine externe,
 - ✓ des agressions d'origine interne,
 - ✓ de l'expérience du groupe de travail.
- Identification et description qualitative de toutes les mesures de sécurité de prévention, de limitation et de protection qui sont mises en place.

La détermination des séquences accidentelles a été réalisée avec la méthode HAZID afin de mieux prendre en compte les spécificités des nouvelles installations. Cette méthode a été utilisée en groupe de travail afin d'obtenir une liste exhaustive des ER, des conséquences et des événements initiateurs.

HIERARCHISATION DES PHENOMENES DANGEREUX

Tous les phénomènes dangereux analysés sont positionnés au sein d'une **première matrice** de hiérarchisation, distincte de celle de l'HAZID, afin de visualiser l'impact de ces phénomènes dangereux.

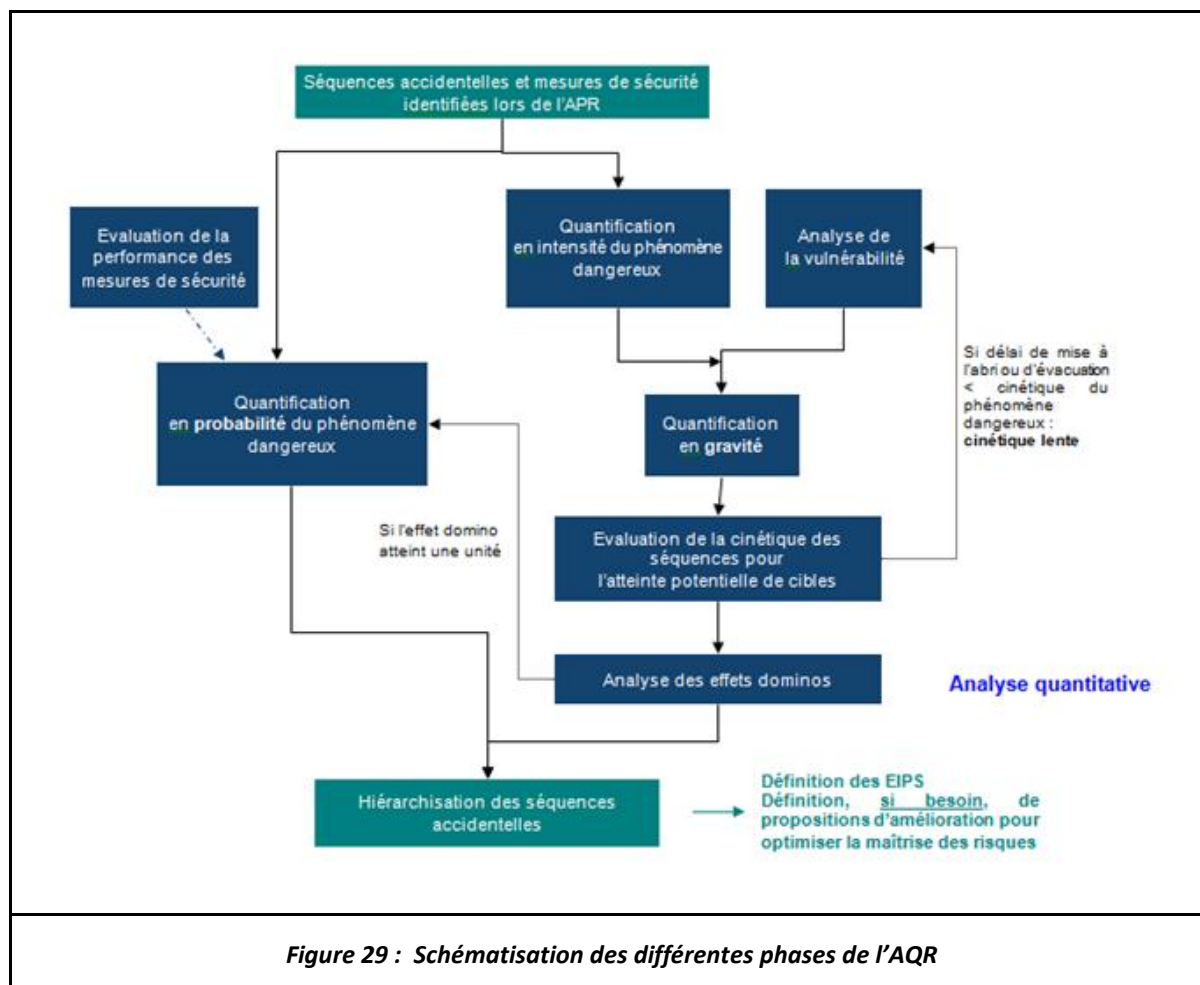
4.2 Analyse Quantifiée des Risques (AQR)

OBJECTIFS

L'analyse quantifiée des risques a pour objectifs :

- L'évaluation de la performance des mesures de sécurité,
- La quantification de la probabilité et de la gravité des différents événements identifiés en APR, en tenant compte des mesures de limitation et de protection mises en place,
- La détermination de la cinétique de ces événements,
- L'analyse des effets dominos.

Une AQR comprend ainsi différentes phases, qui sont résumées sur la figure suivante :



EVALUATION DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE SECURITE TECHNIQUES

La méthode utilisée pour évaluer la performance des mesures de sécurité techniques mises en place au sein de l'établissement est la méthode qui est développée dans le rapport **Oméga 10 de l'INERIS** « Evaluation des Barrières Techniques de Sécurité ».

A partir de cette méthodologie, des fiches d'évaluation de performance des mesures de sécurité pourront être établies par le groupe de travail au cours des séances d'analyse de risques pour les barrières de sécurité des accidents majeurs (ceux sortant des limites du site industriel de Doniambo).

Ces fiches permettent de caractériser la performance des mesures de sécurité selon 3 critères :

- Leur efficacité,
- Leur temps de réponse,
- Leur niveau de confiance.

Efficacité :

L'efficacité d'une mesure de sécurité est évaluée au regard de son aptitude à remplir la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie, dans son contexte d'utilisation et pendant une durée donnée de fonctionnement. Cette aptitude s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie, en considérant un fonctionnement normal (non dégradé). Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de sécurité.

Pour qu'une mesure de sécurité soit retenue, elle doit être efficace à 100 % vis à vis de sa fonction de sécurité à assurer.

Temps de Réponse (TR) :

Le temps de réponse correspond à l'intervalle de temps entre le moment où une mesure de sécurité, dans son contexte d'utilisation, est sollicitée et le moment où la fonction de sécurité assurée par cette mesure de sécurité est réalisée dans son intégralité. Il s'exprime en secondes.

Pour qu'une mesure de sécurité soit retenue, son temps de réponse doit être en adéquation avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.

Niveau de Confiance (NC) :

Le niveau de confiance est une adaptation par l'INERIS des exigences des normes NF-EN 61508 et CEI 61511, notamment quant aux architectures des systèmes pour tous les équipements de sécurité, quelle que soit la technologie. La méthodologie développée par l'INERIS s'applique aux vannes, soupapes, etc., et pas seulement aux systèmes électriques / électroniques relatifs à la sécurité, comme c'est le cas pour la norme NF-EN 61508.

La norme NF-EN 61508 définit des niveaux d'intégrité de sécurité (Safety Integrity Level, SIL) à partir d'exigences à la fois qualitatives et quantitatives.

L'évaluation des NC se limite à une étude qualitative, basée sur les exigences qualitatives de la norme NF-EN 61508, qui sont traduites en termes de proportion de défaillances en sécurité et de tolérance aux anomalies matérielles.

La proportion de défaillances en sécurité est le rapport de la somme des taux de défaillances sûres, sur la somme des taux de défaillance du système.

La tolérance aux anomalies matérielles s'assimile à la présence ou non de redondance.

Les tableaux ci-après, extraits et adaptés de la norme NF-EN 61508, résument, les exigences qualitatives pour pouvoir prétendre à un niveau de confiance.

Le niveau de confiance 1 (NC 1) est le plus faible, NC 4 le plus élevé.

<i>Proportion de défaillances en sécurité</i>	<i>Tolérances aux anomalies matérielles</i>		
	0	1	2
< 60 %	NC 1	NC 2	NC 3
60 % - < 90 %	NC 2	NC 3	NC 4
90 % - < 99 %	NC 3	NC 4	NC 4
≥ 99 %	NC 3	NC 4	NC 4

Figure 30 : Tableau extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 (pour les systèmes simples)

<i>Proportion de défaillances en sécurité</i>	<i>Tolérances aux anomalies matérielles</i>		
	0	1	2
< 60 %	non autorisé	NC 1	NC 2
60 % - < 90 %	NC 1	NC 2	NC 3
90 % - < 99 %	NC 2	NC 3	NC 4
> 99 %	NC 3	NC 4	NC 4

Figure 31 : Tableau extrait et adapté de la norme CEI-EN 61508 (pour les systèmes complexes)

Le niveau de confiance, qui est un moyen de chiffrer le taux de performance d'une mesure de sécurité, permet également de quantifier la réduction du risque apportée par cette mesure de sécurité.

Le tableau ci-dessous, extrait du rapport Oméga 10 et de la norme EN-NF 61508 montre la correspondance entre le niveau de confiance (NC) et la probabilité moyenne de défaillance (PFD) d'une mesure de sécurité.

<i>Niveau de confiance</i>	<i>Probabilité moyenne de défaillance à exécuter la fonction pour laquelle il a été conçu</i>
4	$10^{-5} < \text{PFD} < 10^{-4}$

3	$10^{-4} < \text{PFD} < 10^{-3}$
2	$10^{-3} < \text{PFD} < 10^{-2}$
1	$10^{-2} < \text{PFD} < 10^{-1}$
Figure 32 : Tableau de conversion NC à PFD	

Remarque : Les mesures de sécurité prises en compte pour la décote des scénarios sont les mesures de mitigation et/ou de protection.

Afin d'être conservatif, le niveau de confiance maximum attribué aux mesures techniques de sécurité (capteurs, automate) sera de 2 avec l'affectation d'une PFD de 5.10^{-3} pour les systèmes simples et de 1 avec l'affectation d'une PFD de 5.10^{-2} pour les systèmes complexes.

Evaluation des performances dans le temps :

Les mesures de sécurité doivent faire l'objet d'un suivi particulier afin de maintenir dans le temps leurs performances (efficacité, temps de réponse et niveau de confiance). En effet, si les dispositifs ne bénéficient pas d'opérations de maintenance, d'inspections et de tests, leurs performances se dégradent.

Il est donc souhaitable que l'évaluation de la performance de ces mesures se déroule de la façon suivante, en groupe de travail :

- Première évaluation des performances de la mesure de sécurité en considérant le dispositif à un état 0 (configuration initiale),
- Caractérisation de l'évolution des critères de performance dans le temps, en étudiant les principes de testabilité, de maintenance spécifique et d'inspection,
- Seconde évaluation des performances : elles seront identiques aux premières si les 3 principes énoncés ci-avant (testabilité, maintenance, inspection) sont vérifiés; sinon, elles pourront être réduites et la mesure de sécurité pourra ne plus être retenue.

Evaluation de la performance des mesures de sécurité humaines :

La méthode utilisée pour évaluer la performance des mesures de sécurité humaines mises en place au sein de l'établissement est la méthode qui est développée dans la **fiche 7** de la circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28 Décembre 2006 et le rapport **Oméga 20 de l'INERIS** « Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité ».

A partir de cette méthodologie, des fiches d'évaluation de performance des mesures de sécurité pourront être établies par le groupe de travail au cours des séances d'analyse de risques pour les accidents majeurs qui auront été identifiés.

Ces fiches permettent de caractériser la performance des mesures de sécurité selon 3 critères :

- Leur efficacité,
- Leur cinétique,
- Leur maintenabilité et leur testabilité.

QUANTIFICATION DE LA PROBABILITE

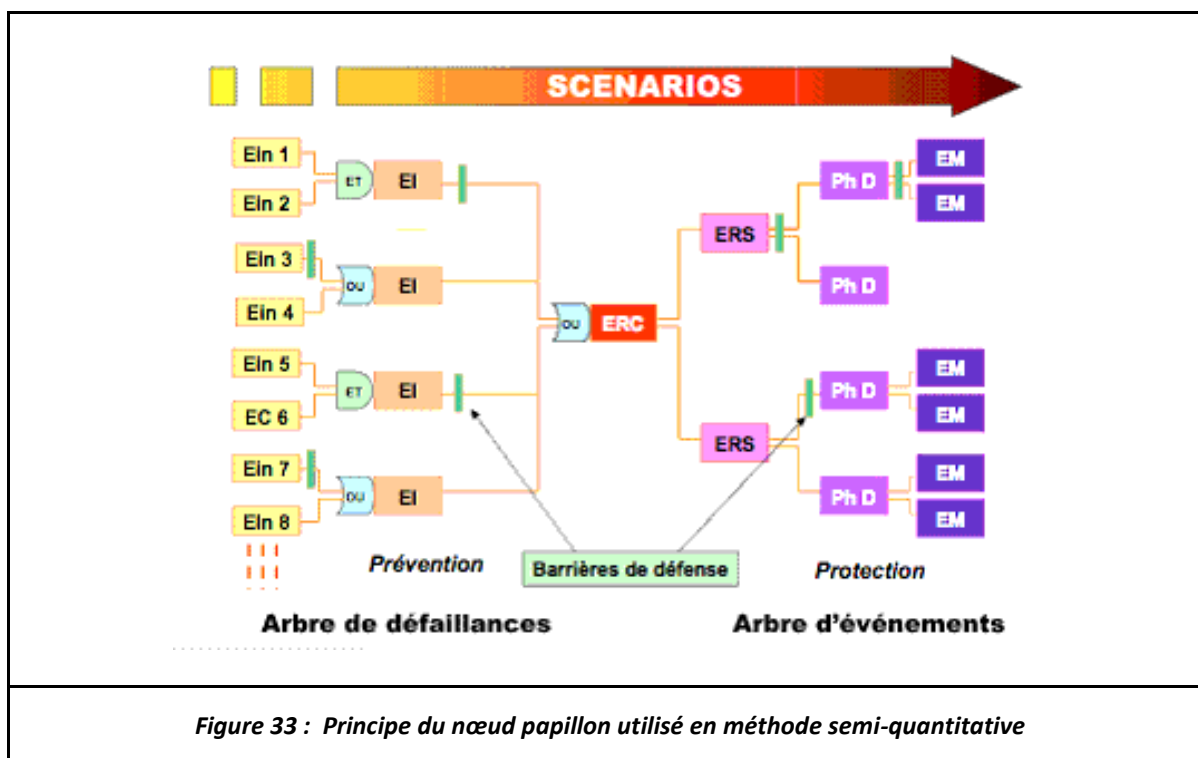
L'arrêté du 29 Septembre 2005 cite trois approches possibles pour la prise en compte de la probabilité :

- Qualitative,
- Semi-quantitative,
- Quantitative par fréquence annuelle.

Le retour d'expérience rend possible une approche quantifiée par rapport à un certain nombre d'équipements. Cette quantification s'effectue, en premier lieu, à partir de la probabilité associée à l'ER d'une séquence accidentelle conduisant au phénomène dangereux. Lorsque la probabilité de l'ER est introuvable dans les bases de données, l'approche quantitative s'applique aux événements initiateurs identifiés dans l'APR. Toutefois, tous les événements initiateurs ne sont pas recensés dans des bases de données.

Dans ce cas, une approche semi-quantitative est mise en place avec le retour d'expérience de la SLN sur leurs unités existantes (trémies, convoyeurs, charbon) ou de sociétés possédant le même type de matériel.

L'approche semi-quantitative est basée sur la combinaison de l'arbre de défaillance et de l'arbre d'événement (nœud papillon) :



Le calcul de la probabilité d'un phénomène dangereux fait également intervenir :

- La probabilité associée au niveau de confiance de chaque mesure de sécurité de limitation et de protection, opérantes ou défaillantes,
- La probabilité d'ignition pour les feux, les explosions, les jets enflammés et les UVCE.

Les mesures mises en place par la société Doniambo Energie pour maîtriser ses sources d'inflammation sont également intégrées. La probabilité d'ignition est issue des données fournies par le programme européen ARAMIS qui permettent de prendre en compte le zonage ATEX (Annexe 3 : Plan de classement

Atex et Annexe 4 : Note sur le zonage Atex) et ainsi la présence de matériel anti-déflagrant dans une zone donnée (pour la décote des scénarios, si nécessaire).

Plusieurs séquences accidentelles peuvent conduire au même phénomène dangereux. La probabilité du phénomène dangereux correspond à la somme des probabilités associées à chaque séquence accidentelle.

L'exemple suivant illustre les calculs permettant de déterminer la probabilité d'un phénomène dangereux.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, ce calcul de probabilité d'occurrence des scénarios ne sera réalisé que pour les scénarios dont les effets sortent du site de Doniambo, c'est-à-dire les « accidents majeurs ».

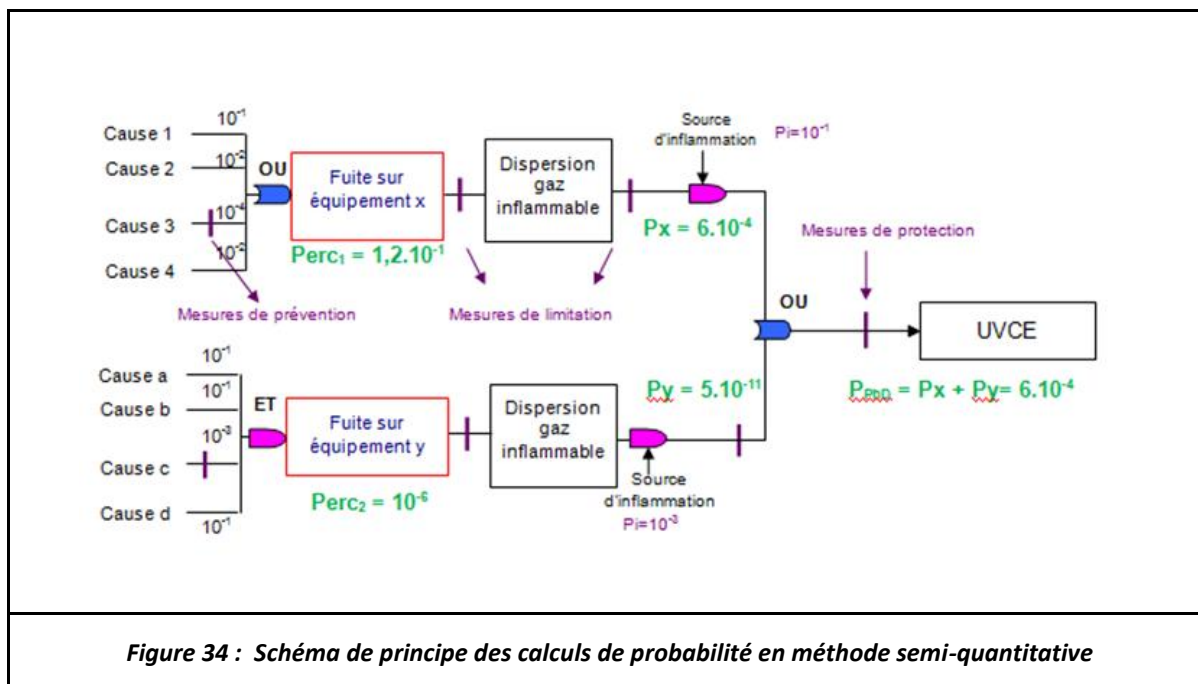


Figure 34 : Schéma de principe des calculs de probabilité en méthode semi-quantitative

Exemple de calcul de la probabilité du phénomène dangereux avec mesures inopérantes :

<p><u>Calcul de Px :</u></p> <p>Perc1 = cause 1 + cause 2 + cause 3 + cause 4 = $10^{-1} + 10^{-2} + 10^{-4} + 10^{-2} = 1,2 \cdot 10^{-1}$</p> <p>$Px = \text{Perc1} \times \text{PFD}_{\text{Mesures de sécurité}} \times P_{\text{ignition}}$</p> <p>$Px = 1,2 \cdot 10^{-1} \times 5 \cdot 10^{-2} \times 10^{-1} = 6 \cdot 10^{-4}$</p>	<p><u>Calcul de Py :</u></p> <p>Perc2 = cause a x cause b x cause c x cause d = $10^{-1} \times 10^{-1} \times 10^{-3} \times 10^{-1} = 1 \cdot 10^{-6}$</p> <p>$Py = \text{Perc2} \times P_{\text{ignition}} \times \text{PFD}_{\text{Mesures de sécurité}}$</p> <p>$Py = 10^{-6} \times 10^{-3} \times 5 \cdot 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-11}$</p>
<p><u>Probabilité du phénomène dangereux :</u></p> <p>$P_{\text{PhD}} = Px + Py = 6 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-11} = 6 \cdot 10^{-4}$</p>	

Figure 35 : Exemple de calcul de probabilité d'un phénomène dangereux

Ces règles de calcul sont issues du guide de l'INERIS « Programme EAT-DRA-34 – Opération J – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse des risques – Partie 1 : Principes et pratiques ».

Suite à la détermination des probabilités de chacun des phénomènes dangereux identifiés, un niveau de probabilité (NP) leur est attribué. Ce niveau est évalué à l'aide de l'échelle définie dans l'arrêté ministériel

du 29/09/2005 présenté dans le tableau ci-après.

<i>Classe de Probabilité</i>	<i>Définition</i>	<i>Qualitative</i>	<i>Quantitative</i>
E	Evènement 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 d'installations.	$\leq 1 \times 10^{-5}$ /an (moins d'une fois tous les 100 000 ans)
D	Evènement très improbable	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	de 1×10^{-5} à 1×10^{-4} /an (une fois tous les 10 000 à 100 000 ans)
C	Evènement improbable	Un évènement 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	de 1×10^{-4} à 1×10^{-3} /an (une fois tous les 1 000 à 10 000 ans)
B	Evènement probable	S'est produit et / ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation.	de 1×10^{-3} à 1×10^{-2} /an (une fois tous les 100 à 1 000 ans)
A	Evènement 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	$> 1 \times 10^{-2}$ /an (au moins tous les 100 ans)
Figure 36 : Echelle de probabilité retenue			

QUANTIFICATION DE L'INTENSITE

Les phénomènes dangereux susceptibles de se produire sur les installations projetées par Doniambo Energie sont :

- L'explosion de poussière en milieu semi-confiné ou non confiné,
- L'explosion de capacités par explosion interne,
- Le feu de nappe ou de rétention,
- L'explosion de bac d'hydrocarbures,

- Le boil-over en couche mince d'un bac d'hydrocarbures,
- La propagation d'un nuage de vapeur toxique d'ammoniac,
- La propagation de fumées toxiques.

Les distances d'effet associées aux phénomènes dangereux identifiés au cours de l'analyse des risques sont déterminées à partir des méthodes d'évaluation suivantes :

Phénomènes	Outils
Explosion de poussières en milieu confiné	Formule de Brode et Multienergie indice 10. Guide de l'état de l'art sur les silos élaboré par un groupe de travail animé par le MEDAD (2008)
Explosion de gaz en milieu confiné (CO, vapeurs gazole, vapeur d'eau)	Méthode PROJEX de l'INERIS Omega 15 : les éclatements de réservoirs" (2013), INERIS Formule de Brode et Multienergie indice 10.
Feu de nappe/cuvette de gazole	Feuille de calcul de la circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables - Compléments à l'Instruction Technique du 9 novembre 1989
Explosion de bac atmosphérique	Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 Feuille de calculs des explosions de capacités atmosphériques du GTDLI validées par le MEDD le 31 janvier 2007
Boil-over en couche mince	Feuille de calcul de la circulaire DPPR/SEI2/AL-07-257 du 23 Juillet 2007 relative à l'évaluation des risques et des distances d'effets autour des dépôts de liquides inflammables et des dépôts de gaz inflammables liquéfiés. Omega 13 - INERIS.
Propagation d'un nuage de vapeur toxique d'ammoniac et dispersion de fumées toxiques	La modélisation de ce phénomène repose sur les guides INERIS Omega 12 - Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul) et Omega 19 - Détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels. La méthodologie de calcul repose sur l'utilisation d'un modèle de type gaussien. Logiciel ALOHA de l'EPA.
Figure 37 : Méthodes d'évaluation des distances d'effets associées aux phénomènes dangereux	

Seuils d'intensité des effets retenus pour l'homme et pour les structures :

Les valeurs seuils pour l'homme et pour les structures ont été déterminées selon les prescriptions de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents

potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Pour évaluer les seuils d'intensités de l'exposition à des vapeurs toxiques, la méthode de l'American Industrial Hygiene Association (AIHA) classe l'exposition par Emergency Response Planning Guidelines (ERPG) est susceptible d'être appliquée si la bibliographie disponible en France est insuffisante.

Seuils des effets toxiques sur l'homme :

Les effets toxiques susceptibles d'avoir un impact sur l'homme et identifiés sur les installations du site de Doniambo Energie sont pour l'essentiel liés à un dégagement d'ammoniac suite à une fuite sur l'hydrolyseur.

Les valeurs seuils de toxicité aiguë qui font référence en France sont tirées du rapport INERIS intitulé "Recueil de bonnes pratiques liées à l'utilisation de logiciels de modélisation de la dispersion d'ammoniac" d'avril 2008. Elles sont présentées dans la figure ci-dessous.

Durée d'exposition (min)	1	3	10	20	30	60
Seuils d'effets létaux 5% (ppm)	28033	-	8833	6267	5133	3633
Seuils d'effets létaux 1% (ppm)	25300	14700	8200	5833	4767	3400
Seuils d'effets irréversibles (ppm)	1500	1000	866	612	500	354

Figure 38 : Seuils de toxicité aiguë officiels pour l'ammoniac

Afin de rester conservateur par rapport au scénario étudié, un temps d'exposition de 60 min sera retenu pour déterminer les distances d'effets correspondantes.

Seuils des effets thermiques sur l'homme :

Les valeurs de référence pour les hommes sont les suivantes :

- 3 kW/m² ou 600 [(kW/m²)^{4/3}].s correspond au seuil des effets irréversibles et définit la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- 5 kW/m² ou 1 000 [(kW/m²)^{4/3}].s correspond au seuil des effets létaux et définit la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- 8 kW/m² ou 1 800 [(kW/m²)^{4/3}].s correspond au seuil des effets létaux significatifs et définit la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Seuils des effets thermiques sur les structures :

Les valeurs de référence pour les structures sont les suivantes :

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

Seuils des effets de surpression sur l'homme :

Les valeurs de référence pour les hommes sont les suivantes :

- 20 mbar correspond au seuil définissant la zone des effets indirects par bris de vitres sur l'homme,
- 50 mbar correspond au seuil des effets irréversibles et définit la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- 140 mbar correspond au seuil des effets létaux et définit la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- 200 mbar correspond au seuil des effets létaux significatifs et définit la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Seuils des effets de surpression sur les structures :

Les valeurs de référence pour les structures sont les suivantes :

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

QUANTIFICATION DE LA GRAVITE

Pour déterminer, le niveau de gravité d'une séquence accidentelle, estimé au regard des conséquences sur l'homme (en interne et en externe au site) et sur l'environnement naturel, il faut, au préalable, caractériser la vulnérabilité des installations envisagées.

La démarche adoptée dans cette étude consiste à recenser les différentes zones, pouvant être impactées par un phénomène dangereux et de définir, pour chacune de ces zones, le nombre maximum de personnes susceptibles d'être présentes à un moment donné, au regard des informations recueillies.

L'échelle de gravité retenue, pour **les cibles situées à l'extérieur du site** est l'échelle définie dans l'arrêté ministériel du 29/09/2005 et dans la circulaire du 10 Mai 2010.

<i>Niveau de gravité des conséquences</i>	<i>Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs</i>	<i>Zone délimitée par le seuil des effets létaux</i>	<i>Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine</i>
Seuils d'effets correspondants	8 kW/m ² 200 mbar 3633 ppm (NH ₃)	5 kW/m ² 140 mbar 3400 ppm (NH ₃)	3 kW/m ² 50 mbar 354 ppm (NH ₃)
D = Désastreux	Plus de 10 personnes exposées (1)	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
C = Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes	Entre 100 et 1 000 personnes exposées

I = Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
S = Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
M = Modéré	Pas de zone de létalité hors établissement	Pas de zone de létalité hors établissement	Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

Figure 39 : Echelle d'appréciation de la gravité issue de l'arrêté ministériel du 29/09/2005

(1) 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 la propagation de ses effets le permettent.

Remarque : Cette échelle est utilisée de la façon suivante : dans le cas où les trois critères de l'échelle (effets létaux significatifs, premiers effets létaux et effets irréversibles pour la santé humaine) ne conduisent pas à la même classe de gravité, c'est la classe la plus grave qui est retenue.

CINETIQUE DES SEQUENCES ACCIDENTELLES

L'étude de la cinétique des différentes séquences accidentelles met en évidence la stratégie à adopter pour lutter contre les conséquences de cet événement.

La cinétique d'un phénomène dangereux est caractérisée par une phase pré-accidentelle et une phase post-accidentelle.

Cinétique pré-accidentelle :

Elle correspond à la durée nécessaire pour aboutir à l'événement redouté (ex : brèche sur une tuyauterie), c'est-à-dire le délai s'écoulant entre l'événement initiateur (ex : corrosion) et la libération du potentiel de danger. Cette cinétique pré-accidentelle est difficile à appréhender.

Cinétique post-accidentelle :

Elle est déterminée par deux éléments :

- La dynamique du phénomène dangereux, c'est-à-dire à la fois le délai d'occurrence du phénomène (ex : temps de remplissage d'une rétention et délai d'inflammation) et la montée en puissance du phénomène jusqu'à son état stationnaire,
- L'exposition des cibles, à travers le délai nécessaire à l'atteinte d'un effet physique sur la cible (ex : durée de parcours de l'onde de choc jusqu'à la cible en cas d'exposition) et la durée d'exposition des cibles.

Cette cinétique post-accidentelle est un élément important dans l'élaboration des plans d'urgence, en particulier pour définir de l'éventualité d'une évacuation de personnes potentiellement exposées aux effets.

Les cinétiques post-accidentelles pour les phénomènes dangereux étudiés ont été définies, qualitativement, de la façon suivante :

Feu de nappe

Le produit est inflammable et est en contact direct avec l'oxygène de l'air (par exemple, défaut d'étanchéité d'un joint).

La durée d'exposition aux effets thermiques correspond à la durée de l'incendie.

Explosion interne de réservoir

Dans le cas d'une explosion interne au réservoir, deux configurations sont à distinguer :

- Le produit est volatil et est en contact direct avec l'oxygène de l'air (défaut d'étanchéité d'écran flottant interne) ; alors, le phénomène dangereux peut survenir quelques minutes après l'apparition des vapeurs inflammables,
- Le produit est distillé à l'intérieur du réservoir du fait d'un feu enveloppant ou bien par des flux thermiques reçus importants ; alors, le phénomène dangereux peut survenir après plusieurs heures d'incendie non maîtrisé.

La propagation de l'onde de pression dans l'environnement est, elle, instantanée après l'explosion.

Boil-over en couche mince

Ce phénomène est caractérisé par différentes phases :

- **Une première phase de combustion « classique » du liquide inflammable** se situe avant le contact entre le liquide inflammable à une température supérieure à 100°C et l'eau. Lors de cette phase, une fraction de l'énergie rayonnée par les flammes est transmise au liquide. Cette fraction conduit à l'évaporation du liquide qui va réalimenter les flammes et également préchauffer le liquide sur quelques centimètres. L'épaisseur préchauffée dépend de la nature du produit impliqué. Lors de cette phase, aucune projection ne survient. La durée de cette phase peut être estimée en divisant la hauteur de liquide présente au moment de l'inflammation par la vitesse de régression qui est une caractéristique du produit en feu ainsi que de la surface du bac en feu (la vitesse de régression diminue lorsque la surface augmente). A l'issue de cette phase, la grandeur importante est l'épaisseur de liquide inflammable dont la température est supérieure à 100°C.
- La **deuxième phase** survient lorsque la couche de liquide, dont la température est supérieure à 100°C, arrive au contact de l'eau présente au fond du bac. A cet instant, l'eau se vaporise brutalement et agit comme un piston en mettant en suspension la couche d'hydrocarbures située au-dessus d'elle. L'une des principales données de sortie de cette phase est la vitesse d'éjection du liquide, cette dernière dépend de la quantité d'eau présente en fond de bac ainsi que de la composition du mélange (eau en phase vapeur, combustible en phase vapeur et liquide). La vitesse d'éjection varie entre 8 et 13 m/s et décroît sur les 10 premiers mètres. Cette phase d'éjection ne sert qu'à la mise en suspension du mélange (eau et hydrocarbure).
- La **troisième phase consiste en la combustion de l'hydrocarbure mis en suspension**. Cette phase est pilotée principalement par l'entraînement d'air au sein du jet. En effet, lors de la projection, le mélange devient rapidement trop riche en combustible et il est alors nécessaire que de l'air (oxygène) soit introduit pour observer la combustion du liquide après son évaporation. Ce modèle est issu d'un bilan thermodynamique prenant en compte l'air entraîné ainsi que le dégagement de chaleur résultant de la combustion de l'hydrocarbure en phase vapeur avec l'air entraîné. A noter que la vitesse ascensionnelle du mélange est pilotée par la différence de densité entre gaz brûlés et gaz frais.

- La dernière phase est relative à l'évaluation des conséquences en termes d'effets thermiques sur l'environnement. Compte tenu de la durée du phénomène (moins d'une minute), un calcul de dose est réalisé.

Le temps de déclenchement de ce phénomène correspond au laps de temps qui s'écoule entre le moment où le bac est en feu et l'instant où le phénomène de boil-over en couche mince tel que décrit précédemment se déclare.

En séance d'AQR, le groupe de travail estime, pour les différentes séquences accidentelles, le délai d'occurrence du phénomène⁵ (ex : temps de montée en pression dans une capacité) qui est confronté aux zones occupées environnantes à évacuer. La cinétique d'une séquence accidentelle est qualifiée de lente si le délai de mise à l'abri ou d'évacuation des personnes est inférieur à celui du développement du phénomène dangereux. Les plans d'urgence préalablement établis définissent ces délais.

C'est ce raisonnement, mené de manière relativement conservatrice, qui permet de qualifier la cinétique des différentes séquences accidentelles étudiées, de lente ou de rapide.

Pour les séquences accidentelles à cinétique lente, la vulnérabilité est alors réévaluée en prenant en compte les mesures de protection (évacuation des personnes, etc.) disponibles.

Remarque : Un même phénomène dangereux peut-être classé en cinétique lente ou en cinétique rapide selon la séquence accidentelle qui lui est associé.

ANALYSE DES EFFETS DOMINOS POTENTIELS

Les effets dominos sont analysés vis-à-vis de la non-performance des mesures de maîtrise des risques ainsi que de l'agression potentielle d'un scénario premier sur des cibles sensibles.

L'ensemble des scénarios directs présentés dans cette étude peuvent conduire à un effet domino.

L'analyse des effets domino potentiels consiste à examiner si des scénarios initiateurs internes et externes sont capables de propager l'accident dans d'autres secteurs du site et d'aggraver les conséquences premières de l'accident.

Deux types d'effets sont identifiés sur le site de Doniambo Energie :

- Des flux thermiques,
- Des surpressions.

Les effets dominos induits sur les cibles sont déterminés à partir des phénomènes dangereux identifiés précédemment qui conduisent à une sollicitation supérieure ou égale à 8 kW/m² pour le flux thermique et à partir de 200 mbar en surpression.

Si une installation identifiée lors de l'AQR est atteinte par effet domino, celui-ci est, de fait, retenu comme cause des ER. La probabilité du phénomène dangereux qui y est associé est alors modifiée. Les effets dominos sont pris en compte dans l'APR de SLN et Doniambo Energie. Ainsi les effets dominos apparaissent sur les tableaux issus de l'APR.

⁵ Délai d'inflammation non pris en compte car difficile, voire impossible à estimer.

CRITICITE DES ACCIDENTS MAJEURS

A l'issue de l'AQR, tous les phénomènes dangereux identifiés sont caractérisés en fréquence et en gravité.

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 dans le code de l'environnement du paragraphe 2.1 de la circulaire du 10 Mai 2010.

La **matrice de criticité** recommandée par la circulaire du 10 mai 2010 est établie pour les **phénomènes dont les distances d'effets dépassent les limites du site** à savoir **les accidents majeurs** :

	Probabilité (unité / an) - note 1				
Gravité (note 1)	E	D	C	B	A
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
Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2 (note 3)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2 (note 3)	NON rang 1	NON rang 2
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1
Modéré					MMR rang 1
<p>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.</p> <p>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) ».</p> <p>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</p>					
Figure 40 : Matrice de criticité pour les accidents majeurs					

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).

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 la matrice de criticité.
⇒ Le risque est présumé trop important pour pouvoir autoriser l'installation en l'état. L'exploitant modifie son projet de façon à réduire le risque à un niveau plus faible.
- **Situation n° 2** : Un ou plusieurs accidents ont un couple (probabilité - gravité) correspondant à une case « **MMR** » dans la matrice de criticité.
⇒ l'exploitant doit analyser toutes les mesures de maîtrise du risque envisageables et met en œuvre celles dont le coût n'est pas disproportionné par rapport aux bénéfices attendus.
- **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.

Cette hiérarchisation permet donc de :

- Dresser un bilan vis à vis de la maîtrise des risques,
- Définir des éléments importants pour la sécurité (EIPS),
- Déterminer les mesures d'améliorations potentielles.

5 Identification des potentiels de danger

5.1 Analyse des dangers liés aux produits susceptibles d'être présents dans les installations et dispositions générales prises

Les Fiches de Données de Sécurité (FDS) des produits chimiques potentiellement dangereux et présents dans les installations sont jointes en annexes de l'étude de dangers (Annexe 5 : Sécurité d'une installation de stockage de charbon – Annexe 12 : Fiches de données de sécurité).

Les paragraphes ci-après présentent les caractéristiques des différents produits dangereux, en mettant en évidence leurs caractéristiques physico-chimiques, leur inflammabilité, leur toxicité et les différentes incompatibilités avec les matériaux et les autres produits.

STOCKAGE DE CHARBON COUVERT, SYSTEMES DE TRANSFERT ET DE CONCASSAGE DE CHARBON

Liste des produits :

Le charbon est le seul produit présent dans ces installations de stockage, convoyage et de concassage de charbon. Il est stocké sous forme solide de taille grossière, puis concassé et broyé avant d'être envoyé à la Centrale C. Doniambo Energie utilisera du charbon en provenance d'Australie.

Les caractéristiques moyennes du charbon sont détaillées dans le tableau suivant.

Type	Charbon brut	Charbon concassé
Humidité	11 %	11 %
Carbone fixe	48.9 % sur sec	48.9 % sur sec
Volatils	28.6 % sur sec	28.6 % sur sec
Cendres	11.53 % sur sec	11.53 % sur sec
Granulométrie	0 <-> 20 : 70 % 20 <-> 38 : 20 % 38 <-> 50 : 10 %	Fraction < 20 mm : 100 %
Figure 41 : Caractéristiques moyennes du charbon		

Le tableau qui suit présente l'étiquetage réglementaire du charbon.

Produit	Étiquetage réglementaire	Phrases de risques et dangers principaux
Charbon	Aucun	R48/23
Figure 42 : Étiquetage du charbon		

Dangers liés aux produits :

Risques liés à l'inflammabilité

Selon sa texture, le charbon ne présente pas les mêmes risques. Le charbon est en effet présent sur l'installation sous plusieurs formes :

- En tas (stockage de charbon brut en vrac),
- En couche de poussières (dépôt sur le sol ou dans les équipements),
- En suspension de poussières dans de l'air chaud (nuage dans les silos, broyeur et transporteurs pneumatiques).

Suivant ces différentes configurations, les situations dangereuses « prépondérantes » sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Forme ou état du charbon	Situation dangereuse prépondérante
Charbon brut stocké en tas	Auto-échauffement / Incendie
Poussières de charbon accumulées en couche	Incendie / Incandescence
Suspension dans l'air de poussières de charbon	Inflammation / Explosion
Figure 43 : Situations dangereuses prépondérantes liées au charbon	

Le phénomène d'auto-échauffement :

Le charbon est un produit susceptible, sous certaines conditions, d'être le siège de réactions pouvant conduire à une augmentation de température et, une fois atteinte la température initiale d'inflammation, donner naissance à une combustion lente.

Ce phénomène d'auto-échauffement peut résulter :

- Du développement d'une activité bactérienne,
- De la réaction d'oxydation du charbon au contact de l'air,
- La présence d'une allumette (débris végétaux).

Dans le cas du charbon, l'activité bactérienne n'est pas la cause prépondérante de l'auto-échauffement. Les conditions nécessaires à l'apparition d'un auto-échauffement au cœur d'un tas sont :

- Le caractère poreux du tas qui permet à l'oxygène de l'air ambiant de s'infiltrer dans le tas ;
- Une mauvaise conductivité thermique (transfert de chaleur limité vers l'extérieur).

Ce phénomène en tant que tel, ne génère pas de flammes au cœur du produit tant que la température du charbon reste inférieure à sa température d'auto-inflammation. Au-delà, la combustion lente commence et peut se propager dans le tas.

Nota : Un produit tamisé est beaucoup plus stable qu'un produit tout-venant (ou en vrac), ainsi la probabilité d'observer une combustion lente est plus grande si le charbon contient des morceaux de plus de 10 cm de diamètre. En effet, les interstices offerts pour le passage de l'air sont plus grands, la réaction d'oxydation est donc favorisée.

Sous l'effet de la chaleur, des dégagements de gaz et des suspensions de poussières très localisées peuvent s'enflammer (spontanément s'ils atteignent leur température d'auto inflammation ou par une source d'inflammation externe d'énergie supérieure ou égale à l'Energie Minimale d'Inflammation ou EMI).

Une étude relative à la sécurité du projet d'installation de stockage et de manutention de charbon vis-à-vis des risques d'auto échauffement et d'incendie a été réalisée par l'INERIS à la demande de Doniambo Energie (Voir Annexe 5 : Sécurité d'une installation de stockage de charbon).

Les conclusions indiquent que pour les caractéristiques du charbon retenues et dans les conditions de stockage prévu :

- Hangar ouvert sur les côtés,
- Durée de stockage limitée,
- Deux îlots de stockage de hauteur unitaire limitée à 11 m.

Le risque d'auto échauffement du stockage de charbon est significatif et doit faire l'objet de mesures de prévention, de détection et d'intervention.

Les mesures prises par Doniambo Energie pour réduire ce risque sont décrites dans la partie description des moyens de prévention et de protection.

Le phénomène d'inflammation en tas ou en couche :

Contrairement au phénomène de combustion lente, l'inflammation du charbon nécessite un apport d'énergie calorifique extérieur.

On distingue 3 catégories d'inflammation de ce type :

- L'inflammation de poussières en suspension,
- L'inflammation d'un produit combustible brut en tas,
- L'inflammation de poussières en couche.

L'inflammation de poussières en suspension :

Pour générer l'inflammation d'un nuage de poussières l'apparition simultanée de deux événements est nécessaire :

- La mise en suspension de poussières dans l'air en concentration supérieure ou égale à la concentration minimale explosive,
- L'apparition d'une source d'énergie suffisante, supérieure à l'EMI, permettant de porter localement le mélange combustible/comburant à une température supérieure ou égale à la température d'auto-inflammation en nuage du produit.

L'inflammation d'un produit combustible brut en tas :

Si un produit combustible en tas se trouve à proximité d'une source de chaleur externe, ce sont les

poussières qui se trouvent à proximité immédiate du produit, qui s'enflamment en premier.

Une telle inflammation peut créer une source de chaleur, qui par échange thermique avec le tas, va entraîner son échauffement. Si le produit atteint une température suffisante, il peut alors s'auto enflammer.

Le produit en tas, en cours de combustion, est susceptible de produire des gaz combustibles (CO entre autres) et des dégagements de poussières contribuant à alimenter la flamme. La mise en suspension de poussières incandescentes susceptibles d'être transportées par le vent à travers toute l'unité est aussi envisageable.

L'inflammation de poussières en couche :

Le phénomène est le même que celui présenté dans le paragraphe précédent, mais de vitesse plus rapide, car les poussières incandescentes peuvent devenir à leur tour une source d'inflammation.

La température en couche des produits pulvérulents est fonction de la granulométrie des poussières mais aussi de l'épaisseur de la couche. Les expérimentations montrent que la température d'auto-inflammation en couche est d'autant plus faible que l'épaisseur du dépôt est importante. Cette observation résulte en grande partie de la diminution des échanges thermiques avec l'extérieur quand l'épaisseur de la couche augmente.

Le phénomène d'explosion de poussières :

L'inflammation d'un produit pulvérulent, lorsqu'il est mis en suspension dans l'air peut générer un phénomène d'explosion. Un tel phénomène se traduit par la génération d'une onde de pression liée à la vitesse de propagation des flammes dans le milieu ambiant.

De la même manière que pour les gaz, les effets de surpression ne sont significatifs que dans le cas où l'explosion se produit en milieu confiné ou encombré.

Nota : l'inflammation de poussières en suspension dans l'air n'aboutit pas nécessairement au phénomène d'explosion. En effet, si la vitesse de propagation de flamme est inférieure à la vitesse de sédimentation des particules, alors il y a "étouffement" de l'explosion.

Les explosions de poussières ne se produisent qu'avec des particules extrêmement fines (100 microns et moins) et uniquement en milieu confiné (concentration $> 20 \text{ g/m}^3$). Le stockage et le convoyage du charbon en vrac présente moins de risques d'explosion que le stockage et l'utilisation du charbon broyé. La probabilité d'une explosion de poussières devient faible pour une granulométrie supérieure à 200 μm .

En effet, il s'agit d'une détonation ce qui fait que :

- La présence de grosses particules absorbe l'énergie de la combustion rapide des poussières et empêche que la vitesse de propagation atteigne la vitesse de détonation. Il ne peut donc pas y avoir de coup de poussière avec le charbon brut en granulométrie 0/50 ni avec le charbon concassé (0-10 mm),
- Si l'espace est ouvert, on n'atteint jamais la pression nécessaire pour passer en régime détonnant.

Un autre paramètre important est l'énergie minimale d'inflammation (EMI). Elle correspond à l'énergie minimale nécessaire pour obtenir une inflammation d'un nuage de poussières (de concentration supérieure ou égale à la concentration minimale).

Les explosions de poussières et les explosions de mélanges de gaz dans l'air sont comparables sur certains aspects. Toutefois, la vitesse de propagation de la flamme est généralement plus faible dans des poussières en suspension que dans des mélanges gazeux.

Le charbon est stocké à l'écart de toute source d'inflammation.

Paramètres d'influence des phénomènes de combustion lente, d'inflammation et d'explosion du charbon

L'humidité

L'humidité réduit à la fois le risque d'inflammation (phénomène de coalescence ou agglomération des particules) mais aussi la violence de l'explosion (le risque d'explosion de poussières de charbon est très faible voire nul dans un milieu à 70 % d'humidité).

Un taux d'humidité important augmente significativement l'énergie minimale d'inflammation nécessaire.

La granulométrie des particules

Plus les diamètres des particules sont faibles, plus leur sensibilité vis-à-vis d'une source d'inflammation est grande. Dans le cas du charbon, l'inflammation optimale sera obtenue pour des particules de 50 µm.

La concentration

La concentration des poussières dans un mélange joue un rôle prépondérant vis-à-vis de l'énergie minimale d'inflammation et vis-à-vis de la violence de l'explosion (surpression).

Dans le cas du charbon, dans le domaine d'inflammabilité, il existe une concentration optimale, pour laquelle l'énergie minimale d'inflammation passe par un minimum et pour laquelle la violence de l'explosion sera maximale.

Concentration minimale pour obtenir une explosion

La plage de concentrations donnant l'explosion varie en fonction de la taille des particules. Plus la taille des particules est faible, plus la concentration limite d'inflammabilité (ou d'explosion) est petite.

Concentration minimale en oxygène permettant l'inflammation

Un appauvrissement suffisant de l'air en oxygène permet de prévenir efficacement les phénomènes d'inflammation et d'explosion de poussières. Pour cela, la méthode la plus couramment utilisée consiste à injecter un gaz inertant (N_2 ou CO_2) afin de diminuer la concentration de l'oxygène. A titre indicatif, une suspension dans l'air de poussières de charbon brun de granulométrie comprise entre 42 et 66 µm ne peut s'enflammer que si la teneur en O_2 est supérieure ou égale à 12 % (volumique). Ce résultat n'est valable que pour un inertage à l'azote et à une température donnée.

Synthèse

Les paramètres influant sur les 3 phénomènes redoutés précédemment étudiés sont résumés dans le tableau ci-après :

Produit	Dangers associés	Paramètres
Charbon brut en tas (stockage en vrac)	Combustion lente et auto-inflammation (dans certaines conditions) Inflammation des poussières dégagées en périphérie du tas	Volume, porosité Granulométrie ($< 200 \mu\text{m}$) Humidité ($< 70 \%$) Teneur en O ₂ TAI couche TAI nuage $C / C_{\text{min}} > 1$ Turbulence Température d'inflammation des poussières Energie d'inflammation
Poussières de charbon en couche	Auto-inflammation par échauffement Causé par une source extérieure Envol de particules incandescentes (source d'inflammation)	Volume, porosité Granulométrie ($< 200 \mu\text{m}$) Humidité ($< 70 \%$) Teneur en O ₂ , et en soufre $C / C_{\text{min}} > 1$ Turbulence TAI couche Energie d'inflammation
Poussières de charbon en suspension	Inflammation et explosion des poussières	Granulométrie ($< 200 \mu\text{m}$) Humidité ($< 70 \%$) Teneur en O ₂ $C / C_{\text{min}} > 1$ Turbulence TAI nuage Energie minimale d'inflammation
Figure 44 : Paramètres d'influence sur les phénomènes liés au charbon		

Nota : La température d'auto-inflammation (TAI) des poussières de charbon en couche est beaucoup plus faible que celle des poussières en suspension. A titre d'exemple, un dépôt de poussières de charbon de 5 mm s'enflamme pour une température de l'ordre de 250°C.

Risques liés à la toxicité

Lors de sa combustion, le charbon se décompose en gaz, dont le plus représentatif est le CO.

Le CO est un gaz inodore, dont les risques principaux sont :

- L'inflammabilité,
- La toxicité par inhalation.

Il est classé comme « extrêmement inflammable » et « toxique ».

Le CO est un composé très facile à enflammer à l'air libre car l'énergie nécessaire à son inflammation est très faible. On parle de risque d'inflammation spontanée. Il est également réactif avec les autres oxydants.

Ses limites inférieure et supérieure d'explosivité dans l'air sont respectivement de 12,5 % et de 74 %. La formation d'un mélange de CO et d'air dans ces conditions peut générer une violente explosion (onde de surpression aérienne, projections secondaires).

Sa température d'auto-inflammation est 620°C.

Du point de vue de sa toxicité, sa valeur limite d'exposition TLV a été fixée à 25 ppm. Le seuil des effets irréversibles a été fixé à 1500 ppm et celui des effets létaux à 4200 ppm.

Le charbon est irritant pour les yeux et les voies respiratoires. L'inhalation de cette substance sous forme de poussière peut causer l'inflammation du nez et des voies respiratoires.

Le charbon n'est pas une substance cancérigène mais peut contenir du quartz qui lui est classé comme substance cancérigène du groupe 2B par l'OSHA⁶.

Valeur limite d'exposition : 2 mg/m³

Le charbon possède un peu de soufre (moins de 0,8 % poids) qui est émis sous forme de SO₂ lors de la combustion. Un traitement des fumées en sortie de la Centrale C permet de récupérer ce soufre sous forme de gypse. La combustion du charbon libère également des oxydes de carbone et d'azote.

Ecotoxicité

Le charbon peut provoquer des désagréments liés à des envols de poussières mais il n'est pas écotoxique.

Incompatibilité

Le charbon réagit violemment avec les oxydants forts en provoquant des risques d'incendie et d'explosion particulièrement s'il se trouve sous forme de poudre.

Synthèse des risques produit liés au charbon

Suivant son aspect (brut, concassé ou pulvérisé), le charbon présente des risques spécifiques. Les 3 principaux risques présentés par ce produit sont liés à son caractère plus ou moins inflammable :

- Le phénomène de combustion lente pouvant conduire à un phénomène d'auto-inflammation du charbon,
- Le phénomène d'inflammation du charbon en couche causé par une source de chaleur externe,
- L'inflammation d'un nuage de poussières de charbon aboutissant au phénomène d'explosion.

⁶ Occupational Safety & Health Administration

CENTRALE THERMIQUE AU CHARBON

Liste des produits et sous-produits

Les produits mis en œuvre dans la centrale électrique et potentiellement dangereux sont :

- Le charbon brut, concassé et broyé : utilisé comme combustible, il est présent au niveau des installations de manutention (trémies) et de convoyage, du concasseur/cribleur, des dépoussiéreurs, des 6 silos journaliers, des broyeurs et des foyers de combustion,
- Le gazole (utilisé uniquement pour le démarrage ou en cas d'urgence) : présent au niveau des deux cuves de 500 m³ de gazole et du réseau de conduites (plus pomperie) qui alimentent les brûleurs,
- Le réactif réducteur d'oxygène utilisé pour le traitement eaux des chaudières (Elimin-Ox ou équivalent),
- L'acide chlorhydrique (33%) stockée dans une cuve de 5 m³, utilisée pour le traitement des eaux de la station de déminéralisation. Elle est également utilisée pour le nettoyage des électrolyseurs du système d'électrochloration de la station de pompage d'eau de mer,
- Le chlorure ferrique utilisé pour le traitement des eaux (coagulant),
- Un floculant de type polymère (Nalco Cat-Floc 8103 Plus ou équivalent) utilisé pour le traitement des eaux,
- La soude (50 %) stockée dans une cuve de 5 m³, utilisée pour le traitement des eaux de la station de déminéralisation,
- Le phosphate de sodium utilisé comme régulateur de pH pour les phases de démarrage,
- Eau de javel utilisée pour la désinfection de l'eau potable (volume 1 m³),
- La morpholine (Nalco 352 ou équivalent) utilisée pour le traitement des eaux (agent anticorrosion),
- L'urée solide stockée en attente de sa transformation en ammoniac par hydrolyse
- L'ammoniac (NH₃) produite à base d'urée pour le traitement des fumées (DéNOx) : le système de production et d'injection d'ammoniac est situé à proximité du bâtiment chaudière,
- L'huile de lubrification des turbines et des générateurs (paliers, réducteurs) : Le type d'huile qui sera utilisé pour la lubrification des différentes parties des turbines et des générateurs n'est pas encore déterminé. Néanmoins, il s'agira d'une huile de qualité "ISO VG 46". Afin d'estimer les risques associés à ce type de produits, l'analyse des dangers de l'huile SHELL TURBO T32 de la société SHELL, lubrifiant commun des équipements rotatifs correspondant à ce types de turbines à vapeurs, a été réalisée,
- Le calcaire qui est mis en solution pour l'opération de désulfuration. Le calcaire est un minéral essentiellement composé de carbonate de calcium,
- La chaux utilisée pour le traitement des effluents de la désulfuration,
- L'azote pour l'inertage de certaines zones à atmosphères explosives,

Le charbon qui a été spécifiquement étudié dans le paragraphe précédent ne sera pas repris ici.

Le tableau qui suit présente l'étiquetage réglementaire des produits :

<i>Produit</i>	<i>N°CAS</i>	<i>Étiquetage réglementaire</i>	<i>Phrases de risques (R)</i>
Gazole	68476-34-6	Xn, N, Xi	R38, R20, R40, R66, R51/53
Réducteur d'oxygène (Nalco Elimin-Ox par ex.)	497-18-7	Xi, Xn	R22, R38, R43
Acide Chlorhydrique	7647-01-0	C	R34, R37
Chlorure ferrique	7705-08-0	C	R22, R36/37/38, R41
Polymère floculant (Nalco Cat-Floc 8103 Plus par ex.)	26062-79-3	-	R52/53
Soude	1310-73-2	C	R35
Phosphate de sodium	10101-89-0	-	-
Eau de javel (9.6 % chlore actif)	7681-52-9	Xi	R31, R36, R38
Morpholine (Nalco 352 par ex.)	110-91-8	C	R10, R20/21/22, R34
Urée	57-13-6	-	-
Ammoniac	7664-41-7	T, N	R10, R23, R34, R50
Lubrifiants des turbines/générateurs (SHELL TURBO T32 par ex.)	-	-	-
Calcaire (carbonate de calcium)	471-34-1	-	-
Chaux	1305-62-0	Xi	R37, R38, R41
Azote	7727-37-9	-	-
Figure 45 : Étiquetage et phrases de risques des produits liés à la Centrale C			

La signification des symboles et phrases de risques est la suivante :

- R 10 : Inflammable,
- R 12 : Extrêmement inflammable,
- R 20/21/22 : Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion,
- R 23 : Toxique par inhalation,
- R 31 : Au contact d'un acide dégage un gaz toxique,
- R 34 : Provoque des brûlures,
- R 35 : Provoque de graves brûlures,
- R 36 : Irritant pour les yeux,
- R 37 : Irritant pour les voies respiratoires,
- R38 : Irritant pour la peau,
- R40 : Risque possible d'effets irréversibles – Effet cancérogène suspecté,
- R41 : Risque de lésions oculaires graves
- R43 : Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau,
- R45 : Peut provoquer le cancer,
- R50/53 : Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique,
- R45/23 : Toxique : risque d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par inhalation,
- R51/53 : Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique,
- R52/53 : Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique,
- R 65 : Nocif : peut provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion,
- R 66 : L'exposition répétée peut provoquer dessèchement ou gerçures de la peau.

La signification de l'étiquetage réglementaire est :

- T : Toxique,
- Xn : Nocif,
- N : Dangereux pour l'environnement,
- Xi : Irritant,
- C : Corrosif,
- F+ : Extrêmement inflammable.

Dangers liés aux produits :

Inflammabilité et explosivité

Le tableau suivant donne les caractéristiques d'inflammabilité des produits.

Produit	Données physiques	Inflammabilité et explosivité
Gazole	<p>Liquide (20°C) de couleur jaune (couleur naturelle), odeur caractéristique</p> <p>Mélange complexe d'hydrocarbures aliphatiques (C10 - C22).</p> <p>Intervalle d'ébullition : 150 à 380 °C</p> <p>Densité/eau à 15 °C: 0,9</p> <p>Pression de vapeur : < 10 hPa à 40 °C (faible)</p> <p>Point d'éclair : > 64 °C</p> <p>Température d'auto-inflammation : > 250°C</p> <p>LIE - LSE : 0,5 à 5 %</p> <p>Solubilité dans l'eau: Pratiquement non miscible.</p>	<p>Produit inflammable de 2ème catégorie. Dans les conditions normales d'utilisation, le risque d'inflammation est faible du fait de la faible volatilité de ces produits.</p> <p>Le produit est stable dans des conditions normales d'entreposage et d'utilisation.</p> <p>Les produits de la décomposition thermique dépendent en grande partie des conditions de la combustion. Un mélange complexe de particules solides et liquides et de gaz sera libéré dans l'air lors de la combustion de ce produit (gaz carbonique, monoxyde de carbone et hydrocarbures partiellement oxydés, suies).</p> <p>Moyens d'extinction appropriés: Mousse, CO2, poudre.</p> <p>Moyens d'extinction déconseillés: Eau interdite sous forme de jet bâton.</p> <p>L'action simultanée de mousse et d'eau sur une même surface est à proscrire (l'eau détruit la mousse).</p>
Réducteur d'oxygène (Nalco Elimin-Ox par ex.)	Liquide incolore et inodore.	Ce produit ne peut brûler que lorsque toute l'eau est évaporée. Seuls les résidus secs seraient inflammables.
Acide Chlorhydrique	L'acide chlorhydrique (HCl) est une solution aqueuse incolore et d'odeur piquante.	Ce composé ne présente pas de danger particulier d'incendie ou d'explosion. Il attaque de nombreux métaux avec un dégagement d'un gaz très inflammable (hydrogène), qui crée des dangers d'incendie ou d'explosion.
Chlorure ferrique	Le chlorure ferrique (FeCl ₃) est une solution aqueuse brune et d'odeur piquante.	Ce composé ne présente pas de danger particulier d'incendie ou d'explosion.
Polymère floculant (Nalco Cat-Floc 8103 Plus par ex.)	Liquide transparent incolore à jaune clair, légère odeur.	Ce composé ne présente pas de danger particulier d'incendie ou d'explosion. A noter qu'en cas d'incendie les produits de décomposition suivants peuvent être générés : Oxyde carbone, NOx, Ammoniac et HCl.
Soude	La lessive de soude à 50% est une solution aqueuse préparée avec de l'hydroxyde de sodium (NaOH).	Ce composé ne présente pas de danger particulier d'incendie ou d'explosion.

Phosphate de sodium	Incolore à blanc.	Ce composé ne présente pas de danger particulier d'incendie ou d'explosion.
Eau de javel	Liquide ayant un léger reflet jaune-vert, sentant le chlore.	Les eaux et extraits de Javel ne sont pas inflammables.
Morpholine (Nalco 352 par ex.)	Liquide jaune clair, odeur ammoniacale.	Ce produit ne devrait pas brûler à moins que toute l'eau ne soit évaporée. les matières organiques résiduelles peuvent être inflammables. Utiliser des moyens d'extinction permettant de procéder à une attaque concentrique du feu. Risque d'émission d'oxydes de carbone (COx) en cas d'incendie. Risque d'émission d'oxydes d'azote (NOx) en cas d'incendie.
Urée	Solide blanc (granulés ou prills). Faible odeur ammoniacale. Point de fusion 133 °C Masse volumique = 1320 kg/m ³	L'urée est ininflammable. Peut former des dérivés explosifs en cas de contamination par des acides forts (nitrique ou perchlorique), hypochlorites, ou pentachlorure de phosphore. En cas de chauffage (ou pris dans un incendie), il entrera en dégradation rapide en ammoniac (toxique) qui peut être explosive en engendrant des surpressions. Incompatibilité pouvant produire vapeur de nature explosive (trichlorure d'azote).
Ammoniac	Gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air. Stable à température ordinaire. LII air : 15% LIS air : 28 % T° auto inflammation : 651 °C. Très soluble dans l'eau. Tension de vapeur: 860 kPa à 20 °C.	L'ammoniac est un gaz relativement peu inflammable qui peut former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 15 à 28% en volume. Le contact de l'ammoniac avec certains produits tels que le mercure, les halogènes, le calcium, l'oxyde d'argent est une source d'incendies et d'explosions. Les feux provoqués par l'ammoniac sont difficiles à éteindre (CO ₂ et poudre préconisés). Des réactions explosives peuvent également se former avec l'aldéhyde acétique, l'acide hypochloreux, l'hexacyanoferrate de potassium.

Lubrifiants des turbines/générateurs (SHELL TURBO T32 par ex.)	Couleur : Ambre léger Viscosité : 31,5 mm ² /s à 40°C Etat physique : liquide visqueux Pression de vapeur : < 0,5 Pa à 20°C Point d'éclair : > 200°C Limites d'inflammabilité : 1 – 10% Densité relative (eau = 1) : 0,874 Température d'auto inflammation : > 250°C Classification : néant Phrases de risque : néant	Dans les conditions normales d'utilisation, ce lubrifiant ne présente pas de risque particulier d'inflammation ou d'explosion. Le caractère d'inflammabilité de cette huile n'apparaît pas majorant vis-à-vis des effets écotoxiques en cas de déversement dans le milieu naturel. Dans la présente étude, nous considérerons que c'est le caractère d'écotoxicité qui prévaut sur les autres. Les moyens d'extinction appropriés sont : brumisation d'eau, mousse, CO ₂ et poudre. La combustion incomplète et la thermolyse produisent des gaz plus ou moins toxiques tels que CO, CO ₂ , H ₂ S, hydrocarbures variés, etc. et des suies. Leur inhalation est très dangereuse.
Calcaire	Solide	Ininflammable / non combustible
Chaux	Solide de couleur blanche	Ininflammable / non combustible
Azote	Gazeux	Gaz inflammable
Figure 46 : Caractéristiques d'inflammabilité des produits		

Toxicité

Les produits étudiés ne présentent pas de toxicité aiguë. Cependant, certains produits peuvent présenter des risques pour l'homme :

Produit	Toxicité
Gazole	Contact avec la peau et les yeux : Le contact fréquent ou prolongé avec la peau détruit l'enduit cutané lipophile et peut provoquer des dermatoses. Ingestion : Le produit peut être accidentellement aspiré par les poumons en raison de sa faible viscosité et provoquer des lésions pulmonaires graves. Inhalation : De fortes concentrations de vapeurs pourraient être irritantes pour les voies respiratoires et les muqueuses (risque faible dans les conditions normales d'emploi). L'exposition prolongée à des vapeurs très concentrées peut causer des maux de tête, des étourdissements, des nausées et une dépression du système nerveux central. Le contact prolongé et répété de ce produit avec la peau peut causer un dégraissage et un dessèchement de la peau se traduisant par une irritation et une dermatite. Suspecté de risque cancérogène
Réducteur d'oxygène (Elimin-Ox NALCO)	Peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau, une irritation des muqueuses, des yeux en cas de contact prolongé voire des nausées en cas

par ex.)	d'ingestion
Acide Chlorhydrique	Peut provoquer des brûlures et des irritant pour les voies respiratoires en cas de contact prolongé. Sa forte tension de vapeur (21,8 mbar à 20°C) en fait un produit volatil susceptible d'émettre des vapeurs de chlorure d'hydrogène considérées comme toxiques.
Chlorure ferrique	Les effets du chlorure ferrique sont essentiellement liés à ses propriétés fortement irritantes, notamment sur les muqueuses
Polymère floculant (Nalco Cat-Floc 8103 Plus par ex.)	Peut provoquer une irritation des muqueuses, de la peau et des yeux.
Soude	Peut provoquer de graves brûlures
Phosphate de sodium	Irritation en cas de contact avec la peau.
Eau de javel	Les effets toxiques chez l'homme dépendent de la concentration de la solution. Les projections cutanées ou oculaires de produits concentrés peuvent provoquer des brûlures sévères avec de possibles séquelles oculaires.
Morpholine (Nalco 352 par ex.)	Nocif par inhalation, par contact avec la peau et par ingestion. Peut provoquer des brûlures
Urée	Risques d'irritation ou brûlure par contacts prolongés ou répétés
Ammoniac	Toxique par inhalation, Irritation et brûlures des muqueuses oculaires et respiratoires. VLEP : 10 ppm soit 7mg/m ³ (8h) 20 ppm soit 14 mg/m ³ (court terme). DL50 par voie orale chez le rat = 350 mg/kg CL 50 par inhalation chez le rat = 7600 mg/m ³ pour une exposition de 2 h.
Lubrifiants des turbines/générateurs	Les tests effectués à partir de cette huile n'ont pas conduit à d'autres effets que l'irritation des poumons. Les bonnes conditions d'emploi en température ou l'état physique à température ambiante ne permettent pas de pénétration cutanée. Une exposition prolongée peut conduire à une irritation de la peau, des yeux ou des voies respiratoires. Aucun effet cancérigène ni mutagène n'a été observé pour une exposition prolongée.
Calcaire (carbonate de calcium)	Non irritant. Seule l'ingestion peut provoquer une irritation de l'appareil digestif, des nausées, des vomissements et des diarrhées.
Chaux	L'inhalation de poussières provoque un inconfort aux voies respiratoires. Irritant pour la peau en présence d'humidité. En cas de contact prolongé avec la peau, le produit peut provoquer des dommages cutanés sévères. Risque de lésions oculaires

	graves en cas de contact avec les yeux.
Azote	L'azote n'est pas toxique, mais la libération d'une grande quantité dans un espace confiné peut déplacer l'oxygène de l'air nécessaire à l'entretien de la vie.
Figure 47 : Effets toxiques des produits	

Ecotoxicité

Les risques pour l'environnement sont :

Produit	Ecotoxicité
Gazole	Nocifs pour les organismes aquatiques et peuvent entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Dangereux pour la faune et la flore terrestres ou aquatiques
Réducteur d'oxygène (Nalco Elimin-Ox par ex.)	Nocif pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique. Carbohydrazide: Ce produit n'est pas facilement biodégradable.
Acide Chlorhydrique	Peut entraîner des effets nocifs sur les organismes aquatiques par modification du pH si le produit n'est pas neutralisé.
Chlorure ferrique	Il peut entraîner des effets nocifs sur les organismes aquatiques si le produit n'est pas neutralisé.
Polymère floculant (Nalco Cat-Floc 8103 Plus par ex.)	Nocif pour les organismes aquatiques. Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique
Soude	Toxique pour les poissons et les planctons
Phosphate de sodium	Les composés du phosphore contribuent à l'eutrophisation des eaux.
Eau de javel	L'eau de Javel est un puissant biocide. Les eaux javellisées et extraits concentrés de Javel oxydent la matière organique qu'elles rencontrent en étant susceptibles de produire des organochlorés toxiques et de nombreux produits de dégradation (chlorures) et métabolites lorsqu'elle a été ingérée par des animaux ou autres organismes aquatiques.
Morpholine (Nalco 352 par ex.)	Ne pas stocker des produits contenant des amines ou des sulfites à proximité, car les vapeurs produites pourraient former des particules aéroportées visibles. Le contact avec des oxydants forts (p. ex., chlore, peroxydes, chromates, acide nitrique, perchlorate, oxygène concentré, permanganate) peut provoquer un dégagement de chaleur, une explosion ou un dégagement de gaz toxiques. Acides forts: Le contact avec des acides forts (p. ex., acide sulfurique, phosphorique, nitrique, chlorhydrique, chromique ou sulfonique) peut provoquer un dégagement de chaleur, un bouillonnement et un dégagement de vapeurs toxiques. Éviter tout contact avec du

	SO ₂ ou des produits à base de bisulfite acide, car la réaction pourrait entraîner la formation dans l'atmosphère de particules visibles de sels aminés. Au contact d'acide nitreux, de nitrites organiques ou inorganiques dans une atmosphère chargée de fortes concentrations d'oxyde nitreux, certaines amines peuvent former des N-nitrosamines dont certaines se sont avérées cancérogènes chez des animaux de laboratoire.
Urée	Les composés de l'azote contribuent à l'eutrophisation des eaux.
Ammoniac	Peut causer des changements de pH aux systèmes écologiques aqueux.
Lubrifiants des turbines/générateurs	Etiqueté comme « non facilement biodégradable » et « potentiellement bio-accumulable », ce lubrifiant est considéré comme dangereux pour les organismes aquatiques. Il peut causer des effets irréversibles dans l'environnement aquatique. Son déversement dans le milieu naturel est interdit.
Calcaire	Le carbonate de calcium est neutre au niveau écotoxicité.
Chaux	L'hydroxyde de calcium est une substance basique qui amène le pH de l'eau > 12. Bien que la chaux soit très utile pour corriger l'acidité de l'eau, un excès supérieur à 1 g/l peut être nuisible à la vie aquatique. Toutefois, l'effet n'est pas rémanent : au contact du dioxyde de carbone, l'hydroxyde de calcium se transforme en carbonate de calcium.
Azote	-
Figure 48 : Liste des produits écotoxiques	

Incompatibilité

Les incompatibilités entre produits sont listées ci-après :

Produit	Incompatibilité
Gazole	Oxydants forts (acide nitrique, acide sulfurique, chlore, ozones, peroxydes, ...).
Réducteur d'oxygène (Nalco Elimin-Ox par ex.)	Acides forts, oxydants forts, cuivre, aluminium, zinc, alliages, nickel, plomb, laiton, acier au carbone, fonte
Acide Chlorhydrique	Les matières à éviter sont : les amines, les carbures, les hydrures, le fluor, les métaux alcalins, le permanganate de potassium, les sels d'oxacides halogénés, l'acide sulfurique concentré, les composés hydrogène métalloïdes, les oxydes métalloïdes, les aldéhydes, les sulfures, le siliciure de lithium et l'éther vinylméthylque. L'acide chlorhydrique aqueux réagit violemment avec les oxydants (formation de chlore) et avec les bases (libération de chaleur).
Chlorure ferrique	Il est stable, mais réagit violemment avec les matériaux alcalins et avec les bases fortes. Ce produit attaque de nombreux métaux avec un dégagement d'un gaz très

	inflammable (hydrogène), qui crée des dangers d'incendie ou d'explosion. Les matières à éviter sont : les métaux, les bases fortes et les agents oxydants.
Polymère floculant (Nalco Cat-Floc 8103 Plus par ex.)	Acides forts et bases fortes
Soude	Il est stable, mais réagit violemment avec les acides et au contact de l'eau avec un dégagement de chaleur. Il réagit aussi avec : les aldéhydes, les anhydres organiques, les composés nitrés, les hydrocarbures halogénés et le nitrate d'argent. Il attaque de nombreux métaux (aluminium, cuivre et ses alliages, zinc, plomb) avec un dégagement d'un gaz très inflammable (hydrogène), qui crée des dangers d'incendie ou d'explosion.
Phosphate de sodium	Aucune
Eau de javel	Acides et ammoniacque
Morpholine (Nalco 352 par ex.)	Oxydants forts, réaction possible avec les nitrites et l'acide nitreux
Urée	Matières à éviter : hypochlorites, agents oxydants forts, acides fort et PCl_5 , cuivre, bronze, métaux usuels surtout en présence d'humidité. En cas de chauffage excessif, produits de décomposition : Ammoniac et éventuellement CO , CO_2 et NO_x .
Ammoniac	Les halogènes (fluor, chlore, brome, iode) réagissent vivement sur l'ammoniac et ses solutions aqueuses. L'ammoniac réagit violemment avec les oxydants et peroxydes.
Lubrifiants des turbines/générateurs	Oxydants forts, températures fortes
Calcaire	Acides
Chaux	A séparer des acides, des produits azotés et des quantités importantes de pailles et papiers.
Azote	-
Figure 49 : Liste des incompatibilités entre produits	

Bilan des dangers liés aux produits

Seuls le charbon, le gazole, l'urée et le calcaire sont stockés et utilisés en quantité importante. Les autres produits sont utilisés que pour des phases ponctuelles ou pour des traitements spécifiques.

Le danger lié au charbon peut venir soit de son auto-échauffement soit d'une forte concentration de particules fines dans un milieu confiné (type silo, broyeur, dépoussiéreur).

Suivant son aspect (brut, concassé ou pulvérisé), le charbon présente des risques spécifiques. Les 3

principaux risques présentés par ce produit sont liés à son caractère inflammable :

- Le phénomène de combustion lente pouvant conduire à un phénomène d'auto-inflammation du charbon,
- Le phénomène d'inflammation du charbon en couche causé par une source de chaleur externe,
- L'inflammation d'un nuage de poussières de charbon aboutissant au phénomène d'explosion.

Le caractère d'inflammabilité du gazole et du charbon est dans leurs conséquences majorants vis-à-vis des effets toxiques. Dans la présente étude, nous considérerons que c'est le caractère d'inflammabilité qui prévaut sur les autres.

Le gazole est un produit de catégorie C et a par conséquent un point éclair assez élevé. Il possède de plus une très faible tension de vapeur. Le gazole est à ce titre relativement difficile à enflammer dans des conditions normales de température et de pression. Cependant, en cas de libération accidentelle, le produit va se répandre en phase liquide et le principal danger reste malgré tout le feu de nappe s'il y a présence d'une source d'allumage d'une énergie suffisante pour échauffer le produit (émission de vapeur) telle qu'une flamme nue.

Chauffé à une température supérieure à son point d'éclair, le gazole liquide émet des vapeurs qui présentent alors un risque d'explosion si elles sont en contact avec une source d'ignition.

L'autre risque principal à considérer concerne les impacts environnementaux en cas de déversement d'une quantité importante de gazole directement dans le milieu. Cependant, l'écotoxicité du gazole est faible.

L'urée peut se décomposer en ammoniac (toxique) lorsqu'elle est prise dans un incendie mais son caractère ininflammable limite la probabilité d'occurrence d'un tel phénomène. En cas de déversement dans le milieu une solution d'urée peut présenter un risque d'eutrophisation.

L'ammoniac produit à partir de l'urée dans le hydrolyseur est un gaz toxique par inhalation, irritation et brûlures des muqueuses oculaires et respiratoires.

Les quantités associées aux concentrations de substances dangereuses utilisées pour le traitement des eaux et la station de déminéralisation sont relativement faibles et ne sont pas susceptibles de générer des effets sur l'environnement des installations.

5.2 Analyse des dangers liés aux procédés et installations

MISE EN PLACE D'UN STOCKAGE DE CHARBON COUVERT, DE SYSTEMES DE TRANSFERT, DE CONCASSAGE DU CHARBON

Le principal événement identifié, susceptible d'avoir des conséquences significatives sur la sécurité, est constitué par le feu couvant de charbon au niveau :

- Du bâtiment de stockage,
- Dans le concasseur,
- Le crible,
- Les trémies de charbon.

Cet événement est susceptible de produire du CO pouvant exploser en mélange à l'air.

Un tel événement peut être anticipé par une détection de CO dans le hangar de stockage, la trémie et le concasseur, déclenchant l'arrêt automatique des convoyeurs et du concassage ainsi que par l'intervention

de l'opérateur consistant à vider la trémie.

Si toutefois une explosion survenait, les larges ouvertures de la trémie permettraient d'évacuer la flamme de l'explosion ainsi que les gaz produits sans qu'il y ait de conséquence pour la trémie.

Le feu couvant de charbon est évité par les conditions opératoires elles-mêmes visant à minimiser le temps de séjour du charbon dans le concasseur et les équipements de manutention.

Des dispositifs magnétiques permettront de trier les éventuels résidus métalliques présents dans le charbon afin de limiter les sources potentielles d'ignitions.

La blessure d'un opérateur situé à proximité du convoyeur ou des équipements vibrant et tournant est un événement susceptible de se produire. Elle est prévenue par une signalisation sonore lors du déplacement des convoyeurs ainsi que par la ligne de vie le long de ce dernier. Un capotage conforme est mis en place sur les équipements vibrant (concasseur, crible).

Des consignes d'isolement d'équipements avant intervention pour maintenance seront également mises en place.

CENTRALE THERMIQUE AU CHARBON

Risques intrinsèques aux équipements utilisés

Au regard des incidents et accidents survenus de par le monde sur des installations similaires, les risques intrinsèques suivants sont, à priori, à traiter dans le cadre de l'analyse des risques de la centrale électrique.

Risque d'explosion de vapeurs de gazole

Dans la centrale électrique, le gazole est utilisé pour le préchauffage des chaudières. Son injection est assurée par un dispositif de pompes alimentant les divers brûleurs.

Le scénario d'explosion de vapeur de gazole doit être envisagé dans les équipements où il est injecté sous pression pour former un brouillard ou une atmosphère inflammable, c'est-à-dire dans les chambres de combustion des chaudières.

Le scénario redouté est la non-maîtrise de l'allumage du nuage inflammable, qui en milieu confiné et présentant de nombreux points chauds ou une température interne supérieure à son point éclair, peut conduire à l'inflammation retardée du nuage et à la formation d'une onde de surpression.

Dans ces équipements, le confinement étant quasiment total, on peut s'attendre dans ce cas à une explosion de forte intensité, pouvant atteindre théoriquement la pression maximale d'explosion d'un mélange air/hydrocarbure.

Risques d'inflammation en nappes de gazole

L'inflammation de nappes de gazole en cas de perte de confinement au niveau des réseaux de transport ou des pompes et en présence d'une source d'ignition.

Risque d'explosion de poussières de charbon

Pour générer l'inflammation d'un nuage de poussières l'apparition simultanée de deux événements est nécessaire :

- La mise en suspension de poussières dans l'air en concentration supérieure ou égale à la concentration minimale explosive,

- L'apparition d'une source d'énergie suffisante, supérieure à l'EMI, permettant de porter localement le mélange combustible/comburant à une température supérieure ou égale à la température d'auto-inflammation en nuage du produit.

Toutefois, on retiendra que ces risques sont générés en situations dégradées où la formation d'une suspension de particules fines de charbon sera envisagée (chute de charbon des silos au chargement, dépoussiérage, mise en suspension de particules imbrulées dans les lits fluidisés des chaudières). Dans ces équipements, on considérera que l'EMI est disponible par la formation d'électricité statique (silos et dépoussiéreurs) ou la présence de points chauds ou de températures internes voisines de la température d'auto-inflammation (chambres de combustion).

Une injection d'azote inertant est tout de même prévue dans les silos de charbon concassé.

Le risque d'explosion de poussière dans les broyeurs en cas de rupture de l'approvisionnement en gaz inertant est possible. Cet événement est normalement évité par une détection défaut azote déclenchant l'arrêt automatique du transporteur alimentant les broyeurs.

Risque d'explosion de monoxyde de carbone

En phase d'arrêt, des particules encore incandescentes sont susceptibles de former le lit de la chaudière. Une combustion incomplète de ces particules peut entraîner une accumulation de gaz inflammable. Une explosion peut alors survenir par inflammation de la poche gazeuse entraînant l'explosion de la chaudière.

Risque d'explosion de vapeur d'eau surchauffée

Les chaudières ont pour fonction de produire de la vapeur haute pression (> 100 bars, 540°C) utilisée en détente dans les turbines à vapeur pour la production d'électricité. Le réseau de vapeur haute pression génère donc des risques d'explosion en cas de perte d'intégrité physique des enveloppes de contenants. Le scénario critique concerne la rupture de la plus grande capacité contenant de vapeur haute pression, à savoir le ballon de collecte de vapeur de la chaudière. D'autres équipements tels que les réchauffeurs de vapeur haute pression ou les réservoirs de détente (blowdown tank) peuvent également être le siège d'explosion de vapeur. Dans ces équipements, la vapeur peut transiter sous forme d'eau surchauffée. En cas de rupture d'enveloppe, le phénomène accidentel considéré est une explosion de vapeur qui génère une onde de surpression par détente adiabatique de la phase vapeur et par flash isentropique de la phase liquide surchauffée.

Risque de satellisation de parties mécaniques rotatives

Les turbines à vapeur peuvent générer des projectiles à haute énergie en cas de rupture d'éléments du rotor ou d'autres éléments en rotation (roulements, paliers). Ces ruptures sont provoquées par corrosion, fatigue des métaux ou défaut de lubrification. Les vitesses très élevées de rotation peuvent donc provoquer la satellisation d'une pièce, la destruction du corps de turbine et la projection à l'extérieur de fragments à haute vitesse.

Risque de fuite d'ammoniac par le procédé SCR (DéNOx)

L'unité de production de Doniambo Energie sera équipée d'un dispositif de réduction des émissions d'oxydes d'azote par injection d'ammoniac dans les fumées. Celles-ci traversent un catalyseur qui favorise la réaction chimique entre les oxydes d'azote et l'ammoniac.

L'ammoniac est produite à partir de l'urée par mise en solution de cette dernière puis par chauffage et mélange avec de l'air dans un hydrolyseur, sous pression (environ 10 bars). Il n'y a pas de stockage d'ammoniac, elle est produite en flux tendu en fonction du débit et de la qualité des fumées.

Une fuite d'ammoniac sur la partie gazeuse du procédé (hydrolyseur ou conduite) est susceptible d'émettre un nuage toxique limité.

Risque d'émission de fumées toxiques en cas d'incendie du stockage d'urée

L'urée est utilisée pour préparer l'ammoniac nécessaire à l'abattement des NOx des fumées de combustion. Un bâtiment de stockage dédié de 420 tonnes d'urée sous forme de bigbags de 1500 kg est prévu sur le site. Bien que l'urée soit ininflammable, la prise en feu de ce stockage est susceptible de dégager par décomposition de cette dernière, des composés toxiques tels que l'ammoniac, des NOx et du CO.

STATION DE DEMINERALISATION

Remplissage des réservoirs d'acide chlorhydrique et de soude :

Le principal évènement identifié, susceptible d'avoir des conséquences significatives sur la sécurité est la présence d'un raccord fuyard sur une pompe mobile. Un raccord fuyard sur une pompe mobile peut être dû à un mauvais raccordement et pourrait aboutir à la blessure d'un opérateur atteint par le produit corrosif.

Une douche de sécurité et un lave-œil à proximité des réservoirs permettent de limiter les conséquences des blessures de l'opérateur atteint par le produit corrosif.

Rétention des réservoirs de soude et d'acide chlorhydrique :

Le principal évènement identifié, susceptible d'avoir des conséquences significatives sur la sécurité est la vidange dans la même rétention de la soude et l'acide chlorhydrique. Il pourrait se produire par réaction chimique entre ces deux produits sur la surface en rétention un dégagement de chlore susceptible d'incommoder les opérateurs.

La procédure de vidange des réservoirs de ces deux produits interdit la vidange simultanée.

Les quantités associées aux concentrations de substances dangereuses sont relativement faibles et ne sont pas susceptibles de générer des effets sur l'environnement des installations. Par ailleurs, les mesures prises limitent les risques de fuite dans l'environnement et les mélanges de produits.

STATION D'ELECTROCHLORATION

Le danger potentiel du dispositif d'électrochloration de l'eau de mer réside dans la présence d'hydrogène (H₂) et de chlore (CL₂) émis par le procédé en faibles quantités dans l'atmosphère. Le gaz hydrogène émis est dilué dans l'air (1% soit sous la LII fixée à 4 % pour l'hydrogène) avant rejet dans l'atmosphère. Les locaux sont naturellement et mécaniquement ventilés pour prévenir toute formation d'atmosphère explosive ou d'accumulation toxique de CL₂. Les quantités limitées de gaz en jeu et les mesures prises permettent de conclure que ce danger potentiel n'est pas susceptible de générer des risques dans l'environnement des installations.

STATION DE COMPRESSION

Une station de compression d'air assure la fourniture en air comprimée du réseau de la future centrale.

Le risque lié à l'utilisation de ces équipements réside dans les effets de surpression consécutifs à une explosion d'un compresseur. Cependant ces effets ne sont pas susceptibles de dépasser les limites de propriété de Doniambo Energie.

Ces équipements sous pression seront vérifiés régulièrement conformément à la réglementation relative aux équipements sous pression.

RISQUES GENERES PAR LA PERTE DES UTILITES

Perte de l'électricité :

La perte de l'alimentation électrique peut être causée par :

- L'arrêt temporaire ou prolongé de l'approvisionnement électrique extérieur et/ou du fonctionnement de la centrale électrique ;
- Le déclenchement d'un disjoncteur par détection d'un défaut électrique ;
- La coupure d'un câble d'alimentation sur le réseau de distribution électrique interne suite à des travaux.

Des groupes électrogènes fournissant du courant alternatif situés dans la centrale électrique secourent, entre autres, l'alimentation électrique du moteur d'entraînement de la turbine HP et des équipements de contrôle-commande, notamment ceux de sécurité. La perte d'électricité totale provoquerait la mise en sécurité automatique et l'arrêt de la centrale, avec un endommagement potentiel de la turbine HP.

Les vannes de pied de bac installées sur les canalisations de soutirage des réservoirs du dépôt de gazole sont situées dans les aires de rétention des réservoirs et sont à sécurité positive, ce qui signifie qu'elles se mettent automatiquement en position de sécurité en cas de perte d'électricité. Les vannes entrée et sortie de bac sont également manœuvrables localement. Un opérateur peut donc les actionner manuellement si besoin.

En exploitation normale, les vannes du réseau incendie sur la cuvette de rétention restent ouvertes en permanence. Les systèmes d'extinction automatique installés peuvent être activés manuellement.

Perte d'air comprimé :

La perte d'air comprimé provoquerait la mise en sécurité des vannes d'exploitation à sécurité positive et l'arrêt de la centrale électrique dans certains cas.

Perte d'huile hydraulique haute pression :

La perte d'huile hydraulique haute pression peut survenir en cas de dysfonctionnement de l'unité de production d'huile haute pression (fuite, défaillance d'un équipement hydraulique, arrêt d'urgence sur dérive des conditions opératoires, incendie).

L'huile haute pression étant principalement utilisée pour le fonctionnement des vannes de sectionnement et de contrôle de l'alimentation en vapeur des turbines HP et MP/BP, ces équipements seraient affectés par la perte de pression et se mettraient automatiquement en position de sécurité (fermeture sur perte de pression d'huile). Une telle situation provoquerait l'arrêt des turbines à vapeurs et une perte d'exploitation.

Perte d'huile de lubrification et de refroidissement :

La perte d'huile de lubrification et de refroidissement pourrait conduire à un échauffement dangereux des parties rotatives des turbines à vapeurs et à combustion, notamment les roulements et paliers d'arbre. Une telle situation pourrait entraîner des dommages importants sur ces équipements ou leur rupture mécanique violente (risque de satellisation).

Les températures de ces équipements sont suivies en salle de contrôle ainsi que les débits, niveaux et pressions d'huile de lubrification requis pour chacun d'entre eux.

Perte des réserves d'eau incendie :

En cas d'incendie, il est indispensable de disposer d'une capacité importante d'eau sur le site.

Le réseau incendie de l'ensemble du site, incluant celui spécifique au dépôt de gazole, est alimenté par un réservoir d'une capacité de 1800 m³ d'eau incendie. Ce réservoir est dimensionné pour assurer une réserve en eau correspondant à 2 heures de lutte contre l'incendie selon le scénario majorant et la règle APSAD R1 applicable.

Deux pompes de débit unitaire 900 m³/h seront installées pour garantir la disponibilité de la réserve en eau. La première électrique, l'autre en secours équipée d'un moteur diesel.

Les volumes et débits d'eau incendie sont précisés dans la note de calcul des besoins en eaux incendie jointe en Annexe 6 : Définition des systèmes de lutte incendie.

De plus, tous les matériels fixes de lutte contre l'incendie installés pour la protection des dépôts de gazole seront contrôlés et actionnés plusieurs fois par an lors des exercices.

Perte de la réserve émulseur :

Le dépôt de gazole possède sa propre réserve d'émulseur, stockée dans un réservoir situé dans un local spécifique. La réserve d'émulseur est protégée contre le rayonnement thermique et les projectiles en cas d'accident de type incendie ou explosion dans ce dépôt de gazole (protection par des murs en béton coupe-feu 4h).

La capacité de la réserve a été dimensionnée pour éteindre en une heure un incendie généralisé de la cuvette de rétention du stockage. Le volume de la réserve d'émulseur est précisée dans la Note de calcul des besoins en eaux incendie jointe en Annexe 6 : Définition des systèmes de lutte incendie.

Perte des moyens de communication :

Les personnes présentes sur site (opérateur ou rondier) disposeront de moyens de communication sûrs afin de prévenir les différentes personnes concernées en cas d'incident.

Pour cela, ils disposeront par exemple :

- De radios portatives type Protection Travailleur Isolé (PTI),
- De téléphones portables société,
- D'interphones,
- D'une ligne téléphonique,
- D'une ligne fax,
- D'un réseau informatique intranet,
- D'une sirène.

La redondance de ces moyens de communication permet d'assurer la transmission des informations et/ ou alertes en cas de sinistre.

Enfin, la définition et l'emplacement de ces moyens de communication seront précisés ultérieurement dans le cadre du POI.

5.3 Réduction des potentiels de dangers

Réduction des potentiels de dangers (circulaire du 10 mai 2010)	Propositions / commentaires / conclusions
Supprimer ou substituer aux procédés et aux produits dangereux, à l'origine de ces dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des dangers moindres (propriétés des produits, conditions de procédés moins dangereuses, simplification du système...)	<p>Par définition, le charbon n'est pas substituable dans ce type d'installation. Le choix de la technologie ont été étudiées et les raisons du projet justifiées.</p> <p>Les quantités de charbon et de gazole stockées correspondent à un stock optimal pour le fonctionnement des chaudières, en limitant les risques d'arrêts sur défaut d'approvisionnement et en limitant les durées de stockage pour éviter les risques d'auto-combustion.</p> <p>Les conditions opératoires (pulvérisation charbon, débit de charbon ou de gazole) sont imposées par la technique utilisée et les conditions de pression et température de la vapeur sont imposées par le procédé de fabrication figurant en aval de l'installation. Les installations de la centrale seront conformes aux réglementations en matière de prévention des risques (ICPE, ATEX, BAT, Equipements sous pression, Code du travail) et munis d'équipements de protection incendie ainsi que de dispositifs de surveillances adaptés.</p> <p>Des coefficients de sécurité réglementaires (équipements sous pression gaz et vapeur) sont appliquées lors du dimensionnement des installations.</p> <p>Les installations à risques seront implantées de sorte à conserver une distance d'éloignement suffisante pour éviter les effets dominos.</p>
Réduire le potentiel présent sur le site sans augmenter les risques par ailleurs (notamment modification des modes de stockages, d'approvisionnement du site ou des ateliers sans augmentation de la fréquence d'un risque lié au transport de matières dangereuses (TMD) ...). Une justification de la quantité de matière susceptible d'être présente sur site par rapport aux besoins du process peut s'avérer nécessaire	Voir ci-dessus.
Figure 50 : Réduction des potentiels de dangers	

5.4 Accidentologie

INTRODUCTION

L'étude des accidents survenus sur des installations similaires de stockage de charbon et de centrale thermique au charbon mais aussi sur le site de Doniambo a pour objectif de préparer les analyses de

risques liées aux opérations. Elle permet de cerner les causes et les conséquences des défaillances étudiées et d'en tirer des enseignements en termes d'actions à prendre pour les prévenir.

ACCIDENTOLOGIE INTERNE AU SITE DE DONIAMBO

L'accidentologie du site de SLN présentée dans les tableaux ci-après est tirée de la mise à jour de l'étude de dangers du site de Doniambo effectuée en décembre 2013 par la société CAPSE (Annexe 8 : Étude de dangers SLN DBO). Aucun incident significatif n'a été répertorié depuis.

Elle a pour objectif de tirer des enseignements par retour d'expérience issus des incidents qui se sont produits sur le site de SLN et susceptibles d'avoir des impacts sur le projet de Doniambo Energie.

La présentation de l'accidentologie est réalisée par unité sectorielle d'activité du site de SLN :

- Secteur FG : Matières premières et pondéreux,
- Secteur AF : Affinage,
- Secteur Utilités : Energie, maintenance,
- Secteur FB : Fours.

Secteur FG :

Année	Description	Nature	Cause	Domage	Mesures prises
2005	Débordement de 500 l de fioul et pollution des côtes à l'anse de la Vacherie	Pollution	Débordement rétention poste d'empotage (forte pluie et défaut conception)	Pollution limitée des côtes.	Opération de nettoyage. La rétention a été rehaussée et un radar pour détecter la hauteur de liquide a été installé avec une alarme en salle de contrôle.
1990	Epanchage de fioul en mer à partir d'une fosse sur le quai (1000 l)	Pollution	Erreur humaine Débordement rétention fosse des pompes (défaut entretien)	Pollution limitée du lagon.	Opération de nettoyage. Fosse de pompage réaménagée (disposition des vannes, étanchéité) Consignes opératoires de surveillance et d'alerte renforcée lors des opérations d'empotage des minéraliers.
Figure 51 : Accidentologie de Doniambo secteur FG					

Secteur FB :

Année	Description	Nature	Cause	Domage	Mesures prises
2013	Coulée de scorie non maîtrisée au four FD 11 lors d'une opération de maintenance	Coulée scorie	Non renseignées	Dégâts mineurs, incendie, perturbation des riverains	Opération de nettoyage. La rétention a été rehaussée et un radar pour détecter la hauteur de liquide a été installé avec une alarme en salle de contrôle.
2013	Incendie de la salle électrique de l'atelier charbon. La disjonction de l'atelier a été relevée sur le panneau de contrôle IP21.	Incendie	Non renseignée	Destruction matériel	
2011	Explosion de scorie au FD10	Explosion scorie	Non renseignée	1 brûlé au 2nd degré, 3 blessés légers	Non renseignée
2008	Projection de pièces mécaniques à haute vitesse. (pale de ventilateur) Le rotor de l'un des deux exhaures (ventilateurs d'extraction des fumées pour filtration et récupération des poussières) du four Demag 10 a éclaté	Projection mécanique	Non renseignée	Destruction de matériel, présence humaine à proximité.	Remplacement des exhauteurs
2007	Explosion de	Explosion	Non renseignée	2 blessés légers	Non renseignée

	scorie au FD 10	scorie			
2007	Incendie du filtre à manche de l'atelier charbon	Incendie	Pendant une période d'arrêt suite à une rupture mécanique. La cause de cet événement est l'arrêt de l'atelier sans vidange produit et un défaut dans l'inertage à l'azote.	Destruction matériel	Non renseignée
2006	Coulée de scorie non maîtrisée au four FD 11	Coulée scorie	Après le remplacement d'une tuyère en cuivre, lors de l'amorce de la coulée, le personnel a tenté en vain de boucher le trou de coulée.	Perte de 230 t de Ni	Suite à cet incident, il est décidé, l'arrêt du remplacement des tuyères four en marche.
1990	Incendie de transformateur à FB	Incendie	Court-circuit	Destruction de matériel	Non renseignée
1987	Explosion de scorie au FD 11	Explosion scorie	Départ en bloc d'une accumulation de scorie dans la goulotte de coulée et contact eau de mer	Destruction de matériel par le souffle	L'écran de protection qui était amovible a été remplacé par un écran escamotable solidement fixé à une partie fixe. Un système de protection du caniveau d'évacuation des scories par des capots solidement ancrés par des chaînes surdimensionnées a été mis en place, ainsi qu'une

					modification des buses de projection d'eau.
Figure 52 : Accidentologie de Doniambo secteur FB					

Secteur AFP :

Année	Description	Nature	Cause	Domage	Mesures prises
2013	Incendie de la station fioul lourd	Incendie	Départ de feu sur le réchauffeur basse pression	Dégâts matériel et perte de l'alimentation électrique	Coupure alimentation fuel et électrique pour extinction.
1989	Explosion d'hydrogène au grenailage	Explosion	Décomposition de l'eau provoquée par le décrochage soudain d'un loup de métal chaud solidifié sur la tige support de l'enclume de grenailage.	Destruction de matériel par le souffle	Modification mode opératoire pour éviter formation de loup de métal. Renforcement débit d'air de brassage du bain pour augmenter la dilution de l'hydrogène. Mesure en continu débit d'eau de brassage. Déclenchement alarme sonore et visuelle bas débit Mesure en continu de la composition en hydrogène de l'air de brassage.
Figure 53 : Accidentologie de Doniambo secteur AFP					

Secteur AF Bessemer :

Année	Description	Nature	Cause	Domage	Mesures prises
2010	Décrochage partiel d'une poche.	Choc	Erreur opérateur	Destruction de matériel	Rappel des procédures
2009	Départ d'incendie sur le parc à soufre	Incendie	Raclage à la chargeuse. Non-respect des procédures	Aucun	Extinction de la zone de 50 cm de diamètre avec une lance-incendie. Rappel des procédures
2008	Explosion de scorie bessemer, avec incendie du convoyeur de soufre.	Explosion métal, puis incendie	Présence d'eau de pluie	Destruction matériel	Non renseignée
1968	Projection de métal liquide aux Bessemer.	Explosion	Mauvais décrassage matte	Vidange au sol	Modification procédé matte
Figure 54 : Accidentologie de Doniambo secteur AF Bessemer					

Secteur utilités :

Année	Description	Nature	Cause	Domage
2007	Pollution au fuel du canal de rejet, suite à une fuite au local pompe FR11	Pollution fuel	Défaillance soudure	Aucun
2007	Incendie d'une tour aéro-réfrigérante	Incendie	travaux par point chaud	Destruction matériel
2004	Rupture d'une ligne de fioul et pollution de l'anse Uaré et N'Du.	Pollution	Rupture conduite fuel	Pollution des côtes par > 10 m3.
1989	Epanchage de 100 l de PCB sur le sol	Pollution	Malveillance	Pollution limitée du sol
Figure 55 : Accidentologie de Doniambo secteur Utilités				

L'analyse de l'accidentologie de la SLN ne révèle pas d'incident susceptible d'avoir des impacts directs sur le projet de centrale électrique (localisation, nature de l'incident). Cependant, nous pouvons noter des incidents rencontrés sur des installations similaires au projet de centrale électrique :

- Rupture d'une ligne de fioul (pollution) : utilités,
- Incendie de la station fioul lourd : AFP,
- Incendie de transformateur à FB,
- Incendie du filtre à manche de l'atelier charbon : FB,
- Projection de pièces mécaniques à haute vitesse (pale de ventilateur dépoussiéreur Four Demag 10) : FB,
- Incendie de la salle électrique de l'atelier charbon: FB.

ACCIDENTOLOGIE EXTERNE A L'ETABLISSEMENT

Les études accidentologiques présentées ci-après sont le résultat d'une recherche effectuée sur la base de données ARIA du BARPI (Ministère de l'écologie et du développement durable), recensant les accidents technologiques et industriels.

L'accidentologie s'est ainsi effectuée, sur un retour d'expérience de plus de 15 ans en France et à l'étranger, et avec les mots clés suivants : "Stockage charbon", "Convoyeur charbon", "Trémie charbon", "Transport charbon", "Broyeur charbon", "centrale charbon", "Centrale thermique charbon", "Electrofiltre", "DéNOx", "DéSOx", "Turbine", "urée", "ammoniac", "électrochloration"

La liste détaillée des accidents, résultat de la recherche, est jointe en Annexe 9 : Accidentologie.

Cette recherche ne peut prétendre être exhaustive, car seuls les accidents majeurs et/ou suffisamment détaillés pour être exploités, qui se sont produits en France ou à l'étranger, ont été mentionnés. Les accidents ont été retenus en raison de l'intérêt qu'ils présentent pour mieux cerner l'accidentologie liée à l'exploitation de la future centrale, aux produits utilisés et équipements employés. Ces listes d'accidents ne sont donc ni exhaustives ni représentatives de la répartition statistique des accidents du secteur étudié.

L'analyse élémentaire des accidents passés met en évidence les équipements, comportements et modes opératoires « à risques », ainsi que les causes et les conséquences principales associées à ces accidents.

A partir des différents incidents identifiés dans la base de données, nous n'avons retenu que les incidents proches ou en rapport avec les produits ou les activités présentés dans ce dossier.

Analyse d'accidentologie relative à la centrale électrique

Accidents sélectionnés

L'ensemble des accidents répertoriés concerne des centrales thermiques au charbon. Parmi ces installations, certaines utilisent des procédés différents du procédé mis en œuvre dans le cadre du projet : les accidents associés ont cependant été pris en compte, dans la mesure où ils n'étaient pas directement liés au procédé.

Certains accidents concernent des parties de l'installation étudiées dans une partie distincte (broyeur de charbon, stockage de charbon, convoyeurs) : ils ont cependant été pris en compte, pour appréhender notamment les éventuels effets dominos de ce type d'équipement sur le reste de l'installation.

Les accidents listés sont présentés dans le Tableau ci-dessous.

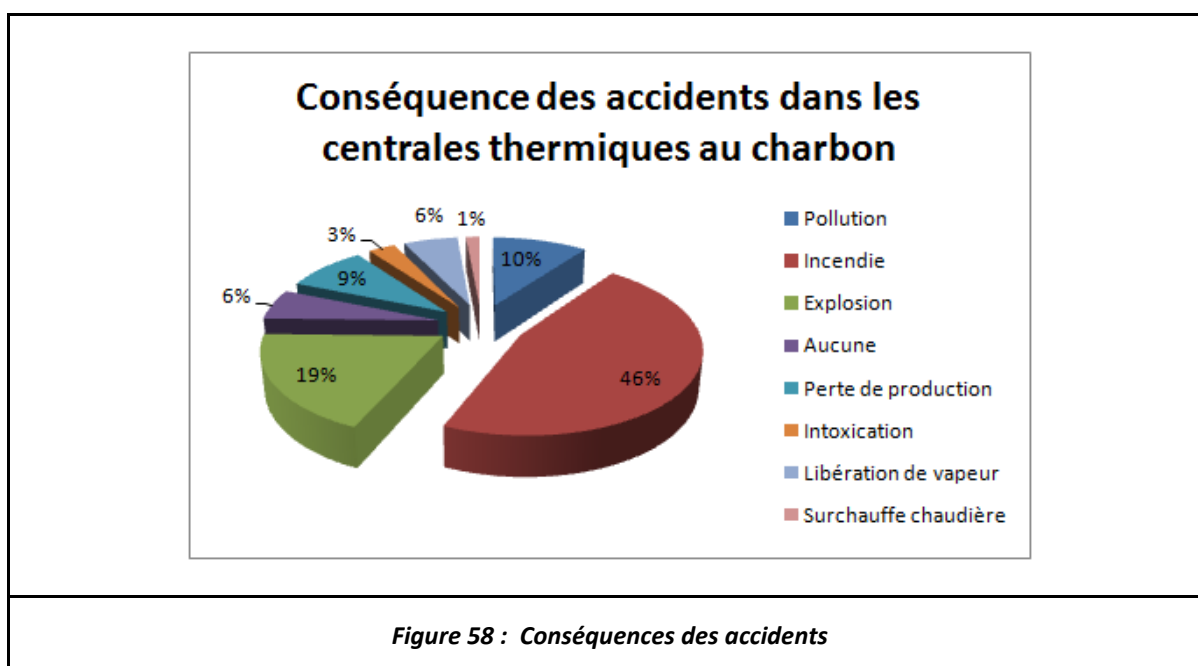
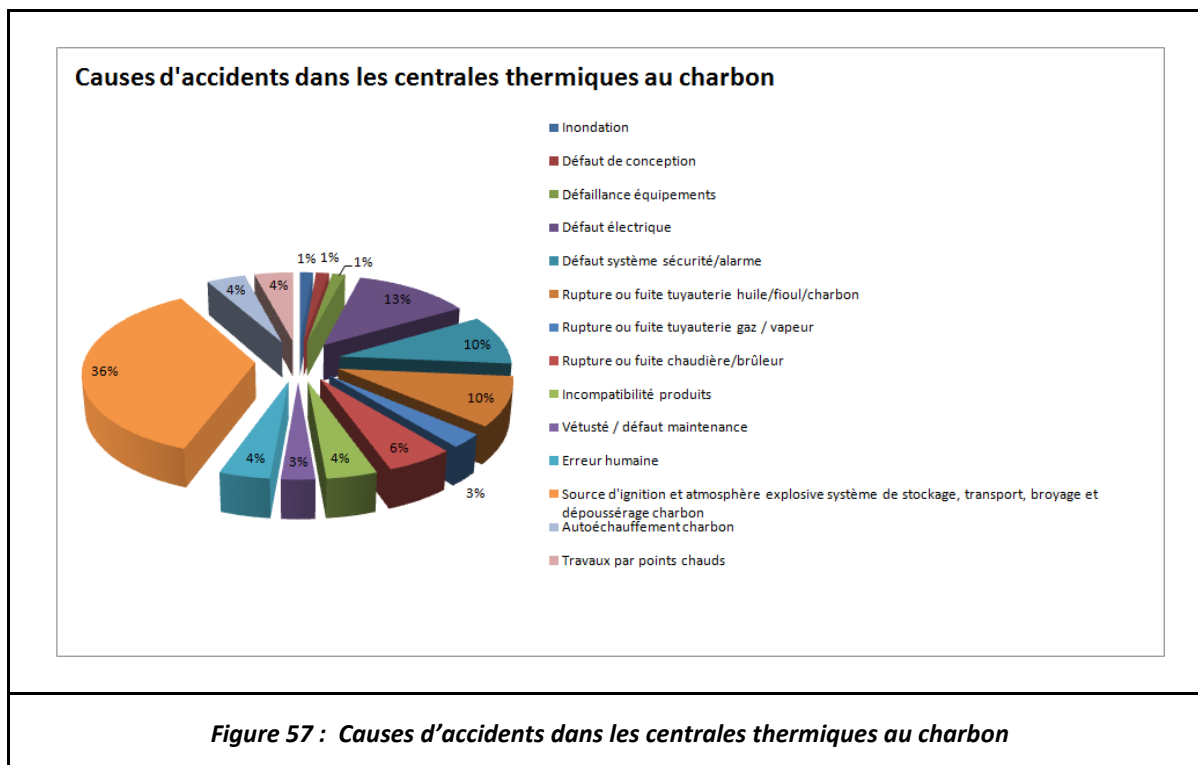
Référence	Équipements concernés	Circonstances de l'accident	Causes de l'accident	Conséquences de l'accident
N°12355-25/11/1997-ETATS-UNIS-LAWRENCE	Broyeur de charbon	Lors de travaux de maintenance	Non renseignées	Explosion 1 mort 2 blessés
N°13415-28/07/1998-ETATS-UNIS-HAMMOND	Zone de stockage de charbon	Au cours d'une opération de nettoyage	Ignition par une étincelle d'un nuage de poussières de charbon	Explosion et incendies dans l'installation de connexion au réseau Nombre de blessés > 17
N°13937-22/08/1998-BELGIQUE- RONSE	Réserves de charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie dans la centrale
N°15013 - 01/02/1999 - FRANCE - 59 - BOUCHAIN	Dépoussiéreur électrostatique	Redémarrage	Défaillance chaîne régulation débit d'air	Accumulation de charbon imbrûlé chaud : incendie et explosion. Dommages matériels
N°14947-17/02/1999-ETATS-UNIS- KANSAS CITY	Unités génératrices d'électricité	Lors de travaux d'entretien	Non renseignées	Explosion Dommages importants 1 blessé
N°15339-08/04/1999-ETATS-UNIS-HILLSBOROUGH	Générateur	Lors de travaux d'entretien	Erreur humaine (non vidange de l'hydrogène avant les travaux)	Explosion et incendie 3 morts

			Présence d'hydrogène	50 blessés
N°16212-21/07/1999- ETATS-UNIS- KANSAS CITY	Réserves de charbon+ convoyeurs à bande	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N°16531-14/08/1999- ETATS-UNIS- SMYRNA	Chaufferie au charbon	Non renseignées	Erreur humaine (réaction entre un produit de nettoyage et les poussières de charbon)	Explosion 1 mort 6 blessés
N°24021 - 18/12/2002 - FRANCE - 78 - PORCHEVILLE	Centrale thermique	Plein régime	Fuite de fumées chaudes sur gaine calorifugée système de ventilation	Incendie Aucune victime
N°22997-20/03/2002- RUSSIE- MOSCOW	Centrale électrique	Lors de travaux d'entretien (enlèvement d'excédent de charbon sur les côtés de la chaudière)	Erreur humaine (chute d'un gros bloc de charbon au sol sur de l'eau)	Explosion de vapeur 1 blessé
N°23685- 28/07/2002- ETATS-UNIS- WASHINGTON	Usine de production de charbon	Non renseignées	Problème électrique	Incendie et explosion Aucune victime
N°26863-20/04/2003- FRANCE- REIMS	Chaufferie : silo de cendres et de suies	Non renseignées	Qualité du charbon Fonctionnement à bas régime de la chaudière (mauvaise combustion et quantité importante d'imbrûlés)	Echauffement dans silo de cendres et de suies
N°27882-05/09/2004- FRANCE GUADELOUPE- LE MOULE	Centrale électrique (charbon + bagasse)	Redémarrage	Formation d'une atmosphère explosive dans le convoyeur ou en aval et inflammation par retour de flamme	Incendie et explosion
N°28389 - 17/07/2004 - FRANCE - 59 - DUNKERQUE	Centrale thermique gaz de cokerie	Redémarrage	Défaut détection flamme, erreur humaine, pas d'arrêt automatique alimentation en gaz	Explosion Pas de victime
N°28175 - 18/02/2004 - ETATS-UNIS - 00 - PONCA CITY	Convoyage charbon centrale	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive poussière charbon et source d'ignition	Explosion de poussière et incendie Pas de victime
N°28097 - 23/09/2004 - CHINE - 00 - WU'AN	Centrale électrique chaudière	1ere mise en service	Non renseigné	Explosion chaudière 13 morts
N°34118 - 07/11/2007 - ETATS-UNIS - 00 - SALEM	Centrale thermique chaudière	Fonctionnement normal	Rupture tube d'eau chaudière	Libération de vapeur 3 morts

N°35473 - 25/11/2008 - FRANCE - 71 - MONTCEAU-LES-MINES	Centrale thermique charbon	Redémarrage chaudière	Brûleur défectueux, fuite de fioul et source d'ignition	Incendie, fumées toxiques Pas de victime
N°35748 - 17/01/2009 - FRANCE - 973 - REMIRE-MONTJOLY	Centrale thermique fioul	Remplissage nocturne des réservoirs	Absence d'alarme de niveau haut, problème de maintenance	Débordement fioul dans milieu naturel. Pollution mineure
N°38230 - 20/05/2010 - FRANCE - 71 - MONTCEAU-LES-MINES	Centrale thermique charbon	Redémarrage	Une fuite de fioul au niveau d'un joint lors de l'allumage des brûleurs de la chaudière	Incendie Pas de blessé
N°39872 - 19/10/2010 - FRANCE - 71 - MONTCEAU-LES-MINES	Centrale thermique charbon	Fonctionnement normal	Fuite charbon et source d'ignition à proximité brûleur	Incendie 2 blessés
N°38591 - 31/05/2010 - ETATS-UNIS - 00 - BILLINGS	Centrale thermique charbon	Arrêt pour maintenance	Travaux par point chaud	Incendie Pas de victime
N°39329 - 20/11/2010 - FRANCE - 59 - BOUCHAIN	Centrale thermique	Maintenance	Fuite d'huile circuit hydraulique sur parties chaudes turbine	Incendie 1 blessé
N°40940 - 14/09/2011 - FRANCE - 59 - BOUCHAIN	Trémie à charbon centrale thermique	Arrêt - Maintenance	Défaut électrique trémie	Incendie 3 blessés
N°41541 - 22/09/2011 - FRANCE - 54 - BLENOD-LES-PONT-A- MOUSSON	Centrale électrique thermique (CCG) Cycle Combiné Gaz	Première mise en service CCG	Défaut de gestion système de sécurité : erreur humaine Défaillance alarme	Fonctionnement chaudière pendant 3 h sans eau - Incendie chaudière
N°41019 - 28/09/2011 - FRANCE - 76 - LE HAVRE	Centrale thermique au charbon	Fonctionnement normal	-	Incendie silo charbon Pas de victime
N°41308 - 15/11/2011 - FRANCE - 71 - MONTCEAU-LES-MINES	Centrale thermique au charbon	Redémarrage	Court-circuit moteur et armoie électrique	Incendie Pas de victime
N°41620 - 30/01/2012 - FRANCE - 76 - LE HAVRE	Centrale thermique au charbon	Fonctionnement normal	Fuite tuyauterie d'huile sur partie chaude	Incendie Pas de victime
N°42622 - 19/08/2012 - FRANCE - 2B - LUCCIANA	Centrale thermique au fioul	Fonctionnement normal	Défaut transformateur évacuation énergie	Incendie Pas de victime
N°42650 - 24/08/2012 - FRANCE - 59 - HORNAIN	Canalisation haute pression vapeur	Fonctionnement normal	Vétusté et rupture canalisation	Vapeur dans salle de commande Pas de victime

08/11/2012 NIMEGUE - PAYS-BAS	Chaudière centrale à charbon	Non renseignées	Non renseignées	Explosion Pas de victime
N°43887 - 29/04/2013 - FRANCE - 13 - MEYREUIL	Unité de traitement des eaux centrale thermique	Pompage cuve hypochlorite de sodium et rétention	Incompatibilité produits, résidus acide dans rétention	Dégagement de chlore 1 blessé
Figure 56 : Accidentologie relative aux centrales électriques				

Les graphiques suivants présentent les résultats de l'analyse :



Enseignements tirés

D'après les graphiques ci-dessus, les conséquences principales des accidents dans les centrales thermiques au charbon sont l'incendie et l'explosion (principalement de poussières). Un bon nombre d'accidents ont eu lieu pendant des phases de démarrage ou lors de travaux d'entretien et maintenance.

Les causes sont principalement la formation d'atmosphères explosives liées au charbon en présence de

sources d'ignitions (traité spécifiquement dans l'accidentologie relative à la manutention et à l'utilisation du charbon), l'erreur humaine, les défauts électriques et échauffements, des défaillances des systèmes de contrôle et de sécurité, des fuites de combustible, et une mauvaise combustion.

Dans une moindre mesure, des atteintes à l'environnement sont également listées et consistent pour l'essentiel en des fuites sur les canalisations de fuel ou sur les cuves ainsi que sur des équipements utilisant le fuel. La mise en place d'équipements correctement dimensionnés et manœuvrés tels que des cuvettes de rétention, des séparateurs d'hydrocarbures..., ainsi que les opérations de confinement de la pollution et de dépollution permettent de contenir le déversement de fuel.

Les accidents ayant pour conséquences des explosions et/ou des incendies liés au fuel proviennent soit :

- De la présence de sources d'ignition à proximité de vapeurs d'hydrocarbures (travaux de soudure proches des événements d'un stockage par exemple),
- D'une fuite de fuel lourd au niveau des brûleurs ou chaufferies (ruissellement sur des équipements chauds entraînant une combustion du fuel lourd).

Les principales mesures de prévention et de protection permettant d'améliorer la sécurité des opérations et des installations mises en place sont :

- D'une manière générale :
 - ✓ La sensibilisation et la formation du personnel,
 - ✓ Le respect des procédures (démarrage, opératoires, permis de feu, etc.) et des consignes de sécurité,
 - ✓ Le choix des meilleures technologies disponibles pour les équipements, un dimensionnement et une conception « sûre » : matériaux et aciers éprouvés, vannes d'isolement des tronçons, soupapes de dépression, protection des canalisations, protection contre la corrosion, etc,
 - ✓ La protection contre la foudre (paratonnerres, mise à la terre des équipements et contrôle périodique),
 - ✓ L'instrumentation (contrôle de pression, de température, détection flamme, etc.) sur les différents circuits,
 - ✓ L'inspection et maintenance des équipements,
 - ✓ Les systèmes d'arrêt d'urgence,
 - ✓ La protection incendie du site.
- Au niveau des silos de charbon :
 - ✓ Des événements sur les silos, en partie haute, permettant d'évacuer la surpression,
 - ✓ Des systèmes de découplage en cas de risque d'explosion secondaire de poussières,
 - ✓ Une extraction de poussières en partie haute,
 - ✓ L'adéquation du matériel au plan de classement de zone à risque d'explosion permettant de limiter ce risque,
 - ✓ Les moyens de détection et d'alerte : détection incendie dans le silo et système d'alarmes associées, automate du SSI déclenchant l'arrosage à l'eau par un réseau de sprinklers.
- Au niveau des chambres de combustion :
 - ✓ Le choix des matériaux (dimensionnement des structures en acier et en béton, protection des structures en acier par matériaux réfractaires),
 - ✓ La présence de trappes d'explosion.
 - ✓ Systèmes de sécurité et d'alarme (détection de flamme, arrêt d'urgence alimentation en combustible).

- Au niveau des dépoussiéreurs :
 - ✓ Les indicateurs et capteurs pour s'assurer de la qualité de la combustion,
 - ✓ Les systèmes de régulation de la quantité de charbon et de l'alimentation en air,
 - ✓ Le contrôle de la qualité du charbon,
 - ✓ Le contrôle de la granulométrie,
 - ✓ Les capteurs de concentration de poussières,
 - ✓ Le chauffage des trémies pour réduire les risques de bourrages,
 - ✓ Le système de débouillage de la trémie.
- Au niveau des circuits de vapeur Haute Pression :
 - ✓ L'instrumentation : contrôle du niveau du ballon avec arrêt de la chaudière par perte du niveau du ballon, contrôle de pression et du débit,
 - ✓ Les systèmes d'arrêt d'urgence,
 - ✓ Les soupapes sur le circuit.
- Au niveau des ventilateurs sur les circuits d'air et de fumées :
 - ✓ Les capteurs de vibration,
 - ✓ Les systèmes d'arrêt d'urgence.

Analyse d'accidentologie relative aux turbines à gaz et à vapeur

Accidents sélectionnés

Parmi les accidents répertoriés entre 1992 et 2014, un certain nombre d'entre eux ne concernent pas directement des installations comparables aux types de turbines utilisées dans le projet présenté ici. Seuls 7 accidents présentent un intérêt pour l'analyse d'accidentologie.

Le tableau ci-dessous reprend pour chacun de ces 7 accidents, la nature des équipements concernés, les conséquences et les causes de l'accident considéré.

Référence	Équipements concernés	Circonstances de l'accident	Causes de l'accident	Conséquences de l'accident
N°6557-03/06/1992	Turbine à combustion/vapeur	Lors du remontage de la soupape	Erreur opératoire (fermeture vanne) Surpression	Explosion du casing avec propulsion de débris de métal et maçonnerie 1 mort
N°5958-01/11/1994- ALLEMAGNE Leipzig	Turbine à combustion	Lors d'opérations de régulation dans le cadre d'une période de rodage	Fuite d'huile de lubrification sur le réducteur mécanique de vitesse et inflammation	Eclatement de la turbine et projection de débris métalliques Importants dégâts sur les bâtiments voisins 4 morts et 6 blessés
N°12267-13/01/1998- FRANCE- LACQ	Turbine à vapeur : plateau d'embrayage	Non renseignées	Causes non identifiées	Rupture du plateau d'embrayage et projection de fragments dans le plan de rotation. Dommages internes Pas de victime
N°18924- 10/08/2000-	Turbines	Non renseignées	Fuite de fuel dans le	2 incendies et diverses

ETATS-UNIS- VENICE			local des turbines et inflammation	explosions du matériel électrique 1 blessé
N°22385 - 15/04/2002 - FRANCE - 69 - LOIRE-SUR-RHONE	Turbine	Non renseignées	Défaut étanchéité circuit d'huile et de refroidissement	Pollution: rejet d'huile dans les eaux de refroidissement
N° 23826 - 12/12/2002 - JAPON - TSURUGA	Turbine	Non renseignées	Fuite d'huile	Incendie Pas de victime
N°43981 - 24/06/2013 - FRANCE - 01 - SAINT-VULBAS	Alternateur	Non renseignées	Fuite d'huile au niveau d'un joint de palier rotor/stator	Incendie Pas de victime
Figure 59 : Accidentologie relative aux turbines à gaz et à vapeur				

Enseignements tirés

D'après le tableau ci-dessus, les conséquences principales des accidents sont l'incendie et l'éclatement de capacité avec projection de fragments (missiles). Les causes sont des fuites d'huile, de combustible et l'erreur humaine.

En conclusion, les principales mesures de prévention et de protection permettant d'améliorer la sécurité des opérations et des installations prévues par le projet sont :

- La sensibilisation et la formation du personnel,
- Le respect des procédures (démarrage, opératoires, permis de feu, etc.) et des consignes de sécurité,
- Inspection et maintenance des équipements,
- Le choix des meilleures technologies disponibles pour les équipements et un dimensionnement et une conception « sûre » : matériaux et aciers éprouvés, vannes d'isolement des tronçons, soupapes de dépression, protection des canalisations, protection contre la corrosion, etc,
- L'instrumentation (capteurs de pression, de niveau, de température, etc...),
- La protection incendie du site (sprinklers, robinets d'incendie armés, bornes d'incendie),
- Le contrôle de la qualité, le suivi et les tests pendant la fabrication et la construction, le commissioning et le démarrage des installations.

Accidents externes survenus sur le stockage et l'utilisation du charbon

Le tableau suivant recense les accidents répertoriés dans la base ARIA s'étant produits dans des installations similaires aux infrastructures de stockage, de manutention et de broyage/pulvérisation de charbon.

Référence	Équipements concernés	Circonstances de l'accident	Causes de l'accident	Conséquences de l'accident
N°12355- 25/11/1997- ETATS- UNISLAWRENCE	Broyeur de charbon	Lors de travaux de maintenance	Non renseignées	Explosion 1 mort 2 blessés

N°13415- 28/07/1998- ETATS- UNISHAMMOND	Zone de stockage de charbon	Au cours d'une opération de nettoyage	Ignition par une étincelle d'un nuage de poussières de charbon	Explosion et incendies dans l'installation de connexion au réseau Nombre de blessés > 17
N°13937- 22/08/1998- BELGIQUERONSE	Réserves de charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie dans la centrale
N°16212- 21/07/1999- ETATS-UNISKANSAS CITY	Réserves de charbon + convoyeurs à bande	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N°23685- 28/07/2002- ETATS- UNISWASHINGTON	Usine de production de charbon	Non renseignées	Problème électrique	Incendie et explosion Aucune victime
FRANCE- 21- CHENOVE	Stockage de charbon	Non renseignées	Combustion lente	Echauffement de charbon dans un stockage de 270 tonnes
N° 23685 - 28/07/2002 - ETATS-UNIS - 00 - WASHINGTON	Usine de production de charbon	Non renseignées	Problème électrique	Explosion, incendie
N° 22887 - 10/08/2002 - FRANCE - 30 - BEAUCAIRE	Silo charbon	Quelques centaines de kilos de poussières de charbon entraînées par le vent se sont répandues dans le canal de navigation du RHONE	L'accident a pour origine un défaut sur les sondes de niveau haut et très haut qui n'ont pas arrêtées l'installation lors du remplissage d'un silo. Le charbon pulvérisé a débordé par le clapet de surpression.	Pollution des eaux
N° 23913 - 17/01/2003 - FRANCE - 10 - GYE- SUR-SEINE	Séchoir à charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N° 25071 - 18/07/2003 - FRANCE - 30 - BEAUCAIRE	Bande transporteuse alimentant un silo de charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N° 28195 - 05/10/2004 - FRANCE - 31 - MARTRES-TOLOSANE	Camion transportant 10 m³ de poussières de charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N° 29462 - 18/03/2005 - FRANCE - 73 - LA LECHERE	Convoyeur à charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N° 29692 - 19/04/2005 - FRANCE - 69 - SAINT- GERMAIN-AU-MONT- D'OR	Wagon de transport de poudre de charbon	Non renseignées	Non renseignées	Incendie
N°31428 - 11/02/2006 - FRANCE - 18 - BEFFES	Silo charbon pulvérisé	Non renseignées	Non renseignées	Incendie Pas de victime

N°32404 - 13/09/2006 - ETATS-UNIS - 00 - ROMEUVILLE	Centrale thermique au charbon	Non renseignées	poussières de charbon et source d'ignition	Explosion et incendie de poussière de charbon 5 blessés dont un grave
N°32819 - 07/02/2007 - FRANCE - 39 - ROCHEFORT-SUR- NENON	Silo charbon	Non renseignées	Non renseignées	Echauffement charbon Pas de victime
N°34832 - 10/06/2008 - FRANCE - 38 - ROUSSILLON	Circuit alimentation charbon chaudière à vapeur	Non renseignées	Défaillance électrique système de convoyage	Incendie Pas de victime
N°35010 - 04/07/2008 - FRANCE - 30 - BEAUCAIRE	Silo charbon	Non renseignées	Livraison de charbon chaud, défaut détection température et des systèmes de sécurité	Incendie Pas de victime
N°38421 - 03/02/2009 - ETATS-UNIS - 00 - OAK CREEK	Silo poussières charbon	Préparation travaux de maintenance	Inconnue	Explosion et boule de feu 3 blessés dont un grave
N°37756 - 24/01/2010 - POLOGNE - 00 - GRYFINO	Centrale Thermique au charbon	Non renseignées	Atmosphère explosive et source d'ignition	Explosion de poussière de charbon 1 mort et 3 blessés gros dégâts matériels
N°38434 - 11/06/2010 - FRANCE - 57 - HAGONDANGE	Wagon citerne stockage charbon pulvérulent	Travaux de maintenance	Atmosphère explosive et travaux par point chaud	Explosion 2 blessés graves
N°39701 - 28/12/2010 - FRANCE - 54 - PONT- A-MOUSSON	Camion citerne stockage charbon pulvérulent	Non renseignées	Auto-échauffement charbon pulvérulent	Aucune
N°41202 - 07/07/2011 - FRANCE - 33 - BASSENS	Terminal minéralier convoyeur charbon	Fonctionnement normal pas d'opération particulière à proximité du convoyeur	Friction convoyeur rouleau	Incendie Pas de victime
Figure 60 : Accidentologie relative au stockage et à l'utilisation du charbon				

D'après le tableau ci-dessus, l'accident qui apparaît de manière récurrente lors de la manutention et du stockage de charbon est l'incendie.

Il est à noter que peu de causes d'accident ont été élucidées. Il est donc très difficile de tirer des enseignements concrets sur les risques liés à la manutention de charbon.

L'accidentologie relative au stockage et à l'utilisation de charbon peut être séparée en l'étude de deux produits : le charbon en vrac (au niveau du stockage), et le charbon broyé (atelier de broyage charbon et convoyage).

Le charbon en vrac

Le stockage du charbon en vrac présente moins de risques que le stockage et l'utilisation du charbon broyé. Cependant, ce stockage peut faire l'objet d'un phénomène d'auto-échauffement et potentiellement d'auto-

inflammation. Dans le cadre d'une analyse relative au phénomène d'auto-échauffement, 36 accidents ont été recensés par le BARPI concernant les phénomènes d'auto-échauffement de matières combustibles entre 1983 et 2001. Les accidents recensés dans la base de données ARIA et qui concernent le charbon en vrac se produisent généralement dans les convoyeurs, trémie, dépoussiéreurs, silo, stockage en tas, en sacs...).

La conséquence principale d'un auto-échauffement concerne le plus souvent un incendie avec, parfois, une transition vers une explosion due à la mise en suspension de la matière (dépoussiérage, silo) ou à la formation de gaz de pyrolyse inflammables (CO) lors de l'auto-échauffement. Dans ces cas de figure, des dégâts matériels significatifs peuvent alors être observés.

L'analyse des accidents passés met également en lumière la lenteur du phénomène d'auto-échauffement d'où des difficultés à le détecter de manière précoce et des difficultés d'intervention pour éteindre des foyers s'étant déclarés au cœur des stockages.

L'analyse accidentologique montre que le charbon est très fréquemment à l'origine de phénomènes d'auto-échauffement. De plus, le tableau suivant présente la part de la source d'inflammation associée au phénomène d'auto-échauffement dans certains groupes d'installation :

Groupe d'installations	Part (%)
Silos / Trémies	32.8
Dépoussiéreurs / Séparateurs	17.2
Moulins / Broyeurs	3.7
Transporteurs	13.6
Séchoirs	44.5
Criblage	12.6
Mélangeur	/
Figure 61 : Part des phénomènes d'auto-échauffement dans les inflammations dans les groupes d'installations étudiés	

Ce tableau montre que certains groupes d'installations sont plus sujets aux inflammations spontanées et feux couvant issus d'un auto-échauffement que d'autre, notamment selon la température du procédé et la durée de stockage (silo / trémie...).

Charbon broyé

Pour ce produit pulvérulent combustible, les phénomènes les plus redoutés sont : les explosions d'ATEX, les incendies, les phénomènes d'auto-échauffement et d'auto-inflammation.

Dans son document *Omega-14 – Sécurité des procédés mettant en œuvre des pulvérulents combustibles*, l'INERIS a mené des études accidentologiques. Les principales conclusions de ces études, applicables au charbon pulvérisé mis en œuvre dans le cadre du projet, sont reprises dans les paragraphes ci-dessous.

Procédés de manutention

L'accidentologie relative aux explosions de poussières fait état de nombreux accidents survenus dans des silos et impliquant des matériels de manutention.

Diverses explosions sont survenues dans les élévateurs à godets de grand débit (de type portuaire), suite à l'échauffement d'un organe mécanique. Ces équipements sont particulièrement sensibles aux explosions en raison de la vitesse de défilement de la bande supportant les godets : en effet, d'une part davantage de pulvérulent est mis en suspension entraînant la présence plus fréquente d'une ATEX de plus grand volume et, d'autre part, l'énergie libérée en cas d'échauffement est plus importante.

Plusieurs accidents ont résulté de l'inflammation d'une ATEX suite à un choc d'un corps étranger (silex, pièce métallique) avec l'équipement de manutention.

Enfin, divers accidents sont survenus avec des transporteurs à bande et vis d'Archimède : départ de feu à la suite de l'échauffement d'un organe mécanique par frottement (palier, roulement...) et d'un échauffement consécutif du pulvérulent. Dans différents types d'industries, des incendies ont détruit des bandes transporteuses sur plusieurs dizaines de mètres.

Procédés de stockage

L'accidentologie met en évidence que les accidents dans les unités de stockage de produits pulvérulents sont fréquents. Depuis 1997, 124 accidents sont recensés sur le BARPI et concernent des silos Français. Six d'entre eux ont entraîné le décès de 6 personnes, et des explosions sont à l'origine de 8 accidents. Les incendies représentent 84 % des sinistres.

Il arrive fréquemment qu'un stockage de pulvérulent combustible donne lieu à un phénomène d'auto-échauffement suffisant pour conduire à une prise en feu du produit.

Procédés de broyage

L'expérience montre que le broyage par écrasement d'un produit combustible peut conduire à deux types de phénomènes :

- Soit un incendie du produit dans le broyeur ; pour autant que le produit soit facilement oxydable, ce phénomène peut être amorcé par l'échauffement qui résulte du broyage lui-même,
- Soit une explosion de l'ATEX contenue dans le broyeur.

Procédés de dépoussiérage

L'accidentologie fait état de nombreuses explosions accidentelles de filtres à manches non protégés. Ces accidents ont provoqué la destruction du filtre, voire du ventilateur, éventuellement suivi de l'incendie des manches. Dans plusieurs cas, le personnel a été soumis à des effets mécaniques (projection de débris) ou thermiques (brûlures par la flamme sortant du filtre).

On recense aussi des cas d'explosions initiées par une étincelle provoquée par une manche antistatique déconnectée de la terre.

L'accidentologie contient également quelques exemples d'incendies ou d'explosions accidentelles de différents types de dépoussiéreurs (cyclones, électrofiltres). On recense aussi des cas d'explosion accidentelle de dépoussiéreurs humides, par suite d'une accumulation d'hydrogène, résultant d'une hydrolyse d'un pulvérulent métallique.

France

Cinq accidents ont été recensés sur des électrofiltres de différents types d'installation.

Deux phénomènes dangereux ont été identifiés : Incendie (2 cas), émission de fumée (2 cas) et explosion (1 cas).

Les causes ont été :

- Inconnues : 1 cas,
- Défaillance d'un champ électrique d'un électrofiltre : 1 cas,
- Fuite d'huile : 1 cas,
- Accumulation de poussière : 1 cas,
- Mauvaise combustion et émission de CO.

Les conséquences de ces accidents ont été d'ordre environnemental avec l'émission de fumée, d'ordre matériel lors des explosions.

Procédés de combustion

Peu d'accidents sont répertoriés sur les brûleurs similaires à ceux du projet présenté ici.

Accidents externes survenus sur un réacteur DéNOx :

Un accident a été recensé sur un réacteur DéNOx en France.

Un phénomène dangereux a été identifié : fuite sur l'échangeur gaz/gaz (1 cas).

Les causes sont inconnues.

La conséquence de cet accident s'est limitée à une baisse de production.

Accidents externes survenus sur un dépôt d'urée :

L'accidentologie française fait état de 3 accidents liés à des incendies de hangars agricoles abritant de l'urée et des matières combustibles (paille, nitrate d'ammonium). Les incendies sont maîtrisés engendrant des dégâts uniquement matériels. Les émissions toxiques sont très limitées sans impact sur les hommes.

L'urée étant ininflammable, éviter de stocker des matières combustibles à proximité de l'urée permet de limiter les risques d'incendie.

Accidents externes survenus sur un atelier d'électrochloration :

Les mots-clés suivants ont été utilisés dans la base de données du BARPI : électrolyse, hydrogène, chlore.

Sur les 14 accidents sélectionnés, 3 sont dus à une cause inconnue. La répartition des causes identifiées est présentée dans le diagramme suivant.

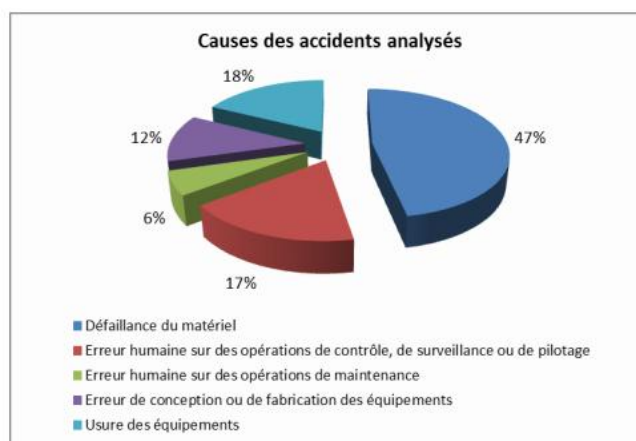


Figure 62 : Causes des accidents analysés pour l'atelier d'électrochloration

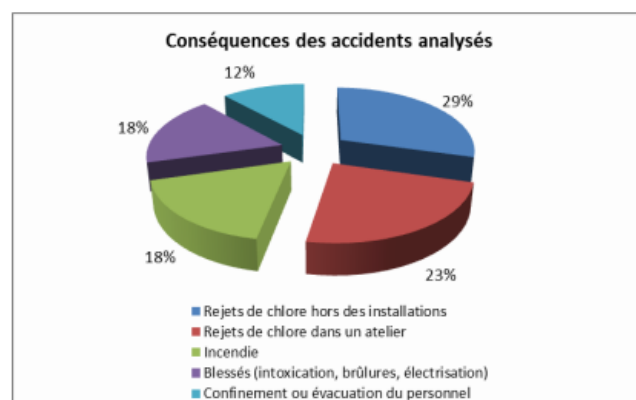


Figure 63 : Conséquences des accidents analysés pour l'atelier d'électrochloration

En termes de conséquences, sur les 14 accidents sélectionnés, 7 ont entraîné des explosions (soit la moitié des accidents). Suivant les installations impactées, les dégâts matériels ont été d'importance variable. Il est également à noter qu'aucun accident n'a provoqué d'effet domino tel que la destruction des installations ou des équipements situés dans le voisinage. Cependant, 18% des accidents ont entraînés des blessures du personnel (intoxication, brûlures, électrisation).

Accidents impliquant l'acide chlorhydrique, la soude caustique et l'hypochlorite de sodium en traitement des eaux :

D'une manière générale, les incidents ont eu pour conséquences des phénomènes de pollution ou d'émission de gaz toxiques accompagnée ou non d'explosion résultant de la mise en contact de substances incompatibles, notamment avec l'hypochlorite de sodium (eau de Javel). Une erreur humaine ou la défaillance du matériel, est souvent à l'origine de ces accidents.

Le tableau suivant présente, pour chacune des substances, une synthèse des conséquences relatives à des accidents liés à leur stockage.

Substance	Conséquences principales
Acide chlorhydrique	Epandage accidentel : pollution et nuage toxique de chlorure d'hydrogène Mise en contact accidentel avec une substance incompatible : dégagement de chaleur et d'un nuage toxique (chlorure d'hydrogène)
Soude caustique	Epandage accidentel : pollution Mise en contact accidentel avec une substance incompatible (acide sulfurique) : dégagement de chaleur et d'un nuage toxique (anhydre sulfureux)
Hypochlorite de sodium	Epandage accidentel : pollution Mise en contact accidentel avec une substance incompatible (acides) : dégagement de chaleur et d'un nuage toxique (chlore)
Figure 64 : Conséquences des accidents concernant l'acide chlorhydrique, la soude caustique et l'hypochlorite de sodium	

SYNTHESE DES PHENOMENES DANGEREUX ASSOCIES AUX INSTALLATIONS

Les dangers potentiels liés à l'exploitation de la centrale électrique proviennent de la nature des opérations réalisées dans la centrale électrique et des équipements associés :

- Le stockage de charbon,
- Les équipements de concassage et de convoyage du charbon,
- Les silos de stockage de charbon concassé situés dans la zone des chaudières,
- Le transport de charbon depuis les silos de stockage vers les chambres de combustion des chaudières,
- La combustion de charbon dans les chambres de combustion des chaudières,
- La combustion de gazole dans les brûleurs de préchauffage des chaudières,
- La forte pression à laquelle la vapeur (150 bars – 540°C) est utilisée dans le réseau principal, les principaux équipements concernés étant les chaudières, les réchauffeurs ainsi que les canalisations associées,
- Le transfert de cendres chaudes,
- La décomposition de l'urée en ammoniac.

Les potentiels de dangers les plus importants sont constitués par :

- Les chambres de combustion des 2 chaudières : danger d'explosion de poussières de charbon broyé,
- Les silos de stockage de charbon : danger d'explosion de poussières de charbon,
- Les ballons vapeur HP des chaudières : danger d'explosion pneumatique du fait de la pression élevée de vapeur surchauffée,
- Les turbines : danger de satellisation d'une masse en rotation des turbines,
- Les réseaux d'alimentation en gazole et en produit de lubrification : danger d'incendie,
- Les transformateurs : danger d'incendie ou d'explosion et danger électrique,
- Le système de production d'ammoniac pour la dénitrification des fumées,

- Le stockage d'urée.

Il ressort de l'analyse liée aux potentiels de dangers que le danger principal est le charbon en raison de son potentiel d'auto-combustion et de la présence de poussières (incendie et/ou explosion). Ce problème touche l'ensemble des nouvelles installations.

Le retour d'expérience des accidents survenus sur des installations analogues est également utilisé pour mettre en place les mesures de sécurité et de prévention de risques.

Le tableau ci-dessous liste les phénomènes dangereux susceptibles d'être rencontrés sur le projet et associés aux installations et aux produits :

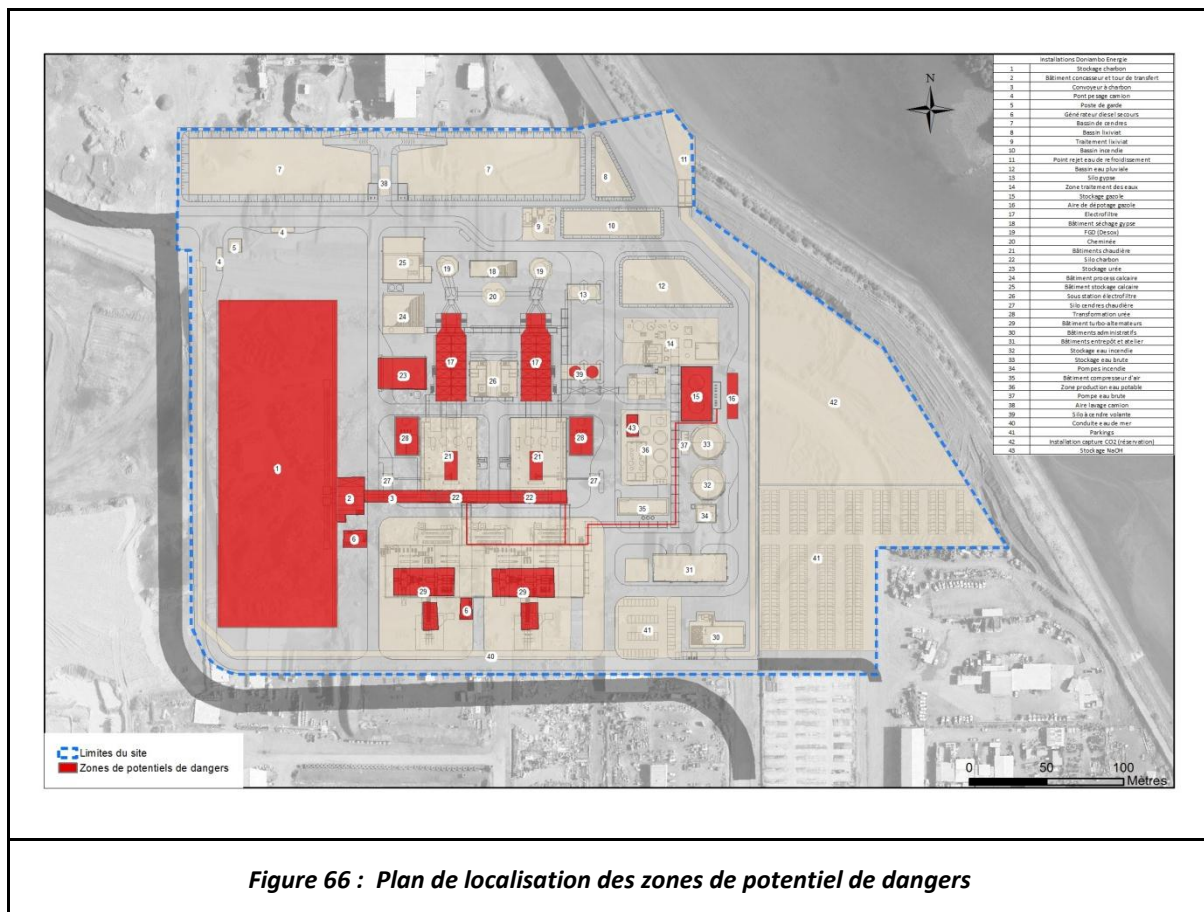
<i>Localisation</i>	<i>Installations / Équipements</i>	<i>Produit</i>	<i>Caractéristiques de fonctionnement</i>	<i>Phénomène dangereux</i>	<i>Risques associés</i>
Stockage de combustible	Bâtiment de stockage de charbon	Charbon	Normal	Auto-inflammation du charbon Présence source d'ignition	Incendie
Transport et manutention et préparation du charbon	Convoyeur/trémies/c concasseur	Charbon	Normal	Auto-inflammation du charbon Présence source d'ignition	Incendie
Broyage charbon	Broyeur	Poussières de charbon	Normal	Atmosphère explosive, autocombustion Source d'ignition	Explosion de poussières Incendie
Stockage journalier	3 silos journaliers de charbon de volume unitaire de 320 m ³	Charbon	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive, autocombustion Source d'ignition	Explosion de poussières Incendie
Chaudière	Convoyeur d'alimentation des chambres de combustion des chaudières	Charbon	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive, autocombustion Source d'ignition	Explosion de poussière Incendie
Chaudière (foyer)	Chambre de combustion	Charbon	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive Explosion poche de CO	Explosion de poussière

Traitement des poussières	Système de dépoussiérage (filtres à manches)	Poussières de charbon	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive Explosion poche de CO	Incendie Explosion
Traitement des gaz	Electrofiltre	Cendres	Fonctionnement normal	Atmosphère explosive Explosion poche de CO	Incendie Explosion
Chaudière (vapeur)	Ballon vapeur, Canalisation, Réchauffeurs	Vapeur	Fonctionnement normal	Rupture de capacité et/ou de tuyauterie	Explosion de capacité sous pression Emission de vapeur/eau surchauffée
Traitement des gaz	Stockage Urée et solution	Urée	Normal	Perte d'étanchéité	Pollution
Traitement des gaz	Système de DÉNOx	Ammoniac	Normal	Rupture de tuyauterie	Emission de gaz toxique
Traitement des gaz	Stockage Urée	Urée	Normal	Stockage d'urée pris dans un incendie	Emission de fumées toxiques
Distribution gazole	Réseau alimentation en gazole, bacs et pomperies, aire de dépotage	Gazole	Démarrage	Perte d'étanchéité et source d'ignition	Pollution Incendie
Chaudière (foyer)	Injection gazole dans chambre de combustion	Gazole	Démarrage	Accumulation de vapeur de gazole injectée dans les chambres de combustion en cas de défaut d'allumage ou d'allumage incontrôlé	Explosion de vapeur de gazole
Production énergie	Turbines HP/MP/BP	Vapeur	Normal	Rupture capacité sous pression	Surpression Effet missiles
Production	Transformateur	Électricité	Normal	Court-circuit	Incendie ou

électrique	électrique				explosion
Production électrique	Transformateur électrique	Huile	Normal	Perte d'étanchéité	Pollution Incendie

Figure 65 : Liste des phénomènes dangereux liés aux installations et aux produits

La figure ci-dessous présente les zones de potentiels de dangers identifiées sur le site de Doniambo Energie.



6 Mesures de prévention, de détection et d'alerte

Les mesures de maîtrise des risques explicitées dans ce chapitre correspondent aux meilleures mesures de sécurité qui sont couramment mises en œuvre sur des installations similaires. Ces mesures de maîtrise des risques sont prévues dans les nouvelles installations de ce projet.

6.1 Moyens communs sur l'établissement

Les moyens communs mis en œuvre dans l'établissement sont listés ci-après.

FORMATION DU PERSONNEL

Dès son embauche, chaque nouvel arrivant est formé à la sécurité : circulation et accès, risques généraux, port des EPI et cas d'urgence.

Des formations EPI (Equipiers de Première Intervention) sont dispensées à l'ensemble du personnel de l'entreprise.

Une équipe ESI (Equipiers de Seconde Intervention), formée et entraînée régulièrement, est présente en permanence sur le site. Elle est composée d'une équipe de jour et de personnel présent 24 h/24.

Des formations spécifiques obligatoires pour certaines zones, notamment les zones ATEX seront dispensées pour le personnel.

Une habilitation est délivrée suite à la formation et à l'aptitude médicale si elle est nécessaire. Cette habilitation est maintenue par l'intermédiaire d'un entraînement annuel.

D'autres mesures sont également prises pour assurer la sécurité du personnel et la conformité au code du travail. Ces dernières sont détaillées dans le livre IV - Notice d'Hygiène et de Sécurité.

PROTECTION CONTRE LES EFFETS DE LA FOUDRE

Le projet a fait l'objet d'une étude foudre spécifique conformément à la réglementation en vigueur. Les nouvelles installations de la Centrale C seront protégées par des paratonnerres à dispositif d'amorçage placé au niveau des zones à risque (niveau R1 $<10^{-5}$) : bâtiments chaudières, cuve fioul. Le stockage couvert de charbon sera lui aussi protégé contre la foudre, via sa toiture. Ces installations seront reliées à des prises de terre et aux réseaux de terres usine.

L'étude foudre est présentée en Annexe 1 : Doniambo Energie - Nouvelle Calédonie-ARF et Annexe 2 : Doniambo Energie-SLN Nouvelle Calédonie-ET.

6.2 Mesures spécifiques liées à la mise en place d'un stockage couvert et au convoyage de charbon

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

L'opérateur réalisera des tournées d'inspections visuelles des installations régulières afin de contrôler les convoyeurs et le stockage et de prévenir d'éventuels incidents (début d'auto-combustion, accumulation de poussières).

Un contrôle poussé sera mené lors de chaque constitution de stock et chaque semaine par une équipe

spécialisée pour détecter au moyen de sondes de température, tout début d'auto-échauffement dans le stockage polaire. En cas de détection d'une zone chaude, les contrôles seront plus rapprochés.

Des procédures de sécurité seront appliquées lors des interventions dans les convoyeurs couverts et dans le stockage couvert :

- Procédure de maintenance permettant de limiter la création d'atmosphère explosive à la jetée des convoyeurs,
- Procédures de transfert du charbon et vitesse de convoyage limitée afin de limiter la création d'atmosphère explosive,
- Procédure spécifique d'évacuation du charbon en cours d'auto-échauffement avant incendie,
- Procédure de vidange en cas de temps de séjour trop long dans les trémies d'alimentation de l'atelier de concassage,
- Procédure de vidange des trémies avant concassage et des silos journaliers en cas d'arrêt d'unité pour éviter les stocks dormants,
- Procédure de consignation et utilisation de permis de pénétrer dans les silos journaliers.

MESURES DE PREVENTION

Les mesures de préventions des phénomènes d'explosion de poussière, d'incendie et d'auto-échauffement sont listées dans les paragraphes ci-après.

Déchargement et convoyage du charbon vers le stockage couvert de Doniambo Energie:

Des opérateurs SLN seront chargés de la surveillance des opérations de chargement pendant toute leur durée et ils vérifieront la bonne application des procédures de déchargement éditées par SLN,

Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) :

- Compactage du charbon par couches au fur et à mesure de la constitution du tas
- Gestion du stock en First-In First-Out
- Elimination complète d'un tas avant constitution d'un nouveau au même emplacement
- Couche sacrificielle de charbon au sol bien compactée
- Système de brumisation en cas de forte dispersion de poussière,
- Procédure de déchargement des camions dans le stockage de Doniambo Energie, de mise en stock et de reprise pour limiter les risques de manutention trop rapide et formation de nuage de poussières,
- Utilisation d'équipements de manutention compatibles avec un travail en zone à poussières de charbon.

Convoyage du charbon entre le stockage et l'unité de criblage/concassage :

- Procédure de manutention,
- Mise en place d'une sonde de bourrage et suivi de la charge des convoyeurs,
- Equipements ATEX pour « zone 21 » au niveau de la jetée/trémies et « zone 22 » pour le reste de la galerie,
- Les moteurs sont déportés hors des zones de jetée pour ne pas être une source d'ignition en cas de création d'atmosphère explosive,

- Système de brumisation en cas de forte dispersion de poussière aux jetées actionné manuellement sur commande de l'opérateur,
- Les bandes transporteuses seront ignifugées et résisteront à la chaleur afin de pouvoir décharger du charbon chaud.

Concassage et criblage du charbon :

- Volume de concassage limité,
- Criblage en amont du concassage permettant de retirer les particules fines,
- Présence d'un déferrailleur en ligne,
- Présence d'une grille de 80 mm pour séparer les corps étrangers,
- Système de brumisation en cas de forte dispersion de poussière aux jetées.

Convoyage du charbon 0/20mm vers les silos journaliers :

- Mise en place d'une sonde de bourrage et suivi de la charge des convoyeurs,
- Equipements ATEX pour « zone 21 » au niveau de la jetée et « zone 22 » pour le reste de la galerie,
- Les moteurs sont déportés hors des zones de jetée pour ne pas être une source d'ignition en cas de création d'atmosphère explosive,
- Les bandes transporteuses seront ignifugées et résisteront à la chaleur afin de pouvoir décharger du charbon chaud.

Silos journaliers de stockage de charbon de la chaudière :

- Equipements ATEX pour « zone 20 » dans les silos journaliers,
- Protection contre la foudre avec mise à la terre des équipements.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Les moyens de détection et d'alerte mis en œuvre pour limiter le risque d'incendie ou d'explosion sont présentés ci-après.

Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) :

- Détecteur de température (caméra IR) à l'intérieur du bâtiment stockage avec report d'une alarme en salle de contrôle,
- Sondes de température fichées dans le tas,
- Contrôles manuels de température,
- Contrôle visuel quotidien.

Convoyage du charbon concassé vers les silos journaliers :

- Détection de patinage sur les tambours avec report d'alarme en salle de contrôle.

Silos journaliers de la chaudière :

- Détecteurs avec suivi de la concentration en monoxyde de carbone avec report d'une alarme en salle de contrôle,
- Inertage à l'azote.

6.3 Mesures spécifiques liées aux chaudières

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées régulières d'opérateurs formés seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

MESURES DE PREVENTION

Les mesures de prévention spécifiques aux chaudières sont listées ci-après :

Transporteur mécanique d'alimentation en charbon :

Pas de contact direct entre le charbon et le foyer (sas rotatif à l'interface).

Combustion du charbon dans le foyer :

Contrôle permanent des paramètres de combustion et des concentrations des rejets atmosphériques.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Les mesures de détection et d'alerte spécifique à la production de vapeur sont listées ci-après :

- Sécurité sur le niveau d'eau chaudière avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur niveau très haut et niveau très bas (logique d'action 2/3),
- Sécurité sur la température de la vapeur avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation par 1 détecteur en sortie de surchauffeur sur température très haute,
- Surveillance de la température de rejet à la sortie des fumées de la chaudière avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur température très haute,
- Présence d'arrêts d'urgence dans les installations,
- Arrêt des installations sur manque d'air instrumentation.

6.4 Mesures spécifiques liées au traitement des fumées

Les mesures spécifiques liées aux installations de traitement des fumées sont listées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées régulières d'opérateurs formés seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Inspections visuelles régulières du dépôt d'urée et de l'hydrolyseur.

Permis de feu pour les travaux à proximité du dépôt d'urée et règles de circulation. Affichage de consignes de sécurité.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Suivi de la perte de charge en entrée de l'électrofiltre ainsi que du taux de monoxyde de carbone en sortie de cheminée.

Détection incendie dans le dépôt d'urée et mise en place d'un poteau incendie à proximité.

6.5 Mesures spécifiques liées au combustible d'appoint (gazole)

Les mesures spécifiques liées au gazole sont les suivantes :

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Une procédure d'allumage des brûleurs de la chaudière sera mise en œuvre lors de l'utilisation du combustible d'appoint dans la centrale. Elle comprendra notamment les consignes de sécurité à tenir.

MESURES DE PREVENTION

Ouverture abusive vannes d'alimentation / transport du combustible entre le stockage et la Centrale C :

- Isolement par double vannage et soupapes d'expansion thermique,
- Dallage et collecte des épandages dans les unités vers un séparateur à hydrocarbure,
- Pomperie fioul sur rétention,
- Matériel ATEX.

Brûleurs de la chaudière :

- Double vannage sur les alimentations en combustible,
- Température de design du foyer supérieure au maximum de ce qui pourrait survenir dans le foyer.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Brûleurs de la chaudière :

- Détection de la flamme par scintillation avec report d'alarme en salle de contrôle et baisse progressive de la charge de la chaudière jusqu'à l'arrêt progressif de celle-ci,
- Mesure de la limite inférieure d'explosivité – explosimètre.

6.6 Mesures spécifiques liées à l'eau déminéralisée

Les mesures spécifiques liées à l'eau déminéralisée sont listées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Des procédures de sécurité seront appliquées pour le bon fonctionnement des installations pour l'eau déminéralisée :

- Procédure de dépotage des réactifs de régénération,
- Procédures de travaux interdisant l'obturation de toutes les ouvertures en même temps du stockage d'eau déminéralisée.

MESURES DE PREVENTION

Livraison de réactifs pour la régénération :

- Sol en béton antiacide collecté vers la fosse de neutralisation,
- Zone de dépotage collectée vers la fosse de neutralisation,
- Mise en rétention des produits chimiques.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Déminéralisation sur résines échangeuses d'ions :

Alarme sonore et visuelle sur détection niveau haut dans la fosse de neutralisation avec report en salle de contrôle et arrêt du traitement d'eau.

Livraison de réactifs pour la régénération des résines :

Alarme sonore et visuelle sur détection de niveau haut dans les cuves de stockage avec report en salle de contrôle et arrêt du dépotage.

Stockage eau déminéralisée :

Système de trop plein.

6.7 Mesures spécifiques liées à l'eau des turbines

Les mesures spécifiques liées à l'eau des turbines sont présentées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Des procédures d'opération pour l'évacuation des purges vers le réseau d'eau pluviale seront appliquées pour le bon fonctionnement des turbines.

MESURES DE PREVENTION

Appoint en eau déminéralisée dans le cycle vapeur :

Redondance des vannes et des pompes.

Détente vapeur dans les turbines :

- Maintenance faite régulièrement en respectant les données du constructeur,
- Trois pompes alimentaires en parallèle,
- Table turbine antivibratoire.

Condensation de l'eau du cycle turbine par de l'eau de mer :

- Maintenance faite régulièrement en respectant les données du constructeur,
- Pompes d'alimentation de secours.

Purge continue de la chaudière :

Maintenance faite régulièrement en respectant les données du constructeur.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Appoint en eau déminéralisée dans le cycle vapeur :

Contrôles des niveaux et mise en sécurité sur niveau bas avec report en salle de contrôle.

Détente vapeur dans les turbines :

- Détection de survitesse de l'axe de la turbine avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Pots de purge avec sécurité de niveau haut avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Contrôle de la qualité de l'eau et de la vapeur du cycle (suivi permanent de la conductivité),
- Détection incendie avec alarme en salle de contrôle,
- Détection de défaillance de la pompe alimentaire avec report d'alarme en salle de contrôle et utilisation de la pompe de secours,
- Détection de vibration triple redondant 2/3 sur l'axe des turbines avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de la température de l'huile au niveau de l'axe de la turbine et sur les paliers avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Mesure de rotation de l'axe de la turbine avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de déplacement de l'axe de la turbine avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de surtension sur les paliers de la turbine avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de pression très basse sur le circuit d'air instrument avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation.

Condensation de l'eau du cycle turbine par de l'eau de mer :

- Contrôle de la pression à l'échappement de la turbine avec report d'alarme en salle de contrôle,
- Contrôle de la qualité de l'eau du circuit vapeur,
- Détection incendie avec report d'alarme en salle de contrôle,
- Surveillance permanente de la température en entrée de cycle.

Purge continue de la chaudière :

- Contrôle de la qualité de l'eau et de la vapeur du cycle (suivi permanent de la conductivité),
- Contrôle de la pression et du débit d'eau des purges suivi de l'ouverture de la vanne de purge.

6.8 Mesures spécifiques liées à l'électricité

Les mesures spécifiques prises pour limiter les risques liées aux installations électriques sont listées ci-après :

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Des procédures de sécurité seront appliquées pour le bon fonctionnement des installations électriques : permis spéciaux, habilitations électriques pour pénétrer dans la zone sectionnement / disjoncteurs / raccordement réseau électrique.

MESURES DE PREVENTION

Batteries :

- Ventilation par extraction d'air,
- Batteries étanches.

Sectionnement / disjoncteurs / raccordement réseau électrique :

Locaux fermés à clés et grillagés.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Rotation de l'alternateur :

- Contrôle de la rotation avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de température haute avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détection de vibration avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation,
- Détections de débit, pression et température de l'huile avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation.

Circuit d'huile de l'alternateur :

- Détection incendie avec report d'alarme en salle de contrôle et déclenchement de l'arrosage (eau + mousse) dans la caisse à huile.

Transformateur :

- Sécurité sur la température de l'huile diélectrique avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur température très haute,
- Sécurité électrique via les relais de protection des disjoncteurs,
- Contrôle de la pression de l'atmosphère du transformateur avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur pression très haute.

Disjoncteur :

- Contrôle de la pression de la chambre de coupure (gaz SF6) avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur pression très basse.

6.9 Mesures spécifiques liées à l'alimentation en gazole

Les mesures spécifiques liées à l'alimentation en gazole sont précisées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

Des procédures de sécurité seront appliquées pour le bon fonctionnement des installations liées au gazole : permis feu pour intervenir au niveau du bac de gazole et sur les canalisations.

MESURES DE PREVENTION

Dépotage et stockage de gazole :

- Aire de dépotage sur rétention isolée,
- Mise à la terre obligatoire du camion avant le dépotage,
- Cuvette de rétention étanche pour le bac et la pomperie,
- Sol dallé autour de l'unité de stockage,
- Connexions différentes suivant les incompatibilités de produit sur le site (détrompeurs).

Alimentation du moteur gazole pour le démarrage des unités :

- Surveillance de l'unité par un opérateur,
- Matériel ATEX IP 55.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Dépotage et stockage de gazole :

Détecteur de niveau très haut reporté en salle de contrôle.

6.10 Mesures spécifiques liées à l'air de procédé

Les mesures spécifiques liées à l'air de procédé sont précisées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

MESURES DE PREVENTION

- Système d'arrêt flamme sur l'entrée d'air de procédé,
- Prise d'air hors zone ATEX,
- Mise en sécurité automatique des installations.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Détection de gaz combustibles à l'entrée d'air de procédé.

6.11 Mesures spécifiques liées aux échangeurs

Les mesures spécifiques liées aux échangeurs sont précisées ci-après.

PROCEDURES, MODES OPERATOIRES ET CONSIGNES SPECIFIQUES

Des tournées d'opérateurs seront organisées afin de contrôler le bon fonctionnement des installations.

MESURES DE PREVENTION

Refroidissement des turbines et de l'alternateur :

- Surveillance de la température d'entrée et de sortie de l'échangeur et de l'huile de graissage,
- Double pompes refroidissement,
- Double échangeurs.

MESURES DE DETECTION ET D'ALERTE

Refroidissement des turbines :

Détection de température avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur température très haute.

Refroidissements de l'alternateur :

- Surveillance des enroulements statoriques,
- Détection de température avec report d'alarme en salle de contrôle et arrêt de l'installation sur température très haute.

6.12 Mesures de limitation et de protection

DETECTION INCENDIE

Les zones à risques sont surveillées par des détecteurs automatiques :

- Détecteurs optiques de fumée,
- Détecteurs de flamme,
- Détecteurs de chaleur,
- Détecteurs de gaz,
- Détecteurs multicritères le cas échéant.

Par ailleurs, des déclencheurs manuels d'alarme incendie seront répartis sur le site ainsi que les sirènes d'évacuation associées dans le dispositif d'alarme évacuation du site.

Ces systèmes seront implantés dans les bâtiments suivants :

- Locaux électriques,
- Salle de contrôle,
- Locaux informatiques,
- Bâtiment administratif, locaux sociaux,
- Ateliers, entrepôts (urée notamment),
- Locaux de pomperie,
- Local pompes incendie,

- Station compresseur,
- Station de traitement des eaux,
- Bâtiment turbine à vapeur,
- Zone transfert avec convoyeurs charbon,
- Zone stockage charbon.

Les organes périphériques de chaque zone seront raccordés à une centrale locale appelée LFAP (Local Fire Alarm Panel), elle-même inter-connectée à une centrale générale du site, MFAP (Main Fire Alarm Panel) et située en salle de contrôle ou se trouve du personnel en permanence 24h/24. L'ensemble du système de détection incendie répondra aux exigences de la règle APSAD R7.

MOYENS D'EXTINCTION

La protection incendie du site sera assurée par des systèmes de protection incendie comprenant les équipements et moyens suivants :

- Réserve d'eau incendie constituée d'un réservoir de stockage du type aérien,
- Local pomperie incendie comprenant les pompes, accessoires et robinetteries,
- Un réseau d'eau incendie enterré alimentant les différents moyens de défenses incendie extérieurs et intérieurs,
- Des moyens d'extinction incendie fixes et automatiques dédiés aux risques identifiés,
- Des moyens de détection incendie adaptés aux risques incendie,
- Des moyens d'extinction incendie mobiles et portatifs,
- Un bassin de rétention pour collecte des eaux incendie,
- Désenfumage.

DIMENSIONNEMENT DES RESSOURCES EN EAU INCENDIE

Le dimensionnement des besoins en eau incendie a été réalisé conformément au document APSAD D9 « Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau » - INESC / FFSA / CNPP en tenant compte du scénario majeur, dimensionnant en termes de besoin en eau sur le site.

Les hypothèses prises sont :

- Un incendie ne se déclare pas simultanément sur différentes zones du projet,
- La réserve en eau doit couvrir les besoins pendant 2 heures,
- Le scénario majeur identifié est l'incendie du stockage de charbon d'une surface de 14500 m² (200 m x 72.5 m),
- Un réseau de sprinkler est prévu pour la protection incendie du bâtiment de stockage.

La note de calcul est présentée ci-après.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES
		Activité	Stockage	
Hauteur de stockage (1) • Jusqu'à 3m • Jusqu'à 8m • Jusqu'à 12m • Au-delà de 12m	0 +0,1 +0,2 +0,5	+0,5		
Type de construction (2) • Ossature stable au feu ≥ 1 heure • Ossature stable au feu ≥ 30 minutes • Ossature stable au feu < 30 minutes	-0,1 0 +0,1	-0,1		
Types d'interventions internes • Accueil 24h/24h (présence permanente à l'entrée) • DAI généralisée reportée 24h/24h 7j/7j en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24h lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels • Service de sécurité incendie 24h/24h avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24h	-0,1 -0,1 -0,3	-0,3		
Σ coefficients		+0,1		
I + Σ coefficients		1,1		
Surface de référence (S en m²)		13500		
$Q_i = 30 \times S_x \times (1 + \Sigma \text{coef})$ (3) 500		891		
Catégorie de risque (4) Risque 1 : $Q_1 = Q_i \times 1$ Risque 2 : $Q_2 = Q_i \times 1,5$ Risque 3 : $Q_3 = Q_i \times 2$		1782		
Risque sprinklé (5) : Q1, Q2, ou Q3 + 2		891		
DEBIT REQUIS (6) (7) (Q en m³/h)		900		
<p>(1) Sans autre précision, la hauteur de stockage doit être considérée comme étant égale à la hauteur du bâtiment moins 1m (cas des bâtiments de stockage)</p> <p>(2) Pour ce coefficient, ne pas tenir compte du sprinkleur</p> <p>(3) Q_i : débit intermédiaire du calcul en m³/h</p> <p>(4) La catégorie de risque est fonction du classement des activités et stockages (voir annexe 1)</p> <p>(5) Un risque est considéré comme sprinklé si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protection autonome, complète et dimensionnée en fonction de la nature du stockage et de l'activité réellement présente en exploitation, en fonction des règles de l'art et des référentiels existants - Installation entretenue et vérifiée régulièrement - Installation en service en permanence <p>(6) Aucun débit ne peut être inférieur à 60 m³/h</p> <p>(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 distants entre eux de 150m maximum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si ce coefficient est retenu, ne pas prendre en compte celui de l'accueil 24h/24h 				

Figure 67 : Note de calcul du dimensionnement des besoins en eau incendie

Figure 67 : Note de calcul du dimensionnement des besoins en eau incendie

Les besoins en eau d'extinction incendie du site sont de 1000 m³/h, fournis par une réserve aérienne globale de 2000 m³ qui alimente le réseau incendie du site de Doniambo Energie.

Cette réserve est constituée par un bac de stockage agréé APSAD avec équipements et accessoires réglementaires (échelle crinoline, plaque anti vortex, niveau et bas) et par deux pompes de capacité unitaire 1000 m³/h.

Le débit de remplissage de ces réservoirs est d'environ 200 m³/h, débit pouvant être porté à 1 000 m³/h dans un délai de 2 à 3 heures. Le temps de remplissage est conforme aux durées requises dans la règle APSAD R1 et l'alimentation en eau se fera depuis le réseau eau brute (diam. 400 mm) du site de SLN.

RESEAU INCENDIE DE LA CENTRALE C

Un réseau enterré sur l'ensemble de sa longueur pour l'eau incendie en fonte ductile verrouillée et agréée APSAD alimentera à la fois les moyens de luttés extérieurs et les moyens de luttés spécifiques à l'intérieur des bâtiments. Ce réseau sera bouclé au départ du local pomperie incendie. Il est maillé de telle sorte qu'en cas de rupture en un point, l'ensemble du réseau (hormis la partie isolée) demeure opérationnel.

Ce réseau sera dimensionné, sur la base du scénario majeur (stockage charbon), pour permettre l'utilisation simultanée :

- Du système d'extinction automatique à eau (sprinkler) de la zone,
- Des poteaux incendie de la zone à débit nominal,
- Des robinets d'incendie armés de la zone.

L'ensemble sera dimensionné conformément à la règle APSAD R1 ou à défaut la NFPA 850 et NFPA 85 (National Fire Protection Association, organisme américain de normalisation).

Le réseau est protégé par des clapets de pied, des crépines et des soupapes de respiration.

Il alimente les bornes d'incendie et différents réseaux spécifiques (protection par robinet d'incendie armé, protection par sprinkler, ...).

Le plan du réseau incendie est joint en Annexe 7 : Plan du réseau incendie.

LOCAL POMPERIE INCENDIE

La distribution d'eau incendie sur la boucle du réseau enterré sera assurée par un ensemble de pompes disposées à l'intérieur d'un bâtiment dédié conforme à la réglementation APSAD R1 comprenant :

- Un ensemble électro-pompe avec moteur électrique dont caractéristiques débit/pression permettent de couvrir 100% des besoins en eau des risques incendie identifiés et cumulés,
- Un ensemble moto-pompe avec moteur gazole, dont caractéristiques débit/pression permettent de couvrir 100% des besoins en eau des risques incendie identifiés et cumulés,
- Deux pompes jockey permettront le maintien permanent de la pression sur le réseau,
- Une canalisation d'essais avec débitmètre pour mesure permanente des débits de chaque pompe,
- Un ensemble de tuyauteries en acier galvanisé à chaud avec accessoires et raccords associés pour aspiration et refoulement des pompes ci-dessus,
- Un coffret de report d'alarme conforme à la règle APSAD R1 avec renvoi à un PC ou local avec surveillance permanente 24 h/24 h.

Les pompes incendie seront dimensionnées sur la base du scénario majeur (l'incendie du stockage de charbon) et en considérant les durées d'aspersion préconisées dans la règle APSAD R1. Ce local pompes

incendie sera disposé à proximité immédiate du réservoir incendie et une attention particulière sera apportée pour limiter les coudes à l'aspiration entre le réservoir et le local.

Cet ensemble local et réservoir sera positionné à proximité d'une entrée du site et utilisable au titre de l'accès pompiers.

L'accessibilité de cet ensemble sera conforme aux exigences des services de secours de Nouméa notamment concernant les rayons de braquage de la route d'accès, l'aire de dégagement en périphérie pour positionnement et raccordement de véhicules pompiers.

MOYENS DE LUTTE EXTERIEURES

Les moyens de lutte extérieurs sont constitués par des poteaux incendie implantés de façon à ce que toutes les zones puissent être couvertes par deux poteaux (poteaux distants de moins de 100m). Les poteaux seront alimentés par le réseau incendie du site. Ils seront en adéquation avec la norme NF 61922. Les poteaux incendie pourront fournir un débit de 60m³/h sous une pression statique de 1bar.

MOYENS DE LUTTE INTERIEURES

Les moyens de lutte intérieurs sont constitués par des robinets d'incendie armés (RIA) conformes à la règle APSAD R5 et par des extincteurs portatifs conformes à la règle APSAD R4.

- Bâtiment Turbines : RIA eau et hydromousse au niveau des caisses à huile,
- Bâtiment d'exploitation et magasins avec RIA,
- Bâtiment bureau / salle de contrôle avec détection incendie, extincteurs portatifs,
- Zone compresseur avec détection incendie et extincteurs portatifs.

Les bâtiments à risque moyen ou élevé sont protégés par des robinets d'incendie armés. Ces installations sont connectées sur le réseau d'incendie général.

MOYENS DE LUTTE MOBILES

L'ensemble des bâtiments est protégé par des extincteurs mobiles, conformes à la réglementation et aux normes françaises (R4 de l'APSAD).

MOYEN DE LUTTE CONTRE UNE FUITE MAJEURE D'HYDROCARBURE

Les équipes d'intervention de la centrale utiliseront les moyens mis à disposition par SLN contre un éventuel épandage d'hydrocarbures majeur dans l'Anse Uaré,

Dans le cas où ces moyens s'avèreraient insuffisants, le Plan POLMAR pourrait être déclenché auprès des autorités.

MOYENS DE LUTTE SPECIFIQUES

Les systèmes énumérés ci-dessus seront conformes aux règles APSAD R13 et R1.

Les équipements à protéger effectuant des opérations unitaires et équipés de dispositif anti-feu sont :

Stockage couvert de charbon (d'après rapport INERIS n° DRA-14-144975-05566A) :

La zone stockage de charbon sera équipée d'un système sprinkler, de 2 poteaux incendie et 3 robinets d'incendie armés (RIA).

Une zone est disponible pour étaler le tas de charbon à l'aide d'engins mécaniques

Une procédure d'intervention sera appliquée et portera sur la méthodologie, la formation et la protection du personnel.

Convoyeurs à bande couvert :

Système de colonne et de sprinklers sous air à action manuelle.

Convoyeurs à bande dans des galeries fermées :

Système de sprinklers sous eau de type pré-action avec arrêt automatique de la bande.

Transporteurs pneumatique d'alimentation de la chaudière :

Balayage à l'azote actionné par le système de détection incendie.

Les silos journaliers de charbon :

- Un système d'inertage à l'azote,
- Un refroidissement des parois des silos par aspersion d'eau,
- Un système de vidange rapide par un système de trappe automatique/manuel permettant l'épandage du charbon en combustion au sol et l'intervention des secours sur celui-ci,
- Des événements d'explosion,
- Une procédure de lutte incendie pour les silos.

Le bâtiment chaudière :

Des robinets d'incendie armés pour intervention sur chaque niveau du bâtiment.

Bacs de gazoles :

- Un système de refroidissement par eau/mousse pour la protection extérieure de la robe des bacs et de la cuvette de rétention,
- Un système d'injection de mousse pour la protection intérieure du bac.

Zone des transformateurs HT :

Le transformateur principal et transformateur auxiliaire de chaque tranche ont un système déluge avec buses ouvertes conforme aux normes NFPA 750 et NFPA 15. A cet effet le système de déclenchement du système déluge sera réalisé au moyen d'un dispositif électrique avec têtes sprinkler disposées sur le pourtour du couvercle du transformateur considéré. Les positions de ces capteurs seront de préférence choisies par rapport aux points chauds définis par le fabricant du transformateur avec supportage prévu. Un système de déluge par de l'eau actionné par une détection incendie.

Les transformateurs sont séparés par des murs pare-feu.

Pomperie incendie :

Système de protection par sprinkler suivant conception et mise en œuvre conforme à la règle APSAD R1.

Les circuits d'huile :

Un système d'extinction automatique à eau ou par mousse de type sprinkler conforme à la règle APSAD R1.

Bâtiment Groupe Turbo-alternateur :

- Un système de protection par mousse pour la caisse à huile,
- Un système de protection par sprinkler sous eau pour l'intérieur du bâtiment de la turbine,
- Un système de protection par aspersion d'eau dans le caisson de la turbine intégré dans le package fournisseur,
- Un système de protection de l'armoire des phases par injection de gaz inerte.

Locaux électriques :

Les salles des armoires électriques et les armoires électriques elles-mêmes seront protégées par un système d'extinction par gaz inerte en cas de détection incendie conforme à la règle APSAD R13.

L'unité chaudière :

- Poteaux incendie repartis en périphérie alimentés par la boucle de l'unité,
- Extincteurs mobiles localisés sur le site au niveau des installations et des locaux techniques de l'unité pour les premières interventions en cas de début d'incendie,
- Robinet d'incendie armé (RIA) à l'intérieur des locaux techniques,
- Trappes d'expansion thermique ou disques de rupture permettant d'évacuer la surpression au niveau de la chaudière,
- Events d'explosion sur les électrofiltres.

Système de DéNOx :

- Événement d'explosion,
- Dispositif de limitation de température sur équipement de chauffage,
- Dispositif de détection d'ammoniac dans l'air,
- Système de protection incendie par borne incendie,
- Arrêt d'urgence de l'unité.

Système de DéSOx :

- Dispositifs de détection de débit et de pression de la solution de calcaire,
- Dispositif de ventilation et de récupération des poussières

Salle de commande :

La salle des commandes sera équipée d'une détection incendie ainsi que d'un système d'extinction sous plancher pour les feux d'origine électrique.

CONFINEMENT DES EAUX D'EXTINCTION INCENDIE

Les eaux d'extinction incendie seront collectées dans un bassin dont le volume est calculé conformément au formulaire D9A «Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction».

Afin de définir la capacité du bassin de rétention, il sera pris en compte :

- Des besoins de la lutte incendie extérieure,
- Des moyens de lutte incendie intérieure,
- Des volumes d'eau liés aux intempéries par rapport à la surface de collecte,

- De la présence de stocks de liquides.

Le volume requis de confinement des eaux d'extinction incendie est de 3100 m³.

Le tableau de calcul est présenté ci-après.

Besoins pour la lutte extérieure		Résultats documents D9 (besoins x 2 heures au minimum)	1 800
			+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoin x durée théorique maxi de fonctionnement	290
			+
	Rideau d'eau	Besoins x 90mn	--
			+
	RIA	A négliger	0
			+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de nettoyage (en gal 15-25mn)	--
			+
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	--
			+
Volumes d'eau liés aux intempéries	25 150m ² voirie parking 35 870m ² bâtiment	10 l/m ² de surface de drainage	610
			+
Présence stock de liquides		20% du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	400-
			=
Volume total de liquide à mettre en rétention			3 100

Figure 68 : Note de calcul du volume de la rétention des eaux incendie

6.13 Moyens d'intervention internes

ORGANISATION GENERALE

Tout témoin d'un incendie doit, en attendant les secours externes :

- Donner l'alerte,
- Couper ou faire couper le courant électrique,
- Faire évacuer le personnel en danger,
- Eviter la déclaration, l'extension et le développement du feu ou d'une explosion.

En cas d'accident matériel dans un atelier, l'information est transmise à la salle de contrôle de cet atelier.

Les actions chronologiques suivantes sont réalisées :

- Appel téléphonique aux pompiers à qui tous les renseignements nécessaires seront donnés (nature de l'accident, lieu, importance, produits en jeu, facteurs aggravants),
- Renseignements verbaux aux membres de l'équipe de secours sur la nature exacte de l'accident,
- Mise à l'entrée d'un salarié afin de guider les secours lors de leur arrivée,
- Ouverture de la barrière,
- Prise des dispositions nécessaires concernant la production, pour éviter une aggravation de la situation,
- Alerte du personnel d'astreinte en dehors des heures ouvrables. Une liste des numéros de téléphone de ces personnes est à disposition,
- Information de la direction de l'état du sinistre.

Sous la responsabilité de la direction, les actions suivantes sont effectuées :

- Information, si nécessaire, des autres établissements industriels du secteur,
- Contrôle des moyens d'intervention internes mis en œuvre,
- Dégagement de la zone concernée (hommes, matériels, produits),
- Coordination avec les secours publics et liaison avec l'administration (DIMENC, Protection Civile),
- Relevé des éléments nécessaires au rapport incendie, et contact avec la gendarmerie chargée de l'enquête officielle.

PLAN D'OPERATION INTERNE (POI)

Le contenu du POI sera élaboré dans le respect des réglementations en vigueur et en accord avec les politiques HSE de Doniambo ENERGIE.

Le POI s'appuiera notamment sur l'étude de dangers, en ce qui concerne les incidents et les dangers des installations, ainsi que sur tous les plans, dispositifs de sécurité et procédures qui seront mise en place avant la mise en route de l'exploitation.

Il sera réalisé en concertation avec les services de secours et les industriels situés aux alentours (SLN et SSP).

Il devra être un document accessible à l'ensemble des opérateurs appelés à participer aux opérations décrites dans le POI.

Ainsi un POI doit notamment comprendre :

- Des informations générales,
- Des schémas d'alerte,
- Une évaluation des risques,
- Un recensement des moyens,
- Une organisation des secours,
- Des exercices d'entraînement.

Il devra définir, les mesures d'organisation, les méthodes d'intervention, les moyens nécessaires et les dispositions à prendre.

Le contenu du POI est détaillé ci-dessous :

- Renseignements généraux sur l'entreprise,
- Destinataires du POI,
- Les alertes : schémas d'alerte, les messages, les modes de transmission Etc.),
- Situation géographique externe : plan de situation, voies d'accès, environnement immédiatement concerné (hydrographie, voies de circulation, rose des vents et des populations, bassins de populations, risques environnants),
- Situation géographique interne : plans de masse ; entrées du site, les plans de répartition interne des réseaux (eaux, électricité, hydrocarbures, téléphone, etc.),
- Evaluation des risques (identifiées au travers l'étude des dangers) ainsi que les plans d'ensemble des zones de risques et les plans de détails,
- Recensement des moyens : lutte incendie, lutte toxique, secours aux blessés, levage - génie civil, transfert / transport produits, transport du personnel, transmissions - téléphone / radio, matériels divers, ravitaillement Etc,
- Organisation des secours : organigramme sécurité – fonctions ; missions des fonctions -affectation du personnel aux fonctions, « fiche reflexe » - directeur des secours ; fonction exploitation / fonction intervention / fonction transmission ; fonction logistique / fonction relations extérieures,
- « Fiche reflexe » - fonction observation : annuaire téléphone interne/externe ; guide pour le directeur des secours ; implantation du p.c. ; rapport d'accident ; compte rendu de la situation, directeur des secours vers les Provinces, Schéma général d'alerte,
- Information : alerte et information des populations ; communiqué de presse,
- Exercices d'entraînement : fiche d'exercice et compte rendu de l'exercice.

L'établissement dispose d'un Plan d'Opération Interne actualisé lors de chaque modification notable dans l'établissement.

L'organisation générale des secours est présentée dans des consignes de sécurité qui font l'objet d'un affichage dans toutes les parties de l'usine. Ces consignes indiquent les lieux de rassemblement en cas d'accident.

Une équipe de premier secours est basée en permanence au sein de l'usine.

Des exercices d'entraînement au POI sont régulièrement réalisés dont certains avec intervention des secours externes.

6.14 Moyens d'intervention externes

Tout appel de secours est transmis depuis le poste de gardiennage :

- Via le 18 jusqu'au Centre de traitement de l'alerte,
- Via le 15 jusqu'au Centre de Régulation des Appels pour les accidents corporels.

Les pompiers de Nouméa, dont le temps d'arrivée sur le site est rapide, pourront intervenir en fonction de la gravité de l'accident.

7 Analyse préliminaire des risques (APR) liés au fonctionnement des nouvelles installations

7.1 Méthodologie employée pour l'APR

L'APR liée au fonctionnement des nouvelles installations repose sur l'application de la méthodologie HAZID (Hazard Identification) dont le but est d'identifier de manière systématique les risques sur les situations ou équipements considérés.

Cette analyse des risques permet de coter les événements accidentels en termes de gravité et de probabilité dans une grille de criticité. Les causes possibles d'accidents liés à une situation ou un équipement donné sont déterminées et les moyens de prévention et de protection existants sont identifiés pour réduire la gravité du scénario de l'accident ou à défaut sa probabilité d'occurrence.

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 pas pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou d'instruction spécifiques :

- Chute de météorite,
- Evénements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation,
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou d'aérodrome,
- Actes de malveillance.

La méthode de cotation employée consiste à évaluer la criticité de chacun des risques identifiés, sans prise en compte des mesures de prévention et de protection existantes dans un premier temps et, dans un deuxième temps, en prenant en compte ces mesures de prévention et de protection existantes.

Cette APR se présente sous forme de tableaux comportant les colonnes suivantes :

- Colonne 1 : « Phases du projet » : Situation de marche de l'unité dans laquelle le scénario est susceptible d'intervenir,
- Colonne 2 : « Risques événement redouté » : Description du scénario d'accident potentiel lié à la situation ou à l'équipement étudié,
- Colonne 3 : Numéro du scénario lié à la situation ou à l'équipement étudié,
- Colonne 4 : Causes potentielles à l'origine du scénario,
- Colonne 5 : Conséquences potentielles des effets du scénario,
- Colonne 6 : Niveau de Probabilité évalué sans prise en compte des moyens de prévention existants,
- Colonne 7 : Niveau de Gravité évalué sans prise en compte des moyens de protection existants,
- Colonne 8 : Moyens de maîtrise des risques,
- Colonne 9 : Niveau de Probabilité après prise en compte des moyens de maîtrise des risques (MMR),
- Colonne 10 : Niveau de Gravité évalué après prise en compte des mesures de maîtrise des risques (MMR).

La criticité de chacun des risques est évaluée selon deux facteurs : la gravité potentielle des effets qui est liée à l'intensité du phénomène dangereux et la probabilité d'occurrence de ce phénomène dangereux.

Chacun de ces facteurs est gradué sur une échelle à 5 niveaux décrits dans les deux tableaux suivants.

Niveau de Gravité	Définition des dommages	Définition des dommages
	Personnes	Environnement
5 - Catastrophique	Interne: nombreux décès. Externe: plusieurs décès. Effets létaux englobant largement des zones habitées.	Pollution majeure avec conséquences environnementales durables externes au site.
4 - Majeur	Interne: plusieurs décès. Externe: un décès - Nombreux dommages corporels avec hospitalisation. Atteintes irréversibles à l'extérieur du site.	Pollution significative externe au site. Évacuation de personnes.
3 - Grave	Interne: Invalidité permanente ou un décès Blessures multiples avec arrêt. Atteinte irréversible à l'intérieur du site. Effets létaux potentiels contenus à l'intérieur du site. Effets irréversibles potentiels à l'extérieur du site.	Pollution modérée, limitée au site. Mise en cause d'un produit.
2 - Sérieux	Interne: Accident déclaré avec arrêt. Blessures avec arrêt sur le site. Effets irréversibles à l'intérieur du site. Pas d'effets à l'extérieur du site.	Dépassement d'une norme de rejet exigeant déclaration aux autorités, mais sans conséquences pour l'environnement.
1 - Modéré	Accident déclaré sans arrêt. Traitement médical. Pas de blessures avec arrêt. Pas d'effets irréversibles.	Dépassement limité et passager d'une norme de rejet sans exigence de déclaration.

Figure 69 : Niveaux de gravité méthode HAZID

Niveau de probabilité	Fréquence annuelle	Définition de l'occurrence
A - Occasionnel	$> 10^{-2}$	Peut se produire plusieurs fois dans la vie d'une installation
B- Possible	10^{-2} à 10^{-3}	Peut se produire une fois pour 10 à 20 installations similaires sur 20 à 30 ans de durée de vie
C - Rare	10^{-3} à 10^{-4}	Peut se produire une fois pour 100 à 200 installations similaires sur 20 à 30 ans de durée de vie.
D - Extrêmement rare	10^{-4} à 10^{-5}	S'est déjà produit dans ce type d'industrie mais a fait l'objet de mesures correctives
E - Improbable	$< 10^{-5}$	Physiquement concevable mais qui ne s'est jamais produit. Evènement spéculatif
Figure 70 : Niveaux de probabilité méthode HAZID		

La criticité, correspondant au couple probabilité / gravité, après prise en compte des mesures de prévention et de protection existantes et identifiée pour chaque évènement redouté, est ensuite comparée à la matrice de criticité définie ci-dessous. Cette matrice permet de hiérarchiser la criticité des évènements redoutés en visualisant s'ils sont jugés acceptables, à prendre en compte dans une démarche ALARP (« As Low As Reasonably Practicable », ce qui correspond à un niveau de risque aussi bas que possible en fonction des contraintes techniques et économiques du moment) ou inacceptables.

<u>Catastrophique</u>	<u>1.5</u>	<u>2.5</u>	<u>3.5</u>	<u>4.5</u> <u>RISQUE NON</u>	<u>5.5</u> <u>ACCEPTABLE</u>
<u>Majeur</u>	<u>1.4</u>	<u>2.4</u>	<u>3.4</u>	<u>4.4</u>	<u>5.4</u>
<u>Grave</u>	<u>1.3</u>	<u>2.3</u>	<u>3.3</u> <u>TOLERABLE</u>	<u>4.3</u> <u>SI ALARP</u>	<u>5.3</u>
<u>Sérieux</u>	<u>1.2</u> <u>RISQUE</u>	<u>2.2</u> <u>ACCEPTABLE</u>	<u>3.2</u>	<u>4.2</u>	<u>5.2</u>
<u>Modéré</u>	<u>1.1</u>	<u>2.1</u>	<u>3.1</u>	<u>4.1</u>	<u>5.1</u>
	<u>Improbable</u>	<u>Extrêmement rare</u>	<u>Rare</u>	<u>Possible</u>	<u>Occasionnel</u>
Figure 71 : Matrice de criticité méthode HAZID					

Les évènements redoutés jugés acceptables ne feront pas l'objet d'investigation complémentaire.

Les évènements redoutés situés dans la zone ALARP seront jugés tolérables seulement si la réduction des risques est techniquement impossible ou si les coûts sont disproportionnés par rapport à l'amélioration obtenue. Une modélisation sera réalisée pour ces évènements afin de vérifier l'étendue des zones d'effets correspondantes.

Les évènements redoutés situés dans la zone inacceptable doivent faire l'objet d'une Analyse Quantifiée des Risques (AQR).

7.2 Déroulement de l'APR

L'APR a été réalisée en groupe de travail constitué des personnes suivantes :

- Evalueur du niveau de gravité et probabilité préliminaire des risques (A2EP/ROCHE),
- Révision et émetteur principal de l'analyse (A2EP/ROCHE),
- Représentants de l'équipe d'ingénierie du projet (Jacobs),
- Représentants de l'exploitant de l'installation (Doniambo Energie), pour validation finale.

L'analyse est réalisée selon le découpage fonctionnel suivant :

- Réception, stockage, convoyage et traitement charbon :
 - ✓ Déchargement du charbon dans les trémies réception,
 - ✓ Convoyeur vers stockage principal,
 - ✓ Stockage principal,
 - ✓ Convoyeur vers concassage,
 - ✓ Unité concassage,
 - ✓ Transfert vers trémies stockage,
 - ✓ Stockage dans trémies journalières,
 - ✓ Broyage et transfert vers chaudière.

- Chaudière :
 - ✓ Chaudière,
 - ✓ Alimentation en eau,
 - ✓ Combustible d'appoint,
 - ✓ Production de fumée avec récupération de chaleur.
- Traitement :
 - ✓ Transfert et stockage cendres sous chaudière,
 - ✓ Système de dénitrification (SCR – DéNOx),
 - ✓ Electrofiltres et cendres volantes,
 - ✓ Zone stockage des cendres volantes,
 - ✓ Système de Désulfuration (FGD – DéSOx),
 - ✓ Zone stockage du gypse
 - ✓ Rejets cheminée.
- Turbines :
 - ✓ Turbines,
 - ✓ Système refroidissement,
 - ✓ Générateurs-Transformateurs.
- Utilités :
 - ✓ Traitement effluents,
 - ✓ Unité déminéralisation,
 - ✓ Locaux électriques,
 - ✓ Gazole,
 - ✓ Groupe électrogène,
 - ✓ Pomperie incendie,
 - ✓ Compression d'air,
 - ✓ Refroidissement par eau de mer,
 - ✓ Locaux administration,
 - ✓ Salle de commande.

7.3 Résultats

Le détail de l'APR des nouvelles installations est présenté dans l'Annexe 10 : Analyse préliminaire des risques

La matrice suivante permet de synthétiser le résultat de l'APR, après la prise en compte des moyens de réduction du risque (MMR), dans la matrice HAZID.

Catastrophique	46,85				
Majeur	20,21,22,23,43,112,113	38,48,49,50,87			
Grave	1,3,6,19,60,62,63,72,78,83,90,92,99,117,118,119	7	18,105,84,86		
Sérieux	2,4,5,8,10,11,13,14,15,16,17,26,27,28,29,30,31,32,33,34,36,37,42,45,52,53,54,55,59,61,73,75,76,77,81,89,93,94,95,97,98,100	12,24,25,35,56,96			
Modéré	39,40,41,44,47,51,57,58,64,65,66,67,68,69,70,71,74,79,80,82,88,91,101,102,103,114,115,116	9,107,108,110,111	104,106,109		
	Improbable	Extrêmement rare	Rare	Possible	Occasionnel
Figure 72 : Matrice de classement des événements redoutés identifiés pendant l'HAZID					

119 scénarios ont été identifiés dans l'HAZID sur l'ensemble des nouvelles installations du projet. Parmi tous ces scénarios, seuls 18 ressortent en tolérable si ALARP après prise en compte des mesures de prévention et de protection.

Les scénarios qui seront étudiés dans l'Analyse Quantifiée des Risques sont :

- N° 18/20/21/22/23 : explosion de poussières dans un silo journalier,
- N° 46 : feu suite à la rupture d'une canalisation de gazole entre les réservoirs et la Centrale C,
- N° 38/48/49/50 : explosion du foyer de la chaudière,
- N° 43 : explosion du ballon vapeur de la chaudière,
- N° 84 : feu de nappe de gazole sur l'aire de dépotage des camions citernes,
- N° 85 : explosion du bac de gazole,
- N° 86 : feu dans la cuvette de rétention du bac de gazole,
- N° 87 : boil-over en couche mince du bac de gazole,
- N° 105 : explosion de poussières ou de CO dans un électrofiltre,
- N° 112 : émission de fumées toxiques suite incendie dans le dépôt d'urée,
- N° 113 : émanation d'ammoniac suite fuite sur le hydrolyseur.

Aucun des scénarios n'a été placé dans la zone « inacceptable ».

8 Analyse Quantifiée des Risques (AQR) liés au fonctionnement des installations projetées

8.1 Méthodologie générale de réalisation de l'AQR

INTRODUCTION

Aucun scénario identifié comme « non acceptable » n'est apparu lors de l'APR, par conséquent **aucun scénario ne devrait en théorie faire l'objet d'une AQR**.

Nous avons cependant choisi d'étudier en détail les scénarios qui ont été identifiés comme « **tolérable si ALARP** » à l'issue de l'APR, afin de connaître les zones d'effet correspondantes et de vérifier leur étendue.

L'analyse détaillée permet également d'estimer les probabilités d'occurrence des événements et de vérifier l'adéquation entre les mesures de maîtrise des risques prévues et la gravité de ces scénarios.

Chacun de ces événements redoutés engendre un ou des phénomènes dangereux qu'il est nécessaire d'évaluer en terme de probabilité d'occurrence, de gravité des conséquences et de cinétique, conformément aux prescriptions de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et 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 ».

Ainsi, pour chacune des installations projetées susceptible de potentiel de dangers, l'Analyse Quantifiée des Risques (AQR) a pour but de déterminer :

- La gravité des conséquences des accidents potentiels,
- La probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux,
- La cinétique de leurs phénomènes dangereux.

Au final, cette AQR permet de positionner les événements redoutés aboutissant aux accidents majeurs, dans la grille de criticité des risques recommandée par la circulaire du 10 Mai 2010.

Ce positionnement prend en compte d'éventuelles barrières de sécurité pour ce qui est de la probabilité d'occurrence mais ne les prend pas en compte dans la quantification des effets afin de travailler avec les hypothèses majorantes. Si ce positionnement pour certains scénarios n'est pas en zone acceptable, une étude de réduction des risques plus approfondie sera réalisée afin de diminuer la probabilité d'occurrence de ces scénarios et étudier l'efficacité des barrières sur leur gravité.

La liste suivante d'événements à analyser en détail a donc pu être établie :

- N° 86 : Feu de gazole dans la cuvette de rétention des bacs de stockage,
- N° 84 : Feu de nappe de gazole suite à une fuite sur l'aire de déchargement des camions citernes,
- N° 46 : Feu de nappe de gazole suite à une fuite sur la conduite aérienne de gazole entre les réservoirs et la centrale électrique,
- N° 85 : Explosion d'un bac de gazole pris dans un incendie,
- N° 87 : Boil-over en couche mince d'un bac de gazole,
- N° 18/20/21/22/23 : Explosion de poussière dans un silo journalier de charbon,
- N° 105 : Explosion de poussière ou de CO dans un électrofiltre,

- N° 38/48/49/50 : Explosion du foyer de la chaudière suite accumulation de gaz, poussière ou vapeurs de gazole dans chambre de combustion,
- N° 43 : Explosion du ballon de vapeur,
- N° 113 : Rupture du hydrolyseur et relargage d'ammoniac dans l'atmosphère,
- N° 112 : Fumées toxiques incendie stockage d'urée.

En ce qui concerne le stockage de charbon en vrac, les retours d'expérience sur les modélisations d'effets thermiques sur des feux de stockages similaires montrent que les effets thermiques sont de quelques mètres et qu'il est peu probable d'avoir un incendie généralisé du tas. Nous considérons que les limites du site sont à des distances telles qu'il n'y aura pas d'effets thermiques hors du site. Ce scénario ne sera donc pas étudié par la suite.

METHODE GENERALE DE DETERMINATION DE LA PROBABILITE DES EVENEMENTS

Généralités :

La méthodologie appliquée est décrite en partie 3.06. Démarche d'analyse des risques.

Pour chaque événement identifié, nous mettons en œuvre successivement deux types d'analyses :

- L'analyse des causes sous forme d'arbre de défaillance (ou arbres des causes) afin de mettre en évidence les événements initiateurs indépendants qui, seuls ou en combinaison, sont susceptibles de générer l'événement dont les conséquences sont significatives.
 - ✓ Cette analyse permet alors d'identifier les mesures de sécurité mises en place ou à mettre en place (mesures ou barrières de prévention). En effet, pour chaque événement initiateur, sont détaillés les moyens de prévention et de détection qui permettront d'éviter l'apparition de l'événement dont les conséquences sont significatives.
 - ✓ Des fréquences d'occurrence annuelle sont attribuées aux événements initiateurs le plus souvent à partir de banques de données et de la bibliographie (TNO, HSE, AIChE...). Ces valeurs constituent généralement des fréquences moyennes établies sur un grand nombre d'installations et sur une période de plusieurs décennies.
 - ✓ Dans les arbres, les symboles suivants sont utilisés et signifient respectivement :



ET, il faut ou moins que deux conditions soient simultanément vérifiées pour que l'événement se produise,



OU, il suffit qu'une condition soit vérifiée pour que l'événement survienne.

La probabilité de l'événement dont les conséquences sont significatives est une combinaison linéaire des probabilités des divers événements initiateurs indépendants, qui découle des types de connexion entre les événements (ET ou OU).

- L'analyse des dites conséquences significatives avec les mêmes conventions que précédemment.

Évaluation des fréquences d'occurrence des événements :

Généralités

Les fréquences des différents événements dont les conséquences sont significatives sont tirées de valeurs fournies dans les banques de données d'accidentologie actuellement disponibles et dans le domaine public ainsi que des informations données par l'exploitant :

- Son propre retour d'expérience sur les accidents et incidents passés,
- Les niveaux de SIL garantis par les constructeurs de certains dispositifs de sécurité,
- Les banques de données.

Parmi les banques de données utilisables, on peut citer :

- Le CPR18 E (établi à la demande de l'Administration hollandaise) et dont bon nombre de valeurs de fréquences d'occurrence d'événements redoutés proviennent de publications du TNO. Ce document, autrement dénommé "Purple Book" dans son Edition 1999, s'inspire du Rapport COVO et d'autres publications (dont Failure Rate and Accident Database for Major Hazards - 1992),
- Les publications de COX - LEES et ANG (Classification of Hazardous Locations - IChemE - 1990),
- L'API - RBI 2000 (Norme associée au Risk Based Inspection) qui fournit des fréquences d'occurrence d'événements redoutés de types fuites sur des canalisations de transfert de produits, d'abord sans correction, puis avec un facteur de correction du fait des plans d'inspection mise en œuvre (finalité de cette norme).

Application aux installations de la centrale électrique

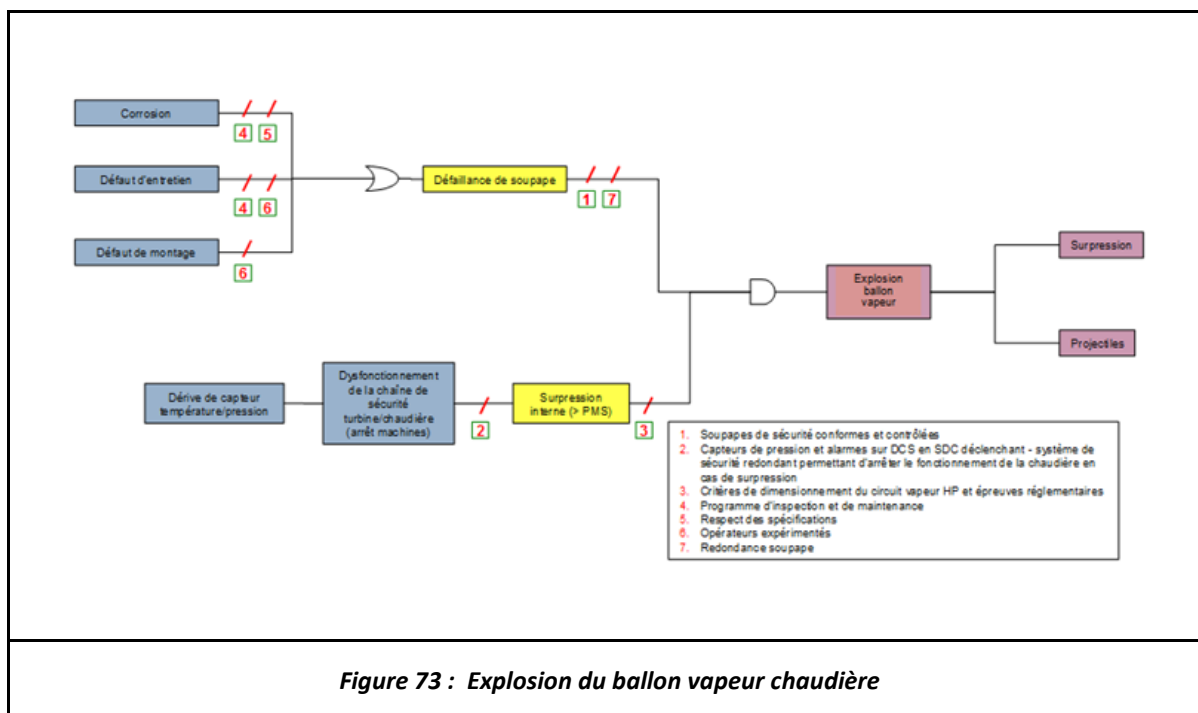
L'évaluation précise de la probabilité d'occurrence n'est normalement réalisée que sur les scénarios présentant des effets qui sortent du site comme précisé dans la circulaire du 10 mai 2010.

Afin d'évaluer précisément les risques générés par les installations de la centrale électrique, une analyse statistique des accidents retenus en APR a été réalisée en AQR.

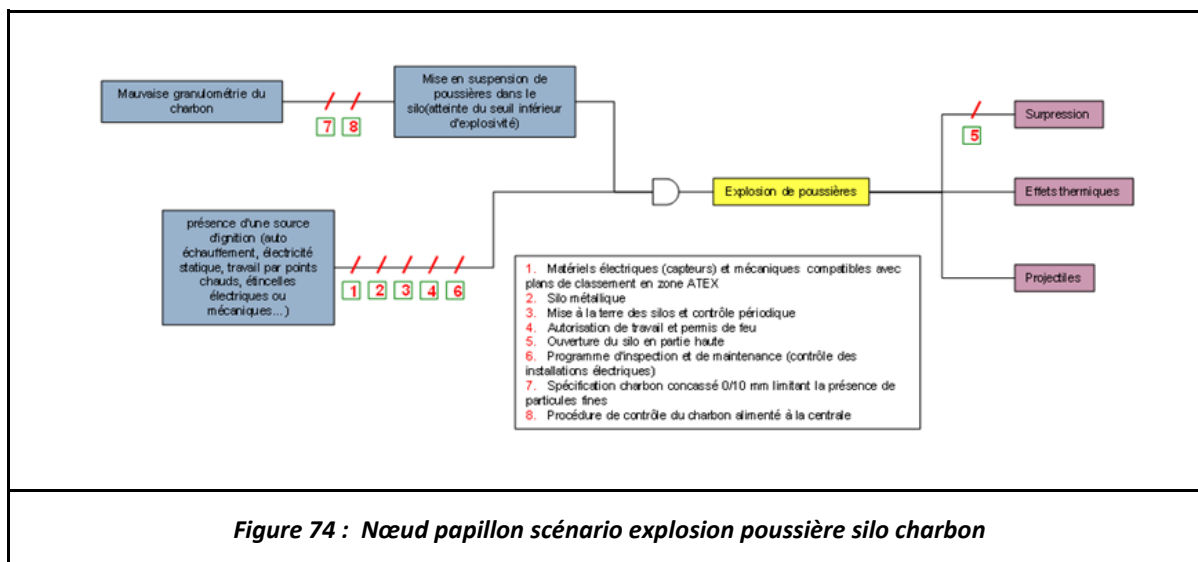
Les probabilités d'occurrence des phénomènes dangereux sélectionnés de la centrale électrique sont déterminées de façon quantitative au moyen de l'analyse détaillée des risques basée sur la méthodologie des arbres de type Nœuds-Papillons.

Les figures ci-dessous présentent les arbres correspondants pour les différents événements listés.

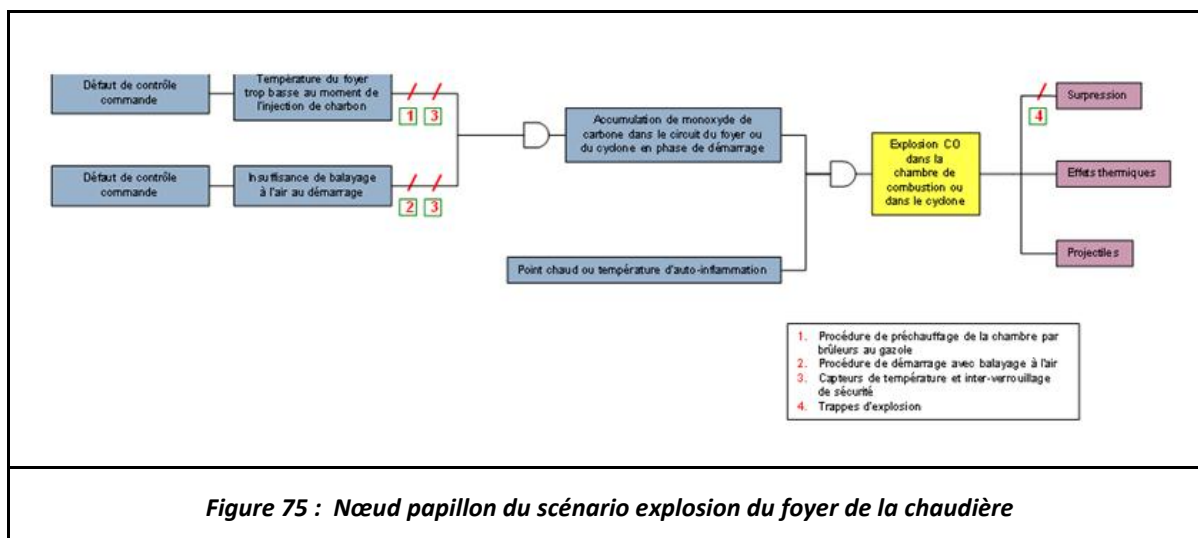
Scénario n°43 : Explosion du ballon de vapeur de la chaudière



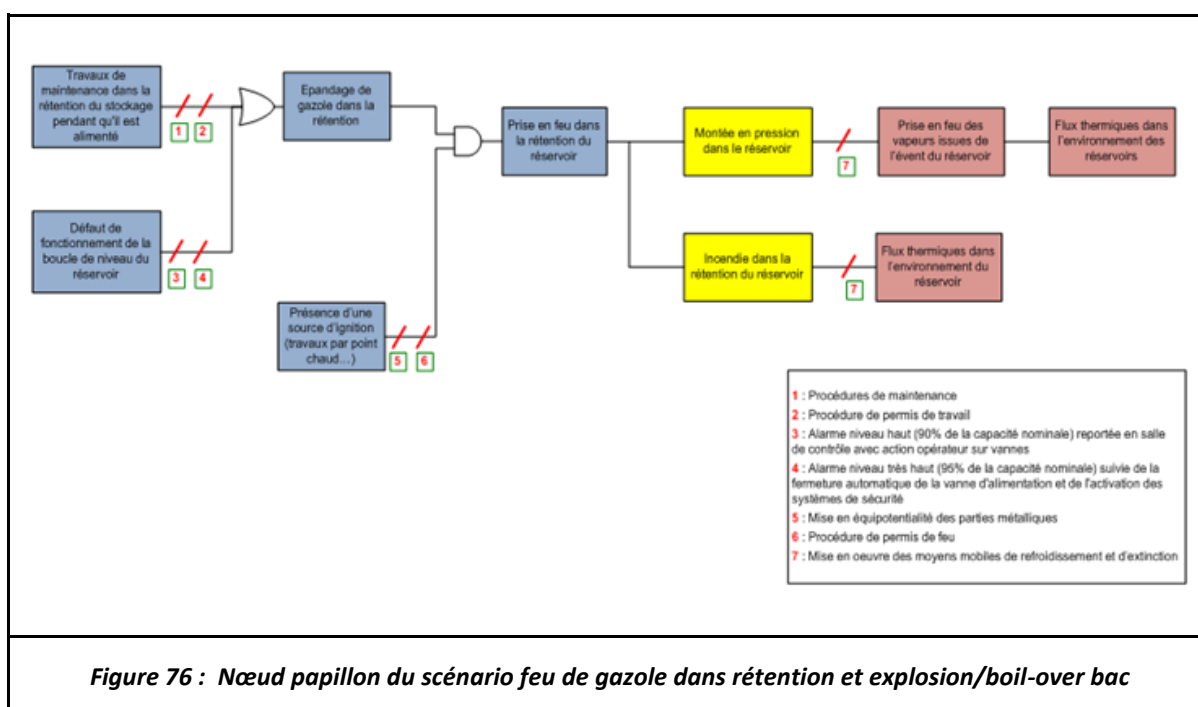
Scénario n°18/20/21/22/23 : Explosion de poussière dans un silo de charbon journalier



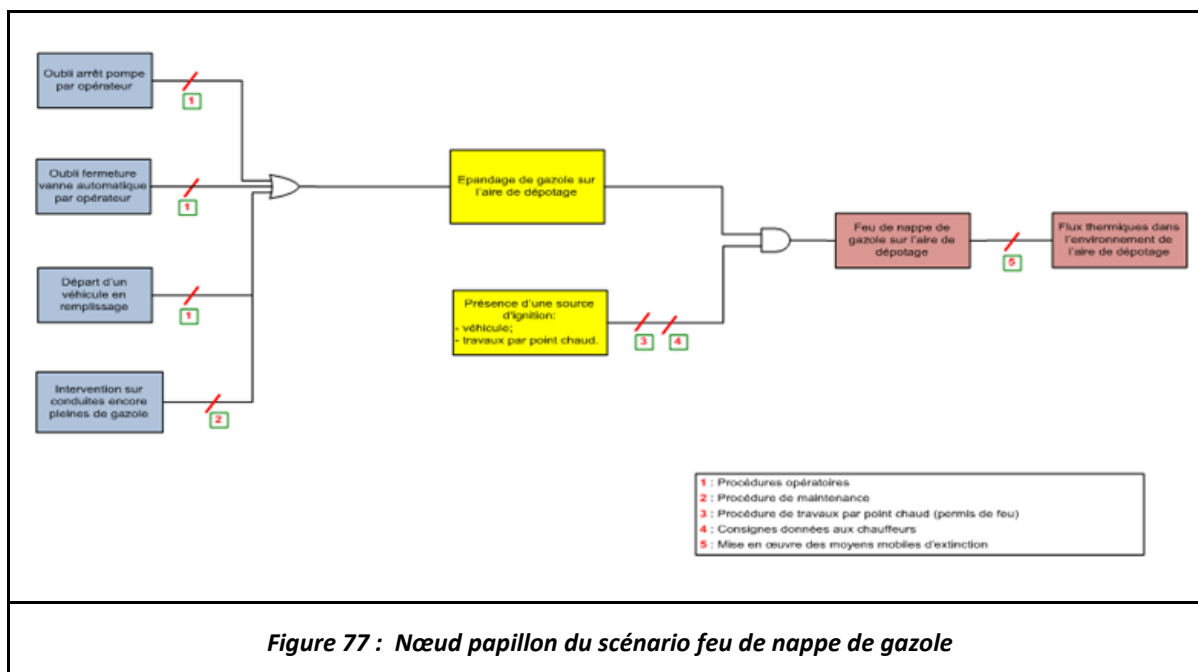
Scénario n°38/48/49/50 : Explosion du foyer de la chaudière



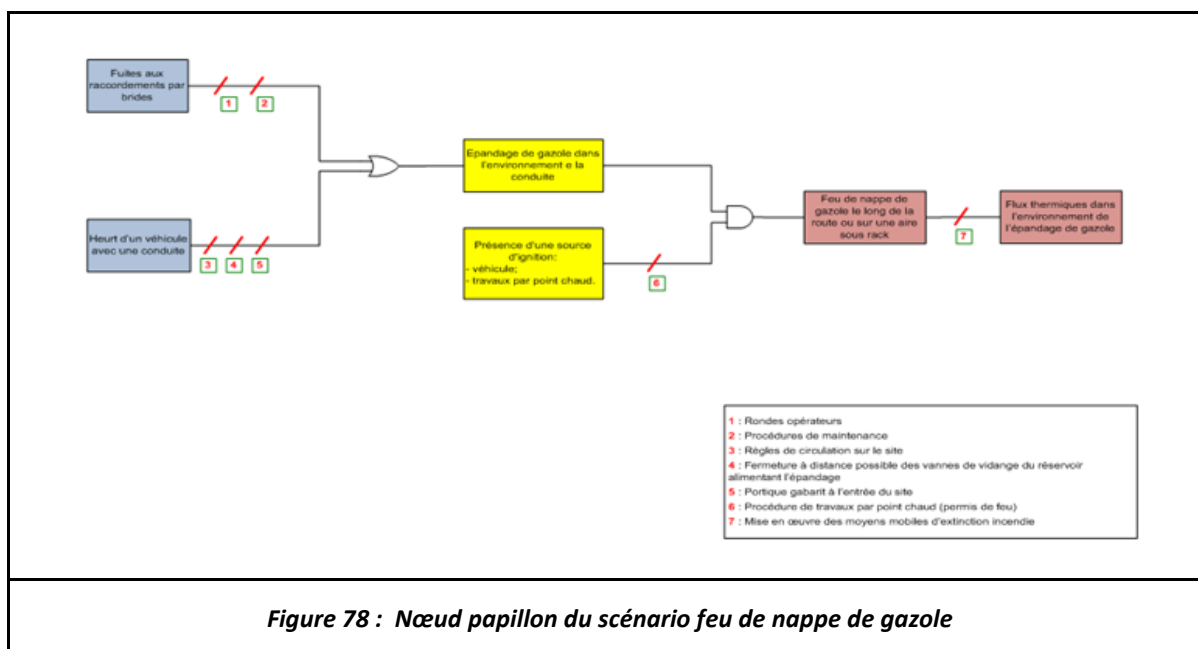
Scénarios n°85/86/87 : Feu de cuvette de rétention et Explosion/boil-over d'un bac pris dans un incendie



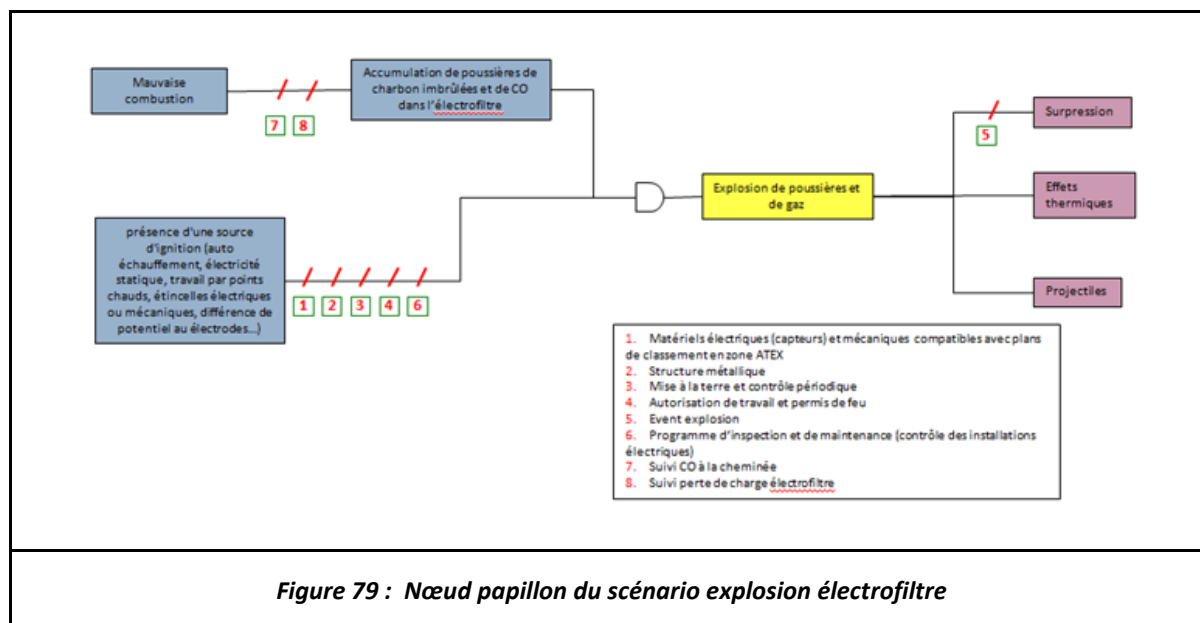
Scénario n°84 : feu de nappe de gazole au niveau de l'aire de chargement des camions citerne



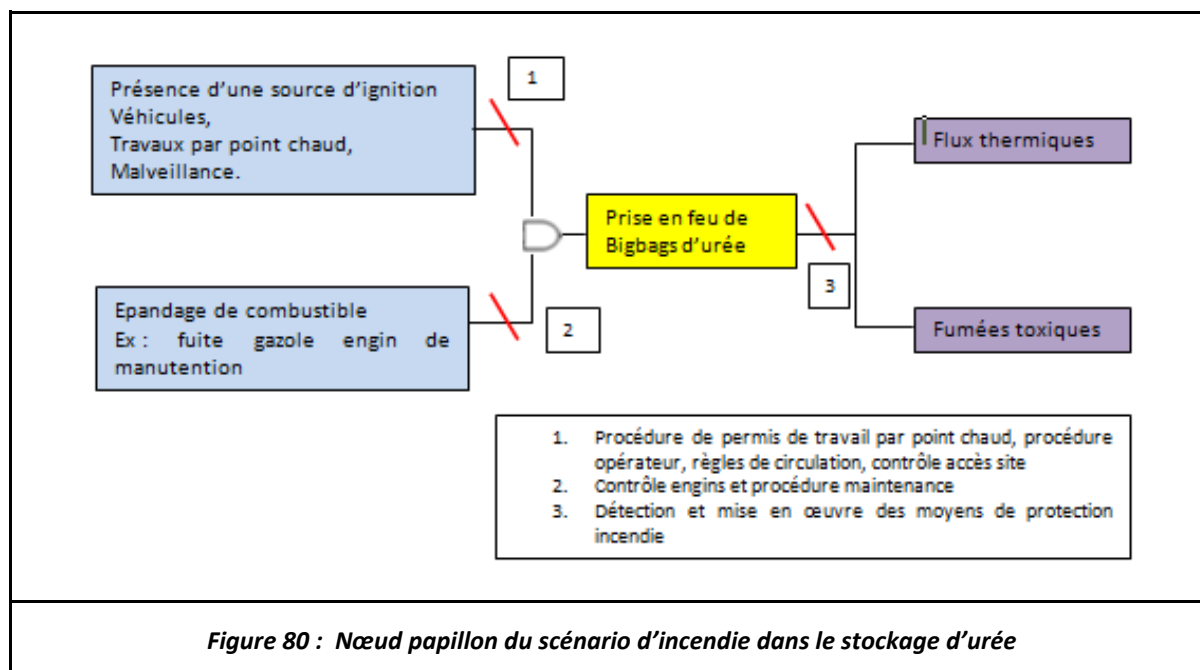
Scénario n°46 : feu de nappe suite à une fuite de canalisation entre le stockage et la centrale électrique



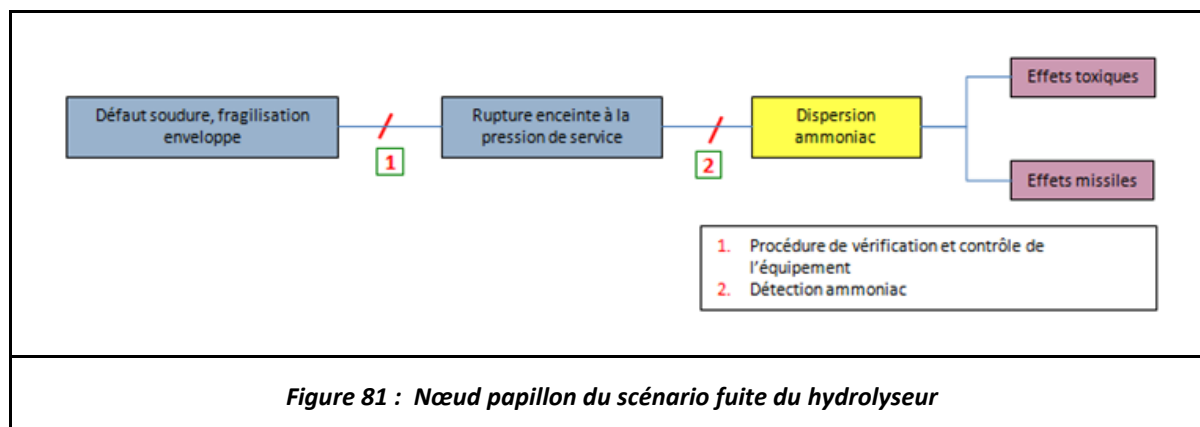
Scénario n°105 : Explosion dans un électrofiltre



Scénario n°112 : Incendie stockage d'urée



Scénario n°113 : Fuite d'ammoniac au niveau du hydrolyseur



Le tableau ci-dessous évalue les probabilités de chaque phénomène dangereux présenté dans les arbres ci-dessus.

N°	Evt	Phase de Danger	Fréquence annuelle des causes	Probabilité de défaillance des mesures de sécurité	Fréquence annuelle des conséquences	Niveau de probabilité suivant grille MMR	Observations
1	Explosion électrofiltre	Onde surpression dans l'environnement	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	C	Cette fréquence dépend de la mise en suspension de poussière de charbon et de la présence d'une source d'ignition à ce moment-là. La probabilité P_1 de mise en suspension de poussières de charbon jusqu'à atteindre la LIE, compte tenu des contrôles de la combustion et de la perte de charge est estimée à 10^{-1} . La probabilité P_2 de présence d'une source d'ignition, compte tenu des éléments de prévention mis en œuvre, est estimée à 10^{-2} .
2	Incendie rétention des réservoirs de stockage de gazole	Flux thermiques dans l'environnement	$< 10^{-3}$	1 (déjà intégré dans la fréquence des causes)	$< 10^{-3}$	C	On considère qu'une fois par an des travaux de maintenance avec point chaud sont effectués avec une probabilité de défaillance quant à l'application des procédures de 10^{-3}
3	Montée en pression réservoir de stockage de gazole	Explosion réservoir avec surpressions et projections de débris missiles	$< 10^{-3}$	10^{-2}	10^{-5}	E	On considère que le système de détection et de commande incendie peut être défaillant 1 fois sur 100 sollicitations, vu le niveau de SIL de l'automate.
4	Prise en feu des vapeurs des réservoirs de stockage de gazole (boil-over en couche	Flux thermiques dans l'environnement	$< 10^{-3}$	10^{-1}	$< 10^{-4}$	D	On considère que le système de détection et de commande incendie peut être défaillant 1 fois sur 10 sollicitations, vu le niveau de SIL de l'automate.

	mince)						
5	Montée en pression ballon vapeur	Explosion ballon vapeur chaudière	$< 10^{-6}$	1 (déjà intégré dans la fréquence des causes)	$< 10^{-6}$	E	<p>La fréquence dépend de l'apparition du phénomène de surpression, résultant de la dérive des capteurs et de la défaillance des soupapes de sécurité.</p> <p>La probabilité P_1 de défaillance des capteurs permettant de réguler la pression dans le ballon de chaudière peut être estimée à 10^{-1}. Il existe 2 capteurs permettant de réguler la pression.</p> <p>La probabilité P_2 de défaillance des soupapes de sécurité peut être estimée à 10^{-2}.</p>
6	Atmosphère explosive	Explosion silo charbon	$< 10^{-1}$	$< 10^{-2}$	$< 10^{-3}$	C	<p>Cette fréquence dépend de la mise en suspension de poussière de charbon et de la présence d'une source d'ignition à ce moment-là.</p> <p>La probabilité P_1 de mise en suspension de poussières de charbon jusqu'à atteindre la LIE, compte tenu de la nature du charbon et du contrôle de sa qualité, est estimée à 10^{-1}.</p> <p>La probabilité P_2 de présence d'une source d'ignition, compte tenu des éléments de prévention mis en œuvre, est estimée à 10^{-2}.</p>
7	Atmosphère explosive poussière charbon	Explosion foyer chaudière	$< 10^{-4}$	1 (déjà considéré dans la fréquence des causes)	$< 10^{-4}$	D	<p>La probabilité P_1 d'accumulation de poussières inflammables jusqu'à atteindre la LIE, compte tenu de la granulométrie du charbon utilisé et de la supervision du process par des opérateurs expérimentés, est estimée à 10^{-4}.</p> <p>La probabilité P_2 de présence d'une source d'ignition, compte tenu du fait que la localisation du phénomène dangereux dans une chambre de combustion, est égale à 1. La présence d'une source d'ignition est considérée comme permanente</p>
8	Feu de nappe entre réservoirs et centrale électrique	Flux thermiques	$4.6 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	$4.6 \cdot 10^{-7}$	E	<p>D'après la base de données CPR 18, la fréquence de fuite + rupture est de 2.3×10^{-6} par m et par an pour un diamètre de 80 mm et la conduite fait de l'ordre de 200 m.</p> <p>La probabilité de défaillance de travaux de maintenance avec point chaud quant à l'application des procédures est estimée quant à elle à 10^{-3}. La fréquence annuelle de chute d'un camion sur la conduite et prenant feu est estimée négligeable (inférieur à 10^{-6}).</p>
9	Incendie sur aire de déchargement des camions	Flux thermiques	$< 10^{-3}$	1 (déjà intégré dans la fréquence)	$< 10^{-3}$	C	<p>On considère qu'une fois par an des travaux de maintenance avec point chaud sont effectués avec une probabilité de défaillance quant à</p>

	citernes			des causes)			l'application des procédures de 10^{-3}
10	Atmosphère explosive monoxyde de carbone	Explosion foyer chaudière	1	$< 10^{-4}$	$< 10^{-4}$	D	<p>Cette fréquence dépend d'une double défaillance, celle du système de contrôle commande de la température du foyer dont la fiabilité dépend de capteurs en redondance dont la probabilité P_1 unitaire de défaillance peut être estimée à 10^{-1}, et celle du système de contrôle commande du balayage de l'air dont la fiabilité dépend de capteurs en redondance dont la probabilité P_2 unitaire de défaillance peut être estimée à 10^{-1}.</p> <p>La probabilité P_3 de présence d'une source d'ignition, compte tenu du fait que la localisation du phénomène dangereux dans une chambre de combustion, est égale à 1. La présence d'une source d'ignition est considérée comme permanente.</p>
11	Atmosphère explosive vapeur de gazole	Explosion foyer chaudière	1	2.10^{-5}	2.10^{-5}	D	<p>La probabilité P_1 de présence d'un point chaud comme source d'ignition, compte tenu du fait de la localisation du phénomène dangereux dans une chambre de combustion, est égale à 1. La présence d'une source d'ignition est considérée comme permanente.</p> <p>La présence de vapeurs de gazole dans la chambre de combustion peut être la conséquence de la perte de flamme d'allumage et de l'injection de gazole dans la chambre de combustion ou à une combustion incomplète due à une température trop basse dans la chambre de combustion.</p> <p>La probabilité P_2 de défaillance de l'interverrouillage de sécurité commandant l'arrêt de l'injection de gazole sur perte de la flamme d'allumage peut être estimée à 10^{-5}.</p> <p>La probabilité P_3 de défaillance du système de régulation amenant à une mauvaise combustion dépend de la défaillance des capteurs en redondance permettant d'assurer la régulation automatique de la température dans la chambre de combustion et d'une erreur humaine de contrôle de procédé.</p> <p>La probabilité P_4 de défaillance d'un capteur de température peut être estimée à 10^{-1}.</p> <p>La probabilité P_5 de défaillance de contrôle du procédé par un opérateur expérimenté peut être estimée à 10^{-3}.</p>
12	Rupture de confinement du hydrolyseur	Dégagement d'ammoniac dans l'atmosphère	$< 10^{-5}$	1 (déjà intégré dans la fréquence d'occurrence des cause)	$< 10^{-5}$	E	<p>La probabilité de rupture de l'enceinte gazeuse en tenant compte des inspections régulières est estimée à 10^{-5}.</p>

13	Stockage d'urée pris dans un incendie	Fumées toxiques	$< 10^{-3}$	$< 10^{-2}$	$< 10^{-5}$	E	Urée ininflammable. Le risque existe si le dépôt d'urée est pris dans un incendie.
Figure 82 : Probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux							

METHODE GENERALE DE DETERMINATION DE LA GRAVITE DES CONSEQUENCES DES ACCIDENTS

La gravité des conséquences potentielles d'un accident résulte de la combinaison de :

- L'intensité des effets d'un phénomène dangereux,
- La vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ses effets.

Méthodes de quantification de l'intensité des phénomènes dangereux

Les sept types de phénomènes dangereux retenus suite à l'APR et qui sont à quantifier dans l'AQR sont les suivants :

- Feu de cuvette,
- Feu de nappe,
- Explosion d'un bac d'hydrocarbures,
- Explosion de gaz et poussières en milieu confiné,
- Boil-over en couche mince d'un bac d'hydrocarbures,
- Fuite toxique,
- Fumées toxiques.

Les paragraphes qui suivent présentent les méthodes utilisées pour quantifier ces phénomènes.

Feu de nappe

Au vu de l'analyse de risque, nous considérons un feu de nappe consécutif à une fuite de gazole (pompe, canalisation, raccord) en présence d'une source d'ignition (ex : travail par point chaud, surface chaude) lors de l'alimentation du brûleur de la centrale et lors du dépotage des camions citernes au niveau de l'aire de déchargement.

La méthode de calcul utilisée pour évaluer les flux thermiques est celle du TNO (Yellow book, « *Methods for the calculation of physical effects* », CPR 14 E, Committee for the Prevention of Disasters, 1997).

Les flammes d'un incendie et les combustibles portés à haute température sont la source d'un flux radiatif qui peut être formalisé selon :

$$\Phi = E \cdot F \cdot \tau_a \quad \text{en kW/m}^2$$

Avec :

- E : Flux source émis par le mur de flammes ou émittance en kW/m^2
- F : Facteur de forme traduisant les positions relatives de la source et de la cible, qui dépend à la fois de la distance de l'observateur au foyer et des dimensions du mur de flammes

t_a : Transmissivité atmosphérique, facteur d'atténuation représentant l'absorption de flux par la vapeur d'eau et le CO₂ contenu dans l'air

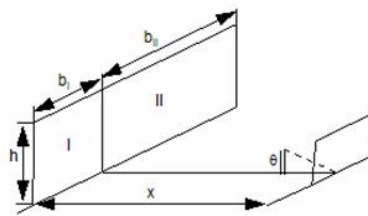
Facteur de forme

Pour un foyer dont les caractéristiques géométriques sont représentées sur la figure ci-contre, le facteur de forme est déterminé par la résolution de l'équation :

$$F_{\max} = \sqrt{F_h^2 + F_v^2}$$

$$F_v = \frac{1}{2\pi} \cdot \left\{ h_r \cdot A \cdot \tan^{-1}(A) + \left(\frac{B}{h_r} \right) \cdot \tan^{-1}(B) \right\}$$

$$F_h = \frac{1}{2\pi} \cdot \left\{ \tan^{-1} \left(\frac{1}{x_r} \right) - A \cdot x_r \cdot \tan^{-1}(A) \right\}$$



avec :

$$h_r = \frac{h}{b}$$

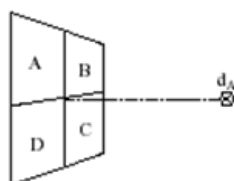
$$x_r = \frac{x}{b}$$

$$A = \frac{1}{\sqrt{h_r^2 + x_r^2}}$$

$$B = \frac{h_r}{\sqrt{1 + x_r^2}}$$

Prise en compte des protections passives

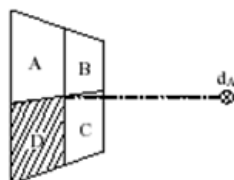
Lorsque des écrans de protection (murs coupe-feu,...) existent, ces structures sont considérées comme faisant écran au rayonnement thermique. Il faut donc revoir les calculs car le flux thermique reçu est diminué. La méthodologie utilisée est le *principe d'additivité des flux thermiques*.



L'élément récepteur d_k situé sur un axe perpendiculaire à la surface radiative décomposée en 4 zones reçoit un flux thermique ϕ_{total} tel que :

Equation 7

$$\phi_{\text{total}} = \phi_A + \phi_B + \phi_C + \phi_D = \phi_1$$



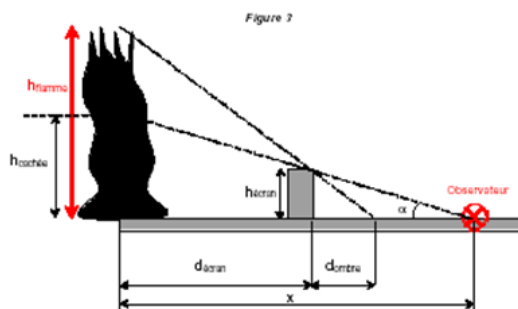
De même si la zone D est opaque, ϕ_{total} devient :

Equation 8

$$\phi_{\text{total}} = \phi_1 - \phi_D$$

Figure 2

Ce principe a été appliqué dans le cas présenté sur la figure ci-dessous :



Le flux thermique reçu devient alors :

Equation 9

$$\Phi_{\text{reçu}} = \Phi_{\text{total}} - \Phi_{\text{cachée}}$$

Avec :

$$\begin{cases} \Phi_{\text{total}} = \Phi(d = x, h_{\text{flamme}} = h_{\text{flamme}}) \\ \Phi_{\text{cachée}} = \Phi(d = x, h_{\text{flamme}} = h_{\text{cachée}}) \end{cases} \quad \text{où} \quad h_{\text{cachée}} = \frac{x}{x - d_{\text{caché}}} \cdot h_{\text{cachée}}$$

Le produit volatil émis génère un nuage gazeux par formation d'aérosol et par vaporisation de la nappe, dont une fraction est inflammable.

L'inflammation directe de la fraction liquide ou bien de la fraction gazeuse conduit alors à considérer comme enflammée, la totalité de la surface recouverte par la nappe.

La quantification des effets thermiques du feu de nappe est ensuite réalisée avec la feuille de calcul de la *Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables - Compléments à l'Instruction Technique du 9 novembre 1989* et sur la base du rapport du Groupe de travail Dépôts de Liquides Inflammables (GTDLI) *Modélisation des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides* (septembre 2006).

Les informations qui sont calculées sont :

- Le diamètre de la nappe recouverte par la fuite,
- Surface de la rétention de l'aire de déchargement,
- La distance aux seuils d'effets thermiques : 3 kW/m², 5 kW/m² et 8 kW/m².

Feu de cuvette de rétention

La méthode de calcul utilisée pour évaluer les flux thermiques est celle du TNO (Yellow book, « *Methods for the calculation of physical effects* », CPR 14 E, Committee for the Prevention of Disasters, 1997), telle que présentée ci-dessus.

Sans tenir compte des mesures de sécurité, l'hypothèse a été émise que toutes les fuites pouvant avoir lieu sur les équipements présents dans une cuvette de rétention, conduisent à un épandage de produit qui est supposé couvrir l'ensemble de la cuvette associée. Il est donc supposé que toutes les fuites peuvent conduire à un incendie généralisé de la cuvette.

Pour les modélisations, la surface en feu considérée correspond donc à toute la surface de la cuvette. Les distances sont comptées à partir des bords de la rétention, depuis le grand côté (longueur) et le petit côté (largeur).

La quantification des effets thermiques du feu de nappe est réalisée avec la feuille de calcul de la *Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables - Compléments à l'Instruction Technique du 9 novembre 1989* et sur la base du rapport du

Groupe de Travail Dépôts de Liquides Inflammables (GTDLI) *Modélisation des effets thermiques dus à un feu de nappe d'hydrocarbures liquides* (septembre 2006).

Les informations qui sont calculées sont :

- La distance correspondante aux seuils d'effets thermiques suivants : 3 kW/m², 5 kW/m² et 8 kW/m².

Explosion d'un bac atmosphérique d'hydrocarbures

La quantification de l'onde de surpression est basée sur les formules proposées par la Circulaire DPPR/SEI2/AL-06-357 du 31 janvier 2007 relative aux études de dangers des dépôts de liquides inflammables - Compléments à l'Instruction Technique du 9 novembre 1989 et sur la base du rapport du Groupe de travail Dépôts de Liquides Inflammables (GTDLI) *Modélisation des effets de surpression dus à une explosion de bac atmosphérique* (mai 2006).

Le phénomène modélisé en cas d'explosion de bac est le suivant :

- A pression atmosphérique, la totalité du volume du bac est rempli d'un mélange inflammable d'air et de vapeurs d'hydrocarbures à la stœchiométrie,
- Ce nuage s'enflamme en présence d'une source d'ignition.

La combustion rapide du mélange gazeux comburant/carburant et l'expansion des produits de combustion qui en résulte sont à l'origine d'une montée en pression dans le réservoir.

Au-delà d'une certaine limite de pression, (appelée pression de rupture P_{rupture}), l'élément de résistance le plus faible du bac va céder et le bac va commencer à s'ouvrir, entraînant une ouverture, principalement à la liaison robe/toit et/ou à la liaison robe/fond.

L'énergie interne accumulée va ensuite se libérer sous 2 formes :

- Energie perdue dans la détente adiabatique du gaz, qui génère les ondes de pression à l'extérieur,
- Energie dispersée pour les projections de missiles.

Les distances d'effets calculées correspondent aux seuils de suppressions suivants : 20 mbar, 50 mbar, 140 mbar et 200 mbar.

La méthodologie appliquée repose sur le modèle "équivalent TNT" dont les formules sont présentées ci-après :

$$d_i = \lambda_i \cdot (M_{TNT})^{1/3}$$

Avec :

$$M_{TNT} = \frac{1}{Q_{TNT}} \cdot \frac{dP \cdot V}{(\gamma - 1)} \cdot (1 - F) \cdot \frac{1}{(1 + \varepsilon)^{(3\gamma - 3)}}$$

Equivalent TNT Energie de Brode Part d'énergie destinée aux fragments Perte d'énergie liée à la déformation de l'enveloppe

$$V = V_{GAZ} = 0,25 \cdot \pi \cdot DEQU^2 \cdot HEQU$$

$$dP = (PECL - PATM)$$

soit

$$d_i = \lambda_i \cdot \left[\frac{(PECL - PATM) \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot DEQU^2 \cdot HEQU \cdot (1 - F)}{Q_{TNT} \cdot (\gamma - 1) \cdot \lambda_{\gamma} \cdot (1 + \varepsilon)^{(3\gamma - 3)}}$$

Où :

DEQU : Diamètre du bac (m)
 HEQU : Hauteur du bac (m)
 PECL : Pression absolue d'éclatement (Pa)
 PATM : Pression atmosphérique (Pa)
 F : Facteur d'énergie de distribution de fragmentation
 QTNT : Chaleur de combustion du TNT (J/Kg)
 λ_{γ} : Rapport des chaleurs spécifiques (voir § 8.2.4)
 ε_{γ} : Fraction de déformation du matériau

et

λ_i : Distance réduite, fonction du seuil de surpression recherché, et obtenue par lecture des abaques TM5-1300 jointes en annexe.

Figure 83 : Modèle équivalent TNT

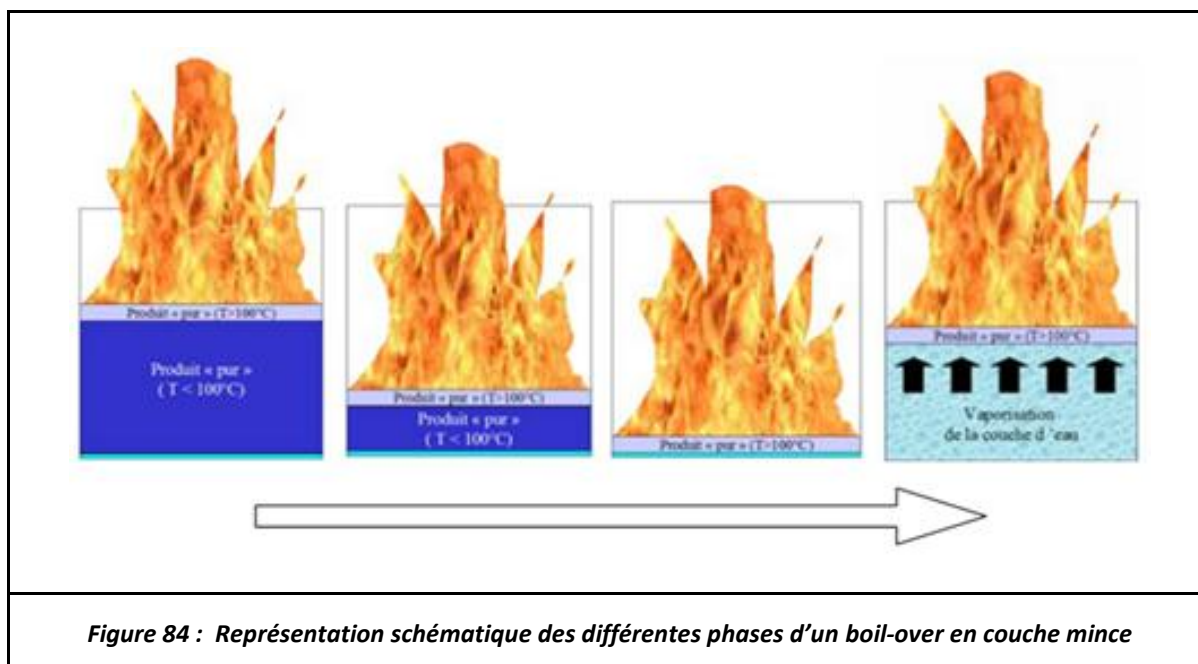
Boil-over en couche mince d'un bac atmosphérique d'hydrocarbures

Suite à l'inflammation de la cuvette de rétention du bac de gazole, un boil-over en couche mince peut se produire.

Les différentes étapes conduisant à un boil-over en couche mince sont présentées ci-après (source : rapport Omega 13 - INERIS) :

- En début d'incendie du bac, le produit qui occupe le volume du bac a une composition homogène qui le restera tout au long de l'incendie. En revanche, un gradient de température apparaît et une zone où la température est supérieure à 100°C d'épaisseur limitée peut être identifiée.
- En raison du rayonnement des flammes sur la surface du liquide, le liquide subit une augmentation locale de température sans modification de composition. Il n'y a pas de formation d'onde de chaleur. La zone chaude ($T > 100^\circ\text{C}$) peu épaisse progresse vers le fond du bac à mesure que le produit se consume à la même vitesse que la surface du liquide.
- Une fois que tout le combustible situé en dessous de cette zone de température supérieure à 100°C a été consumée, il y a contact entre l'eau et cette zone. Le contact entre le combustible chauffé à plus de 100°C et l'eau provoque la vaporisation de cette dernière. Cette vaporisation brutale conduit à une augmentation importante de volume et joue le rôle de piston en mettant en suspension le liquide inflammable restant dans le bac.

- Une partie du liquide déborde du bac et une autre est mise en suspension en se fragmentant en gouttes et en se vaporisant en traversant les flammes pour former une zone de combustion vive.
-



Les effets d'un tel phénomène sont ponctuels et exprimés en doses thermiques :

- 600 $[(kW/m^2)^{4/3}.s]$ correspond au seuil des effets irréversibles et définit la zone des dangers significatifs pour la vie humaine,
- 1 000 $[(kW/m^2)^{4/3}.s]$ correspond au seuil des effets létaux et définit la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- 1 800 $[(kW/m^2)^{4/3}.s]$ correspond au seuil des effets létaux significatifs et définit la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

Les effets sont calculés à partir de la feuille de calcul Boil-over en couche mince de la *Circulaire DPPR/SEI2/AL-07-257* du 23 juillet 2007 relative à l'évaluation des risques et des distances d'effets autour des dépôts de liquides inflammables et des dépôts de gaz inflammables liquéfiés.

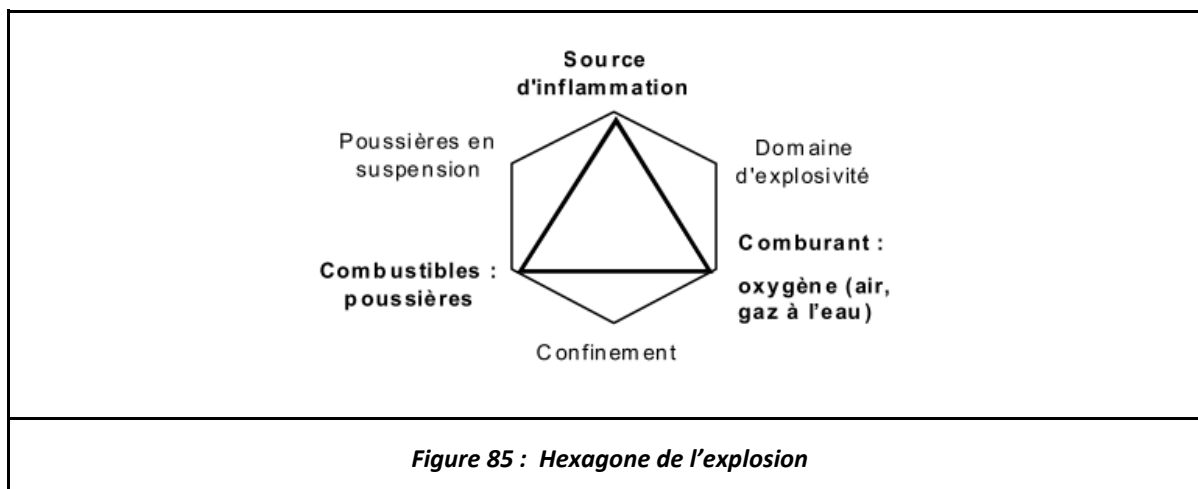
Explosions de poussières dans un électrofiltre et dans un silo journalier de charbon

Ce phénomène survient lorsque des poussières en suspension ou des gaz inflammables (issus de l'auto-échauffement) sont enflammés par une source d'inflammation d'énergie suffisante.

Pour qu'une explosion de poussières se produise, il est indispensable de réunir simultanément les conditions d'occurrence suivantes :

- Présence d'un produit combustible (ex : poussières de charbon),
- Présence d'un gaz comburant, comme, par exemple, l'oxygène de l'air,
- Création d'une source d'inflammation d'énergie suffisante,
- Formation d'un nuage de gaz combustibles, ou de poussières combustibles en suspension ;
- Teneur en combustible comprise entre la Concentration Minimale d'Explosion (CME) et la Concentration Supérieure d'Explosibilité (CSE),
- Mélange suffisamment confiné.

On parle d'hexagone de l'explosion.



L'explosion représente environ 13 % des accidents de silos enregistrés dans la base ARIA du BARPI et constitue la typologie d'accidents la plus redoutable en raison de sa cinétique et de la gravité des conséquences.

En application du Guide de l'état de l'art sur les silos élaboré par un groupe de travail animé par le MEDAD (2008), la modélisation repose sur l'équation de Brode applicable aux poussières et la méthode multi-énergie avec indice 10, pour les enceintes non éventées ainsi que pour celles équipées de surfaces d'évents mais de volumes supérieurs à 250 m³.

L'énergie d'explosion de Brode s'exprime selon l'équation suivante :

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

Avec :

- E : énergie en J,
- V : volume de l'enceinte considérée (ici le volume total de la cellule) en m³,
- $P_{ex} - P_{atm}$: pression relative de l'explosion en Pa.

Conformément au Guide de l'Etat de l'Art sur les Silos (INERIS), on retient comme pression relative de l'explosion :

- Dans le cas d'une explosion primaire avec événement : la pression réduite maximale P_{red} correspondant à la surface d'évent, si elle est inférieure à la pression de rupture de l'enceinte,
- Dans le cas d'une explosion primaire sans événement ou si la surface de l'évent n'est pas assez grande pour que la pression réduite maximale soit inférieure à la pression de rupture de l'enceinte : $2 * P_{rupture}$, où $P_{rupture}$ est la pression statique de rupture de l'enceinte,
- Dans le cas d'une explosion secondaire sans aucune mesure de mitigation (survenant après propagation d'une explosion primaire se produisant dans une autre enceinte) : 5 bar, sur la base du retour d'expérience.

Détermination de la pression réduite d'explosion

L'évaluation de la pression maximale à l'intérieur du silo a été réalisée par l'emploi de la norme NFPA 68 « Guide for Venting of Deflagrations », selon la formule suivante :

$$A_v = (8.535 \times 10^{-5}) (1 + 1.75 P_{stat}) K_{St} V^{0.75} \sqrt{\frac{(1 - \Pi)}{\Pi}}$$

Où :

A_v = surface d'évent totale en m^2

K_{ST} = constante d'explosivité de poussière, en bar.m/s

Π = P_{red}/P_{max}

P_{red} = pression d'explosion réduite, en bar

P_{stat} = pression statique d'activation du dispositif de décharge d'explosion, en bar

V = volume de l'enceinte, en m^3

Détermination de la décroissance des ondes de pression émises

La méthode multi-énergie avec indice 10 permet de déterminer les distances maximales d'effets de surpression reportées dans le tableau suivant, où E est l'énergie produite par l'explosion déterminée par l'équation de Brode.

Type d'effet	Valeur de référence relative aux effets de surpression	Distance des effets de surpression
Effets létaux significatifs	200 mbar	$0.032 E^{1/3}$
Premiers effets létaux	140 mbar	$0.05 E^{1/3}$
Effets irréversibles	50 mbar	$0.11 E^{1/3}$
Figure 86 : Détermination des distances maximales d'effets de surpression		

Explosion dans la chambre de combustion de la chaudière et du ballon vapeur

Toute capacité susceptible de contenir, de façon usuelle ou accidentelle, une phase gazeuse sous pression est concernée par le risque d'explosion. Parmi ces capacités, on peut citer les bacs de stockage atmosphérique, les citernes mobiles et cuves de stockage de liquides inflammables, les citernes mobiles et réservoirs de gaz liquéfiés sous pression, les équipements sous pression, les réacteurs et autres capacités sous pression ainsi les chaudières.

L'éclatement d'une capacité peut être dû :

- Soit à une augmentation de la pression interne jusqu'à une pression supérieure à la pression de rupture de la capacité,
- Soit à une diminution de la pression de rupture jusqu'à une pression inférieure à la pression interne, en raison de la dégradation des propriétés mécaniques de l'enveloppe de la capacité par exemple.

Plusieurs événements peuvent être à l'origine de ces deux grandes causes d'éclatement :

- Événements engendrant une augmentation de pression interne,
- Événements engendrant une diminution de la résistance de la capacité.

Les principaux événements susceptibles d'engendrer une augmentation de pression interne sont :

- Un échauffement de la phase gazeuse de la capacité suite à un incendie externe,
- Une mise en pression accidentelle suite à un sur-remplissage, à un dysfonctionnement du dispositif de contrôle de la pression,
- Une explosion à l'intérieur de la capacité suite à l'inflammation d'un mélange inflammable,
- Une augmentation rapide de la pression interne du fait d'un emballement de réaction, ou d'un mélange de produits incompatibles.

Les principaux événements susceptibles d'engendrer une diminution de la pression de rupture d'une capacité sont :

- La fatigue de l'enveloppe de la capacité,
- L'érosion ou la corrosion de l'enveloppe,
- Un défaut dans le matériau constituant l'enveloppe de la capacité,
- L'impact d'un projectile,
- L'échauffement de l'enveloppe, par un incendie par exemple.

Les conséquences de l'éclatement d'une capacité sont d'une part l'émission d'une onde de pression, qui résulte de la détente brutale du fluide contenu dans la capacité au moment de la rupture et d'autre part la projection des fragments d'enveloppe (non pris en compte dans le cadre de l'étude).

Le premier scénario étudié est une explosion de CO, d'imbrulés ou de poussières accumulées dans le foyer de la chaudière à vapeur. Ce scénario correspond aussi à une fuite de gazole dans la chaudière et à son inflammation.

L'ignition de la poche de gaz inflammable ou de poussières entraînerait la rupture du foyer de la chaudière.

Le second scénario correspond à une explosion du ballon vapeur de la chaudière provoquée par une montée en pression de l'équipement consécutive à un défaut de régulation dans le circuit d'eau (ex: niveau d'eau très bas).

La modélisation repose sur l'utilisation de la méthode PROJEX de l'INERIS présentée dans le document "omega 15 : les éclatements de réservoirs" (2013). La méthode de calcul utilisée associe un calcul de l'énergie de Brode (énergie disponible d'explosion par rapport aux caractéristiques de rupture de la chaudière) à un indice multi énergie 10 adapté au phénomène d'éclatement et à la propagation d'une onde de choc.

Les formules de calcul sont les mêmes que celles présentées pour les scénarios d'explosion de poussières dans un électrofiltre ou dans un silo de charbon.

Les distances d'effets calculées correspondent aux seuils 20 mbar, 50 mbar, 140 mbar et 200 mbar.

Les effets toxiques liés à la dispersion d'un nuage d'ammoniac suite à une fuite sur l'hydrolyseur et aux fumées toxiques du dépôt d'urée pris dans un incendie

Fuite d'ammoniac sur l'hydrolyseur

Le système d'abattement des NOx retenu pour le projet va consister à injecter de l'ammoniac gazeux produit à partir d'urée dans un hydrolyseur (équipement sous pression), selon la réaction suivante :



Le gaz contenu dans l'hydrolyseur constitue un mélange entre du dioxyde de carbone (14.3 % volume), de la vapeur d'eau (57.2 % volume) et de l'ammoniac (28.5 % volume) maintenu sous une pression de l'ordre de 10 bars.

Les conditions de pression et de température nécessaires au maintien de l'équilibre entre la phase gazeuse et la solution d'urée est assuré par des pompes d'alimentation en urée et un réchauffeur.

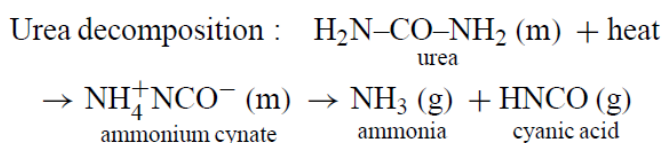
En cas de rupture de l'enceinte de l'hydrolyseur, une libération rapide d'un nuage d'ammoniac dans l'atmosphère est susceptible de se produire.

Incendie dans le dépôt d'urée

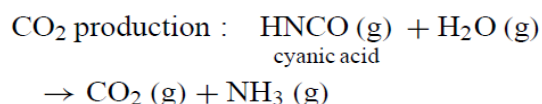
L'urée est utilisée pour préparer l'ammoniac nécessaire à l'abattement des NOx des fumées de combustion. Un bâtiment de stockage dédié de 420 tonnes d'urée sous forme de bigbags de 1000 à 1500 kg est prévu sur le site.

Bien que l'urée soit ininflammable, la prise en feu de ce stockage en présence d'un combustible (nappe de gasoil ou malveillance) est susceptible de dégager par décomposition de cette dernière, des composés toxiques tels que l'ammoniac, des NOx et du CO.

La décomposition de l'urée lors d'un incendie/pyrolyse conduit à des réactions de décomposition très complexes, dont la réaction suivante⁷ :



En deuxième temps, l'acide cyanique exposée à l'eau, par exemple l'eau utilisée pour combattre l'incendie se décompose en CO₂ et NH₃ selon l'équation suivante :



Il en résulte donc selon ce scénario qu'il y a possibilité de production d'ammoniac lors de la décomposition de l'urée prise dans un incendie.

Méthode de simulation et domaine de validité

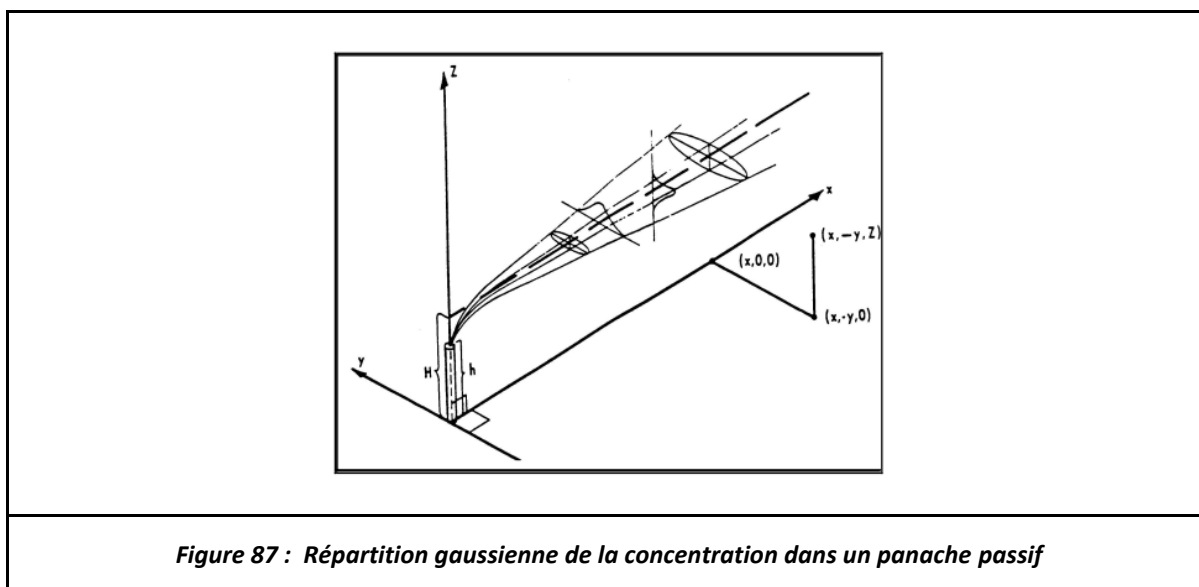
La modélisation de ces phénomènes de dispersion repose sur les guides INERIS Omega 12 - Dispersion atmosphérique (Mécanismes et outils de calcul) et Omega 19 - Détermination des grandeurs caractéristiques du terme source nécessaires à l'utilisation d'un modèle de dispersion atmosphérique des rejets accidentels.

⁷ Thermal decomposition (pyrolysis) of urea in an open reaction vessel, Peter M. Schaber et al. *Department of Chemistry and Biochemistry, Canisius College, 2001 Main Street, Buffalo, NY 14208, USA*

La méthodologie de calcul repose sur l'utilisation d'un modèle de type gaussien qui permet de simuler la dispersion atmosphérique du polluant considéré en s'appuyant sur un champ de concentration tridimensionnel généré par une source ponctuelle.

Un gaz passif va se disperser du fait de la seule action du fluide porteur, l'air. Le transport et la diffusion du gaz vont alors dépendre du vent et de la turbulence atmosphérique d'origine mécanique ou thermique. En considérant la diffusion moléculaire négligeable la diffusion turbulente homogène et isotrope et un champ de vent uniforme dans l'espace, la concentration de produit est supposée suivre une distribution gaussienne le long des plans perpendiculaires à la direction du rejet.

Les modèles déterminent les lieux de l'espace où une concentration donnée est observée et les distances limites en deçà desquelles il pourrait être observé des effets sur la santé humaine irréversibles et létaux.



Le modèle gaussien s'applique aux rejets de gaz passifs, le produit rejeté doit donc avoir :

- Une densité à peu près égale à celle de l'air (ou bien il est très dilué),
- Une température identique à celle de l'air,
- Une vitesse initiale relative nulle.

La diffusion moléculaire est négligée devant la diffusion turbulente, la vitesse du vent doit donc être d'au moins 1 à 2 m/s.

La turbulence atmosphérique est prise en compte par l'intermédiaire de classes de stabilité.

Le terrain doit être homogène et plat puisque la présence de reliefs, d'obstacles (murs, bâtiments...) introduirait des perturbations de l'écoulement de l'air importantes.

Aussi, de façon pratique, les résultats sont valables au-delà d'au moins 100 m depuis le point de rejet. Par ailleurs, au-delà de distances de dispersion de l'ordre de la dizaine de kilomètres, les résultats ne sont plus valables car d'autres phénomènes de turbulence et de diffusion doivent être considérés.

Dans le cas du rejet ponctuel et instantané d'une masse de gaz M , la concentration C du gaz dans l'atmosphère en un point (x, y, z) est de la forme :

$$C(x, y, z, t) = \frac{M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp \left(-\frac{(x - x_0 - ut)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y - y_0)^2}{2\sigma_y^2} \right) \left[\exp \left(\frac{(z - z_0)^2}{2\sigma_z^2} \right) + \alpha \exp \left(\frac{(z + z_0)^2}{2\sigma_z^2} \right) \right]$$

- C : concentration [kg/m³] ;

- M : masse de produit libéré [kg] ;

- $\begin{Bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{Bmatrix}$: coordonnées de la source de produit [m] ;

- $\begin{Bmatrix} x \\ y \\ z \end{Bmatrix}$: coordonnées du point où l'on calcule la concentration [m] ;

- u : vitesse moyenne du vent [m/s] ;

- t : temps depuis l'émission du gaz ;

- $\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{Bmatrix}$: écarts-types de la distribution gaussienne de la quantité M de gaz par rapport à sa localisation à l'instant t [m] ;

La simulation de dispersion atmosphérique d'ammoniac a été effectuée à partir du logiciel ALOHA version 5.4.4, développé par l'Office of Emergency - EPA & Emergency Response Division, NOAA, et qui utilise un modèle gaussien.

La simulation de dispersion atmosphérique d'ammoniac suite à un feu dans le dépôt d'urée a été exécutée avec le logiciel PHAST v. 7.1 qui nécessite de connaître les paramètres thermocinétiques de l'incendie.

Les distances d'effets calculées correspondent aux seuils de toxicité aiguë qui font référence en France et qui sont tirées du rapport INERIS intitulé "Recueil de bonnes pratiques liées à l'utilisation de logiciels de modélisation de la dispersion d'ammoniac" d'avril 2008 :

- SELS (CL 5%) : 3633 ppm qui délimite la zone des effets très graves pour la vie humaine,
- SPEL ou seuil des premiers effets létaux (CL 1%) : 3400 ppm qui délimite la zone des dangers graves pour la vie humaine,
- SEI : 354 ppm qui délimite la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.

Les projectiles et missiles

Lors de l'éclatement d'une capacité, une distinction est faite entre :

- Les « missiles » primaires qui proviennent de la source elle-même, il s'agit des fragments de la capacité ; ils sont déterminés par leur nombre, leur masse, leur forme, leur vitesse et leur trajectoire,
- Et les « missiles » secondaires : il s'agit d'objets dans l'environnement de la capacité qui sont mis en mouvement par l'onde de pression de l'éclatement, ou éventuellement par d'autres « missiles ». L'effet de ces missiles est moindre car ils possèdent une quantité de mouvement plus faible. Cependant, ils doivent être pris en compte en cas d'absence de fragments primaires.

Un projectile est susceptible de produire deux types d'impacts sur l'homme ou sur des structures :

- Le choc qui peut être la cause de fractures sur le corps humain, et entraîner la déformation des structures, éventuellement jusqu'à leur effondrement et leur destruction,

- La pénétration, que ce soit dans le corps humain ou dans un équipement cible, qui peut entraîner la ruine de ce dernier.

La production et l'émission de fragments sont des phénomènes à caractère aléatoire, qui dépendent notamment de l'énergie mise en œuvre, de la masse et de la forme des fragments, de leur direction d'émission ainsi que des obstacles qui peuvent se trouver sur leur trajectoire.

A l'exception de l'ancienne réglementation pyrotechnique et d'un référentiel sur la thématique des effets d'un projectile sur une structure/équipement (Leroux, 2010), il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur de référence pour la délimitation des zones d'effets liées à la projection de missiles sur l'homme ou sur les structures des installations classées.

Des modèles relatifs à l'émission de fragments sont disponibles (les modèles de BAKER, de MOORE, exposés par le Center for Chemical Process Safety, TBO 1989) mais ces approches, purement énergétiques, supposent de façon implicite, soit la projection d'un seul fragment dont la masse est égale à la masse de la capacité, soit la projection de plusieurs fragments de masses identiques et dont la masse totale est égale à celle de la capacité.

Or, la forme et la masse réelles du projectile sont fondamentales car la portée à laquelle est émis un projectile dépend des effets conjugués de la vitesse initiale du fragment, des frottements de l'air (plus ou moins importants selon la taille et forme du fragment) et de la gravité (directement proportionnelle à la masse du fragment).

En outre, dans les modèles existants, la trajectoire des fragments ne peut pas être calculée simplement et l'environnement du bac, la présence d'obstacles ne sont pas pris en compte.

Il est généralement constaté (accidentologie) que les distances de retombées de projectiles sont comprises dans la zone des premiers effets létaux (140 mbar et/ou 5 kW/m²) déterminées dans l'étude de dangers, ce qui permet de dire que les zones de projection ne sont pas susceptibles d'aggraver notablement les conséquences humaines de l'explosion à l'extérieur du site, et que l'analyse prévue par l'arrêté du 29/09/2005, outre son niveau de complexité ne s'avérerait pas nécessaire.

Faute d'une modélisation fiable de ce phénomène, les conséquences de projections d'éventuels fragments ne sont pas quantifiées dans la présente étude.

Évaluation de la vulnérabilité des personnes externes à l'établissement :

Lorsque les effets des phénomènes dangereux étudiés sortent des limites de propriété de l'établissement, la vulnérabilité des personnes potentiellement atteintes doit être évaluée. Cette évaluation est réalisée en estimant le nombre de personnes potentiellement atteintes en appliquant les règles de comptage des personnes exposées, application du paragraphe de la circulaire du 10 mai 2010 intitulé « Éléments pour la détermination de la gravité des accidents ».

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, compte tenu de l'existence du Plan d'Organisation Interne du site de SLN, le personnel de cet établissement ne sera pas comptabilisé en tant que personne ou population se trouvant exposées pour définir la gravité du phénomène. Par ailleurs, les mesures prises pour protéger les employés du site de Doniambo Energie sont décrites dans le Livre IV - Notice d'hygiène et de sécurité.

Échelle de la gravité des conséquences (suivant l'arrêté du 29 septembre 2005) :

Au final, la gravité des conséquences est définie sur l'échelle à cinq classes présentée en annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et 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 ».

Cette gravité des conséquences potentielles est relative uniquement aux conséquences humaines à l'extérieur de l'établissement.

La partie 3.06. Démarche d'analyse des risques présente les échelles de gravité retenues.

Évaluation 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).

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).

De manière générale, la plupart des phénomènes dangereux étudiés (feu de nappe, feu de cuvette, explosion de poussières, explosion de vapeurs d'hydrocarbures, rupture de l'hydrolyseur) sont considérés comme étant des phénomènes à **cinétique rapide**. L'explosion et le boil-over en couche mince d'un bac de gazole ainsi que l'incendie du dépôt d'urée sont considérés comme des phénomènes à **cinétique lente**.

Le phénomène de boil-over présente un temps de déclenchement de l'ordre de 13 h ce qui laisse suffisamment de temps pour mettre à l'abri les personnes menacées.

8.2 Analyse quantifiée des risques liée aux scénarios retenus dans l'APR

SCENARIO N°18/20/21/22/23 : EXPLOSION DE POUSSIÈRES DANS UN SILO JOURNALIER CHARBON

Hypothèses :

Trois silos de stockage de charbon sont situés dans l'enceinte de chaque chaudière et permettent d'alimenter en permanence les broyeurs de la chambre de combustion en charbon. Ces silos ont une capacité unitaire de 320 m³ et sont alimentés par un convoyeur à bande.

Dans ce scénario, il est considéré le cas où des poussières présentes dans le silo sont mises en suspension et leur concentration atteint le seuil inférieur d'explosivité. L'explosion survient à la suite de l'inflammation résultant d'une source d'ignition d'énergie suffisante ou d'un auto-échauffement.

Les hypothèses utilisées sont celles résumées dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Valeur	Source
Volume du silo	m ³	320	Ingénierie
Hauteur silo	m	12	Ingénierie
Élévation du toit du silo	m	36	Ingénierie
Diamètre silo	m	6	Ingénierie
Surface évent	m ²	28	Ingénierie
Pression de déclenchement de l'évent (Pstat)	bar	0,1	Ingénierie
Pression rupture silo	bar	0.3	Ineris
Kst charbon (coefficient d'explosibilité de la poussière)	bar.m/s	120	Inrs
Pression maximum d'explosion charbon (Pmax)	bar	6.5	Inrs
Figure 88 : Hypothèses retenues pour l'explosion dans un silo de charbon			

Résultats :

Le résultat du calcul de la pression d'explosion réduite basé sur la norme NFPA 68 est présenté dans le tableau ci-après.

Pression d'explosion réduite (Pred)	bar	0.01	Calcul
-------------------------------------	-----	------	--------

Ainsi, $P_{red} < P_{rupture}$ donc P_{red} est égale à la pression relative de l'explosion.

Afin de conserver une marge de sécurité dans les calculs d'effets de surpression, la pression relative de l'explosion sera prise à 0.2 bar dans les calculs.

Les distances calculées par l'équation de Brode sont résumées ci-dessous :

Zone et seuil de danger correspondant	Unité	Distance
Effets létaux significatifs/domino 200 mbar	m	10
Effets létaux 140 mbar	m	13
Effets irréversibles 50 mbar	m	29
<i>Figure 89 : Distance des effets d'une explosion de charbon dans un silo</i>		

Compte tenu de l'altitude du toit du silo à 36 m, on peut donc considérer qu'aucun seuil de danger ne sera atteint au niveau du sol.

Il faut également noter que des projections de fragments se produiront mais la détermination de leur taille et de leur poids ne peut être définie précisément.

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux :

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N°46 : FEU DE NAPPE SUITE A UNE RUPTURE DE CANALISATION DE TRANSPORT DE GAZOLE

Hypothèses

Le scénario consiste à étudier les effets thermiques d'un feu de nappe de gazole au niveau des installations suivantes :

- Brûleurs de la chaudière suite à une rupture de canalisation et en présence d'une source d'ignition (surface chaude, travaux par point chaud),
- Rack supportant les conduites de gazole qui se rompt au-dessus d'une aire non en rétention et le gazole s'épand sur cette aire, en présence d'une source d'ignition.

La perte d'étanchéité peut-être causée par un arrachage de la canalisation lors de travaux ou à un équipement défectueux ou usagé (bride, joint, canalisation). Le gazole épandu éventuellement sur le sol s'enflamme et s'écoule en recouvrant une surface supposée circulaire.

Compte tenu du débit d'alimentation de la centrale électrique (13.5 m³/h) et de la durée maximale de la fuite avant l'arrêt des pompes de gazole (15 min), le gazole peut recouvrir une surface de diamètre 12 m en considérant une épaisseur de nappe d'environ 3 cm.

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles	Effets létaux	Effets létaux
--	----------------------	---------------	---------------

	(seuil de 3 kW/m ²)	(seuil de 5 kW/m ²)	significatifs (seuil de 8 kW/m ²)
Distance maximale (m)	17	12	8
Figure 90 : Distances des effets d'un incendie de nappe de gasoil			

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N°84 : FEU DE NAPPE SUITE A UNE FUITE DE GAZOLE AU NIVEAU DE L'AIRE DE DEPOTAGE DES CAMIONS CITERNES

Hypothèses

Le scénario consiste à étudier les effets thermique d'un feu de nappe de gazole au niveau de l'air de dépotage des camions citernes, en présence d'une source d'ignition (ex: travaux par point chaud).

Le gazole contenu dans un camion-citerne ou un réservoir perd son confinement et s'épand sur la zone en rétention de l'aire de chargement.

Le gazole s'enflamme sur l'aire et la surface enflammée correspond à la surface totale de cette aire de 30 m x 7 m, représentant une surface de 210 m².

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles au seuil de 3 kW/m ²	Effets létaux au seuil de 5 kW/m ²	Effets létaux significatifs au seuil de 8 kW/m ²
Distance maximale (m)	27	20	14
Figure 91 : Distances des effets d'un incendie de nappe de gasoil au dépotage			

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets associés à ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N°38/48/49/50 : EXPLOSION DU FOYER DE LA CHAUDIERE

Hypothèses

En phase de redémarrage, lors d'une production à basse charge ou lors d'un problème technique lié au balayage d'air, la combustion peut être incomplète et une accumulation de gaz CO, de vapeur de gazole inflammable ou de poussières inflammables est susceptible de se produire. Une explosion peut alors avoir lieu.

Une fuite de gazole dans la chaudière et son inflammation lors du démarrage peut entraîner l'explosion de la chaudière (formation d'une nappe qui s'évapore peu à peu et sature l'atmosphère de la chaudière).

Le scénario de l'explosion de la chaudière après une fuite de gazole revient à considérer l'explosion stoechiométrique de vapeurs de gazole dans l'enceinte de 1600 m³ de la chaudière.

Il n'existe pas de méthodologie permettant la modélisation d'un scénario « mixte » cumulant l'explosion de gaz et l'explosion de poussières inflammables. Dans ce scénario, il est considéré le cas où seules les poussières présentes dans la chaudière participent à l'explosion. Ce scénario a été retenu parce qu'il aurait plus de conséquence que l'explosion de distillat de charbon. En effet, un mélange de monoxyde de carbone/vapeurs de gazole est moins réactif que des poussières à volume égal.

Les hypothèses utilisées sont les suivantes :

- Le volume de l'enceinte de la chambre de combustion de la chaudière est de 1600 m³,
- Il n'y a pas d'évent pour évacuer la surpression due à l'explosion (défaillance),
- La chaudière fonctionne à pression atmosphérique,
- L'ensemble du volume de la chambre de combustion est supposé être rempli par la matière combustible et l'air, à une concentration stoechiométrique. On ne tient pas compte des éléments internes de la chaudière pouvant occuper une partie de ce volume,
- Les parois de la chaudière sont les parties les plus fragiles de l'équipement et on suppose qu'elles peuvent résister à une surpression de 1 bar eff maximum. Cette hypothèse est pénalisante car les enveloppes métalliques des chaudières fonctionnant à la pression atmosphérique résistent en général à des pressions variant entre 300 et 1000 mbar,
- D'autre part, des trappes d'expansion ou des disques de rupture permettent d'évacuer la surpression due à la rupture franche d'un unique tube vaporisateur sans mettre en péril le reste de l'installation.

Pression relative de l'explosion	$P_{ex} - P_a$ (Pa)	2×10^5 (soit 2 fois la surpression de l'enveloppe dans une hypothèse conservatrice - source INERIS)
Volume de l'enceinte	V (m ³)	1600
Energie d'explosion	E_{exp} (J)	1019.10^6
Figure 92 : Hypothèses retenues pour l'explosion d'un foyer de chaudière		

Nous appliquerons les formules de l'énergie de Brode précédemment décrites pour le calcul des distances d'effets.

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles au seuil de 50 mbar	Effets létaux au seuil de 140 mbar	Effets létaux significatifs au seuil de 200 mbar
Distance maximale (m)	108	50	37
<i>Figure 93 : Distances des effets de l'explosion d'un foyer de chaudière</i>			

Il faut également noter que des projections de fragments se produiront mais la détermination de leur taille et de leur poids ne peut être définie précisément.

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 85 : EXPLOSION DU BAC DE GAZOLE

Tel que décrit précédemment, ce scénario correspond à la montée en pression d'un bac de gazole pris dans un incendie.

Au cours du feu dans la cuvette de rétention, la température augmente dans le réservoir et le gazole se vaporise progressivement.

La pression monte dans le réservoir car les événements ne peuvent éliminer le débit de gaz produit par la vaporisation du gazole.

La pression monte au-delà de la pression de rupture du réservoir et celui-ci éclate libérant brutalement les gaz produits par la vaporisation du gazole (de façon plus réaliste, seule la soudure entre la virole et le dôme du réservoir se rompt et laisse échapper les gaz produits).

Hypothèses

Les hypothèses qui ont été prises sont :

- Hauteur du bac : 6 m,
- Diamètre du bac : 10 m,
- Rapport H/D < 1.

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles au seuil de 50 mbar	Effets létaux au seuil de 140 mbar	Effets létaux significatifs au seuil de 200 mbar
Distance maximale (m)	45	20	15
<i>Figure 94 : Distances des effets de l'explosion du bac de gasoil</i>			

Il faut également noter que des projections de fragments se produiront mais la détermination de leur taille et de leur poids ne peut être définie précisément.

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 86 : FEU DANS LA CUVETTE DE RETENTION DES BACS DE GAZOLE

Hypothèses

Le scénario consiste à étudier les effets thermique d'un feu de nappe de gazole au niveau de la cuvette de rétention des bacs de gazole, en présence d'une source d'ignition (ex: travaux par point chaud).

Le gazole contenu dans un réservoir perd son confinement et s'épand sur la zone en rétention.

Le gazole s'enflamme dans la cuvette et la surface enflammée correspond à la surface totale de cette cuvette de 35 m x 20 m, représentant une surface de 700 m².

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles au seuil de 3 kW/m ²	Effets létaux au seuil de 5 kW/m ²	Effets létaux significatifs au seuil de 8 kW/m ² (= seuil des effets dominos)
Distance maximale (m)	45	33	23
<i>Figure 95 : Distances des effets d'un incendie d'une cuvette de rétention de gazole</i>			

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 87 : BOIL-OVER EN COUCHE MINCE DU BAC DE GAZOLE

Les conditions d'occurrence de ce phénomène sont précisées précédemment.

Hypothèses

Les hypothèses prises sont :

- Hauteur du bac : 6 m,
- Diamètre du bac : 10 m,
- Hauteur de gasoil : 6 m (cas majorant où le bac est plein).

Résultats

Les résultats obtenus sont :

	Effets irréversibles au seuil de 600 (kW/m ²) ^(4/3) .s	Effets létaux au seuil de 1 000 (kW/m ²) ^(4/3) .s	Effets létaux significatifs au seuil de 1 800 (kW/m ²) ^(4/3) .s
Distance maximale obtenue à partir des bords du bac (m)	20	15	10

Figure 96 : Distances des effets d'un boil-over en couche mince du bac de gazole

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N°105 : EXPLOSION DE POUSSIÈRES OU DE CO DANS UN ELECTROFILTRE

Hypothèses

Un électrofiltre par chaudière assure le traitement des fumées. Ces électrofiltres sont constitués de 14 cellules pour une capacité unitaire de 9055 m³.

Dans ce scénario, il est considéré le cas où des poussières de charbon imbrûlées ou de CO sont entraînées et s'accumulent dans l'électrofiltre suite à une défaillance de régulation ou de combustion. Les poussières sont mises en suspension et leur concentration atteint le seuil inférieur d'explosivité. L'explosion survient à la suite de l'inflammation résultant d'une source d'ignition d'énergie suffisante (ex: différence de potentiel entre les deux électrodes) ou d'un auto-échauffement.

Les hypothèses utilisées sont celles résumées dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Valeur	Source
Volume électrofiltre	m ³	9055	Ingénierie

Hauteur électrofiltre	m	19.6	Ingénierie
Largeur électrofiltre	m	12	Ingénierie
Longueur électrofiltre	m	38.5	Ingénierie
Surface évent	m ²	150	Ingénierie
Pression de déclenchement de l'évent (Pstat)	bar	0,1	Ingénierie
Pression rupture	bar	0.3	Ineris
Kst charbon (coefficient d'explosibilité de la poussière)	bar.m/s	120	Inrs
Pression maximum d'explosion charbon (Pmax)	bar	6.5	Inrs
Figure 97 : Hypothèses retenues pour l'explosion de poussières dans un électrofiltre			

Résultats

Le résultat du calcul de la pression d'explosion réduite basé sur la norme NFPA 68 est présenté dans le tableau ci-après.

Pression d'explosion réduite (Pred)	bar	0.04	Calcul
-------------------------------------	-----	------	--------

Ainsi, $P_{red} < P_{rupture}$ donc P_{red} est égale à la pression relative de l'explosion.

Afin de conserver une marge de sécurité dans les calculs d'effets de surpression, la pression relative de l'explosion sera prise à 0.2 bar dans les calculs.

Les distances calculées par l'équation de Brode sont résumées ci-dessous :

Zone et seuil de danger correspondant	Unité	Distance
Effets létaux significatifs/domino 200 mbar	m	30
Effets létaux 140 mbar	m	41
Effets irréversibles 50 mbar	m	89
Figure 98 : Distances d'effets d'une explosion de poussières dans un électrofiltre		

Il faut également noter que des projections de fragments se produiront mais la détermination de leur taille

et de leur poids ne peut être définie précisément.

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 43 : EXPLOSION DU BALLON DE VAPEUR CHAUDIERE

Hypothèses

On considère dans ce scénario l'éclatement du ballon de la chaudière à sa pression maximale de service, soit 160 bars, par suite d'une fragilisation de son enveloppe et de la défaillance des soupapes de surpression.

Le ballon de la chaudière est un réservoir en acier inoxydable contenant de la vapeur maintenue sous pression à 350°C. Les caractéristiques du ballon sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques ballon	
Diamètre interne (mm)	1364
Longueur (mm)	9143
Épaisseur (mm)	130
Volume collecteur (m ³)	14
Volume d'eau (m ³)	4.6
Pression (bar rel.)	160
<i>Figure 99 : Hypothèses retenues pour une explosion d'un ballon de vapeur</i>	

L'énergie d'explosion est calculée en utilisant l'équation de Brode décrite précédemment :

$$E_{\text{brode}} = 713.4 \text{ MJ.}$$

Résultats

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Zone et seuil de danger correspondant	Unité	Distance
Effets domino 200 mbar	m	33
Effets létaux 140 mbar	m	44
Effets significatifs 50 mbar	m	96
<i>Figure 100 : Distances d'effets d'une explosion d'un ballon de vapeur</i>		

Le plan de représentation de ces zones d'effets est fourni en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

Un éclatement du ballon de la chaudière est susceptible d'entraîner des conséquences sérieuses voire graves sur les équipements situés dans un rayon proche.

SCENARIO N° 112 : DISPERSION FUMÉES TOXIQUES DU STOCKAGE D'URÉE PRIS DANS UN INCENDIE

Hypothèses

La décomposition de l'urée lors d'un incendie/pyrolyse conduit à des réactions de décomposition très complexes, qui aboutissent à la formation d'ammoniac. L'urée n'étant pas un produit facilement inflammable, l'incendie doit être soutenu par une autre source de combustible.

Le scénario choisi implique la combustion d'urée contenue dans des sacs de type big bags ayant une capacité de 1000 à 1500 kg suite à un incendie de chariot élévateur.

Le scénario est limité en surface, 4 m x 4 m compte tenu du caractère peu combustible de ce produit chimique.

Il a été choisi un phénomène de pyrolyse qui provoque la décomposition de l'urée en surface à un taux de 0,1 mm/s. Les références bibliographiques disponibles permettant de définir le taux de combustion étant très limitées, le taux de pyrolyse indiqué est basé sur le retour d'expérience (ex : stockage d'ammonitrate) et prend en compte le fait que le produit n'est pas ou peu inflammable. La densité de l'urée est de 1340 kg/m³.

La température de pyrolyse retenue est de 300°C. C'est un incendie de faible ampleur et la chaleur de combustion de l'urée est de seulement $-91,02 \times 10^5$ J/kg.⁸

Le flux d'ammoniac produit par une telle pyrolyse est de 0,2 kg/s pour ce scénario.

Résultats

Les seuils de toxicité utilisés pour cette simulation sont les seuils d'effets SELS, SPEL et SEI, préconisés par INERIS.

Le Tableau ci-dessous présente le résultat des simulations pour ce nouveau flux d'ammoniac

SCÉNARIO DE FEU Incendie de sac d'urée livrée en vrac initié par un chariot élévateur qui s'enflamme, émission d'ammoniac Prise en compte de la décomposition de l'acide cyanique exposée à l'eau Débit d'émission d'ammoniac : 0,2 kg/s Durée de l'émission : 60 min Température du feu : 300 °C			
Nuage toxique au sol			
VENTS	Seuil des effets létaux significatifs - SELS - 1 heure 3 633 ppm	Seuil des premiers effets létaux - SPEL - 1 heure 3 400 ppm	Seuil des effets irréversibles - SEI - 1 heure 354 ppm
3,5 m/s D	12 m	12 m	51 m
Figure 101 : Distances pour seuils d'effets SELS, SPEL et SEI			

Tableau : Distances pour seuils d'effets SELS, SPEL et SEI

⁸ U.S. Coast Guards Chemical Hazard Response Information System (CHRIS) – Urea 1999

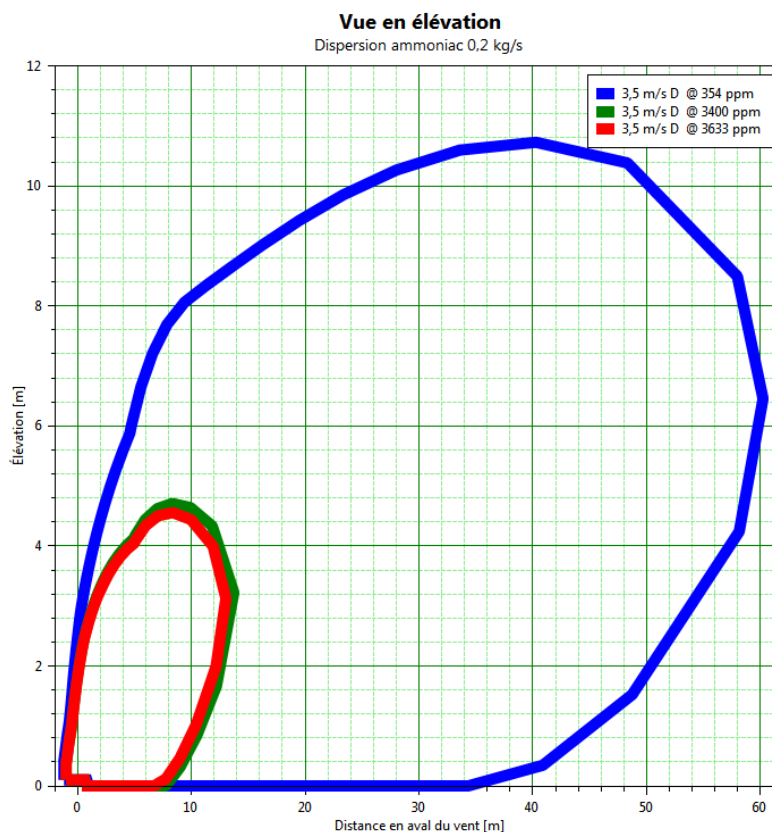


Figure 102 : Schéma de dispersion d'un nuage d'ammoniac

Le nuage toxique d'ammoniac atteint le sol sur une distance de 35 m (SEI).

Le plan des zones d'effet est joint en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Gravité du phénomène dangereux

Aucun des effets de ce scénario ne sort des limites de propriété de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 113 : DISPERSION D'UN NUAGE D'AMMONIAC SUITE A UNE FUITE SUR L'HYDROLYSEUR

Hypothèses

Dans ce scénario, il est considéré une rupture à la pression de service de l'enceinte gazeuse que constitue l'hydrolyseur du système de DéNOx. Il en résulte un relargage rapide de gaz ammoniac dans l'atmosphère.

Le gaz contenu dans l'hydrolyseur correspond à un mélange d'ammoniac, de CO₂ et de vapeur d'eau.

Plusieurs configurations du terme source ont été modélisées, seuls les résultats liés au scénario le plus pénalisant sont présentés ci-après.

Les hypothèses considérées sont :

- Diamètre hydrolyseur : 2.4 m,
- Longueur hydrolyseur : 9 m,
- Volume hydrolyseur : 40 m³,
- Volume total de gaz = 20 m³,
- Volume gaz ammoniac = 6 m³,
- Composition gaz : NH₃ : 28.5 % ; CO₂ = 14.3 % ; H₂O = 57.2 %,
- Pression = 10 bar,
- T° = 180°C,
- M_{NH3} = 17 g/mol.

La quantité d'ammoniac contenue dans l'hydrolyseur et susceptible d'être relarguée dans l'atmosphère est d'environ 27 kg.

Données atmosphériques :

- Vent : 3 m/s,
- Température : 25 °C,
- Couverture nuageuse : partielle,
- Humidité relative : 75 %,
- Classe de stabilité de l'atmosphère : légèrement stable (D/E).

Terme source :

- Rejet direct par rupture du hydrolyseur à la pression de service : 10 bars,
- Rejet instantané d'une quantité de gaz de 27 kg,
- Durée de relarguage : 1 min.

Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

Zone et seuil de danger correspondant	Unité	Distance
Effets létaux significatifs 5% (3633 ppm)	m	88
Effets létaux 1% (3400 ppm)	m	91
Effets irréversibles (354 ppm)	m	267
Figure 103 : Distances d'effets de la dispersion d'un nuage d'ammoniac		

Gravité du phénomène dangereux

Les distances d'effets irréversibles liées à une fuite d'ammoniac au niveau de l'hydrolyseur sortent des limites du site de Doniambo Energie.

Elles atteignent le bras de mer de l'anse Uaré au Nord Est sans impacter les zones habitées situées sur l'autre rive en face du projet (Ducos).

Sur les bordures Nord, Ouest et Sud du projet, les distances d'effets sortent des limites de Doniambo Energie mais restent dans les limites du site industriel de Doniambo SLN. Compte tenu de l'existence du Plan d'Organisation Interne du site de SLN, le personnel de l'établissement ne sera pas comptabilisé pour

définir la gravité du phénomène. Par ailleurs, les mesures prises pour protéger les employés du site de Doniambo Energie sont décrites dans la partie 3.1 Dispositions particulières relatives à la sécurité des personnes dans le Livre IV - Notice d'hygiène et de sécurité. Des moyens de détection d'ammoniac seront mises en œuvre à proximité des installations de transformation de l'urée. En cas de déclenchement de l'alarme « ammoniac », un périmètre d'éloignement d'au moins 100 m autour des installations sera mis en place. Cette mesure d'urgence fera l'objet d'une procédure d'urgence décrite dans le POI.

La gravité retenue pour ce phénomène dangereux est donc modérée.

8.3 Bilan de l'AQR

L'analyse détaillée des risques a permis de confirmer le travail d'analyse de risque réalisé en APR (HAZID).

A l'exception du scénario n°113, aucune distance d'effet ne sort des limites du site de Doniambo Energie. Le seuil des effets irréversibles liés à la dispersion d'ammoniac dans l'air en cas de rupture de l'enceinte de l'hydrolyseur est atteint au niveau de l'Anse Uaré au Nord Est du projet, sans impacter les zones habitées situées sur l'autre rive en face à Ducos. Sur les bordures Nord, Ouest et Sud du projet, les distances d'effets sortent des limites de Doniambo Energie mais restent dans les limites du site industriel de Doniambo SLN.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010, compte tenu de l'existence du Plan d'Organisation Interne du site de SLN, le personnel de cet établissement ne sera pas comptabilisé en tant que personne ou population se trouvant exposées pour définir la gravité du phénomène. Par ailleurs, les mesures prises pour protéger les employés du site de Doniambo Energie sont décrites dans la livre IV - Notice d'hygiène et de sécurité.

Les analyses en termes de probabilité d'occurrence montrent que les scénarios varient d'une probabilité Improbable à Extrêmement peu Probable.

Aucun accident majeur susceptible d'impacter les populations ou les infrastructures localisées à proximité du site n'a été identifié dans cette étude de dangers.

Par conséquent nous n'analyserons en détail les moyens de maîtrise des risques.

8.4 Synthèse de la quantification des phénomènes dangereux

Le tableau ci-dessous présente une synthèse de la quantification des phénomènes dangereux retenus dans l'AQR. Seuls les effets majorants identifiés par phénomène dangereux sont présentés.

Les plans des zones d'effets correspondantes sont présentés en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

Figure 104 : Synthèse de la quantification des phénomènes dangereux du projet

Figure 104 : Synthèse de la quantification des phénomènes dangereux du projet															
N°	ERC	Phénomène dangereux	Probabilité d'occurrence	Intensité des effets										Effets hors site	Gravité
				Distance aux seuils d'effets thermiques (m)			Distance aux seuils d'effets de surpression (m)			Distance aux seuils d'effets toxiques (m)					
				3 kW/m²	5 kW/m²	8 kW/m²	50 mbar	140 mbar	200 mbar	354 ppm	3400 ppm	3633 ppm			
18/20/21/22/23	Création d'une ATEX dans un silo journalier de charbon	Explosion	C	-	-	-	29	13	10	-	-	-	Non	Modéré	
46	Rupture de canalisation de gazole	Feu de nappe	E	17	12	8	-	-	-	-	-	-	Non	Modéré	
84	Fuite de gazole sur l'aire de dépotage des camions citernes et source d'ignition	Feu de nappe	C	27	20	14	-	-	-	-	-	-	Non	Modéré	
38/48/49/50	Création d'une ATEX dans une chaudière	Explosion	D	-	-	-	108	50	37	-	-	-	Non	Modéré	
85	Explosion du bac de gazole	Explosion	E	-	-	-	45	20	15	-	-	-	Non	Modéré	
86	Fuite dans cuvette de rétention du bac de gazole	Feu de cuvette	C	45	33	23	-	-	-	-	-	-	Non	Modéré	
87	Boil-over en couche mince du bac de gazole	Boil-over en couche mince	D	20 ⁹	15	10	-	-	-	-	-	-	Non	Modéré	
105	Création d'une ATEX dans un électrofiltre	Explosion	C	-	-	-	89	41	30	-	-	-	Non	Modéré	
43	Supression ballon vapeur	Explosion	E	-	-	-	96	44	33	-	-	-	Non	Modéré	
112	Incendie stockage urée	Fumées toxiques	E	-	-	-	-	-	-	51	12	12	Non	Modéré	
113	Fuite ammoniac décomposeur	Dispersion nuage toxique	E	-	-	-	-	-	-	267	91	88	Oui ¹⁰	Modéré	

⁹ kW/m²)^4/3.s¹⁰ : Seuil des Effets Irréversibles dépassé dans l'Anse Uaré

9 Criticité des phénomènes dangereux

9.1 Positionnement de tous les scénarios

La **matrice de criticité** recommandée par la circulaire du 10 mai 2010 est établie pour les **phénomènes dont les distances d'effets dépassent les limites du site**.

Pour permettre une visualisation rapide du couple probabilité/gravité de **tous** les scénarios modélisés dans cette étude de dangers, nous les avons placés dans la grille de criticité réglementaire. **Même les scénarios ne sortant pas du site y sont représentés.**

	Probabilité (unité / an)				
Gravité	E	D	C	B	A
Désastreux	NON/MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1
Modéré	46,85,20,21,22,23 ,43,112,113	38,48,49,50,8 7	18,105,84,86		MMR rang 1
Figure 105 : Positionnement de tous les scénarios dans la matrice réglementaire					

Tous les phénomènes dangereux étudiés sont classés en zone à risque acceptable.

10 Effets dominos

10.1 Définition

Effet domino : « 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 ».

10.2 Seuils d'effets

Les seuils retenus dans la présente étude sont issus de l'arrêté ministériel du 22 octobre 2004 relatif aux valeurs de référence de seuils d'effets des phénomènes accidentels des installations classées, qui ont été repris dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

Concernant les effets thermiques, les seuils retenus sont les suivants :

- 8 kW/m², pour le seuil de dégâts graves sur les structures hors structures béton,
- 16 kW/m², pour le seuil de dégâts très graves sur les structures hors structures béton,
- 20 kW/m², pour le seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil de dégâts très graves sur les structures bétons,
- 200 kW/m², pour le seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.

Concernant les effets de surpression, les seuils retenus sont les suivants :

- 200 mbar pour le seuil des effets dominos. Ce seuil correspond à des déformations de canalisations, déformations et ruptures de structures métalliques, rupture de réservoirs atmosphériques,
- 300 mbar pour le seuil des dégâts très graves sur les structures.

10.3 Effets dominos potentiels générés par le projet vers d'autres installations de l'établissement

Les distances d'effets dominos générés par le projet sont présentées sur les plans des zones d'effets fournis en Annexe 11 : Plan des distances d'effets.

D'après la quantification de l'intensité des effets des phénomènes dangereux liés aux nouvelles installations, il apparaît que 5 scénarios (18/20/21/22/23, 43, 85, 38/48/49/50 et 105) atteignent le seuil des effets dominos de surpression. Seuls 4 scénarios (46, 84, 86, 87) atteignent le seuil des effets dominos thermiques.

Aucune des distances d'effets de ces scénarios ne sort du site de Doniambo Energie.

S'il est endommagé, l'hydrolyseur d'ammoniac localisé dans le bâtiment DéNOx (SCR) peut être à l'origine d'une fuite limitée à environ 30 kg d'ammoniac dans l'air, sans impact sur les populations localisées hors du site.

Les équipements de protection incendie (bac de stockage et pomperie) ainsi que la salle de commande de la centrale sont situés hors des zones d'effets dominos.

Le bâtiment de stockage d'urée est situé hors des zones d'effets dominos thermiques des installations de stockage et de transport de gazole (8 kW/m²).

SCENARIO N° 18/20/21/22/23 : EXPLOSION DE POUSSIERE DANS UN SILO JOURNALIER

Compte tenu de l'altitude du toit du silo à 36 m, on peut donc considérer qu'aucun seuil de danger ne sera atteint au niveau du sol.

Les impacts liés à une explosion d'un silo journalier sont susceptibles d'endommager le bâtiment sans générer d'effet domino à l'origine d'un accident majeur pouvant impacter l'extérieur du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 43 : EXPLOSION DU BALLON VAPEUR

Un éclatement du ballon de la chaudière est susceptible d'entraîner des conséquences sérieuses voire graves sur les équipements situés dans un rayon proche. En effet, le rayon correspondant à la destruction des équipements (200 mbar) s'étend jusqu'à 33 m. Ainsi, le silo de charbon, le système de récupération des fumées, le bâtiment DÉNOx (SCR) abritant l'hydrolyseur, le convoyeur de charbon et les équipements de broyage sont susceptibles d'être endommagés.

Il convient de noter que cet événement est susceptible d'endommager l'hydrolyseur d'ammoniac qui pourrait occasionner une fuite limitée d'ammoniac dans l'air, sans impact sur les populations localisées hors du site de Doniambo Energie.

Les effets de surpression sont calculés sans tenir compte des bâtiments qui abritent les différentes installations et qui limiteront les effets sur les équipements (ex : bâtiment chaudière, bâtiment DÉNOx (SCR)).

Les effets liés à l'explosion du ballon vapeur ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos susceptibles d'effets sur les populations hors du site de Doniambo Energie.

SCENARIOS N° 85 : EXPLOSION BAC DE GAZOLE

Le rayon correspondant à la destruction des équipements (200 mbar) s'étend jusqu'à 15 m. Ainsi, seules le bac de stockage d'eau brute, la pomperie gazole, la station de traitement des eaux usées et le rack de transport de gazole sont susceptibles d'être endommagés.

A l'exception de la conduite de gazole, les autres installations ne présentent pas de risque, il n'y pas d'autre conséquence qu'une perte potentielle d'exploitation temporaire.

En cas de détection incendie, un système de fermeture de la conduite de gazole sera automatiquement mis en œuvre. Il convient par ailleurs de préciser que le gazole n'est utilisé qu'au démarrage des installations et/ou en cas de perte des utilités (mise en route des groupes électrogènes).

Les effets liés à l'explosion d'un bac de gazole ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos à l'origine d'effets hors du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 38/48/49/50 : EXPLOSION CHAUDIERE

Une explosion dans le corps de la chaudière est susceptible d'entraîner des dégâts importants tout d'abord à la chaudière elle-même puisque celle-ci est supposée être détruite mais également aux équipements situés aux alentours. La distance au seuil de destruction des équipements et des effets létaux significatifs (200 mbar) atteint 37 m. Les équipements menacés sont les silos de stockage journaliers de charbon, la seconde chaudière, les sous-station EGT, le bâtiment DÉNOx (SCR), l'électrofiltre, le silo de stockage des cendres sous chaudière, le convoyeur de charbon, le rack de support de la conduite de gazole, les sous-station CFPP1, 2 et équipements communs.

Il convient de noter que cet événement est susceptible d'endommager l'hydrolyseur d'ammoniac qui pourrait occasionner une fuite limitée d'ammoniac dans l'air, sans impact sur les populations localisées hors du site de Doniambo Energie.

Les effets de surpression sont calculées sans tenir compte des bâtiments qui abritent les différentes installations et qui limiteront les effets sur les équipements (ex : bâtiment chaudière).

Les effets liés à l'explosion de poussières dans un électrofiltre ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos à l'origine d'effets sur les personnes hors du site de Doniambo.

SCENARIO N° 105 : EXPLOSION DE POUSSIERE OU DE CO DANS UN ELECTROFILTRE

Une explosion dans un électrofiltre est susceptible d'entraîner des conséquences sérieuses voire graves sur les équipements situés dans un rayon proche.

En effet, le rayon correspondant à la destruction des équipements (200 mbar) s'étend jusqu'à 30 m. Ainsi, le silo de cendres volantes, le bâtiment de séchage de gypse, le silo de gypse, les sous stations du traitement des fumées, le système DéSOx, le bâtiment de stockage d'urée, le bâtiment process calcaire, le bâtiment chaudière, le système de récupération des fumées, le bâtiment DÉNOx (SCR) qui abrite l'hydrolyseur, sont susceptibles d'être endommagés.

Il convient de noter que cet événement est susceptible d'endommager l'hydrolyseur d'ammoniac qui pourrait occasionner une fuite limitée d'ammoniac dans l'air, sans impact sur les populations localisées hors du site de Doniambo Energie.

Les effets liés à l'explosion de poussières dans un électrofiltre ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos à l'origine d'effets sur les personnes hors du site de Doniambo.

SCENARIO N° 46 : FEU DE NAPPE ENTRE LES BACS DE STOCKAGE ET LE BRULEUR DE LA CHAUDIERE

La zone d'effet domino (8 kW/m²) couvre une partie des installations du bâtiment chaudière (zone brûleur et silo/broyage charbon) ainsi que du bâtiment turbine (sous station). On peut éventuellement redouter une prise en feu des poussières de charbon si l'incendie durait suffisamment longtemps pour générer une perte de confinement de celle-ci. Cependant, les équipements à risques sont localisés dans des bâtiments qui limitent l'épandage des hydrocarbures et qui offrent des barrières thermiques non négligeables.

Il convient par ailleurs de préciser que le gazole n'est utilisé qu'au démarrage des installations et/ou en cas de perte des utilités (mise en route des groupes électrogènes).

Aucune autre installation sensible ne se situe dans la zone d'effet domino du scénario considéré.

Les effets liés au feu de nappe ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos susceptibles d'effets hors du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 84 : FEU DE NAPPE SUR L'AIRE DE DECHARGEMENT DU GAZOLE

Aucune installation sensible ne se situe dans la zone d'effet domino du scénario d'incendie sur l'aire de déchargement de gazole.

Les effets liés au feu de nappe ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos à l'origine d'effets hors du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 86 : FEU DE CUVETTE DE RETENTION DES BACS DE GAZOLE

A l'exception du rack support de la conduite de gazole, aucune installation sensible ne se situe dans la zone des effets dominos. Il faudrait que l'incendie dure suffisamment longtemps pour générer une perte de confinement du gazole.

Les effets liés au feu de nappe ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos susceptibles d'effets hors du site de Doniambo Energie.

SCENARIO N° 87 : BOIL-OVER EN COUCHE MINCE D'UN BAC DE GAZOLE

A l'exception du rack de support de la conduite de gazole, aucune installation sensible ne se situe dans la zone d'effet domino.

Les effets liés au boil-over ne sont pas susceptibles de générer des effets dominos susceptibles d'effets hors du site de Doniambo Energie.

CONCLUSION

La conception des installations prévoit un éloignement hors des zones d'effets dominos de la salle des commandes et des équipements de protection incendie (stockage d'eau et pomperie) de sorte à garantir leur disponibilité en cas d'incident.

Les scénarios étudiés peuvent endommager des installations situées dans l'enceinte du projet mais ne sont pas responsables d'effets dominos susceptibles d'impacter des installations ou des personnes localisées hors des limites de propriété de Doniambo Energie.

Il n'y a pas d'aggravation des effets de ces scénarios.

10.4 Effets dominos potentiels générés par le projet vers l'extérieur de l'établissement

Compte tenu des distances d'effets observées, aucun scénario étudié sur les nouvelles installations du projet n'est susceptible d'effets dominos vers l'extérieur de l'établissement.

10.5 Effets dominos générés par des installations externes à l'établissement vers les projets

Ce sujet est traité dans la partie 3.5. Analyse des risques liés à l'environnement.

11 Détermination des Eléments Importantes Pour la Sécurité (EIPS)

11.1 Méthode

Selon le glossaire technique des risques technologiques du 26 octobre 2005 et la circulaire du 10 mai 2000, un EIPS (Elément Important Pour la Sécurité) est un élément choisi parmi les barrières destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les effets d'un événement redouté susceptible de conduire à un accident majeur. Il doit être disponible et fiable.

Les EIPS sont définis uniquement pour les phénomènes dangereux analysés selon l'approche semi-quantitative.

Les EIPS sont choisis parmi les barrières de sécurité identifiées lors de l'analyse quantitative des risques engendrés par les phénomènes dangereux retenus, en prenant en compte les critères suivants :

- Capacité de réalisation de la fonction,
- Temps de réponse,
- Intégrité de sécurité incluant notamment la disponibilité, la fiabilité et l'indépendance vis à vis du système de conduite de l'unité.

A l'exception du scénario n° 113, aucune distance d'effet ne sort des limites du site de Doniambo Energie. Le seuil des effets irréversibles liés à la dispersion d'ammoniac dans l'air en cas de rupture de l'enceinte de l'hydrolyseur est atteint à au niveau de l'Anse Uaré à l'est du projet, sans impacter les zones habitées situées sur l'autre rive en face à Ducos. La gravité du phénomène est jugée modérée.

Les scénarios d'explosion (silos journaliers et électrofiltres) ont été calculés en tenant compte des événements. Doniambo Energie a donc choisi de déterminer ces éléments en EIPS ainsi que d'autres équipements tels que les dispositifs de sécurité sur l'hydrolyseur pour les phénomènes les plus dangereux ou la détection ammoniac dans l'air afin de renforcer la sécurité des installations.

11.2 EIPS liés aux nouvelles installations

Les Eléments Importants Pour la Sécurité déterminés suite à l'analyse quantifiée des risques sont les suivants :

EVENT D'EXPLOSION DANS LES SILOS JOURNALIERS

L'événement permet de prévenir une explosion confinée dans un silo journalier de charbon.

Barrière	Event d'explosion sur un silo
Fonction de sécurité	Prévenir explosion du silo, évacuer toute surpression en cas de montée en pression
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100 %
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Immédiat
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui

Figure 106 : EIPS silo journalier de charbon

EVENT D'EXPLOSION DANS LA CHAUDIERE

L'événement permet de prévenir une explosion confinée dans la chaudière.

Barrière	Event d'explosion sur la chaudière
Fonction de sécurité	Prévenir explosion, évacuer toute surpression en cas de montée en pression
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100%
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Immédiat
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui

Figure 107 : EIPS chaudière

EVENT D'EXPLOSION DANS UN ELECTROFILTRE

L'événement permet de prévenir une explosion confinée dans un électrofiltre.

Barrière	Event d'explosion sur un électrofiltre
Fonction de sécurité	Prévenir explosion, évacuer toute surpression en cas de montée en pression
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100%
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Immédiat
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui
Figure 108 : EIPS électrofiltre	

DETECTION DE NIVEAU TRES HAUT ET ASSERVISSEMENTS ASSOCIES AUX BACS DE GAZOLE

Cette chaine permet de prévenir un débordement du bac de gazole.

Barrière	Détecteur de niveau + asservissements
Fonction de sécurité	Prévenir tout débordement de bac avec les conséquences envisageables avec fermeture de la vanne d'arrivée
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100%
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Immédiat pour la détection et quelques secondes pour fermeture vanne
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui

Figure 109 : EIPS bac de gazole

DETECTION DE NIVEAU (TRES) BAS ET ASSERVISSEMENTS ASSOCIES AU BALLON VAPEUR

Cette chaine permet de prévenir un manque d'eau dans le ballon vapeur.

Barrière	Détecteur de niveau + asservissements
Fonction de sécurité	Prévenir tout manque d'eau dans le ballon vapeur avec les conséquences envisageables avec coupure brûleur.
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100%
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Immédiat pour la détection et quelques secondes pour coupure brûleur
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui

Figure 110 : EIPS ballon de vapeur

DEMARRAGE A DISTANCE DES GROUPES INCENDIE ET AUTOMATISMES ASSOCIES

Cette chaine permet d'appliquer de la mousse sur le stockage de gazole et dans la cuvette de rétention, de protéger le groupe turbo-alternateur par de l'eau ainsi que la caisse à huile par mousse, et de protéger l'extérieure des silos journaliers de charbon par de l'eau.

Barrière	Démarrage à distance des groupes incendie et automatismes associés
Fonction de sécurité	Protéger des installations
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100%
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Quelques secondes
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui
Figure 111 : EIPS groupes d'incendie	

DETECTION DE L'AMMONIAC DANS L'AIR AVEC POINTS D'ANALYSE SPECIFIQUES ET AVERTISSEMENTS ASSOCIES

Ce dispositif permet de prévenir l'exposition des travailleurs et du public aux vapeurs toxiques d'ammoniac et prévenir le rejet d'ammoniac dans l'environnement.

Barrière	Détection d'ammoniac dans l'air de la centrale et asservissements associés (alerte, arrêt d'urgence)
Fonction de sécurité	Protéger le personnel, le public et la pollution du milieu naturel
Critères	<i>Positionnement par rapport aux critères</i>
Capacité de réalisation	100 %
Dimensionnement et positionnement adapté	Oui
Résistance aux contraintes spécifiques	Oui
Temps de réponse	Quelques secondes
Indépendance de la barrière	Oui
Concept éprouvé	Oui
Sécurité positive	Sans objet
Tolérance à la première défaillance	Non
Testabilité	Oui
Inspection et maintenance	Oui
Barrière retenue (oui / non) comme EIPS	Oui
Figure 112 : EIPS détection d'ammoniac	

12 Conclusion

Le projet de centrale thermique au charbon et de ses installations connexes (stockage couvert de charbon...) a fait l'objet d'une étude de dangers selon la réglementation en vigueur, notamment en application de la circulaire du 10 mai 2010, de l'arrêté du 29 septembre 2005 mais aussi des différents guides techniques de l'INERIS et sectoriels applicables.

Les risques liés à l'environnement, aux produits employés et aux procédés impliqués ont d'abord été identifiés. Une analyse préliminaire des risques basée sur une méthode HAZID a permis d'identifier les principaux phénomènes dangereux.

Les phénomènes dangereux ont ensuite été analysés en détail par une Analyse Quantifiée des Risques qui a permis d'évaluer les probabilités d'occurrence de ces phénomènes, l'intensité de leurs effets ainsi que leur cinétique. Ces quantifications ont été réalisées en prenant en compte les mesures de maîtrise des risques prévues sur les installations.

Il ressort de cette analyse qu'à l'exception du scénario n°113 (Emanation d'ammoniac suite à une fuite sur l'hydrolyseur), aucune distance d'effet ne sort des limites du site de Doniambo Energie. Le seuil des effets irréversibles lié à la dispersion d'ammoniac dans l'air en cas de rupture de l'enceinte de l'hydrolyseur est atteint au niveau de l'Anse Uaré à l'est du projet, sans impacter les zones habitées situées sur l'autre rive en face à Ducos. Sur les bordures Nord, Ouest et Sud du projet, les distances d'effets sortent des limites de Doniambo Energie mais restent dans les limites du site industriel de Doniambo SLN. Compte tenu de l'existence du Plan d'Organisation Interne du site de SLN, le personnel de cet établissement ne sera pas comptabilisé en tant que personne ou population exposées pour définir la gravité du phénomène. Par ailleurs, les mesures prises pour protéger les employés du site de Doniambo Energie sont décrites dans le livre IV - Notice d'hygiène et de sécurité.

Les analyses en termes de probabilité d'occurrence montrent que les scénarios varient d'une **probabilité Rare à Improbable**.

Aucun accident majeur susceptible d'impacter les populations ou les infrastructures localisées à proximité du site n'a été identifié dans cette étude de dangers.

La conception des installations prévoit un éloignement hors des zones d'effets dominos de la salle des commandes et des équipements de protection incendie (stockage d'eau et pomperie) de sorte à garantir leur disponibilité en cas d'incident.

Les scénarios étudiés peuvent endommager des installations situées dans l'enceinte du projet mais ne sont pas responsables d'effets dominos susceptibles d'impacter des installations ou des personnes localisées hors des limites de propriété de Doniambo Energie.

Pour toutes les installations projetées, les équipements de maîtrise des risques qui seront conçus selon les meilleures technologies en termes d'équipements de procédé et de sécurité. Toutes les mesures de maîtrise des risques évoquées dans ce dossier seront installées.

Ainsi, en appliquant les règles d'acceptabilité des risques réglementaires, **tous les phénomènes dangereux quantifiés sont d'un niveau acceptable**. L'étude des dangers potentiels associés au projet a donc montré qu'il induira d'une part, des risques classés acceptables et maîtrisés et, d'autre part qu'il ne sera à l'origine d'aucun risque classé inacceptable.