

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N°d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
RECEPTION, STOCKAGE, CONVOYAGE ET TRAITEMENT DU CHARBON									
Déchargement de charbon du bateau dans les trémies de la zone portuaire	Emission de poussières à l'atmosphère Création d'une atmosphère explosive	1	Déchargement de charbon très sec par le navire	Explosion du nuage de poussière en milieu libre si présence d'une source d'ignition (point chaud)	1	3	Surveillance opérateurs pendant le déchargement + procédure de déchargement + zonage AREX des trémies	1	3
	Introduction de charbon en cours de combustion	2	Auto-échauffement du charbon dans les calles du navire	Transfert de point chaud vers le stockage	2	2	Surveillance opérateurs pendant le déchargement + procédure de déchargement avec transfert par camion Sprinkler sur trémie Bouche incendie à proximité pour extinction du charbon mis au sol et refroidissement des structures métalliques	1	2
Transport par camion de charbon entre les trémies de la zone portuaire et le stockage couvert	Accident de la route	3	Erreur humaine / défaut mécanique	Destruction équipements, épandage charbon sur le sol	1	3	Prévention du risque routier (signalisation, autorisation de circulation), limitation vitesse.	1	3
	Introduction de charbon en cours de combustion	4	Transfert charbon en cours de combustion depuis l'amont (navire, trémis zone portuaire)	Propagation d'un début d'incendie (point chaud) jusqu'au stockage	1	3	Surveillance opérateurs pendant le déchargement + procédure de déchargement avec transfert par camion Sprinkler sur trémie Bouche incendie à proximité pour extinction du charbon mis au sol et refroidissement des structures métalliques	1	2
Manutention du charbon à l'intérieur du stockage couvert	Création d'une atmosphère explosive localisée à l'intérieur du stockage lors de la mise en tas par pelle mécanique et lors de la reprise par la chargeuse Explosion localisée d'un nuage de poussière	5	Brassage/manutention trop rapide du charbon à l'intérieur du stockage ET Inflammation sur un point chaud (ex : godet chargeuse)	Dispersion de poussières localisée sur les équipements	1	3	Procédures de manutention Brumisation si dispersion de poussière importante Bâtiment de stockage ventilé Équipements de manutentions adaptés (godets anti étincelles, ambiance poussiéreuse)	1	2
	Introduction de charbon en cours de combustion	6	Défaillance des systèmes de détection et de protection incendie en amont du stockage	Incendie localisé avec endommagement partiel de certains équipements internes	1	4	Détecteur(s) UV/IR dans le stockage Mesures en continu du taux de monoxyde de carbone et de méthane Protection incendie spécifique du stockage (canons + sprinkler)	1	3
	Auto-échauffement du charbon stocké	7	Séjour du charbon trop long dans le stockage couvert	Incendie localisé avec endommagement partiel de certains équipements internes	3	4	Détecteur de température (caméra IR) à l'intérieur du stockage Détecteur(s) UV/IR dans le stockage Procédure durée de stockage Mesures en continu du taux de monoxyde de carbone et de méthane Procédure d'évacuation du charbon en cours d'auto-échauffement avant incendie Protection incendie spécifique (canons + sprinkler)	2	3
Convoyage du charbon entre le stockage couvert et l'unité de criblage/concassage	Introduction de charbon en cours de combustion	8	Auto-échauffement du charbon dans le stockage Défaut de détection thermique sur le convoyeur	Propagation d'un début d'incendie jusqu'à l'unité de concassage	1	3	Détecteur de température au départ du convoyeur de reprise du stockage couvert Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Brumisation éventuelle aux jetées si dispersion de poussière importante	1	2
	Création d'une atmosphère explosive à l'intérieur de la galerie ou au niveau des jetées Explosion d'un nuage de poussières	9	Transfert charbon avec poussières Surcharge convoyeur, choc et débordement	Explosion avec endommagement du capotage et des équipements	3	1	Zonage Atex des convoyeurs Moteurs déportés hors zone de jetée	2	1
	Création d'un point chaud au contact du convoyeur	10	Défaut mécanique et non détection de la défaillance	Propagation d'un début d'incendie jusqu'à l'unité de concassage	1	3	Détecteur de température au départ du convoyeur de reprise du stockage couvert Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Détection de patinage sur les tambours Brumisation éventuelle aux jetées si dispersion de poussière importante	1	2
	Auto-échauffement dans les trémies d'alimentation de l'atelier de concassage	11	Temps de séjour trop long dans une trémie	Propagation d'un début d'incendie jusqu'à l'unité de concassage	2	2	Procédure de vidange en cas de temps de séjour trop long Extracteurs réversibles pour vidange au sol Détection de température au niveau des trémies Protection incendie des convoyeurs en aval par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Zonage ATEX des trémies	1	2
Concassage et criblage du charbon à 0/10mm	Explosion de poussière limitée à l'entrefer des roues des concasseurs	12	Atmosphère explosive au niveau de la jetée du concasseur ET création d'une étincelle	Endommagement partiel d'une des deux unités de concassage	2	3	Volume de concassage limité Zonage ATEX concasseur Criblage en amont du concassage permettant de retirer les fines Déferralleur en ligne Grille de criblage de 80mm pour séparation des corps étrangers Brumisation éventuelle aux jetées si dispersion de poussière importante	2	2
	Création d'un point chaud	13	Transfert source allumage depuis trémies. Défaut mécanique (échauffement, etc.) Incendie extérieur	Incendie	2	3	Détection métal ("déferralleur") Système de protection incendie par sprinklers Bouches incendie réseau général	1	2
	Introduction de charbon en cours de combustion	14	Défaut de détection thermique Création d'une étincelle	Inflammation des poussières de charbon et explosion	1	3	Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs / bouches à incendie	1	2
Convoyage du charbon 0/10mm entre le concasseur et les silos d'alimentation journaliers des chaudières	Création d'une atmosphère explosive à l'intérieur de la galerie ou au niveau des jetées Explosion d'un nuage de poussières	15	Rupture de bande de convoyage Surcharge du convoyeur et débordement ET Inflammation sur un point chaud	Explosion avec endommagement du bardage, du capotage et des équipements dans le convoyeur	1	3	Conception résistante des mécanismes et capotage Procédures de maintenance Sonde de bourrage et suivi de la charge des convoyeurs Equipement ATEX pour zone 21 pour la jetée et zone 22 pour le reste de la galerie Moteurs déportés hors zone de jetée	1	2
	Introduction de charbon en cours de combustion	16	Auto-échauffement du charbon dans le stockage Défaut de détection thermique sur le convoyeur	Propagation d'un début d'incendie jusqu'aux silos de stockage journalier	1	3	Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Détection thermique sur convoyeur	1	2
	Création d'un point chaud au contact du convoyeur	17	Défaut mécanique et non détection de la défaillance Transfert source allumage depuis trémies. Défaut mécanique (échauffement, etc.) Incendie extérieur	Propagation d'un début d'incendie jusqu'aux silos de stockage journalier	1	3	Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Détection de patinage sur les tambours	1	2
Stockage de charbon 0/10mm dans les silos journaliers de la chaudière	Explosion confinée dans le silo journalier	18	Fourniture du charbon à l'entrée du silo journalier (chute charbon) ET Etincelles ou point d'ignition des équipements intérieurs (filtres, détecteurs) Arc électrique créé par la foudre	Ouverture de l'évent d'explosion et propagation vers une zone déterminée sans risque	4	5	Event d'explosion Équipements ATEX pour zone 20 Protection contre la foudre Mise à la terre des équipements	3	3
	Explosion confinée dans un filtre de petite capacité de silo journalier	19	Poussières de charbon ET Etincelles ou point d'ignition des équipements intérieurs (filtres, détecteurs) Arc électrique créé par la foudre	Ouverture de l'évent d'explosion et propagation vers une zone déterminée sans risque	2	3	Event d'explosion Équipements ATEX pour zone 20 Protection contre la foudre Mise à la terre des équipements Protection incendie	1	3
	Introduction de charbon en cours de combustion Incendie du silo journalier	20	Non fonctionnement des moyens de détection et d'extinction localisés sur les convoyeurs	Explosion des poussières en suspensions Destruction du silo et des équipements associés (convoyeurs)	2	5	Event d'explosion Injection d'azote en cas d'incendie Détection et suivi du CO Détection température Refroidissement des parois des silos par aspersion d'eau Sprinkleurs sur trémies Ouverture de la vidange rapide du silo Intervention des secours sur le tas de charbon au sol Procédure de lutte incendie pour silos	1	4

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N°d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
de la chaudière	Auto-échauffement du charbon stocké	21	Défaut de détection de CO sur les silos journaliers	Atmosphère explosive (CO et H2) Échauffement du charbon stocké	2	5	Détection température Procédure de vidange rapide des silos en cas d'arrêt d'unité pour éviter les stocks dormants Inertage à l'azote Refroidissement des parois des silos par aspersion d'eau Sprinkleurs sur tremies	1	4
	Incendie du silo journalier	22	Défaut de détection de CO Non fonctionnement des moyens d'extinction localisés (inertage, refroidissement)	Explosion des poussières en suspensions Destruction de la structure métallique et des équipements associés (convoyeurs)	2	5	Refroidissement des parois des silos par aspersion d'eau Inertage à l'azote Sprinkleurs sur tremies Détection température Ouverture de la vidange rapide du silo, épandage de charbon en combustion au sol, intervention des secours sur le tas de charbon au sol Procédure de lutte incendie pour silos	1	4
	Explosion du silo	23	Début d'incendie dans un silo vide	Explosion du silo à l'ouverture d'un trou d'homme par apport d'air frais	1	5	Détection et suivi du CO Détection température Sprinkleurs sur tremies Inertage à l'azote Procédure consignation et des permis de pénétrer Refroidissement des parois des silos par aspersion d'eau Procédure de lutte incendie pour silos	1	4
Broyage charbon	Emission de poussières dans l'unité de broyage Création d'une atmosphère explosive ET source d'ignition	24	Création d'une étincelle	Explosion avec endommagement du capotage et des équipements de broyage	2	3	Zonage Atex de l'unité broyage Gaz inertant Sprinkler Bouche incendie	2	2
	Création d'un point chaud	25	Transfert source allumage depuis tremies. Défaut mécanique (échauffement, etc.) Incendie extérieur	Incendie	2	3	Système de protection incendie par sprinklers Bouches incendie réseau général Gaz inertant Zonage ATEX unité de broyage	2	2
	Introduction de charbon en cours de combustion	26	Défaut de détection thermique Création d'une étincelle	Inflammation des poussières de charbon et explosion	1	3	Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Bouches incendie réseau général Gaz inertant Zonage ATEX unité de broyage	1	2
Convoyage du charbon broyé jusqu'à la chaudière	Création d'une atmosphère explosive à l'intérieur du circuit pneumatique ou au niveau des jetées tremies Explosion d'un nuage de poussières	27	Manutention trop rapide Surcharge du convoyeur et débordement ET Inflammation sur un point chaud	Explosion avec endommagement du bardage, du capotage et des équipements dans le convoyeur	1	3	Conception résistante des mécanismes et capotage Procédures de maintenance Limiteur de volume, sonde de bourrage et suivi de la charge des convoyeurs Équipement ATEX Moteurs déportés hors zone de jetée Brumisation éventuelle aux jetées si dispersion de poussière importante	1	2
	Introduction de charbon en cours de combustion	28	Auto-échauffement du charbon dans le stockage Défaut de détection thermique sur le convoyeur	Propagation d'un début d'incendie jusqu'aux transporteurs mécaniques	1	3	Détecteurs de température et/ou détecteur de fumées à l'entrée de chaque convoyeur Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Brumisation aux jetées si dispersion de poussière importante	1	2
	Emissions de fines à l'extérieur	29	Rupture canalisation de transport pneumatique	Empoussièrement de la zone près des chaudières Intoxication limitée à la zone des chaudières	1	3	Mise à disposition de masques à poussière Nettoyage manuel des zones dallées	1	2
	Emissions de fines à l'extérieur ET présence d'une source d'ignition	30	Rupture canalisation de transport pneumatique ET inflammation sur point chaud	Explosion de poussière localisée à la zone des chaudières	1	3	Zonage ATEX zone broyage et transfert Capotage des installations Arrêt automatique du transport pneumatique en cas de rupture Ventilation des locaux Protection incendie Nettoyage manuel des zones dallées	1	2
	Création d'un point chaud	31	Transfert source allumage depuis tremies. Défaut mécanique (échauffement, etc.) Incendie extérieur	Propagation d'un début d'incendie jusqu'aux transporteurs mécaniques	1	3	Zonage ATEX Détecteurs de température et/ou détecteur de fumées à l'entrée de chaque convoyeur Système de protection incendie par sprinklers avec arrêt automatique des convoyeurs Détection de patinage sur les tambours Brumisation aux jetées si dispersion de poussière importante Possibilité d'évacuer le charbon chaud par le silo de stockage journalier	1	2
CHAUDIERE									
Introduction du charbon broyé dans la chaudière par transporteur pneumatique	Explosion au contact d'un point d'ignition	32	Fourniture du charbon par circuit pneumatique ET Point chaud créé par auto-échauffement du charbon Point chaud créé par défaut électrique Point chaud créé par foudre Point chaud créé par surface chaude	Explosion de poussière Destruction du système de transport	1	3	Inertage à l'azote en cas d'incendie Possibilité d'évacuer le charbon par une trappe hors du système en cas de détection incendie en zone sans risque Vitesse lente et système compartiment limitant la propagation d'un incendie Pas de contact direct avec le foyer (pas rotatif à l'interface)	1	2
	Incendie dans le système de transport	33	Frottement mécanique Introduction de charbon en cours de combustion	Destruction du système de transport	1	3	Inertage à l'azote en cas d'incendie Possibilité d'évacuer le charbon hors du système en cas de détection incendie en zone sans risque	1	2
	Défaut de combustion - Mauvaise combustion avec production de CO	34	Défaut d'alimentation en air Excès d'air trop important Pression ou débit de combustible trop élevée Défaut du ventilateur de soufflage Défaut de la régulation air/combustible	Rejets atmosphériques hors spécifications	1	2	Surveillance en permanence des concentrations des rejets atmosphériques	1	2
	Difficultés d'allumage des brûleurs	35	Pression ou qualité du gazole d'allumage incorrectes Bouchages des injections de combustible Non fonctionnement de l'initiateur d'allumage Débit d'air excessif sur le brûleur	Possibilité d'accumulation de combustible - Rejets atmosphériques hors spécifications	3	2	Procédure de démarrage et d'entretien des installations de la chaudière	2	2
	Extinction des brûleurs	36	Action de l'une des sécurités de l'installation Action sur le bouton pousoir d'arrêt d'urgence Manque de combustible Soufflage de la flamme d'un brûleur	Possibilité d'accumulation de combustible - Rejets atmosphériques hors spécifications	2	2	Procédure d'arrêt d'urgence Procédure de démarrage des installations de la chaudière	1	2
	Arrêt du ventilateur de soufflage	37	Déclenchement électrique ou mécanique	Isolement des combustibles et l'arrêt des brûleurs - possibilité d'accumulation de combustible - Rejets atmosphériques hors spécifications	2	2	Détecteur de flammes et arrêt automatique de l'alimentation en combustible en cas d'extinction des brûleurs	1	2
	Explosion de la chambre de combustion	38	Présence de combustible imbrûlé dans la chambre de combustion (vapeurs d'hydrocarbures, poussières de charbon, poche de CO) Mélange de ce combustible imbrûlé avec l'air en proportions explosives	Surpressions dans l'environnement de combustion - explosion par surpression - possibilité de projection de composante de la chaudière avec effets missiles	3	5	Vérification de l'étanchéité des vannes d'entrée de combustible solide ou liquide sur les brûleurs fermées Détection incendie Procédure de démarrage des installations de la chaudière Détecteur de flammes et arrêt automatique de l'alimentation en combustible en cas d'extinction des brûleurs Soupape de sécurité sur la chambre de combustion pour éliminer surpression Prébalayage	2	4

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N°d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
Tubes chaudière	Fuite importante ou Rupture franche d'un tube de chaudière / tube vaporisateur	39	Défaut de matériau Usure Corrosion Surpression Coup de bélér	Vidange rapide du réservoir supérieur Détérioration de la chaudière Vapeur d'eau dans les fumées Température de fumées haute (au dessus de la température de design de l'électrofiltre) Rejets après électro-filtres hors spécifications	1	1	Sécurité sur les niveaux d'eau chaudière Sécurité sur la température de la vapeur Trappes d'expansion ou des disques de rupture permettant d'évacuer la surpression Surveillance de température de rejet à la sortie des fumées de la chaudière Inspection Soupapes et évènements de sécurité sur le ballon chaudière, sur la ligne de sortie de vapeur, sur la bâche alimentaire	1	1
	Corrosion des tubes	40	Utilisation de produits corrosifs Migration d'atomes métalliques Combustion de produits hors spécification	Vapeur d'eau dans les fumées Température de fumées haute (au dessus de la température de design de l'électrofiltre) Rejets après électro-filtres hors spécifications	1	1	Sécurité sur les niveaux d'eau chaudière Sécurité sur la température de la vapeur Trappes d'expansion ou des disques de rupture permettant d'évacuer la surpression Surveillance de température de rejet à la sortie des fumées de la chaudière Inspection Soupapes et évènements de sécurité sur le ballon chaudière, sur la ligne de sortie de vapeur, sur la bâche alimentaire	1	1
	Eclatement des tubes dans la chaudière	41	Dysfonctionnement des systèmes de sécurité Apport abnormal de chaleur	Eclatement des tubes de la chaudière avec effets missiles	1	4	Sécurité sur les niveaux d'eau chaudière Sécurité sur la température de la vapeur Trappes d'expansion ou des disques de rupture permettant d'évacuer la surpression Surveillance de température de rejet à la sortie des fumées de la chaudière Inspection Soupapes et évènements de sécurité sur le ballon chaudière, sur la ligne de sortie de vapeur, sur la bâche alimentaire	1	1
Alimentation en eau de la chaudière (ballon de chaudière)	Niveau d'eau (très) haut dans le ballon de chaudière	42	Défaillance de la régulation - maintien en fonction des pompes alimentaire	Incident d'exploitation - Entrainement d'eau dans système vapeur - dégradation de conduite résultant en un bris	2	2	Coupe des feux sur les brûleurs sur alarme de niveau (très) haut	1	2
	Niveau d'eau (très) bas dans le ballon de chaudière	43	Arrêt des pompes alimentaires Défaillance de la régulation Rupture d'un tube (faisceau) de la chaudière Négligence	Surchauffe du ballon - Possibilité d'éclatement du ballon - projection de composable du ballon de chaudière avec effets missiles	1	4	Coupe des feux sur les brûleurs sur alarme de niveau (très) bas Soupapes et évènements de sécurité sur le ballon chaudière, sur la ligne de sortie de vapeur, sur la bâche alimentaire	1	4
COMBUSTIBLES D'APPOINT									
Ouverture des vannes d'alimentation en combustible	Vanne fuyarde entraînant une alimentation permanente en gazole	44	Impureté bloquée dans la vanne Corrosion Surpression Coup de bélér Défaut mécanique de vanne	Consommation de fioul	2	1	Isolement par double vannage et soupapes d'expansion thermique	1	1
	Fuite de gazole sur bride ou sur flexible avec inflammation au contact de la chaudière	45	Usure Surpression Coup de bélér Défaut mécanique de vanne	Pollution du sol Incendie localisé	2	3	Protection incendie par sprinkler du système brûleur Dallage et collecte des unités vers le déshuileur Dispositifs anti-retour de flammes sur canalisations Pomperie fioul sur rétention Soupapes d'expansion thermique	1	2
Transport du combustible entre le stockage et les brûleurs de la centrale C	Rupture de canalisation ou fuite sur bride	46	Arrachage de canalisation lors de travaux	Pollution du sol et incendie localisé si il y a une source d'ignition éventuelle à proximité	2	5	Dallage et collecte des unités vers le déshuileur Dispositif anti-retour de flammes sur canalisations Matériel ATEX pour zone 2 sur site Utilisation de permis feu	1	5
	Pollution de l'eau ou du sol hors zone dallée	47	Mauvaise récupération des eaux souillées	Infiltration dans le sol hors zone dallée et entraînement vers la mer	1	2	Dallage et collecte des unités vers le déshuileur Dispositifs anti-retour de flammes sur canalisations Pomperie fioul sur rétention	1	1
	Non-ignition du gazole dans le brûleur	48	Défaillance détection de flamme	Création d'une atmosphère explosive dans la chaudière	3	5	Procédure d'allumage avec prébalayage Détection de flamme par scintillation Mesure de la limite inférieure d'explosivité	2	4
	Inflammation des vapeurs de combustibles liquides lors d'un démarrage à froid	49	Fuite de vanne d'alimentation en gazole	Explosion dans le foyer lors de l'allumage	3	5	Procédure d'allumage avec prébalayage Explosimètre Double vannage sur les alimentations	2	4
	Inflammation des vapeurs de distillat de charbon lors d'un redémarrage à chaud	50	Balayage insuffisant	Explosion dans le foyer lors de l'allumage	3	5	Procédure d'allumage avec prébalayage Explosimètre	2	4
	Suralimentation des brûleurs	51	Défaillance régulation	Température plus élevée dans la chaudière	1	1	Température inférieure à la température design du foyer	1	1
EAU DEMINERALISEE									
Déminalérisation sur résines échangeuses d'ions	Fuite et épandage vers la fosse de neutralisation	52	Erreur humaine / débordement de la fosse de neutralisation	Entraînement des produits de la fosse vers les eaux de pluie et pollution des eaux pluviales	1	2	Alarme sonore et visuelle sur niveau haut dans la fosse de neutralisation	1	2
Régénération des résines	Fuite de produits de régénération vers le réseau pluvial	53	Rupture de tuyauterie Erreur humaine	Projection d'acide ou de soude	1	2	Vêtements anti-acide Gants anti-acide Casques Masques visuels étanches Chaussures de sécurité	1	2
Bâtiment déminéralisation	Incendie	54	Défaillance équipement	Destruction unité Arrêt production	1	3	Détection et protection incendie bâtiment	1	2
Livraison de réactifs de régénération	Dépotage du mauvais produit Emanation de vapeurs toxiques Echauffement de la capacité	55	Erreur humaine	Rupture de la capacité et épandage d'acide ou de soude dans les cuves de rétention	1	2	Vêtements anti-acide Masques de fuite Détrompeurs pour éviter la connexion des mauvais flexibles Cuves de rétention	1	2
	Sur-remplissage en réactifs de régénération	56	Erreur humaine Défaillance régulation de niveau	Epandage d'acide ou de soude dans la cuve de rétention	2	3	Procédure de dépôtage Alarme sonore et visuelle sur niveau haut dans les cuves de stockage Sol en béton anti-acide collecté vers la fosse de neutralisation	2	2
	Pollution du sol	57	Rupture de flexible Erreur humaine Débordement de la fosse de neutralisation	Epandage de produit au sol (non collecté vers fosse de neutralisation)	1	1	Dilution de l'acide ou de la soude par l'eau incendie puis traitement dans le bassin de décantation Zone de dépôtage collectée vers la fosse de neutralisation	1	1
Stockage dans cuve eau déminéralisée	Eclatement de capacité ou mise sous vide	58	Event obturé	Débordement de l'eau déminéralisée vers les eaux pluviales	1	2	Système de trop lein distinct de l'évent Procédures de travaux interdisant l'obturation de toutes les ouvertures en même temps	1	1
EAU DES TURBINES									
Appoint en eau déminéralisée dans le cycle vapeur	Pas de fourniture en eau déminéralisée (surpression de remplissage insuffisante) Vidange lente de la chaudière par les purges	59	Perte de pression d'eau déminéralisée (défaillance pompes d'alimentation ou des vannes de régulation) Arrêt des deux pompes	Mise à sec du circuit vapeur, arrêt de l'unité	3	3	Cinétique lente Contrôles de niveaux Mise en sécurité sur niveaux bas Redondance des vannes et des pompes	1	2
	Dégénération des ailettes Rupture d'une turbine	60	Entraînement d'eau Circulation de vapeur hors spécification dépôts d'impuretés sur les ailettes Défaut mécanique ou de conception vibrations Perte de lubrification	Projections de missiles limités à la salle du groupe turbo-alternateur	1	4	Détection de vibrations Détection de sur-vitesse Pots de purge avec sécurité de niveaux Contrôle de la qualité de l'eau et de la vapeur du cycle (suivi permanent de la conductivité) Maintenance faite régulièrement en respectant les données constructeur	1	3

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N° d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
Partie mécaniques et circuit lubrification turbines à vapeur	Incendie sur pompe alimentaire	61	Echauffement d'huile de lubrification	Dégénération de la pompe alimentaire Démarrage pompe de secours	1	2	Détection incendie Détections de défaillance de la pompe Trois pompes en parallèle	1	2
	Rupture de l'axe des turbines / Désaxage	62	Vibrations	Fuite de vapeur à haute pression et haute température Incendie et propagation au reste du bâtiment	1	4	Détection de vibration triple redondant 2/3 Table turbine anti-vibratoire Détection sur-vitesse Détection température de l'huile Mesure de la rotation Détection déplacement Système d'extinction par sprinklers dans le local turbine	1	3
	Incendie sur paliers de la turbine	63	Echauffement d'huile de lubrification Défaut électrique	Dégénération de la turbine et de son capotage Propagation de l'incendie au reste du bâtiment	3	4	Détection de température sur les paliers Détection surtension Détection vibrations Système d'extinction par sprinklers dans le local turbinie et dans le capotage de la turbine	1	3
Condensation de l'eau du cycle turbines par de l'eau de mer	Fuite d'eau de mer vers l'eau process	64	Corrosion Rupture mécanique	Vapeur de turbine hors spécification Dégénération des ailettes	1	1	Contrôle de la pression et du débit d'eau Contrôle de la qualité de l'eau et de la vapeur du cycle (suivi permanent de la conductivité) Maintenance faite régulièrement en respectant les données constructeur	1	1
	Incendie sur une pompe d'alimentation en eau de mer	65	Echauffement d'huile de lubrification	Diminution de la production électrique	1	2	Détection incendie Détections de défaillance de la pompe Pompes de secours	1	1
	Haute température en entrée	66	Température extérieure élevée	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Surveillance permanente de la température	1	1
Purge continue de la chaudière pour éviter le dépôt de sels	Bouchage des purges	67	Débit de purge insuffisant	Vapeur de la turbine hors spécification Dégénération des ailettes Corrosion du circuit vapeur	1	2	Contrôle de la qualité de l'eau du circuit vapeur	1	1
	Dépôt de sels dans les points bas du circuit des turbines	68	Débit de purge insuffisant	Vapeur de la turbine hors spécification Dégénération des ailettes Corrosion du circuit vapeur	1	2	Contrôle de la pression et du débit d'eau Contrôle de la qualité de l'eau et de la vapeur du cycle (suivi permanent de la conductivité) Maintenance faite régulièrement en respectant les données constructeur	1	1
	Evacuation des purges vers le réseau pluvial	69	Erreur humaine	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Procédures d'opération	1	1
Traitement de l'eau avant rejet	Mauvais dosage des produits	70	Erreur humaine Défaillance de régulation Défaillance mécanique	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Contrôle des rejets avant évacuation définitive	1	1
	Fuite de produits	71	Erreur humaine Défaillance de régulation Défaillance mécanique	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Contrôle des rejets avant évacuation définitive	1	1
ELECTRICITE									
Installations électriques	Feu d'origine électrique	72	Défaillance électrique Choc électrique	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment	2	3	Cahier des charges pour les entreprises extérieures, permis de feu Extincteurs au CO2 de 8 litres Détection incendie dans les locaux électriques, gaz inertant, locaux électriques coupe-feu.	1	3
Réducteur de puissance	Rupture mécanique lors d'un couplage au réseau de l'alternateur Incendie suite à la destruction mécanique	73	Défaillance mécanique du réducteur (bris d'engrenage) susceptible d'enrainer sa destruction puis un incendie dans le caisson du réducteur de puissance par épandage d'huile Opposition de phase, ou mauvaises conditions de couplage au réseau.	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment Arrêt de l'unité automatiquement	1	3	Contrôle en suivi des phénomènes vibratoires Inspection périodique des installations Procédures de maintenance Compartimentage de l'installation en caisson réducteur indépendant Respect et définition préalable de la procédure de couplage au réseau, contrôle préalable au niveau du BCC et du poste de commande des conditions de connexion au réseau Ordre d'arrêt automatique par le contrôle commande Protection de la turbine par système d'extincteurs manuels ou automatiques au CO2 propre au compartiment réducteur	1	2
Mise en rotation de l'alternateur par les turbines	Désaxage de l'alternateur Echauffement de l'alternateur	74	Défaut mécanique / défaut de conception	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment Arrêt de l'unité automatiquement	1	2	Contrôle de rotation Détection température Détection de vibration Détections débit, pression, température de l'huile	1	1
Production d'électricité par l'alternateur	Incendie sur l'huile de lubrification	75	Dégénération de l'alternateur, frottements d'un corps étranger	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment Arrêt de l'unité automatiquement	1	3	Détection incendie Injection de mousse dans la caisse à huile en cas d'incendie Système d'extinction par sprinklers dans le local turbine	1	2
	Incendie (feu d'origine électrique)	76	Défaillance électrique Choc électrique	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment Arrêt de l'unité automatiquement	2	3	Détection incendie Système d'extinction par sprinklers dans le local turbine	1	2
Transformation	Incendie dans le transformateur	77	Introduction d'un corps étranger conducteur	Incendie sur le transformateur Fuite de l'huile dans la rétention prévue	1	3	Contrôle de la température de l'huile diélectrique Contrôle de la pression de l'atmosphère du transformateur Protection incendie spécifique (déluge) Détection incendie, détection gaz de décomposition, soupapes de décompression, transformateur en loge coupe-feu.	1	2
	Explosion d'un transformateur	78	Mélange de vapeur d'hydrocarbure en proportions explosives ET Introduction d'un corps étranger conducteur auto-inflammation	Effets thermiques et de surpression dus à l'explosion Projection de missiles sur les équipements à l'entour Fuite de l'huile dans la rétention prévue	1	4	Contrôle de la température de l'huile diélectrique Contrôle de la pression de l'atmosphère du transformateur Protection incendie spécifique (déluge) Détection incendie, détection gaz de décomposition, soupapes de décompression, transformateur en loge coupe-feu.	1	3
	Epannage d'huile du transformateur	79	Dégénération du transformateur Défaut mécanique	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Contrôle de la température de l'huile diélectrique Contrôle de la pression de l'atmosphère du transformateur Transformateurs sur rétention	1	1
Batteries	Création d'une atmosphère explosive (H2)	80	Dégagement naturel d'hydrogène sur les batteries	Explosion de l'hydrogène et du bâtiment	1	2	Ventilation du local par extraction d'air Batteries étanches	1	1
	Feu d'origine électrique	81	Défaillance électrique Choc électrique Surchauffe exercée par un rayonnement thermique extérieur	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment	2	3	Protection électrique de l'installation Batteries en containers étanches sans entretien en matière plastique résistant aux acides Cuvelage de rétention Extincteurs au CO2 de 8 litres	1	2
	Fuite d'électrolyte	82	Dégénération de la batterie Défaut mécanique Erreur humaine	Epannage d'électrolyte (acide de batterie) - rejet hors spécifications réglementaires	2	2	Batteries en containers étanches sans entretien en matière plastique résistant aux acides Cuvelage de rétention	1	1
Sectionnement / Disjoncteurs / Raccordement au réseau électrique existant	Arc électrique	83	Introduction d'un corps étranger conducteur	Dégénération du raccordement au reste de l'usine	2	3	Permis spéciaux / habilitations électriques Locaux fermés à clés ou grillagés	1	3

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N°d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
Dépotage et stockage gazole	Fuite de gazole	84	Arrachage du flexible de dépotage par départ du camion Surremplissage du camion avec débordement Coup de bélér Usure ou corrosion avec brèche sur une capacité avec inflammation des vapeurs ET Contact avec un point chaud (camion, pompes, travaux à chaud)	Inflammation des vapeurs de gazole au contact d'un point chaud et propagation de l'incendie au reste de l'équipement. Feu de nappe.	4	3	Injection de mousse à la surface du liquide Refroidissement sur des surfaces par de la mousse Aire de dépotage sur rétention isolée Procédure de dépotage Mise à la terre obligatoire	3	3
	Explosion de capacité	85	Brèche sur une capacité avec inflammation des vapeurs	Effets thermiques et de surpression dus à l'explosion Projection de missiles sur les équipements à l'entour	1	5	Refroidissement sur des surfaces par eau et mousse (déluge) Permis feu	1	5
	Feu de cuvette	86	Brèche sur capacité ou sur canalisation ET Contact avec un point chaud (travaux à chaud)	Incendie limité à la cuvette de rétention Radiations thermiques propageant l'incendie aux équipements proches	1	4	Injection de mousse à la surface de la cuvette (lance + déluge) Refroidissement des surfaces par de la mousse	3	3
	Boil-over en couche mince du bac de diesel	87	Incendie dans la cuvette de rétention ET Présence d'eau dans le bac	Débordement de gazole en feu Radiations thermiques propageant l'incendie aux équipements proches	1	5	Cinétique lente du phénomène Injection de mousse à la surface du liquide manuellement Refroidissement des surfaces par de la mousse + eau Intervention des moyens mobiles	2	4
	Pollution du sol	88	Arrachage de canalisation lors de travaux Brèche sur une capacité Mauvaise récupération des eaux souillées	Entrainement de la pollution vers la mer en cas de pluie	1	2	Cuvette de rétention étanche pour le bac et la pomperie Sol dallé autour de l'unité	1	1
	Dépotage du mauvais produit	89	Erreur humaine	Risque de réaction entre les produits mélangés, épandage du mélange dans la cuvette de rétention	1	3	Connexions différentes suivant les incompatibilités de produit sur le site (détrompeurs)	1	2
Alimentation du moteur gazole pour démarrage des unités groupe électrogène	Fuite et inflammation de gazole Incendie	90	Brèche sur une canalisation ou fuite sur bride Erreur de maintenance et ignition au contact d'un point chaud	Incendie limité à la fuite Radiations thermiques propageant l'incendie aux équipements proches	1	4	Surveillance de l'unité par opérateur Protection incendie par sprinklers	1	3
Production de fumée du groupe électrogène	Vitesse d'éjection des fumées trop lentes	91	Fonctionnement du moteur gazole trop lent	Rejet hors spécifications réglementaires	1	2	Cheminée d'évacuation des fumées du groupe électrogène dimensionnée pour	1	1
AIR									
Entrée d'air process dans le process	Entrée d'un nuage combustible et inflammation	92	Défaut détection gaz en entrée d'air	Explosion par retour de flamme Projection de missiles	1	4	Système arrête flamme Détection de gaz combustibles Prise d'air hors zone ATEX	1	3
Compression d'air	Débit insuffisant, mauvaise combustion du charbon	93	Défaut régulation, filtres bouchés, obturation par détection gaz	Impossibilité de piloter les installations	1	3	Air comprimé de secours fourni par l'usine existante Mise en sécurité automatique des installations	1	2
	Incendie sur huiles de lubrification	94	Fuite d'huile et contact avec point chaud	Impossibilité de piloter les installations	1	3	Air comprimé de secours fourni par l'usine existante Mise en sécurité automatique des installations	1	2
CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT									
Refroidissement des turbines	Température de l'huile de graissage très élevée Echauffement dégradation irréversibles du matériel	95	Débit insuffisant par panne de pompes arrivée d'eau ou bouchage du circuit	Dégénération définitive de la turbine Arrêt de l'unité	1	3	Surveillance de la température en entrée et sortie de l'échangeur et de l'huile de graissage Sécurité sur températures hautes Double pompes Double échangeurs	1	2
Refroidissement eau de mer	Arrêt pompe eau de mer	96	Défaut, incendie	Diminution ou arrêt de la production électrique Mise en sécurité des installations	3	2	Redondance des pompes Système de sécurité asservis au fonctionnement des pompes Surveillance des surintensités, pertes de charge. Maintenance et inspections	2	2
Refroidissement de l'alternateur	Echauffement dégradation irréversibles du matériel Court-circuits	97	Débit insuffisant par panne de pompes arrivée d'eau ou bouchage du circuit	Dégénération définitive de l'alternateur Incendie de l'huile de lubrification Arrêt de l'unité	1	3	Surveillance de la température en entrée et sortie de l'échangeur et de l'huile de graissage Surveillance des enroulements statoriques Sécurité sur températures hautes Double pompes Double échangeurs	1	2
DISPOSITIF DE RECUPERATION, DE DRAINAGE ET DE TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES									
Dalles, caniveaux, conduites, séparateurs à hydrocarbures	Incendie (feu de classe B)	98	Incendie à proximité Malveillance Auto-inflammation Foudre Décharge Électrostatique Défaillance électrique	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment	1	3	Interdiction de fumer Dispositifs anti-retour de flamme sur les caniveaux et canalisations Moyens mobiles d'extinction : extincteurs mobiles de 6 et 9 kg à poudre ABC portatifs et extincteurs sur roue de 50 et 100 kg à poudre ABC.	1	2
	Explosion due à l'accumulation de vapeurs d'hydrocarbures dans le séparateur	99	Mélange de combustibles avec l'air en proportions explosives ET Auto-inflammation Foudre Décharge Électrostatique Défaillance électrique	Effets thermiques et de surpression dus à l'explosion Projection de missiles sur les équipements à l'entour	1	4	Interdiction de fumer Dispositifs anti-retour de flamme sur les caniveaux et canalisations Pas d'essence sur site Moyens mobiles d'extinction : extincteurs mobiles de 6 et 9 kg à poudre ABC portatifs et extincteurs sur roue de 50 et 100 kg à poudre ABC.	1	3
COMPARTIMENT AUXILIAIRES									
Bâtiment auxiliaire	Incendie (feu d'origine électrique)	100	Création d'une atmosphère inflammable lors d'une fuite de carburant (Bris du coupleur hydraulique) ET Défaillance électrique, court-circuit Détérioration des roulements	Propagation de l'incendie au reste du bâtiment	1	3	Protection de l'auxiliaire par disjoncteur Contrôle des vibrations lors de la procédure de lancement de la turbine Maintenance : campagne annuelle d'évaluation des phénomènes vibratoires Détection de l'atmosphère explosive par détection de gaz Compartimentage de l'installation : caisson auxiliaire indépendant Protection de l'auxiliaire par système d'extincteurs manuels ou automatiques au CO2 propre au compartiment auxiliaire Commande d'arrêt général au niveau du PC.	1	2
	Epannage de carburant	101	Dégénération du compartiment auxiliaire Défaut mécanique Erreur humaine	Rejet hors spécifications réglementaires	2	2	Compartimentage de l'installation : caisson auxiliaire indépendant	1	1
TRAITEMENT ET REJET DES FUMÉES									
Cendres de foyer 'bottom ash'									
Transfert et stockage cendres ("bottom ash")	Emission de fines à l'atmosphère	102	Erreur humaine Défaut mécanique Arrachage d'une canalisation de transport pneumatique	Intoxication limitée à la zone près des chaudières Empoussièrement de la zone près des chaudières	1	1	Mise à disposition de masques à poussière Nettoyage manuel des zones dallées Possibilité de brumisation des cendres en sortie de silos Stockage des cendres dans casier spécifique	1	1
	Pollution du sol Risque d'intoxication par le fines en cas de fuite	103	Erreur humaine Défaut mécanique Non alignement du camion avec la trémie de chargement	Intoxication limitée à la zone près des chaudières Empoussièrement de la zone près des chaudières	1	1	Mise à disposition de masques à poussière Nettoyage manuel des zones dallées Possibilité de brumisation des cendres en sortie de silos Stockage des cendres dans casier spécifique	1	1

Phase du projet	Risque(s) Evènement redouté(s)	N°d'événement redouté	Cause(s)	Conséquence(s)	Probabilité sans MMR	Gravité sans MMR	Moyens de maîtrise des risques (MMR)	Probabilité avec MMR	Gravité avec MMR
Transport des cendres de foyer sous chaudière et des mâchefers, puis homogénéisation des cendres sous chaudière et des mâchefers avec les scories avant épandage	Pollution du sol Risque d'intoxication par les fines en cas de fuite	104	Erreur humaine Défaut mécanique Non alignement du camion avec la trémie de chargement	Intoxication par des fines limitée à la zone près des silos de stockage Souillure de la zone près des silos de stockage	3	1	Possibilité d'humidification des cendres en sortie de silos Mélange homogène avec les scories Mélange inerte non dangereux stocké en verse.	3	1
Electrofiltres et cendres volantes ("fly ash")									
Dépoussiérage des cendres volantes dans l'électro-filtre	Explosion de poussières de charbon dans l'électrofiltre	105	Défaillance de régulation avec entraînement de poussières de charbon imbrûlées vers l'électrofiltre	Explosion dans l'électro-filtre avec ouverture de l'évent d'explosion, incendie	3	4	Suivi de la perte de charge en entrée de l'électro-filtre et du taux de monoxyde de carbone en sortie de cheminée Event d'explosion Protection incendie par sprinkler	3	3
Traitements des fumées avec récupération des cendres volantes dans l'électrofiltre	Taux de charbon imbrûlé important	106	Dérglage de la combustion	Déchets hors spécifications réglementaires	3	1	Procédures opératoires Analyses des cendres volantes	3	1
Stockage des cendres volantes dans un silo	Pollution du sol Risque d'intoxication par les fines en cas de fuite	107	Erreur humaine Défaut mécanique Non alignement du camion avec la trémie de chargement	Intoxication par des fines limitée à la zone près des silos de stockage Souillure de la zone près des silos de stockage	3	1	Possibilité d'humidification des cendres en sortie de silos Cendres stockées dans casier aménagé	2	1
Zone stockage des cendres volantes	Entrainement pollution	108	Lixiviation non maîtrisée	Pollution milieu récepteur	3	2	Stockages en rétention Couverture alvéole Gestion eaux pluviales Traitement des lixivias	2	1
Rejets par cheminée									
Echappement des fumées par la cheminée	Traitements des fumées hors service, émission de poussières	109	Défault du ventilateur d'extraction Perte de charge importante pour le traitement de fumées Bouchage, colmatage	Dispersion atmosphérique de poussières et pollutions des zones avoisinantes Rejet non conforme	3	1	Mesure continue du débit avec redondance et des paramètres réglementaires, report alarme en salle de commande	3	1
	Vitesse d'éjection des fumées trop lentes	110	Non détection de dysfonctionnement By-passage du traitement de fumées	Vitesse hors spécifications réglementaires	3	1	Ventilateur de tirage Mesure permanente de vitesse en sortie	2	1
Extraction de fumées chaudes inertisées et dépourvues vers réchauffage charbon existant	Emission de poussières	111	Traitements des fumées HS	Empoussièrement des installations suivantes	2	1	Les équipements suivants acceptent un taux de poussières élevé	2	1
Système de dénitrification SCR									
Stockage et préparation Urée	Décomposition par chauffage d'urée en ammoniac	112	Dépot d'urée solide pris dans un incendie extérieur Réservoir de solution d'urée pris dans un incendie extérieur Chauffage excessif d'un échangeur sur l'urée Contact avec produit incompatible par erreur humaine (hypochlorites)	Explosion dans un réservoir d'urée avec ouverture de l'évent d'explosion Intoxication par exposition à l'ammoniac gazeux	1	5	Event d'explosion Dispositif de limitation de température sur équipement de chauffage solution d'urée Dispositif de détection d'ammoniac dans l'air Détection incendie Protection incendie stockage urée Système automatique d'extinction au CO2 Urée non inflammable	1	4
Production ammoniac (hydrolyseur)	Emanation de vapeurs toxiques	113	Fuite d'ammoniac par rupture de l'hydrolyseur ou conduite	Dispersion atmosphérique de vapeur toxique - Rejet hors spécifications réglementaires	2	5	Dispositif de détection d'ammoniac dans l'air Event de surpression hydrolyseur	1	4
Désulfuration par carbonate calcium (FGD)									
Désulfuration par lavage humide à la chaux Mise en solution et stockage du lait de chaux	Pollution du sol / des eaux	114	Arrachage de canalisation lors de travaux Brèche sur une conduite Mauvaise récupération des eaux usées de lavage	Rejet hors spécifications réglementaires	2	1	Détections de débit et pression du produit de sortie du FDG absorber	1	1
Concassage calcaire	Emission de poussières	115	Défaillance régulation unité	Empoussièrement des installations et voisinage	2	2	Procédures Sécurités process sur régulation	1	1
Production de gypse	Emission de poussières	116	Mauvaise manipulation du produit fini Fuite du collecteur de gypse	Empoussièrement des installations suivantes - rejet hors spécifications réglementaires - Intoxication suite à l'exposition aux poussières fines	2	2	Dispositif de ventilation et de récupération des poussières	1	1
Electrochloration									
Bâtiment électrochloration	Emission d'hydrogène dans bâtiment	117	Fuite d'hydrogène dans bâtiment (rupture conduite, défaut d'étanchéité) Défaut ventilation dilution hydrogène dans l'air	Explosion d'hydrogène	2	4	Ventilation du local de sorte à rester sous la valeur limite d'explosivité hydrogène (mécanique et naturelle)	1	3
Locaux administration et salle de contrôle									
Locaux administratifs	Incendie dans locaux administratifs	118	Négligence Feu électrique (bureau) Effets domino par externe	Destruction Risque propagation	2	3	Détection incendie Extincteurs Robinets incendie armés (RIA) Bouches incendie réseau général Paroi coupe-feu vis-à-vis salle de contrôle Eloignement spécifique aux zones de dangers des unités de production	1	3
Salle contrôle	Incendie salle de contrôle	119	Négligence Feu électrique sur réseau électrique en faux plancher Effets domino par externe	Destruction Risque propagation Perte maîtrise unités de production	2	5	Protection et détection incendie spécifique en faux plancher Extincteurs Robinets incendie armés (RIA) Bouches incendie réseau général Paroi coupe-feu vis-à-vis salle de contrôle Eloignement spécifique aux zones de dangers des unités de production Mise en sécurité de l'installation	1	3