

# Installation Classée pour la Protection de l'Environnement « Traitement Des Nitrates »

Dossier de Demande  
d'Autorisation d'Exploiter

Volume 3  
Etude de dangers



AREVA NC - Site de Malvés (11)

## Sommaire

1	OBJET DE L'ETUDE DE DANGERS .....	10
2	DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT .....	15
2.1	Présentation de la zone d'étude.....	15
2.1.1	Topographie locale .....	16
2.1.2	Géologie locale.....	17
2.2	Intérêts à protéger .....	18
2.2.1	Environnement humain .....	18
2.2.2	Réseau hydraulique.....	21
2.2.3	Voies de communication.....	22
2.2.4	Environnement naturel.....	24
2.2.5	Patrimoine culturel et architectural.....	25
3	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE TRAITEMENT DES NITRATES.....	27
3.1	Rôle de l'installation TDN.....	27
3.2	Présentation du procédé envisagé.....	28
3.2.1	Réactions mise en œuvre .....	28
3.2.2	Description du procédé.....	29
3.2.3	Réactifs du procédés de dénitrification.....	37
3.2.4	Produits issus du procédé de dénitrification .....	39
3.2.5	Déchets .....	40
3.2.6	Utilités.....	41
3.3	Description des installations .....	43
3.3.1	Description des bâtiments.....	43
3.3.2	Exploitation de l'unité, disponibilité et interfaces avec les installations existantes .	43
4	ANALYSE DES RISQUES EXTERNES .....	45
4.1	Risques naturels.....	45
4.1.1	Risque de feu de forêt .....	46
4.1.2	Risque d'inondation .....	46
4.1.3	Risque de séisme .....	47
4.1.4	Risque climatique .....	51
4.1.5	Risque lié à la foudre .....	52
4.2	Risque industriel au voisinage .....	53
4.3	Risques liés au Transport de Matières Dangereuses (TMD).....	54

4.3.1	TMD par voie routière .....	54
4.3.2	TMD par voie ferroviaire .....	55
4.4	Réseaux publics proches.....	56
4.4.1	Risque d'accident de la circulation routière.....	56
4.4.2	Gazoduc .....	56
4.4.3	Réseau aérien .....	56
5	IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGER.....	57
5.1	Potentils de danger associés aux substances mises en œuvre .....	57
5.1.1	Dangers associés aux réactifs et utilités .....	57
5.1.2	Dangers associés aux produits.....	61
5.2	Potentils de danger associés aux réactions .....	62
5.3	Potentils de danger associés aux conditions d'exploitation .....	63
5.4	Potentils de danger associés aux déchets .....	64
5.5	Localisation des potentiels de danger .....	65
5.6	Etude des moyens de réduction des potentiels de danger .....	66
5.7	Comparaison de l'installation envisagée avec les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) .....	67
6	ENSEIGNEMENTS TIRES DU RETOUR D'EXPERIENCE (REX) .....	70
7	DISPOSITIONS PRISES VIS-A-VIS DE CERTAINS RISQUES .....	72
7.1	Disposition prises pour limiter le risque de dispersion.....	72
7.2	Dispositions prises pour limiter le risque de perte de confinement des substances mises en œuvre .....	73
7.3	Dispositions prises pour limiter le risque de dissémination de matières radioactives.....	74
7.4	Dispositions prises vis-à-vis du risque d'incendie / explosion.....	74
8	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES .....	76
8.1	Méthodologie .....	76
8.1.1	Echelle de cotation en fréquence.....	78
8.1.2	Echelle de cotation en intensité .....	78
8.1.3	Bilan de l'APR.....	79
8.2	Sélection des évènements redoutés .....	80
9	EVALUATION DE L'INTENSITE DES PHENOMENES DANGEREUX.....	85
9.1	Méthode d'évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux .....	85
9.1.1	Modélisation de la dispersion atmosphérique .....	85
9.1.2	Modélisation de l'explosion de gaz et de l'éclatement de capacités .....	86
9.2	Seuils d'effets de référence .....	89
9.3	Modélisation des effets des différents phénomènes dangereux .....	89

9.3.1	Explosion du réacteur DMR par inflammation de charbon en suspension.....	89
9.3.2	Explosion du réacteur DMR par inflammation d'une poche de gaz d'hydrogène...	89
9.3.3	Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur .....	90
9.3.4	Rejet des gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR) .....	93
9.3.5	Evaporation d'une nappe d'ammoniacque liquide concentrée à 25 % .....	96
9.3.6	Rupture franche d'une ligne d'azote avec risque d'anoxie .....	98
9.3.7	Rupture franche d'une ligne d'oxygène avec risque d'hyperoxie.....	99
9.3.8	Explosion au sein d'un silo de charbon.....	101
9.4	Synthèse des résultats et conclusion.....	104
10	EFFETS DOMINOS .....	114
11	ORGANISATION DE LA SECURITE ET MOYENS D'INTERVENTION .....	115
11.1	Politique de prévention des accidents majeurs et gestion de la sécurité.....	115
11.2	Système de Gestion de la Sécurité.....	116
11.3	Moyens d'intervention .....	117
11.3.1	Organisation de l'alerte.....	117
11.3.2	Organisation des secours .....	117
11.3.3	Moyens internes de lutte contre l'incendie .....	118
11.3.4	Moyens internes de lutte contre le risque chimique.....	118
11.3.5	Moyens externes du CODIS de l'Aude.....	119
12	CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS .....	120
13	ANNEXES.....	121
13.1	Annexe 1 : Evènements retenus pour l'évaluation des enseignements tirés du retour d'expérience .....	121
13.2	Annexe 2 : Seuils d'effets de référence.....	145
13.2.1	Seuils d'effets toxiques réglementaires.....	145
13.2.2	Seuils d'effets de surpression réglementaires.....	149
13.2.3	Seuils d'effets thermiques réglementaires .....	149

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation de l'établissement AREVA NC Malvési et de la zone d'implantation du projet TDN .....	15
Figure 2 : Implantation du projet TDN au sein de l'établissement AREVA NC Malvési .....	16
Figure 3 : Populations au voisinage de la zone d'implantation de l'installation TDN .....	18
Figure 4 : Entreprises au voisinage de la zone d'implantation de l'installation TDN.....	20
Figure 5 : Localisation de l'ERP le plus proche de la zone d'implantation de l'installation TDN.....	21
Figure 6 : Localisation des canaux du Tauran et de Cadariège.....	22
Figure 7 : Principaux axes routier à proximité de la zone d'implantation du projet TDN.....	23
Figure 8 : Zones d'intérêt écologique au voisinage de la zone d'implantation du projet TDN .....	24
Figure 9 : Sites inscrits et sites classés à proximité du projet TDN.....	25
Figure 10 : Patrimoine archéologique recensé à proximité du projet TDN.....	26
Figure 11 : Schéma bloc du procédé envisagé .....	30
Figure 12 : Synthèse du procédé envisagé .....	36
Figure 13 : Cartographie du risque d'inondation au droit de la zone d'étude .....	47
Figure 14 : Zonage sismique de la France .....	49
Figure 15 : Zonage sismique de la région Languedoc-Roussillon .....	50
Figure 16 : Rose des vents à la station de Narbonne-Jonquières – Années 2012, 2013 et 2014 ..	51
Figure 17 : Zone à risque TMD par voie routière.....	54
Figure 18 : Localisation des potentiels de danger .....	65
Figure 19 : Echelle de cotation en intensité.....	78
Figure 20 : Abaques relatifs à la méthode Multi-Energie .....	87
Figure 21 : Cartographie des effets de surpression du scénario de fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur .....	106
Figure 22 : Cartographie des effets thermiques du scénario de fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur .....	107
Figure 23 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rejet de gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR) .....	108
Figure 24 : Cartographie des effets toxiques du scénario d'évaporation d'une nappe d'ammoniaque liquide concentrée à 25 %.....	109
Figure 25 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rupture franche d'une ligne d'azote avec risque d'anoxie .....	110
Figure 26 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rupture franche d'une ligne d'oxygène avec risque d'hyperoxie .....	111
Figure 27 : Cartographie des effets de surpression du scénario d'explosion au sein d'un silo de charbon.....	112

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Exigences réglementaires en fonction du régime ICPE .....	12
Tableau 2 : Listes des rubriques ICPE dont l'installation TDN relève .....	13
Tableau 3 : Présentation du demandeur et du rédacteur de l'étude .....	14
Tableau 4 : Liste des édifices architecturaux classés ou inscrits au titre de la loi sur les monuments historiques autour de la zone de projet TDN .....	26
Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimique des effluents à traiter .....	37
Tableau 6 : Caractéristiques radiologiques du flux d'alimentation du réacteur TDN .....	38
Tableau 7 : Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sur la commune de Narbonne .....	46
Tableau 8 : Potentiels de danger associés aux réactifs.....	61
Tableau 9 : Potentiels de danger associés aux produits.....	61
Tableau 10 : Positionnement de l'installation TDN par rapport aux BREF .....	67
Tableau 11 : Exemple de tableau d'APR.....	77
Tableau 12 : Evènements redoutés sélectionnés à l'issue de l'APR .....	84
Tableau 13 : Terme source retenu pour les calculs de masse inflammable.....	91
Tableau 14 : Masse inflammable .....	91
Tableau 15 : Distances d'effets de surpression générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur – CAS N°1 .....	92
Tableau 16 : Distances d'effets de surpression générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur – CAS N°2 .....	92
Tableau 17 : Distances d'effets thermiques générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur.....	93
Tableau 18 : Distances d'effets thermiques générés par le feu chalumeau .....	93
Tableau 19 : Composition du gaz relâché depuis le DMR, le SGC et le PSF .....	94
Tableau 20 : Hypothèses prises en compte pour les calculs de seuils toxiques du mélange de gaz pour une durée d'exposition de 10 minutes.....	95
Tableau 21 : Valeurs de seuils toxiques définissant la toxicité du mélange de gaz pour une durée d'exposition de 10 minutes.....	95
Tableau 22 : Terme source retenu pour les calculs de distances d'effets toxiques.....	95
Tableau 23 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet de gaz toxiques .....	96
Tableau 24 : Terme source retenu pour les calculs de débit d'évaporation .....	97
Tableau 25 : Débit d'évaporation estimé .....	97

Tableau 26 : Distances d'effets toxiques générées par l'évaporation d'ammoniaque .....	98
Tableau 27 : Terme source retenu pour les calculs de débit de fuite.....	98
Tableau 28 : Débit de fuite .....	99
Tableau 29 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet d'azote .....	99
Tableau 30 : Terme source retenu pour les calculs de débit de fuite.....	100
Tableau 31 : Débit de fuite .....	100
Tableau 32 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet d'oxygène .....	100
Tableau 33 : Formules retenues pour déterminer les distances atteintes par les différents niveaux de surpression en appliquant la méthode Multi-Energie .....	101
Tableau 34 : Distances d'effets de surpression générées par une explosion au sein du silo (déterminées en fonction de la surface d'évent envisagée).....	103
Tableau 35 : Distances d'effets de surpression générées par la ré-inflammation d'un nuage de poussières formé hors du silo après le rejet à travers l'évent (déterminées en fonction de la surface d'évent envisagée).....	103
Tableau 36 : Synthèse des distances d'atteinte des seuils de référence (SEI, SEL et SELS) pour les différents phénomènes dangereux étudiés .....	105
Tableau 37 : Grille d'appréciation des risques du Ministère en charge de l'environnement.....	113
Tableau 38 : Distances des effets dominos potentiels générés par l'installation.....	114
Tableau 39 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le monoxyde de carbone	145
Tableau 40 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le dioxyde de carbone	146
Tableau 41 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'oxygène.....	146
Tableau 42 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'azote .....	147
Tableau 43 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le sulfure d'hydrogène	147
Tableau 44 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le monoxyde d'azote .	148
Tableau 45 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le dioxyde d'azote .....	148
Tableau 46 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'ammoniac.....	148

## Glossaire

ANDRA	Agence Nationale de gestion des Déchets RadioActifs
APR	Analyse Préliminaire des Risques
ARI	Appareil Respiratoire Individuel
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
ATG	Auto-Thermal Gas (Gaz qui sert à l'autorégulation thermique)
AZI	Atlas des Zones Inondables
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles
BMS	Bed Media Separator (séparateur de soutirats du DMR)
BSA	Bed Solids Auger (Vis d'extraction du DMR)
CLIC	Comité Local d'Information et de Concertation sur les risques
CLP	Classification, Labelling, Packaging
CODIS	Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
COV	Composés organiques Volatils
DDAE	Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
DMR	Denitration and Mineralization Reformer (réacteur)
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EDD	Etude De Dangers
ERP	Etablissement Recevant du Public
FDS	Fiche de Données de Sécurité
GRVS	Grand Recipient Vrac Souple
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

INB	Installation Nucléaire de Base
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
HAZOP	HAZard and OPerability study
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité
MMR	Mesure de Maitrise des Risques
PCD	Poste de Commandement Direction
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PHAST	Process Hazard Analysis Software Tool
POI	Plan d'Opération Interne
PPAM	Politique de Prévention des Accidents Majeurs
PPI	Plan Particulier d'Intervention
PPRi	Plan de Prévention du Risque d'inondation
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
PRR	Product Receiver
PSF	Product Separation Filter (filtre à bougies)
REX	Retour d'EXpérience
RIA	Robinet Incendie Armé
RHP	Réseau Hautement Protégé
SAB	Start-up Air Blower
SCR	Selective Catalytic Reactor (réacteur catalytique)
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs

SGC	Spray Gas Cooler (Tour de trempe)
SGS	Système de Gestion de la Sécurité
SPEL	Seuil des Premiers Effets Létaux
TDN	Traitement Des Nitrates
TFA	Très Faible Activité
TMD	Transport de Matières Dangereuses
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research)
TO	Thermal Oxidizer (Oxydeur thermique)
WST	Waste Slurry Tank (Cuve agitée de la suspension d'alimentation)

# 1 Objet de l'étude de dangers

---

L'établissement AREVA NC Malvési a pour activité la transformation des concentrés uranifères en tétrafluorure d'uranium ( $UF_4$ ), première étape de la conversion de l'uranium, opération préalable aux opérations d'enrichissement isotopique.

Le procédé de conversion de l'uranium naturel génère des effluents liquides chargés en nitrates. Ces effluents liquides subissent une étape de décantation naturelle dans des bassins. Les effluents épurés des matières en suspension sont transférés vers des bassins d'évaporation (lagunes) où ils sont concentrés sous l'effet du vent et du soleil.

Afin de traiter ces effluents liquides concentrés en sels, notamment en nitrates (de calcium, d'ammonium, de sodium, ...) et renfermant des traces de radionucléides (notamment le  $^{99}Tc$  et des produits de filiation de l'uranium naturel), AREVA NC a lancé le projet de mise en place d'une installation industrielle de traitement, dénommée TDN (Traitement Des Nitrates).

La présente étude constitue l'étude de dangers relative à cette nouvelle installation.

Elément clé dans la politique de prévention des risques technologiques, l'Etude de Dangers (EDD) a pour objectifs principaux la réduction du risque à la source, l'information de la population, la réalisation des plans de secours et la maîtrise de l'urbanisation si nécessaire. Ces objectifs sont déclinés dans les étapes suivantes :

- l'identification des potentiels de danger,
- la caractérisation et l'évaluation des risques pouvant conduire à un accident majeur (accident dont les effets irréversibles et/ou létaux dépassent les limites de l'établissement où sont implantées les installations),
- la définition des mesures de maîtrise des risques (MMR) permettant la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou la réduction des effets d'un accident éventuel,
- la justification de l'atteinte d'un niveau de risque résiduel aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques ainsi que de la vulnérabilité de son environnement,
- la présentation de l'organisation générale permettant le maintien de la maîtrise des risques ainsi que la détection et la correction des écarts éventuels.

Le contenu d'une EDD est régi par les articles L.512-1 et R.512-9 du Code de l'environnement et par l'arrêté du 29/09/2005 dit « PCIG », complétés par les articles R.515-90 et R.515-98 pour les établissements classés SEVESO.

Pour ces derniers, des précisions sont apportées par l'arrêté ministériel du 26 mai 2014<sup>1</sup> modifié et sa circulaire d'application du 10 mai 2000.

La circulaire du 10 mai 2010 permet de récapituler 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.

---

<sup>1</sup> A remplacé l'arrêté du 10 mai 2000 au 1<sup>er</sup> juin 2015

L'article R.512-9 du Code de l'environnement précise :

« I. — *L'étude de dangers mentionnée à l'article R.512-6 justifie que le projet permet 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.*

*Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés aux articles L.211-1 et L.511-1.*

II. — *Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le demandeur dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le demandeur doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.*

*L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité, la cinétique et les zones d'effets des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie des zones de risques significatifs.*

*Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement des études de dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L.512-5.*

*Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris sur le fondement de l'article L.512-5, le contenu de l'étude de dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur. »*

En dehors du code de l'environnement, les principaux textes de loi parus au journal officiel sur lesquels s'appuie la construction d'une EDD sont les suivants :

- **Arrêté ministériel du 26 mai 2014** : relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre 1er du livre V du code de l'environnement;
- **Arrêté Ministériel dit « PCIG » 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 des dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- **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 30/07/03 ;
- **Arrêté du 04 octobre 2010 modifié** : relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. Cet arrêté reprend notamment les arrêtés du 24/01/11 (fixant les règles parasismiques applicables à certaines installations classées) et du 19/07/11 (relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation).

En fonction du régime d'autorisation de l'installation, les exigences en termes de démonstration de maîtrise des risques diffèrent. Ainsi, le principe de proportionnalité appliqué à l'EDD permet d'ajuster le degré d'analyse en fonction de la complexité, de l'environnement et du niveau de risque attendu.

Le tableau suivant présente les principales exigences réglementaires en fonction du régime d'autorisation auquel est soumise l'installation.

Régime ICPE	Exigences réglementaires	
Autorisation « simple » (A)	Cotation des phénomènes dangereux en P, I, C, G Cartographie des zones d'effets	-
Autorisation - Classement Seveso Seuil Bas (SB)	Cotation des phénomènes dangereux en P, I, C, G Cartographie des zones d'effets Positionnement dans la grille d'appréciation des risques des phénomènes dangereux (couple P/G)	Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM)
Classement Seveso Seuil Haut (SH)		Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM) Système de Gestion de la Sécurité (SGS) Plan d'Opération Interne (POI) Réexamen de l'EDD au moins tous les 5 ans
P = probabilité, I = intensité, C = cinétique, G = gravité		

**Tableau 1 : Exigences réglementaires en fonction du régime ICPE**

L'établissement de Malvésé exploité par AREVA NC est soumis au régime SEVESO seuil haut au titre de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement vis-à-vis de la rubrique 4110 du fait de l'emploi d'acide fluorhydrique.

L'établissement comporte également une Installation Nucléaire de Base (INB ECRIN), dont le périmètre se limite à deux anciens bassins de décantation d'effluents (bassins B1 et B2).

De par ses activités, l'installation TDN sera soumise à la réglementation ICPE, pour les rubriques présentées dans le tableau suivant.

**Compte tenu de la nature et du volume des activités réalisées, l'installation TDN ne relève pas des Seuils SEVESO (seuils Bas ou Haut).**

Numéro de rubrique	Libellé de la rubrique	Capacité de l'installation et volume autorisé	A, E, D, NC	Rayon d'affichage (km)
2797	<p><b>Déchets radioactifs (gestion des)</b> mis en œuvre dans un établissement industriel ou commercial, hors accélérateurs de particules, secteur médical et activités de traitement des sites pollués par des substances radioactives, dès lors que leur quantité susceptible d'être présente est supérieure à 10 m<sup>3</sup> et que les conditions d'exemption mentionnées au 1° du I de l'article R.1333-18 du code de la santé publique ne sont pas remplies.</p> <p>Les termes « déchets radioactifs » et « gestion des déchets radioactifs » s'entendent au sens de l'article 3 de la directive 2011/70/EURATOM du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs.</p>	Procédé TDN et entreposage des résidus cimentés associés (environ 1800 m <sup>3</sup> )	A	2
4725	<p><b>Oxygène</b> (n°CAS : 7782-44-7)</p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p><b>3- Supérieure ou égale à 2 t, mais inférieure à 200 t</b></p> <p><i>Quantité seuil bas (R.511-10) : 200 t / Quantité seuil haut (R.511-10) : 2000 t</i></p>	Stockage de 2 x 50m <sup>3</sup> d'oxygène (115 t)	D	/
4801-2	<p><b>Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses.</b></p> <p>La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :</p> <p><b>2- Supérieure ou égale à 50 t mais inférieure à 500 t</b></p>	Stockage de charbon fossile et de charbon de bois (300 t max)	D	/

A (Autorisation) ou E (Enregistrement) ou D (Déclaration), C (soumis au contrôle périodique prévu par l'article L.512-11 du code de l'environnement) ou NC (Non Classé)

**Tableau 2 : Listes des rubriques ICPE dont l'installation TDN relève**

Après la présente introduction, ce rapport est organisé comme suit :

- le chapitre 2 présente une description de la zone d'étude et de son environnement et notamment les intérêts à protéger au voisinage ;
- le chapitre 3 présente la description de l'installation envisagée ;
- le chapitre 4 est consacré à l'analyse des risques externes ;
- le chapitre 5 présente l'identification et la caractérisation des potentiels de danger ;
- le chapitre 6 est consacré à l'analyse des enseignements tirés du retour d'expérience ;

- le chapitre 7 traite des dispositions au niveau de l'installation prises vis-à-vis de certains risques (dispersion de produits dangereux, risque incendie, risque explosion, risque radiologique) ;
- le chapitre 8 présente l'Analyse Préliminaire des Risques de l'installation ;
- le chapitre 9 est consacré à l'évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux ;
- le chapitre 10 traite des effets dominos ;
- le chapitre 11 décrit l'organisation de la sécurité du site ainsi que les moyens d'intervention ;
- le chapitre 12 présente une conclusion de l'étude ;
- s'en suivent les annexes du rapport.

Il est à noter que le résumé non technique de cette étude fait l'objet du Chapitre 0, distinct du présent rapport.

Le tableau suivant présente les noms et qualité du demandeur et du rédacteur de cette étude.

Nom et qualité du demandeur	AREVA NC Tour AREVA 1, place Jean Millier 92400 Courbevoie  AREVA NC Malvés Directeur d'établissement Eric Delaunay BP 222 11102 Narbonne
Nom et qualité du rédacteur de l'étude	AREVA NP SAS Engineering & Projects RN580 ZA de l'Euze 30200 Bagnols-sur-Cèze

**Tableau 3 : Présentation du demandeur et du rédacteur de l'étude**

## 2 Description de la zone d'étude et de son environnement

Les paragraphes suivants présentent les éléments descriptifs de l'environnement au voisinage des installations étudiées.

### 2.1 Présentation de la zone d'étude

Comme mentionné précédemment, le site d'implantation des installations du projet TDN est localisé au sein de l'établissement AREVA NC Malvési.

D'une superficie d'environ 100 hectares, l'établissement AREVA NC Malvési est implanté dans la partie orientale de l'Aude, sur la commune de Narbonne, depuis 1959. Il est situé à 2,5 km au sud-est du village de Moussan, à 3 km environ au nord de la ville de Narbonne et à 17 km de la mer Méditerranée, au sein d'une petite zone industrielle au lieu-dit "Malvezy".

La localisation du site d'implantation du projet TDN et de l'établissement AREVA NC Malvési est présentée sur la figure suivante.

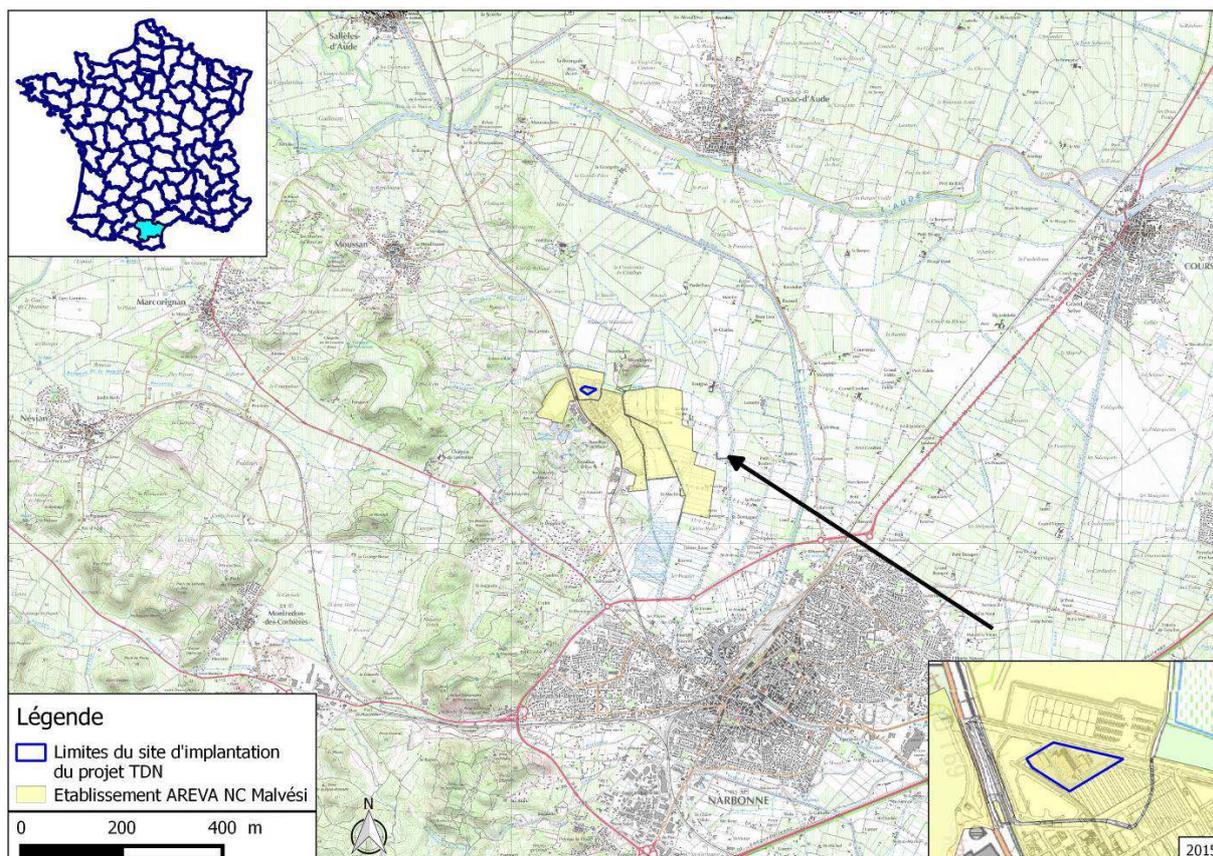


Figure 1 : Localisation de l'établissement AREVA NC Malvési et de la zone d'implantation du projet TDN

Autour de l'établissement AREVA NC Malvési se trouvent principalement une zone agricole et la plaine de la Livière, un espace marécageux.

Les installations de traitement du projet TDN seront implantées dans la partie Nord-Ouest de l'établissement dans une zone utilisée actuellement pour l'entreposage de concentrés uranifères en fûts, comme l'illustre la figure suivante.

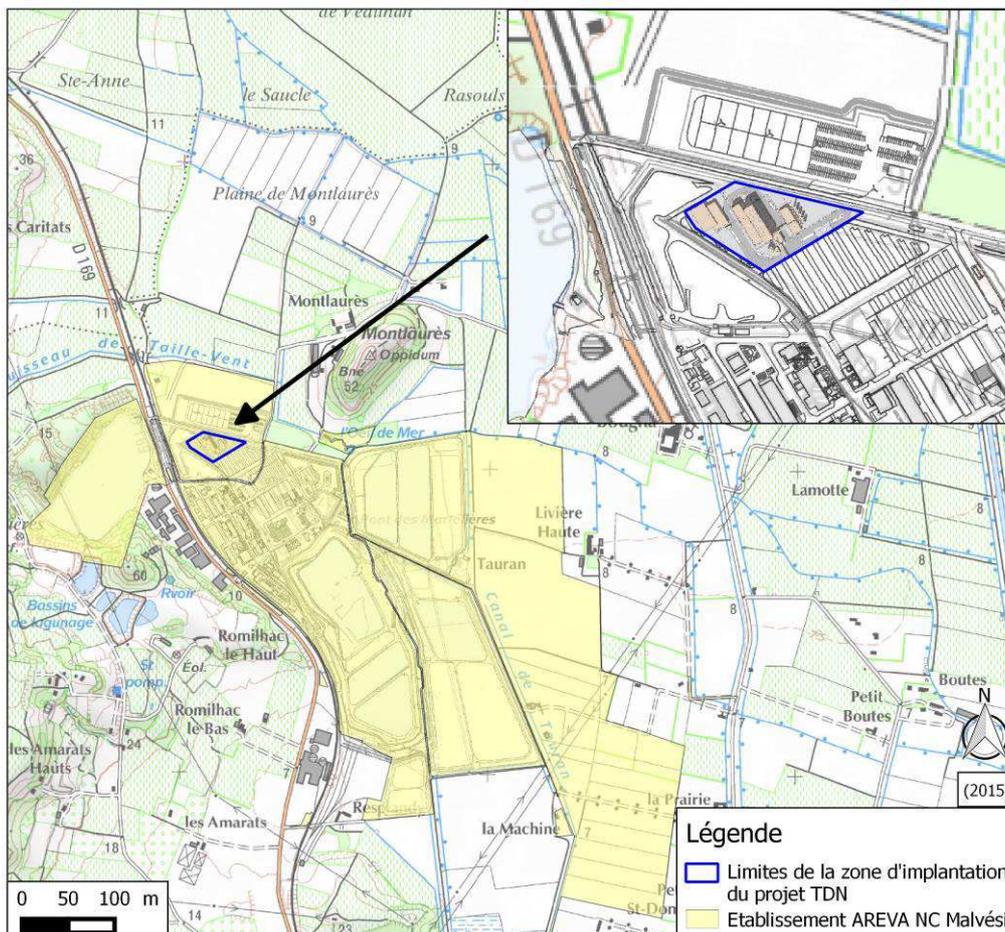


Figure 2 : Implantation du projet TDN au sein de l'établissement AREVA NC Malvési

### 2.1.1 Topographie locale

L'établissement AREVA NC Malvési s'étend dans la plaine alluviale de l'Aude entre :

- au nord, les contreforts de la Montagne Noire et du Massif de Montlaurès ;
- au sud, les massifs de la Clape (sud-est) et de Mouthoumet (sud-ouest) ainsi que par l'ensemble des Corbières ;
- à l'est, l'ensemble géomorphologique de la plaine de la Livière au sein de laquelle de nombreuses cultures de plantes annuelles et de vignes sont présentes ;
- à l'ouest, les collines de Moussan et de la Narbonnaise.

La zone humide de la Livière est située au sud du site de Malvési, elle ne présente aucun relief remarquable jusqu'à la rocade qui contourne la bordure nord de Narbonne.

### 2.1.2 Géologie locale

Hormis le faible recouvrement constitué localement soit par les colluvions, soit par les sédiments holocènes, les terrains oligocènes constituent le substratum du site industriel.

Ainsi, au niveau du site de Malvési, on retrouve depuis la surface :

- les alluvions quaternaires qui sont principalement de nature argileuse (argile plastiques rougeâtres et jaunâtres). Ils présentent une puissance d'environ 10 m au droit du site ;
- la formation oligocène présente des variations latérales de faciès dans la zone d'étude :
  - au nord-ouest de la faille majeure affectant le site, la série grise qui comprend des argiles sableuses, des dolomies litées, des niveaux de gypse et des argiles supérieures. La puissance totale atteint probablement 250 m et paraît augmenter d'est en ouest ;
  - au sud-est de la faille, la série rouge constituée essentiellement de marnes rouges dont la puissance avoisine les 75 m. Cette série rouge repose sur la série grise.

La formation oligocène repose directement sur le jurassique constitué de calcaires gris massifs.

En 2015, ARCADIS a réalisé une étude au niveau de la zone d'implantation de la future installation TDN intitulée « Caractérisation chimique et radiologique de la zone TDN ».

Lors de la réalisation des sondages (21 au total) sur la zone d'implantation du projet TDN, la géologie suivante a été mise en évidence :

- présence d'une couche de forme d'environ 60 cm ;
- présence de limons plus ou moins argileux par endroit (environ 50 cm) ;
- argiles de 1 à 3 m de profondeur, avec des passages plus ou moins sableux de quelques dizaines de centimètres.

La nappe a été rencontrée à environ 2,50 m par rapport au terrain naturel.

La zone se situe sur des dépôts alluvionnaires oligocènes.

## 2.2 Intérêts à protéger

Les paragraphes suivants présentent une description du voisinage des installations orientée sur les enjeux présents, c'est-à-dire les intérêts visés à l'article L.511-1 du Code de l'environnement. Il s'agit des populations et des zones environnementales d'intérêt écologique.

### 2.2.1 Environnement humain

#### 2.2.1.1 Populations au voisinage

Comme mentionné précédemment, les agglomérations les plus proches des installations AREVA NC Malvézi sont :

- la ville de Narbonne au sud, qui compte 53 469 habitants (population totale - recensement 2012) sur une superficie de 172,96 km<sup>2</sup> ;
- et le village de Moussan au nord, qui compte 1 863 habitants (population totale - recensement 2012) sur une superficie de 14,88 km<sup>2</sup>.

Il est rappelé que l'établissement AREVA NC sur lequel seront implantées les installations du projet TDN est plutôt situé en zone rurale.

Le voisinage de proximité est ainsi caractérisé par des habitations ou lots d'habitations isolés.

La figure suivante présente les habitations et groupes d'habitations au voisinage des installations.

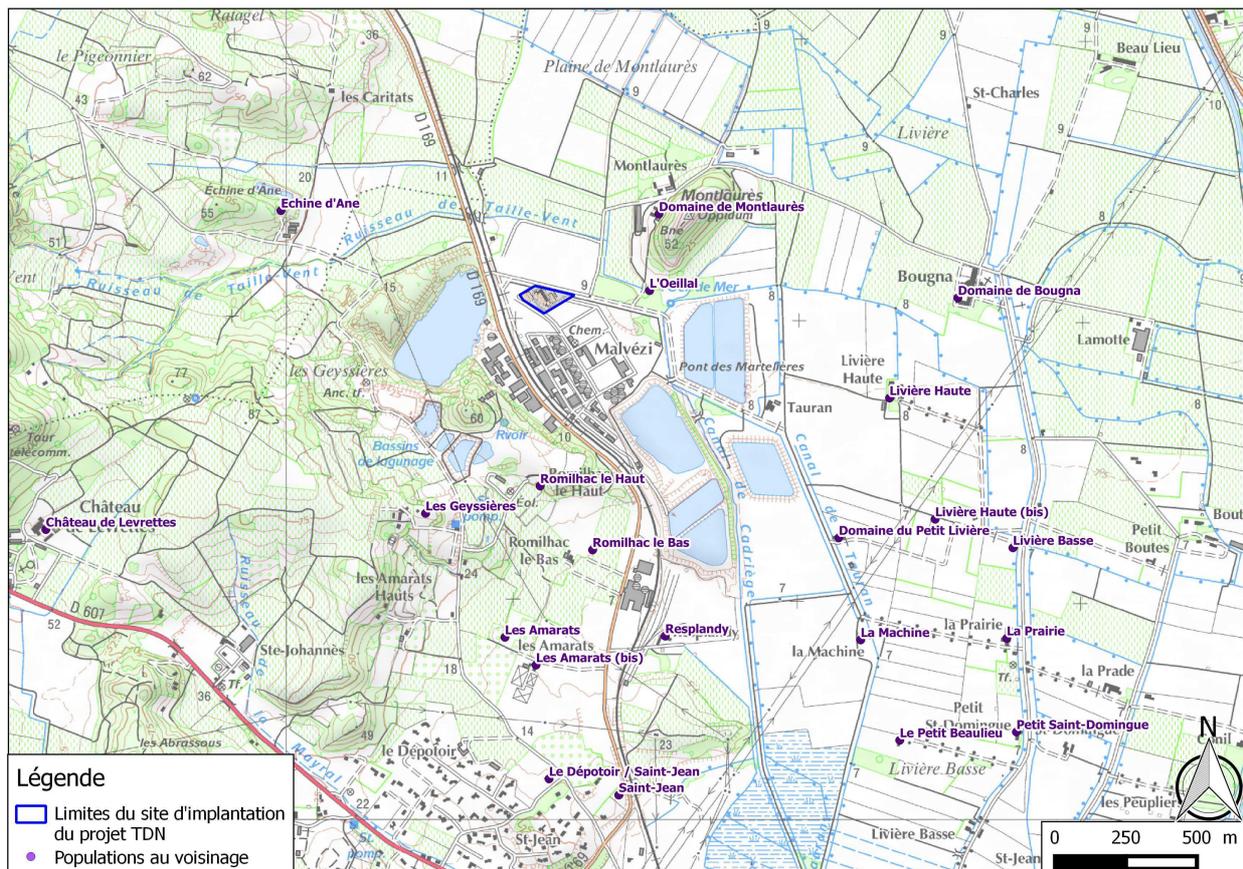


Figure 3 : Populations au voisinage de la zone d'implantation de l'installation TDN

Les habitations / groupes d'habitation les plus proches de la zone d'implantation de l'installation TDN sont les suivantes :

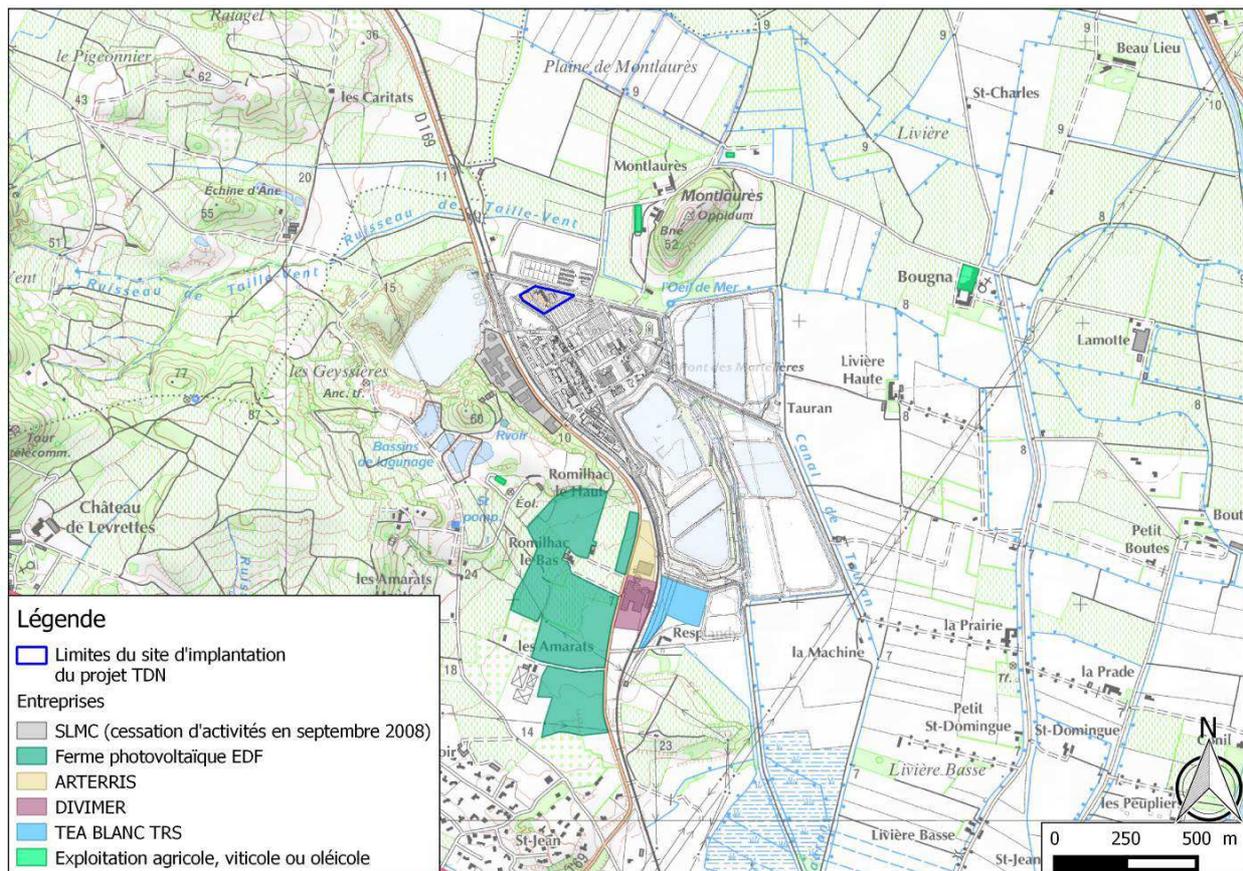
- L'Oeillal (à environ 250 m à l'est),
- Domaine de Montlaurès (à environ 500 m au nord-est),
- Romillac-Le-Haut (à environ 610 m au sud),
- Echine d'Ane (à environ 880 m à l'ouest).

### 2.2.1.2 Entreprises au voisinage

Les entreprises à proximité de la zone d'implantation de l'installation TDN sont les suivantes :

- la société SLMC (Société Languedocienne soufre et Micron Couleur), située à environ 150 m au sud, dont les activités (fabrication de pigments, au droit d'une ancienne mine de soufre) ont cessé définitivement en septembre 2008. Ce site est actuellement en cours de réhabilitation,
- 3 exploitations viticoles, situées à environ 300 m au nord-est, 600 m au sud et 1,3 km à l'est,
- la centrale photovoltaïque EDF, située à environ 630 m au sud et s'étalant sur 23 hectares, cette « ferme solaire au sol » compte 96 000 panneaux solaires pour une puissance installée de 7MWc (Méga Watt-crête),
- une exploitation agricole située à environ 700 m au nord-est,
- la coopérative agricole ARTERRIS, située à environ 800 m au sud,
- la société de conditionnement de vin DIVIMER (Diffusion des VIns Méditerranéens), située à environ 970 m au sud (joutant la coopérative agricole),
- une zone de parking de la société de transport TEA BLANC TRS (dont CAMIDI), filiale du Groupe Charles André, située à environ 1 km au sud.

La localisation de ces entreprises est présentée sur la figure suivante.



**Figure 4 : Entreprises au voisinage de la zone d'implantation de l'installation TDN**

### 2.2.1.3 Etablissements Recevant du Public

Il n'y a aucun établissement recevant du public (ERP) à proximité immédiate du site.

L'établissement le plus proche est un centre appartenant à l'aide pour adultes et jeunes handicapés de l'Aude, localisé à environ 1 500 m au sud-ouest, au lieu-dit « Sainte Johannès ».

La figure suivante présente la localisation de cet ERP.

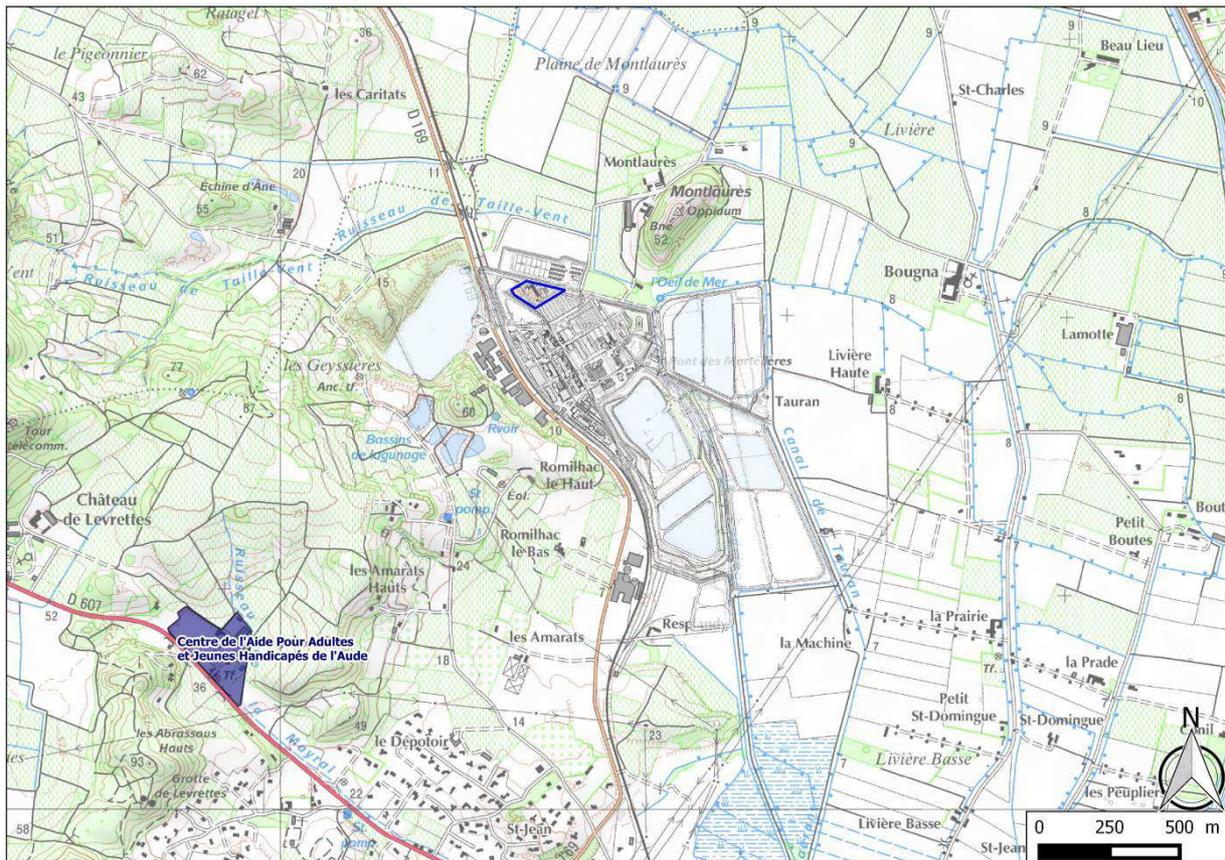


Figure 5 : Localisation de l'ERP le plus proche de la zone d'implantation de l'installation TDN

Sur la base des données disponibles, aucun point de rassemblement régulier ou occasionnel (terrains de sport ou espaces de loisirs) n'a été recensé dans un rayon d'un kilomètre autour de la zone d'implantation de l'installation TDN.

### 2.2.2 Réseau hydraulique

A proximité du site, le réseau hydrographique naturel se limite au cours de l'Aude, située à environ 3,5 km au nord.

Sur la zone industrielle de Malveysi, deux canaux ont été conçus, le canal de Tauran et le canal de Cadariège, alimentés par une résurgence : la source de l'Oeillal. Depuis le 10 mai 2000, l'eau provenant de l'Oeillal est déviée vers le canal de Tauran qui sert de point de rejet des effluents liquides des installations AREVA NC. Le canal de Tauran est relié, par l'intermédiaire du canal de la Robine, à l'étang de Bages-Sigean, parc naturel régional.

Le canal de la Robine est, lui, situé à environ 2,5 km à l'est du site.

L'extrait IGN suivant permet de localiser les canaux du Tauran et de Cadariège à proximité de la zone d'implantation de l'installation TDN.

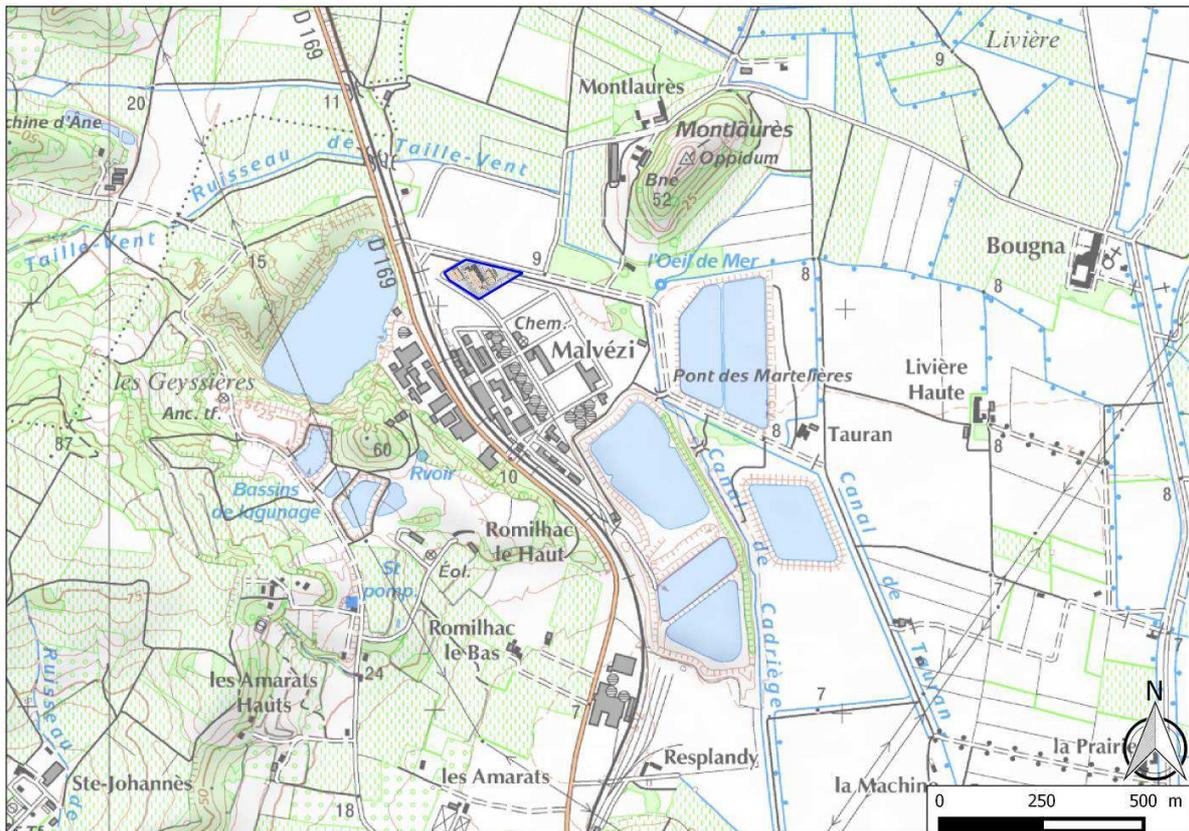


Figure 6 : Localisation des canaux du Tauran et de Cadariège

## 2.2.3 Voies de communication

### 2.2.3.1 Réseau routier

L'établissement AREVA NC Malvézi est bordé à l'ouest par la route départementale RD169, reliant Narbonne à Moussan.

Plusieurs autres réseaux routiers sont situés à proximité :

- la route départementale RD607, reliant Narbonne à Marcorignan, à 1,5 km au sud-ouest,
- la route départementale RD13, reliant Narbonne à Cuxac-d'Aude, à 2,5 km à l'ouest,
- la route départementale RD6009 puis RD6113 (ancienne route nationale RN9 puis RN113), passant par Narbonne et reliant Montpellier à Toulouse, à 3,5 km au sud-est et à 4 km au sud-ouest,
- l'autoroute A9 "la Languedocienne", reliant Montpellier à l'Espagne, à environ 5,5 km au sud-est.

La figure suivante présente les principaux axes routiers à proximité de la zone d'implantation du projet TDN.

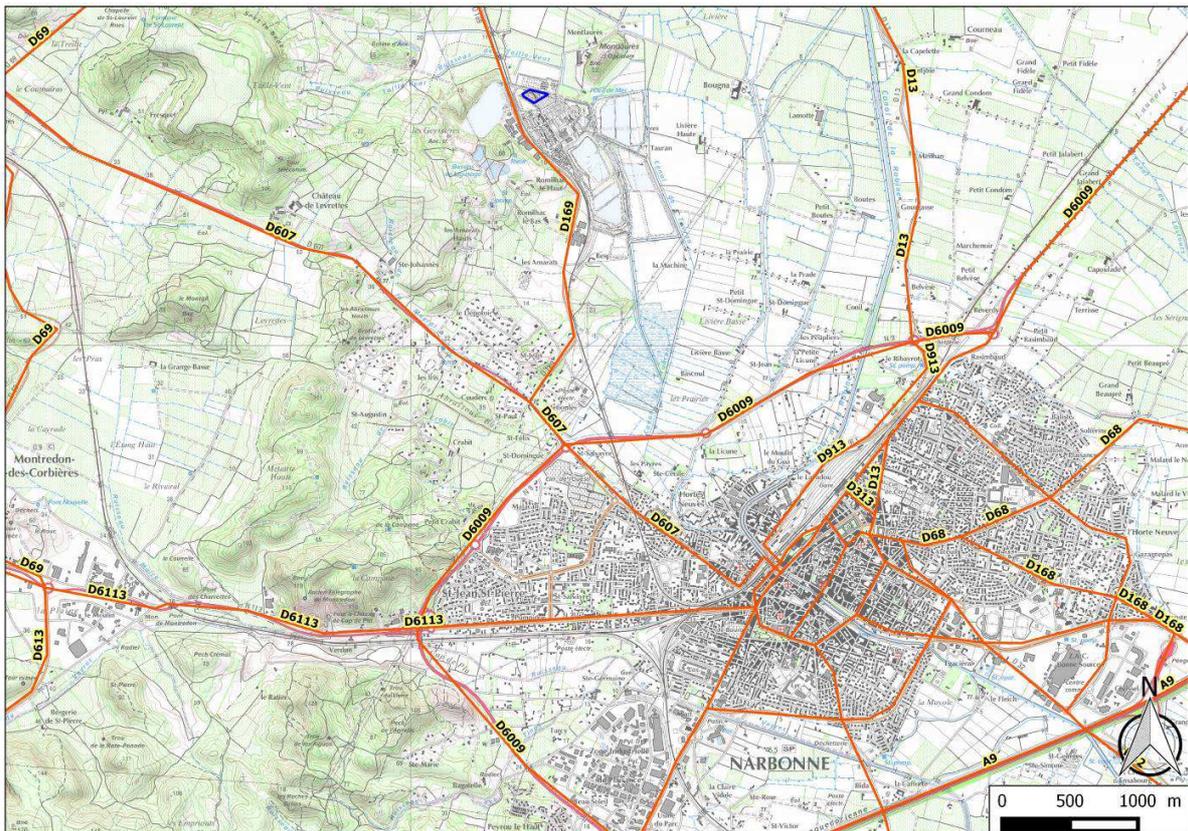


Figure 7 : Principaux axes routier à proximité de la zone d’implantation du projet TDN

D’après les informations provenant du conseil général de l’Aude (comptage routier de 2007), 2 661 véhicules (dont 6,3 % de poids-lourds) circulent par jour sur la route départementale RD169, desservant le site AREVA NC Malvés, entre Narbonne et Moussan dans les deux sens confondus.

Un comptage routier a également été effectué en 2005 entre Narbonne et Marcorignan, sur la route départementale RD607 à la sortie de Narbonne, indiquant que 10 301 véhicules circulent par jour dans les deux sens confondus, dont 3,3 % de poids lourds.

### 2.2.3.2 Réseau ferroviaire

Une voie ferrée, reliant la gare SNCF de Narbonne à la commune de Bize (environ 20 km), passe en bordure du site d’AREVA NC Malvés. Elle est utilisée :

- par l’établissement AREVA NC Malvés pour le transport de ses produits dangereux,
- deux à trois fois par semaine par la société « Toulousaine des farines » pour le transport de céréales,
- environ vingt-cinq fois par an dans le cadre de travaux.

La voie ferrée reliant Montpellier à Toulouse et traversant Narbonne est située à environ 3 km au sud-est et à 3,5 km à l’ouest de la zone d’implantation du projet TDN.

### 2.2.3.3 Réseau aérien

La zone d'implantation du projet TDN est éloignée des aéroports ou aérodromes :

- l'aérodrome le plus proche est situé à environ 6 km au sud-est,
- l'aéroport le plus proche est celui de Béziers-Vias, situé à environ 50 km au nord-est de Narbonne.

Selon une étude faite par la DGAC en mars 2006, le site AREVA NC Malvési n'est pas concerné par les zones frappées de servitudes aéronautiques de dégagement des aérodromes et de servitudes radioélectriques.

### 2.2.4 Environnement naturel

La figure suivante présente les zones d'intérêt écologique dans un rayon de 5 km. Il est à noter qu'aucune de ces zones n'a été recensée à proximité immédiate de la zone d'implantation du projet TDN.

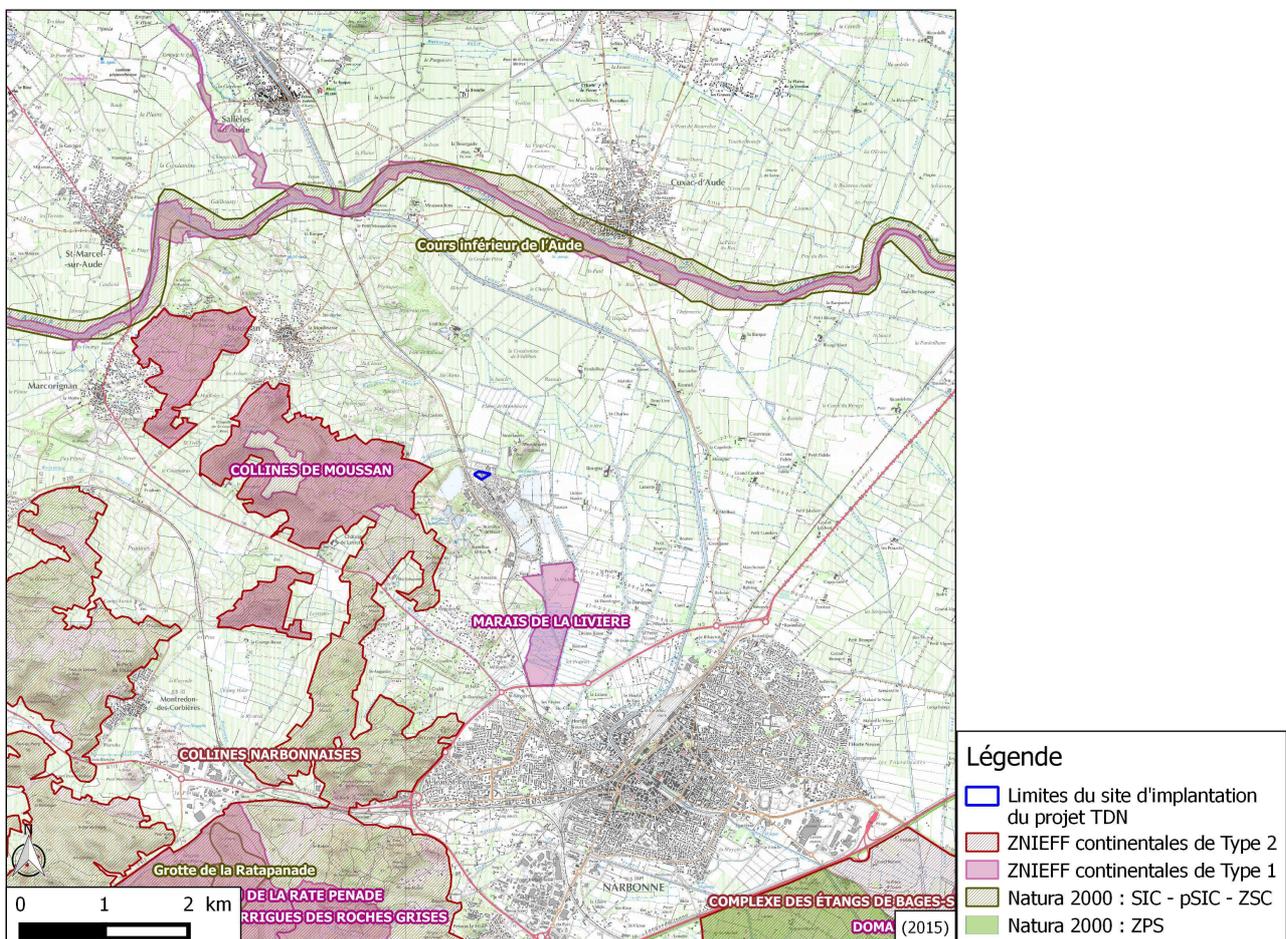
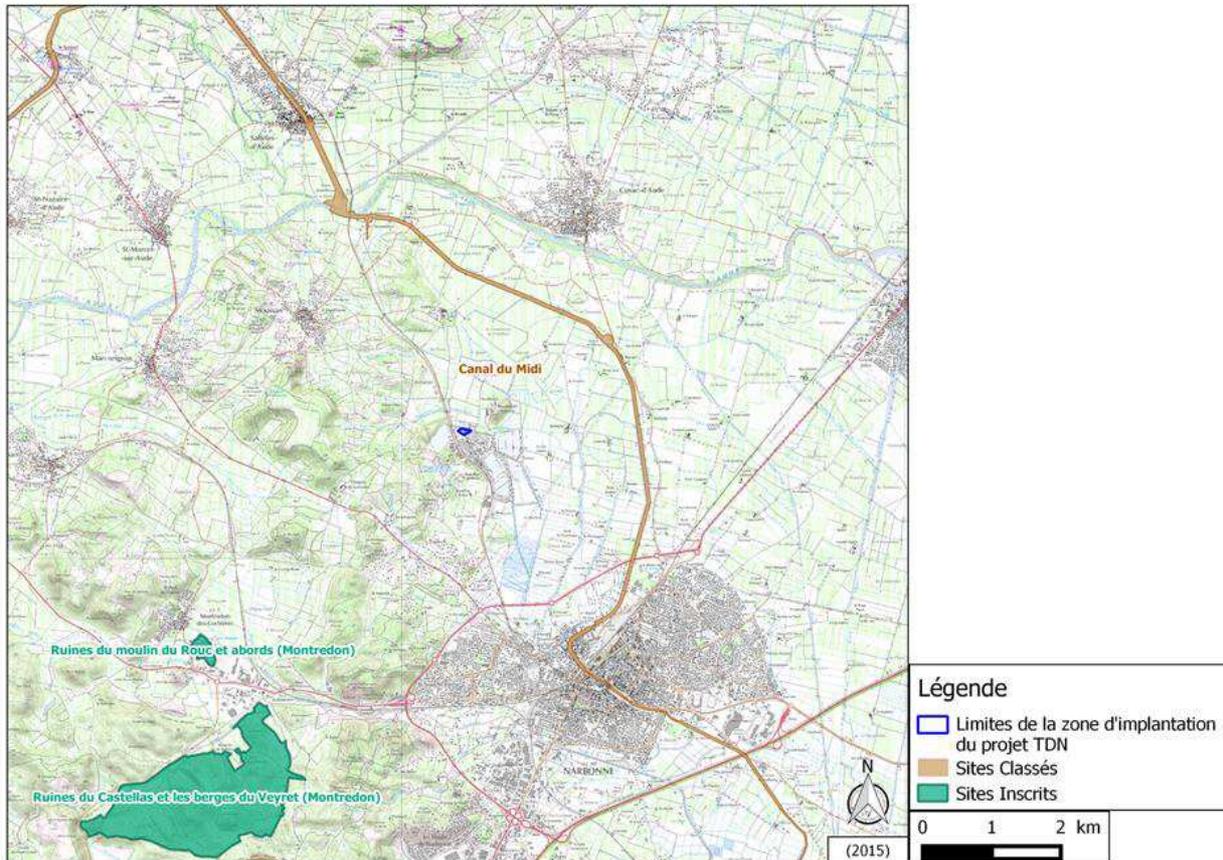


Figure 8 : Zones d'intérêt écologique au voisinage de la zone d'implantation du projet TDN

## 2.2.5 Patrimoine culturel et architectural

### 2.2.5.1 Sites inscrits et sites classés au titre du paysage

Dans l'environnement proche de la zone d'implantation du projet TDN, un site classé et deux sites inscrits ont été identifiés comme l'indique la carte ci-après.



**Figure 9 : Sites inscrits et sites classés à proximité du projet TDN**

Il est à noter que le Canal du Midi, long de 240 km de voies navigables, est classé au patrimoine mondial de l'Humanité (UNESCO). Le Canal de la Robine, qui prolonge le Canal du Midi en reliant Narbonne à la Méditerranée, est également classé au patrimoine mondial de l'Humanité (UNESCO).

### 2.2.5.2 Patrimoine architectural

La base Architecture-Mérimée recense le patrimoine monumental français (architecture religieuse, domestique, agricole, scolaire, militaire et industrielle).

Classée « ville d'art et d'histoire », la ville de Narbonne compte 63 monuments historiques inventoriés dont la plupart sont situés en centre-ville ou à proximité, soit à environ 5 km de la zone d'implantation du projet TDN.

L'inventaire des sites inscrits ou classés au titre de la loi sur les monuments historiques des communes situées autour de la zone d'implantation du projet TDN (hors Narbonne) est présenté dans le tableau suivant.

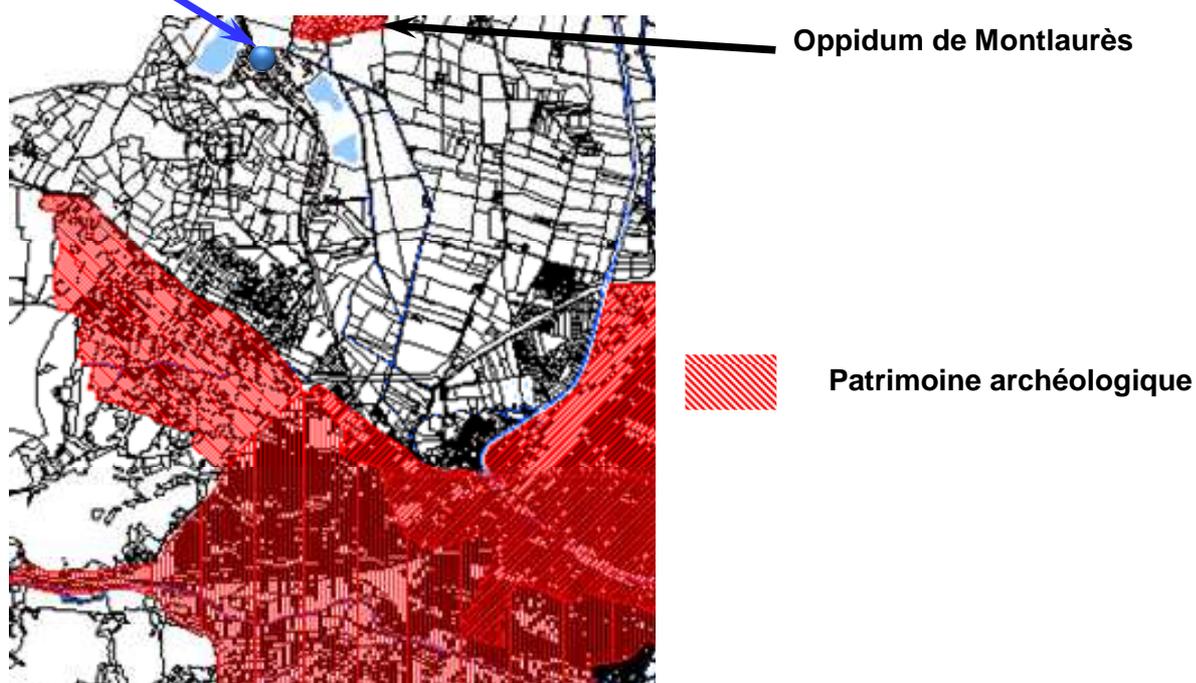
Commune	Edifice	Distance par rapport au projet TDN	Date d'inscription
Moussan	Chapelle Saint-Laurent	3 km	27 décembre 1966
Cuxac-d'Aude	Eglise Saint-Martin	3,5 km	21 mars 1983
Sallèles-d'Aude	Château	5 km	19 mai 2003
Sallèles-d'Aude	Canal du Midi	5 km	14 octobre 1996
Coursan	Eglise paroissiale Notre-Dame de la Rominguère	5 km	13 avril 1948

**Tableau 4 : Liste des édifices architecturaux classés ou inscrits au titre de la loi sur les monuments historiques autour de la zone de projet TDN**

### 2.2.5.3 Patrimoine archéologique

Les zones de fouilles archéologiques recensées autour de la zone d'implantation du projet TDN, sont représentées sur la figure suivante.

Zone du projet TDN



**Figure 10 : Patrimoine archéologique recensé à proximité du projet TDN**

Le site archéologique le plus proche de la zone d'implantation du projet TDN (localisation à moins de 500 m) est « l'oppidum de Montlaurès », classé monument historique en tant que site archéologique depuis le 16 février 1937.

## 3 Description de l'installation de traitement des nitrates

---

### 3.1 Rôle de l'installation TDN

Le procédé de conversion de l'uranium d'AREVA NC Malvésí génère, depuis son démarrage, des effluents liquides chargés en nitrates. Ces derniers sont actuellement entreposés dans des bassins d'évaporation (lagunes) de manière à augmenter leurs teneurs en nitrates par évaporation naturelle de l'eau.

La vocation de l'installation TDN projetée est le traitement de ces effluents liquides par un procédé de dénitrification thermique et chimique. Ce traitement permettra, à partir des effluents traités, l'obtention d'un déchet ultime (colis cimentés de résidus).

Les effluents à traiter sont des effluents aqueux concentrés en sels, essentiellement en nitrates (nitrate de calcium, d'ammonium, de sodium,...), et renfermant des traces de radionucléides (notamment le  $^{99}\text{Tc}$  et des produits de filiation de la famille de l'uranium naturel).

Les résidus pulvérulents, produits de la réaction thermique, seront solidifiés sous forme de ciment en fin de procédé et entreposés sur site.

La réaction thermique a pour but supplémentaire de piéger les radioéléments au sein de la matrice minérale composant les résidus. A terme, les colis sont envoyés vers une filière autorisée.

L'unité de Traitement Des Nitrates (TDN) permettra le traitement des effluents à hauteur d'un flux annuel de 9 000 tonnes de nitrates.

## 3.2 Présentation du procédé envisagé

Le procédé retenu est le procédé de décomposition thermique en lit fluidisé ou procédé THOR, développé par STUDSVIK Inc.

Il consiste en un traitement thermique et chimique de l'effluent en milieu réducteur, qui permet de détruire les nitrates (transformation en azote moléculaire), de vaporiser l'eau contenue et de fixer les métaux et les traces de radionucléides dans une matrice minérale. Le résidu pulvérulent obtenu présente les caractéristiques d'un liant hydraulique de telle sorte que, mélangé à de l'eau, il fait prise, ce qui permet d'obtenir un colis solidifié constituant le résidu ultime de cette installation.

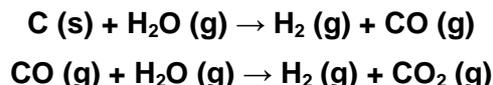
Les effluents gazeux issus du procédé de traitement thermique, après filtration et traitement complémentaire (oxydation des imbrûlés puis destruction des NOx résiduels), sont rejetés à la cheminée de l'installation.

La mise en œuvre de ce procédé pour la destruction des nitrates de Malvési a fait l'objet d'un pilote sur solution synthétique aux Etats-Unis en 2009 puis en 2012.

### 3.2.1 Réactions mise en œuvre

La réaction envisagée est la réduction des nitrates.

Pour ce faire, une atmosphère réductrice est formée au sein du réacteur par réaction de vapeur d'eau surchauffée sur du charbon fossile (réaction endothermique). Le charbon est oxydé en monoxyde de carbone qui est lui-même oxydé en dioxyde de carbone par la vapeur d'eau avec production d'hydrogène :



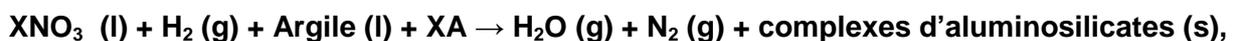
Le maintien en température est assuré par l'injection d'air enrichi en oxygène qui réagit également avec le charbon (réaction exothermique).

Les gaz réducteurs H<sub>2</sub> et CO ainsi formés permettent la réduction des nitrates (principalement l'hydrogène) en présence d'argile et la production d'azote, de vapeur d'eau et d'aluminosilicates :



**Avec X pouvant correspondre au sodium, au calcium, au potassium ou à l'ammonium.**

D'autres réactions peuvent se produire avec les sulfates et les chlorures contenus dans la suspension d'alimentation en présence d'argile et de métaux alcalins :



**Avec A pouvant correspondre à des ions chlorures ou sulfates.**

Les ions calcium contenus dans la suspension d'alimentation vont également réagir avec la silice contenue dans l'argile au sein du milieu réducteur pour former une matrice minérale :



Les réactions qui se produisent dans le réacteur sont endothermiques. Ainsi, de l'oxygène doit être injecté pour réagir avec le carbone du charbon, les matières organiques du charbon fossile, l'hydrogène et le monoxyde de carbone afin de fournir de l'énergie et maintenir la température du réacteur.

Ces réactions permettent au processus d'être autorégulé thermiquement.

Des recherches effectuées par Studsvik montrent que le  $^{99}\text{Tc}$ , radionucléide majoritaire dans la suspension d'alimentation, est efficacement capté par les minéraux inertes de ces réactions : les résidus.

Le milieu réducteur ainsi créé pour la réaction permet de détruire les nitrates et de piéger les radionucléides éventuellement présents.

### 3.2.2 Description du procédé

Le procédé envisagé est schématisé dans la figure suivante.

Les fonctions présentées dans ce schéma sont détaillées dans les paragraphes qui suivent.

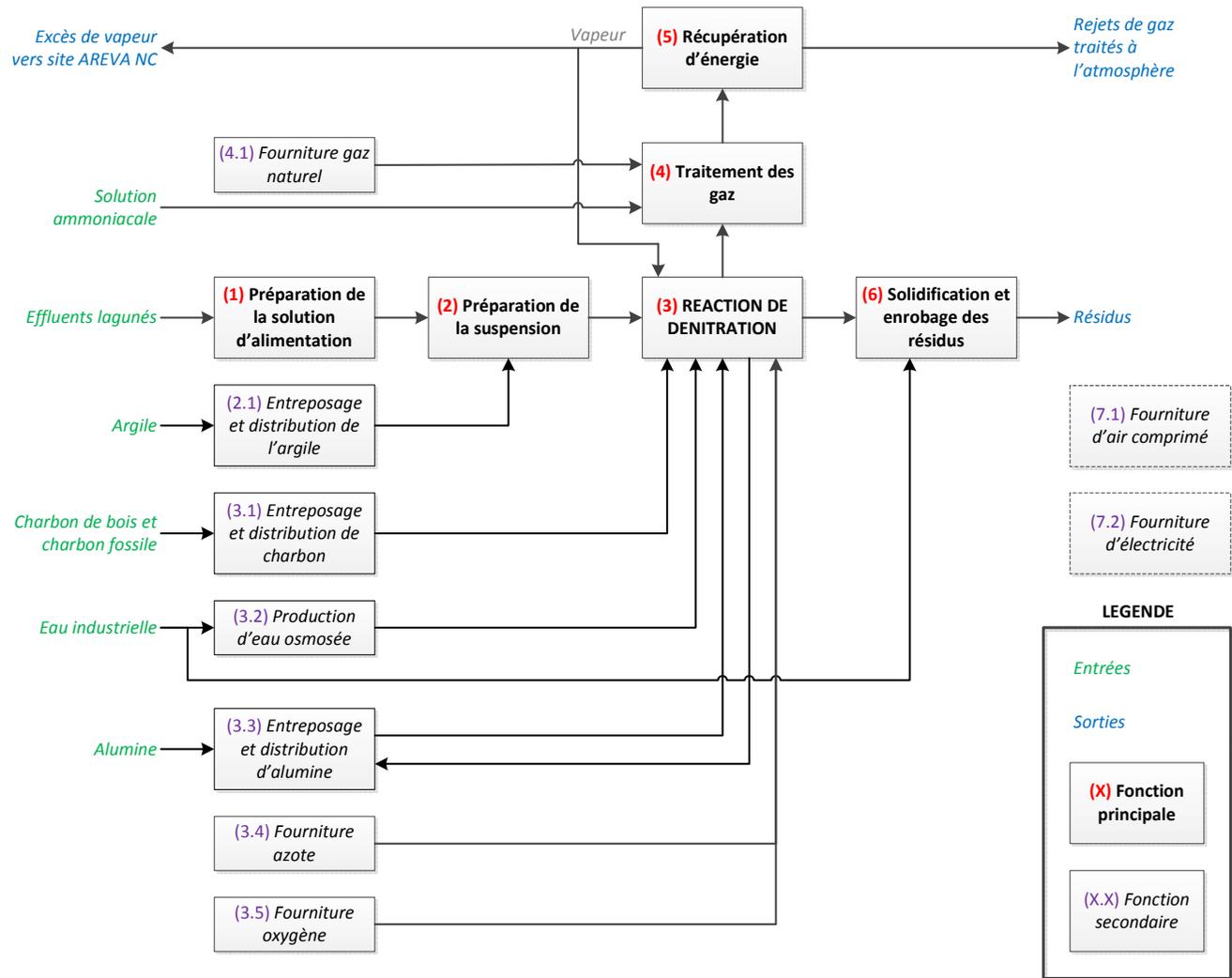


Figure 11 : Schéma bloc du procédé envisagé

### 3.2.2.1 Fonction 1 : Préparation de la solution d'alimentation

La préparation de la solution d'alimentation du procédé THOR permet d'ajuster la concentration en nitrates de la solution à 450 g/L à l'aide d'une régulation de densité.

Les effluents des lagunes sont d'abord prélevés au moyen de plusieurs pompes installées dans les bassins d'évaporation du site de Malvési puis pompés vers une cuve de mélange agitée (cuve de préparation de 30 m<sup>3</sup>) dans laquelle est ajustée la concentration en nitrates. Cette première étape a lieu au plus près des bassins.

Ce mélange d'effluents est ensuite transféré par le biais de pompes et de tuyauteries vers l'une des deux cuves de mélange (WST) pour l'étape de préparation de la suspension qui sera injectée dans le procédé de traitement.

### 3.2.2.2 Fonction 2 : Préparation de la suspension

Cette fonction consiste à :

- réceptionner la solution d'alimentation et y introduire l'argile,
- produire une suspension homogène d'argile et d'effluent liquide au moyen d'agitateurs motorisés,
- transférer cette suspension vers le réacteur.

Les effluents nitrates en provenance de la cuve de préparation sont mélangés à de l'argile de façon homogène par 2 mélangeurs effluent / argile (WCM), pouvant alimenter deux cuves de stockage WST de capacité 30 m<sup>3</sup> chacune. Ces cuves permettent de garantir l'injection continue dans le réacteur de la solution d'alimentation (l'une des deux cuves sert de cuve de mélange à proprement parler, l'autre sert alors pour l'alimentation ; les rôles sont ensuite inversés au fur et à mesure de l'alimentation). Le transport du mélange argile-effluent vers le lit fluidisé est réalisé par 2 pompes.

### 3.2.2.3 Fonction 2.1 : Entreposage et distribution de l'argile

L'argile, approvisionnée par camion, est déchargée et entreposée par transport pneumatique dans un silo de 90 m<sup>3</sup> prévu à cet effet. Le silo étant situé en hauteur de bâtiment, l'alimentation en argile des cuves à mélange est réalisée par transport gravitaire.

### 3.2.2.4 Fonction 3 : Réaction de dénitrification

Le réacteur de traitement de l'installation, appelé DMR (Denitration Mineralization Reformer), est un réacteur cylindrique vertical à lit fluidisé dimensionné pour fonctionner de manière auto-thermique par reformage à la vapeur (fonctionnement à très haute température – 850°C). Ce réacteur est le cœur du procédé TDN. Sa partie basse constitue le lit fluidisé. Composé de billes de céramiques (dénommées alumine), le lit est maintenu fluidisé par l'injection de vapeur surchauffée à basse pression.

Une fois la température idéale de fonctionnement obtenue (entre 800 et 850°C), la suspension d'alimentation est introduite dans le DMR, par injection et atomisation à l'air avec des buses en partie basse du réacteur, afin d'obtenir les réactions chimiques et thermiques attendues.

La suspension réagit rapidement et se décompose pour former notamment de l'azote gazeux (issu des nitrates) et des résidus solides.

Lorsque la suspension d'alimentation est atomisée dans le DMR à l'aide d'air industriel, les composants inorganiques de cette suspension se combinent pour former des particules inertes et minérales, les résidus, qui sont entraînés dans le flux gazeux vers le haut du DMR.

Comme mentionné au paragraphe 3.2.1, les conditions de réduction chimique sont créées par l'injection de la vapeur de fluidisation et du charbon. Ces deux composés réagissent pour produire de l'hydrogène, du monoxyde de carbone et du dioxyde de carbone. De l'air enrichi en oxygène est injecté dans le lit du four pour réguler sa température.

En partie basse du DMR sont récupérées une partie des produits solides et une partie du lit constitué d'alumine qui est recyclée.

La plupart des particules produites au cours des diverses réactions sont de petite taille (< 100µm) et sont entraînées dans le flux gazeux en partie haute du DMR. Ces particules, une fois refroidies dans une tour de trempage (SGC), sont récupérées dans un filtre à bougies (PSF). La quantité de particules entraînées dépend des caractéristiques des effluents et donc de la suspension d'alimentation, ainsi que des conditions d'exploitation.

Les résidus sont soustraits du filtre de manière semi-continue et sont transférés par transport pneumatique vers l'unité de cimentation (Fonction 6). Ils sont entreposés de manière provisoire dans un silo tampon, balayé à l'azote.

### 3.2.2.5 Fonction 3.1 : Entreposage et distribution de charbon

L'installation TDN utilise du charbon de bois et du charbon fossile.

Le charbon fossile est acheminé par camion et entreposé dans 2 silos de 91 m<sup>3</sup> par transport mécanique (convoyeurs + élévateurs à godets).

En sortie de chaque silo de charbon fossile, un sas alvéolaire assure le dosage, l'isolement et la linéarisation de l'injection de charbon. Chaque silo alimente un point d'entrée en partie haute du DMR. Les trémies d'alimentation étant surélevées, le transfert se fait gravitairement. Les lignes d'alimentation sont inertées à l'azote afin d'éviter toute remontée de gaz de procédé dans le circuit charbon.

Le charbon de bois est livré en big-bag sur une structure dédiée utilisant l'aire de déchargement du charbon fossile. Le charbon de bois est ensuite acheminé vers un silo d'entreposage de 23 m<sup>3</sup> (correspondant à la quantité de charbon nécessaire au démarrage du DMR) par transport mécanique (commun au transport du charbon fossile). L'alimentation du réacteur DMR se fait gravitairement et est asservie à la montée en température du DMR lors de son démarrage.

Le DMR est démarré avec l'air chaud comme gaz de fluidisation pour la mise en température du lit fluidisé. Au-delà de 350°C, l'air est remplacé par la vapeur surchauffée et le charbon de bois est introduit dans le DMR. Au-delà de 750°C, le charbon de bois est remplacé par le charbon fossile.

Le charbon fossile n'est donc utilisé qu'en phase de fonctionnement établi pour apporter l'énergie nécessaire au maintien en température (réaction avec l'oxygène) et afin d'assurer les réactions de dénitrification (réaction avec la vapeur d'eau et les nitrates) qui se déroulent à haute température dans le réacteur (>750°C).

### 3.2.2.6 Fonction 3.2 : Production d'eau osmosée

L'eau osmosée permet de :

- refroidir les fumées sortantes du réacteur DMR par pulvérisation dans une tour de trempe,
- produire la vapeur de fluidisation dans la chaudière de récupération d'énergie,
- assurer le rinçage des buses d'injection des effluents dans le DMR lors des phases de mise à l'arrêt (utilisation ponctuelle).

La production d'eau osmosée sera assurée par osmose inverse. Elle est composée de 2 lignes de de 10 m<sup>3</sup>/h. Chaque ligne comprendra un prétraitement par adoucisseur et une osmose inverse.

Les réactifs nécessaires à la production d'eau osmosée sont de la soude et éventuellement du bisulfite de sodium (pour réduire la quantité de chlore).

### 3.2.2.7 Fonction 3.3 : Entreposage et distribution d'alumine

L'alumine est livrée par camions, puis déposée en big-bag depuis le camion de transport sur le poste de transfert vers un silo d'entreposage de capacité 15 m<sup>3</sup>. Ce silo permet de disposer d'une quantité suffisante pour remplir entièrement le réacteur DMR vide jusqu'à son niveau de lit nominal. Le transfert depuis le silo vers la trémie d'alimentation en alumine est gravitaire.

Au cours de l'exploitation, la hauteur du lit doit être ajustée par la réinjection d'alumine. Ceci est fait pour compenser les pertes d'alumine en phase gazeuse ou solide du procédé.

Dans le même temps, une partie des solides soutirés du DMR contiennent de l'alumine, qui, après une étape de séparation, peut être recyclée dans le DMR, après passage dans un silo tampon. Ce silo d'entreposage de l'alumine recyclée a une capacité de de 15 m<sup>3</sup>, permettant une vidange complète de l'alumine du DMR.

### 3.2.2.8 Fonction 3.4 : Fourniture azote

La fourniture d'azote permet de :

- balayer l'installation pour empêcher la condensation dans les tuyauteries,
- décolmater le filtre à bougies,
- assurer la fluidisation dans les équipements renfermant des résidus pulvérulents (bas du filtre à bougies et du silo de stockage des résidus avant cimentation),
- assurer les transferts de résidus (résidu issu du filtre à bougies vers le silo d'entreposage avant solidification, recyclage des fines du lit en sortie du pied de DMR et transfert des particules plus grosses vers le silo d'entreposage avant solidification),
- inerte une partie du système d'alimentation en charbon (de bois et fossile) afin d'éviter les réactions d'oxydation du charbon.

### 3.2.2.9 Fonction 3.5 : Fourniture oxygène

L'oxygène est utilisé pour produire le mélange air/oxygène appelé gaz auto-thermal (ATG) nécessaire au maintien en température du lit fluidisé.

### 3.2.2.10 Fonction 4 : Traitement des gaz

Le flux gazeux en sortie du réacteur DMR est principalement composé de vapeur d'eau, d'azote et de dioxyde de carbone. Il contient également des petites quantités d'hydrogène (H<sub>2</sub>), de monoxyde de carbone (CO), d'hydrocarbures volatils (principalement du méthane – CH<sub>4</sub>), de protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O, d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), d'ammoniac (NH<sub>3</sub>), et de divers polluants minéraux.

Ce flux renferme les poussières minérales (quelques dizaines de grammes par m<sup>3</sup>) constituées d'argile et d'aluminosilicates qui ont piégé les résidus minéraux.

La fonction de traitement des gaz permet donc de diminuer la teneur, voire d'éliminer les poussières et certains gaz indésirables avant rejet à la cheminée.

Après passage dans la tour de trempe (SGC) et le filtre à bougies (PSF), le gaz traverse un oxydateur thermique, le TO. Passant dans une chambre de combustion maintenue à plus de 850°C, le gaz est oxydé, de manière à transformer les CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et NH<sub>3</sub>. Afin de maintenir cette température, du gaz naturel est injecté dans le flux gazeux, ainsi que de l'air réchauffé (l'air est préalablement réchauffé par un échangeur de chaleur à 500 °C dans le but de diminuer la consommation de gaz naturel).

En sortie de TO, le gaz contient des oxydes d'azote devant être éliminés par réduction. C'est pourquoi, les gaz sont ensuite introduits dans un réducteur catalytique (Traitement DéNO<sub>x</sub>). Avant introduction, le gaz passe dans un premier échangeur qui réduit la température du gaz à 350°C. Ensuite, une solution ammoniacale gazeuse et de l'air sont injectés dans le flux afin d'obtenir un mélange optimal du réactif dans le catalyseur. L'injection d'ammoniacale est asservie à la mesure de la quantité de NO<sub>x</sub> en cheminée.

Le catalyseur utilisé est composé d'oxydes de vanadium et de tungstène déposés sur un support à base d'oxyde de titane.

Un second échangeur permet de refroidir les fumées à environ 200°C avant rejet à la cheminée de l'installation.

Les effluents gazeux sont évacués via le ventilateur de tirage.

Le filtre PSF permet de piéger les poussières présentes dans les gaz. Celles-ci sont ensuite transférées pneumatiquement vers un silo (PRR) de 12 m<sup>3</sup>.

### 3.2.2.11 Fonction 4.1 : Fourniture gaz naturel

La fourniture de gaz naturel permet d'alimenter le brûleur utilisé pour l'oxydation thermique des gaz en sortie de réacteur.

### 3.2.2.12 Fonction 5 : Récupération d'énergie

Les effluents gazeux issus du procédé sont à haute température (> 850°C en sortie du traitement des gaz). Leur refroidissement est nécessaire pour, d'une part limiter les effets sur les installations aval, et d'autre part récupérer l'énergie thermique qu'ils contiennent. Une chaudière de récupération d'énergie est ainsi disposée sur le circuit des fumées et permet la production de vapeur d'eau dont une partie est surchauffée à 575°C. La vapeur surchauffée est utilisée pour la fluidisation du lit en marche normale. La fraction excédentaire de vapeur peut être dirigée vers les autres installations utilisatrices de l'usine.

Au sein de la chaudière de récupération, l'eau utilisée pour la génération de vapeur d'eau sera traitée par du carbohydrazide (réducteur d'oxygène) et du phosphate trisodique (agit contre la corrosion et l'entartrage de la chaudière).

### 3.2.2.13 Fonction 6 : Solidification et enrobage des résidus

Les résidus solides collectés en partie basse du DMR et du filtre à bougies et envoyés vers le silo d'entreposage (PRR) alimentant le poste de solidification sont refroidis (vis refroidie à l'eau) et introduits dans un malaxeur avec de l'eau.

A l'obtention d'un mortier de densité requise, le contenu du malaxeur est versé dans un big-bag d'un volume utile d'environ 1,2 m<sup>3</sup> (masse d'environ 2 t), lui-même positionné dans un moule, où il est ensuite laissé au repos pour solidification pendant 24 h. Au terme de ces 24 h, le big-bag peut être déplacé. L'ensemble « résidus et emballage » constitue le déchet final.

Si nécessaire, après la coulée, le malaxeur est rincé à l'eau industrielle. Cette eau est récupérée et recyclée dans la coulée suivante, c'est pourquoi l'installation ne génère pas d'effluent liquide de procédé.

### 3.2.2.14 Fonction 7.1 : Fourniture d'air comprimé

L'air comprimé est nécessaire à l'installation pour :

- atomiser la suspension d'argile dans le DMR et apporter l'air nécessaire à la production du gaz auto-thermal : le lit d'alumine est maintenu en fluidisation par l'injection d'un air préalablement surchauffé grâce à des échangeurs de chaleur, les FGH (Fluidising Gas Heaters). Cet air surchauffé contribue en même temps à la chauffe du four dans les phases de démarrage. Une fois la température de 350°C atteinte, la vapeur surchauffée remplace l'air chaud,
- décolmater les filtres à air installés sur les silos de l'installation de solidification et de l'installation de stockage réactifs et alumine.

### 3.2.2.15 Fonction 7.2 : Fourniture d'électricité

L'électricité est nécessaire au fonctionnement des équipements procédés de l'installation.

En cas de perte électrique généralisée, l'atelier TDN sera alimenté par un groupe électrogène afin de pouvoir mettre l'ensemble des équipements en position de sécurité. Ce groupe électrogène est alimenté en fioul domestique. Celui-ci sera entreposé sur site dans une cuve aérienne de 5 m<sup>3</sup> installée sur rétention.

L'ensemble du procédé est schématisé dans la figure suivante.

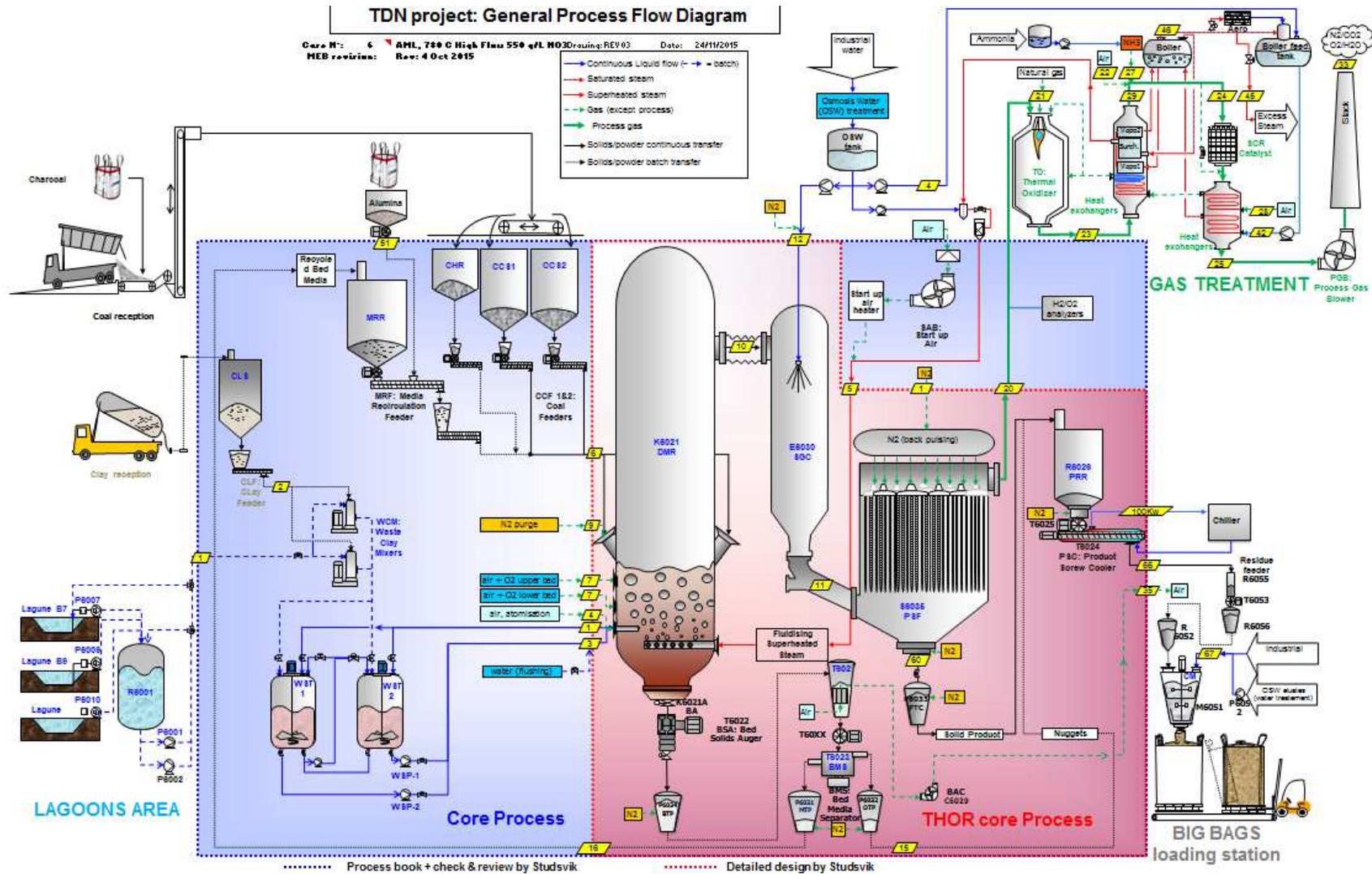


Figure 12 : Synthèse du procédé envisagé

### 3.2.3 Réactifs du procédés de dénitrification

Les paragraphes suivants détaillent les réactifs nécessaires à la réaction de dénitrification thermique.

Le flux de véhicules associé à l'approvisionnement de l'ensemble de ces réactifs est estimé de 3 à 4 camions par jour.

#### 3.2.3.1 Effluents lagunés à traiter

Les effluents à traiter sont des effluents aqueux chargés en sels, principalement des nitrates, mais aussi des sulfates ou des chlorures. Ces effluents sont les surnageants des bassins de décantation (lagunes) des effluents de procédé et contiennent de faibles quantités de radioéléments issus du traitement des concentrés uranifères.

Le fonctionnement de l'installation TDN a été dimensionné pour une composition moyenne en nitrates, de l'ordre de 450 g/l pour l'effluent brut avant son mélange avec l'argile. Cette composition est obtenue par le mélange d'effluents en provenance de divers bassins d'évaporation du site de Malvésí.

Le flux d'effluents alimentant TDN est de l'ordre de 2,5 m<sup>3</sup>/h, soit un flux de 20 000 m<sup>3</sup>/an.

Les caractéristiques chimiques du flux d'alimentation du réacteur DMR sont présentées dans le tableau ci-après (valeurs nominales / maximales).

Caractéristiques chimiques (valeurs nominales / maximales)					
NO <sub>3</sub>	450 / 550	g/L	NH <sub>4</sub>	45 / 71	g/L
Cl	2300 / 3700	mg/L	Ca	70 / 92	g/L
SO <sub>4</sub>	900 / 2600	mg/L	Na	26 / 45	g/L
U	0.06 / 0.27	mg/L	K	9 / 17	g/L

**Tableau 5 : Caractéristiques physico-chimique des effluents à traiter**

Des analyses ont été effectuées sur les divers bassins afin de définir la nature des radionucléides pouvant être présents.

Des valeurs enveloppes ont été retenues pour définir les spectres radiologiques caractéristiques des effluents.

Les principales données relatives aux activités radiologiques des effluents alimentant l'installation TDN sont présentées dans le tableau ci-après.

Radionucléides	Valeurs d'activité des effluents retenues (Bq/L)	
	Valeurs moyennes	Valeurs maximales
Activité totale	7 177	13 242
Activité due au <sup>99</sup> Tc (représente 58 à 62 % de l'activité totale)	4 138	8 250
Activité due au <sup>226</sup> Ra et ses descendants (représente 35 à 40% de l'activité totale)	2 925	4 806
Activité due à l'Uranium (représente moins de 0,01% de l'activité totale)	< 0,5	< 1

**Tableau 6 : Caractéristiques radiologiques du flux d'alimentation du réacteur TDN**

### 3.2.3.2 Solution ammoniacale

Cette solution est nécessaire au traitement d'élimination des oxydes d'azote en sortie de procédé (cf. Fonction 4 décrite au paragraphe 3.2.2.10).

La concentration massique en ammoniac est inférieure à 25 %.

La consommation estimée dans le cadre du fonctionnement du procédé est de 16 kg/h soit 130 tonnes à l'année.

Cette solution est approvisionnée par véhicule citerne et entreposée dans une cuve de 40 m<sup>3</sup>, placée au-dessus d'une rétention de 25 m<sup>2</sup>.

### 3.2.3.3 Argile

L'argile est utilisée pour la stabilisation des oxydes formés dans le DMR et le piégeage des radioéléments. C'est le support de minéralisation des nitrates.

La consommation estimée dans le cadre du fonctionnement du procédé est de 380 kg/h soit 3 100 tonnes à l'année.

L'argile est approvisionnée par véhicule citerne et entreposée dans un silo de 90 m<sup>3</sup>.

### 3.2.3.4 Charbons

Comme mentionné au paragraphe 3.2.2.5, le charbon de bois est utilisé pour la phase de démarrage et de mise en température du lit fluidisé du réacteur DMR (chauffe pour atteinte de 750 °C). Le charbon fossile est quant à lui utilisé pour maintenir la température du lit et garantir l'atmosphère réductrice.

La consommation en charbon fossile dans le cadre du fonctionnement du procédé est estimée à 700 kg/h soit 5 700 tonnes à l'année.

L'utilisation du charbon de bois reste quant à elle ponctuelle, puisque nécessaire uniquement au démarrage du réacteur.

Le charbon de bois est approvisionné en big-bag et entreposé au sein d'un silo de 23 m<sup>3</sup>.

Le charbon fossile est approvisionné en véhicule-benne et entreposé au sein de 2 silos de 91 m<sup>3</sup>.

### 3.2.3.5 Alumine

L'alumine est le constituant du lit fluidisé.

Sa consommation estimée dans le cadre du fonctionnement du procédé est de 12 kg/h soit 100 tonnes à l'année.

L'alumine est approvisionnée par véhicule citerne ou par big-bag et entreposée dans une cuve de capacité 15 m<sup>3</sup>. Un second silo tampon de 15 m<sup>3</sup> permet l'entreposage de l'alumine recyclée en sortie de DMR.

### 3.2.3.6 Oxygène

Comme mentionné au paragraphe 3.2.2.9, l'oxygène est nécessaire à la production du gaz auto-thermal (ou gaz ATG, contenant 50 % d'oxygène).

Sa consommation estimée dans le cadre du fonctionnement du procédé s'élève à 300 Nm<sup>3</sup>/h, ce qui correspond à une consommation annuelle de 3 500 tonnes.

L'oxygène est approvisionné par véhicule citerne et entreposé sous forme liquéfiée (oxygène cryogénique) dans deux cuves de capacité 50 m<sup>3</sup>.

## 3.2.4 Produits issus du procédé de dénitrification

Le procédé mis en œuvre est un procédé de traitement thermique qui ne génère pas d'effluent liquide, mais uniquement des effluents gazeux et des résidus solides.

Il convient cependant de noter que le procédé sera à l'origine d'une production d'éluats de régénération des résines d'adoucisseurs d'eau et de concentrats d'osmose inverse (estimée à moins de 1,5 m<sup>3</sup>/h) qui renferment essentiellement les sels minéraux présents dans l'eau brute. Une majeure partie de ces effluents (de l'ordre de 40 %) sera réutilisée dans le procédé de cimentation. L'excédent d'eau concentrée en minéraux (estimé à environ 8 000 m<sup>3</sup>/an), sera renvoyé vers les installations existantes de collecte et traitement des effluents du site.

### 3.2.4.1 Effluents gazeux

Les effluents gazeux sont issus du procédé de traitement thermique (gaz de procédé). Leur rejet s'effectuera, après traitement, par une cheminée unique de 30 mètres de hauteur.

Les caractéristiques de ces effluents sont les suivantes :

- débit horaire dans les conditions de fonctionnement : 39 800 m<sup>3</sup>/h,
- température de rejet : environ 208°C,
- teneur en humidité : 35 %,

- débit horaire gaz secs et à 11 % d'oxygène : 12 000 Nm<sup>3</sup>/h,
- vitesse d'émission supérieure à 8 m/s.

Ces gaz principalement composés de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de dioxygène (O<sub>2</sub>) seront susceptibles de contenir des traces d'hydrogène, de monoxyde de carbone, de poussières, de Composés Organiques Volatiles (COV), d'acide chlorhydrique, d'acide fluorhydrique, de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), d'oxydes d'azote (NOx), d'ammoniac, de radionucléides et de très faibles quantités de métaux (issus principalement des argiles et charbons employés).

### 3.2.4.2 Résidus solides

L'installation a pour objectif le traitement des effluents de façon à obtenir un résidu solide qui puisse être entreposé de façon plus aisée.

En sortie de traitement, le résidu pulvérulent obtenu présente les caractéristiques d'un liant hydraulique. Ce résidu forme avec de l'eau un coulis qui est déversé dans des big-bag et se solidifie comme le fait un béton.

Les radioéléments sont ainsi piégés au cœur des résidus dont la matrice est constituée de matière inerte.

Le chlore, le fluor et le sulfate contenus dans les effluents des lagunes sont minéralisés en des composés d'aluminosilicate de sodium et des sels de calcium qui composent cette matrice :

- Néphéline : Na<sub>3</sub> K Al<sub>4</sub> Si<sub>4</sub> O<sub>16</sub>,
- Nosean : Na<sub>8</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>24</sub> SO<sub>4</sub>,
- Sodalite : Na<sub>8</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>24</sub> Cl<sub>2</sub>,
- Cancrinite : Na<sub>6</sub> Ca<sub>2</sub> Al<sub>6</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>24</sub> (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>,
- Chaux : CaO.

Selon les informations disponibles sur les essais pilotes, la matrice du résidu est assimilable à celle du ciment de Portland (densité de 3,15).

L'installation génère en moyenne 20 big-bag par jour de résidus solides (big-bag de 1,2 m<sup>3</sup> unitaire correspondant à 2 tonnes), soit environ 6 000 big-bag/an (12 000 t/an). Par rapport au volume d'effluent des lagunes, le traitement correspond à une réduction de volume d'un facteur de l'ordre de 3.

Après un temps de séchage de quelques jours, ces résidus seront évacués vers un centre de stockage de déchets ultimes dans une filière autorisée. L'installation TDN disposera cependant d'une capacité d'entreposage temporaire d'environ 2 mois de production.

### 3.2.5 Déchets

Des déchets conventionnels liés au fonctionnement du procédé peuvent être générés en faibles quantités : palettes de livraison des big-bag ou des pièces de rechange, déchets de maintenance, huiles usagées.... Ceux-ci seront conditionnés, évacués et traités en filières adaptées.

### 3.2.6 Utilités

Les utilités nécessaires au fonctionnement du procédé sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

#### 3.2.6.1 Eau industrielle

L'eau industrielle est utilisée pour la production d'eau osmosée (cf. § 3.2.2.6) et la préparation du coulis formé des résidus en sortie de traitement (cimentation). L'eau osmosée est quant à elle utilisée pour le refroidissement des gaz de réaction.

Sa consommation est estimée en moyenne à  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , soit  $80\,000 \text{ m}^3$  à l'année.

L'alimentation en eau industrielle s'effectuera à partir du réseau existant sur le site.

#### 3.2.6.2 Azote gazeux

L'azote gazeux est utilisé pour les balayages et inertages de l'installation, la fluidisation et les transferts de résidus pulvérulents (cf. § 3.2.2.8).

Il sera produit sur site par désoxygénation de l'air et sera entreposé dans une cuve tampon de capacité  $10 \text{ m}^3$ . Une réserve d'azote cryogénique de capacité  $100 \text{ m}^3$  ( $2 \times 50 \text{ m}^3$ ) sera également installée.

La consommation en azote est estimée à  $750 \text{ Nm}^3/\text{h}$  correspondant à une consommation annuelle de  $7\,500$  tonnes.

#### 3.2.6.3 Air comprimé

L'air comprimé est utilisé pour la production du gaz auto-thermal (ATG), de l'air service et l'atomisation de la solution d'alimentation dans le réacteur DMR.

Sa consommation est estimée à  $900 \text{ Nm}^3/\text{h}$  correspondant à une consommation annuelle de  $9\,500$  tonnes.

L'air comprimé sera produit sur site et entreposé dans une cuve tampon de capacité  $10 \text{ m}^3$ .

#### 3.2.6.4 Vapeur

Une partie de la vapeur produite est utilisée sous forme surchauffée pour fluidiser le lit du réacteur DMR. Le reste de la vapeur, sous forme saturée est, soit envoyé vers les autres utilisateurs du site AREVA NC Malvésí, soit condensé dans un aérocondenseur.

#### 3.2.6.5 Gaz naturel

Le gaz naturel est utilisé pour le chauffage et le maintien en température de la chambre d'oxydation thermique des gaz de procédé.

Sa consommation est estimée à  $240 \text{ kg}/\text{h}$  correspondant à une consommation annuelle d'environ  $2\,000$  tonnes.

L'alimentation se fera à partir du réseau de gaz naturel existant.

### 3.2.6.6 Electricité

L'électricité est principalement consommée par les équipements procédés nécessaires au fonctionnement de l'installation.

### 3.2.6.7 Eau potable

Il est estimé une consommation d'eau potable pour des usages sanitaires à hauteur de moins de 500 m<sup>3</sup> par an.

### 3.3 Description des installations

#### 3.3.1 Description des bâtiments

Le bâtiment principal de TDN sera constitué d'un bâtiment en bardage (structure métallique) avec un minimum de cloisonnement intérieur.

La hauteur totale du bâtiment, dépendante de la hauteur du réacteur DMR, s'élève à 21 m.

L'implantation de locaux en sous-sol n'est pas envisagée. Les « étages » du bâtiment ne seront pas en plancher plein, mais formés de caillebotis, permettant la vue sur les étages inférieurs.

Des annexes seront implantées ou accolées au bâtiment principal, et accueilleront :

- la salle de conduite,
- les locaux électrique/contrôle-commande, atelier de maintenance et magasins,
- des vestiaires et sanitaires,
- un laboratoire de contrôle,
- un local de cimentation.

Il est à noter que la fonction « traitement des gaz » (TO) sera installée en extérieur du bâtiment principal pour réduire les risques d'explosion de gaz naturel (réduction du risque à la source).

Les silos d'entreposage des matières premières (charbons, argile, alumine) seront implantés en toiture du bâtiment principal. Les entreposages d'oxygène, d'azote seront localisés à proximité du bâtiment, tout en respectant les zones d'exclusion conformément à la réglementation. La cuve de solution ammoniacale sera implantée dans un local dédié du bâtiment principal.

La canalisation d'oxygène ne circulera pas dans le bâtiment TDN. Le mélange air/oxygène nécessaire à l'approvisionnement de l'ATG sera réalisé à l'extérieur du bâtiment.

Les big-bags cimentés, en attente d'expédition vers la filière autorisée, seront entreposés sur site, dans un hangar dédié, à l'écart du bâtiment principal.

#### 3.3.2 Exploitation de l'unité, disponibilité et interfaces avec les installations existantes

L'installation sera composée d'une seule ligne de traitement thermique, dimensionnée pour un débit nominal horaire de 2,5 m<sup>3</sup>/h, soit un flux annuel d'environ 9000 tonnes de nitrates. Cette capacité est basée sur une disponibilité de l'installation égale à 0,85.

L'installation est prévue pour fonctionner en continu 24h/24, 7j/7 (fonctionnement en 5x8). Il est prévu 28 jours de maintenance programmée avec arrêt de la production. Le temps d'ouverture correspondant est donc de 337 jours par an, soit 8 100 heures.

Le pilotage de l'installation TDN et son exploitation seront assurés par un système de conduite dédié. Une salle de contrôle dédiée sera ainsi implantée dans le bâtiment administratif.

L'interface « procédé » avec les installations existantes de Malvésí est constituée par les lignes de pompage des bassins d'évaporation, vers la cuve de préparation de la suspension d'alimentation du réacteur DMR. Il n'y aura aucune interface avec le procédé et les installations de conversion actuelles.

Les seules interfaces techniques avec les installations actuelles sont les interfaces sur les fluides utilités :

- alimentation en eau industrielle, eau potable, gaz naturel à partir des réseaux existants du site,
- alimentation électrique depuis le poste d'alimentation actuel du site,
- rejet de l'eau industrielle issue de l'osmoseur par l'intermédiaire de l'installation de rejet actuelle,
- rejet des effluents sanitaires dans le réseau actuel du site,
- fourniture possible de vapeur aux installations existantes du site.

## 4 Analyse des risques externes

Les paragraphes suivants présentent l'analyse des risques externes dont les effets seraient susceptibles d'atteindre l'installation TDN.

### 4.1 Risques naturels

Les risques naturels recensés sur la commune de Narbonne (source : Prim.net<sup>1</sup>) sont les suivants :

- le risque de feu de forêt,
- le risque d'inondation,
- le risque de séisme.

Le tableau suivant présente les arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sur la commune de Narbonne.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Tempête	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982
Inondations et coulées de boue	12/10/1986	14/10/1986	11/12/1986
Inondations et coulées de boue	10/10/1987	10/10/1987	02/12/1987
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1989	28/02/1991	30/06/1994
Inondations et coulées de boue	05/08/1989	05/08/1989	05/12/1989
Inondations, coulées de boue et effets exceptionnels dus aux précipitations	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992
Inondations et coulées de boue	01/07/1992	01/07/1992	06/11/1992
Inondations et coulées de boue	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992
Inondations et coulées de boue	27/10/1993	01/11/1993	08/03/1994
Inondations et coulées de boue	18/10/1994	19/10/1994	03/03/1995
Inondations et coulées de boue	28/01/1996	29/01/1996	17/06/1996
Séisme	18/02/1996	18/02/1996	01/10/1996
Inondations et coulées de boue	06/12/1996	12/12/1996	21/01/1997
Inondations, coulées de boue et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	16/12/1997	18/12/1997	12/03/1998
Inondations et coulées de boue	12/11/1999	14/11/1999	17/11/1999
Inondations et coulées de boue	16/11/2003	16/11/2003	05/03/2004
Inondations et coulées de boue	06/09/2005	06/09/2005	10/10/2005
Inondations et coulées de boue	15/11/2005	15/11/2005	16/02/2006

<sup>1</sup> Outil de mise à disposition, de partage et d'actualisation d'informations relatives aux risques naturels et technologiques.

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du
Inondations et coulées de boue	29/01/2006	31/01/2006	16/06/2006
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009
Inondations et chocs mécaniques liés à l'action des vagues	05/03/2013	07/03/2013	21/05/2013
Inondations et coulées de boue	06/03/2013	07/03/2013	21/05/2013
Inondations et coulées de boue	13/06/2014	13/06/2014	07/08/2014
Inondations et coulées de boue	24/11/2014	24/11/2014	03/03/2015
Inondations et coulées de boue	27/11/2014	30/11/2014	10/12/2014

**Tableau 7 : Arrêtés portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sur la commune de Narbonne**

L'analyse de ces risques naturels vis-à-vis de l'installation TDN est présentée ci-après. Celle-ci est complétée par l'analyse des risques associés aux conditions météorologiques extrêmes et à la foudre.

#### 4.1.1 Risque de feu de forêt

La commune de Narbonne est concernée par le risque de feu de forêt au droit de ses zones boisées. Considérant la localisation et l'environnement proche de l'établissement AREVA NC Malvésí, le risque de feu de forêt peut être considéré comme négligeable pour la zone d'implantation du projet TDN.

#### 4.1.2 Risque d'inondation

Des épisodes pluvieux intenses sont régulièrement observés ces dernières années dans le département de l'Aude (le seuil de 200 mm en quelques heures a été dépassé quatre fois en 10 ans), provoquant des crues rapides avec un fort débit de pointe.

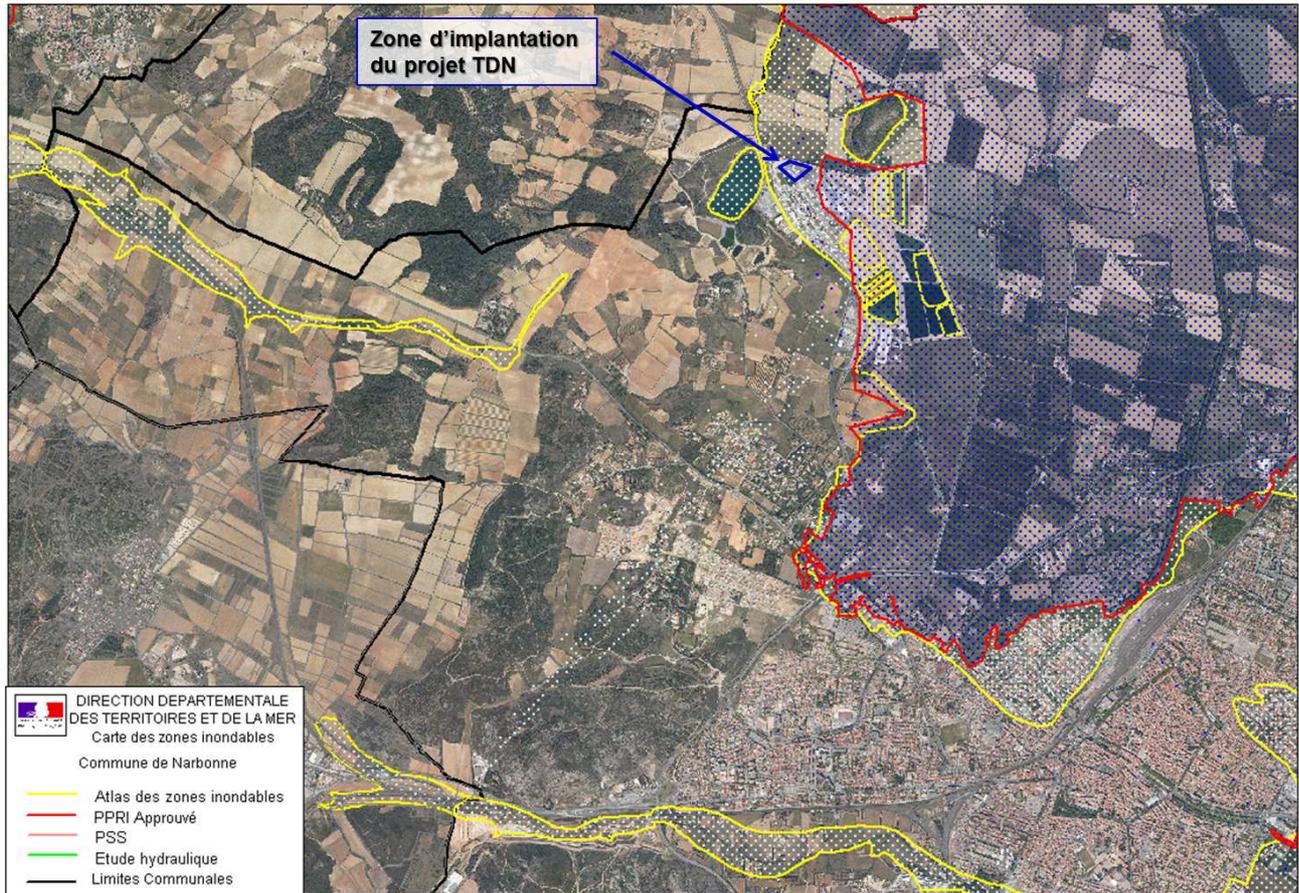
Les différentes études menées ont donné lieu à l'élaboration d'une carte des zones à risques, établie par les services de l'Etat et des zones devant faire l'objet d'une démarche d'information préventive sur le risque d'inondation, établie en collaboration avec les services de la commune.

De plus, la commune de Narbonne est concernée par le périmètre de deux Plan de Prévention du Risque d'inondation (PPRI) :

- le PPRI « Les Basses Plaines de l'Aude », approuvé par l'arrêté préfectoral n°2008-11-4988 du 12/11/2008,
- le PPRI « Le Rec de Veyret », approuvé par l'arrêté préfectoral n°2008-11-4991 du 08/09/2008.

Il est à noter que le périmètre du PPRI « Le Rec de Veyret » ne concerne pas le site AREVA NC Malvésí.

La figure suivante présente le périmètre du PPRI « Les Basses Plaines de l'Aude » ainsi que l'Atlas des Zones Inondables (AZI) réalisé en 2010 par la DREAL du Languedoc-Roussillon (source : Préfecture de l'Aude – mars 2014).



**Figure 13 : Cartographie du risque d'inondation au droit de la zone d'étude**

Bien que présentée en zone inondable la zone des lagunes et des bassins ne peuvent être submergée par les crues, compte tenu du niveau NGF des berges (7,80 m).

En novembre 1999, la plaine fut totalement inondée et le niveau des eaux environnantes se situait autour de 6,50 m maximum (estimation AREVA NC). Il est à noter que la déviation du canal de Cadariège et l'aménagement de la plaine de Livière n'étaient pas réalisés à cette époque.

L'illustration précédente montre qu'une large partie du site incluant la plaine lagunaire (bassins d'évaporation), le massif des bassins de décantation, ainsi que la partie Nord-Est de l'usine sont situés en zone inondable telle que définie dans le PPRI.

Ce zonage n'inclut cependant pas la zone d'implantation du projet TDN.

#### 4.1.3 Risque de séisme

Situé dans une zone sismique englobant l'ensemble de la chaîne pyrénéenne, le sud du département de l'Aude connaît périodiquement des secousses sismiques d'intensité variable, le plus souvent très faible. Aucun séisme grave ne s'y est produit depuis cinq siècles. Toutefois, les secousses (sans gravité) ressenties à une époque récente (1887, 1909, 1920, 1922, 1970, 1996) montrent que le risque est réel.

Le séisme du 18 février 1996 a eu une magnitude de 5,6 sur l'échelle de Richter et a été la secousse la plus importante survenue dans les Pyrénées-Orientales depuis le début du siècle. Si la secousse principale n'a pas fait de victime, elle a toutefois occasionné de nombreuses fissures aux habitations, entraînant la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle pour 78 communes du département de l'Aude, dont Narbonne.

Ce séisme n'a eu aucune conséquence sur les installations du site de Malvésí.

L'analyse de la sismicité historique et instrumentale et l'identification des failles actives permettent de définir l'aléa sismique d'une région, c'est-à-dire la probabilité qu'un séisme survienne.

Un zonage sismique de la France selon cinq zones a ainsi été élaboré à partir de l'étude de 7 600 séismes (décret du 14 mai 1991 abrogé par le décret n°2007-1467 du 12 octobre 2007). Ce classement est réalisé à l'échelle communale et a été entériné par deux décrets officiels datés du 22 octobre 2010 (décrets n°2010-1254 et n°2010-1255).

Le premier décret concerne la prévention du risque sismique et définit 5 zones de sismicité sur le territoire national :

- zone de sismicité 1 : aléa très faible ;
- zone de sismicité 2 : aléa faible ;
- zone de sismicité 3 : aléa modéré ;
- zone de sismicité 4 : aléa moyen ;
- zone de sismicité 5 : aléa fort.

Le deuxième décret délimite les différentes zones de sismicité.

Les deux figures suivantes présentent respectivement le zonage sismique à l'échelle nationale et celui à l'échelle régionale.

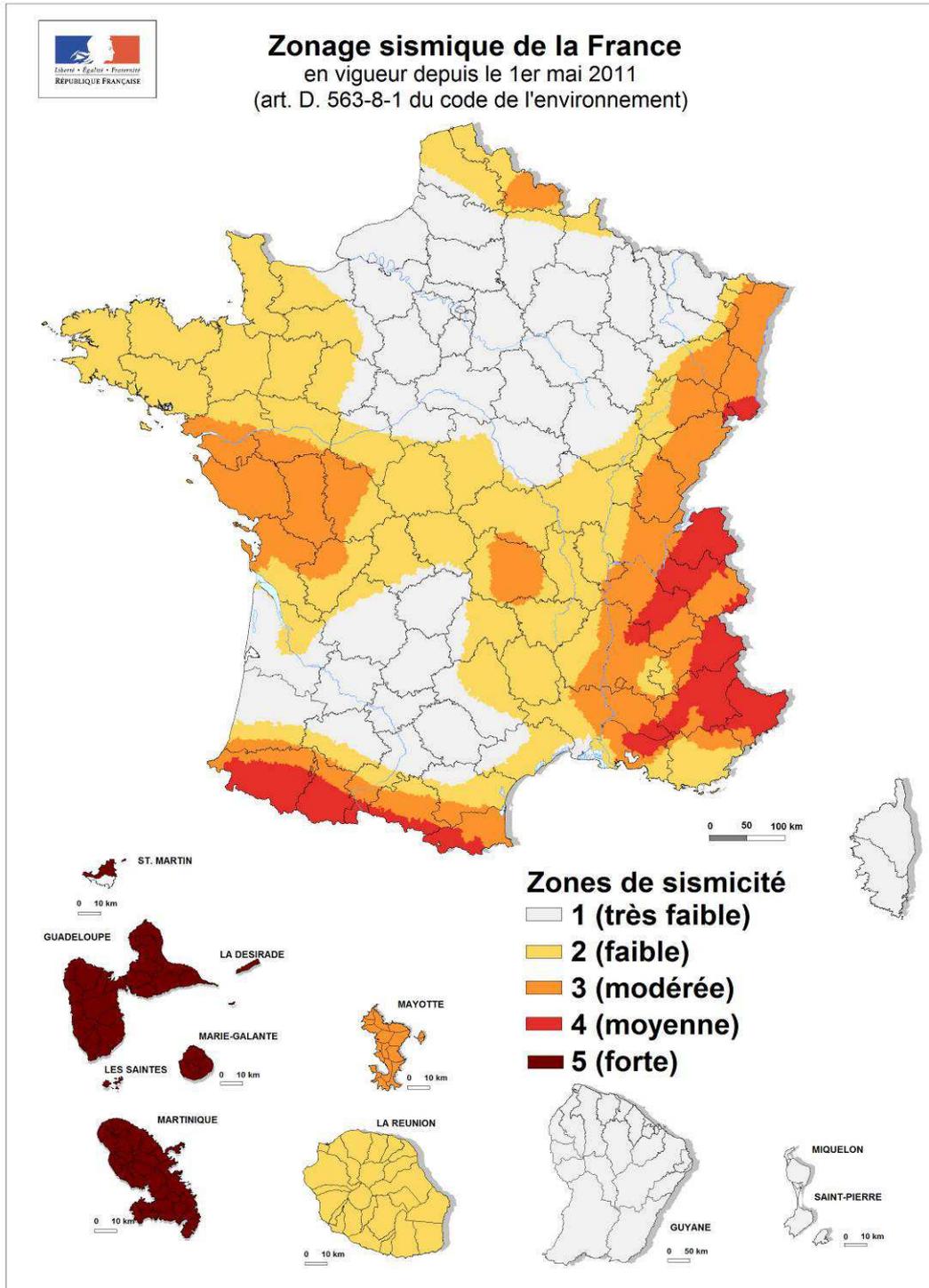
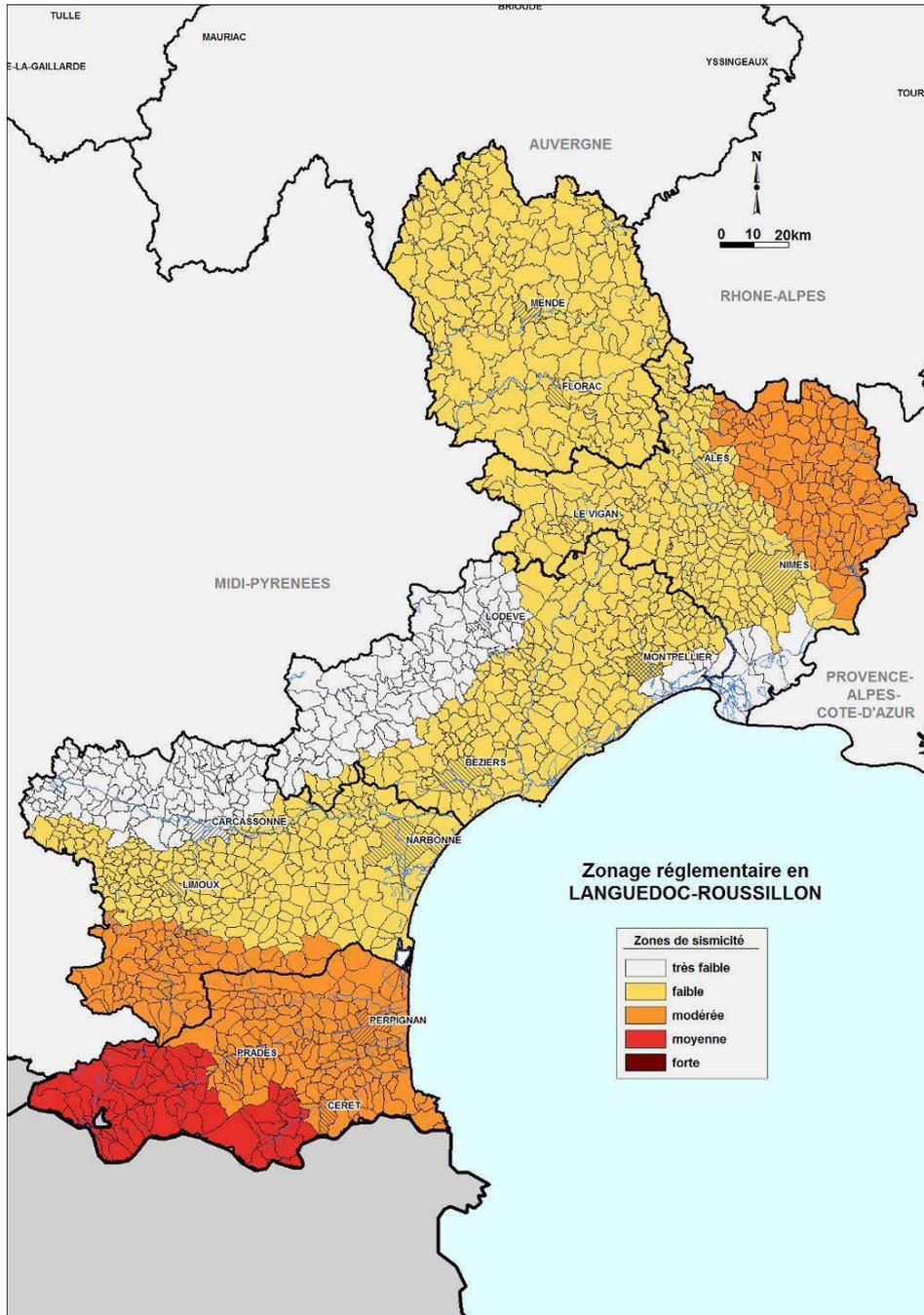


Figure 14 : Zonage sismique de la France



**Figure 15 : Zonage sismique de la région Languedoc-Roussillon**

La commune de Narbonne est ainsi classée en zone de sismicité 2 (aléa faible).

L'installation TDN sera réalisée dans le respect de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. De ce fait, l'aléa sismique sera retenu dans la présente étude comme évènement initiateur mais ne sera pas pris en compte dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux concernés en application de la circulaire du 10 mai 2010.

#### 4.1.4 Risque climatique

Le climat de type méditerranéen, dominant dans la région de Narbonne, est caractérisé par :

- un ensoleillement exceptionnel : environ 3 200 heures/an en moyenne,
- une pluviométrie faible (moins de 80 jours de pluie par an), les quantités annuelles de pluie font figurer cette région parmi les plus sèches de France,
- des vents dominant de secteur Ouest / Nord-Ouest fréquents et violents : près de 140 jours de vent par an,
- peu de conditions climatiques extrêmes de type brouillard ou enneigement.

Les données statistiques à partir desquelles ont été établies les valeurs moyennes des principaux facteurs climatiques caractéristiques du site sont disponibles grâce au réseau de surveillance atmosphérique de Météo France à Narbonne (station de Narbonne-Jonquières située à environ 3,8 km au sud du site).

La figure suivante présente la rose des vents construite sur la base des données de la station de Narbonne-Jonquières pour la période 2012-2014 (Source : MétéoGroup).

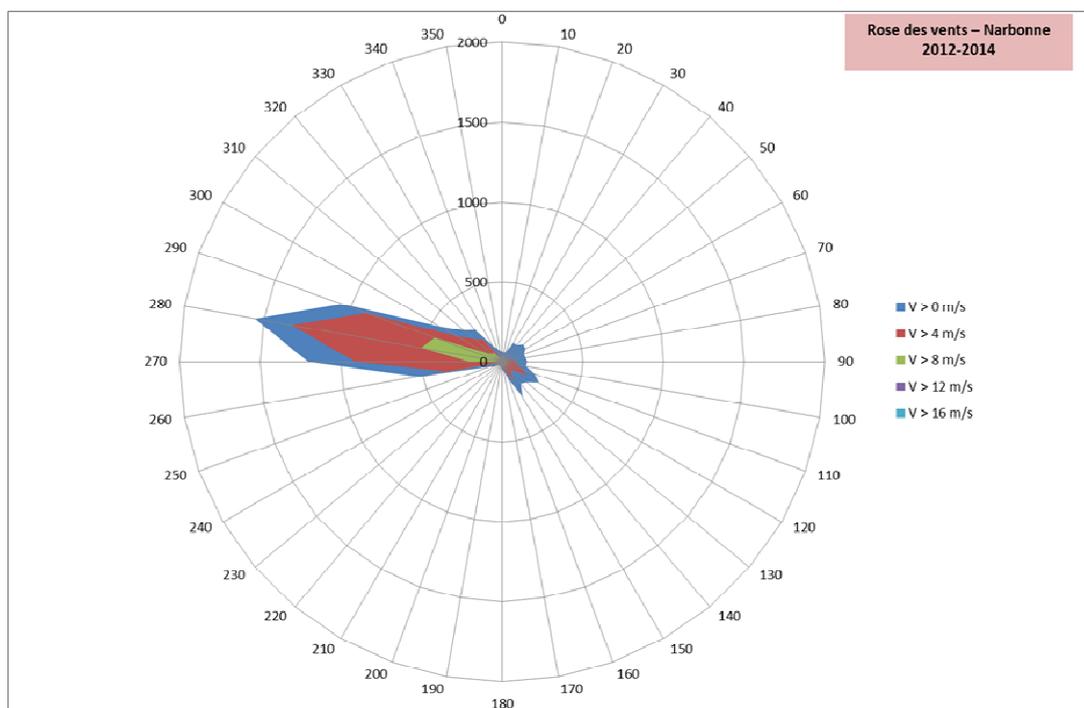


Figure 16 : Rose des vents à la station de Narbonne-Jonquières – Années 2012, 2013 et 2014

Le vent dominant de secteur Ouest / Nord-Ouest (270° à 315°) appelé le Cers, souffle environ 40 % du temps. C'est un vent violent et durable qui s'apparente à la Tramontane. Il est présent toute l'année, mais moins fréquent en décembre et janvier.

Ce vent dominant est complété par des vents d'est qui balayent un secteur d'est à sud-est (90° à 120°) et soufflent en moyenne 20 % du temps. Il s'agit du vent marin appelé le Grec lorsque les vents soufflent de l'est, et appelé le Bardanis lorsque les vents soufflent du sud-est. Ces vents humides, plus ou moins chauds, sont présents toute l'année mais moins fréquents en juillet et août.

Les résultats des statistiques réalisées sur la période 1989 à 2011, par Météo France, estiment :

- à 5 jours par an le nombre de jours où les vitesses des rafales de vent sont supérieures à 100 km/h (28 m/s),
- à 113 jours par an le nombre de jours où les vitesses des rafales de vent sont supérieures à 58 km/h (16 m/s).

Sur cette période, la vitesse moyenne du vent à 10 m du sol, mesurée et moyennée par période de 10 min, est d'environ 20 km/h. Un record a été observé sur site le 24 janvier 2009 avec une rafale de vent enregistrée à 158,8 km/h.

Les précipitations neigeuses sont rares sur la région Narbonnaise, ainsi que les épisodes de grêles et de brouillards. Le dernier événement remarquable est la tempête de neige et de verglas qui a paralysé Narbonne et sa région en 1920. Depuis, aucun événement de ce type n'a été répertorié.

Ainsi, les principaux risques identifiés vis-à-vis de la météorologie sont le risque lié au vent violent et, dans une moindre mesure, le risque de chutes abondantes de neige.

A ce titre, afin que l'installation TDN puisse être dimensionnée contre ces risques, les bâtiments seront construits conformément à l'Eurocode 1, parties 3 (neige) et 4 (vents).

#### 4.1.5 Risque lié à la foudre

Dans la région Narbonnaise, les orages ont surtout lieu de mars à novembre avec un maximum de juin à août.

Sur la période 2012-2014, la densité d'arc  $D_a$  (nombre d'arcs de foudre au sol par  $\text{km}^2$  et par an) a été évaluée pour la commune de Narbonne à 1,59 arcs par  $\text{km}^2$  et par an. La moyenne nationale étant de 1,54 arcs par  $\text{km}^2$  et par an, la commune de Narbonne est classée au 14 974<sup>ième</sup> rang (sur 36 658) vis-à-vis de l'activité orageuse (source : Météorage).

Le risque lié à la foudre sur le site AREVA NC Malvésès peut ainsi être considéré comme faible.

L'installation TDN répondra aux exigences de l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations soumises à autorisation. Par conséquent, la foudre ne sera pas prise en compte dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux concernés en application de la circulaire du 10 mai 2010.

## 4.2 Risque industriel au voisinage

L'installation TDN sera implantée sur le site AREVA NC Malvési qui contient déjà plusieurs installations chimiques.

Au regard des études de dangers des installations existantes (DDAE Usine COMURHEX II Malvési – Volume 3), l'installation TDN pourrait être impactée par un événement de type « nuage toxique » (risque chimique) faisant suite à un accident survenant sur les installations de  $\text{NH}_3$  et/ou d'HF. En revanche, la possibilité d'atteinte de l'installation TDN par un effet thermique ou de surpression en provenance des installations existantes peut être écartée sur la base des évaluations menées dans le cadre des études de dangers précitées.

Parmi les entreprises au voisinage recensées au paragraphe 2.2.1.2, aucune n'est susceptible de générer d'effet dangereux sur les installations AREVA NC Malvési et donc sur la zone d'implantation du projet TDN.

## 4.3 Risques liés au Transport de Matières Dangereuses (TMD)

### 4.3.1 TMD par voie routière

Bien que l'expérience montre que les accidents TMD peuvent se produire en n'importe quel point d'une voie empruntée par cette catégorie de véhicules, il a semblé opportun d'appliquer l'information préventive en priorité aux axes de circulation supportant les grands flux de transport de matières dangereuses et de destiner cette information aux habitants résidant à moins de 200 m de part et d'autre de ces axes.

Les différentes études menées ont donné lieu à l'élaboration d'une carte des zones à risques, établie par les services de l'Etat et des zones devant faire l'objet d'une démarche d'information préventive sur le risque d'accident de TMD, établie en collaboration avec les services de la commune. Cette cartographie à proximité de la zone industrielle de Malvési est présentée sur la figure suivante.

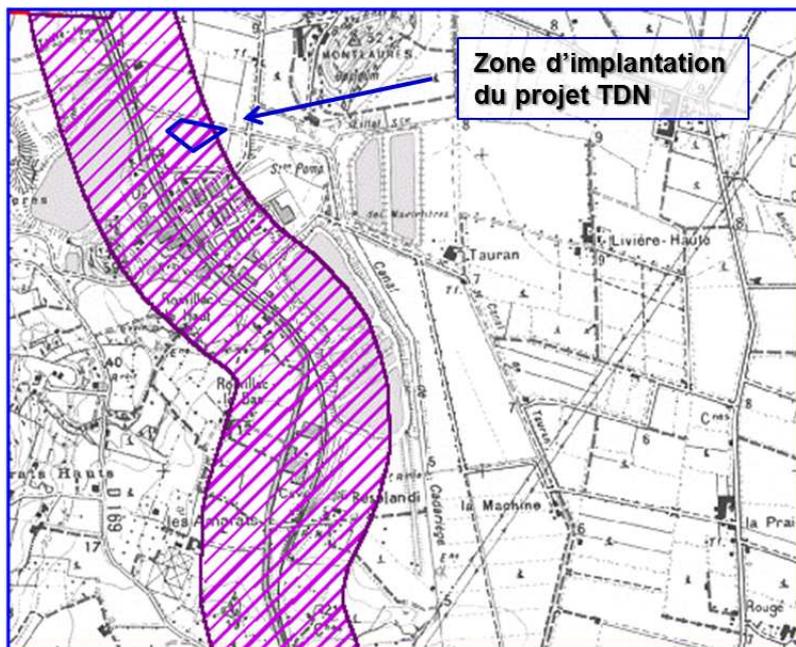


Figure 17 : Zone à risque TMD par voie routière

Les mesures globales prises vis-à-vis de ce risque sont :

- une réglementation rigoureuse assortie de contrôles portant sur :
  - la formation des personnels de conduite,
  - la construction de citernes selon des normes établies, avec des contrôles techniques réguliers,
  - l'application stricte des règles de conduite et de circulation (temps de conduite, vitesse, stationnement, itinéraires de déviation...),
  - l'identification et la signalisation des produits transportés : code de danger, code matière, fiche de sécurité,
- les plans de secours : plan de secours spécialité TMD et Plan ORSEC,
- une réglementation appropriée de la circulation dans la commune.

La route RD169 qui longe le site est concernée uniquement par le risque de transport d'UF<sub>4</sub>.

Les seuls véhicules externes au site, et pouvant présenter un risque, sont ceux en partance de la coopérative agricole car ils peuvent transporter des ammonitrates qui, par nature, sont à risque d'explosion. Cependant, le nombre de camions desservant cette société est de deux par jour et ces véhicules n'empruntent pas la portion de la RD169 longeant le site AREVA NC.

Dans ces conditions, le risque lié au transport de matières dangereuses par route n'est pas considéré pour l'installation TDN comme événement initiateur potentiel d'un incident / accident sur l'installation.

#### **4.3.2 TMD par voie ferroviaire**

Comme indiqué au paragraphe 2.2.3.2, hormis des produits destinés à l'activité d'AREVA NC, aucun transport de TMD n'est observé sur la voie ferroviaire jouxtant le site.

## 4.4 Réseaux publics proches

### 4.4.1 Risque d'accident de la circulation routière

La vitesse des véhicules à proximité du site est de 70 km/h et est limitée au niveau de l'entrée du site à 50 km/h.

Un panneau d'avertissement « Attention Sortie Usine » est présent sur le RD169 desservant l'établissement.

Etant données les distances des voies de circulation principales aux alentours du site et le faible trafic de la RD169 desservant l'établissement AREVA NC, le risque lié aux accidents de la route (hors transport de matières dangereuses) peut être écarté pour l'installation TDN.

### 4.4.2 Gazoduc

Le site AREVA NC Malvési est connecté au gazoduc de gaz naturel.

Les risques liés au gaz naturel sont principalement, en cas de fuite et d'apport d'une source d'ignition :

- l'explosion d'un nuage de gaz,
- un jet enflammé.

Le gazoduc est une canalisation enterrée et constitue l'un des moyens de transport les plus sûrs des TMD : il n'y a en effet aucun risque de collision ou de choc avec un véhicule.

De plus, les canalisations font l'objet d'un entretien et d'un suivi de leur état sur tout leur trajet. Des servitudes sont de plus instaurées sur les terrains qu'elles traversent, avec notamment pour obligation des demandes d'autorisation de travaux pour prévenir de tout incident. Enterré, le gazoduc sera repéré afin d'éviter les chocs travaux.

Les conséquences d'un incident sur l'alimentation en gaz naturel au sein du site de Malvési sont étudiées de façon détaillées dans le cadre de l'étude des dangers des utilités (DDAE Usine COMURHEX II Malvési – Volume 3 – Tome 2 – Chapitre 16). Les scénarios d'accidents recensés dans cette étude ne sont pas susceptibles d'atteindre l'installation TDN.

### 4.4.3 Réseau aérien

La zone d'implantation du projet TDN étant éloignée de plus de 2 km de tout point des pistes de décollage / atterrissage d'avion, le, risque de chute d'avion ne sera pas retenu comme événement initiateur dans le cadre de la présente étude, conformément à 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.

## 5 Identification et caractérisation des potentiels de danger

Les paragraphes suivants présentent l'évaluation des potentiels de dangers associés à l'installation TDN. Cette analyse considère les substances mises en œuvre, les activités envisagées, les conditions d'exploitation, ainsi que les déchets générés.

### 5.1 Potentiels de danger associés aux substances mises en œuvre

Comme mentionné au Paragraphe 3, les substances mises en œuvre dans le cadre de l'exploitation de l'installation TDN sont les réactifs, produits et utilités associés au procédé de dénitrification envisagé.

#### 5.1.1 Dangers associés aux réactifs et utilités

Le tableau suivant présente les potentiels de danger associés aux réactifs de la réaction de dénitrification.

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP <sup>1</sup>	Potentiels de danger identifiés
Effluents lagunés contenant principalement des sels de nitrates, chlorures et sulfates ainsi que des traces de radionucléides  Effluents en mélange avec l'argile	Cuve de mélange agitée de 30 m <sup>3</sup>  2 cuves de 30m <sup>3</sup> d'alimentation du réacteur DMR	Non concerné (déchet)	Les substances contenues dans les effluents peuvent potentiellement générer des effets sur la santé ou l'environnement et/ou radiologiques.
Solution ammoniacale (< 25%) CAS : 1336-21-6 Nomenclature IUPAC : Solution aqueuse d'hydroxyde d'ammonium	Cuve ammoniacale de 40 m <sup>3</sup>	Corrosion / irritation cutanée, catégorie 1B  Toxicité spécifique pour certains organes cibles, catégorie 3 (irritation des voies respiratoires et effets narcotiques)  	Substance corrosive pouvant générer des gaz toxiques (ammoniac).
Argile	Silo de 90 m <sup>3</sup>	Non concerné	Non concerné

<sup>1</sup> Règlement CE n°1272/2008 du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n°1907/2006). Cette annexe présente la classification et l'étiquetage harmonisés pour certaines substances dangereuses

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP <sup>1</sup>	Potentiels de danger identifiés
Charbon de bois	Silo de 23 m <sup>3</sup>	Non concerné	Le charbon est un combustible solide : il peut brûler (et générer des effets thermiques) mais n'est pas facilement inflammable à l'air libre.
Charbon fossile	2 silos de 91 m <sup>3</sup>		En milieu confiné, le dégagement de méthane et/ou l'accumulation de fines poussières de charbon avec la présence d'un point chaud supérieur à 190 °C, peut générer un risque d'explosion et donner lieu à des effets thermiques et/ou de surpression. La combustion de charbon peut générer des produits de combustion toxiques (CO, CO <sub>2</sub> , HAP, COV).
Soude (réactif pour production d'eau osmosée) CAS : 1310-73-2 Nomenclature IUPAC : Hydroxyde de sodium, solution aqueuse	Bac de 60l avec rétention	Corrosion / irritation cutanée, catégorie 1A Substance corrosive pour les métaux, catégorie 1 	Non concerné
Bisulfite de sodium (réactif pour production d'eau osmosée) CAS : 7631-90-5 Nomenclature IUPAC : hydrogénosulfite de sodium	Bac de 60l avec rétention	Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4 	Substance pouvant générer des effets sur la santé.

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP <sup>1</sup>	Potentiels de danger identifiés
Carbohydrazide (traitement eau chaudière) CAS : 497-18-7 Nomenclature IUPAC : Acide hydrazinecarbohydrazonique	Bac de 180l avec rétention	Toxicité aiguë (par voies orale et cutanée et par inhalation), catégorie 4  Corrosion / irritation cutanée, catégorie 2  Lésions oculaires graves / irritation oculaire, catégorie 2  Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires  Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 2  	Substance pouvant générer des effets sur la santé  Substance dangereuse pour le milieu aquatique
Phosphate trisodique (traitement eau chaudière) CAS : 7601-54-9	Bac de 180l avec rétention	Corrosion / irritation cutanée, catégorie 2  Lésions oculaires graves / irritation oculaire, catégorie 1  Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires  	Substance pouvant générer des effets sur la santé
Alumine CAS : 1302-74-5 (oxyde d'aluminium) ; 1327-36-2 (silicate d'aluminium)	Silo d'entreposage de 15 m <sup>3</sup> et cuve de recyclage de 15 m <sup>3</sup>	Non concerné	Non concerné

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP <sup>1</sup>	Potentiels de danger identifiés
Oxygène CAS : 7782-44-7 Nomenclature IUPAC : dioxygène	2 cuves cryogéniques de 50 m <sup>3</sup>	Gaz comburants, catégorie 1 Gaz sous pression : gaz liquéfié réfrigéré 	Substance pouvant alimenter une combustion et générer des effets thermiques En milieu confiné, une concentration trop importante en gaz peut générer un risque d'hyperoxie
Fioul domestique CAS : 68334-30-5 (combustibles diesels) Nomenclature IUPAC : gasoil	Cuve de 5 m <sup>3</sup>	Liquides inflammables, catégorie 3 Toxicité par aspiration, catégorie 1 Toxicité aiguë par inhalation – vapeur, catégorie 4 Corrosion/irritation cutanée, catégorie 2 Cancérogénicité, catégorie 2 Toxicité systémique spécifique pour certains organes cibles (exposition répétée), catégorie 2 Toxicité chronique pour le milieu aquatique - catégorie 2 	Substance inflammable pouvant générer des effets thermiques Substance pouvant générer des effets sur la santé Substance dangereuse pour le milieu aquatique
Azote CAS : 7727-37-9 Nomenclature IUPAC : diazote	2 cuves cryogéniques de 50 m <sup>3</sup> 1 cuve tampon d'azote gazeux de 10 m <sup>3</sup>	Non concerné Gaz sous pression : gaz liquéfié réfrigéré 	Non concerné En milieu confiné, une concentration trop importante en gaz peut générer un risque d'anoxie

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP <sup>1</sup>	Potentiels de danger identifiés
Gaz naturel CAS : 74-82-8 (méthane)	Non concerné (utilisation du réseau site)	Gaz inflammables, catégorie 1 	Substance inflammable pouvant générer des effets thermiques et de surpression en milieu confiné

Tableau 8 : Potentiels de danger associés aux réactifs

### 5.1.2 Dangers associés aux produits

Le tableau suivant présente les potentiels de danger associés aux produits de la réaction de dénitruration.

Substance	Entreposage sur installation	Classement selon le règlement CLP	Potentiels de danger identifiés
Effluents gazeux pouvant comporter des traces d'oxyde d'azote, ammoniac, monoxyde et dioxyde de carbone, hydrogène	Non concerné	Non concerné	Les effluents gazeux peuvent potentiellement contenir des traces de substances pouvant générer des effets sur la santé  La présence potentielle de gaz inflammables pourrait être à l'origine d'effets de surpression/effets thermiques
Résidus solides	Aire d'entreposage provisoire de capacité 24 big-bag (48 tonnes) à proximité de la zone de production  + Entreposage dédié au sein d'un bâtiment de capacité 1 200 blocs.	Non concerné	Les substances piégées dans la matrice minérale sont susceptibles de générer des effets radiologiques  Pas d'effets sur la santé attendus compte tenu du caractère massif du bloc.

Tableau 9 : Potentiels de danger associés aux produits

## 5.2 Potentiels de danger associés aux réactions

Dans le DMR, l'effluent issu des lagunes réagit avec l'hydrogène généré par le charbon fossile permettant de chauffer l'équipement. Différentes réactions génèrent des gaz combustibles.

Ces gaz combustibles côtoient des poussières combustibles générées par l'attrition des particules de charbon au sein du lit fluidisé du DMR.

A noter que ces différents combustibles sont minoritaires au sein d'un environnement constitué de vapeur d'eau et de particules de poussières inertes. De plus, l'atmosphère réductrice maintenue dans le DMR ne permet pas la constitution d'un mélange explosif.

Dans le TO, les gaz combustibles résiduels sont brûlés. Un appoint en gaz naturel est nécessaire à l'opération.

Dans le SCR, de l'ammoniaque est injecté dans le flux de NOx afin de les réduire.

La réaction étant réalisée en température (plus de 350°C), la formation de nitrate d'ammonium peut être exclue.

Pour ce qui concerne les effluents nitrates à traiter, des essais réalisés par l'INERIS en 1995 sur les effluents présents dans les bassins B7 et B8 ont montré que ceux-ci ne présentaient pas de risque de décomposition violente (décomposition à caractère explosif) en cas de chauffage.

### 5.3 Potentiels de danger associés aux conditions d'exploitation

L'ensemble des opérations sont réalisées dans des gammes de température élevées.

Dans le DMR, la température de fonctionnement nominal est d'environ 800°C. Dans l'oxydateur thermique (TO), la température est supérieure à 850°C.

Cela nécessite une gestion en termes de risque d'incendie, d'explosion et de sécurité du personnel.

Le procédé fonctionne majoritairement en légère dépression. Dans tous les cas, la pression dans le DMR reste voisine de la pression atmosphérique.

Les équipements de l'unité sont opérés à l'intérieur de leur domaine de calcul, garantissant l'absence de risque en marche normale (exploitation, démarrage et arrêt).

## 5.4 Potentiels de danger associés aux déchets

Le potentiel de danger des résidus solides en sortie de procédé est présenté au paragraphe 5.1.2.

Les autres déchets sont principalement :

- des emballages vides ou matériaux de conditionnement qui sont des déchets conventionnels. Certains peuvent être des déchets dangereux s'ils ont servi à la livraison de réactifs dangereux (cas des contenants de certains réactifs de traitement d'eau), et le potentiel de danger est lié au produit contenu. D'autres sont des déchets non dangereux (cartons d'emballages ou palettes) qui ne présentent pas de risque particulier,
- des déchets liés à l'exploitation et à la maintenance des installations dont certains peuvent être souillés par les matières du procédé et peuvent être considérés comme des déchets radioactifs (bougies filtrantes par exemple). Le faible niveau de radioactivité induit avant tout un risque pour le personnel d'intervention mais n'est pas un potentiel de danger significatif pour l'environnement.

## 5.5 Localisation des potentiels de danger

Le plan suivant présente la localisation des potentiels de danger identifiés au sein de l'installation TDN.

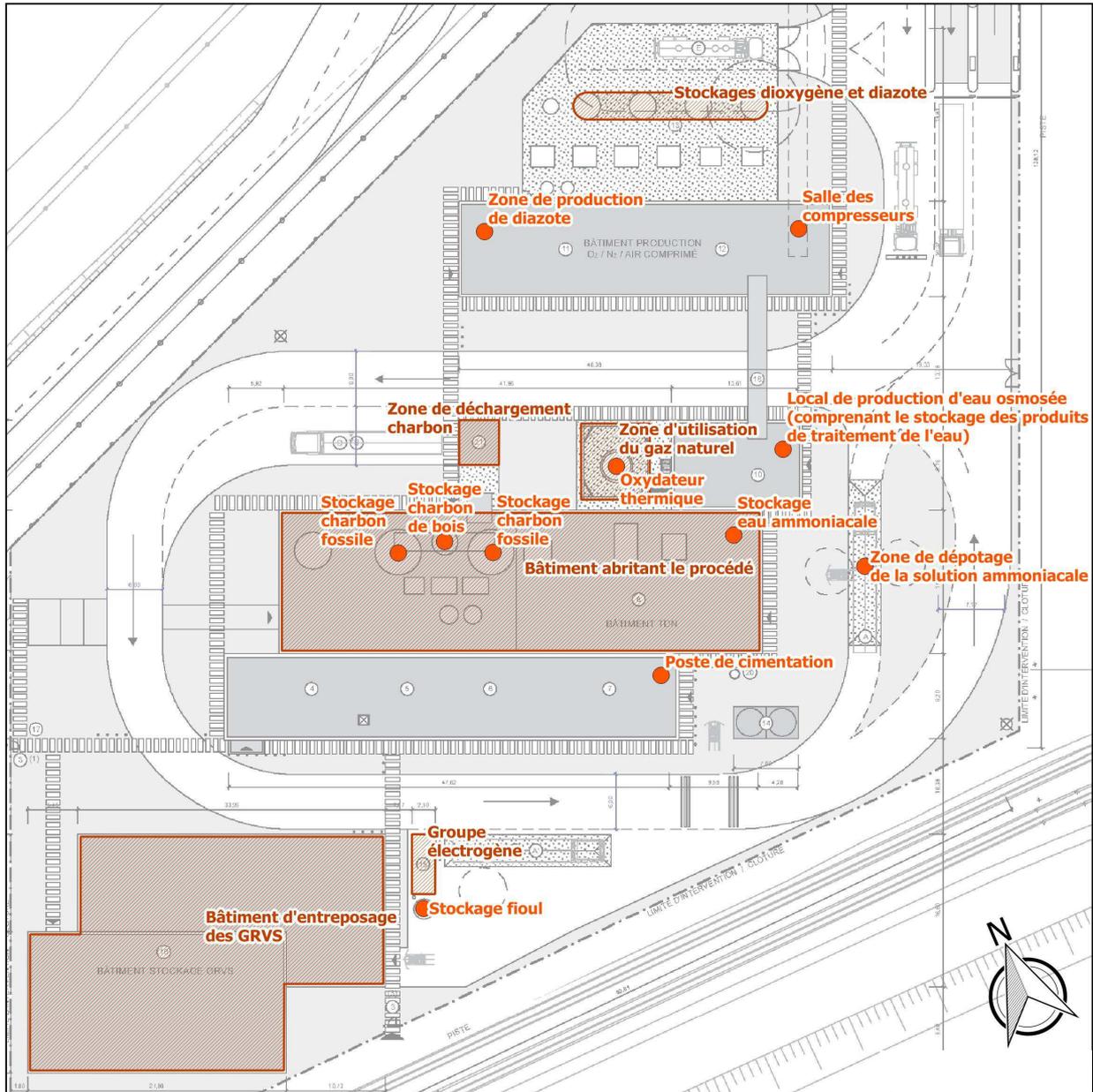


Figure 18 : Localisation des potentiels de danger

## 5.6 Etude des moyens de réduction des potentiels de danger

Dans le cadre de la réduction du risque à la source, le dimensionnement des silos, cuves, réservoirs d'entreposage, de matières premières ou de produits intermédiaires sont dimensionnés au plus juste besoin de la production. En effet, ces équipements ont été dimensionnés sur la base d'une autonomie minimale d'une semaine, le cas échéant, sur la base d'une capacité correspondant au volume d'un engin de transport.

Concernant l'utilisation de la solution ammoniacale pour le traitement des gaz, il est à noter que dans les phases précédentes du projet, il était envisagé d'utiliser de l'ammoniac gazeux. L'analyse des risques, associée à une étude du procédé, a permis d'évoluer vers l'utilisation d'une solution ammoniacale dont la teneur est inférieure à 25 % en ammoniac, ce qui diminue les risques associés.

Les équipements principaux du procédé (DMR, SGC, PSF) sont dimensionnés aux pressions et températures maximales de fonctionnement (pression maximale de service de 1,75 barg et température de 850°C), avec une marge de sécurité (pression équivalente de calcul de 6 barg).

De la même manière, le DMR, siège de la réaction de dénitrification, est un four de pyrolyse. De ce fait, il regroupe toutes les dispositions de l'art en matière de contrôle de température et de caractérisation et suivi des gaz formés. Le réacteur est protégé vis-à-vis de la surpression par un disque de rupture. La chaudière, quant à elle, est également équipée d'organes de sécurité et de surveillance des températures et pressions.

## 5.7 Comparaison de l'installation envisagée avec les Meilleures Techniques Disponibles (MTD)

Les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) sont les techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement, tout en demeurant accessibles à l'exploitant dans des conditions économiquement et techniquement viables.

La directive européenne 2010/75/UE du 24 novembre 2010, relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) dite directive « IED », incite les industriels à se conformer à des critères fondés sur les MTD (Meilleures techniques disponibles). Ces techniques sont décrites, pour chaque secteur, dans des documents de référence appelés documents « BREF » (Best Available Techniques [BAT] REFErences documents). Cette directive prévoit ainsi un échange d'informations sur les MTD entre Etats Membres, industries et organisations non gouvernementales de protection de l'environnement. Cet échange conduit à l'adoption des « BREF ».

Parmi les 35 BREF existants (5 BREF transverses et 30 BREF sectoriels), l'installation TDN peut se positionner par rapport aux BREF présentés dans le tableau suivant (il convient toutefois de noter que le projet TDN n'est pas soumis à la Directive IED).

Code du BREF	Titre du BREF
<b>BREF transverses</b>	
ECM	Aspects économiques et effets multi-milieux (juillet 2006)
MON	Principes généraux de surveillance (juillet 2003)
EFS	Emissions dues au stockage des matières dangereuses ou en vrac (juillet 2006)
ENE	Efficacité énergétique (février 2009)
<b>BREF sectoriels</b>	
CWW	Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique (février 2003)

**Tableau 10 : Positionnement de l'installation TDN par rapport aux BREF**

L'évaluation du projet TDN vis-à-vis des MTD des BREF est présentée en détails en annexe 5 du volume 2 du DDAE de l'installation TDN.

Concernant la présente étude, le BREF pouvant définir des MTD relatives à la prévention du risque industriel est le BREF transverse « EFS » relatif aux émissions dues au stockage des matières dangereuses ou en vrac, en date de juillet 2006. Ce BREF décrit d'une part toute la documentation à rédiger, d'autre part toutes les recommandations techniques concernant le stockage et l'entreposage (conception des réservoirs, bâtiments de stockage,...), le transport et la manipulation des liquides, gaz liquéfiés et matières solides, indépendamment du secteur concerné ou de la branche industrielle considérée. Il traite également des émissions dans l'air, dans le sol et dans l'eau, mais s'intéresse plus particulièrement aux émissions dans l'air. Les impacts liés à l'énergie et au bruit y sont également abordés, mais dans un moindre niveau de détail.

Conformément à ce BREF, les préconisations définies par les MTD et retenues pour l'installation TDN, en lien avec la présente étude, sont les suivantes :

- les cuves de stockage et les équipements associés (pompes, compresseurs, robinets, soupapes, canalisations fermées,...) prennent en compte les règles de conception dépendant notamment de la nature du produit et les conditions externes (éviter la corrosion) ;
- une cuve est dédiée à un seul produit ;
- la couleur de la cuve est adaptée au rayonnement thermique et lumineux pour l'O<sub>2</sub> et N<sub>2</sub> ; les autres réservoirs sont situés dans le bâtiment ;
- la localisation et l'agencement des stockages sont adaptés au type de fluides stockés, ils sont protégés de la pluie et des introductions d'eau pluviale ;
- concernant la réduction maximale des émissions :
  - en fonctionnement normal d'exploitation, il n'existe pas de risque d'émission pour l'O<sub>2</sub> et le N<sub>2</sub> ; en absence de consommation, le maintien en froid de ces cuves se fait par vaporisation d'une partie du contenu ;
  - concernant le stockage d'ammoniacque, la cuve est munie d'une soupape pression/dépression limitant les émissions. Lors du dépotage le ciel gazeux de la cuve est relié au ciel gazeux du camion, qui vient se raccorder sur deux flexibles : un pour le remplissage et un pour le dégazage de la cuve ;
  - concernant le stockage de fioul, lors de la livraison, l'air contenu dans la cuve de stockage est évacué par l'intermédiaire d'un évent et cette émission est négligeable ;
  - des mesures de prévention sont mises en place selon le stockage pour éviter les fuites : dispositif de sécurité (soupape, coupure automatique, ...), utilisation de capteurs (de niveau haut,...), rétentions dimensionnées et étanches aux produits avec détection de fuite, contrôle et entretien des installations, ... ;
- l'inspection et l'entretien des équipements sont programmés conformément à la réglementation en vigueur et externalisés auprès de spécialistes de ce type d'installation pour le stockage de l'O<sub>2</sub> et du N<sub>2</sub> ;
- en matière de sécurité et de gestion des risques, l'installation TDN est intégrée dans le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) déployé et piloté par le site AREVA NC Malvésí, dans le cadre de son Système de Management Intégré, et son étude de dangers permet d'identifier les risques et accidents majeurs de l'installation et de ses stockages ;
- la formation de tous les salariés de l'établissement AREVA NC Malvésí, d'entreprises extérieures ou les prestataires de service, quel que soit le type de contrat de travail et leur temps d'intervention sur site, est rendue obligatoire (module de Formation « Sécurité Site » intégrant les caractéristiques et les risques inhérents à la nouvelle installation TDN) ;
- les équipements sont mis à la terre et les zones ATEX sont classées conformément à la réglementation et localisées sur un plan : il est prévu de classer le local ammoniacque en zone ATEX de type 2 ;
- les moyens de protection contre l'incendie mis en place sont adaptés : pour la solution ammoniacale, le local isolé est équipé de détection incendie avec possibilité d'arrosage à l'eau de la cuve (refroidissement) ;
- les matières solides sont stockées dans des silos fermés ;

- les règles de conception du stockage en silo intègrent notamment la prévention de son effondrement ;
- les silos à charbon sont équipés d'évents de surpression (qui cèdent en cas d'explosion interne évitant la rupture du silo) et des filtres sont prévus sur les cuves de charbon fossile, de charbon de bois, d'alumine et d'argile, afin de limiter les émissions de poussières ;
- l'émission de poussières lors du transport et de la manipulation sont limitées grâce :
  - à un capotage des convoyeurs/transporteurs et une trémie de réception avec un système empêchant la dispersion des poussières (les émissions de poussières dues aux dépotages sont prises en compte dans les évaluations de l'impact des rejets chimiques sur la santé et l'environnement) ;
  - à la diminution de la hauteur de chute libre des produits dans les silos ;
  - à la réduction autant que possible des distances de transport ;
  - au revêtement des routes, en asphalte ;
  - lors de l'exploitation, à l'adaptation de la vitesse des véhicules circulant sur l'installation et au nettoyage des pneus et des routes dotées de surface dures ;
- un capotage des convoyeurs/transporteurs et un local de réception avec un système empêchant la dispersion des poussières sont mis en place pour réduire les déversements.

## 6 Enseignements tirés du retour d'expérience (REX)

---

L'installation TDN est peu rencontrée à l'échelle mondiale cependant le cœur de procédé s'apparente à une installation de pyrolyse. L'analyse des éléments de REX disponible est donc basée sur des installations ou activité similaires.

Cette analyse a été réalisée à partir de la base de données ARIA du Ministère en charge de l'environnement qui recense les accidents survenus en France et à l'étranger depuis 1992.

L'ensemble des accidents de cette base de données contenant les mots-clés suivant ont été étudiés :

- « Oxydateur thermique »,
- « Chaudière de récupération »,
- « Charbon »,
- « Ammoniaque » ou « solution ammoniacale »,
- « Pyrolyse ou incinérateur »,
- « Gaz naturel »,
- « Déchet(s) radioactif(s) »,
- « DENOX »,
- « Réacteur catalytique »,
- « Oxygène liquéfié ».

L'annexe 1 de cette étude présente les événements retenus pour l'analyse du retour d'expérience disponible.

Il est à noter que pour le mot clé « Déchet(s) radioactif(s) », les événements recensés concernent majoritairement le Transport de Matières Dangereuses. Il en est de même pour le mot clé « Oxygène liquéfié ».

Concernant le gaz naturel, les événements sont nombreux. Parmi les 132 événements retenus, 100 concernent des fuites de canalisations de gaz naturel endommagées par des engins de chantier lors de travaux à proximité des canalisations. Les principales actions prises dans ces situations sont la mise en place de périmètres de sécurité et l'évacuation éventuelle de personnes, l'isolation de la fuite et la réparation de la canalisation. Seuls les 32 autres événements sont présentés dans les tableaux annexés à la présente étude.

Pour éviter que des événements similaires à ceux identifiés ne se produisent sur TDN, les dispositions suivantes sont prises :

- les équipements mis en œuvre sont en adéquation avec les produits utilisés, des inspections périodiques et l'entretien préventif permettent de prévenir tout risque de fuite des équipements suite à la corrosion,

- les installations électriques sont réalisées conformément à la réglementation et aux normes en vigueur (notamment à l'arrêté foudre), seuls des opérateurs habilités peuvent intervenir sur ce type d'installations,
- l'élaboration d'une procédure d'arrêt d'urgence permet l'arrêt général de la production, la mise en sécurité puis le redémarrage en toute sécurité de l'installation,
- des procédures, notamment relatives à la requalification de circuits après intervention, sont élaborées afin de réduire le risque lié au facteur humain,
- les équipements contenant des liquides dangereux sont implantés au-dessus des cuvettes de rétention étanches pour éviter toute pollution du sol. Il est vérifié que la mise en contact de produits incompatibles ne peut pas y survenir,
- le personnel est formé aux risques présents sur l'installation,
- la détection de présence gaz est asservie à une coupure automatique des vannes de sécurité et déclenche une alarme en salle de conduite locale,
- la localisation des canalisations de gaz naturel est connue et repérée sur le site,
- l'évolution de la température dans les silos à charbon est suivie,
- la mise en suspension de poussières de charbon lors de son transport est limitée au maximum,
- les travaux par points chauds sont soumis à une procédure et une autorisation spécifiques,
- l'oxygène est stocké en extérieur et aucune canalisation d'oxygène pur ne chemine dans les bâtiments,
- les parties du procédé identifiées comme sensibles sont inertées à l'azote,
- les caractéristiques des gaz issus du DMR sont surveillées (suivi des teneurs en H<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> notamment),
- les zones à risque d'explosion sont identifiées et font l'objet de mesures spécifiques conformément à la réglementation (zonage ATEX),
- des détecteurs (incendie, gaz dangereux) sont mis en place dans l'atelier TDN. Les détections sont locales et reportées en Salle de Conduite Centralisée.

## 7 Dispositions prises vis-à-vis de certains risques

---

### 7.1 Disposition prises pour limiter le risque de dispersion

Concernant les émissions diffuses ou ponctuelles associées à la remise en suspension de poussières ou aux opérations de dépotages, le risque de dispersion sur les installations est limité par :

- le confinement des installations communes de déchargement des charbons,
- le capotage des transporteurs de charbon,
- le dépotage pneumatique de l'alumine et de l'argile,
- l'évacuation de l'air chargé en poussières lors de la livraison : un filtre en haut de silo dépoussière la totalité de l'air évacué. Ce filtre est décolmaté automatiquement après chaque livraison,
- pendant la phase de dépotage, le dégazage de la cuve d'ammoniaque sera canalisé vers le camion de livraison. Durant le reste du temps, pour limiter les rejets liés à la respiration de la cuve, celle-ci est équipée d'une soupape pression-dépression.

En ce qui concerne le procédé, il est à noter que les gaz évacués par la cheminée sont traités et filtrés avant rejet à l'atmosphère. La teneur en poussières est surveillée au sein du bâtiment procédé afin de pouvoir la maîtriser.

## 7.2 Dispositions prises pour limiter le risque de perte de confinement des substances mises en œuvre

Les dispositions suivantes sont observées sur l'installation TDN :

- la totalité de la zone d'implantation de l'unité TDN est imperméabilisée ;
- les bassins de décantation sont tous étanches aux produits qu'ils abritent ;
- les aires de déchargement des produits potentiellement polluants sont étanches et aménagées de façon à récupérer les éventuelles égouttures ainsi que les fuites en cas d'incident ;
- les bacs de stockage des différents produits, y compris les cuves de préparation des effluents nitrates, sont associés à des cuvettes de rétention étanches dont le revêtement est adapté au produit mis en œuvre. Ces rétentions présentent une pente au sol orientée vers des regards munis d'alarmes permettant d'avertir l'opérateur en cas de présence de liquide. Des capteurs de niveau sont installés sur ces différentes cuves (des seuils avec asservissements permettent de contrôler leurs niveaux de remplissages) ;
- le sol et les murs des cuvettes sont étanchéifiés par un enduit hydrofuge et des joints d'étanchéité sont mis en place pour les traversées de parois si nécessaire ;
- les ancrages des pieds des bacs de stockages bénéficient de fondations renforcées afin de résister aux effets de vague en cas de rupture d'un bac de stockage ;
- la capacité de rétention de la cuve de mélange des effluents est munie d'une pompe de type vide cave à démarrage automatique. Le mélange d'effluents ou les eaux pluviales sont alors envoyés vers la lagune d'effluents B7 ;
- certains équipements pouvant générer des fuites ou des égouttures (pompes diverses, mélangeurs effluents & argiles...) sont implantés directement dans les cuvettes de rétention des produits qu'elles font transiter ;
- le transfert entre les lagunes et l'unité TDN des effluents nitrates est assuré par des canalisations en double enveloppe PEHD avec détection de fuite en points bas (regard étanche permettant également de vérifier visuellement l'absence d'effluents). En cas de détection, une alarme est déclenchée et est retransmise vers le poste de supervision TDN pour prévenir l'opérateur de la présence d'une fuite ;
- les effluents en sortie des ouvrages de traitement existants auxquels se raccorde l'unité TDN, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'exutoire naturel. En cas d'anomalie sur un des paramètres contrôlés, ces eaux sont confinées et pompées pour un traitement complémentaire ;
- les manutentions des produits à l'intérieur du bâtiment process sont effectuées avec toutes les précautions nécessaires pour éviter le renversement accidentel des emballages ;
- les équipements du procédé ne sont pas soumis à une forte pression en fonctionnement et les paramètres de réaction (pression, température, ...) sont systématiquement surveillés afin de pouvoir en détecter les dérives éventuelles.

### 7.3 Dispositions prises pour limiter le risque de dissémination de matières radioactives

Le risque de dissémination de matières radioactives est contrôlé par la mise en place de circuits étanches, de matériaux adaptés, de systèmes de détection de fuite et des règles et procédures par l'exploitant, concernant notamment les contrôles réglementaires des équipements (usure, corrosion, adéquation des dispositifs de sécurité), mais aussi l'interdiction de survol des équipements non vidangés par des ponts ou monorails de manutention.

Concernant l'impact radiologique potentiel des installations, des études spécifiques ont été menées pour l'installation TDN (notes techniques référencée NT 101559 00 0020 A et NT 101559 00 0021 A, relatives à l'évaluation de l'impact dosimétrique suite à un rejet atmosphérique accidentel). Il ressort de ces études qu'il faudrait disperser des dizaines de tonnes de résidus solidifiés pour atteindre les seuils de référence en matière de situation accidentelle (50 mSv).

Ainsi, il n'y a pas de risque radiologique accidentel significatif en lien avec les résidus formés au sein de l'installation TDN.

### 7.4 Dispositions prises vis-à-vis du risque d'incendie / explosion

Les dispositions suivantes sont mises en œuvre sur l'installation TDN :

- les feux nus sont interdits sur l'ensemble de l'installation ;
- tous les travaux sont soumis à une autorisation préalable et à une procédure de permis de feu si nécessaire ;
- une séparation des zones est réalisée en fonction des produits présents ; ainsi le stockage d'oxygène est fait à l'écart des matières combustibles, les lignes d'oxygène pur ne cheminent pas à l'intérieur des bâtiments ;
- les stockages de matières combustibles sont limités aux besoins de l'exploitation ;
- les locaux à risque d'incendie (locaux électriques notamment) sont isolés des autres locaux par des murs présentant un degré coupe-feu de 2 heures ;
- les silos de charbon sont isolés thermiquement des zones susceptibles de constituer des points chauds ;
- la conception des installations prend en compte la présence de surfaces très chaudes liées au procédé (isolation thermique, utilisation de matériaux incombustibles) ;
- un zonage ATEX est défini en fonction des produits mis en œuvre (gaz naturel, poussières de charbon et solution ammoniacale notamment), les équipements mis en place prennent en compte les contraintes liées à ce zonage ;
- un inertage / balayage de certaines lignes et équipements de procédé est mis en œuvre (zones susceptibles de véhiculer des gaz ou matières combustibles) ;
- les transferts pneumatiques réalisés sur des produits susceptibles de contenir des poussières combustibles sont réalisés à l'azote ;
- l'installation est protégée contre les effets de la foudre ;
- une mise à la terre et une équipotentialité des installations est réalisée ;

- l'oxydateur thermique qui est muni d'un brûleur alimenté en gaz naturel est implanté en extérieur du bâtiment (pas de ligne ou d'équipement utilisant le gaz présent dans les bâtiments). Cet équipement sera conforme aux normes applicables aux brûleurs industriels (détection gaz, détection de flamme, asservissements) ;
- la teneur en oxygène des gaz issus du réacteur DMR est surveillée pour détecter toute dérive (fuite conduisant à une entrée d'air dans le procédé) ;
- des détecteurs de gaz inflammables sont disposés à proximité des installations utilisant le gaz naturel et leur déclenchement conduit à la coupure automatique de l'alimentation en gaz ;
- les locaux sont équipés de détecteurs d'incendie avec report d'alarme en salle de conduite ;
- des capteurs de température sont mis en place dans les silos de stockage de charbon ;
- en cas de montée en température des silos de charbon, une injection d'azote est réalisée ; un refroidissement externe des silos peut également être mis en œuvre ;
- les silos de stockage de charbon sont équipés de trappes d'explosion afin de limiter les conséquences en cas d'inflammation d'une atmosphère poussiéreuse. Il en est de même pour l'élévateur à godets et pour les dispositifs de transfert de charbon (trappes d'explosion ou confinement par parois à faible résistance) ;
- l'installation est équipée de moyens de lutte incendie : réseaux de distribution d'eau avec poteaux incendie normalisés, RIA (Robinets d'Incendie Armés), extincteurs.

## 8 Analyse préliminaire des risques

---

L'analyse préliminaire des risques (APR) consiste à :

- identifier de la manière la plus exhaustive possible l'ensemble des situations de danger pouvant conduire à des phénomènes dangereux,
- évaluer la fréquence de chaque évènement initiateur (en l'absence de mesures techniques ou organisationnelles de protection ou de prévention) selon une échelle de cotation définie,
- lister les barrières (techniques et/ou organisationnelles) de prévention et/ou de protection mises en place par l'industriel et agissant sur le scénario d'accident majeur identifié et, si besoin, définition de barrières complémentaires,
- évaluer les phénomènes dangereux identifiés en termes d'intensité. Cette étape a pour objectif de sélectionner les phénomènes dangereux pouvant avoir des effets hors du site de façon directe ou indirecte (par effets dominos).

Les paragraphes suivants présentent respectivement la méthodologie employée et les évènements redoutés retenus à l'issue de cette étape d'analyse des risques.

### 8.1 Méthodologie

L'APR est une analyse macroscopique de chaque système constituant l'installation envisagée.

Chaque système est caractérisé par une fonction (ex. : réception, stockage, expédition, combustion, etc.) comportant des équipements particuliers (ex : cuve, pompe, tuyauterie, vanne, etc.).

L'APR est menée en groupe de travail. La diversité des profils et des expériences de chaque participant du groupe de travail, complétée par une compilation et une analyse des accidents survenus dans des installations semblables, conduit au recensement le plus exhaustif possible des évènements accidentels envisageables.

Cette analyse est effectuée sur la base des schémas procédés et du schéma d'implantation des installations.

Le groupe de travail commence l'APR par un découpage fonctionnel des installations en fonction :

- de la nature du produit ou du mélange présent,
- des conditions opératoires.

Chaque système ainsi défini est ensuite étudié séparément par le groupe de travail.

Le groupe de travail s'appuie sur un tableau tel que celui présenté ci-après.

N°	Cause	EI	ERC	PhD	I	Fr	Barrières de sécurité	NC de la barrière	Probabilité d'occurrence du PhD	Gravité sur les salariés	Gravité sur les populations	Gravité environnement	Gravité installation	Cotation criticité	Barrières compl.	NC de la barrière	Cotation criticité finale	Recommandation/ Action / Remarque
							Intitulé											
Equipement																		

*EI : Evènement initiateur / ERC : Evènement Redouté Central / PhD : Phénomène Dangereux / I : Intensité / Fr : Fréquence de la cause sans barrière*

Tableau 11 : Exemple de tableau d'APR

A partir de ce tableau, le groupe de travail adopte une démarche systématique qui prend la forme suivante :

- choix d'un équipement ou produit dans le système considéré,
- considération d'une déviation (ou d'un incident),
- pour la déviation retenue, identification de toutes les causes y conduisant,
- identification de toutes les conséquences en résultant ;
- estimation et cotation de la fréquence d'occurrence de chaque cause envisagée sans prise en compte des barrières de sécurité existantes selon une échelle de cotation décrite au paragraphe 1.1.1,
- estimation de l'intensité des phénomènes dangereux selon une échelle de cotation décrite au paragraphe 0,
- identification des barrières de sécurité prévues sur l'installation.

### 8.1.1 Echelle de cotation en fréquence

La fréquence d'occurrence de chaque cause envisagée dans le cadre de l'APR a été cotée en l'absence de barrières de sécurité techniques ou organisationnelles. Pour ce faire, un indice de fréquence, basé sur les niveaux suivants, a été utilisé :

- évènement courant (se produit au moins une fois par an),
- évènement probable (s'est déjà produit),
- évènement peu probable (peut se produire),
- évènement très peu probable (survenue peu vraisemblable),
- évènement extrêmement peu probable (survenue très peu vraisemblable).

### 8.1.2 Echelle de cotation en intensité

Les conséquences d'un phénomène dangereux sont cotées en intensité selon l'échelle présentée dans le tableau ci-dessous.

Hors Site	4	Forte intensité (ex : seuil d'effet létal) du phénomène à l'extérieur du site
	3	Phénomène pouvant sortir du site avec intensité limitée à l'extérieur
Sur site	2d ou 2	Effets dominos possibles (2d) ou atteinte des équipements de sécurité à l'intérieur du site
	1	Pas d'atteinte des équipements de sécurité à l'intérieur du site

Figure 19 : Echelle de cotation en intensité

Les phénomènes dangereux dont l'intensité des effets estimée est égale à 1 ou 2 (effets internes au site) ne sont pas retenus pour la suite du processus de détermination des accidents majeurs.

Les phénomènes dangereux dont l'intensité des effets estimée est de 2d (effets internes au site mais pouvant conduire à des effets dominos majeurs), 3 ou 4 sont retenus à l'issue de l'APR pour une étude détaillée des risques.

En cas d'incertitude sur l'intensité du phénomène dangereux, le niveau 2d ou 3 est retenu. La modélisation du phénomène dangereux et sa cotation en gravité dans la suite de l'étude permettra de justifier de ses conséquences.

### 8.1.3 Bilan de l'APR

En fin d'APR, les données suivantes sont disponibles :

- la liste des phénomènes dangereux pouvant avoir un impact à l'extérieur du site ou des effets dominos et qui seront modélisés par la suite,
- la liste des causes pouvant induire chaque phénomène dangereux,
- la fréquence d'apparition des causes (en l'absence de mesures préventives ou protectrices),
- la liste des barrières (techniques et/ou organisationnelles) dédiées à éviter la survenue du phénomène dangereux ou dédiées à la protection (limitation des conséquences).

## 8.2 Sélection des évènements redoutés

Le découpage envisagé pour l'analyse des risques préliminaire de l'installation est le suivant :

- Système 1 : Réception et stockage d'alumine
- Système 2 : Alimentation et recyclage Bed Media
- Système 3 : Réception et stockage de charbon fossile
- Système 4 : Alimentation en charbon fossile
- Système 5 : Réception et stockage de charbon de bois
- Système 6 : Alimentation en charbon de bois
- Système 7 : Réception et stockage d'argile
- Système 8 : Préparation d'effluents lagunés
- Système 9 : Préparation et suspension de l'alimentation du DMR
- Système 10 : Procédé THOR
- Système 11 : Alimentation en gaz naturel
- Système 12 : Oxydateur TO
- Système 13 : Production de vapeur et chaudière de récupération
- Système 14 : SCR (Selective Catalytic Reduction)
- Système 15 : Réception et entreposage d'ammoniaque
- Système 16 : Extraction des gaz
- Système 17 : Cimentation
- Système 18 : Transfert et entreposage GRVS
- Système 19 : Réception et entreposage d'oxygène
- Système 20 : Réception et entreposage d'azote
- Système 21 : Compresseur d'air
- Système 22 : Production d'eau osmosée

Il est à noter que le système 10 (procédé THOR : DMR, SGC, PSF, soutirage pied de DMR, soutirage pied de PSF et PRR) a fait l'objet d'une analyse HAZOP spécifique avec le bailleur de procédé, afin d'identifier précisément et exhaustivement les déviations possibles et leurs impacts sur le procédé et l'installation.

Le tableau suivant présente les Evènements Redoutés (ER) sélectionnés à l'issue de l'APR réalisée pour l'installation TDN et susceptibles de générés soit des effets dominos soit des effets à l'extérieur du site.

Système étudié	Evènement Redouté ou déviation	Phénomène(s) dangereux associé(s)	Principales causes identifiées	Principales barrières de prévention et protection associées
10	Explosion du réacteur DMR par inflammation d'un nuage de charbon en suspension	Effets de surpression Effets thermiques	Présence d'un taux d'oxygène élevé dans le procédé lors du démarrage Entrée d'air dans les équipements procédé en fonctionnement normal	Enceinte du filtre PSF et du réacteur DMR dimensionnées pour une déflagration générée par une explosion de poussières Capteur O <sub>2</sub> avec asservissement Alarmes de température haute dans réacteur DMR et filtre PSF avec asservissements Auto-nettoyage des buses d'injection (du gaz de fluidisation du réacteur) Alarmes de débit bas du gaz de fluidisation avec asservissements
10	Explosion du réacteur DMR par inflammation d'une poche de gaz hydrogène	Effets de surpression Effets thermiques	Alimentation de la solution nitratée ou alimentation en alumine défectueuse (mauvaise réaction entre l'H <sub>2</sub> et les nitrates - accumulation) Concentration en O <sub>2</sub> insuffisante dans l'air d'atomisation (mauvaise réaction avec le charbon – augmentation de la réaction de vaporeformage) et Entrée d'air dans le DMR par fuite	Dans les conditions opératoires, l'hydrogène réagit directement et ne peut s'accumuler Régulation de l'alimentation en charbon sur seuil H <sub>2</sub> en sortie de filtre PSF (arrêt alimentation charbon sur seuil haut) Capteur H <sub>2</sub> en sortie du filtre PSF avec asservissements Capteur O <sub>2</sub> avec asservissement

Système étudié	Evènement Redouté ou déviation	Phénomène(s) dangereux associé(s)	Principales causes identifiées	Principales barrières de prévention et protection associées
11	Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur	Effets de surpression Effets thermiques		Réseau protégé contre les chocs Détection de pression basse réseau gaz avec fermeture automatique des vannes de sécurité Procédures particulières lors de travaux Choix des matériaux adaptés Inspections et maintenances périodiques Contrôle de l'étanchéité des équipements à l'azote ou au mille bulles avant chaque mise en service Limitation des assemblages démontables Détection gaz avec alarme sur panoplies gaz
10	Rejet des gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR)	Effets toxiques	Fuite d'un équipement (défaillance, corrosion)	Conception du réacteur (matériaux, épaisseur, réacteur réfractorisé pour résister aux hautes températures) Joints dimensionnés aux conditions opératoires (haute température) Inspections périodiques et maintenances préventives des équipements
15	Evaporation d'une nappe de solution ammoniacale concentrée à 25 %	Effets toxiques	Rupture de la cuve d'ammoniaque suite à une surpression pouvant être provoquée par l'absence d'ouverture de la vanne phase gaz lors du remplissage ou un oubli de raccordement du flexible de retour de la phase gaz (orifice fermé) Fuite d'un équipement (vieillessement/corrosion)	Sécurité sur vannes phase liquide/gaz (position ouverte nécessaire pour dépotage) Présence de soupape sur cuve Seuil de pression haute cuve arrêt pompe Rideau d'eau dans local de stockage solution ammoniacale et arrosage cuve sur détection ammoniacale Rétention

Système étudié	Evènement Redouté ou déviation	Phénomène(s) dangereux associé(s)	Principales causes identifiées	Principales barrières de prévention et protection associées
20	Rupture franche d'une ligne d'azote liquide	Effets toxiques (risque d'anoxie)	<p>Défaillance matérielle conduisant à un défaut de régulation</p> <p>Dépotage du mauvais produit</p> <p>Perte de l'isolation (fuite de la double enveloppe) entraînant une montée en température</p> <p>Incendie externe</p> <p>Agression externe (chute de grue)</p>	<p>Soupape(s)</p> <p>Le seul autre produit liquéfié dans la zone est l'oxygène. En cas d'erreur de dépotage ce dernier ne réagit pas avec l'azote.</p> <p>Conception différente des raccords pour dépotage</p> <p>Détecteur de contrôle du vide de la double enveloppe</p> <p>Pas de matière combustible à proximité</p> <p>Procédure spécifique aux travaux de grutages à proximité (pas de levage si installations en fonctionnement)</p>
19	Rupture franche d'une ligne d'oxygène liquide	Effets toxiques (risque d'hyperoxie)	<p>Défaillance matérielle conduisant à un défaut de régulation</p> <p>Dépotage du mauvais produit</p> <p>Perte de l'isolation (fuite de la double enveloppe) entraînant une montée en température</p> <p>Incendie externe</p> <p>Agression externe (chute de grue)</p>	<p>Soupape(s)</p> <p>Le seul autre produit liquéfié dans la zone est l'azote. En cas d'erreur de dépotage ce dernier ne réagit pas avec l'oxygène.</p> <p>Conception différente des raccords pour dépotage</p> <p>Détecteur de contrôle du vide de la double enveloppe</p> <p>Pas de matière combustible à proximité</p> <p>Procédure spécifique aux travaux de grutages à proximité (pas de levage si installations en fonctionnement)</p>

Système étudié	Evènement Redouté ou déviation	Phénomène(s) dangereux associé(s)	Principales causes identifiées	Principales barrières de prévention et protection associées
3, 5	Explosion au sein d'un silo de charbon	Effets de surpression	Mise en suspension de poussières de charbon (transfert vers silo, travaux, transfert vers trémie) et présence d'une source d'ignition	<p>Zonage ATEX et mise à la terre</p> <p>Consignes du site (point chauds)</p> <p>Paroi(s) soufflable(s) sur transporteur</p> <p>Transport à vitesse limitée (vitesse des moteurs) et chutes capotées</p> <p>Procédure travaux</p> <p>Trappe d'explosion sur silos et convoyeurs</p> <p>Conception des silos et dispositif de remplissage limitant la formation de poussières</p> <p>Tuyauteries et trémie inertées à l'azote</p> <p>Détection température haute et inertage des silos</p> <p>Dispositif limitant la conduction thermique vers les silos depuis le réacteur DMR</p> <p>Sas étanches sur systèmes d'alimentation en charbon</p>

**Tableau 12 : Evènements redoutés sélectionnés à l'issue de l'APR**

## 9 Evaluation de l'intensité des phénomènes dangereux

---

A l'issue de l'APR, 10 évènements redoutés ont été retenus comme pouvant potentiellement conduire à un accident majeur, c'est-à-dire un accident dont les conséquences pourraient dépasser les limites de l'établissement.

Les paragraphes suivants présentent ainsi les modélisations effectuées dans le but d'estimer plus précisément les distances d'effets des phénomènes dangereux pouvant être générés par ces évènements redoutés.

Pour rappel, les phénomènes dangereux à étudier sont les suivants :

- les effets thermiques et de surpression générés par une explosion de poussières de charbon dans différentes conditions (dans le DMR, dans le silo charbon),
- les effets thermiques et de surpression générés par une explosion de gaz naturel,
- les effets toxiques générés par la dispersion de substances dangereuses (gaz de procédé, ammoniacque, oxygène, azote).

### 9.1 Méthode d'évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux

Différents phénomènes dangereux sont à modéliser : la dispersion de substances toxiques et l'explosion de gaz et poussières (générant des effets de surpression et des effets thermiques).

Les paragraphes suivants présentent la méthodologie employée pour modéliser ces phénomènes.

#### 9.1.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette étude pour ce phénomène dangereux est le logiciel PHAST dans sa version 6.54. Ce dernier est un logiciel de type intégral. La complexité de ce type de logiciel est intermédiaire entre des calculs de dispersion de type gaussien et des logiciels tridimensionnels procédant par volumes ou éléments finis.

Ce logiciel permet une modélisation assez fine, prenant en compte les différents régimes de dispersion. Les calculs peuvent être effectués avec des modèles correspondant à autant de problématiques différentes, à savoir :

- un modèle qui est employé lorsque l'énergie cinétique propre au rejet préside à la dispersion (cas des jets de gaz sous pression, par exemple) ;
- un modèle qui est employé lorsque la dispersion dépend à la fois de l'énergie cinétique du rejet et des effets de densité ;
- un modèle pour les calculs de dispersion des gaz lourds ;
- enfin, un modèle classique de dispersion gaussienne lorsque le polluant émis est « dynamiquement passif » et que la dispersion atmosphérique ne dépend plus que des conditions orographiques et météorologiques.

Par ailleurs, certaines limitations sont à noter :

- le terrain est considéré comme plat, de rugosité uniforme et non encombré d'obstacles ;
- la vitesse du vent doit être au moins égale à 1 m/s pour obtenir des résultats plausibles ;

- les conditions météorologiques sont considérées invariables tout au long de l'émission et de la dispersion.

Trois conditions météorologiques sont retenues lors de la réalisation de calculs de dispersion atmosphérique :

- Conditions météorologiques F3 - Diffusion faible : atmosphère très stable (classe F de PASQUILL) et vent faible (3 m/s), 15°C ;
- Conditions météorologiques D5 - Diffusion normale : atmosphère thermiquement neutre (classe D de PASQUILL) et vent moyen (5 m/s), 20°C.

La hauteur de rugosité a été prise égale à 0,17 (-) pour la réalisation des calculs de dispersion atmosphérique. Une telle valeur correspond à un milieu de dispersion plutôt encombré au niveau du sol. Il s'agit d'une valeur souvent utilisée pour représenter un milieu industriel.

### 9.1.2 Modélisation de l'explosion de gaz et de l'éclatement de capacités

Pour évaluer les effets de surpression générés en cas d'inflammation d'un nuage de gaz combustibles (suivie d'une explosion) ou d'éclatement d'une capacité sous pression, deux méthodes communément usitées lors de la réalisation d'étude de dangers ont été retenues.

Concernant l'inflammation d'un nuage de gaz combustible, la méthode utilisée est la méthode dite Multi-Energie.

Dans le cas des éclatements de capacité sous pression, la méthode utilisée est une combinaison de la méthode de Brode et des abaques d'indice de violence 10 de la méthode Multi-Energie (méthode PROJEX formalisée par l'INERIS). Ces méthodes sont décrites ci-après.

#### 9.1.2.1 Quantification des effets de surpression avec la méthode Multi-Energie

Cette méthode a été développée par l'organisme néerlandais TNO<sup>1</sup>. Elle est adaptée à la quantification des effets de surpression liés à des explosions de nuages de gaz combustibles qui s'enflamment en milieu libre ou encombré. Le principe de cette méthode consiste à :

- déterminer l'énergie d'explosion disponible pour générer des effets de surpression. Cette énergie d'explosion est le produit de la masse de gaz combustible suffisamment concentré pour s'enflammer et de l'enthalpie de combustion de ce gaz combustible :

$$E = \Delta H_c \times M_{inf}$$

Avec :

E : énergie de l'explosion (J)

$\Delta H_c$  : enthalpie de combustion (J/kg)

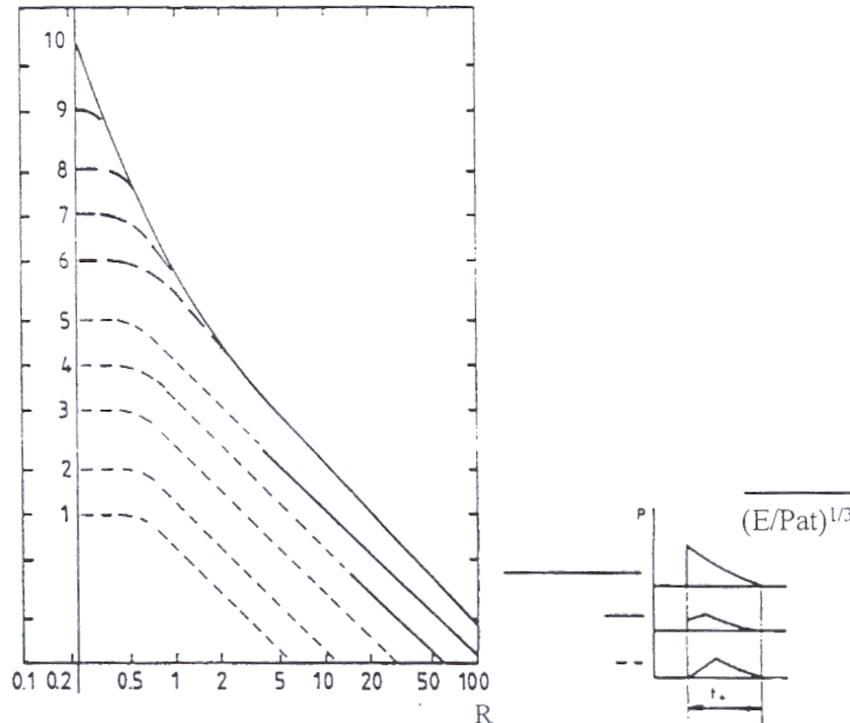
$M_{inf}$  : masse inflammable (kg) de gaz combustibles suffisamment concentré pour s'enflammer

- choisir judicieusement le niveau de violence d'explosion permettant de caractériser la virulence du phénomène physique suivant la réactivité du gaz combustible impliqué et suivant l'encombrement spatial de l'environnement proche du nuage de gaz lors de sa

<sup>1</sup> Cf. « Methods for the calculations of physical effects », CPR, 3rd edition, 1997

combustion. La caractérisation de ce niveau de violence se fait à travers le choix de la valeur d'un paramètre noté « indice de violence » comprise entre 1 et 10,

- déterminer le niveau des effets de surpression en fonction de la distance au centre de l'explosion à l'aide d'abaques prévus à cet effet. Le choix de l'abaque à prendre en considération se fait à partir de la valeur de l'indice de violence retenu lors de l'étape précédente comme le montre le schéma suivant :



**Figure 20 : Abaques relatifs à la méthode Multi-Energie**

Les distances d'effets de surpression sont ensuite déterminées à l'aide de la valeur R déterminée à partir des abaques ci-dessus. La formule utilisée est la suivante :

$$D = R \times (E/P_{at})^{1/3}$$

Avec :

D : distances d'effets de surpression (m)

R : valeur adimensionnée déterminée depuis l'abscisse des abaques en fonction de l'indice de violence retenu et du niveau de surpression recherché (-)

E : énergie de l'explosion (J)

$P_{at}$  : pression atmosphérique (Pa)

A noter que la détermination de la masse inflammable de gaz combustibles mentionnée dans la première étape est réalisée à l'aide du logiciel de dispersion atmosphérique PHAST 6.54. Ce dernier permet de déterminer la masse de gaz combustibles suffisamment concentré dans l'air pour que la concentration soit supérieure à la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE).

### 9.1.2.2 Quantification des effets thermiques

En cas d'inflammation d'un nuage de gaz à l'air libre, outre les effets de surpression, des effets thermiques sont également générés. En effet, l'inflammation du nuage de gaz est à l'origine d'une flamme qui s'accompagne d'effets thermiques (de rayonnement). Pour quantifier ces effets, 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 » est utilisée.

Dans ce document, il est indiqué que :

- la distance maximale atteinte par les effets létaux (premiers et significatifs) est égale à la distance atteinte par la concentration limite inférieure d'explosivité,
- la distance maximale atteinte par les effets irréversibles est égale à la distance des effets létaux à laquelle il faut ajouter 10 %.

A noter que les définitions des effets létaux et irréversibles sont décrites au paragraphe 9.2.

### 9.1.2.3 Quantification des effets de surpression avec la méthode PROJEX de l'INERIS

Cette méthode consiste à évaluer les effets de surpression générés en cas d'éclatement d'une enceinte ou d'un stockage contenant un gaz sous pression. Cette méthode décrite dans le rapport Oméga 15 de l'INERIS (« Les éclatements de capacités, phénoménologie et modélisation des effets », référencé DRA-12-125630-04945B en date du 17/10/2013) permet :

- premièrement d'évaluer l'énergie disponible participant à l'explosion à partir de la formule dite de Brode. Cette formule fait appel à l'utilisation de trois paramètres : le volume libre de l'enceinte qui éclate, la pression de rupture de l'enceinte et le rapport des chaleurs spécifiques du gaz présent dans l'enceinte. La formule utilisée est la suivante :

$$E = P \times V / (\gamma - 1)$$

Avec :

E : énergie de l'explosion (J)

P : pression de rupture/d'éclatement (Pa)

V : volume de l'enceinte contenant le gaz (m<sup>3</sup>)

$\gamma$  : rapport des chaleurs spécifiques (-)

- de déterminer dans un second temps le niveau des effets de surpression en fonction de la distance au centre de l'éclatement à l'aide des abaques décrits dans la méthode Multi-Energie (voir paragraphe précédent). Dans ce cas, seule la courbe associée à l'indice de violence de 10 est utilisée.

## 9.2 Seuils d'effets de référence

Les seuils d'effets de référence retenus dans le cadre de cette étude sont présentés en annexe 2.

## 9.3 Modélisation des effets des différents phénomènes dangereux

*Les données présentées ci-après sont issues de la note technique « Evaluation de scénarios accidentels – Projet de Traitement des Nitrates (TDN) », référencée NT 13-008884 Rév. C.*

### 9.3.1 Explosion du réacteur DMR par inflammation de charbon en suspension

Le réacteur DMR (tout comme le SGC et le PSF) est un équipement qui fonctionne à la pression atmosphérique. Bien qu'il soit équipé d'un disque de rupture taré à 1,75 bar rel (25,4 psi rel.) pour évacuer une éventuelle montée en pression accidentelle, la présence d'un revêtement intérieur spécifique destiné à le rendre résistant à la température lui permet de tenir à une pression maximale de service de l'ordre de 6 bar rel. En utilisant l'approche décrite par le rapport Oméga 15 de l'INERIS pour estimer la pression de rupture, il apparaît que cette dernière serait estimée au triple de la pression maximale de service, soit 18 bar rel.

Concernant le charbon présent dans l'équipement, un nuage de poussières de ce composé mélangé idéalement à l'air dans des proportions stœchiométriques pourrait s'enflammer au contact d'une source d'ignition et provoquer une montée en pression significative au sein du DMR. Néanmoins, d'après la publication INRS ED 944 et le standard américain NFPA 68, la pression maximale d'explosion (Pmax) pour le charbon bitumineux est respectivement de 7 bar rel. et 9,2 bar rel. Dans ces conditions, la pression maximale d'explosion serait inférieure à la pression de rupture du DMR.

Ainsi, une explosion d'un nuage de poussières de charbon au sein du DMR ne serait pas en mesure de générer la rupture de celui-ci. Le raisonnement décrit ci-dessus s'applique également aux SGC et au PSF.

Il est par conséquent inutile d'avoir recours à une méthode de quantification des effets de surpression.

### 9.3.2 Explosion du réacteur DMR par inflammation d'une poche de gaz d'hydrogène

Comme mentionné précédemment, la pression de rupture du DMR peut être estimée au triple de la pression maximale de service, soit 18 bar rel.

Un nuage d'hydrogène au sein du DMR, mélangé idéalement à l'air dans des proportions stœchiométriques, pourrait s'enflammer au contact d'une source d'ignition et provoquer une montée en pression significative au sein du DMR. Néanmoins, la pression maximale d'explosion (Pmax) pour l'hydrogène est comprise entre 7 et 8 bar rel. Une telle pression resterait inférieure à la pression de rupture du DMR.

Ainsi, une explosion d'un nuage d'hydrogène au sein du DMR ne serait pas en mesure de générer la rupture de celui-ci. Le raisonnement décrit ci-dessus s'applique également aux SGC et au PSF.

### 9.3.3 Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur

Pour ce scénario, une fuite sur la tuyauterie de gaz naturel située en milieu extérieur est envisagée. Cette fuite peut donner lieu soit à une explosion d'un nuage de gaz soit à un feu chalumeau.

La composition du gaz naturel est de type H (haut pouvoir calorifique) : concentration en méthane supérieure à 80 %, concentration en éthane inférieure à 15 %, concentration en propane et en azote inférieure à 5 % et concentration en dioxyde de carbone inférieure à 3 %.

Compte tenu de ces informations, le gaz est assimilé à du méthane.

Les pressions de gaz dans les tuyauteries sont différentes en fonction des points d'alimentations considérés :

- Cas n°1 : ligne d'alimentation du poste de détente de l'installation TDN en gaz naturel depuis le poste de distribution du site de Malvési. La pression est de l'ordre de 2 bar rel en sortie du poste de distribution. Le diamètre nominal DN de la tuyauterie est de 80 mm pour une longueur de tuyauterie entre la poste de distribution et le poste de détente TDN d'environ 400 m. Dans ce cas, la fuite sur la ligne est considérée avant le raccordement de la ligne au poste de détente TDN.
- Cas n°2 : alimentation de l'oxydateur thermique depuis le poste de détente de l'installation TDN. La pression est de l'ordre de 0,5 bar rel. Le diamètre nominal DN de la tuyauterie concernée est de 50 mm. La longueur de tuyauterie entre le poste de détente et la panoplie du brûleur est de l'ordre de la dizaine de mètres. Dans ce cas, la fuite sur la ligne est considérée en sortie du poste de détente.

Plusieurs configurations de fuite peuvent être envisagées :

- une rupture franche de la tuyauterie,
- une fuite sur bride dont la surface représente environ 10 % de la section de la tuyauterie,
- une fuite sur un trou de corrosion dont la surface représente environ 1 % de la section de la tuyauterie.

Selon une première approche, la configuration enveloppe (rupture franche) est étudiée pour les conditions de pression présentées aux cas n°1 et 2.

A noter que dans la suite des calculs, les effets de surpression ont été déterminés en champ libre et dans un milieu assez encombré.

Le rejet est considéré comme orienté vers le bas avec un impact au sol. La hauteur de rejet est d'un mètre. Il s'agit d'une approche prudente dans la mesure où un impact au sol est à l'origine d'une accumulation de gaz inflammable. Cette accumulation tend à augmenter la valeur de la masse inflammable.

### 9.3.3.1 Estimation des effets de surpression de l'explosion

Les hypothèses retenues pour les calculs de masse inflammable à l'aide de PHAST 6.54 sont les suivantes :

		CAS N°1	CAS N°2
Pression dans la tuyauterie	Bar rel.	2	0,5
Diamètre de fuite	mm	80	50
Température de rejet	°C	20	20
Longueur de tuyauterie avant fuite	m	400	1

**Tableau 13 : Terme source retenu pour les calculs de masse inflammable**

Les résultats de masse inflammables déterminés à l'aide de PHAST 6.54 sont les suivantes :

		CAS N°1	CAS N°2
Débit de rejet	kg/s	0,346	0,336
Masse inflammable (D5)	kg	0,63	0,59
Masse inflammable (F3)		1,3	1,25
Masse inflammable (F2)		1,5*	1,45

**Tableau 14 : Masse inflammable**

A noter que le refoulement de l'aval de la tuyauterie est négligé car le débit est très faible.

Les résultats obtenus en tenant compte de la masse inflammable déterminée ci-dessus, d'un indice de violence de 5 (représentatif d'un milieu assez encombré) et d'une chaleur de combustion de l'ordre de 50 MJ/kg, sont présentés dans les tableaux suivants.

CAS N°1			
Conditions météorologiques		D5	F3
Masse inflammable	kg	0,63	1,3
Chaleur de combustion du méthane	MJ/kg	50	
Energie d'explosion	MJ	32	65
Indice de violence (Méthode Multi-Energie)	-	5	
Distance maximale atteinte par la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE)	m	13	10
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 200 mbar (Seuil des effets létaux significatifs)</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 140 mbar (Seuil des premiers effets létaux)</b>	<b>m</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 50 mbar (Seuil des effets irréversibles)</b>	<b>m</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 20 mbar (Seuil des effets indirects par bris de vitres)	m	35	41

**Tableau 15 : Distances d'effets de surpression générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur – CAS N°1**

CAS N°2			
Conditions météorologiques		D5	F3
Masse inflammable	kg	0,59	1,25
Chaleur de combustion du méthane	MJ/kg	50	
Energie d'explosion	MJ	30	63
Indice de violence (Méthode Multi-Energie)	-	5	
Distance maximale atteinte par la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE)	m	13	10
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 200 mbar (Seuil des effets létaux significatifs)</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 140 mbar (Seuil des premiers effets létaux)</b>	<b>m</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 50 mbar (Seuil des effets irréversibles)</b>	<b>m</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
Distance d'effets maximale atteinte par le seuil de surpression de 20 mbar (Seuil des effets indirects par bris de vitres)	m	35	41

**Tableau 16 : Distances d'effets de surpression générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur – CAS N°2**

A noter que les distances d'effets sont indiquées depuis le point de fuite.

### 9.3.3.2 Estimation des effets thermiques de l'explosion

Les résultats d'effets thermiques obtenus à partir des règles décrites dans la circulaire du 10 mai 2010 sont les suivantes :

		CAS N°1		CAS N°2	
Conditions météorologiques	-	D5	F3	D5	F3
Distance maximale atteinte par la Limite Inférieure d'Explosivité (LIE)	m	13	10	13	10
<b>Distances au seuil des effets létaux significatifs</b>	<b>m</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
<b>Distances au seuil des premiers effets létaux</b>	<b>m</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>10</b>
<b>Distances au seuil des effets irréversibles</b>	<b>m</b>	<b>14,3</b>	<b>11</b>	<b>14,3</b>	<b>11</b>

Tableau 17 : Distances d'effets thermiques générées par l'explosion du nuage de gaz en milieu extérieur

### 9.3.3.3 Estimation des effets thermiques du feu chalumeau

Les hypothèses retenues sont similaires à celles mentionnées dans le tableau relatif aux calculs d'effets de surpression. Les résultats d'effets thermiques obtenus à l'aide de PHAST 6.54 sont présentés dans le tableau suivant.

		CAS N°1		CAS N°2	
Conditions météorologiques	-	D5	F3	D5	F3
Longueur de flamme	m	8		8	
<b>Distances d'effets maximales atteintes par le seuil thermique de 8 kW/m<sup>2</sup> (seuil des effets létaux significatifs)</b>	<b>m</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Distances d'effets maximales atteintes par le seuil thermique de 5 kW/m<sup>2</sup> (seuil des premiers effets létaux)</b>	<b>m</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
<b>Distances d'effets maximales atteintes par le seuil thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> (seuil des effets irréversibles)</b>	<b>m</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Tableau 18 : Distances d'effets thermiques générés par le feu chalumeau

### 9.3.4 Rejet des gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR)

Pour ce scénario, une perte de confinement du réacteur DMR est envisagée, entraînant un rejet de gaz toxiques au niveau du sol. La composition du gaz rejeté correspond à celle du gaz procédé sortant du DMR.

Le volume libéré correspond au volume de gaz présent au sein du DMR, du SGC et du PSF. Le gaz libéré s'échappe hors du bâtiment qui abrite ces équipements. Du fait de la rupture de l'équipement, il est considéré que la réaction chimique est interrompue et que la fuite de gaz n'est donc pas alimentée dans le temps.

Le volume de gaz rejeté pris en compte dans la suite des calculs est de 186 m<sup>3</sup>. La température du gaz prise en compte est de 500°C et la pression dans le réacteur au moment de la rupture est de l'ordre de la pression atmosphérique.

La composition du gaz prise en compte dans les calculs de dispersion atmosphérique correspond à celle déterminée en sortie du réacteur DMR et présentée dans le tableau suivant.

Composition du gaz		
Concentration des gaz	Vol%/ppm	mg/Nm <sup>3</sup>
CO	1,53	19 212
CO <sub>2</sub>	8,03	157 748
H <sub>2</sub>	2,57	2 314
H <sub>2</sub> O	68,37	549 876
H <sub>2</sub> S	3,29.10 <sup>-4</sup>	5
N <sub>2</sub>	17,03	212 922
NO	0,0835	1 119
NO <sub>2</sub>	0,0044	90
NH <sub>3</sub>	0,42	3 172
O <sub>2</sub>	0,52	7 425
CH <sub>4</sub>	1,44	10 308

**Tableau 19 : Composition du gaz relâché depuis le DMR, le SGC et le PSF**

Parmi la liste des produits mentionnés dans le tableau ci-dessus, plusieurs présentent des propriétés toxiques par inhalation pour l'homme. Il s'agit du monoxyde de carbone (CO), dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), du sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S), du monoxyde d'azote (NO), du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>).

Afin d'évaluer le niveau de toxicité du rejet, la loi d'additivité décrite au paragraphe 13.2.1.2 a été utilisée pour déterminer des valeurs de seuils toxiques pour chacun des effets irréversibles, létaux et létaux significatifs.

Les hypothèses retenues pour calculer ces valeurs de seuils toxiques pour une durée d'exposition de 10 minutes sont les suivantes :

Produit		CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	non toxique
Concentration volumique du produit dans le mélange	%	1,53	8	3,29.10 <sup>-4</sup>	0,0835	0,0044	0,42	89,96
Seuil des effets irréversibles associé au produit	ppm	2 600	50 000	150	150	60	866	-
Seuil des premiers effets létaux associé au produit	ppm	7 000	100 000	688	1 000	100	8 200	-

Produit		CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	non toxique
Seuil des effets létaux significatifs associé au produit	ppm	-	200 000	769	-	118	8 833	-

**Tableau 20 : Hypothèses prises en compte pour les calculs de seuils toxiques du mélange de gaz pour une durée d'exposition de 10 minutes**

Une durée d'exposition de 10 minutes a été retenue pour déterminer les valeurs de seuils toxiques du mélange gazeux. Il s'agit d'une démarche prudente dans la mesure où la rupture des équipements va amener à la formation d'une bouffée toxique qui n'est pas alimentée dans le temps et dont la durée de passage sera courte.

A noter que l'oxygène (O<sub>2</sub>) et l'azote (N<sub>2</sub>) n'ont pas été considérés comme des produits toxiques lors de la réalisation des calculs de toxicité du mélange de gaz. En effet, seules des concentrations très élevées de ces produits peuvent amener à des effets toxiques par inhalation chez l'homme.

Les valeurs de seuils toxiques déterminées à partir des hypothèses décrites dans le tableau ci-dessus, sont présentées dans le tableau suivant.

Seuil des effets irréversibles associé au mélange de gaz	ppm	53 600
Seuil des premiers effets létaux associé au mélange de gaz	ppm	209 000
Seuil des effets létaux significatifs associé au mélange de gaz	ppm	-

**Tableau 21 : Valeurs de seuils toxiques définissant la toxicité du mélange de gaz pour une durée d'exposition de 10 minutes**

La valeur des seuils d'effets létaux significatifs n'a pas été déterminée par manque de données disponibles.

Les valeurs de seuils toxiques déterminées pour le mélange de gaz sont extrêmement élevées. Ce qui signifie que la toxicité du mélange gazeux est particulièrement faible. Ce résultat ne paraît pas surprenant dans la mesure où une grande majorité du volume (90 %) du mélange n'est pas toxique.

Le terme source retenu pour réaliser les calculs de dispersion atmosphérique à l'aide du logiciel PHAST 6.54 est le suivant.

Volume de gaz rejeté	m <sup>3</sup>	186
Pression de rejet	mbar	960
Température de rejet	°C	500
Composition du gaz rejeté	-	Cf. Tableau 1919

**Tableau 22 : Terme source retenu pour les calculs de distances d'effets toxiques**

Les résultats obtenus à l'aide du logiciel PHAST 6.54 sont présentés dans le tableau suivant :

	Seuil associé au mélange de gaz toxique	Rayons des zones de dangers (m)	
		Condition météorologique 3F	Condition météorologique 5D
Effets létaux significatifs (CL5%)	-	-	-
Effets létaux (CL1%)	209 000 ppm	< 10	< 10
Effets irréversibles	53 600 ppm	< 15	< 15

**Tableau 23 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet de gaz toxiques**

Les distances d'effets toxiques déterminées à l'aide du logiciel PHAST 6.54 sont très faibles et montrent que les effets toxiques se limitent au niveau de l'environnement très proche des équipements impliqués.

### 9.3.5 Evaporation d'une nappe d'ammoniaque liquide concentrée à 25 %

Il est envisagé pour ce scénario l'apparition d'une brèche importante sur une cuve contenant de l'ammoniaque liquide concentrée à 25 %. Cette brèche est à l'origine d'une fuite massive de liquide dans la rétention prévue à cet effet. La surface de la rétention retenue pour la modélisation est de 35 m<sup>2</sup>. Elle peut accueillir la totalité du volume de l'ammoniaque stockée dans la cuve, soit 40 m<sup>3</sup>. La cuve et sa rétention sont disposées dans le bâtiment procédé dans un local dédié et ventilé.

L'ammoniaque concentrée à 25 % se présente sous forme liquide qui émet des vapeurs toxiques du fait d'une volatilité significative. Selon différentes Fiches de Données de Sécurité (FDS), la pression de vapeur saturante de l'ammoniaque concentrée à 25 % à une température de 20°C est comprise entre 15 000 Pa et 50 000 Pa. De façon prudente, cette dernière valeur sera prise en compte dans la suite des calculs.

Par ailleurs, il est considéré que la concentration en ammoniac des vapeurs émises par l'ammoniaque (solution d'eau et d'ammoniac) est de 100 %, ce qui signifie que seuls des vapeurs d'ammoniac sont présentes dans les vapeurs émises par l'ammoniaque liquide.

#### **Estimation du terme source**

Il existe différentes formules semi-empiriques permettant de quantifier le débit d'évaporation d'une nappe liquide. Une des formules les plus usitées est la formule élaborée par Mackay et Matsugu intitulée « Evaporation Rates of Liquid Hydrocarbon Spills On land and water ». Cette formule est décrite dans le Yellow Book du TNO (partie 1, chap. 3, p 75) intitulé « Methods for the calculations of physical effects ».

Cette formule s'articule de la façon suivante :

$$D = 5,15 \times 10^{-3} \times r^{-0,11} \times v^{0,78} \times M \times P / (R \times T) \times S$$

Avec :

D : débit d'évaporation (kg/s)

r : rayon de la nappe (m)

v : vitesse du vent à 10 m de hauteur (m/s)

M : masse molaire (kg/mol)

P : pression de vapeur saturante (Pa)

R : constante des gaz (-)

T : température du liquide (K)

S : surface de la nappe (m<sup>2</sup>)

Les paramètres retenus pour déterminer le débit d'évaporation de la nappe d'ammoniaque à l'aide de la formule de Mackay et Matsugu sont les suivants :

Masse d'ammoniaque rejetée	kg	38 000
Dont masse d'ammoniac	kg	9 500
Dont masse d'eau	kg	28 500
Surface de la nappe	m <sup>2</sup>	35
Rayon de la nappe	m	3,4
Température de la nappe de liquide	K	293
Constante des gaz	-	8,31
Masse molaire	kg/mol	0,017
Pression de vapeur saturante du liquide à 20°C	Pa	50 000
Vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s	2, 3 et 5

**Tableau 24 : Terme source retenu pour les calculs de débit d'évaporation**

A noter que la vitesse de 1 m/s de l'air au-dessus de la nappe a été retenue dans les calculs de débit d'évaporation pour tenir compte du fait que la nappe est formée dans un bâtiment fermé.

A partir des paramètres renseignés dans le tableau ci-dessus, le débit d'évaporation estimé est présenté dans le tableau suivant.

Vitesse du vent à 10 m de hauteur	m/s	1
Débit d'évaporation d'ammoniac	kg/s	0,055
Durée de rejet	s	> 3 600

**Tableau 25 : Débit d'évaporation estimé**

**Modélisation de la dispersion atmosphérique**

Ces valeurs de débit d'évaporation ont été prises en compte comme terme source pour utiliser le logiciel de dispersion atmosphérique PHAST 6.54. Les résultats obtenus sont les suivants :

	Valeur du seuil toxique retenu	Rayons des zones de dangers (m)	
		Condition météorologique 3F	Condition météorologique 5D
Effets létaux significatifs (CL5%)	3633 ppm	20	10
Effets létaux (CL1%)	3400 ppm	25	15
Effets irréversibles	354 ppm	75 (à 5 m de hauteur)	40

**Tableau 26 : Distances d'effets toxiques générées par l'évaporation d'ammoniacque**

Le nuage d'ammoniac se comporte comme un gaz léger et tend à s'élever en altitude du fait de sa faible masse molaire et de sa température proche de l'ambiante. Il s'agit d'un comportement différent du panache d'ammoniac obtenu dans le cas d'une fuite gazeuse où le gaz subit une détente qui le refroidit et l'alourdit.

### 9.3.6 Rupture franche d'une ligne d'azote avec risque d'anoxie

Deux conteneurs d'azote de 50 m<sup>3</sup> sont connectés à une ligne alimentant l'installation. Il est considéré que cette ligne se rompt, libérant tout l'azote disponible sous forme de gaz liquéfié, soit un total de 100 m<sup>3</sup>. La pression dans les réservoirs est estimée à 8 bar rel.

La libération d'une telle masse d'azote peut être à l'origine d'effets d'anoxie par inhalation pour l'homme du fait d'un manque d'oxygène.

A noter que seuls les effets d'anoxie sont pris en compte dans la suite des calculs.

Le terme source retenu pour les calculs de dispersion atmosphérique réalisés à l'aide de PHAST 6.54 est le suivant.

Produit rejeté	-	Azote
Phase de l'azote rejeté	-	Gaz liquéfié
Volume de gaz liquéfié rejeté	m <sup>3</sup>	2 x 50
Diamètre de rejet	mm	50
Masse de gaz liquéfié correspondante	kg	67 000
Pression dans le stockage	Bar rel.	8
Température du stockage	°C	température d'équilibre à 8 bars (# -170 °C)

**Tableau 27 : Terme source retenu pour les calculs de débit de fuite**

A partir des hypothèses décrites dans le tableau ci-dessus, les résultats obtenus à l'aide de PHAST 6.54 concernant les caractéristiques du rejet d'azote liquide sont les suivants :

Fraction liquide	%	76
Température de rejet	°C	-195
Vitesse de rejet	m/s	132
Débit massique de rejet	kg/s	18,5
Durée de rejet	s	3 600

**Tableau 28 : Débit de fuite**

A noter que le modèle de fuite utilisé dans le logiciel PHAST 6.54 est un modèle de rupture de ligne tenant compte des pertes de charge dans la ligne sur une longueur d'un mètre.

Les résultats obtenus pour la dispersion de ce terme source à l'aide du logiciel PHAST 6.54 sont présentés dans le tableau suivant.

	Valeur du seuil toxique retenu	Rayons des zones de dangers (m)	
		Condition météorologique 3F	Condition météorologique 5D
<b>Effets létaux significatifs (CL5%)</b>	500 000 ppm	< 10	< 10
<b>Effets létaux (CL1%)</b>	500 000 ppm	< 10	< 10
<b>Effets irréversibles</b>	150 000 ppm	15	15

**Tableau 29 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet d'azote**

Il apparaît que les conditions météorologiques n'ont guère d'influence sur les distances d'effets toxiques. Ceci s'explique par le fait que les concentrations recherchées sont très élevées. Hors de telles valeurs de concentration ne sont atteintes qu'à proximité du point de rejet où les conditions météorologiques n'ont pas d'influence.

### 9.3.7 Rupture franche d'une ligne d'oxygène avec risque d'hyperoxie

Deux conteneurs d'oxygène liquide de 50 m<sup>3</sup> sont connectés à une ligne alimentant l'installation. Il est considéré que cette ligne se rompt, libérant tout l'oxygène disponible sous forme de gaz liquéfié, soit un total de 100 m<sup>3</sup>. La pression dans les réservoirs est estimée à 3 bar rel.

La libération instantanée d'une telle masse d'oxygène peut être à l'origine d'effets d'hyperoxie pour l'homme du fait d'un excès d'oxygène dans l'air.

A noter que seuls les effets d'hyperoxie sont pris en compte dans la suite des calculs.

Le terme source retenu pour les calculs de dispersion atmosphérique réalisés à l'aide de PHAST 6.54 est le suivant :

Produit rejeté	-	Oxygène
Phase de l'oxygène rejeté	-	Gaz liquéfié
Volume de gaz liquéfié rejeté	m <sup>3</sup>	2 x 50
Diamètre de rejet	mm	50
Masse de gaz liquéfié correspondante	kg	100 000
Pression dans le stockage	Bar rel.	3
Température du stockage	°C	Température d'équilibre à 3 bars (# -168 °C)

**Tableau 30 : Terme source retenu pour les calculs de débit de fuite**

A partir des hypothèses décrites dans le tableau ci-dessus, les résultats obtenus à l'aide de PHAST 6.54 concernant les caractéristiques du rejet d'oxygène liquide sont présentés dans le tableau suivant.

Fraction liquide	%	88
Température de rejet	°C	- 183
Vitesse de rejet	m/s	70
Débit massique de rejet	kg/s	11,7
Durée de rejet	s	> 3 600

**Tableau 31 : Débit de fuite**

A noter que le modèle de fuite utilisé dans le logiciel PHAST 6.54 est un modèle de rupture de ligne tenant compte des pertes de charge dans la ligne sur une longueur d'un mètre.

Les résultats obtenus pour la dispersion de ce terme source à l'aide du logiciel PHAST 6.54 sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

	Valeur du seuil toxique retenu	Rayons des zones de dangers (m)	
		Condition météorologique 3F	Condition météorologique 5D
Effets létaux significatifs (CL5%)	211 000 ppm	10	< 10
Effets létaux (CL1%)	161 000 ppm	15	10
Effets irréversibles	41 000 ppm	60	50

**Tableau 32 : Distances d'effets toxiques générées par le rejet d'oxygène**

### 9.3.8 Explosion au sein d'un silo de charbon

#### 9.3.8.1 Précisions sur la méthodologie retenue

Le calcul est mené suivant la méthode décrite dans le « Guide de l'état de l'art sur les silos pour l'application de l'arrêté ministériel relatif aux risques présentés par les silos et les installations de stockage de céréales, de grains, de produits alimentaires ou de tout autre produit organique dégageant des poussières inflammables » (version 3 de 2008 du Ministère en charge de l'environnement).

Ce guide précise les normes applicables pour le dimensionnement des événements (norme NF EN 14491 et règle allemande VDI 3673 notamment). Ces normes permettent également dans certains cas (les domaines de validité sont décrits dans chaque norme) de déterminer les conséquences liées à l'explosion (longueur de flamme, surpression externe liée à la ré-inflammation des poussières éjectées, surpression liée à la détente des gaz).

Le guide indique que la méthode de détermination de l'énergie de Brode couplée à un indice Multi-énergie peut être également utilisée pour déterminer les effets de surpression externes.

Cette méthode consiste à :

- Déterminer l'énergie d'explosion disponible à partir de l'équation de Brode simplifiée :

$$E = 3 \times V \times (P_{ex} - P_{atm})$$

Avec :

E : Energie de l'explosion (J)

V : Volume de l'enceinte (m<sup>3</sup>)

$P_{ex} - P_{atm}$  : Pression relative de l'explosion (Pa)

Pour un silo équipé d'un événement d'explosion correctement dimensionné,  $P_{ex} - P_{atm}$  est égale à  $P_{red}$  (pression d'explosion réduite pour calculer la surface d'événement, correspondant à la pression maximale atteinte dans le silo lors de l'explosion).

Pour un silo non équipé d'événement,  $P_{ex} - P_{atm}$  est égale à  $2 \times P_{rupt}$  (où  $P_{rupt}$  est la pression statique de rupture de l'enceinte).

- Utiliser la courbe indice 10 de la méthode Multi-énergie pour déterminer les distances d'effets. Sur la base de cette courbe, les distances aux effets de surpression caractéristiques sont données dans le tableau ci-après :

Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets de surpression (mbar)	Distance des effets de surpression suivant la méthode multi-énergie indice 10 (m).
300	$0,028 E^{1/3}$
200	$0,032 E^{1/3}$
140	$0,05 E^{1/3}$
50	$0,11 E^{1/3}$
20	$0,22 E^{1/3}$

**Tableau 33 : Formules retenues pour déterminer les distances atteintes par les différents niveaux de surpression en appliquant la méthode Multi-Energie**

Il faut noter que plus la résistance du silo sera élevée ( $P_{red}$  ou  $P_{rupt}$  importante) plus les distances d'effets seront grandes.

**Le silo envisagé pour le stockage de charbon sera équipé de surfaces éventables (événements d'explosion) et sa rupture totale est donc exclue.**

### 9.3.8.2 Quantification des effets

Le silo de stockage de charbon peut renfermer une atmosphère poussiéreuse (lors des opérations de réception du charbon par exemple). Ce nuage de poussières s'enflamme au contact d'une source d'ignition et provoque une explosion interne.

Le charbon à étudier est un charbon fossile bitumineux (charbon colombien) dont les caractéristiques d'explosivité ne sont pas connues. La littérature mentionne pour les charbons les valeurs suivantes :

- pression maximale d'explosion ( $P_{max}$ ) pour le charbon bitumineux : 7 bar suivant la publication INRS ED 944 et 9,2 bar suivant le standard américain NFPA 68,
- indice de déflagration des poussières ( $K_{St}$ ) de charbon bitumineux : 129 bar.m/s suivant le standard américain NFPA 68.

D'autres sources (Combustion and explosion characteristics of dusts-BIA-Report 13-97) donnent des valeurs moins élevées.

En l'absence de données plus précises sur les caractéristiques du charbon qui sera utilisé, il est donc proposé de retenir les valeurs enveloppe suivantes :

- $P_{max} = 9,2$  bar,
- $K_{St} = 130$  bar.m/s.

Le charbon est entreposé dans deux silos identiques. Les silos envisagés sont des silos métalliques verticaux ayant les caractéristiques suivantes :

- volume total de chaque silo : 120 m<sup>3</sup>,
- distance entre chaque silo : 3,5 m,
- diamètre : 5 m,
- hauteur de virole cylindrique : 5 m,
- hauteur du cône : 4 m.

Ces silos sont équipés en partie haute de surfaces éventables s'ouvrant pour une pression statique de 100 mbar ( $P_{stat} = 0,1$  bar).

Sur la base des informations ci-dessus, une estimation de la surface d'évent nécessaire par les formules définies dans la norme NF EN 14491, conduit à 2 m<sup>2</sup> pour une  $P_{red}$  de 0,75 bar et de moins de 4 m<sup>2</sup> pour une  $P_{red}$  de 0,3 bar.

Le tableau ci-après précise pour chacun des cas les distances d'effets obtenues en utilisant la méthode de l'énergie de Brode (en considérant la rupture de l'évent et pas celle du silo).

	Surface d'évent de 2 m <sup>2</sup>	Surface d'évent de 4 m <sup>2</sup>
P <sub>red</sub> (bar)	0,75	0,3
Energie de Brode (MJ)	27	10,8
Distance au seuil de 300 mbar (m)	9	7
<b>Distance au seuil de 200 mbar (m)</b>	<b>10</b>	<b>8</b>
<b>Distance au seuil de 140 mbar (m)</b>	<b>15</b>	<b>12</b>
<b>Distance au seuil de 50 mbar (m)</b>	<b>33</b>	<b>25</b>
Distance au seuil de 20 mbar (m)	66	50

**Tableau 34 : Distances d'effets de surpression générées par une explosion au sein du silo (déterminées en fonction de la surface d'évent envisagée)**

L'application de la formule décrite dans la norme NF EN 14491 conduit à une hauteur de flamme de 40 m.

Le calcul des surpressions liées à la ré-inflammation des poussières hors de l'équipement conduit aux valeurs suivantes :

	Surface d'évent de 2 m <sup>2</sup>	Surface d'évent de 4 m <sup>2</sup>
P <sub>ext,max</sub> (bar)	0,38	0,17
Distance au seuil de 300 mbar (m)	12	NA
<b>Distance au seuil de 200 mbar (m)</b>	<b>16</b>	<b>NA</b>
<b>Distance au seuil de 140 mbar (m)</b>	<b>20</b>	<b>11</b>
<b>Distance au seuil de 50 mbar (m)</b>	<b>39</b>	<b>22</b>
Distance au seuil de 20 mbar (m)	78	44

**Tableau 35 : Distances d'effets de surpression générées par la ré-inflammation d'un nuage de poussières formé hors du silo après le rejet à travers l'évent (déterminées en fonction de la surface d'évent envisagée)**

Ces distances sont voisines des précédentes. Elles sont à mesurer à partir du plan de l'évent (le niveau de l'évent est à plus de 25 m de hauteur), de telle sorte que les distances au sol sont plus faibles (30 m pour le seuil à 50 mbar et 74 m pour le seuil à 20 mbar).

## 9.4 Synthèse des résultats et conclusion

Le tableau suivant présente l'ensemble des distances d'atteinte des seuils de référence (SEI, SEL et SELS) estimées dans les paragraphes précédents.

Scénario – Effets dangereux	Distance atteinte par les effets létaux significatifs (SELS)	Distance atteinte par les effets létaux (SPEL)	Distance atteinte par les effets irréversibles (SEI)
Explosion du réacteur DMR par inflammation de charbon en suspension - <i>Effets de surpression</i>	<b>Non concerné par une quantification</b>		
Explosion du réacteur DMR par inflammation d'une poche de gaz d'hydrogène - <i>Effets de surpression</i>	<b>Non concerné par une quantification</b>		
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <i>Effets de surpression</i>	<b>10 m</b>	<b>12 m</b>	<b>24 m</b>
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <i>Effets thermiques explosion</i>	<b>13 m</b>	<b>13 m</b>	<b>15 m</b>
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <i>Effets thermiques feu chalumeau</i>	<b>9 m</b>	<b>10 m</b>	<b>11 m</b>
Rejet des gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR) - <i>Effets toxiques</i>	<b>-</b>	<b>&lt; 10 m</b>	<b>&lt; 15 m</b>
Evaporation d'une nappe d'ammoniaque liquide concentrée à 25% - <i>Effets toxiques</i>	<b>20 m</b>	<b>25 m</b>	<b>80 m</b>

Scénario – Effets dangereux	Distance atteinte par les effets létaux significatifs (SELS)	Distance atteinte par les effets létaux (SPEL)	Distance atteinte par les effets irréversibles (SEI)
Rupture franche d'une ligne d'azote avec risque d'anoxie - <i>Effets toxiques</i>	< 10 m	< 10 m	15 m
Rupture franche d'une ligne d'oxygène avec risque d'hyperoxie - <i>Effets toxiques</i>	10 m	15 m	65 m
Explosion au sein d'un silo de charbon - <i>Effets de surpression</i>	16 m (Non atteint au sol)	20 m (Non atteint au sol)	39 m (30 m au sol)

**Tableau 36 : Synthèse des distances d'atteinte des seuils de référence (SEI, SEL et SELS) pour les différents phénomènes dangereux étudiés**

Les figures suivantes représentent les cartographies de l'intensité des scénarios étudiés.

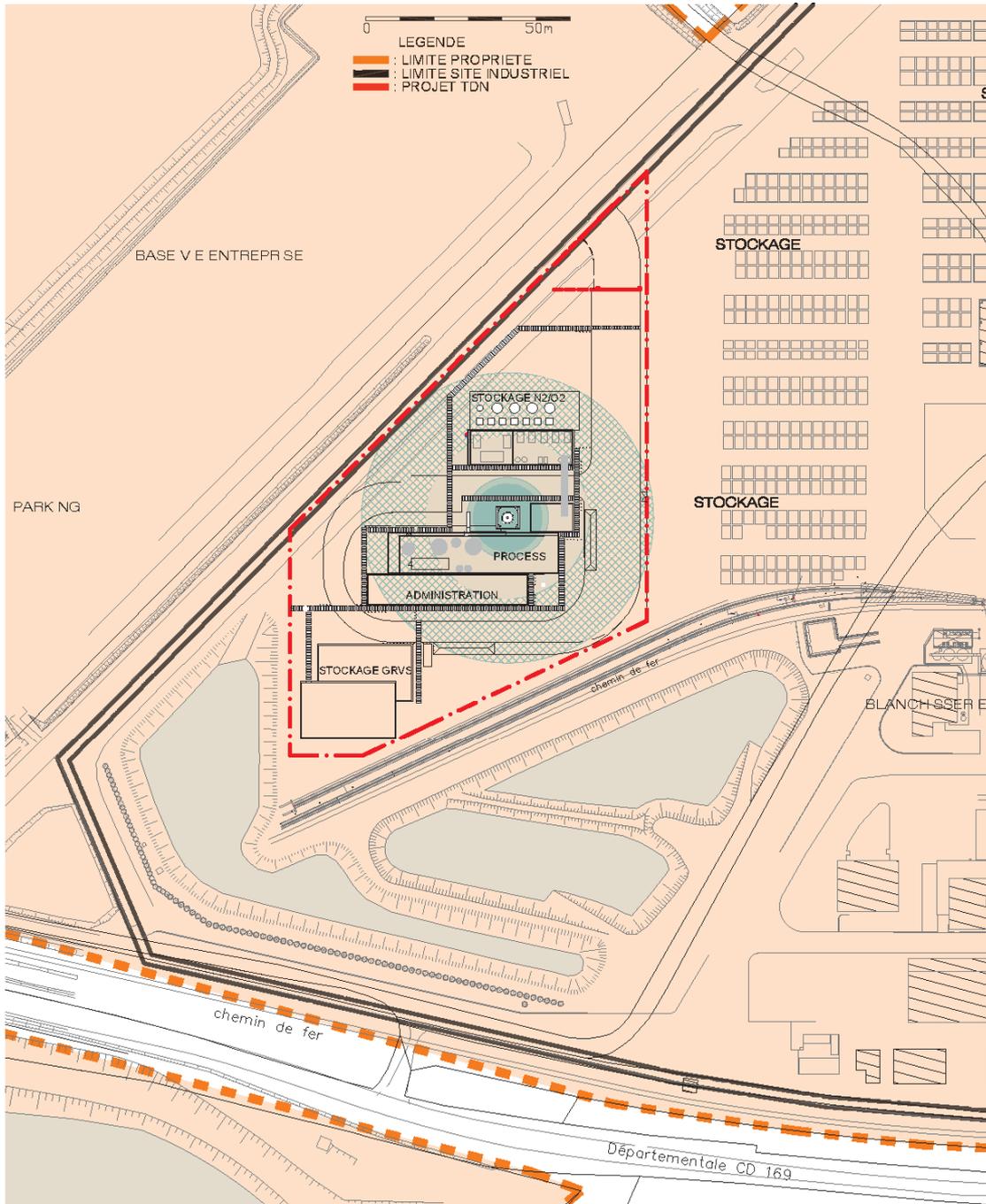
**CERCLE DE DANGER**

ech: 1/1000

**EFFETS DE SURPRESSION**

Fuite /rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur

- : Distance atteinte par les effets létaux significatifs R=10m ( 200 mbars)
- : Distance atteinte par les effets létaux R=12m ( 140 mbars)
- : Distance atteinte par les effets irréversibles R=24m ( 50mbars)
- : Seuil effets indirects R=43m ( 20mbars)



**Figure 21 : Cartographie des effets de surpression du scénario de fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur**

**CERCLE DE DANGER**

ech: 1/1000

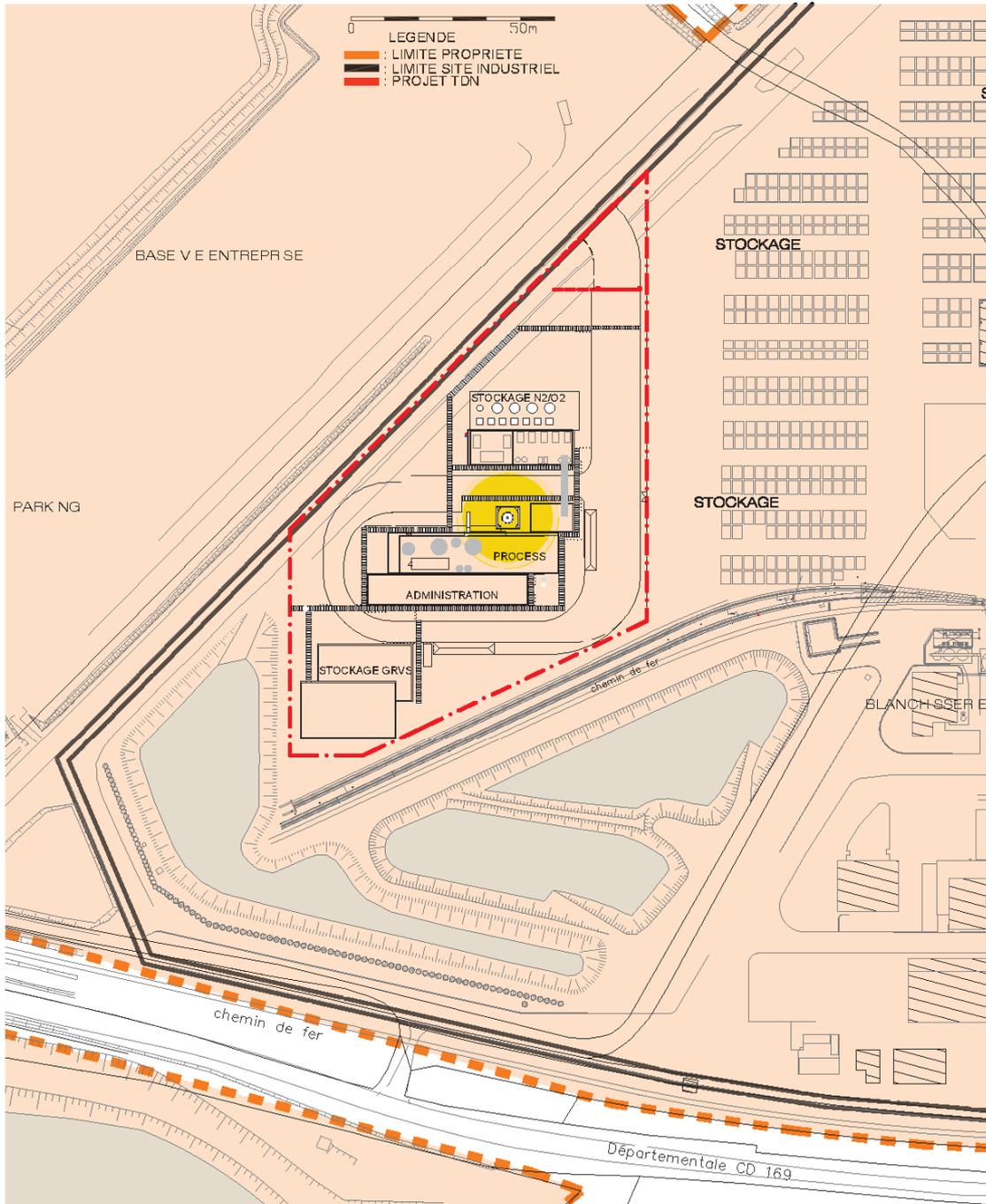
**EFFETS THERMIQUES**

Fuite /rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur

**■** : Distance atteinte par les effets létaux significatifs R=13m 8kW/m<sup>2</sup>

**■** : Distance atteinte par les effets létaux R=13m 5kW/m<sup>2</sup>

**■** : Distance atteinte par les effets irréversibles R=15m 3kW/m<sup>2</sup>



**Figure 22 : Cartographie des effets thermiques du scénario de fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur**

**CERCLE DE DANGER**

ech: 1/1000

**EFFETS TOXIQUES**

Rejet de gaz toxique

: Distance atteinte par les effets létaux R<=10m (CL1%)

: Distance atteinte par les effets irréversibles R<=15m

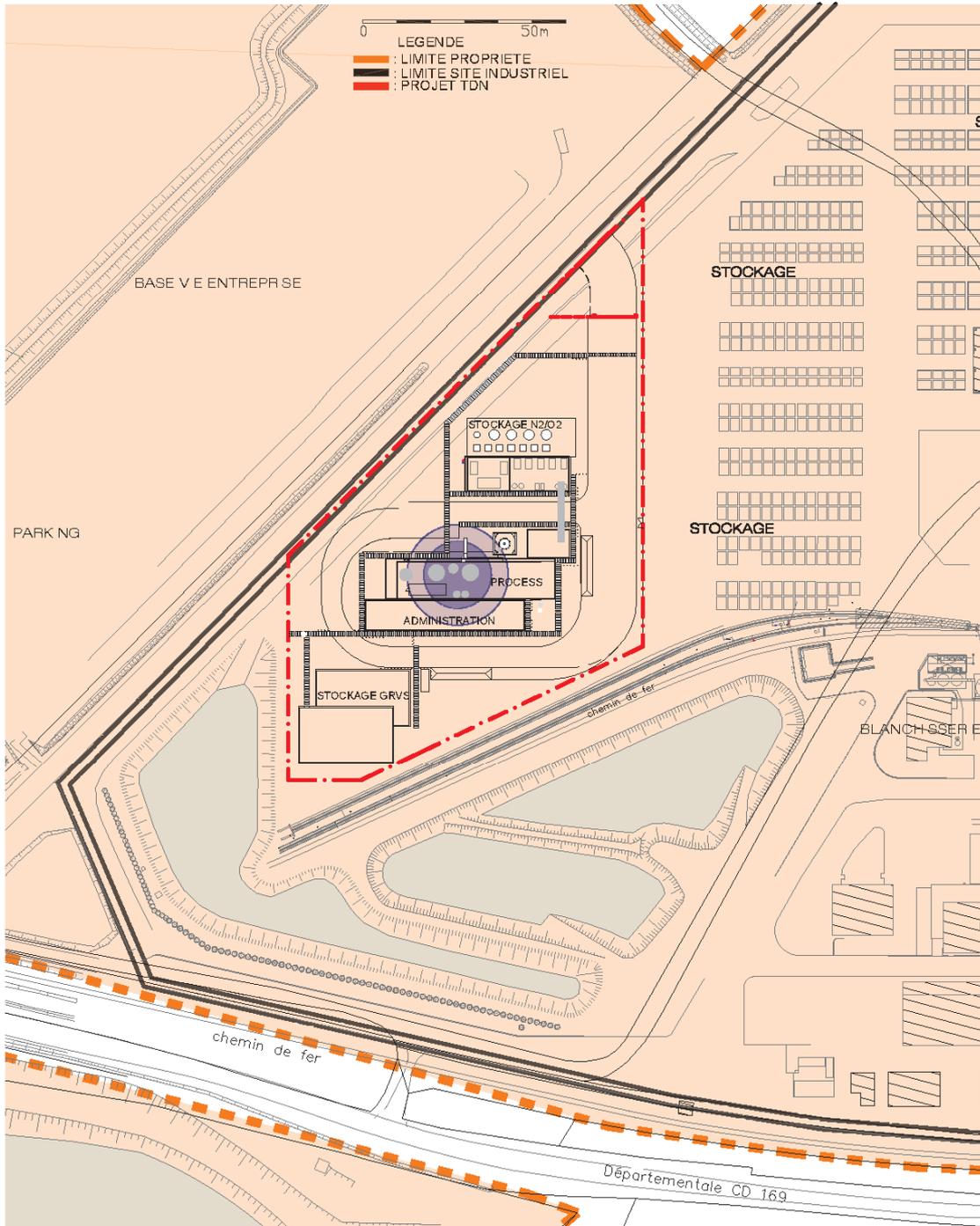
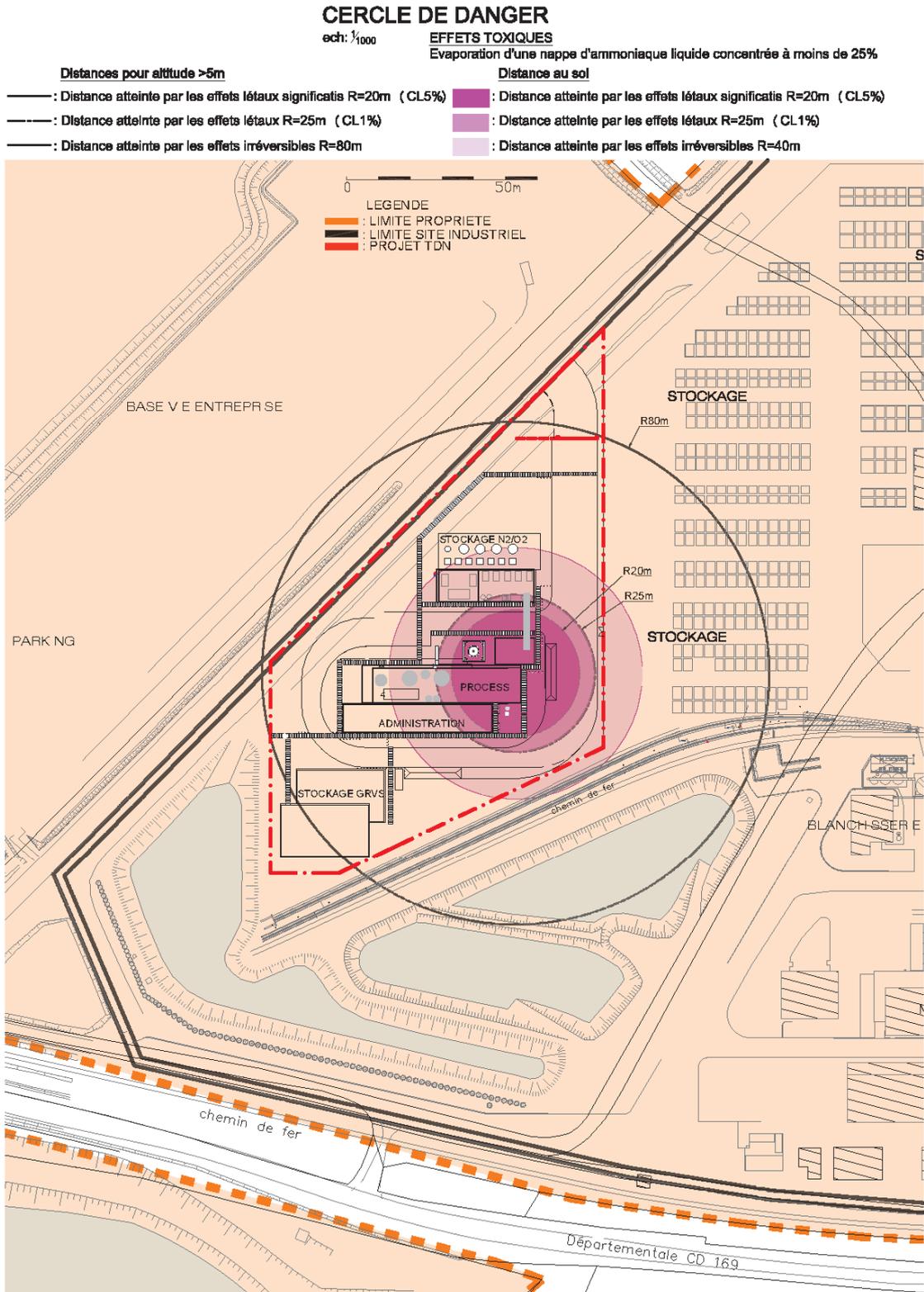


Figure 23 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rejet de gaz toxiques (gaz procédé du réacteur DMR)



**Figure 24 : Cartographie des effets toxiques du scénario d'évaporation d'une nappe d'ammoniaque liquide concentrée à 25 %**

**CERCLE DE DANGER**

ech: 1/1000

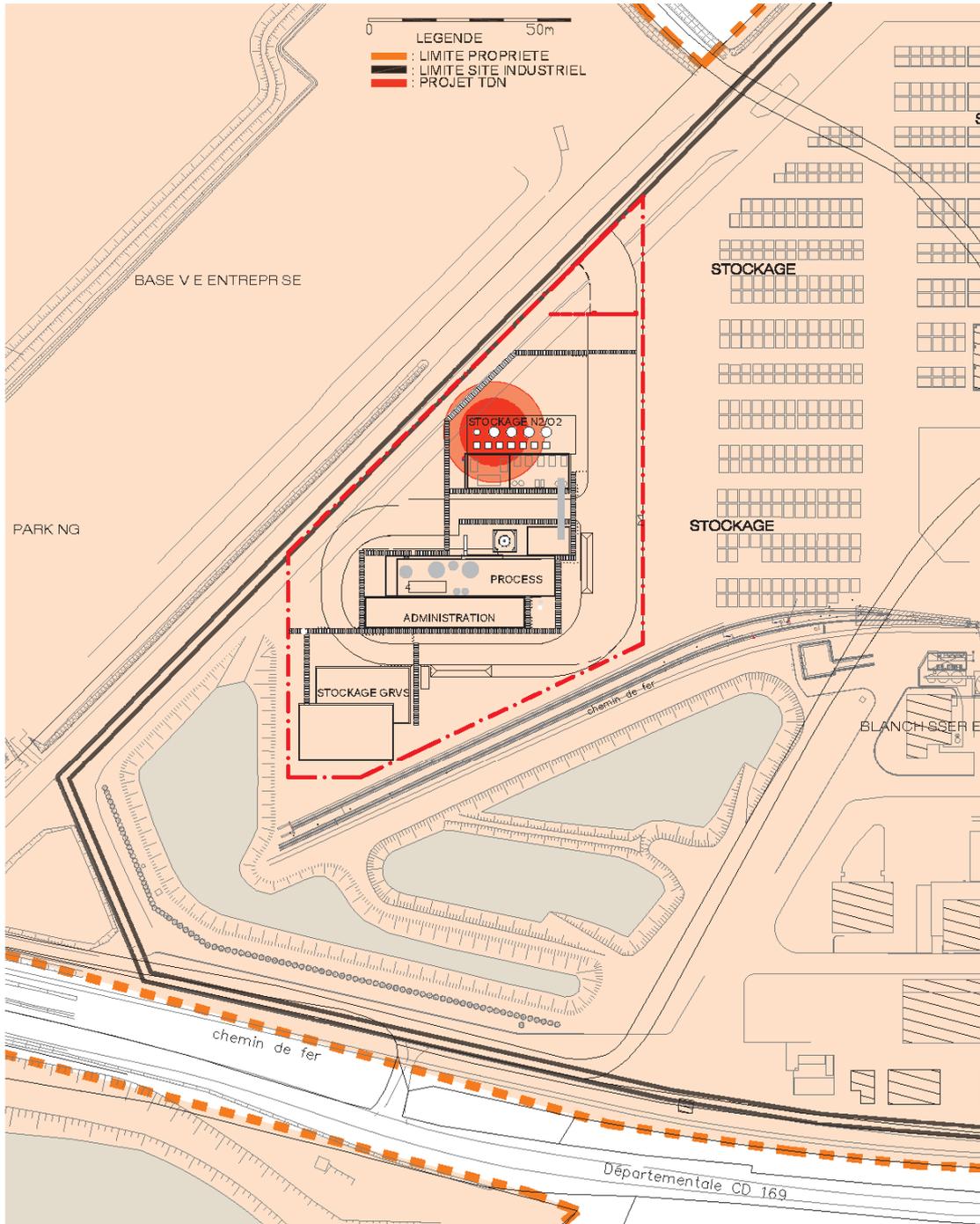
**EFFETS TOXIQUES**

Rupture franche d'une ligne d'azote (N2) avec risque d'anoxie

**■** : Distance atteinte par les effets létaux significatifs R=10m (CL5%)

**■** : Distance atteinte par les effets létaux R=10m (CL1%)

**■** : Distance atteinte par les effets Irréversibles R=15m



**Figure 25 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rupture franche d'une ligne d'azote avec risque d'anoxie**

**CERCLE DE DANGER**

ech: 1/1000

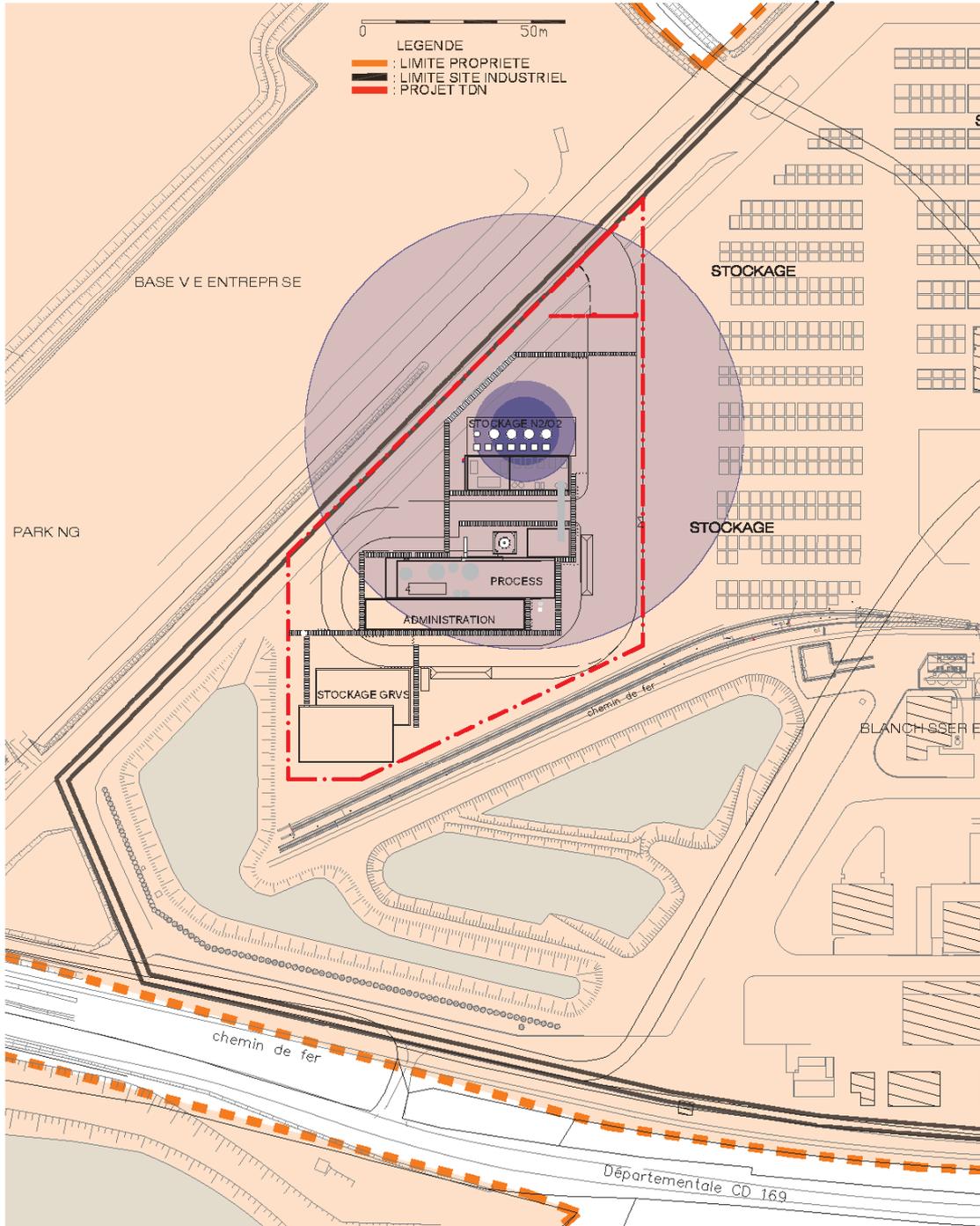
**EFFETS TOXIQUES**

Rupture franche d'une ligne d'oxygène (O2) avec risque d'hyperoxie

■ : Distance atteinte par les effets létaux significatifs R=10m (CL5%)

■ : Distance atteinte par les effets létaux R=15m (CL1%)

■ : Distance atteinte par les effets irréversibles R=65m



**Figure 26 : Cartographie des effets toxiques du scénario de rupture franche d'une ligne d'oxygène avec risque d'hyperoxie**

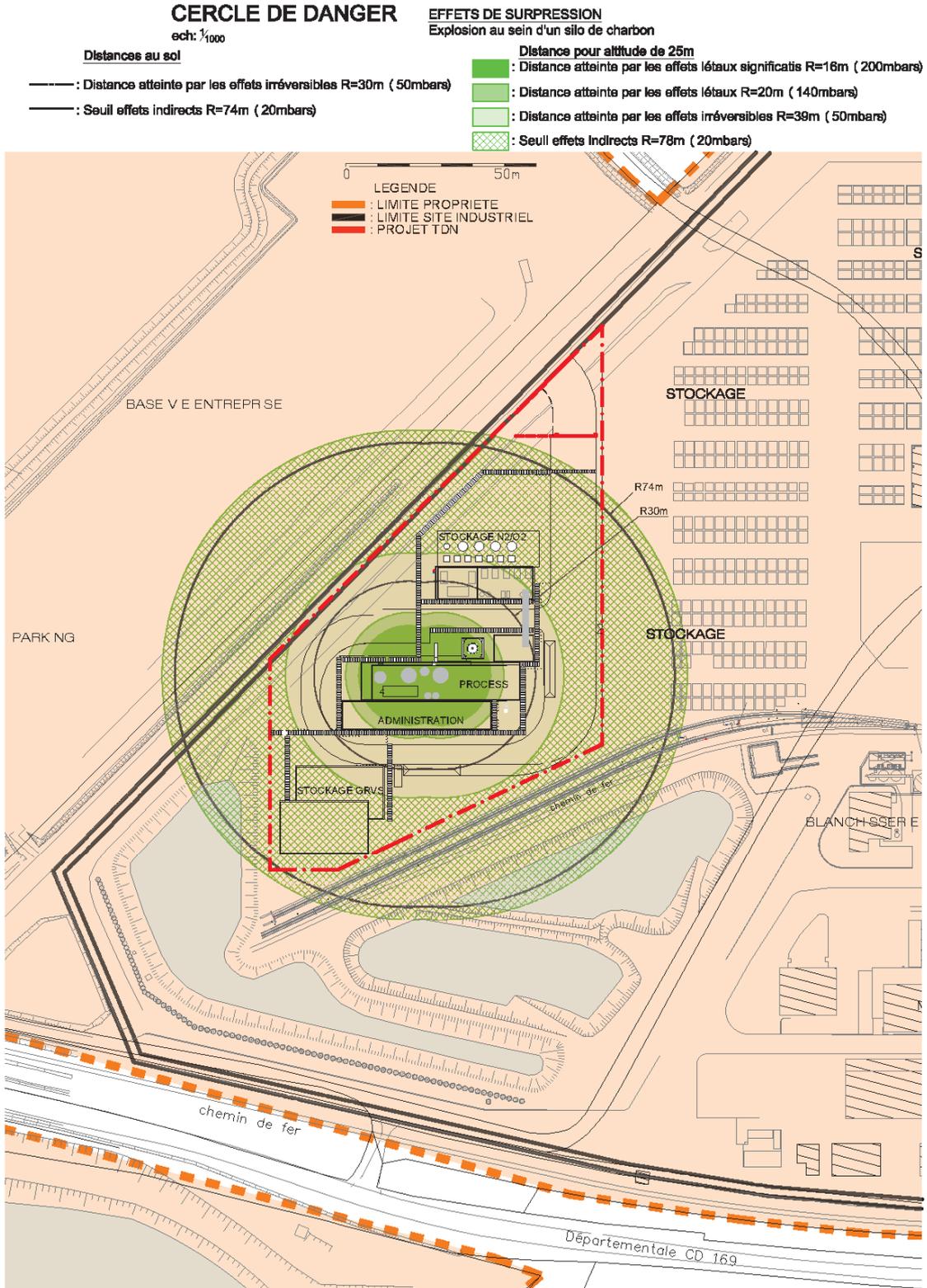


Figure 27 : Cartographie des effets de surpression du scénario d'explosion au sein d'un silo de charbon

L'analyse de ces figures permet de démontrer que l'ensemble des évènements redoutés identifiés comme pouvant potentiellement conduire à un accident majeur ne sont pas susceptibles de générer d'effets irréversibles ou létaux en dehors des limites de propriété d'AREVA NC Malvésé.

Sur la base de cette analyse, l'installation TDN envisagée n'est pas susceptible de générer un accident majeur.

De ce fait, il n'est pas réalisé dans la présente étude d'analyse détaillée des risques et de définition de Mesures de Maîtrise des Risques.

Toutefois il est à noter que certains phénomènes dangereux pouvant induire des blessures très graves sur le personnel ou des dommages significatifs aux installations, ceux-ci ont été recensés en APR et dans le cadre de la conception ont fait l'objet de la mise en place de mesures visant à prévenir les causes ou à limiter l'intensité des effets.

Etant donné qu'aucun accident majeur n'a été identifié, la matrice de criticité proposée par le Ministère en charge de l'Environnement pour la hiérarchisation des accidents majeurs (dite « matrice MMR »), présentée dans le tableau suivant, est vide pour l'installation TDN étudiée.

		NIVEAU DE PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
NIVEAU DE GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux					
	Modéré					

Tableau 37 : Grille d'appréciation des risques du Ministère en charge de l'environnement

## 10 Effets dominos

Le tableau suivant présente les distances d'effets domino (effets thermiques et de surpression) estimées pour les événements redoutés retenus.

Scénario – Effets dangereux	Distance des effets dominos
Explosion du réacteur DMR par inflammation de charbon en suspension - <u>Effets de surpression</u>	<b>Non concerné</b>
Explosion du réacteur DMR par inflammation d'une poche de gaz d'hydrogène - <u>Effets de surpression</u>	<b>Non concerné</b>
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <u>Effets de surpression</u>	<b>10 m</b>
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <u>Effets thermiques explosion</u>	<b>13 m</b>
Fuite/rupture franche d'une ligne de gaz naturel en milieu extérieur - <u>Effets thermiques feu chalumeau</u>	<b>9 m</b>
Explosion au sein d'un silo de charbon - <u>Effets de surpression</u>	<b>16 m à 25m de hauteur (pas d'effets au sol)</b>

**Tableau 38 : Distances des effets dominos potentiels générés par l'installation**

L'analyse de ce tableau permet de démontrer que les effets dominos potentiellement générés par les phénomènes dangereux étudiés restent limités à l'installation TDN (distance maximale de 16 m). En effet, seuls les équipements de l'installation elle-même pourraient être touchés par effet domino des explosions, flashfire et feux chalumeaux étudiés. Ces effets ont été pris en compte en tant que « causes de déviation » dans l'Analyse Préliminaire de Risques réalisée pour l'installation.

En conclusion, l'analyse de l'intensité des phénomènes dangereux réalisée au chapitre 1 a permis de démontrer l'absence d'effet domino potentiel sur les autres installations de l'établissement AREVA NC Malvésí.

## 11 Organisation de la sécurité et moyens d'intervention

---

L'installation TDN sera implantée sur l'établissement AREVA NC Malvési et bénéficiera ainsi de l'organisation et des moyens existants sur le site en matière de sécurité.

Ceux-ci sont décrits dans les paragraphes suivants.

### 11.1 Politique de prévention des accidents majeurs et gestion de la sécurité

L'établissement AREVA NC Malvési est constitué d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement figurant sur la liste prévue à l'article L.515-8 du Code de l'environnement. A ce titre, il dispose d'une Politique de Prévention des Accidents Majeurs et d'un Système de Gestion de la Sécurité.

La Direction de l'Établissement s'engage à agir sur la prévention des accidents majeurs et sur les conséquences de ces éventuels accidents afin d'atteindre un niveau élevé de protection de l'homme et de son environnement.

La formalisation de la Politique Générale de l'établissement AREVA NC Malvési est présentée en première partie du Système de Gestion de la Sécurité du site. Elle s'inscrit dans une stratégie globale du Groupe AREVA.

La communication en matière de prévention des risques majeurs s'appuie également sur :

- les réunions CLIC (Comité Local d'Information et de Concertation sur les risques), rassemblant la Direction d'AREVA NC, le service SECQ, le secrétaire du CHSCT, les Autorités de tutelle, les représentants de la mairie de Narbonne et de Moussan, les représentants des associations de protection de la nature, des associations écologistes et des associations de riverains,
- les réunions du Comité d'Hygiène, Sécurité et Conditions de Travail (CHSCT), des Délégués du Personnel (DP) et du Comité d'Établissement (CE),
- les réunions de direction hebdomadaires.

Il convient de noter que, bien que l'installation TDN projetée ne soit pas soumise au régime SEVESO, elle sera intégrée à la PPAM de l'établissement AREVA NC Malvési.

## 11.2 Système de Gestion de la Sécurité

Le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) s'inscrit dans le système de gestion général de l'Établissement. Il y est notamment analysé et décrit :

- l'organisation de l'Établissement dans le domaine de la prévention des accidents majeurs (Comité de Direction et Comité Risques Majeurs). Sont précisés également les aspects liés à la formation du personnel impliqué dans la prévention des accidents majeurs,
- les méthodes d'identification et d'évaluation des risques d'accidents majeurs,
- la maîtrise d'exploitation des installations et des procédés associés, en fonctionnement normal comme en marche dégradée,
- la gestion des modifications,
- la gestion des situations d'urgence,
- le retour d'expérience suite à une situation accidentelle, ou quasi-accidentelle,
- le contrôle du système de gestion de la sécurité.

Il convient de noter que, bien que l'installation TDN projetée ne soit pas soumise au régime SEVESO, elle sera tout de même intégrée au SGS de l'établissement AREVA NC Malvésí.

## 11.3 Moyens d'intervention

### 11.3.1 Organisation de l'alerte

La description de l'organisation et des moyens de secours en cas de sinistre est faite sur la base du Plan d'Opération Interne (POI) de l'établissement AREVA NC Malvési. Ce document décrit les méthodologies d'alerte et d'intervention de ce site. Les tactiques d'intervention vis-à-vis de chaque scénario de l'étude de dangers du site dans sa configuration actuelle y sont développées. Ce document sera actualisé pour la prise en compte des scénarios apportés par le projet TDN.

Des manœuvres de simulation de mise en place d'un POI, au minimum semestrielle, permettent de tester et d'améliorer régulièrement l'organisation, les moyens et l'entraînement des participants internes ou externes pour chaque plan de secours.

Le POI est établi par l'exploitant et il est mis en œuvre sous sa responsabilité. Il est assorti d'un Plan Particulier d'Intervention (PPI) mis à jour par le Préfet.

Le PPI est déclenché par le Préfet, sur demande de l'exploitant si le sinistre risque de s'étendre à l'extérieur de l'établissement ou d'avoir des conséquences sur la population et l'environnement. Le Préfet organise, avec le CODIS (Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours), les secours au plan départemental.

#### **Schéma d'alerte interne**

Un numéro d'alerte interne à l'usine (le 5340) permet au premier témoin de donner l'alerte en cas d'accident de personnes, d'accident chimique ou d'incendie. En cas d'incendie, le premier témoin peut prendre des premières mesures (extincteur / RIA). Le premier témoin attend alors l'arrivée des secours puis rejoint son bâtiment.

L'alerte peut être également transmise par le réseau de détection gaz ou incendie en salle de conduite centralisée et au poste de garde.

L'alerte est centralisée au poste de garde, occupé 24 h/24.

### 11.3.2 Organisation des secours

L'organisation des secours est développée dans le chapitre 5 du POI de l'établissement.

Au déclenchement de la sirène POI (accident interne) ou PPI (accident à conséquences toxiques externes) par le poste de garde, les actions menées sont :

- la constitution et l'intervention de l'équipe pompier du site,
- le dispatching des talkies walkies affectés aux fonctions de secours,
- la préparation de l'arrêt rapide et de la mise en sécurité des installations,
- la mise en place du Poste de Commandement Direction (PCD),
- la mise en place de l'équipe d'intervention de réserve chargée des opérations de maintenance, d'approvisionnement en matériel et des réseaux d'eau, d'électricité et des égouts.

Tout le personnel non nécessaire à la lutte contre le sinistre se rend, pourvu en masques de fuite, à un des trois points de rassemblement définis.

Compte tenu de la cinétique rapide de la quasi-totalité des phénomènes dangereux de l'établissement, la sirène PPI peut être activée par le Directeur des Secours du site (mode réflexe prévu dans le PPI). Le grément PPI est ensuite demandé aux services préfectoraux dont le CODIS de l'Aude.

L'ordre d'évacuation peut-être donné ainsi que l'itinéraire d'évacuation.

### 11.3.3 Moyens internes de lutte contre l'incendie

Deux réseaux d'eau incendie alimentent le site : un réseau d'eau industrielle et un réseau d'eau potable.

Le réseau d'eau industrielle est constitué du pompage sur le milieu naturel, d'un château d'eau, de poteaux incendie et de robinets incendie armés (RIA). Ce réseau est complété par le réseau RHP (Réseau Hautement Protégé) de l'unité de purification et du magasin général. Ce réseau spécifique de sprinklage est constitué d'une piscine d'alimentation remplie d'eau provenant du milieu naturel, d'une pomperie haut débit et de réseaux de sprinklers situés au plus près des appareils contenant du solvant.

Le site dispose également d'un camion de première intervention mixte (risque incendie et risque chimique) et d'une motopompe remorquable. Ce camion contient entre autre une réserve d'eau de 400 litres, une motopompe, des tuyaux et lances à incendie, une lance sur tripode et des ARI (Appareil Respiratoire Individuel).

Les pompiers usine, équipe constituée de 5 personnes (au minimum) travaillant en production, sont formés et recyclés aux techniques de lutte contre l'incendie. Ils sont également formés au risque lié au gaz naturel.

Des extinctions automatiques fixes sont également présentes sur certaines installations.

Des détections incendie avec alarme reportée en salle de contrôle centralisée et au poste de garde sont présentes dans les locaux stratégiques.

Concernant les eaux d'extinction, une capacité de 1500 m<sup>3</sup> est disponible dans le bassin d'orage et d'incendie pour récupérer les eaux d'extinction incendie. Ce bassin est doublé (soit 3 000 m<sup>3</sup> au total).

En complément de ces mesures prises à l'échelle de l'établissement, l'installation TDN est équipée de systèmes de détection incendie dans ses locaux. Les installations sont également ceinturées par un réseau incendie bouclé avec 3 poteaux incendie. En ce qui concerne le charbon, les silos sont équipés de capteurs de température, le dépassement des seuils haut déclenche l'inertage à l'azote des silos. En cas de nécessité un dispositif de refroidissement externe des silos (aspersion) est activé.

### 11.3.4 Moyens internes de lutte contre le risque chimique

Pour lutter contre le risque chimique, l'établissement dispose :

- d'un camion polyvalent incendie - risques chimiques contenant du matériel de balisage, de décontamination, de colmatage des fuites (coussins gonflables, colliers, boudins absorbants...), des scaphandres d'intervention pour les risques chimiques et du matériel de détection de pollution atmosphérique,

- d'une équipe certifiée CMIC (Cellule Mobile d'Intervention Chimique des sapeurs-pompiers professionnels) par le Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) de l'Aude parmi le personnel du site,
- d'équipes de pompiers usine constituées des équipes de fabrication dont le personnel est formé et recyclé aux techniques de lutte contre le risque chimique,
- de matériel de contrôle radiologique comportant des détecteurs d'irradiation et de contamination.

Ces interventions sont faites sous la responsabilité de deux personnes compétentes en radioprotection.

### **11.3.5 Moyens externes du CODIS de l'Aude**

Le CODIS, alerté par le poste de garde via le 18, dispose :

- des moyens du centre de secours principal de Narbonne comprenant des véhicules, des sapeurs-pompiers et officiers professionnels et/ou volontaires. La caserne de Narbonne dispose d'un matériel important de lutte contre l'incendie et de secours à personnes. Le temps moyen d'arrivée du premier départ est d'environ 10 minutes,
- des moyens départementaux comprenant une cellule mobile d'intervention chimique qui demande un temps d'acheminement inférieur à 30 minutes.

## 12 Conclusion de l'étude de dangers

---

La présente étude a consisté à identifier et évaluer les risques générés par l'installation de Traitement des Nitrates pouvant conduire à des accidents majeurs, c'est-à-dire des accidents pouvant générer des effets irréversibles et/ou létaux en dehors des limites de propriété d'AREVA NC.

Pour ce faire, une analyse des risques a été menée sur la base de l'identification des potentiels de dangers générés par l'installation et du retour d'expérience sur des activités industrielles similaires. Cette analyse a permis d'identifier 10 événements redoutés pouvant potentiellement conduire à des accidents majeurs.

Les conséquences des phénomènes dangereux générés par ces événements identifiés ont ensuite été estimées sur la base de modélisations. Ces estimations ont permis de démontrer que, pour l'ensemble des phénomènes dangereux étudiés, aucun ne conduisait à des impacts hors des limites de propriété d'AREVA NC Malvésí.

Il a également été vérifié que l'installation TDN n'était pas à l'origine d'effets domino pouvant potentiellement toucher les autres installations de l'établissement.

Sur la base de cette étude, l'installation TDN n'est pas susceptible de générer d'accident majeur directement ou indirectement (par effet domino).

## 13 Annexes

### 13.1 Annexe 1 : Evènements retenus pour l'évaluation des enseignements tirés du retour d'expérience

Les tableaux suivants présentent les évènements retenus pour l'analyse du retour d'expérience disponible (classement par mots-clés utilisés pour la recherche).

La source de ces données est la base ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) du Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI).

**La prise en compte dans TDN de ce retour d'expérience se traduit par les mesures détaillées au chapitre 6.**

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
02/06/2013	Laneuville-Devant-Nancy (54)	Fuite d'ammoniaque dans une usine de chimie minérale due à une trappe de visite mal serrée.	3 personnes incommodées. Rejets dans l'environnement en-deçà des limites autorisées	Contrôle systématique et régulier des trappes dans l'attente de leur démontage.
01/11/2011	ETATS-UNIS San Onofre	Fuite d'ammoniaque au niveau d'un réservoir de stockage adjacent au bâtiment turbine d'un réacteur d'une centrale nucléaire. Origine : débordement d'un réservoir par son trop-plein suite à la défaillance d'une vanne d'isolement.	Fuite d'une centaine de litre d'ammoniaque, totalement récupérée dans la rétention	
05/10/2011	Avoine (37)	Fuite d'ammoniaque au niveau d'une station de traitement d'une centrale nucléaire. Une vanne restée ouverte est à l'origine de la fuite. La veille de l'accident, un technicien a oublié de fermer la vanne, appelé entretemps sur une autre activité. De plus, la position de la vanne n'est pas évoquée lors de la passation de consignes avec le technicien intervenant après.	Rejets « contrôlés » d'ammoniaque dans l'environnement.	Prise en compte du risque de coactivité Modification de l'organisation de l'exploitation. Formation du personnel aux techniques de fiabilisation.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
20/10/2009	Saint-Pantaleon de Larche (19)	Effondrement d'une cuve de 38 000 L d'ammoniaque à la suite d'une dépression de 220 mbar. Une soupape montée à l'envers sur ce réservoir est à l'origine de l'accident. La cuve contenant 12 tonnes est restée sous surveillance en attendant son remplacement.	Fuite d'ammoniaque	
02/02/2007	Cestas (33)	Fuite d'ammoniaque lors du dépotage d'un camion-citerne.	Fuite d'ammoniaque : 4 personnes incommodées, émission d'un nuage toxique.	
13/04/2004	La Wantzenau (67)	Fuite de 40 L d'ammoniaque dans une usine de caoutchouc synthétique. Une bride alimentant les réacteurs en ammoniac est détectée comme fuyarde. Une partie du joint de cette bride s'est détachée malgré un positionnement du joint correct.	Confinement du personnel. Aucun blessé à déplorer.	Remplacement du joint détérioré. Analyse de l'incident et arbre des défaillances (conclusions non connues).
01/08/2003	Nogent-sur-Seine (10)	Vidange de 4 m <sup>3</sup> d'ammoniaque dans la cuvette de rétention d'un réservoir d'une centrale nucléaire. Une bouffée d'ammoniaque d'environ 400 kg s'échappe en raison des fortes chaleurs.	Intoxication légère d'une personne.	
03/02/1994	Saint-Pierre-les-Elbeuf	Fuite d'une solution ammoniacale lors du dépotage d'une citerne routière. Le conducteur localisant la fuite localisée au niveau du bouchon, martèle ce dernier pour y canaliser la fuite. Le filetage cède et conduit à l'épandage de 4 tonnes d'ammoniaque dans l'usine. L'ensemble est récupéré et traité par l'usine.	Fuite de 4 tonnes d'ammoniac. Aucune conséquence sur l'environnement n'est rapportée.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
28/06/1992	JAPON Fukuoka	Fuite d'ammoniaque lors d'un dépotage d'une citerne de transport. Origine : utilisation d'un tuyau de connexion en caoutchouc synthétique, inappropriée pour l'ammoniaque. En effet, les pénétrations de l'eau utilisées pour le nettoyage causent la corrosion des fils d'acier.	7 tonnes d'ammoniaque répandues sur le sol	
07/07/1989	PAYS-BAS Farmsum	Explosion de vapeurs d'ammoniac dans une usine de tamis moléculaires. La déflagration entraîne une projection du fond du réservoir à 60 m contre un bâtiment administratif. L'accident résulte de l'absence de mention dans le rapport de fin poste de l'équipe du soir d'une opération de remplissage du réservoir.	Explosion de 50 L d'ammoniaque. Aucun blessé à déplorer.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
03/09/2014	Tokai (JAPON)	<p>Vers 10h30, une hausse de la température et de la concentration en monoxyde de carbone est détectée dans une tour de stockage de charbon à faible taux d'humidité d'une usine sidérurgique. Des opérateurs se rendent sur place et constatent l'émission de fumée blanche au niveau de la trémie de la tour. A 11h30 les secours du site et les pompiers contrôlent l'installation et confirment l'absence d'incendie. Alors que le charbon fumant est retiré de la trémie, une combustion se produit, suivie d'une explosion.</p> <p>Le sinistre est dû à l'auto-échauffement du charbon stocké pendant une longue période dans la trémie et à la formation de gaz inflammable. L'évacuation du charbon a ensuite permis une arrivée d'air dans la trémie fournissant le comburant nécessaire l'inflammation du charbon puis l'explosion de gaz dans la trémie.</p>	Le bilan est de 15 blessés (11 employés et 4 sous-traitants).	L'exploitant décide de remplacer le charbon à faible taux d'humidité par du charbon à haut taux d'humidité, moins propice au phénomène d'auto-échauffement.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
26/06/2014	Dunkerque (59)	Vers 3 h, une odeur de brûlé est décelée à proximité du filtre à manche lors d'un contrôle avant redémarrage des installations dans une fonderie. Les contrôles mettent en évidence du monoxyde de carbone et une augmentation de température dans les caissons des filtres à manches. Après inspection, un incendie est découvert au niveau de la vis d'évacuation du charbon pulvérisé présent dans ces caissons. L'accident est dû à une accumulation importante puis un auto-échauffement de charbon pulvérisé dans les caissons du dépoussiéreur. Cette accumulation a été générée lors du remplacement des filtres à manche sans que le nettoyage des caissons ait été programmé et réalisé.	L'accident a généré une perte de production de 24 heures.	Les opérateurs procèdent à l'inertage à l'azote pendant que les pompiers internes refroidissent l'installation.
18/12/2013	Gye-sur-Seine (10)	Dans une usine de charbon de bois, un opérateur détecte vers 15 h un dégagement de fumées dans la cheminée d'un pré-séchoir. Le système d'arrosage interne de l'équipement est mis en route. La production de charbon de bois est ralentie. Les secours externes sont alertés. Les pompiers quittent le site le lendemain vers 14h15 et la production reprend à 16 h. Des travaux sur un convoyeur métallique au-dessus du pré-séchoir seraient à l'origine de l'événement.		Amélioration de la diffusion des eaux d'extinction à l'ensemble pré-séchoir et périphéries. Création de trappes de visite accessibles sur les gaines de ventilation. Déplacement des trappes de visualisation sur les côtés des convoyeurs (elles étaient placées sur la partie inférieure au moment de l'accident). Création d'un groupe de travail afin d'améliorer la sécurité des installations.
28/09/2011	Le Havre (76)	Incendie dans un silo de 30 m <sup>3</sup> de charbon d'une centrale électrique thermique.	Pas d'impact sur la production.	
14/09/2011	Bouchain (59)	Incendie sur une trémie à charbon d'une centrale thermique en maintenance. Le dysfonctionnement du système électrique de la trémie serait à l'origine du sinistre.	3 personnes intoxiquées par le monoxyde de carbone.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
31/05/2010	ETATS-UNIS Billings	Incendie dans une centrale électrique au charbon. Hypothèses de l'inflammation de matériaux d'isolation par une étincelle projetée lors des travaux de soudure (maintenance annuelle).	Importants dégâts matériels	
24/01/2010	POLOGNE GRYFINO	Explosion de poussières à charbon dans une centrale thermique.	Explosion de poussières à charbon : 1 mort et 3 personnes blessées. deux bâtiments effondrés et un autre endommagé.	
06/08/2009	Montiers-sur-saulx (55)	Incendie dans 2 silos de 100 m <sup>3</sup> contenant du charbon de bois.	Hospitalisation de 2 pompiers, incommodés par les fumées.	
10/07/2009	Cordemais (44)	Début d'incendie en partie basse d'un silo broyeur contenant du charbon.	Pas d'impact sur la production d'électricité.	
03/02/2009	ETATS-UNIS Oak Creek	Explosion dans un silo de poussières d'une centrale à charbon. Origine de l'explosion inconnue.	Explosion de poussières à charbon suivi d'une boule de feu : 6 employés présentent des brûlures dont un dans un état critique	
29/01/2009	Montiers-sur-saulx (55)	Incendie au niveau de 2 silos contenant 15 t de charbon de bois.	Aucune incidence sur le fonctionnement de l'entreprise.	
09/01/2009	Montiers-sur-saulx (55)	Incendie au niveau de 4 silos de stockage de charbon (2 de 100 m <sup>3</sup> et 2 de 120 m <sup>3</sup> )		
04/07/2008	Beaucaire (30)	Départ de feu dans un silo contenant 500 t de charbon. L'incendie a pour origine : - la livraison de charbon chaud à 55°C, - un défaut d'information du transporteur et une absence de détection de la température lors du ballage, - un dysfonctionnement de la sonde de température, - l'arrosage par pulvérisation du ballage était défaillant (buses bouchées)		Sensibilisation au respect des consignes du transporteur. Remise en service des rampes de pulvérisation. Révision des températures d'alerte du ballage, du plan de maintenance des sondes de température. Remplacement des garnitures en caoutchouc par des pièces ignifugées. Etude process pour arrêter le ventilateur sous certaines conditions.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
10/06/2008	Roussillon (38)	Départ de feu sur le circuit d'alimentation en charbon d'une chaudière. Une défaillance sur une carte électronique du système de convoyage pourrait être à l'origine de l'incident.	Déclenchement du POI. Pas d'impact sur la production de vapeur du site.	
07/02/2007	Rochefort-Sur-Nenon (39)	Echauffement localisé sur un silo de charbon.	Aucun dommage sur l'environnement ou matériel.	
13/09/2006	ETATS-UNIS Romeoville	Explosion suivie d'un incendie dans une centrale thermique au charbon	Explosion suivie d'un incendie : 5 personnes blessées dont un gravement	
10/02/2006	Beffes (18)	Incendie dans un silo de stockage de charbon pulvérisé.	Arrêt de la production de l'usine.	
18/03/2005	Lechere (73)	Incendie sur un convoyeur alimentant en sciure et en charbon un four d'une usine sidérurgique.	Deux jours de réparation des installations endommagées.	
18/02/2004	ETATS-UNIS Ponka City	Explosion suivie d'un incendie dans un souterrain au niveau du système de sortie du charbon	Explosion suivie d'un incendie Aucun blessé n'est à déplorer	
18/07/2003	Beucaire (30)	Incendie sur une bande transporteuse alimentant un silo de coke brut et un autre de charbon brut.	Mise en place d'un périmètre de sécurité de 400 m autour du site (300 personnes évacuées).	
30/11/2000	Le Havre (76)	Incendie sur un convoyeur à bande utilisé pour décharger une cargaison de charbon.	Incendie.	
14/08/1999	ETATS-UNIS SMYRNA	Explosion dans une usine de production et distribution de vapeur et d'air conditionné Réaction d'un produit chimique utilisé pour le nettoyage avec les poussières de charbon.	Explosion suite à réaction avec la poussière de charbon : 6 personnes blessées dont 4 dans un état critique 1 personne tuée	
28/07/1998	ETATS-UNIS Hammond	Explosion dans la zone de stockage de charbon d'une centrale électrique lors d'une opération de nettoyage. Des incendies se déclarent dans l'installation. Hypothèse d'une inflammation de poussières de charbon par une étincelle.	Explosion de poussières à charbon suivie d'incendies : 17 personnes blessées dont 4 gravement brûlées	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "ammoniaque" :</b>				
15/11/1997	ETATS-UNIS Lawrence	Explosion dans un broyeur de charbon d'une centrale thermique lors de travaux de maintenance.	Explosion de poussières : 1 mort 2 personnes gravement brûlées	
11/09/1996	Vaires-Sur-Marne (77)	Incendie dans 2 silos de charbon d'une centrale thermique. Un échauffement du tapis roulant serait à l'origine de l'accident.	Incendie	
09/10/1995	RUSSIE Angarsk	Incendie d'un convoyeur de charbon dans une centrale énergétique.	Incendie Aucun blessé et aucune conséquence sur l'environnement n'est à déplorer	
09/12/1994	ETATS-UNIS Norfolk	Incendie sur un convoyeur à bandes chargeant du charbon dans un navire. Incendie éteint notamment grâce à la mise en route du système d'extinction automatique incendie équipant le convoyeur.	Incendie Réparations pour un montant de 170 000 US\$	
25/06/1992	La Maxe (57)	Incendie sur un convoyeur à bande transportant du charbon.	Dégâts matériels.	
18/06/1991	Don (59)	Incendie dans une trémie de résidus de poussières de charbon d'une centrale électrique désaffectée.	Emission de fumées visibles à 5 km.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "chaudière de récupération" :</b>				
27/05/2010	Tartas (40)	Dans une papeterie soumise à autorisation, un tube de vapeur saturée se rompt vers 9h15 dans la chambre morte d'une chaudière de récupération. A cet endroit, la vapeur a une température de 300 °C pour une pression de 85 bar. Les analyses diligentées par l'exploitant ont révélé la présence de corrosions internes par piqûres sur la génératrice inférieure du tube à l'origine de l'accident. Ces piqûres sont consécutives à un assèchement incomplet des tubes lors des phases d'arrêt. La chaudière n'était pas à jour de ses inspections périodiques au moment de l'accident.	Sous l'effet de la pression, le bardage isolant est arraché sur la face Est de l'équipement. La fuite de vapeur a occasionné sur un employé intérimaire une brûlure au second degré de la face postérieure des deux avants bras et des deux auriculaires ainsi qu'une brûlure au premier degré de la face extérieure de la jambe droite.	La chaudière est mise à l'arrêt.
22/03/2008	Fos-sur-Mer (13)	A partir de 22 h, une perte de charge anormale est détectée sur le circuit de surchauffe de la chaudière de récupération de chaleur utilisant les fumées issues d'une unité de craquage catalytique (FCC) d'une raffinerie.	Après plusieurs tentatives infructueuses pour remédier au problème, l'exploitant décide de by-passer le dépoussiéreur et de rejeter les fumées chargées en poussières après simplement leur passage dans 2 cyclones montés en série. De la vapeur d'eau est également envoyée à l'atmosphère entraînant une élévation du niveau sonore des installations. Ces rejets accidentels n'occasionnent pas de plainte du voisinage.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "déchets radioactifs" :</b>				
22/03/2006	JAPON	Un feu se déclare en fin d'après-midi dans l'unité de retraitement des déchets radioactifs d'une centrale nucléaire.	Deux personnes sont hospitalisées après avoir inhalé de la fumée. L'incendie n'a entraîné aucune fuite radioactive.	-

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "denox" :</b>				
20/04/2007	LE GRAND-QUEVILLY (76)	Un rejet de fumées rousses (oxydes d'azote, NOx) issues de l'atelier nitrique du site perdue depuis 3 jours. Ce rejet résulte d'une fuite sur l'échangeur gaz/gaz du réacteur Dénox de l'installation.		L'exploitant baisse la production et modifie des réglages (recyclage des gaz riches et pauvres en NOx, modification de la température de l'air injecté...) de façon à respecter les normes de rejets imposés par l'arrêté préfectoral d'autorisation de l'unité. Les réparations de l'échangeur sont planifiées pour l'arrêt du mois de juin. A plus long terme, l'exploitant prévoit pour 2008, soit le remplacement complet de l'échangeur, soit son retubage.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "four" :</b>				
24/09/2013	Fromelennes (08)	Incendie dans une installation de traitement des fumées d'un four de fusion. Deux hypothèses avancées : l'aspiration de poussières incandescentes provenant du four ou surchauffe de matières auto-combustibles par friction dans les vis d'extraction des poussières.	Aucun impact sanitaire des rejets atmosphériques n'est à signaler.	Mise en place d'un filtre à impaction dans la hotte d'aspiration des fumées afin de capter les particules incandescentes. Remise en service du registre (by-pass) de sécurité thermique de la cheminée en toiture du four. Réduction du taux de charbon actif dans le produit absorbant (destiné à piéger les micropolluants organiques).
17/09/2005	Abidos (64)	Incendie dans un four d'une usine de fabrication de fibres de carbone.	Aucunes conséquences (feu maîtrisé par le personnel).	
28/10/2001	Allemagne Hambourg	Inflammation de monoxyde de carbone dans un four électrique d'une fonderie causant une explosion de gaz	Importants dégâts matériels Aucun blessé n'est à déplorer	Amélioration de la post combustion du monoxyde de carbone (injection d'O <sub>2</sub> ) Suivi de la concentration de CO Mise en place d'un suivi de la concentration en CO couplé à des alarmes entraînant l'arrêt de l'injection d'O <sub>2</sub> et l'évacuation du personnel.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "four" :</b>				
06/12/2000	Carhaix-Plouguer (29)	Explosion dans un four d'une usine d'incinération d'ordures ménagères lors d'essais. Présence accidentelle d'un produit dangereux (propane/butane, ...) dans les déchets sans doute à l'origine de l'accident.	Explosion entraînant l'arrêt temporaire de l'usine	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
25/03/2015	GREZ-NEUVILLE (49)	Une fuite de gaz naturel est détectée vers 11h15 sur un gazoduc lors du soudage d'une pièce en forme de "T" (piquage en charge). L'ouvrage (DN 450, P 67,7 bar) est en acier et enterré à 1,5 m. Il date de 1969. L'opération de soudage est arrêtée. La fuite se produit au niveau d'un défaut de la taille d'une tête d'épingle (non visible à l'œil nu). L'incident serait dû au non-respect par l'opérateur de la vitesse de soudage spécifiée.		La pression est abaissée progressivement et stabilisée à 41 bar. Le chantier est sécurisé : un périmètre de sécurité de 10 m est établi et 2 balises de mesure d'explosimétrie sont installées. La canalisation est réparée et le piquage est installé le 10/04. Les soudeurs étaient qualifiés. L'opération obéissait à une procédure qui s'appuie sur un retour d'expérience de plusieurs dizaines d'années.
04/03/2015	GRANDPUITS-BAILLY-CARROIS (77)	Une fuite se produit au niveau d'une soupape d'un poste de distribution de gaz naturel. La fuite est due à une usure du siège du clapet de soupape.		Les secours établissent un périmètre de sécurité et interrompent la circulation. Le service du gaz répare l'installation.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
01/03/2015	MARSEILLE (13)	Vers 9h50, une fuite de gaz naturel se produit sur une canalisation de distribution moyenne pression. La circulation est interrompue. Le service du gaz arrête l'alimentation de la conduite. L'électricité est également coupée sur la zone. Vers 18h30 lors de la remise en pression de la conduite, la fuite s'enflamme. Le service du gaz coupe de nouveau l'alimentation. A 20h20, l'alimentation est rétablie le mercredi 04/03.	Les secours évacuent une vingtaine de riverains et en confinent une dizaine.	Des travaux de terrassement sont réalisés pour localiser la fuite. La canalisation est isolée et colmatée.
21/02/2015	HAUTVILLERS-OUVILLE (80)	Vers 6 h, une fuite de gaz naturel est décelée par un sifflement au niveau d'une soupape de sécurité d'un poste de distribution. Aucune coupure de gaz n'est nécessaire. La circulation sur la route départementale est rétablie peu avant 8 h.		Les secours mettent en place un périmètre de sécurité. Les gendarmes interrompent la circulation sur la D1001 et établissent une déviation. Les services techniques du gaz colmatent la fuite.
09/02/2015	MONTEREAU-SUR-LE-JARD (77)	Une fuite de gaz naturel se produit sur une soupape d'un poste de livraison d'une usine de matériel aéronautique. Le service du gaz procède à la réparation.		Les pompiers du site mettent en place un périmètre de sécurité.
01/01/2015	LE CATEAU-CAMBRESIS (59)	Une série de fuites de gaz naturel se produit dans la commune durant le mois de janvier. Le service du gaz découvre qu'une défaillance du système de protection cathodique de la canalisation est à l'origine des fuites. La polarité du courant de protection est inversée. La corrosion de l'acier est alors accélérée. L'exploitant étudie l'incident pour déterminer s'il s'agit d'une défaillance technique ou d'une erreur humaine.	Plusieurs fois, les riverains sont évacués et la distribution de gaz interrompue. 1,5 km de canalisations doivent être changés.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
31/12/2014	AUTERIVE (31)	Les pompiers signalent à 23h50 une fuite dans une station de sectionnement d'un gazoduc. Une équipe d'intervention se rend sur place. Du gaz naturel fuit par la purge du corps de commande d'un robinet. La fuite est arrêtée à 0h50.		
14/11/2014	VILLERS-SEMEUSE (8)	Dans une usine d'automobiles, un détecteur de gaz naturel se déclenche vers 16 h. Les pompiers du site constatent une fuite au niveau d'un détendeur de la ligne d'arrivée du gaz dans l'usine. L'exploitant du gazoduc procède aux réparations du poste de détente. La réparation des micro-fuites n'est possible que lors d'un arrêt de production.		Après contrôle au produit moussant, 3 nouvelles micro-fuites sont détectées sur une vanne de purge (sans déclenchement des détecteurs de gaz de l'usine). Le local où se trouvent les équipements est ventilé et les travaux dans la zone sont interdits. A la suite des événements, l'exploitant de l'usine remplace les portes pleines du local par des portes grillagées pour faciliter sa ventilation.
25/10/2014	Mers El-Kebir (Algérie)	Un glissement de terrain endommage un pipeline enterré de gaz naturel. La fuite est détectée à 8 h. L'exploitant intervient pour réparer le gazoduc. La presse souligne que le manque de coordination entre les sociétés énergétiques et les administrations, ainsi que l'absence d'inventaire des ouvrages et de plans relatifs à leurs tracés ne font qu'accroître le risque sur la population.	Une grande partie des abonnés de la ville est privée d'alimentation jusqu'au 27/10 au soir.	
16/10/2014	RILLIEUX-LA-PAPE (69)	Une fuite de gaz naturel a lieu au niveau d'un bloc pilote d'un poste de détente. Les secours établissent un périmètre de sécurité et interrompent la circulation sur un chemin. La continuité d'alimentation en gaz est préservée. La garniture abîmée d'un clapet serait à l'origine de l'événement.		

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
10/10/2014	CLAMART (92)	Lors de travaux sur un réseau d'eau, des ouvriers font tomber une plaque sur une canalisation de distribution de gaz naturel. Une fuite survient.	Le service du gaz interrompt la distribution pour 580 abonnés afin d'effectuer les réparations.	
27/08/2014	JEUMONT (59)	Dans une usine fabriquant des équipements pour réacteurs nucléaires, une fuite de gaz naturel se produit vers 12h30 sur le système d'alimentation en gaz du chauffage d'un atelier à la suite d'une intervention de maintenance. Les secours et les services du gaz localisent et stoppent la fuite. Le personnel réintègre les locaux vers 13 h.	Les salariés sont évacués.	
23/08/2014	ARLES (13)	Dans une installation annexe d'un gazoduc de gaz naturel, une soupape se déclenche à la suite du dysfonctionnement des régulateurs.		
20/08/2014	PARIS (75)	Une fuite de gaz naturel se produit vers 9 h sur une canalisation de transport de gaz naturel (DN 200, Pression 24 bar) passant en caniveau sous le tablier d'un pont. Des travaux d'inspection sont à l'origine de l'événement : lors d'une opération de découpe d'un support en béton, la scie utilisée endommage la canalisation. Le risque d'explosion de gaz est déclaré levé à 11h15. Les travaux avaient fait l'objet d'une DICT et les plans utilisés étaient à jour. Des sondages avaient en outre été réalisés pour bien repérer la canalisation. Le service du gaz finit d'enlever le revêtement en béton de la canalisation au niveau de la fuite. Il constate ensuite les dégâts et procède aux réparations.	La circulation routière et une ligne de tramway sont suspendues.	Le Plan de Sécurité et d'Intervention (PSI) de l'ouvrage est déclenché. L'alimentation en gaz de la canalisation est coupée (plus de pression au poste de Paris-Bercy au bout d'une heure). Un périmètre de sécurité est mis en place. Les abonnés n'ont pas été privés d'énergie en raison du maillage du réseau de distribution sur la zone.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
31/07/2014	Kaohsiung (Taïwan)	<p>Une fuite est détectée vers 20h45 sur un gazoduc de propylène (DN 100) enterré en centre-ville et utilisé pour l'industrie pétrochimique. Ne connaissant pas la nature du gaz, les pompiers arrosent la canalisation avec de l'eau, ce qui dissémine le gaz. Vers minuit, plusieurs explosions se produisent sur une surface de 3 km<sup>2</sup> provoquant des incendies et l'éventrement de la chaussée au-dessus du gazoduc. Des flammes de la hauteur d'un immeuble de 20 étages sont visibles. Plus de 1 400 secouristes interviennent et évacuent 1 100 habitants. Les secours éteignent les incendies le lendemain matin.</p> <p>La presse met en cause le gazoduc installé dans les années 90, et en particulier l'absence de maintenance et d'information disponible sur cette canalisation. Le manque de formation des secours sur ce type de fuite est également souligné.</p>	<p>L'alimentation en gaz naturel est coupée chez 23 000 clients, de même que les alimentations en eau et électricité.</p> <p>Le bilan est de 30 morts dont 4 pompiers et de 309 blessés dont 22 pompiers. La chaussée est éventrée sur plusieurs kilomètres.</p>	
29/06/2014	BORDEAUX (33)	<p>Un impact de foudre provoque le déchaussement d'une canalisation de distribution de gaz naturel suivi d'une fuite. Le service du gaz répare la canalisation.</p>	<p>Les secours évacuent 20 employés d'un centre de gestion de la circulation ferroviaire ce qui entraîne de nombreux retards de trains.</p>	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
27/06/2014	INDE	<p>Une explosion liée à une fuite de gaz sur un gazoduc (DN 450, année de mise en service 2001, longueur : 200 km, prof. d'enfouissement 6 m) se produit à 6h30 (PMT) à proximité d'une raffinerie dans un village agricole.</p> <p>Selon la presse, les riverains se seraient plaints de l'état du gazoduc (corrosion importante) à la suite d'accidents récurrents sur l'ouvrage. Une défaillance dans le traitement du gaz (gaz naturel ?, méthane ?) est également suspectée.</p> <p>Le gaz fuyant de la conduite se serait enflammé au contact d'un four en plein air. Les autorités indiennes diligentent une enquête pour déterminer les causes exactes de l'accident.</p>	Le bilan humain de l'accident est très lourd : 19 personnes tuées et 17 autres blessées.	
10/06/2014	GRETZ-ARMAINVILLIERS (77)	Lors du raccordement d'un réseau gaz dans un lotissement, le soudage d'une selle de renfort provoque vers 11 h une flamme de part et d'autre de celle-ci puis l'inflammation du gaz naturel contenu dans la canalisation. Un défaut au niveau de la selle de renforcement serait à l'origine du sinistre.	Le bardage en bois d'un pavillon proche de la fuite est détruit par les flammes ainsi que les vitres d'un autre pavillon. Les services techniques du gaz coupent la distribution dans le quartier, privant 215 habitations d'alimentation jusque dans la soirée.	Les pompiers mettent en place un périmètre de sécurité en évacuant une cinquantaine de riverains.
04/04/2014	LIMOGES (87)	Lors de travaux de soudage sur une canalisation de distribution de gaz naturel, un des obturateurs utilisés lâche provoquant une fuite de gaz enflammée. L'exploitant du réseau maîtrise rapidement la fuite.	1 000 clients sont privés d'alimentation.	
14/02/2014	PARIS (75)	Une explosion se produit vers 16 h au sous-sol d'une chocolaterie artisanale pendant des travaux de réhabilitation d'une conduite de gaz naturel. La société réalisant les travaux agissait comme sous-traitant du service du gaz.	Le bilan est d'un ouvrier gravement brûlé et de 4 autres légèrement blessés.	Les secours établissent un périmètre de sécurité.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
29/01/2014	NOGENT-SUR-OISE (60)	Un rejet de gaz naturel se produit vers 21 h au niveau du poste de détente alimentant une chaufferie urbaine soumise à autorisation. Les secours arrêtent l'alimentation en gaz au niveau d'une vanne manuelle sur une ligne externe allant du poste de détente à la chaufferie. Après recherche du point de fuite sur la ligne constituée d'une vanne manuelle et de 3 vannes automatisées montées en série, une défectuosité est constatée sur l'électrovanne pilotant l'évacuation du gaz dans un circuit de purge. La mise à l'atmosphère du gaz naturel a duré 15 minutes soit un volume de matière rejetée estimé à 200 m <sup>3</sup> . La défaillance de l'électrovanne proviendrait d'un problème de bobine.	2 500 logements de la commune sont privés de chauffage et d'eau chaude.	Les pompiers sont alertés et déclenchent une procédure gaz renforcée (PGR). Un périmètre de sécurité de 200 m est mis en place. La circulation est interrompue. Afin d'éviter la reproduction d'un tel événement, l'exploitant de la chaufferie remplace l'électrovanne de purge par une vanne manuelle.
22/01/2014	PITGAM (59)	Une fuite se produit sur une bride boulonnée enrobée de résine au niveau d'une bretelle de liaison entre 2 canalisations de gaz naturel (DN 900, PMS 85 bar). La fuite est détectée par l'observation de bulles dans une fosse remplie d'eau de pluie. La bride est dégagée et inspectée. La fuite se situe à "6 h", sur un segment entre 2 tiges filetées. La bride est resserrée. Assurant le bon fonctionnement de la protection cathodique, le manchon en résine a été posé avant le remblai de la bretelle. Le moment exercé par le poids de la terre sur le manchon serait ainsi la cause de la fuite.	La mise hors gaz de la bretelle lors des réparations a conduit à un rejet de 3 200 m <sup>3</sup> de gaz naturel.	Le transporteur établit un périmètre de sécurité et met la bretelle hors pression.
13/01/2014	SAINT-PRIEST (69)	Une fuite de gaz naturel est constatée au niveau du bloc pilote d'une soupape d'un poste de détente d'un gazoduc. La fuite est due à un défaut d'étanchéité. La réparation est effectuée sur place par les agents du service du gaz.		

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
07/01/2014	MARSEILLE (13)	Un soudeur provoque vers 12h20 une explosion ainsi qu'une fuite enflammée en réalisant un piquage en charge sur une canalisation enterrée de gaz naturel (P 4 bar, DN 200, année 1982, polyéthylène, fourreau en fonte) dans le cadre de sa déviation. Un bruit assourdissant emplit la rue et des flammes de 20 m se propagent à la façade d'un immeuble mitoyen. Le service du gaz coupe l'alimentation en fermant 3 robinets et purge la canalisation vers 13 h. La fuite de gaz enflammé est éteinte à 22h25 après fermeture d'une 4ème vanne. Le technicien de la société sous-traitante, ancien agent du gaz, a utilisé un chalumeau sur une canalisation en plastique pensant qu'il s'agissait d'une canalisation en acier avec un revêtement plastique. La canalisation en plastique n'était pas marquée par un liseré jaune.	L'hôpital européen proche du lieu de l'accident suspend ses entrées et 150 patients sont déplacés à l'intérieur des locaux. 4 pompiers ainsi que 2 riverains sont transportés à l'hôpital. Lors du déblaiement, les secours découvrent vers 3 h le corps du soudeur mort en fond de fouille sous 50 cm de gravas. Le bilan des dégâts matériels est de 6 appartements détruits. Le rayonnement thermique a endommagé de nombreux véhicules stationnés dans la rue. 36 habitants sont relogés. Environ 500 abonnés ont été privés de gaz pendant 2 jours à la suite de l'accident.	Les secours établissent un périmètre de sécurité de 100 m et évacuent 500 personnes.
08/12/2013	LE PONT-DE-CLAIX (38)	Une fuite de gaz naturel est détectée vers 11 h au niveau des servomoteurs d'un poste de livraison dans une usine chimique.		L'exploitant du site établit un périmètre de sécurité et interrompt une opération d'endoscopie sur turbine réalisée à proximité. Le service du gaz resserre les membranes des servomoteurs et vérifie l'étanchéité.
06/11/2013	ANNONAY (7)	Un véhicule de recherche de fuite détecte vers 16 h une fuite de gaz naturel dans les égouts. Le gaz provient d'une bride en acier à la jonction de conduites de distribution (Pression 4 bar). Une entreprise de travaux publics colmate la fuite. L'intervention s'achève à 22h30.		Les secours établissent un périmètre de sécurité interrompant la circulation et entraînant le confinement des riverains.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
04/11/2013	TRIEL-SUR-SEINE (78)	Vers 6h30, un incident sur le réseau électrique provoque une fuite de gaz naturel sur une canalisation (Polyéthylène de 75 mm à 3,5 bar) dans le quartier de la gare. Les pompiers installent une lance queue de paon en protection. Les services techniques du gaz coupent l'alimentation en gaz et déchargent la conduite. La distribution est rétablie progressivement dans la journée.	Les policiers coupent la circulation et évacuent les usagers et les riverains de 40 pavillons. Le trafic ferroviaire est interrompu. 1 100 clients sont privés de gaz.	Les policiers mettent en place un périmètre de sécurité de 100 m.
15/10/2013	MONTLIGNON (95)	Une fuite de gaz naturel enflammée se produit sur une canalisation en polyéthylène à la suite d'un incendie sur un boîtier électrique souterrain.	Deux postes de détente réseau sont coupés et 400 clients sont privés de gaz.	
18/09/2013	Florange (57)	Une fuite se produit vers 12 h sur le réseau de gaz naturel alimentant une usine de fabrication de colonnes de direction d'automobiles. Le gaz se répand dans plusieurs bâtiments de l'établissement	186 salariés sont évacués. Les pompiers déploient 2 lances à eau en protection et effectuent des mesures d'explosimétrie qui révèlent des concentrations de gaz jusqu'à 80 % de la LIE. Les secours localisent la fuite à proximité de l'atelier de production en bordure du site et de D952. Le service du gaz interrompt l'alimentation de l'usine. Les employés réintègrent les locaux après des contrôles négatifs d'explosimétrie. L'intervention des secours s'achève vers 14h30.	
25/05/2012	TLEMCEN (ALGERIE)	Une tuyauterie de gaz naturel fuit au sous-sol d'un restaurant universitaire. Le nuage explose à 19h50 à cause d'une étincelle générée par des batteries.	Le bilan est de 8 morts (7 étudiants et 1 employée) et 38 blessés. La police scientifique enquête sur l'accident. La justice met en examen plusieurs responsables de l'université. La presse indique que les étudiants avaient signalé plusieurs fois des odeurs de gaz dans le bâtiment sans qu'aucune mesure ne soit prise.	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "gaz naturel" :</b>				
25/10/2011	MONACO	Un ouvrier utilisant un marteau-piqueur perce une conduite de gaz naturel vers 14 h et provoque une fuite enflammée. Les secours interrompent la circulation, coupent l'alimentation en gaz de la canalisation et éteignent les flammes qui se sont propagées à la boutique d'un fleuriste.	Les pompiers conduisent 3 ouvriers et 1 passant à l'hôpital (choc lié à l'explosion et inhalation de fumées).	
30/07/2004	GHISLENGHIEN (Belgique)	Un gazoduc souterrain a explosé sur un site industriel. La canalisation, réalisée en 1992 sur des terres à usage agricole, était enterrée à 1,2m de profondeur. Depuis, ces terrains ont été reconvertis en zone industrielle, et des travaux récents de parking et de voirie ont été réalisés pour la construction d'une usine. L'enquête en cours devra déterminer l'origine des griffures qui ont endommagé la canalisation. Par ailleurs, la fuite de gaz ayant été signalée vingt-cinq minutes avant l'explosion, l'enquête devra également déterminer si les vannes de gaz auraient pu, ou dû, être coupées plus tôt.	L'explosion a provoqué la mort de 18 personnes et on déplore également de nombreux blessés	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "incinérateur" :</b>				
17/01/2015	Courrières (62)	Vers 10 h, dans une usine d'incinération de déchets dangereux classée Seveso seuil haut, des poussières et crasses se détachent de la paroi de la tour de refroidissement des effluents gazeux, située en aval du four. Le bloc de poussières tombé en pied de la tour obstrue le passage des gaz. Le ventilateur de tirage ne peut plus remplir sa fonction.	Les fumées de l'incinérateur ne sont donc plus évacuées par leur exutoire normal, conduisant à une élévation de la température du four. En l'absence de tirage, les fumées sortent par la façade du four, générant un départ de feu.	Dès détection de la température anormalement haute, l'exploitant diminue la puissance du four à son niveau minimal. Le personnel maîtrise rapidement l'incendie avec des RIA.
02/07/2014	Clermont-Ferrand - (63)	Dans un centre de traitement et de valorisation de déchets, vers 15 h, une explosion se produit dans le four de l'incinérateur et expulse des déchets incandescents à l'extérieur de la trémie d'alimentation du four. Un feu se déclare et se propage à une fosse contenant 3 000 t de déchets non dangereux. L'origine de l'explosion initiale serait due à la mise en route des brûleurs d'appoint en présence de monoxyde de carbone dans le four (la pré-ventilation qui doit permettre de diminuer le taux de CO est insuffisante du fait du dysfonctionnement d'une des deux sondes de température à laquelle elle est asservie).	Il n'y a pas de blessé, ni de dommages matériels. L'impact environnemental est limité aux fumées d'incendie.	Le personnel essaye d'éteindre l'incendie à l'aide de robinets d'incendie armés (RIA) et des deux canons à mousse prévus à cet effet. Les pompiers noient les déchets avec 200 m <sup>3</sup> d'eau et de mousse, ce qui a pour effet d'éteindre les flammes et de laisser un feu couvant. A 15h45, le feu est noyé. L'exploitant travaille sur l'amélioration de certaines dispositions constructives, l'optimisation des asservissements et les mesures organisationnelles à l'admission de déchets.
20/05/2013	Saint-Gaudens (31)	Explosion dans la gaine d'aspiration d'un incinérateur d'une papèterie. L'accumulation de gaz au-delà de la limite d'explosivité serait due à la non-évacuation des condensats.	Rejets de gaz à l'atmosphère	Vérification de l'absence de condensats par une purge manuelle. Réflexion sur la mise en place d'un dispositif de mesure de niveau des condensats avec alarme reportée en salle de conduite.
16/03/2008	Saint-Avoid (57)	Déflagration dans un incinérateur d'une station de traitement des boues. L'inflammation d'un mélange gazeux explosif dans la chambre de post-combustion est à l'origine de l'explosion. La présence d'un tel mélange est expliquée par le mode opératoire et la conception du brûleur.	Dégâts matériels. Aucune conséquence sur l'environnement ni aucun blessé à déplorer.	Modifications du mode opératoire. Modification du système de distribution de l'air de pulvérisation. Déplacement des commandes d'allumage de la post-combustion pour les désenclaver de la zone du brûleur.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "incinérateur" :</b>				
21/03/2007	Rognac (13)	Dans une usine d'incinération de déchets industriels, l'injection des déchets dans l'incinérateur est arrêtée à 17h45 en raison de l'obstruction partielle de la ligne de traitement des gaz. Le décrochage d'un dépôt dans la tour de refroidissement est à l'origine de l'incident.		
29/11/2004	Epeville (80)	Explosion dans un incinérateur d'une unité d'extraction et de traitement des Composés Organo-Volatils (COV). Accumulation de gaz chaud au niveau d'un conduit de transfert probablement due au dysfonctionnement du pilotage du dispositif d'aiguillage des effluents dépendant de l'analyse des chromatographes.	Dégâts matériels	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "oxydateur thermique" :</b>				
10/02/2012	Saint-Laurent-du-Pont (38)	Une explosion suivie d'un feu se produit vers minuit sur un conduit de cheminée d'un oxydateur thermique dans l'atelier de traitement de surface de 1 500 m <sup>2</sup> d'une usine métallurgique	20 employés sont évacués et 1 salarié ayant inhalé de la fumée est conduit à l'hôpital	

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "oxygène liquéfié" :</b>				
19/09/2003	FINLANDE Tornio	Ouverture d'une vanne bloquée de la ligne O <sub>2</sub> Explosion et jet enflammé d'O <sub>2</sub> de la ligne	Explosion d'oxygène : 10 500 m <sup>3</sup> d'oxygène gazeux 4 tonnes d'oxygène liquéfiés 3 personnes tuées	Révision de l'Etudes des Dangers Amélioration des modes opératoires pour l'utilisation, le contrôle et l'entretien et des procédures générales de sécurité du site
31/12/2001	Allemagne Laichingen	Une fuite d'oxygène suivie d'un incendie se produit dans une unité de distillation d'air d'une usine chimique	2,4 tonnes d'oxygène relâché 1 personne décédée Aucun dommage environnemental n'est rapporté	Installation d'un système de détection de la fermeture de la vanne Modification du système d'évacuation Mise en place d'un suivi de la teneur en O <sub>2</sub> couplé à des alarmes de niveaux haut et bas Formations des employés aux nouvelles procédures d'urgence associées
21/08/2000	CHINE Pingkiang	Explosion à la suite d'une fuite d'oxygène lors d'une phase procédé de fabrication d'acier. L'explosion est intervenue peu de temps après la mise en route de la lance à oxygène injectée dans le métal en fusion afin de brûler les impuretés.	Explosion suite à une fuite d'oxygène 19 morts, 24 blessés et 3 disparus	
09/03/1999	Pierrelatte (26)	Sur un site produisant des gaz industriels (O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> ), une soupape s'ouvre sur un circuit d'O <sub>2</sub> vaporisé alimenté par un réservoir d'oxygène liquéfié (OL). L'unité est à l'arrêt (journée EJP) et le client alimenté en ligne est en marche réduit. L'unité toujours à l'arrêt et à l'insu de l'exploitant, la relance du système stoppe une pompe à eau utilisée pour vaporiser l'OL. Une heure plus tard, la température de l'O <sub>2</sub> venant de la piscine de vaporisation est trop basse.	L'incident est maîtrisé en 15 min.	Des systèmes de sécurité se déclenchent : une vanne se ferme en aval du faisceau de vaporisation, la pompe d'OL s'arrête et le FOXBORO alerte l'astreinte. L'OL emprisonné se vaporise, l'une des 2 soupapes de l'unité s'ouvre.

Date	Lieu	Circonstances	Conséquences	Barrières mises en place
<b>Résultats retenus pour le mot clé "pyrolyse" :</b>				
27/07/2008	Tavaux (39)	Fuite d'un mélange de dichloroéthane, de chlorure de vinyle et d'HCl dans une usine de fabrication de matières plastiques. Cet accident est dû à la rupture d'une tuyauterie azote alimentant les fours de pyrolyse. La rupture est liée à la corrosion interne de la canalisation, probablement associée à la condensation acide à proximité du four.	Fuite de 2 tonnes de dichloroéthane, 41 kg de chlorure de vinyle, et de 23 kg d'acide fluorhydrique.	Remise en question de l'efficacité des détecteurs d'ambiance (réaction tardive) et du contrôle de l'épaisseur des canalisations par ultrasons.
28/05/1992	Allemagne Böhlen	Inflammation d'un nuage de gaz dans une unité de production d'éthylène par pyrolyse. L'accident est dû à la présence de gaz liquéfié dans la tuyauterie malgré la dépressurisation et l'évacuation par le réseau torche. L'inétanchéité d'une bride a entraîné la dissémination de gaz, s'enflammant au contact d'un four chaud.	2 blessés Nombreux dégâts matériels.	Révision des procédures concernant l'utilisation de flexibles pour les purges et balayages. Révision des règles générales d'exploitation. Formation du personnel.

## 13.2 Annexe 2 : Seuils d'effets de référence

### 13.2.1 Seuils d'effets toxiques réglementaires

Les 3 niveaux de seuils toxiques réglementaires français, définis pour l'homme, par l'arrêté « PCIG » du 29 septembre 2005 sont les suivants :

- Seuil des Effets Irréversibles (SEI),
- Concentration létale 1 % (Seuil des Premiers Effets Létaux),
- Concentration létale 5 % (Seuil des Effets Létaux Significatifs).

Les valeurs de ces seuils toxiques, exprimées en ppm, varient suivant la substance toxique incriminée et la durée d'exposition des personnes à la substance toxique. Les valeurs de seuils toxiques à retenir pour les différents produits pris en compte dans cette étude sont indiquées ci-après.

#### 13.2.1.1 Seuils d'effets toxiques pour un produit pur

##### Monoxyde de carbone

Les seuils toxiques définis pour le monoxyde de carbone (fiche toxique INERIS) en fonction de la durée d'exposition sont les suivants :

Substance : CO	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	<i>Non défini</i>	<i>Non défini</i>	<i>Non défini</i>	<i>Non défini</i>
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	<i>Non défini</i>	7 000	4 200	3 200
Seuil des effets irréversibles (SEI)	<i>Non défini</i>	2 600	1 500	800

Tableau 39 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le monoxyde de carbone

**Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**

La note toxique du 16 novembre 2007 émise par le ministère de l'environnement relative à la concentration à prendre en compte pour l'oxygène (O<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>) et les gaz inertes définit pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) les valeurs de seuils toxiques présentées dans le tableau suivant :

Substance : CO <sub>2</sub>	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	200 000			
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	100 000			
Seuil des effets irréversibles (SEI)	50 000			

**Tableau 40 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le dioxyde de carbone**

**Oxygène (O<sub>2</sub>) (hyperoxie)**

La note toxique du 16 novembre 2007 émise par le ministère de l'environnement relative à la concentration à prendre en compte pour l'oxygène (O<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>) et les gaz inertes définit pour l'oxygène (O<sub>2</sub>) les valeurs de seuils toxiques présentées dans le tableau suivant :

Substance : O <sub>2</sub>	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	420 000			
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	370 000			
Seuil des effets irréversibles (SEI)	250 000			

**Tableau 41 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'oxygène**

A noter que les concentrations indiquées correspondent à la concentration d'oxygène totale dans l'air. Ce qui signifie que les 209 000 ppm d'oxygène naturellement présents dans l'air (20,9 %) sont comprises dans les valeurs indiquées.

**Par conséquent, les concentrations additionnelles en oxygène dans l'air sont de 41 000 ppm (SEI), 161 000 ppm (SPEL) et 211 000 ppm (SELS).**

**Azote (N<sub>2</sub>) (anoxie)**

La note toxique 16 novembre 2007 émise par le ministère de l'environnement relative à la concentration à prendre en compte pour l'oxygène (O<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), l'azote (N<sub>2</sub>) et les gaz inertes définit pour l'azote (N<sub>2</sub>) les valeurs de seuils toxiques présentées dans le tableau suivant :

Substance : N <sub>2</sub>	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	500 000*			
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	500 000*			
Seuil des effets irréversibles (SEI)	150 000*			

**Tableau 42 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'azote**

La note fait mention de valeurs résiduelles d'oxygène de 18 % pour les effets irréversibles et 11 % pour les effets létaux. Les concentrations indiquées dans le tableau concernent la concentration d'azote.

**Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S)**

Les seuils toxiques définis pour le sulfure d'hydrogène (fiche toxique INERIS) en fonction de la durée d'exposition sont présentés dans le tableau suivant.

Substance : H <sub>2</sub> S	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	1 720	769	526	414
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	1 521	688	472	372
Seuil des effets irréversibles (SEI)	320	150	100	80

**Tableau 43 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le sulfure d'hydrogène**

**Monoxyde d'azote (NO)**

Les seuils toxiques définis pour le monoxyde d'azote (fiche toxique INERIS) en fonction de la durée d'exposition sont présentés dans le tableau suivant :

Substance : NO	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	Non défini	Non défini	Non défini	Non défini
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	Non défini	1 000	750	600
Seuil des effets irréversibles (SEI)	Non défini	150	100	80

**Tableau 44 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le monoxyde d'azote**

**Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)**

Les seuils toxiques définis pour le dioxyde d'azote (fiche toxique INERIS) en fonction de la durée d'exposition sont les suivants :

Substance : NO <sub>2</sub>	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	216	118	88	73
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	170	100	80	70
Seuil des effets irréversibles (SEI)	105	60	50	40

**Tableau 45 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour le dioxyde d'azote**

**Ammoniac (NH<sub>3</sub>)**

Les seuils toxiques définis pour l'ammoniac (fiche toxique INERIS) en fonction de la durée d'exposition sont présentés dans le tableau suivant :

Substance : NH <sub>3</sub>	Durée d'exposition (min)			
	1	10	30	60
Seuil des effets létaux significatifs (SELS)	28 033	8 833	5 133	3 633
Seuil des premiers effets létaux (SPEL)	25 300	8 200	4 767	3 400
Seuil des effets irréversibles (SEI)	1 500	866	500	354

**Tableau 46 : Valeurs de seuils toxiques exprimées en ppm définies pour l'ammoniac**

### 13.2.1.2 Seuils d'effets toxiques pour un mélange

Une loi d'additivité est utilisée pour déterminer la valeur de seuils toxiques à associer à un mélange de gaz toxiques.

Cette loi, décrite dans le rapport INERIS intitulé « Etat des lieux et éléments critiques sur les méthodes d'utilisation des valeurs seuils de toxicité aiguë par inhalation en France », prend la forme suivante :

$$\frac{100}{Seuil_{eq}} = \sum_{i=1}^m \frac{X_i}{Seuil_i}$$

Avec :

$X_i$  : pourcentage volumique du composé toxique  $i$  au sein du mélange toxique

$Seuil_i$  : seuil toxique  $i$  associé au composé  $i$

### 13.2.2 Seuils d'effets de surpression réglementaires

Les niveaux de seuils de surpression réglementaires français, définis par l'arrêté « PCIG » du 29/09/05 sont les suivants :

Pour l'homme :

- 20 mbar : seuil des effets indirects par bris de vitres,
- 50 mbar : seuil des effets irréversibles (SEI),
- 140 mbar : seuil des premiers effets létaux (SPEL),
- 200 mbar : seuil des effets létaux significatifs (SELS).

Pour les structures :

- 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 dominos.

### 13.2.3 Seuils d'effets thermiques réglementaires

Les niveaux de seuils thermiques (flux thermique pour des scénarios d'incendie de plus de 2 minutes) réglementaires français, définis par l'arrêté « PCIG » du 29/09/05 sont les suivants :

- 3 kW/m<sup>2</sup> : seuil des effets irréversibles (SEI),
- 5 kW/m<sup>2</sup> : seuil des premiers effets létaux (SPEL),
- 8 kW/m<sup>2</sup> : seuil des effets létaux significatifs (SELS).