Etude de dangers

Usine de méthanisation Villiers-Saint-Frédéric (78)

******

Naldéo Ingénierie et Conseil – Besançon (25)

Référence	**1084 D01 NALDEO EDD Villiers B (cl)**
Date	**01/10/2020**
Nombre de pages	**223**
Diffusion	

ISO Ingénierie

Siège Social
ZI Les Milles – 530 rue Fr. Hennebique
13854 Aix-en-Provence Cedex 3
Tél. : +33 (0)4 42 24 51 40
Fax : +33 (0)4 42 24 51 49

Agence PACA
100 rue Pierre Duhem
13290 Aix-en-Provence
Tél. : +33 (0)4 42 24 51 40
Fax : +33 (0)4 42 24 51 49

Agence Rhône-Alpes
89 rue de la Villette
69003 Lyon
Tél. : +33 (0)4 78 18 53 53
Fax : +33 (0)4 42 24 51 49

Agence Ile-de-France
23 rue Colbert
78180 Montigny-le-Bretonneux
Tél. : +33 (0)1 61 38 37 30
Fax : +33 (0)1 61 38 37 39

SAS au capital de 100 000 € – RC Aix B 380 691 311 00027 APE 7112B – iso@iso-ingenierie.com

SUIVI DU DOCUMENT

Indice	Suivi du document en versions « Document de Travail »
A	Date : 23/04/2020 Motif de révision : Première émission Chapitres : Tous
B	Date : 1/10/2020 Motif de révision : Relecture Chapitres :
C	Date : Motif de révision : Chapitres :

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 16

2. CONTEXTE 16

3. OBJET DE L'ETUDE 16

4. PERIMETRE DE L'ETUDE 16

5. REGLEMENTATION 17

5.1. Réglementation générale 17

5.2. Réglementation et documents de référence relatifs aux études de dangers 17

5.3. Rubriques de la nomenclature des ICPE 18

6. METHODOLOGIE GENERALE 19

PARTIE 1. PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT 21

7. IDENTITE DU DEMANDEUR 22

8. PRESENTATION DU SIARNC 23

9. PERIMETRE DU SIARNC 24

10. DESCRIPTION GENERALE DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC 25

11. LOCALISATION DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC 26

12. ORGANISATION DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC 28

13. HISTORIQUE DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC 29

PARTIE 2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT 30

14. EVALUATION DES ENJEUX 30

14.1. Enjeux environnementaux 30

14.1.1. Topographie 30

14.1.2. Données hydrologique et hydrographique 30

14.1.3. Sol et sous-sol 31

14.2. Enjeux sur le patrimoine historique et naturel 32

14.2.1. Sites classés et inscrits 32

14.2.2. Monuments historiques 32

14.2.3. Faune et Flore 32

14.2.1. Zones naturelles et remarquables 33

14.2.1. Bilan des enjeux sur le patrimoine naturel 34

14.3. Enjeux humains 35

14.3.1. Populations environnantes 35

14.3.2. Établissements Recevant du Publique (ERP) 36

14.3.3. Établissements industriels et activités environnantes 38

14.3.4. Infrastructures de transport 40
14.3.5. Bilan des enjeux humains 42

15. CARACTERISATION DES ELEMENTS AGRESSEURS EXTERNE 43
15.1. Dangers liés aux phénomènes naturels 43
15.1.1. Généralités sur le climat 43
15.1.2. Températures 43
15.1.3. Précipitations 44
15.1.4. Neige et vents 44
15.1.5. Risque foudre 45
15.1.6. Risque sismique 46
15.1.7. Risque inondation 47
15.1.8. Risque mouvement de terrain 48
15.1.9. Risque gonflement d'argile 48
15.2. Dangers liés au facteur humain 49
15.2.1. Risque lié aux installations voisines 49
15.2.2. Risque lié aux actes de malveillance 52
15.2.3. Risque lié aux transports de matières dangereuses (TMD) 52
15.2.4. Risque lié aux chutes d'aéronefs 53

PARTIE 3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR FONCTIONNEMENT 54

16. PRINCIPALES MODIFICATIONS SUITE AU PROJET DE METHANISATION 55
16.1. La situation actuelle 55
16.2. Situation projetée 56
16.2.1. Présentation générale 56
16.2.2. Caractéristiques attendues 56

17. DESCRIPTION DES PROCEDES ET DES EQUIPEMENTS 58
17.1. Filière eaux 58
17.1.1. Collecte des eaux usées 58
17.1.2. Arrivées des eaux usées brutes au poste de relevage du site 59
17.1.3. Prétraitements 59
17.1.4. Traitement 60
17.1.5. Poste de pompage des eaux traitées 61
17.1.6. Récupération des eaux épurées 61
17.1. Filière boues 62
17.1.1. Stockage tampon et transfert des boues primaires 62
17.1.2. Extraction et transfert des boues biologique 62
17.1.3. Intrants externes liquides (graisses d'assainissement et boues liquides externes) - Principe de fonctionnement 62
17.1.4. Intrants externes de type déchets de pain et pâtes à pain 63
17.1.5. Intrants externes de type boues pâteuses 63
17.1.6. Cuve de mélange des intrants externes 63
17.1.7. Bâche à boues à épaissir 64
17.1.8. Epaississement des boues par grilles d'égouttage 64
17.1.9. Bâche à boues épaissies 64
17.1.10. Prétraitement des boues mixtes épaissies 64
17.1.11. Alimentation du digesteur 65
17.1.12. Stockage des boues digérées 65
17.1.13. Déshydratation des boues par centrifugation et chaulage 66
17.1.14. Evacuation des centrats 66

17.2. Files de traitement des centrats 67
17.2.1. Récupération et valorisation du phosphore – Procédé Phosphogreen 67
17.2.2. Traitement de l'azote – Procédé Cleargreen 68
17.3. File Gaz 69
17.3.1. Gazomètre 69
17.3.2. Torchère 69
17.3.3. Canalisation de transport de biogaz/biométhane 69
17.3.4. Plateforme de traitement du biogaz 70
17.3.5. Skid d'injection GRDF 70
17.4. Filière air (désodorisation) 71
18. DESCRIPTION DES UTILITES 72
18.1. Pompes de transfert 72
18.2. Pompe à chaleur (PAC) 72
18.3. Echangeurs – économiseurs 72
18.4. Chaudière électrique 73
18.5. Traitement de l'air 73
18.6. Surpresseur 73
18.7. Membranes 73
PARTIE 4. IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS 75
19. INTRODUCTION 76
20. RECENSEMENT DES PRODUITS ET DE LEURS DANGERS 76
21. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS 81
21.1. Produits intrants 81
21.2. Produits intermédiaires 81
21.3. Gaz inflammables/toxiques 82
21.3.1. Biogaz 82
21.3.2. Biométhane 83
21.4. Produits chimiques de traitement de l'air, biogaz et boues 84
22. IDENTIFICATION DES INCOMPATIBILITES ENTRE PRODUITS ET MATERIAUX 85
23. INCOMPATIBILITES PRODUITS-PRODUITS 86
24. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS ET PROCEDES 88
24.1. Broyeur dilacérateur 88
24.2. Stockages de boues 88
24.3. Tables d'égouttage et équipements d'épaississement 88
24.4. Digesteurs de la méthanisation 88

24.5. Gazomètre 89
24.6. Torchère 89
24.7. Plateforme de traitement 89
24.8. Surpresseur 90
24.9. Centrifugeuse 90
24.10. Canalisation de transport de biogaz et biométhane 90
24.11. Skid d'injection 90
25. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PERTES D'UTILITES 91
25.1. Perte d'électricité 91
25.2. Perte d'air comprimé 91
25.3. Perte de la chaudière électrique ou pompe à chaleur 91
25.4. Perte de l'économiseur-échangeur 91
26. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS 92
26.1. Dispositions générales 92
26.2. Minimisation des quantités de produit 92
26.3. Substitution des produits dangereux mis en oeuvre 92
26.4. Modération des conditions opératoires 92
26.5. Simplification du procédé 93
26.6. Mesures de réduction des sources d'inflammation 93
26.6.1. Point chaud 93
26.6.2. Matériel ATEX 93
26.6.3. Circulation de véhicules 93
26.6.4. Biogaz 94
26.7. Mesures de réduction des sources de toxicité 94
26.8. Mesures de réduction du risque d'explosion 94
26.9. Mesures de réduction de sources de pollution 95
27. CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGERS 96
PARTIE 5. ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE 97
28. INTRODUCTION 98
29. ACCIDENTOLOGIE EXTERNE 99
29.1. Accidents impliquant des digesteurs 100
29.2. Accidents impliquant les gazomètres biogaz 103
29.3. Accidents impliquant l'utilisation du biogaz 104
29.4. Accidents impliquant le procédé de méthanisation 105
30. ACCIDENTOLOGIE INTERNE 105

31. CONCLUSION SUR LA PRISE EN COMPTE DU REX INTERNE ET EXTERNE 106

PARTIE 6. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES 107

32. INTRODUCTION 108

33. METHODOLOGIE DE L'EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES 108

33.1. Objectifs de l'évaluation préliminaire des risques 108
33.2. Méthodologie 108
33.2.1. Introduction 108
33.2.2. Démarche de l'analyse 109
33.3. Découpage fonctionnel des installations 110
33.4. Tableau de l'Evaluation Préliminaire des risques 110
33.5. Synthèse des phénomènes dangereux étudiés dans l'ADR 128

PARTIE 7. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES 129

34. INTRODUCTION 129

35. METHODOLOGIE 130

35.1. Définition et objectif de l'ADR 130
35.2. Principe des arbres : Méthode retenue 131
35.3. Performance des barrières 133
35.4. Évaluation de la probabilité 134
35.4.1. Cotation de la probabilité d'occurrence des EI 134
35.4.2. Cotation de la probabilité d'occurrence des ERC et PhD 134
35.5. Distances d'effets des phénomènes dangereux 135
35.5.1. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques 135
35.5.2. Valeurs de référence relatives aux seuils de surpression 135
35.5.3. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques 135
35.6. Évaluation de la gravité 136
35.6.1. Méthodologie de comptage 136
35.6.2. Détermination de la gravité pour chaque scénario 137
35.7. Cinétique de développement 138
35.8. Positionnement dans la matrice MMR 139
35.9. Effets dominos 140

36. RUINE DU DIGESTEUR 142

36.1. Description du scénario 142
36.2. Évènements initiateurs 142
36.3. Barrières préventives 143
36.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 144
36.5. Barrières limitant les conséquences 144
36.6. Phénomènes dangereux 144

36.7. Probabilité des phénomènes dangereux 145
36.8. Hypothèses de modélisation 145
36.9. Distances d'effets relatives au scénario 146
36.10. Gravité du scénario 146
36.11. Cinétique du scénario 147
36.12. Effets dominos 147
36.13. Conclusion 148
36.14. Représentation du noeud papillon 149
36.15. Cartographie des distances d'effets 150

37. EXPLOSION INTERNE DE GAZ DANS LE DIGESTEUR PLEIN 152
37.1. Description du scénario 152
37.2. Évènements initiateurs 152
37.3. Barrières préventives 152
37.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 153
37.5. Barrières limitant les conséquences 153
37.6. Phénomènes dangereux 153
37.7. Probabilité des phénomènes dangereux 153
37.8. Hypothèses de modélisation 154
37.9. Distances d'effets relatives au scénario 155
37.10. Gravité du scénario 155
37.11. Cinétique du scénario 155
37.12. Effets dominos 155
37.13. Conclusion 156
37.14. Représentation du noeud papillon 156
37.15. Cartographie des distances d'effets 157

38. EXPLOSION INTERNE DE GAZ DANS LE DIGESTEUR VIDE 159
38.1. Description du scénario 159
38.2. Évènements initiateurs 159
38.3. Barrières préventives 159
38.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 159
38.5. Barrières limitant les conséquences 160
38.6. Phénomènes dangereux 160
38.7. Probabilité des phénomènes dangereux 160
38.8. Hypothèses de modélisation 161
38.9. Distances d'effets relatives au scénario 162
38.10. Gravité du scénario 162

38.11. Cinétique du scénario 162
38.12. Effets dominos 162
38.13. Conclusion 163
38.14. Représentation en noeud papillon 164
38.15. Cartographie des distances d'effets 165
39. EXPLOSION INTERNE DANS LE GAZOMETRE 167
39.1. Description du scénario 167
39.2. Évènements initiateurs 167
39.3. Barrières préventives 167
39.1. Probabilité d'occurrence de l'ERC 167
39.2. Barrières limitant les conséquences 167
39.3. Phénomènes dangereux 168
39.4. Probabilité des phénomènes dangereux 168
39.5. Hypothèses de modélisation 169
39.6. Distances d'effets relatives au scénario 170
39.7. Gravité du scénario 170
39.8. Cinétique du scénario 170
39.9. Effets dominos 170
39.10. Conclusion 171
39.11. Représentation en noeud papillon 172
39.12. Cartographie des distances d'effets 173
40. EXPLOSION CONFINEE DE GAZ DANS LE LOCAL DE TRAITEMENT 175
40.1. Description du scénario 175
40.2. Évènements initiateurs 175
40.3. Barrières préventives 175
40.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 176
40.5. Barrières limitant les conséquences 176
40.6. Phénomènes dangereux 176
40.7. Probabilité des phénomènes dangereux 176
40.8. Hypothèses de modélisation 177
40.9. Distances d'effets relatives au scénario 178
40.10. Gravité du scénario 178
40.11. Cinétique du scénario 178
40.12. Effets dominos 178
40.13. Conclusion 179
40.14. Représentation du noeud papillon 179

40.15. Cartographie des distances d'effets 180
41. RUPTURE DE CANALISATION ENTERREE DE BIOMETHANE 182
41.1. Description du scénario 182
41.2. Évènements initiateurs 182
41.3. Barrières préventives 183
41.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 183
41.5. Barrières limitant les conséquences 184
41.6. Phénomènes dangereux 184
41.7. Probabilité des phénomènes dangereux 185
41.8. Hypothèses de modélisation 186
41.9. Distances d'effets relatives au scénario 187
41.10. Gravité du scénario 187
41.11. Cinétique du scénario 188
41.12. Effets dominos 188
41.13. Conclusion 189
41.14. Représentation en noeud papillon 190
41.15. Cartographie des distances d'effets 191
42. RUPTURE DE CANALISATION AERIENNE DE BIOMETHANE 194
42.1. Description du scénario 194
42.2. Évènements initiateurs 194
42.3. Barrières préventives 195
42.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC 195
42.5. Barrières limitant les conséquences 196
42.6. Phénomènes dangereux 197
42.7. Probabilité des phénomènes dangereux 198
42.8. Hypothèses de modélisation 199
42.9. Distances d'effets relatives au scénario 200
42.10. Gravité du scénario 200
42.11. Cinétique du scénario 201
42.12. Effets dominos 201
42.13. Conclusion 201
42.1. Représentation du noeud papillon 201
42.2. Cartographies des distances d'effets 202
PARTIE 8. MESURE DE MAITRISE DES RISQUES 204
43. LISTES DES BARRIERES IDENTIFIEES 205

44. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES 206

44.1. Méthodologie 206

44.1.1. Définition 206

44.1.2. Justification 206

44.1.3. Évaluation des performances 207

45. SYNTHESE DES MMR 208

45.1. Barrière B2 : Soupape du digesteur 208

45.2. Barrière B2 : Soupape du gazomètre 209

45.3. Barrière B5 : Démarrage de la torchère sur niveau haut du gazomètre 210

45.4. Barrière B7 : Trop plein du digesteur 211

45.5. Barrière B15 212

PARTIE 9. ORGANISATION DE LA SECURITE 214

46. ORGANISATION DE LA SECURITE 215

46.1. Organisation du personnel à la sécurité 215

46.2. Formation du personnel à la sécurité 215

46.3. Protection du personnel 215

46.4. Evacuation du personnel 215

46.5. La surveillance 215

46.6. Moyen de protection interne 216

46.6.1. Besoin en eaux 216

46.6.1. Moyens de lutte contre incendie 216

46.6.2. Récupération des eaux 216

46.7. Moyens d'intervention externe 216

46.8. Affichage 217

46.9. Issues de secours 217

PARTIE 10. SYNTHESE 218

47. SYNTHESE DE L'ETUDE DE DANGERS 219

48. TABLEAU DE SYNTHESE DES RESULTATS 219

49. ACCEPTABILITE DES RISQUES 221

TABLEAUX

Tableau 1 – Rubriques ICPE du site 18
Tableau 2 : Communes voisines du site et leur population (source : INSEE) 35
Tableau 3 : Synthèse des établissements industriels voisins 39
Tableau 4 : Établissements industriels voisins 51
Tableau 5 - Synthèse des propriétés des produits 80
Tableau 6 : Produits intermédiaires 81
Tableau 7 : Listes des gaz inflammables / toxiques 82
Tableau 8 : Composition du biogaz (source : NALDEO) 83
Tableau 9 : Composition du biométhane (source : NALDEO) 84
Tableau 10 : Incompatibilités produit – matériau 85
Tableau 11 : Synthèse des incompatibilités (Source : INRS) 86
Tableau 12 : Incompatibilités produit – produit 87
Tableau 13 : Cartographie des potentiels de dangers dans la STEP de Villiers Saint Frédéric 96
Tableau 14 : Tableau ERP interne - Filière eaux 112
Tableau 15 : Tableau ERP interne - Filière boues 122
Tableau 16 : Tableau ERP interne - Centrats 123
Tableau 17 : Tableau ERP interne - Utilités 125
Tableau 18 : Tableau ERP externe 127
Tableau 19 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus en ADR 128
Tableau 20 : Termes utilisés pour les noeuds papillons 132
Tableau 21 : Échelle de probabilité 134
Tableau 22 : Valeurs de référence relatives aux seuils des effets thermiques 135
Tableau 23 : Valeurs de référence relatives aux seuils de surpression 135
Tableau 24 : Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques 135
Tableau 25 : Échelle de gravité 137
Tableau 26 : Cinétique des PhD 138
Tableau 27 : Grille MMR 139
Tableau 28 : Seuils des effets dominos 140
Tableau 29 : Probabilité du PhD 1 145
Tableau 30 : Distances d'effets du PhD 1 146
Tableau 31 : Gravité du PhD 1 146
Tableau 32 : Résultats du PhD 1 148
Tableau 33 : Grille de criticité du PhD 1 148
Tableau 34 : Probabilité du PhD 2 153
Tableau 35 : Distances d'effets du PhD 2 155
Tableau 36 : Gravité du PhD 2 155
Tableau 37 : Résultats du PhD 2 156
Tableau 38 : Probabilité du PhD 3 160
Tableau 39 : Distances d'effets du PhD 3 162
Tableau 40 : Gravité du PhD 3 162
Tableau 41 : Résultats du PhD 3 163
Tableau 42 : Grille de criticité du PhD 3 163
Tableau 48 : Probabilité du PhD 5 168
Tableau 49 : Distances d'effets du PhD 5 170
Tableau 50 : Gravité du PhD 5 170
Tableau 51 : Résultats du PhD 5 171
Tableau 52 : Grille de criticité du PhD 5 171
Tableau 53 : Probabilité du PhD 6 176
Tableau 54 : Distances d'effets du PhD 6 178
Tableau 55 : Gravité du PhD 6 178
Tableau 56 : Résultats du PhD 6 179
Tableau 57 : Fréquence d'occurrence d'une perte de confinement d'une canalisation de différents DN 183
Tableau 58 : Probabilité du PhD 7 185
Tableau 59 : Distances d'effets du PhD 7 187
Tableau 60 : Gravité du PhD 7 187

Tableau 61 : Résultats du PhD 7 189
Tableau 62 : Grille de criticité du PhD 7 189
Tableau 63 : Fréquence d'occurrence d'une perte de confinement d'une canalisation de différents DN 195
Tableau 64 : Probabilité du PhD 8 198
Tableau 65 : Distances d'effets du PhD 8 200
Tableau 66 : Gravité du PhD 8 200
Tableau 67 : Résultats du PhD 8 201
Tableau 68 : Liste des barrières identifiées 205
Tableau 69 : Besoin en eau sur le site 216
Tableau 70 : Synthèse des phénomènes dangereux 220
Tableau 71 : Positionnement des PhD sortant du site dans la grille de criticité 221

FIGURES

Figure 1 : Démarche globale d'une EDD 20
Figure 2 : Localisation du site (Source : Géoportail) 26
Figure 3 : Environnement du site (Source : Géoportail) 27
Figure 4 : Organigramme STEP Villiers Saint-Fréderic 28
Figure 5 : Masse d'eau souterraine (Source : BRGM) 31
Figure 6 : Parc Naturel Régional aux alentours du site (Source : Géoportail) 33
Figure 7 : Carte localisant la ZNIEFF proche du site (Source : Géoportail) 34
Figure 8 : ERP autours du site (Source : Géoportail) 37
Figure 9 : Carte de route et voie ferroviaire (source : Géoportail) 40
Figure 10 : Trafic aérien dans un périmètre de 20 km autour du site 41
Figure 11 : Plan de servitudes aériennes autour du site (Source : Géoportail) 41
Figure 12 : Températures minimales et maximales à Villiers Saint-Fréderic (source : Météo France) 43
Figure 13 : Nombre d'heures d'ensoleillement à Villiers Saint-Fréderic 44
Figure 14 : Précipitation en commune de Villiers Saint-Fréderic (Source : Météo France) 44
Figure 15 : Zonage sismique de la France (source Géoportail) 46
Figure 16 : Plan de prévention des risques d'inondation de la Mauldre (cartographie de l'aléa) 47
Figure 17 : Plan de prévention des risques d'inondation de la Mauldre (cartographie du zonage) 47
Figure 18 : Carte de susceptibilité au retrait-gonflement des formations argileuses ou marneuses de département des Yvelines 48
Figure 19 : Transport de matières dangereuses par canalisations (Source : Géorisques) 52
Figure 20 : PLAN DE SERVITUDES AÉRONAUTIQUES (PSA) (Source : Géoportail) 53
Figure 21 : Carte de zonage d'assainissement collectif et non collectif pour la commune de Villiers Saint Frédéric 58
Figure 22 : Schéma du traitement du phosphore sur les centrats 67
Figure 23 : Schéma du traitement du biogaz 70
Figure 24 : Plan d'implantation du site 74
Figure 25 : Représentation en noeud papillon (principe) 131
Figure 26 : Représentation en noeud papillon l'ERC 1 149
Figure 27 : Cartographie des distances d'effets du scénario 1 150
Figure 28 : Cartographie des distances d'effets du scénario 2 157
Figure 29 : Représentation en noeud papillon ERC 3 164
Figure 30 : Cartographie des distances d'effets du scénario 3 165
Figure 34 : Représentation en noeud papillon ERC 5 172
Figure 35 : Distances d'effets du scénario 5 (VCE) 173
Figure 36 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 6 180
Figure 37 : Représentation en noeud papillon l'ERC 7 190
Figure 38 : Cartographie des distances d'effets du scénario 7 (UVCE) 191
Figure 39 : Cartographie des distances d'effets du scénario 7 (Jet enflammé et flashefire) 192
Figure 41 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 8 (UVCE) 203
Figure 42 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 8 (Jet enflammé et flashfire) 203

Glossaire

ADR : Analyse Détaillée des Risques
ARF : Analyse Risques Foudre
ARIA : Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
ATEX : Atmosphère Explosive
BARPI : Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles
BP : Barrière Passive ou Basse Pression
BREF : Best Available Techniques Reference document (document de référence sur les meilleures techniques disponibles)
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BT : Barrière Technique ;
BV : Bris de vitres
CLP : Classification, Labelling, Packaging (classification, à étiquetage et emballage)
DN : Diamètre Nominal
DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie
EH : Equivalent Habitant
EDD : Etude de dangers
EDF : Énergie De France
EI : Evènement Initiateur
EPR : Évaluation Préliminaire des Risques
ERC : Évènement redouté central
ERP : Etablissement recevant le publique
FDS : Fiches de Données de Sécurité
GDLI : Guide de maîtrise des risques technologiques dans les Dépôts de Liquides Inflammables
GE : Groupe Électrogène
GRDF : Gaz Réseau Distribution France
HT : Haute Tension ou Haute Température
HP : Haute Pression
ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.
INRS : Institut national de recherche et de sécurité
MMR : Mesures de Maîtrise des Risques
MP : Moyenne Pression
NGF : Nivellement Général de la France
PEHD : Polyéthylène haute densité
PhD : Phénomène dangereux
PLU : Plan Local d'Urbanisme
POI : Plan d'Opérations Internes
PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PPRT : Plan de Prévention des Risques Technologiques
PPI : Plan Particulier d'Intervention
PSA : Plan de Servitudes aéronautiques

RD : Route Départementale
RIA : Robinets d'incendie armés
SEI : Seuil des effets Irréversibles
SEL : Seuil des effets Létaux
SELS : Seuil des effets Létaux significatifs

SIARNC : Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Neauphle-le-Château

TMD : Transport de Matières Dangereuses
ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistiques et Floristique
ZPS : Zone de Protection Spéciale
ZSC : Zone Spéciale de Conservation

1. INTRODUCTION

Une étude de dangers est un dossier réglementaire, pour les installations soumises à autorisation simple ou avec servitude, instruit par l'inspection des Installations Classées Pour l'Environnement qui autorise in fine l'exploitation de la ou des installations dont elle est l'objet.

L'étude de dangers décrit en détail les installations de l'établissement en vue d'identifier précisément les risques internes et externes à l'établissement, de les évaluer par des scénarios d'accidents envisageables, de concevoir les mesures à même de les réduire, et de recenser les moyens de secours disponibles en cas de sinistre.

L'objectif de l'étude de dangers est par ailleurs, mentionné à l'article D. 181-15-2 du code de l'Environnement, pris en application au titre VIII du Livre 1er et « 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 à l'article L. 181-3 ».

Cette étude de dangers est réalisée par **Naldéo Ingénierie et conseil** avec la participation d'**ISO Ingénierie**.

Remarque : la présente étude a été réalisée avec les documents mis à disposition au moment de sa rédaction.

2. CONTEXTE

Dans le cadre du projet d'usine de méthanisation sur la STEP de Villiers-Saint-Frédéric dans le département des Yvelines (78), la société **NALDEO** doit valider l'implantation des équipements de la future usine, afin de respecter la règlementation et réduire les effets des scénarios de danger à l'extérieur des limites de propriété.

Le site existant est la Station d'Épuration de Villiers-Saint-Frédéric, située 3 route de Septeuil, non soumis à la réglementation ICPE.

Les caractéristiques générales du projet et de la solution envisagée sont :

- 1 digesteur de 2 011 m³ (dont 402 m³ de ciel gazeux) ;
- 1 gazomètre de 300 m³ ;
- 1 unité de traitement (épurateur biogaz) ;
- 1 skid d'injection dans le réseau GRDF.

Le présent document constitue la réalisation de l'étude de dangers de la station d'épuration de Villiers-Saint-Frédéric (78) dans le cadre de son projet d'implantation d'usine de méthanisation.

3. OBJET DE L'ETUDE

La présente étude vise donc à préciser les risques auxquels le projet de méthanisation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés au L.511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe tel qu'il est mentionné dans la circulaire du 10 mai 2010.

4. PERIMETRE DE L'ETUDE

La réalisation de l'étude concerne la station d'épuration de Villiers Saint Frédéric en intégrant la nouvelle usine de méthanisation.

5. REGLEMENTATION

Rappel de quelques textes réglementaires communément utilisés dans les études de dangers :

5.1. Réglementation générale

- Code de l'environnement – Livre V :
  - En particulier, articles L. 181-25 et D. 181-15-2 du code de l'environnement.

5.2. Réglementation et documents de référence relatifs aux études de dangers

- **Guide du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable,** du 25 juin 2003, précisant les principes généraux pour l'élaboration et la lecture des études de dangers ;
- **Arrêté du 29 septembre 2005** relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation ;
- **Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005** modifiant l'Arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations soumises à autorisation, et sa Circulaire Ministère d'application du 29 septembre 2005 (critères d'appréciation de la démarche de maîtrise des risques d'accidents susceptibles de survenir dans les établissements dits « Seveso », visés par l'arrêté du 10 mai 2000 modifié) ;
- **Circulaire du 10 mai 2000** relative à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation (application de la directive Seveso II) ;
- **Circulaire du 10 mai 2010** récapitulant des 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 ;
- **Circulaire DPPR/SEI/MM-05-0316** du 7 octobre 2005 : glossaire ;
- **Référentiel de l'INERIS Oméga 9** – rapport d'étude n°46055 – l'étude de dangers d'une installation classée – 2006 ;
- **Référentiels de l'INERIS Oméga 10** – Évaluation des Barrières Techniques de Sécurité ;
- **Référentiels de l'INERIS Oméga 20** – Démarche d'évaluation des Barrière Humaines de Sécurité ;
- **Règlement 1272/2008 dit règlement CLP** sur la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges ;
- **Arrêté 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.

5.3. Rubriques de la nomenclature des ICPE

Le site existant est la Station d'Épuration de Villiers-Saint-Frédéric, située à 3 route de Septeuil, non soumis à la réglementation ICPE.

D'après la nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les nouvelles activités liées au projet de méthanisation qui seront exercées sur le site relèveront des rubriques de la nomenclature ICPE listées dans le tableau ci-après.

N° de rubrique	Désignation	Nature des installations	Capacité maximale	Régime
2781	Installation de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière végétale brute, à l'exclusion des installations de méthanisation d'eaux usées ou de boues d'épuration urbaines lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production	2. Méthanisation d'autres déchets non dangereux : a) La quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 100 t/j	12000 kg/j	E
4310	Gaz inflammables catégorie 1 et 2.	Gaz inflammables catégorie 1 e 2. La quantité totale susceptibl d'être présente dans les installations y compris dans les cavités souterraines (strates naturelles, aquifères, cavités salines et mines désaffectées) étant »	0,672 t	NC
1630	Emploi ou stockage de lessives de soude ou de potasse caustique	Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives de). Le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium. La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant	Environ 2 t pour phosphogreen et 2,7 t bâtiments désodorisation	NC
4510	Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1	La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :	4,2 t de javel	NC
4801	Houille, coke, lignite, charbon de bois, goudron, asphalte, brais et matières bitumineuses.	La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant :	3,6 t max	NC
2662	Polymères (matières plastiques, caoutchoucs, élastomères, résines et adhésifs synthétiques) (stockage de).	Le volume susceptible d'être stocké étant :	2 m^3	NC
2910	Combustion	Lorsque sont consommés du fioul domestique. La puissance thermique étant :	1MW	DC

Tableau 1 – Rubriques ICPE du site

E : Enregistrement
DC : Déclaration avec Contrôles périodiques
NC : Non Concerné

Le site, après restructuration, est donc soumis à **enregistrement** selon la rubrique **2781** et au titre des ICPE en vigueur du 16 avril 2019.

6. METHODOLOGIE GENERALE

L'analyse des risques constitue la partie centrale de l'étude de dangers. Elle précise les risques auxquels les installations peuvent exposer, directement ou indirectement, l'homme, l'environnement ou le matériel en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation. Elle prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie spécifique. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. Enfin, elle tient compte du respect des dispositions législatives et réglementaires, et préoccupations liées à la Santé, la Sécurité et l'Environnement.

L'analyse des risques repose sur trois grandes étapes :

1. L'identification des potentiels des dangers et leur hiérarchisation. Les potentiels de dangers les plus importants feront l'objet d'une évaluation préliminaire des risques (EPR).
2. L'évaluation préliminaire des risques : l'EPR concerne les procédés ou installations les plus critiques retenus à l'issue de la première étape. C'est une évaluation semi-quantitative permettant d'identifier les événements redoutés liés à ces potentiels de dangers et d'évaluer leur criticité sur la base de l'expérience des personnes d'un groupe de travail. Le but de cet exercice est de sélectionner les scénarios critiques à étudier en détail.
3. L'analyse détaillée de risques majeurs. C'est une analyse quantitative effectuée sur les scénarios critiques qui ont des effets externes au site, prenant en compte les moyens de prévention/protection existants, et qui doit permettre de vérifier l'acceptabilité du risque résiduel des accidents majeurs, ou le cas échéant, d'en proposer des mesures supplémentaires afin d'amener ces risques à un niveau acceptable. L'acceptabilité d'un risque est estimée sur les critères de probabilité d'occurrence et de gravité qui sont quantifiés.

Le but final est de vérifier l'acceptabilité du risque résiduel. En effet, le risque nul n'existe pas. Un risque est cependant jugé acceptable si les moyens mis en oeuvre pour limiter les conséquences et la probabilité d'occurrence permettent d'en assurer une maîtrise suffisante.

On rappelle la signification des notions de danger et de risque :

- Le danger est une caractéristique intrinsèque d'une substance ou d'une situation susceptible de provoquer des dommages ;
- Le risque intègre la probabilité d'occurrence durant une période donnée ou dans des circonstances déterminées, et la notion de gravité ou des conséquences.

Le schéma suivant présente la démarche utilisée pour la réalisation de l'étude de dangers du site.

La structure de cette étude est inspirée de la partie 2 de la circulaire du 10 mai 2010 : « Guide d'élaboration et de lecture des études de dangers pour les établissements soumis à autorisation avec servitudes ».

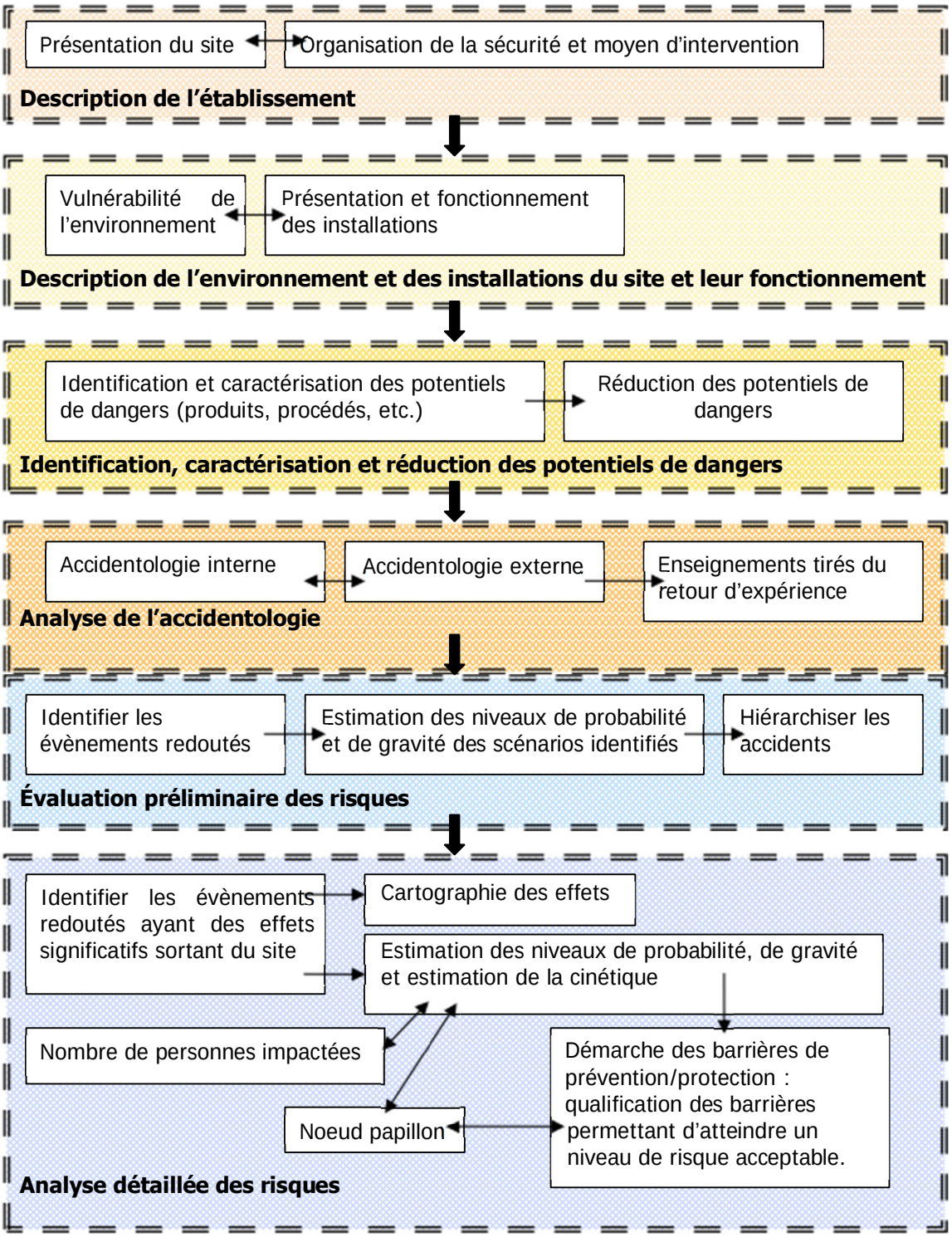


Figure 1 : Démarche globale d'une EDD

PARTIE 1. PRESENTATION DE L'ETABLISSEMENT

7. IDENTITE DU DEMANDEUR

Les principaux renseignements sur le demandeur sont donnés ci-dessous :

Nom ou raison sociale :	Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Neauphle-le-Château **SIARNC**
Statut juridique	Syndicat Intercommunal
Adresse du siège social	3 Route de Septeuil, 78640 Villiers-Saint-Frédéric
Numéro de SIRET	25780114200023
Numéro SIREN	257 801 142
Date de création	1994
Date d'implantation sur le site d'étude	1994
Nombre d'employés	10 à 19 salariés
Signataire de la demande	Monsieur F LE GOFF
Tél	01 34 89 47 44
E-mail	contact@siarnc.fr

8. PRESENTATION DU SIARNC

Les communes de Neauphle-le-Château, Jouars-Pontchartrain et Villiers-Saint-Frédéric ont décidé de **s'associer en 1960**, pour mettre en place un traitement conjoint des eaux usées, fondant le SIARNC. La première station d'épuration syndicale est construite au lieu-dit « la butte au pont » **en 1963**, pour une capacité de **3 500 équivalents habitants (EH).** Le SIARNC a alors une compétence de transfert intercommunal des eaux, et de traitement de celles-ci. Chaque commune a conservé la responsabilité du développement et de l'exploitation du réseau primaire de collecte des eaux usées communal.

Dans ce cadre, les communes de Neauphle-le-Vieux (1963), le Tremblay sur Mauldre (1970) et Saint-Rémy L'Honoré (1974) rejoignent le SIARNC.

Pour répondre à l'accroissement de la population raccordée, **une nouvelle station** d'une capacité de 11 200 équivalents habitants est construite en remplacement de la première.

La commune de Saulx-Marchais, ainsi que les hameaux de la petite mare et de la basse pissotte à Beynes, se raccordent au réseau intercommunal du SIARNC en 1980. **En 1990**, tenant compte d'une part de l'évolution démographique des communes, et d'autre part de l'adhésion de Mareil le Guyon et Bazoches sur Guyonne, le SIARNC décide de construire en lieu et place de la précédente une station d'épuration d'une capacité de **20 000 équivalents habitants**, répondant aux normes de traitement les plus poussées.

C'est ainsi que **dès 1994,** le SIARNC s'est trouvé doté d'une station d'épuration répondant aux exigences de la directive européenne sur l'eau de 1991 et de la loi sur l'eau de 1992, construite suivant une technologie innovante dite « OCO » en référence à la forme des bassins d'aération.

En 1998, le syndicat et les 9 communes adhérentes décident d'une plus grande intégration du service de l'assainissement en déléguant au SIARNC la gestion des réseaux d'assainissement primaires communaux.

Ainsi, **un service unique** se trouve gestionnaire de la collecte des eaux usées : de la boîte de branchement (sur le pas de porte des maisons) jusqu'au rejet à la rivière. La compétence de gestion des eaux pluviales reste exercée par la Commune.

Le 1er janvier 2001, la compétence assainissements non collectif est déléguée par les communes au SIARNC.

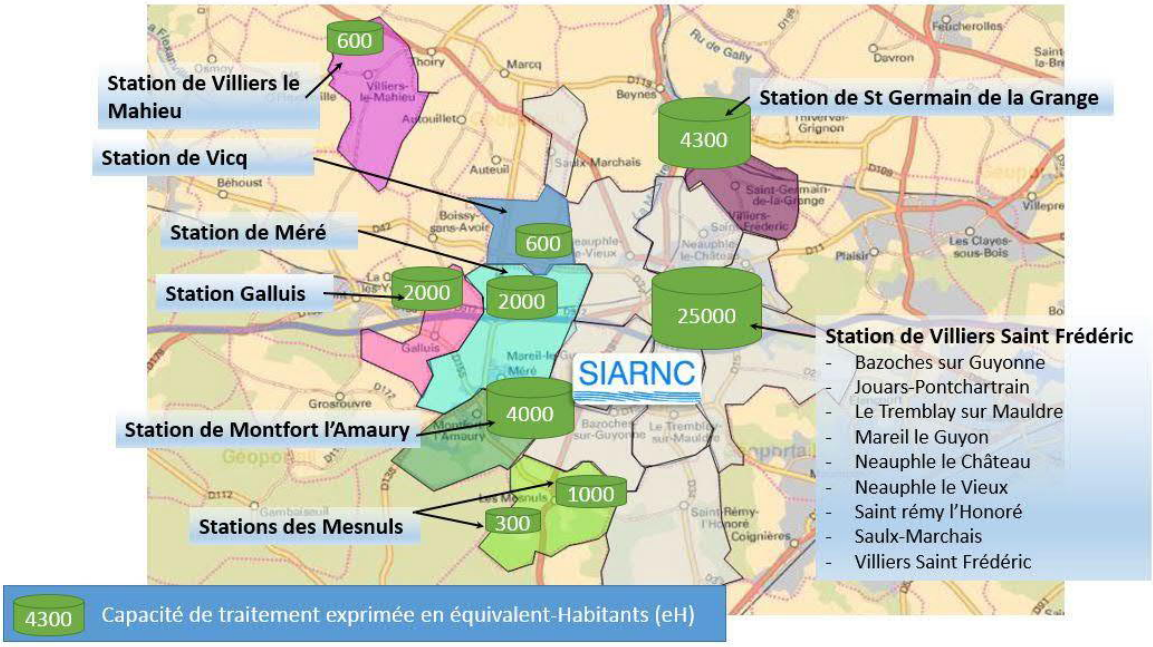
Cette même année, la commune des Mesnuls adhère au SIARNC. Pour la première fois, une commune rejoint le syndicat en conservant les infrastructures de traitement des eaux usées pré existantes : les stations d'épuration de « Millière » et « Fontenelles ».

Les communes de Galluis (2002), Villiers le Mahieu (2002) et de Montfort-l'Amaury (2004), Saint-Germain de la Grange (2006) Méré (2011) et Vicq (2019) font la même démarche, portant en **2019 à 9 le nombre total des stations d'épuration gérées par le SIARNC et à 16 le nombre de ses communes.**

Dans les prochaines années, la loi NOTRe entrainera une recomposition en profondeur du paysage de l'intercommunalité.

9. PERIMETRE DU SIARNC

Les communes suivantes se sont progressivement regroupées en un **syndicat intercommunal d'assainissement**, pour répondre aux exigences de salubrité publique et de protection de l'environnement dans le cadre de la gestion des eaux usées.



Les communes du SIARNC sont par ordre alphabétique :

- Bazoches-sur-Guyonne,
- Galluis,
- Jouars-Pontchartrain,
- Le Tremblay-sur-Mauldre,
- Les Mesnuls,
- Mareil-le-Guyon,
- Méré,
- Montfort-l'Amaury,
- Neauphle-le-Château,
- Neauphle-le-Vieux,
- Saulx-Marchais,
- Saint-Germain-de-la-Grange,
- Saint-Rémy-l'Honoré,
- Vicq
- Villiers-le-Mahieu,
- **Villiers-Saint-Frédéric**

Cette structure intercommunale, le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Région de Neauphle-le-Château (SIARNC), apporte aux habitants des territoires assainis collectivement un **service mutualisé de collecte et de traitement des eaux usées**, respectant la réglementation de l'eau et la protection des milieux naturels.
Ce service intervient de la sortie de l'immeuble au rejet des eaux épurées dans la rivière.

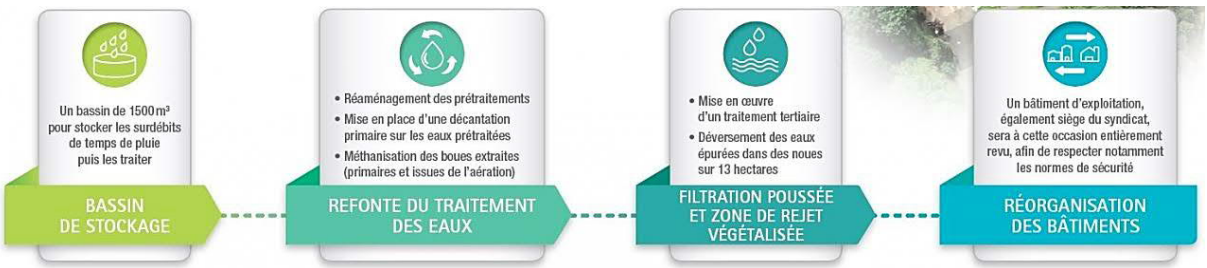
10. DESCRIPTION GENERALE DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC

La station d'épuration du SIARNC à Villiers Saint Frédéric est le « navire amiral » du syndicat intercommunal.

Conçu en 1994 pour une capacité de 20.000 habitants, le site accueil le siège et les services techniques du SIARNC.

Bien que respectant les normes de traitement les plus élevées, la station d'épuration doit évoluer pour faire face aux augmentations de population attendues.

Au vu des projets de développement inscrits dans les plans locaux d'urbanisme des 9 communes desservies par la station, une capacité de traitement de **42.000 équivalents habitants** est nécessaire. Après étude de plusieurs scenarii, le SIARNC a retenu un schéma d'évolution de sa station principale :



Les boues provenant du premier traitement des eaux usées brutes, fortement fermentescibles, seront introduites avec les boues issues des bassins d'aération dans un méthaniseur, produisant un biogaz pouvant être réinjecté au réseau de GRDF, participant ainsi à l'effort régional de production d'énergie verte. Les bassins d'aération et les clarificateurs pourront ainsi, moyennant quelques adaptations, traiter les eaux usées générées par 42000 équivalents-habitants.

Cette solution « tient » dans le périmètre du site, en réutilisant la station actuelle, et présente le meilleur rapport qualité-prix. Le bilan économique et énergétique sera amélioré par la vente du biogaz, et toutes les mesures sont prises pour que la station reste toujours aussi discrète dans le paysage.

Le traitement des eaux sera complété par un étage de microfiltration. Une zone de rejet végétalisée de 13 hectares, pourrait permettre ultérieurement de restituer à la rivière une eau plus « propre », en conservant le caractère naturel et agricole du site.

11. LOCALISATION DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC

Le site est implanté au niveau de la commune de Villiers Saint-Fréderic dans le département des Yvelines, en région Île-de-France à l'ouest de Paris.

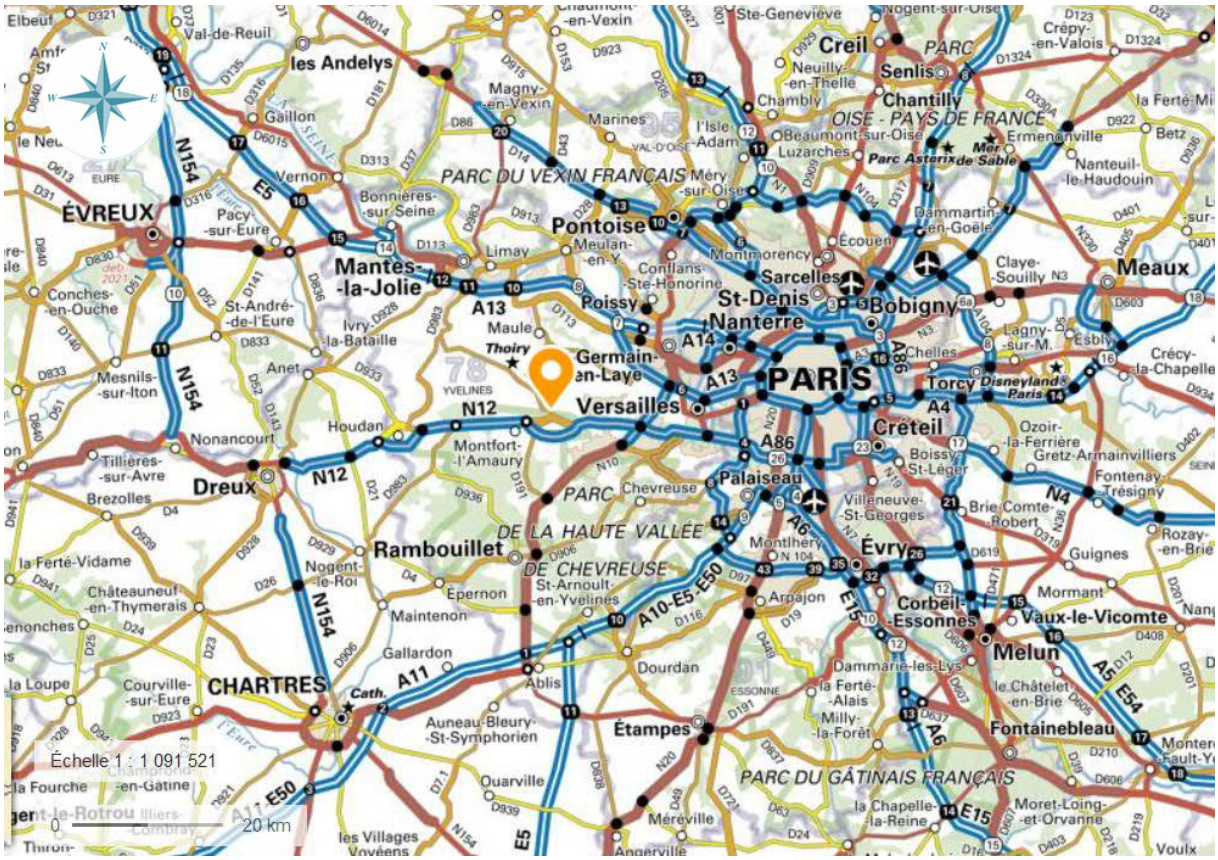


Figure 2 : Localisation du site (Source : Géoportail)

Le site est localisé dans un environnement à caractère agricole. Il directement desservi par la RD11, route de Septeuil, en passant par la rue du stade et la RD191, route de Beynes, en passant par l'impasse de la Mauldre.

L'établissement est bordé par :

- La Mauldre et des parcelles agricoles au Sud ;
- Ligne ferroviaire et parcelle agricole à l'Est ;
- Déchèterie intercommunale, parking de voiture et la RD11 au Nord ;
- Des parcelles agricoles et le Lycée Viollet le Duc à l'Ouest.

La figure suivante présente schématiquement l'environnement du site :

Figure 3 : Environnement du site (Source : Géoportail)

12. ORGANISATION DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC

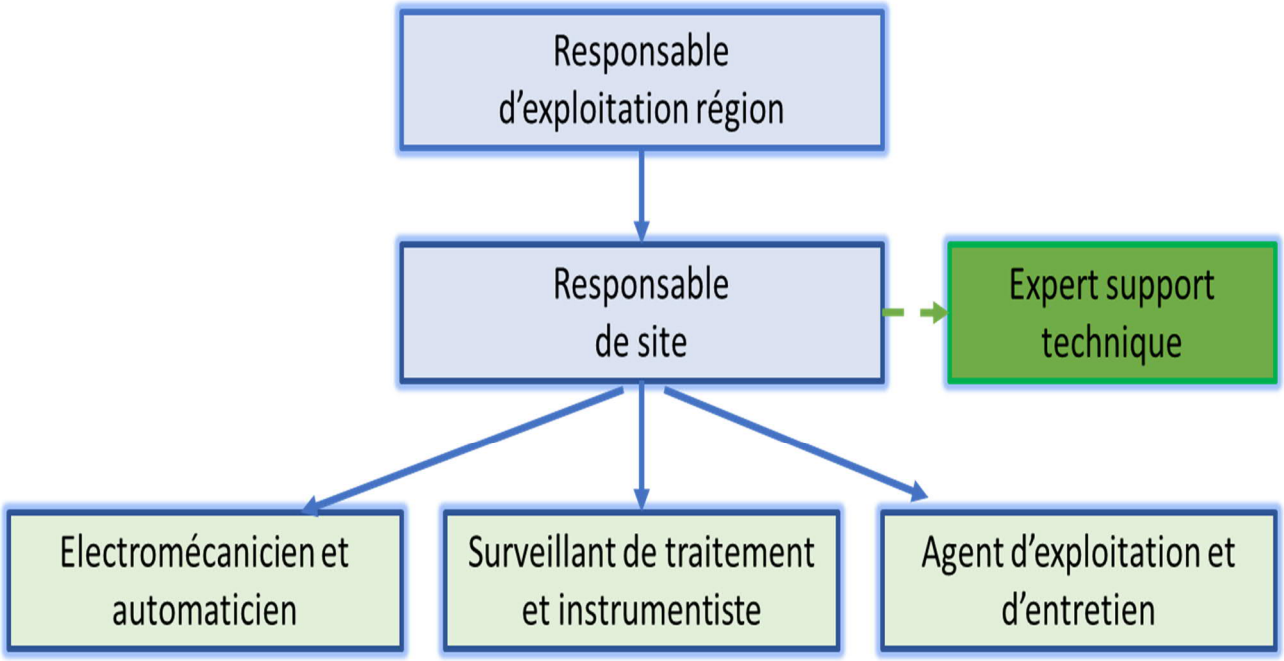


Figure 4 : Organigramme STEP Villiers Saint-Fréderic

13. HISTORIQUE DE LA STEP DE VILLIERS SAINT FREDERIC

L'épuration des eaux s'est toujours effectuée sur le même site à Villiers-Saint-Frédéric :

- De 1963 à 1977 : lit bactérien d'une capacité de 3 500 EH, avec une fosse Imhoff et un clarificateur,
- De 1977 à 1994 : ajout d'une filière de traitement de l'eau par boues activées à moyennes charges d'une capacité de 7 700 EH.
- De 1994 à aujourd'hui : deux tranches de traitement initialement prévues pour traiter 20 000 EH requalifier à 25 000 EH par les services de l'état.

Dans les années 2009-2010, d'importants travaux ont été réalisés par le **SIARNC** sur la file de traitement de l'eau, notamment :

- Construction d'une unité de réception des matières de vidange,
- Modifications sur le fonctionnement du bassin d'orage avec agrément de l'Agence de l'eau sur le comptage by-pass de la station,
- Modification de l'aération avec ajout du troisième surpresseur d'air et du maillage entre les trois appareils,
- Refonte du système d'aération y compris la mise en place de systèmes immergés relevables,
- Changement des dispositifs de raclage des ponts clarificateurs,
- Refonte de l'automatisme de l'usine, avec mise en place d'optimisations du fonctionnement, notamment régulation redox de l'aération des bassins biologiques.

En 2012, l'atelier de traitement des boues a été entièrement revu, notamment :

- Préparations des réactifs dans un local hors gel spécifique,
- Remplacement de la préparation polymère poudre par une préparation en émulsion,
- Renouvellement de la table d'égouttage.

Le démarrage des travaux de restructuration de la STEP est prévu pour fin 2019 en débutant par la construction du bâtiment tertiaire. Les travaux de restructuration de la STEP débuteront en juin 2020. La réception de la future STEP est prévue début 2022.

PARTIE 2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

14. EVALUATION DES ENJEUX

La description de l'environnement permet d'identifier les éléments sensibles de l'environnement. De nombreux éléments de ce chapitre sont tirés des informations des services gouvernementaux (DRIEE, Géoportail, MERIMEE...).

14.1. Enjeux environnementaux

14.1.1. Topographie

Villiers-Saint-Frédéric domine vers l'Ouest l'amphithéâtre de la haute Mauldre et se situe à 'extrémité Ouest de la plaine de Versailles.

14.1.2. Données hydrologique et hydrographique

Villiers-Saint-Frédéric est au coeur du bassin versant de la Mauldre et borde l'Est de l'élément principal du réseau, la rivière "la Mauldre", affluent de la Seine de 35,4 km de long. Ce bassin, qui s'étend sur 66 communes (incluses totalement ou partiellement), est géré par le COBAHMA (Comité de bassin hydrographique de la Mauldre et de ses affluents), sous l'égide du conseil général des Yvelines. Un Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (S.A.G.E.) a été mis en oeuvre par le COBAHMA.

La Mauldre est la principale rivière de cette commune. Elle a servi de base à la nouvelle limite administrative avec Neauphle-le-Vieux au moment du démembrement de cette dernière en 1783 portant la création de la nouvelle paroisse de Villiers.

La commune héberge également quelques mares, sur les terrains argileux de son territoire.

La commune de Villiers-Saint-Frédéric est l'une des douze communes concernées par le plan de prévention des risques d'inondation (PPRI) du bassin de la Mauldre. La Mauldre et ses affluents sont en effet sujets à des crues rapides, de type torrentiel.

La distance la plus proche de la Mauldre par rapport aux limites de la STEP est de 13 m.

Figure 5 : Masse d'eau souterraine (Source : BRGM)

14.1.3. Sol et sous-sol

Selon le PLU de Villiers Saint Frédéric approuvé le 19 septembre 2017, les terrains de Villiers Saint Frédéric sont situés dans une zone AUc et sont situés en surface d'une formation résiduelle de limons de plateaux. Les limons contribuent à la bonne qualité agricole du sol.

14.2. Enjeux sur le patrimoine historique et naturel

14.2.1. Sites classés et inscrits

Le patrimoine culturel peut bénéficier de contraintes règlementaires très strictes. Parmi ces sites, on peut citer les sites classés ou inscrits.

Néanmoins, aucun site classés ou inscrits n'est recensé à moins de 3 km de la STEP de Villiers Saint-Fréderic.

14.2.2. Monuments historiques

Le patrimoine culturel peut bénéficier de contraintes règlementaires très strictes. Parmi ces sites, on peut citer les monuments historiques.

D'après la base de données MERIMEE, aucun site culturel sur la commune de Villiers Saint-Fréderic.

Les lieux historiques qui sont recensés sur la commune sont les suivants :

- **Ancien château de Villiers-Cul-de-Sac : démoli.** Subsistent quelques éléments de l'ancienne ferme dont le portail monumental de la cour, une maisonnette et ses lucarnes de style Louis XIII.
- **Église Saint-Frédéric (ancienne chapelle Saint-Georges du château de Villiers, dont elle formait l'angle sud-est).** Devenue en 1783 la nouvelle église paroissiale Saint-Frédéric, et dont les éléments les plus anciens du choeur remontent aux XIIIe-XIVe siècles (contreforts, porte bouchée au nord, lancettes ouest).

  L'église se trouve à une distance de 1,50 km au Nord-Est de la STEP de saint Villiers Frédéric.
- **Bois de Villiers** : ensemble boisé d'environ 40 ha situé sur les communes de Villiers, Neauphle-le-Château et de Saint-Germain-de-la-Grange.
- **Les trois chênes centenaires** des Coulons, dans les Bois de Villiers.

14.2.3. Faune et Flore

La STEP de Villiers Saint-Fréderic n'est pas localisée dans (ou à proximité) une zone d'Intérêt Communautaire pour les Oiseaux (ZICO), ni une zone humide d'intérêt particulier ou sites NATURA 2000.

Cependant, les espaces verts connaissent une présence humaine variable, ce qui permet l'accueil d'une faune diversifiée, notamment :

- **Des mammifères** (renard, lapin, chauve-souris, et autres micromammifères…),
- **Des oiseaux** (pic vert, martin pêcheur, bergeronnette des ruisseaux, chouette hulotte, bruant jaune, mouettes…),
- **Des insectes** (libellules, papillons, criquets…),
- **Des reptiles et amphibiens** (grenouille arboricole, crapauds).

L'inventaire recense sur les stations d'épuration du SIARNC 145 espèces végétales et 150 espèces animales (dont 73 espèces d'insectes, 59 espèces d'oiseaux et 12 espèces de mammifères).

Certaines espèces gîtent ou nichent sur le site, d'autres ne font que passer pour se nourrir ou se reposer ponctuellement.

La faune commune est rehaussée ponctuellement d'espèces rares ou menacées venant se nourrir des insectes présents au-dessus des espaces verts et des plans d'eau. La flore compte notamment la présence d'une orchidée de pelouses de fauche (orchis pyramidal).

Le Parc Naturel Régional (PNR) plus proche est situé à 1 km au Sud des limites du site.

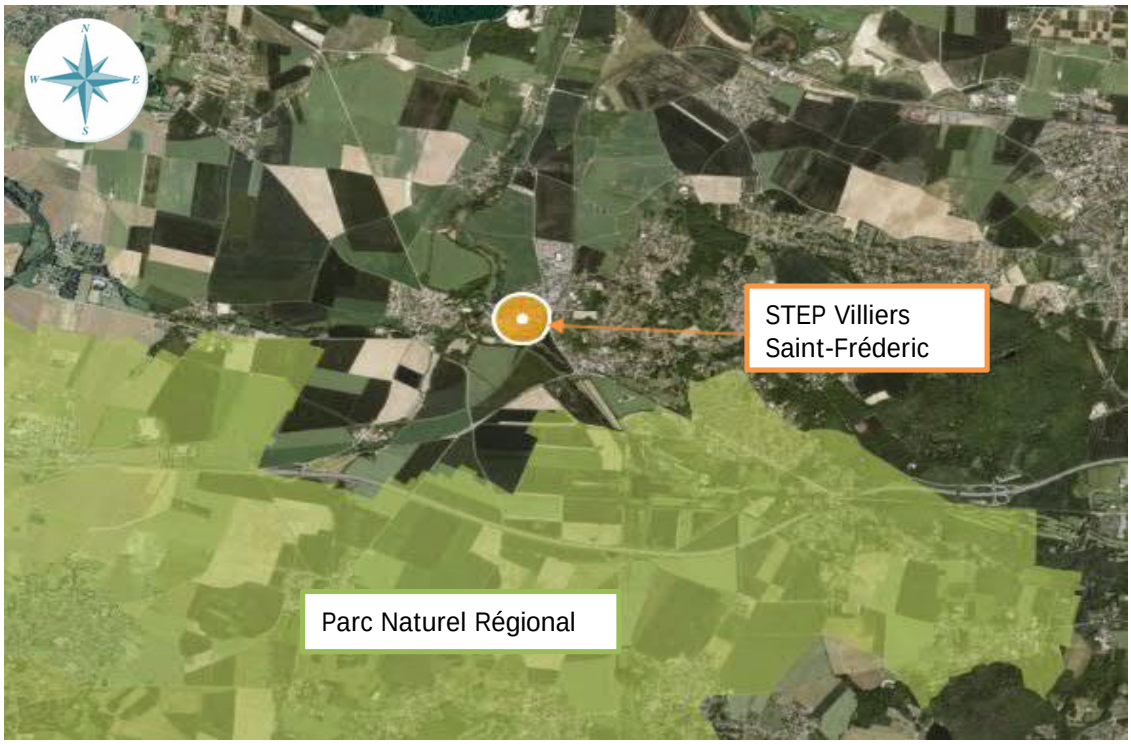


Figure 6 : Parc Naturel Régional aux alentours du site (Source : Géoportail)

14.2.1. Zones naturelles et remarquables

Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) délimitent des milieux naturels remarquables sur l'ensemble du territoire. On distingue deux types de zones :

- Zone de type 1 : Secteurs d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional.
- Zone de type 2 : grands ensembles naturels (massifs forestiers, vallée, plateau, estuaires...) riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Les ZNIEFF de type 1 sont souvent incluses dans des ZNIEFF de type 2.

La ZNIEFF de type 2 la plus proche est située à 1,7 km au Nord du site.

Vallée de la Mauldre et affluents (identifiant national : 110001369) :

Vaste ZNIEFF de type II englobant la vallée de la Mauldre et ses affluents, qui inclut 12 zones de type I. Le principal intérêt de cet ensemble naturel est la présence de coteaux avec des pelouses calcicoles ou marnicoles, abritant l'essentiel des espèces déterminantes (au nombre de 32). Cet habitat remarquable est toutefois menacé par l'envahissement progressif de la fructicée. La ZNIEFF abrite des carrières de calcaires servant de gîtes notamment hivernaux à des populations de chauves-souris remarquables, c'est probablement là son intérêt faunistique prépondérant (avec les populations de lépidoptères). Cette vallée a conservé un caractère relativement naturel avec de l'élevage bovin et équin (superficie en pâtures mésophiles non négligeable) et quelques parcelles de céréales ainsi que différents boisements calcicoles. Toutefois, cette vallée est en voie d'urbanisation résidentielle (lotissements et infrastructures connexes).

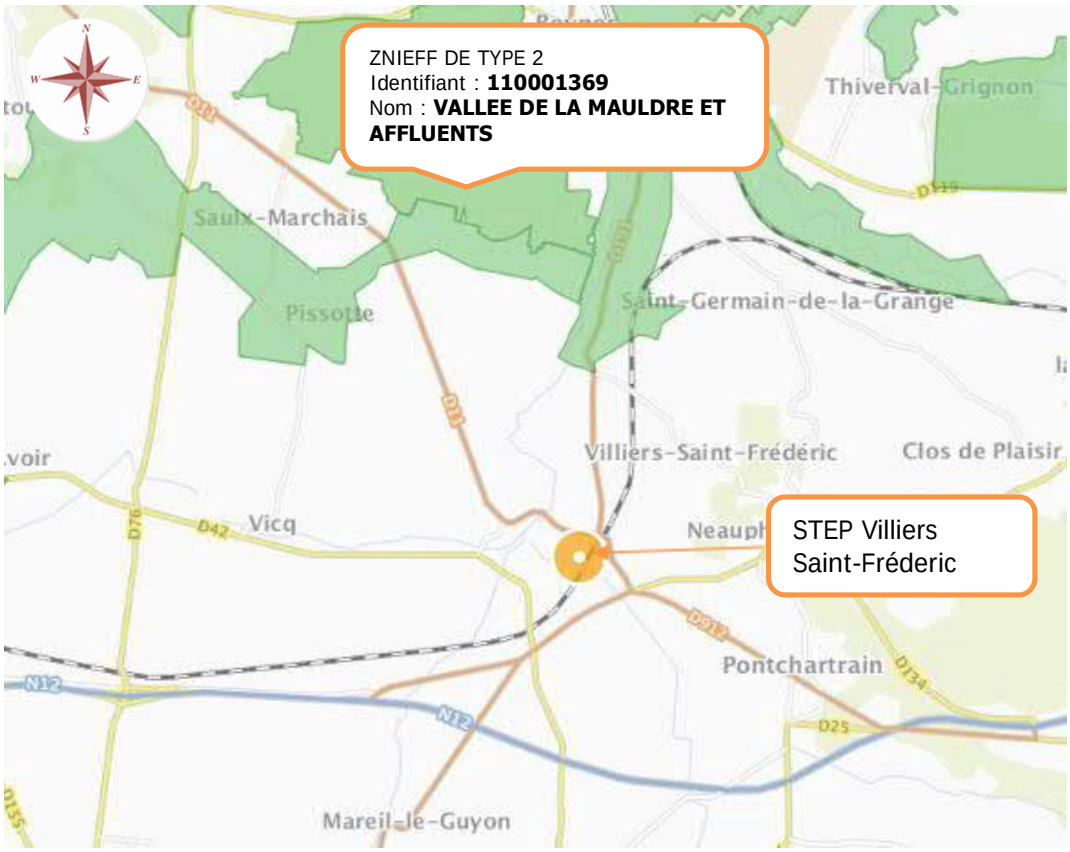


Figure 7 : Carte localisant la ZNIEFF proche du site (Source : Géoportail)

14.2.1. Bilan des enjeux sur le patrimoine naturel

Aucun site classé ou inscrit, ZICO, site Natura 2000, n'est recensé dans un rayon de moins de 3 km autour du site. De plus, le site est situé hors du périmètre d'un monument historique.

Une ZNIEFF de type II est localisée à environ 2 km au nord du site. L'activité de la nouvelle installation de méthanisation n'aura pas d'impact significatif sur cette zone.

Cependant, l'environnement naturel regorge d'espèces végétales et animales et il reste un élément sensible.

14.3. Enjeux humains

14.3.1. Populations environnantes

Les villes les plus proches de la STEP de Villiers Saint-Fréderic sont les suivantes :

Villes	Population municipale	Année du recensement	Direction	Distance limite site /mairie (km)
Villiers-Saint-Frédéric	2 801	2016	Lieu d'implantation du site	1,5
Neauphle-le-Vieux	974	2015	Ouest	0,80
Neauphle-le-Château	3 214	2015	Est	1,90
Saint-Germain-de-la-Grange	1861	2015	Nord	3
Mareil-le-Guyon	364	2015	Sud-Ouest	3,10
Jouars-Pontchartrain	5 476	2015	Sud-Est	2,25

Tableau 2 : Communes voisines du site et leur population (source : INSEE)

Des habitations se situent à environ 300 mètres au Nord et l'Est des limites du site.

Au Sud, les habitations les proches se trouvent à environ 3km.
A l'Ouest, les premières habitations se situent à 700 mètres des limites sites.

14.3.2. Établissements Recevant du Publique (ERP)

L'environnement de la station d'épuration implique la présence de quelques ERP à proximité. On cite pour les plus proches :

A l'Ouest :

- Un stade à 170 mètres ;
- Un lycée (Viollet Le Duc) à 130 mètres ;
- Un centre équestre à 650 mètres ;
- Radio Neauphle à 630 mètres.

A l'Est

- Deux écoles élémentaires à 1,2 km et à 2,05 km ;
- Deux écoles maternelles à 1,05 km et à 2,25 km.

Au Sud

- Une maison de retraite à 2,30 km
- Restaurants ;
- Carrefour market

Etc.

Au Nord

Gare de Neauphle Pontchartrain à 400 m.

La figure suivante illustre l'ensemble des ERP recensé à proximité de la station d'épuration de Villiers Saint Frédéric.

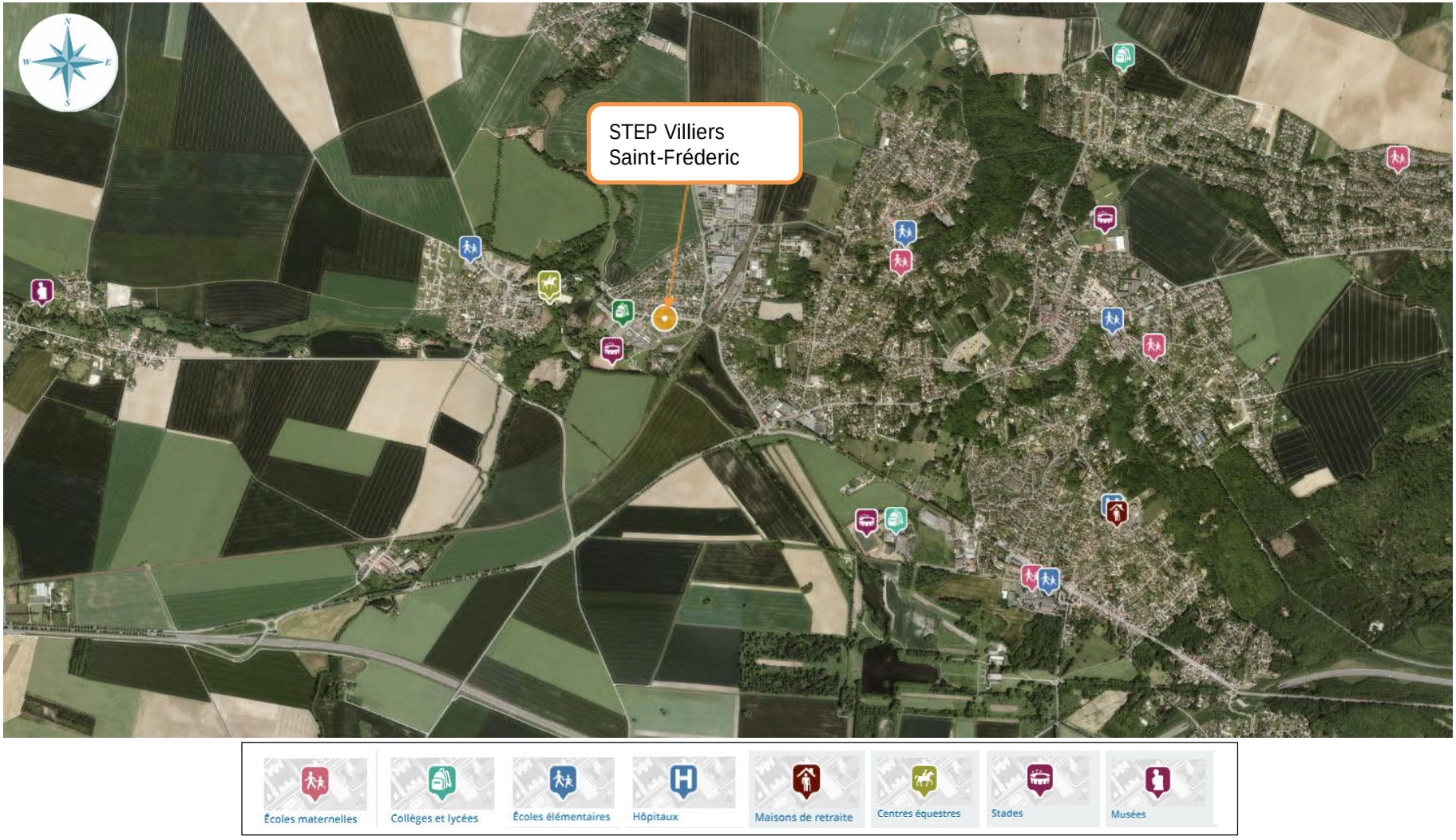


Figure 8 : ERP autours du site (Source : Géoportail)

14.3.3. Établissements industriels et activités environnantes

Selon Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie, Unité départementale des Yvelines, la liste des installations classées pour la protection de l'environnement recensées en 2019 et qui se trouvent dans l'environnement proche de Villiers Saint Frédéric est présentée dans le tableau suivant :

Orientation	Entreprises	Localisation	Distance (km)	Activité	SEVESO	Régime ICPE / Statut SEVESO
Au Nord	BIO VEGEVERT SERVICES	Chemin rural n° 15 dit des Petits Prés SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	/	Services forestiers	/	Etablissement fermé
	DAUXERRE CLAUDE	7 rue de Saint Germain SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	2,40	Paysagistes, Aménagement, entretien de jardins, de parcs	Non	-
	PAIMPARAY Thierry	Route de Beynes à Neauphle SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	4	/	Non	-
	COEUR D'YVELINES	Route de Septeuil VILLIERS-SAINT-FREDERIC		Collecte de déchets	Non	-
	DAY INTERNATIONAL	5 rue de la Gare VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,65	/	Non	-
	DM AUTO 78	47 rue Charles de Gaulle VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,84	Commerce de détail d'équipements automobiles	Non	-
	RENAULT (ex IDVU) (ex CREOS)	42, Route de Beynes, 78840 Villiers Saint Frédéric	0,96	Bureaux d'études véhicules utilitaires	Non	A
	SAVIFRANCE	rue Charles de Gaulle VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,80	Bureaux d'études véhicules utilitaires	Non	-
À l'Est	GARAGE SAINT NICOLAS	17 rue des soupirs NEAUPHLE-LE-CHATEAU	2	Agents, concessionnaires, distributeurs d'automobiles	Non	-
	MARNIER-LAPOSTOLLE	Rue Louis Alexandre Marnier Lapostolle NEAUPHLE-LE-CHATEAU	1,80	Production de boissons alcooliques distillées	Non	-
	SUBURBAINE DE CANALISATION ET DE GRANDS TRAVAUX	17, rue des Soupirs NEAUPHLE-LE-CHATEAU		Réalisation de réseaux	Non	-

Orientation	Entreprises	Localisation	Distance (km)	Activité	SEVESO	Régime ICPE / Statut SEVESO
À l'Ouest	ALLIONNE	lieudit "le village" NEAUPHLE-LE-VIEUX	1,80	Activité de la restauration traditionnelle	Non	-
	EARL DE LA CHAPELLE	Ferme de la Chapelle NEAUPHLE-LE-VIEUX	2,45	Activité de la culture de céréales	Non	-
Au Sud-Ouest	MASSARD	Ferme de l'Hirondelle MAREIL-LE-GUYON	3,45	Vente de bois	Non	-
Au Sud-Est	C.G.M.I.	8, rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN		Mécanique générale	Non	-
	C.R.A.M. (Hôpital)	23 rue Saint-Louis JOUARS-PONTCHARTRAIN	2,35	Hôpital	Non	-
	GARAGE MARTEL	Hameau d'Ergal 5 rte Moulin Neuf, 78760 JOUARS PONTCHARTRAIN		Garage automobiles	Non	-
	GARAGE PALAZZI	24 route de Paris JOUARS-PONTCHARTRAIN	2,40	Stations-service, Garages automobiles	Non	-
	INTERMARCHE - LAURENATH	4 A rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN		Supermarchés hypermarchés	Non	-
	PANAVI SAS	10, rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN	1,72	Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche	Non	-
	QUINARD JEAN	7 Rue des Artisans, 78760 Jouars-Pontchartrain	1,70	Activité de menuiserie bois et matières plastiques	Non	-
	TOTAL MARKETING FRANCE	Relais Jouars JOUARS-PONTCHARTRAIN	1,80	Stations-service	Non	-
	VEGETERIE D'ERGAL RECYCLAGE ET TERRES	43 A, Route d'Elancourt JOUARS-PONTCHARTRAIN	5,35	Récupération de matières non métalliques recyclables	Non	-
	CARREFOUR Market de VILLIERS SAINT FREDERIC	ROUTE NATIONALE 12 VILLIERS-SAINT-FREDERIC		Supermarchés hypermarchés	Non	-
	PRESSINGCAD	37, place du Pontel VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,7	Pressings	Non	-

Tableau 3 : Synthèse des établissements industriels voisins

Aucune installation SEVESO n'a été recensée dans un périmètre de 3 km autour du site.

14.3.4. Infrastructures de transport

14.3.4.1. Trafic routier

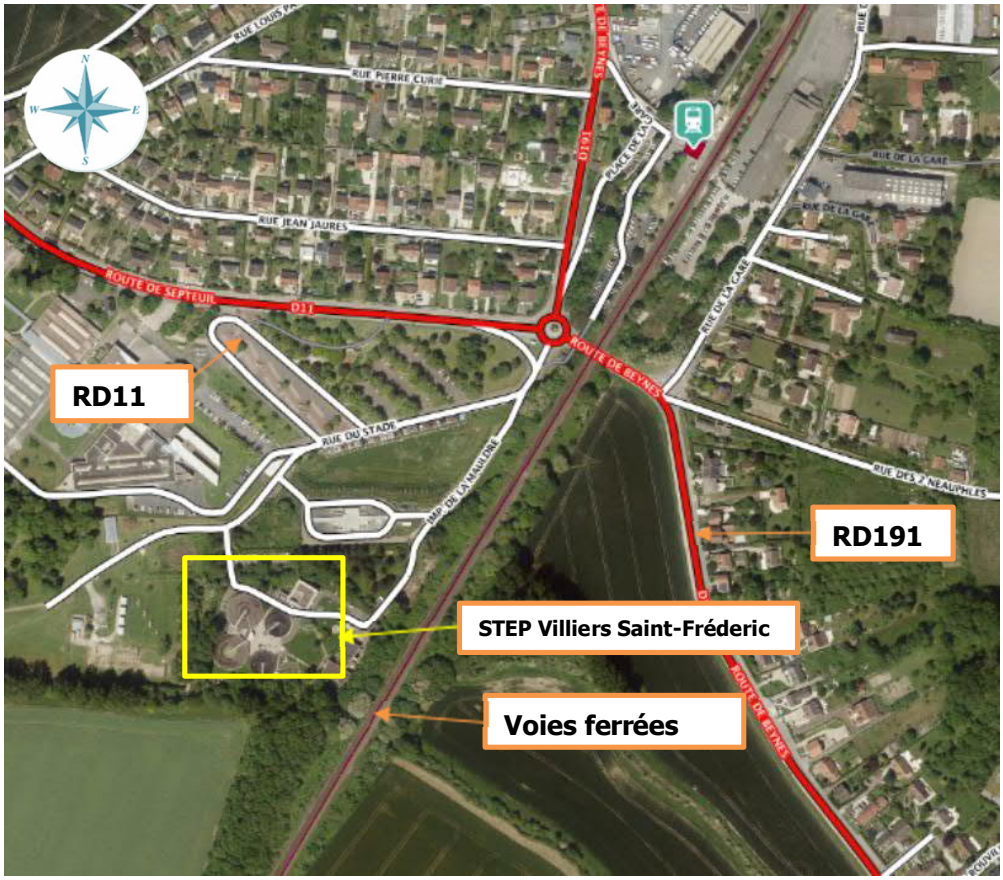


Figure 9 : Carte de route et voie ferroviaire (source : Géoportail)

L'accès à la STEP s'effectue par la voie RD11 : Route de Septeuil ou par la voie RD191 : Route de Beynes puis soit par la rue du stade ou bien par l'impasse de la Mauldre.

14.3.4.2. Trafic ferroviaire

La ligne Saint-Cyr à Surdon circule à environ 20 mètres des limites du site et à environ 60 mètres des installations de la STEP de Villiers Saint-Fréderic.

Cette ligne à double voie est empruntée par les trains de la relation de Paris-Montparnasse à Granville et par ceux de la ligne N du Transilien de la branche de Paris à Dreux.

En 2019, en moyenne, 277 trains/j pour 35 gares desservies par la ligne N. Le nombre de voyageurs est estimé à 117000 voyeurs par jour.

La ligne ferroviaire est susceptible d'être impactée par un accident pouvant survenir dans la STEP de Villiers Saint Frédéric. Donc, le trafic ferroviaire constitue un enjeu humain qui sera traité dans la suite de l'étude.

14.3.4.3. Trafic aérien

Dans un périmètre de 20 km autour du site, on recense 4 aérodromes :

- Centre Aéronautique De Beynes (Aérodrome/aéroport) à 3,70 Km au Nord-Est des limites du site ;
- Aérodrome de Chavenay – Villepreux 78450 Chavenay à 7,95 km au Nord-Est des limites du site
- Aérodrome de Saint-Cyr-l'École 78210 à 13, 60 km à l'Est des limites du site.
- Aérodrome de Toussus-le-Noble 78117 à 17,20 km au Sud-Est des limites du site.

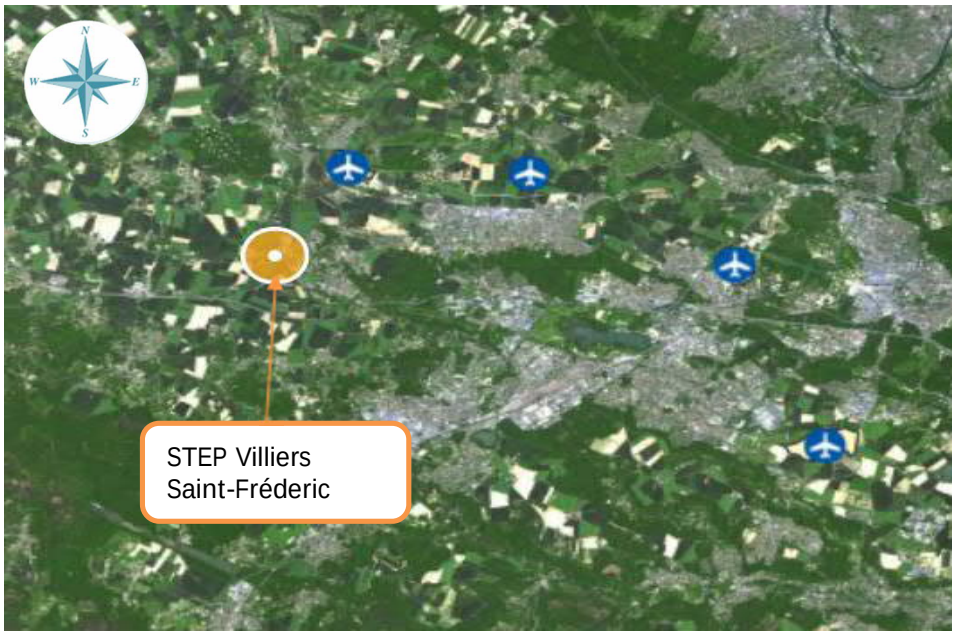


Figure 10 : Trafic aérien dans un périmètre de 20 km autour du site

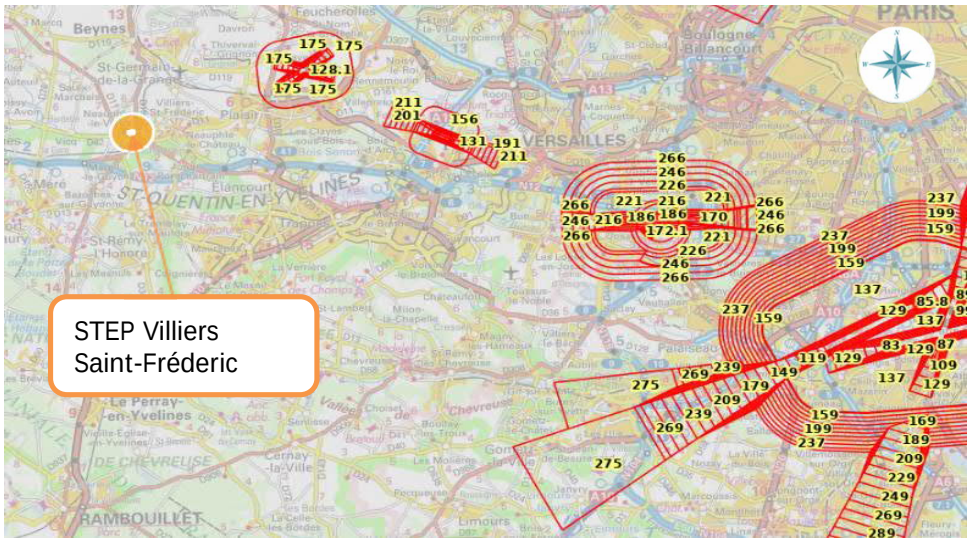


Figure 11 : Plan de servitudes aériennes autour du site (Source : Géoportail)

Le site n'est pas inclus dans une zone de servitudes d'utilités publiques pour le vol aérien.

14.3.4.4. Trafic fluvial

La seule voie fluviale se trouvant à proximité immédiate du site est la Mauldre. Elle est située à une dizaine de mètres des limites du site.
La Guyonne se trouve à 400 mètres à l'Ouest des limites du site.

La navigation de loisir n'est pas pratiquée en amont du Maldroit mais il existe un parcours de canoë-kayak au niveau de Beynes qui peut être ponctuellement étendu jusqu'à la Seine.

Des itinéraires de randonnée pédestre traversent la Mauldre. Un sentier de grande randonnée passe sur la commune de Villiers-Saint-Frédéric en aval du rejet de la STEP.

La station d'épuration est située à proximité de la Mauldre, en cas d'accident au niveau des installations de la STEP de Villiers Saint Frédéric peut engendrer des conséquences sur les personnes susceptibles de se présenter au niveau de la Mauldre (pêche, randonnée...).

14.3.5. Bilan des enjeux humains

Les principaux enjeux humains externes au site sont :

- Les habitations ;
- Les établissements industriels et ceux recevant du public qui sont voisins du site ;
- Les voies du RER N ;
- La Mauldre.

Remarque : L'identification des enjeux humains servira plus loin dans cette étude pour l'Analyse Détaillée des Risques (ADR). Lorsque les données sur les enjeux humains ne sont pas connues, et ne permettent donc pas de connaître le nombre de personnes potentiellement exposées, on se basera sur la Fiche n°1 – Éléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers – de la circulaire du 10 mai 2010.

15. CARACTERISATION DES ELEMENTS AGRESSEURS EXTERNE

L'identification des dangers liés à l'environnement constitue une démarche spécifique, étant donné qu'elle repose sur la caractérisation et sur la matérialisation préalable de l'environnement en tant qu'agresseur potentiel.

L'objectif de cette démarche est :

- d'identifier quels sont les agresseurs de l'environnement du site qui sont significatifs en terme de danger ;
- d'identifier les équipements ou les fonctions exposées à l'agression ;
- de matérialiser les dangers sur ces équipements ou fonctions ;

afin d'identifier les agressions de l'environnement qui constituent des causes potentielles d'événements redoutés lors de l'analyse préliminaire des risques (puis, lors de l'étude détaillée des risques, si justifié).

15.1. Dangers liés aux phénomènes naturels

Parmi les facteurs potentiels d'agressions externes sur les installations, les phénomènes naturels peuvent avoir un impact non négligeable.

15.1.1. Généralités sur le climat

Le climat de Villiers-Saint-Frédéric est chaud et tempéré. Les précipitations à Villiers-Saint-Frédéric sont importantes. Même lors des mois les plus secs, les averses persistent encore. Cet emplacement est classé comme Cfb par Köppen et Geiger. Villiers-Saint-Frédéric affiche 10,4 °C de température en moyenne sur toute l'année. Sur l'année, la précipitation moyenne est de 633 mm.

15.1.2. Températures

Les données climatiques de 2018 sur la commune de Villiers Saint-Fréderic sont présentées dans la figure suivante :

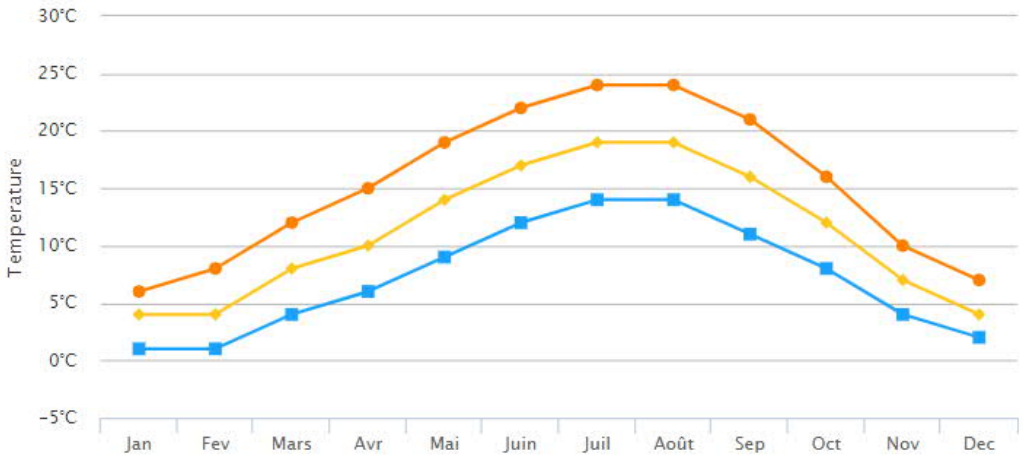


Figure 12 : Températures minimales et maximales à Villiers Saint-Fréderic (source : Météo France)

Le gel n'a pas de conséquences sur les installations du site.

Les températures ne sont pas retenues comme cause d'accident potentiel sur les installations.

Le nombre d'heures d'ensoleillement à Villiers-Saint-Fréderic varie de mois en mois tout au long de l'année. La moyenne maximale d'ensoleillement est atteinte en mois de juillet avec 216 h d'ensoleillement.

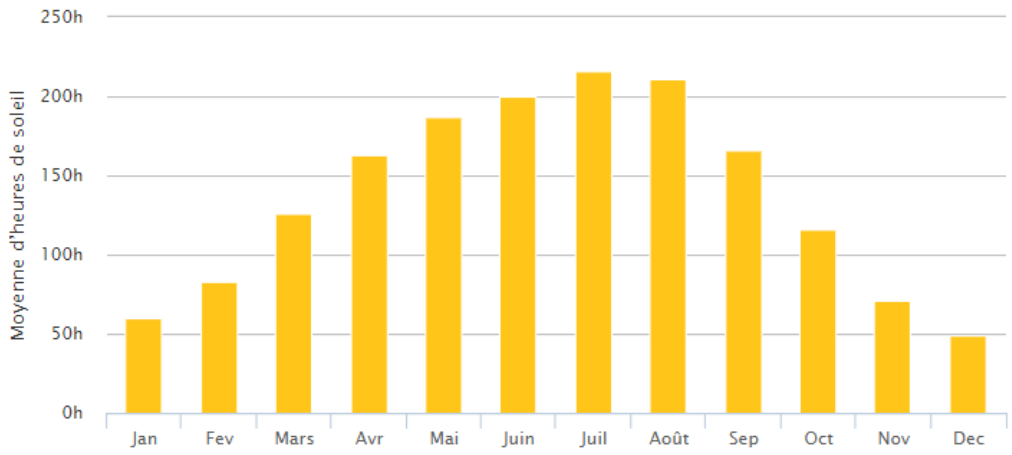


Figure 13 : Nombre d'heures d'ensoleillement à Villiers Saint-Fréderic

15.1.3. Précipitations

La commune de Villiers-Saint-Frédéric a connu 346 millimètres de pluie en 2018, contre une moyenne nationale des villes de 433 millimètres de précipitations.

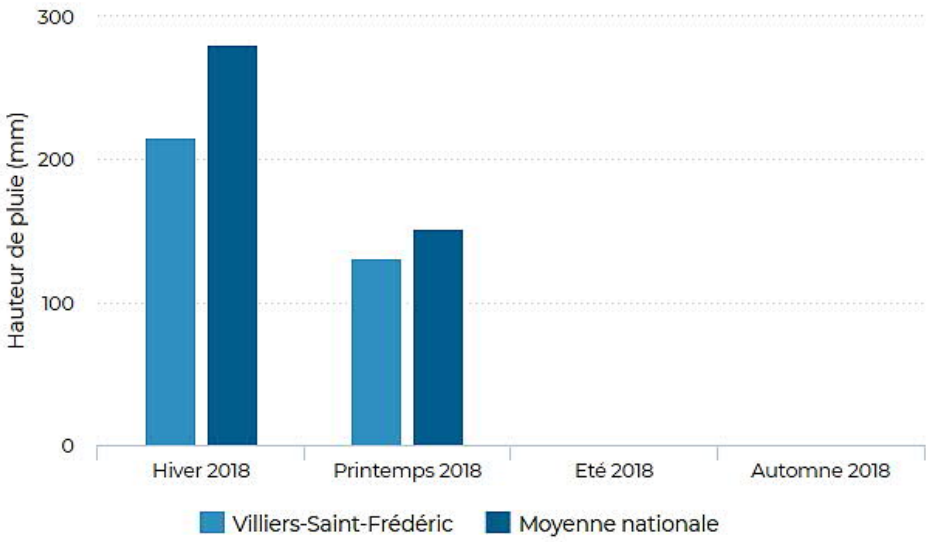


Figure 14 : Précipitation en commune de Villiers Saint-Fréderic (Source : Météo France)

15.1.4. Neige et vents

L'enneigement, par les surcharges qu'il apporte aux toitures et aux réservoirs, peut être la source d'un effondrement susceptible d'entraîner la rupture de matériels fragiles, des courts-circuits par rupture des lignes électriques et l'endommagement d'équipements de travail entraînant des risques d'incendie.

Les toitures des bâtiments ont été conçues de manière traditionnelle pour la région et afin de respecter les règles NV65 définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

Les risques liés aux conditions climatiques (neige et vents) sont donc maitrisés.

15.1.5. Risque foudre

Les dispositions relatives à la protection contre la foudre des ICPE soumises à autorisation sont définies par l'arrêté 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 et du 11 mai 2015. Sur ce plan pratique, il en résulte que :

- Une analyse du risque foudre (ARF) visant à protéger les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 du code de l'environnement est réalisée par un organisme compétent. Elle identifie les équipements et installations dont une protection doit être assurée.
  - L'analyse est basée sur une évaluation des risques réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2, version de novembre 2006, ou à un guide technique reconnu par le ministre chargé des installations classées.
  - Elle définit les niveaux de protection nécessaires aux installations.
  - Cette analyse est systématiquement mise à jour à l'occasion de modifications substantielles au sens de l'article R. 512-33 du code de l'environnement et à chaque révision de l'étude de dangers ou pour toute modification des installations qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrées de l'ARF. Une mise à jour de cette analyse va être réalisée.
- L'installation des dispositifs de protection et la mise en place des mesures de prévention sont réalisées, par un organisme compétent, à l'issue de l'étude technique, au plus tard deux ans après l'élaboration de l'analyse du risque foudre, à l'exception des installations autorisées à partir du 24 août 2008, pour lesquelles ces mesures et dispositifs sont mis en oeuvre avant le début de l'exploitation. Les dispositifs de protection et les mesures de prévention répondent aux exigences de l'étude technique.
- L'installation des protections fait l'objet d'une vérification complète par un organisme compétent, distinct de l'installateur, au plus tard six mois après leur installation.
- Une vérification visuelle est réalisée annuellement par un organisme compétent et complété une année sur deux d'une vérification complète avec des mesures électriques et des parties actives des têtes PDA.
- L'état des dispositifs de protection contre la foudre des installations fait l'objet d'une vérification complète tous les deux ans par un organisme compétent.
- Toutes ces vérifications sont décrites dans une notice de vérification et maintenance et sont réalisées conformément à la norme NF EN 62305-3.
- Les agressions de la foudre sur le site sont enregistrées. En cas de coup de foudre enregistré, une vérification visuelle des dispositifs de protection concernés est réalisée, dans un délai maximum d'un mois, par un organisme compétent.
- Si l'une de ces vérifications fait apparaître la nécessité d'une remise en état, celle-ci est réalisée dans un délai maximum d'un mois.
- L'exploitant tient en permanence à disposition de l'inspection des installations classées l'analyse du risque foudre, l'étude technique, la notice de vérification et de maintenance, le carnet de bord et les rapports de vérifications.
- Les dispositions du présent arrêté sont applicables aux nouvelles installations à la date de sa publication. Est considérée comme nouvelle installation au titre du présent article, toute installation dont le dossier de demande d'autorisation est déposé après la date de publication du présent arrêté augmentée de quatre mois.

En France, le niveau kéraunique (nombre de journée par an où le tonnerre est entendu) Nk varie de 8 à 36 selon les départements avec une moyenne se situant autour de 25. Dans le département Hauts-de-Seine, le niveau kéraunique est établi à 15.

Une mise à jour de l'analyse risque foudre de la STEP de Villiers Saint Frédéric est en cours
de réalisation par RG Consultants (date de rédaction de la présente étude) afin de justifier
les mesures prises pour se protéger des risques directes ou indirectes de la foudre et de ses conséquences dans le cadre de la restructuration.

Les premières conclusions de cette étude sont les suivantes :

* La mise en place d'un système de prévention (parafoudre) de situation orageuse à
intégrer dans les procédures d'exploitation du site ;

* Vérification annuelle des parafoudres ;

* Réalisation de parafoudres conformément au cahier des charges.

15.1.6. Risque sismique

Les tremblements de terre peuvent provoquer la destruction des constructions, des ruptures de matériels et de canalisations.

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes.

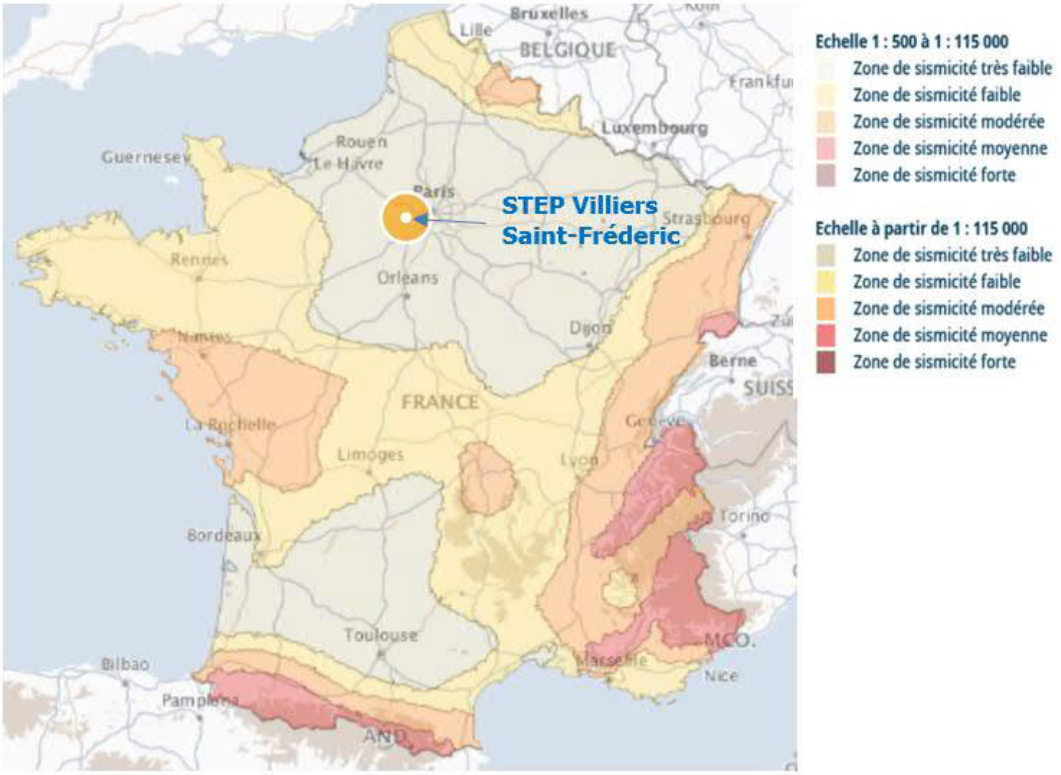


Figure 15 : Zonage sismique de la France (source Géoportail)

L'unité de méthanisation de la STEP de Villiers Saint-Fréderic sera implantée dans une zone de sismicité faible. Le risque sismique n'est pas retenu comme source de dangers.

15.1.7. Risque inondation

Un Plan d'Exposition aux Risques est en vigueur sur la commune de Villiers Saint Frédéric (PPRI de la Mauldre).

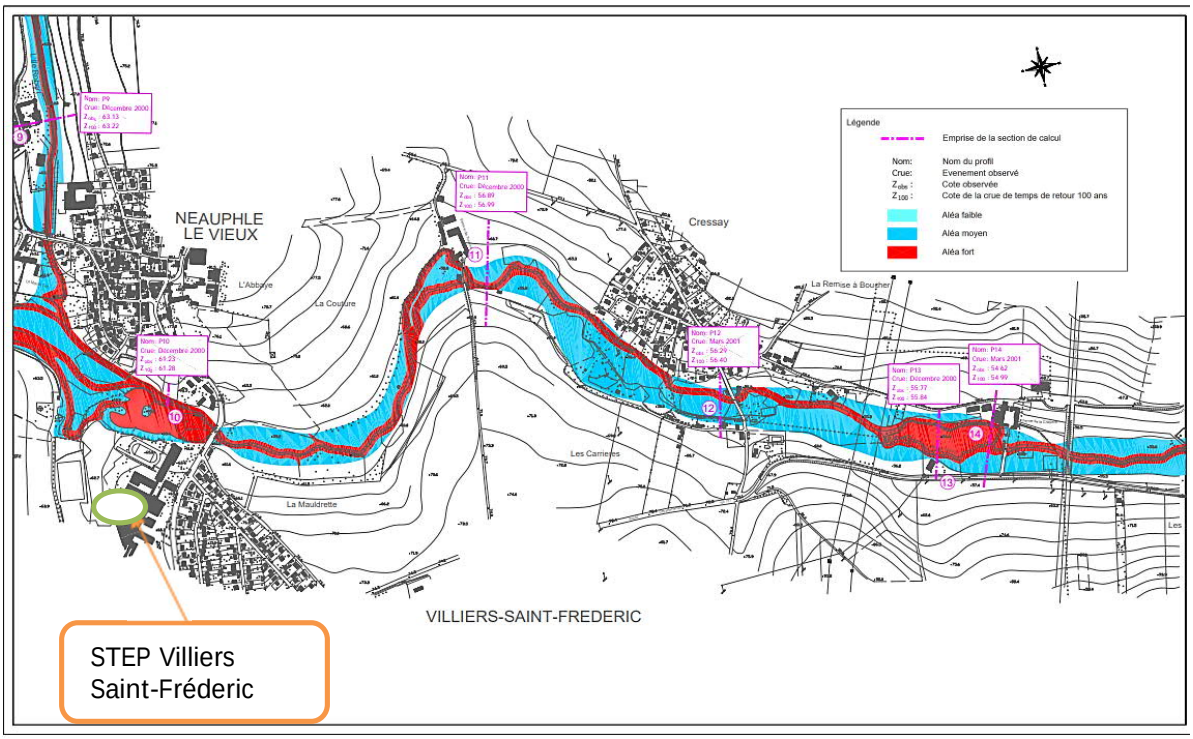


Figure 16 : Plan de prévention des risques d'inondation de la Mauldre (cartographie de l'aléa)

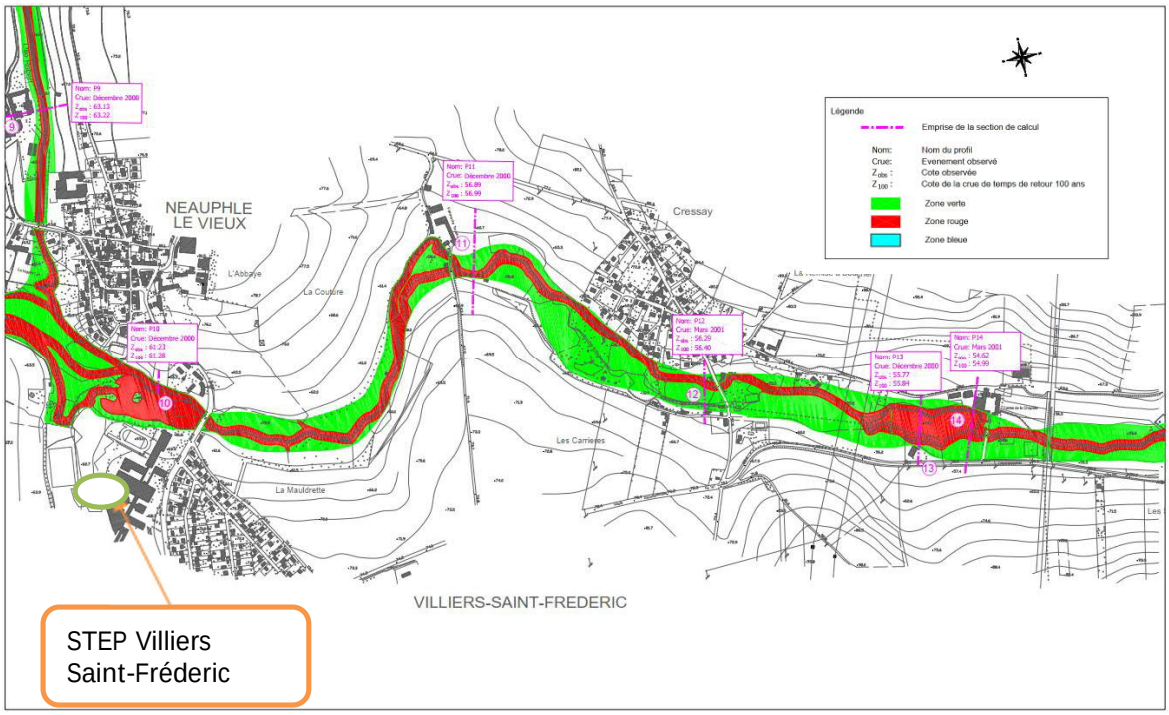


Figure 17 : Plan de prévention des risques d'inondation de la Mauldre (cartographie du zonage)

L'unité de méthanisation de la STEP de Villiers Saint-Fréderic sera implantée hors zone inondable. Le risque inondation n'est pas retenu comme source de dangers.

15.1.8. Risque mouvement de terrain

La commune de Villiers Saint Frédéric n'est pas classée en zone d'aléa de mouvement de terrain.

L'aléa mouvement de terrain ne sera pas retenu comme évènement initiateur lors de la cotation en probabilité des scénarios d'accidents majeurs.

15.1.9. Risque gonflement d'argile

La carte suivante présente le risque de gonflement d'argile dans le département des Yvelines.

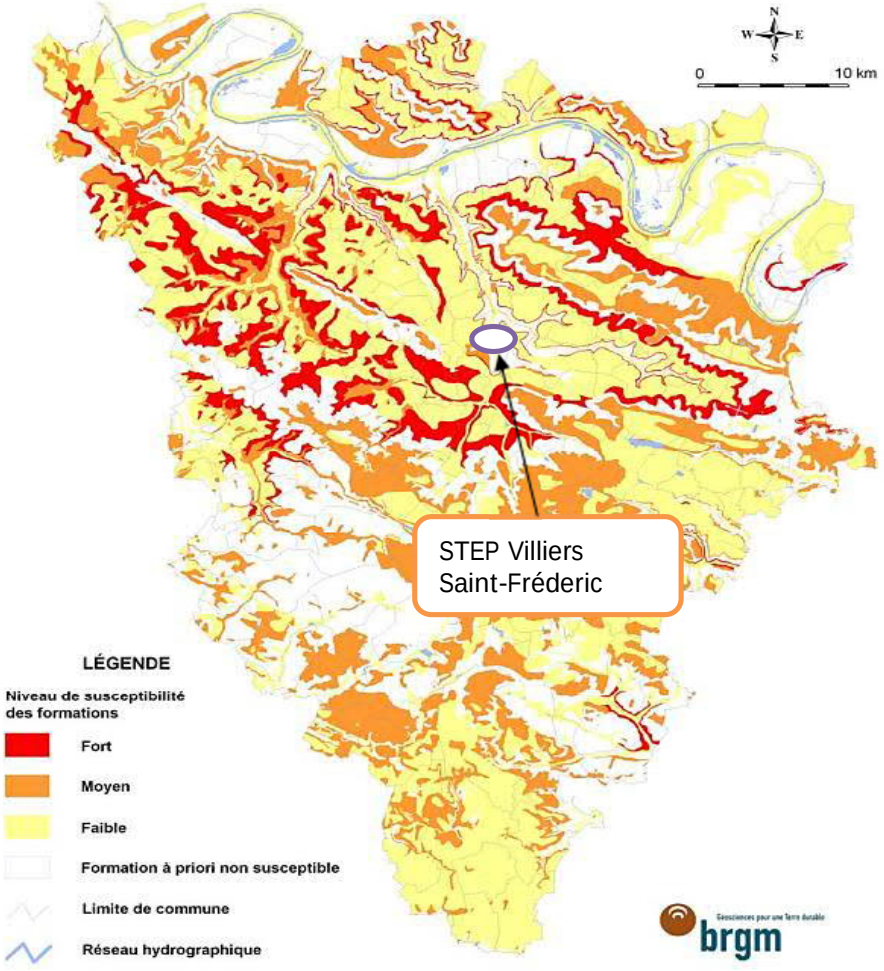


Figure 18 : Carte de susceptibilité au retrait-gonflement des formations argileuses ou marneuses de département des Yvelines

Le risque lié au gonflement d'argile n'est pas retenu.

15.2. Dangers liés au facteur humain

15.2.1. Risque lié aux installations voisines

Les zones des dangers des sites industriels peuvent s'interpénétrer. Cela signifie que l'on ne peut écarter l'éventualité de répercussions directes ou indirectes d'un site sur l'autre, lors d'un sinistre majeur dans la zone industrielle. On entre alors dans le cadre du P.P.I. (Plan Particulier d'Intervention), qui définit les actions et interventions à mettre en place pour la protection des populations environnantes.

Selon la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie, Unité départementale des Yvelines, la liste des installations classées pour la protection de l'environnement recensées en 2019 et qui se trouvent dans l'environnement proche de Villiers Saint Frédéric est présentée dans le tableau suivant :

Orientation	Entreprises	Localisation	Distance (km)	Activité	SEVESO	Régime ICPE / Statut SEVESO
Au Nord	BIO VEGEVERT SERVICES	Chemin rural n° 15 dit des Petits Prés SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE		Services forestiers	/	Etablissement fermé
	DAUXERRE CLAUDE	7 rue de Saint Germain SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	2,40	Paysagistes, Aménagement , entretien de jardins, de parcs	Non	-
	PAIMPARAY Thierry	Route de Beynes à Neauphle SAINT-GERMAIN-DE-LA-GRANGE	4	/	Non	-
	COEUR D'YVELINES	Route de Septeuil VILLIERS-SAINT-FREDERIC		Collecte de déchets	Non	-
	DAY INTERNATIONAL	5 rue de la Gare VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,65	/	Non	-
	DM AUTO 78	47 rue Charles de Gaulle VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,84	Commerce de détail d'équipements automobiles	Non	-
	RENAULT (ex IDVU) (ex CREOS)	42, Route de Beynes, 78840 Villiers Saint Frédéric	0,96	Bureaux d'études véhicules utilitaires	Non	A

Orientation	Entreprises	Localisation	Distance (km)	Activité	SEVESO	Régime ICPE / Statut SEVESO
	SAVIFRANCE	Rue Charles de Gaulle VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,80	Bureaux d'études véhicules utilitaires	Non	-
À l'Est	GARAGE SAINT NICOLAS	17 rue des soupirs NEAUPHLE-LE-CHATEAU	2	Agents, concessionnaires, distributeurs d'automobiles	Non	-
	MARNIER-LAPOSTOLLE	Rue Louis Alexandre Marnier Lapostolle NEAUPHLE-LE-CHATEAU	1,80	Production de boissons alcooliques distillées	Non	-
	SUBURBAINE DE CANALISATION ET DE GRANDS TRAVAUX	17, rue des Soupirs NEAUPHLE-LE-CHATEAU		Réalisation de réseaux	Non	-
À l'Ouest	ALLIONNE	Lieudit "le village" NEAUPHLE-LE-VIEUX	1,80	Activité de la restauration traditionnelle	Non	-
	EARL DE LA CHAPELLE	Ferme de la Chapelle NEAUPHLE-LE-VIEUX	2,45	Activité de la culture de céréales	Non	-
Au Sud-Ouest	MASSARD	Ferme de l'Hirondelle MAREIL-LE-GUYON	3,45	Vente de bois	Non	-
Au Sud-Est	C.G.M.I.	8, rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN		Macanique générale	Non	-
	C.R.A.M. (Hôpital)	23 rue Saint-Louis JOUARS-PONTCHARTRAIN	2,35	Hôpital	Non	-
	GARAGE MARTEL	Hameau d'Ergal 5 rte Moulin Neuf, 78760 JOUARS PONTCHARTRAIN JOUARS-PONTCHARTRAIN		Garage automobiles	Non	-

Orientation	Entreprises	Localisation	Distance (km)	Activité	SEVESO	Régime ICPE / Statut SEVESO
	GARAGE PALAZZI	24 route de Paris JOUARS-PONTCHARTRAIN	2,40	Stations-service, Garages automobiles	Non	-
	INTERMARCHE - LAURENATH	4 A rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN	1,45	Supermarchés, hypermarchés	Non	-
	PANAVI SAS	10, rue des Artisans JOUARS-PONTCHARTRAIN	1,72	Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche	Non	-
	QUINARD JEAN	7 Rue des Artisans, 78760 Jouars-Pontchartrain J	1,70	Activité de la menuiserie bois et matières plastiques	Non	-
	TOTAL MARKETING FRANCE	Relais Jouars JOUARS-PONTCHARTRAIN	1,80	Stations-service	Non	-
	VEGETERIE D'ERGAL RECYCLAGE ET TERRES	43 A, Route d'Elancourt JOUARS-PONTCHARTRAIN	5,35	Récupération de matières non métalliques recyclables	Non	-
	CARREFOUR Market de VILLIERS SAINT FREDERIC	ROUTE NATIONALE 12 VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,5	Supermarchés, hypermarchés	Non	-
	PRESSINGCAD	37, place du Pontel VILLIERS-SAINT-FREDERIC	0,7	Pressings	Non	-

Tableau 4 : Établissements industriels voisins

Les zones d'effets des établissements classés n'impactent pas les installations de **de la STEP de Villiers Saint Frédéric**.

La zone d'étude se trouve dans les environs proches d'activités économiques et industrielles.

Néanmoins du fait du contexte du site, de la nature des exploitations voisines et de leur distance respective, ces installations de présentent **pas de risque potentiel de propagation par effet domino. Les installations de la STEP de Villiers Saint Frédéric sont donc préservées d'agression extérieure potentielle.**

15.2.2. Risque lié aux actes de malveillance

D'après le circulaire du 10 mai 2010, la malveillance est généralement caractérisée par un acte d'intervention délibéré dans le but de provoquer un accident. La prévention contre un tel acte est difficile. Les risques liés aux actes de malveillance existent sur les installations soumis à autorisation comme pour toute unité industrielle.

Le principal acte de malveillance qui peut être envisagé est l'**intrusion** de personnes mal intentionnées sur le site**.**

La probabilité d'occurrence des risques liés à d'éventuels actes de malveillance après intrusion sur le site est limitée du fait des mesures interdisant l'accès aux installations aux personnes étrangères au service qui en assure l'exploitation.

Les mesures de prévention prise pour réduire le risque sont :

- Le site est clôturé ;
- Présence de caméras de sécurité en extérieur des locaux ;
- Présence d'agent pour contrôler l'accès au site en journée ;
- La nuit, le site est fermé par un portail. Seuls les opérateurs munis d'un badge individuel sont autorisés à rentrer par l'accès piéton ;
- La procédure d'identification au niveau de l'accueil.

Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 (§ 1.2.1), les actes de malveillance ne sont pas pris en compte comme évènement initiateur potentiel dans l'étude de dangers grâce aux mesures préventives mises en place sur la **station d'épuration de Villiers Saint Frédéric**. Ces mesures permettent de réduire le risque de façon significative.

15.2.3. Risque lié aux transports de matières dangereuses (TMD)

15.2.3.1. Risques liés au transport de gaz naturel

La figure suivante indique le cheminement de gaz canalisation de gaz naturel dans la commune de Villiers Saint Frédéric.

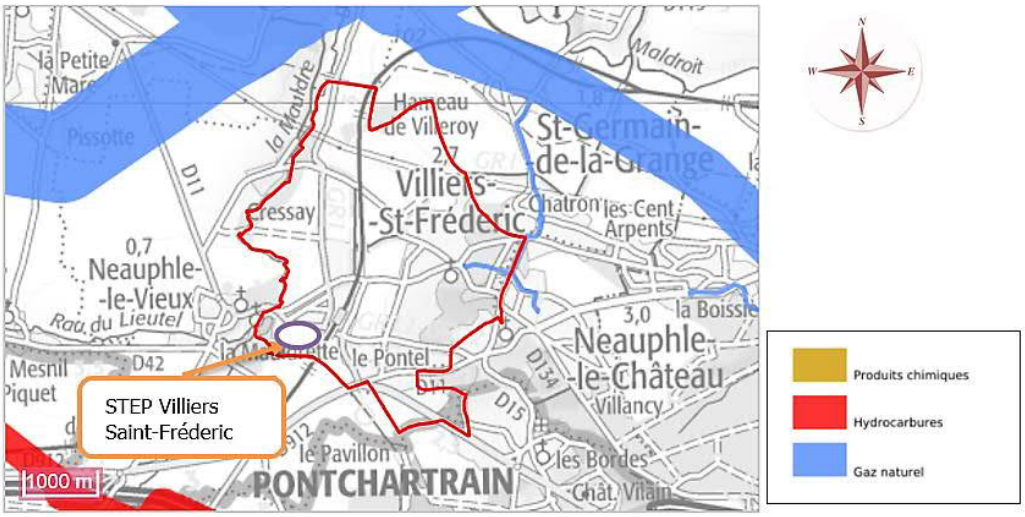


Figure 19 : Transport de matières dangereuses par canalisations (Source : Géorisques)

Les canalisations de transport de gaz et d'hydrocarbures sont très loin de la STEP de Villiers Saint Frédéric. Aucun accident sur ces canalisations n'est susceptible d'engendrer des effets sur les installations du site.

15.2.3.2. Risques liés aux TMD par voie routière :

Les risques pour la commune sont essentiellement dus à d'éventuels accidents se produisant lors des transports de matières dangereuses. Villiers Saint Frédéric présente de nombreuses infrastructures susceptibles d'être concernées par ce type de risque (D11, D191, D912 et la D34).

Ces risques n'engendrent pas de contraintes particulières à l'égard des installations de la STEP de Villiers Saint Frédéric puisque cette station se trouve loin des voies de circulation (la distance la plus proche est presque de 170 m).

15.2.3.1. Risque lié au transport par voie ferroviaire

La ligne Saint-Cyr à Surdon circule à environ 20 mètres des limites du site et à 60 mètres des installations de la STEP de Villiers Saint-Fréderic.

La ligne ferroviaire se trouve en-dessus de la STEP. Un déraillement d'une rame est susceptible de porter atteinte aux installations de la station.

Le risque lié au déraillement d'un train sera considéré dans la suite de l'étude comme évènement agresseur externe.

15.2.4. Risque lié aux chutes d'aéronefs

L'aéroport le plus proche est l'aéroport de Poitiers Biard situé à 3,70 Km au Nord-Est des limites du site. Néanmoins, le site est hors servitudes aériennes liées à l'aéroport.

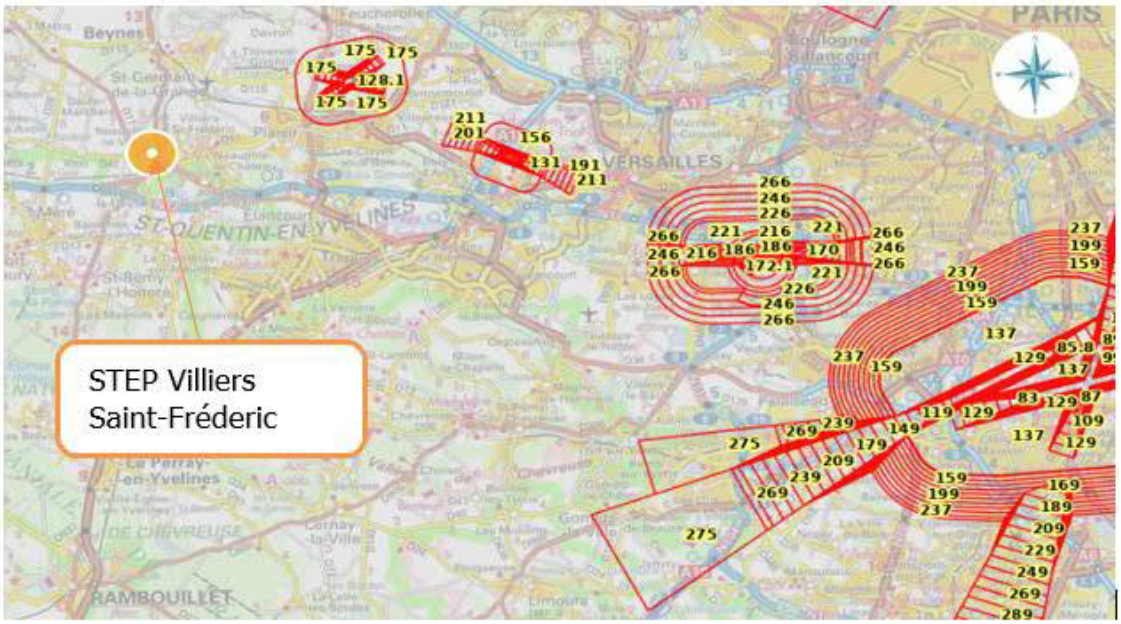


Figure 20 : PLAN DE SERVITUDES AÉRONAUTIQUES (PSA) (Source : Géoportail)

Le site n'est pas situé sous le cône d'atterrissage et de décollage des aéroports proches du site. Le risque de chute d'aéronef sur la **station d'épuration de Villiers Saint Frédéric** peut être négligé.

PARTIE 3. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS ET DE LEUR FONCTIONNEMENT

16. PRINCIPALES MODIFICATIONS SUITE AU PROJET DE METHANISATION

16.1. La situation actuelle

La STEP de Villiers-Saint-Frédéric fonctionne suivant le procédé « boues activées en aération prolongée » faible charge dite « OCO » du fait de la configuration des bassins d'anaérobie/anoxie/aération. Elle comporte les ouvrages et équipements suivants :

- Conduite d'arrivée gravitaire des effluents bruts,
- Poste de relevage comprenant quatre pompes de 100 m^3/h dont une de secours,
- Bâtiment des prétraitements raccordé à la désodorisation, comprenant :
  - Un tamisage rotatif,
  - Un compacteur des refus de tamisage,
  - Un ouvrage de dessablage-dégraissage cylindro-conique aéré et raclé,
  - Un classificateur à sables,
  - Une bâche de stockage des graisses,
  - Un canal de comptage de type venturi équipé d'une sonde ultrasons, d'un analyseur de turbidité et d'un préleveur automatique d'échantillons,
  - Un bassin tampon de 300 m^3 permettant d'écrêter les pointes de débit notamment en temps de pluie.

Les eaux stockées sont ensuite restituées vers la filière de traitement classique. En cas de gros orage et de pluies continues pendant plusieurs heures, ce bassin d'orage peut déverser des eaux décantées vers le milieu naturel (la Mauldre), il est alimenté en gravitaire.

- Deux files identiques de traitement biologique, interconnectables, comprenant chacune :
  - Une zone d'anaérobie,
  - Une zone d'anoxie,
  - Une zone aérobie,
  - Un dégazeur,
  - Un clarificateur raclé,
  - Un puits à boues permettant la recirculation des boues vers la zone de contact,
  - Une fosse à flottants,
  - Un canal de comptage de type venturi équipé d'une sonde ultrasons, d'un analyseur de turbidité et d'un préleveur automatique d'échantillons,
  - Une cuve de chlorure ferrique, dotée d'une rétention en béton et de son poste d'injection, pour la finition par traitement physico-chimique du phosphore,
  - Un poste d'extraction des boues en excès muni de deux pompes de marque BORGER acheminant les boues vers la table d'égouttage,
- Un bâtiment de déshydratation des boues raccordé à la désodorisation en comprenant :
  - Une table d'égouttage,
  - Une cuve de réception des boues épaissies,
  - Un filtre presse permettant d'obtenir des boues à 30 % de siccité,
  - Une benne de réception des gâteaux de boues,
  - Un silo à chaux,
  - Une cuve de chlorure ferrique dédiée au traitement des boues,
  - Une unité de désodorisation,
- Un bâtiment d'exploitation comprenant un laboratoire pour l'analyse des eaux et des boues.

16.2. Situation projetée

16.2.1. Présentation générale

Le **SIARNC** souhaite restructurer sa STEP de Villiers-Saint-Frédéric pour faire face à la forte augmentation de sa population tout en continuant à réceptionner des boues extérieures provenant d'autres STEP du SIARNC, la capacité actuelle de 25 000 EH devant atteindre 42 000 EH. Le procédé de traitement de type « boues activées en aération prolongée » restera inchangé.

Le projet vise à augmenter la capacité de la STEP, améliorer la qualité des eaux rejetées et mettre en place une unité de méthanisation. Les principales évolutions projetées sont les suivantes :

- Réalisation d'un bassin d'orage de 1 500 m³,
- Prétraitement de type tamisage dimensionné sur un débit d'entrée en STEP de 500 m³/h,
- Traitement primaire dimensionné sur un débit d'entrée en STEP de 500 m³/h,
- Création d'une unité de digestion des boues,
- Refonte de la filière boues et notamment de l'atelier de déshydratation,
- Création d'une éventuelle zone de rejet végétalisée (ZRV) avant que les eaux traitées ne rejoignent la Mauldre.

16.2.2. Caractéristiques attendues

Les principales caractéristiques du projet seront les suivantes :

- Capacité nominale de traitement : 42 000 EH,
- Débit nominal de traitement par temps sec : 5 280 m³/j,
- Débit nominal de traitement par temps de pluie : 6 780 m³/j,
- Débit de pointe horaire par temps sec : 220 m³/h,
- Débit de pointe horaire par temps de pluie : 280 m³/h,
- Charge nominale en DBO5 : 2 520 kg de DBO5/j

Le débit de référence réglementaire est de 5 280 m³/j.

Les principaux leviers de ce projet consistent à faire fonctionner le digesteur en thermophile (augmentation de la température au sein du digesteur, qui permet d'y injecter davantage de produits) et recevoir davantage de co-intrants externes sur la filière de méthanisation.

En ce qui concerne la réception d'apports complémentaires visant à augmenter la quantité de produits injectés dans le méthaniseur, un nouveau dimensionnement de la filière a été réalisé.

Le dimensionnement de la nouvelle filière boues et gaz se base sur :

- Un volume de digesteur de 1600 m³ ;
- Une production de boues internes STEP ;
- La réception de boues liquides et de graisses extérieures ;
- La réception de déchets de boulange au maximum de la capacité du digesteur (et limité par les différentes contraintes de fonctionnement) ;
- L'apport de boues pâteuses en complément de tous les autres intrants (priorité aux intrants internes), afin de combler le vide de digesteur et de produire un maximum de biogaz.

De nouveaux équipements sont mis en place dans le cadre du projet :

- Création d'un bassin écrêteur de 1 500 m^3 et d'un poste d'alimentation ;
- Remplacement du dégrilleur actuel ;
- La mise en place d'un traitement tertiaire par filtre à disques (procédé Compakblue™) ;
- Rajout d'une pompe de dilution des co-intrants externes (by-pass des GDE), soutirage depuis la bâche à boues à épaissir vers la bâche à boues épaissies ;
- Création d'un nouveau poste d'extraction et de transfert des boues biologiques ;
- **Création d'une unité de méthanisation (digesteur, gazomètre…)** ;
- Mise en oeuvre d'une PAC de puissance thermique de 250 kW ;
- Mise en oeuvre d'un double échangeur-économiseur de puissance 90 kW ;
- Mise en oeuvre d'une chaudière électrique de secours de 150 kW thermique ;
- Rajout d'une trémie de réception des boues pâteuses ;
- Rajout d'une cuve de mélange des co-intrants externes brassés et d'un agitateur pour le brassage ;
- Remplacement des pompes alimentation ;
- La mise en place d'un broyeur sur le transfert des boues et graisses externes dépotées vers les cuves de réception.

D'autres modifications concernent :

- Passage des conduites de biogaz enterrées en inox (initialement prévues en PEHD), y compris bande grasse pour protection anticorrosion ; cela concerne les liaisons entre le gazomètre et l'unité de traitement du biogaz.
- Passage des pots de purges en inox (initialement prévus en PEHD) ; cela concerne le pot de purge d'alimentation du gazomètre, le pot de purge au départ du gazomètre vers l'unité de traitement du biogaz, ainsi que le pot de purge d'alimentation de la torchère.
- Mise en oeuvre du 3ème surpresseur pour l'atelier Cleargreen,
- Mise en oeuvre des membranes supplémentaires permettant de traiter jusqu'à 107 Nm^3/h de biogaz sec.

17. DESCRIPTION DES PROCEDES ET DES EQUIPEMENTS

Les installations de traitement des eaux usées dans la station de Villiers Saint Frédéric et le traitement des boues externes en situation projetée sont décrits selon les étapes suivantes :

17.1. Filière eaux

17.1.1. Collecte des eaux usées

L'assainissement collectif est constitué d'un réseau de collecte (séparatif ou unitaire) qui achemine les eaux vers une station d'épuration de plus de 20 équivalents habitants. Le patrimoine ainsi constitué fait généralement l'objet d'une gestion par une collectivité territoriale (un Etablissement Public de Coopération Intercommunale - EPCI). Le service est éventuellement délégué à une entreprise (délégation de service public - DSP).

Par opposition, est appelé non-collectif, autonome, autonome regroupé, tout système de traitement des eaux usées n'entrant pas dans la définition de l'assainissement collectif. La carte de zonage de collecte des eaux usées dans la commune de Villiers Saint Frédéric est donnée dans la figure suivante :

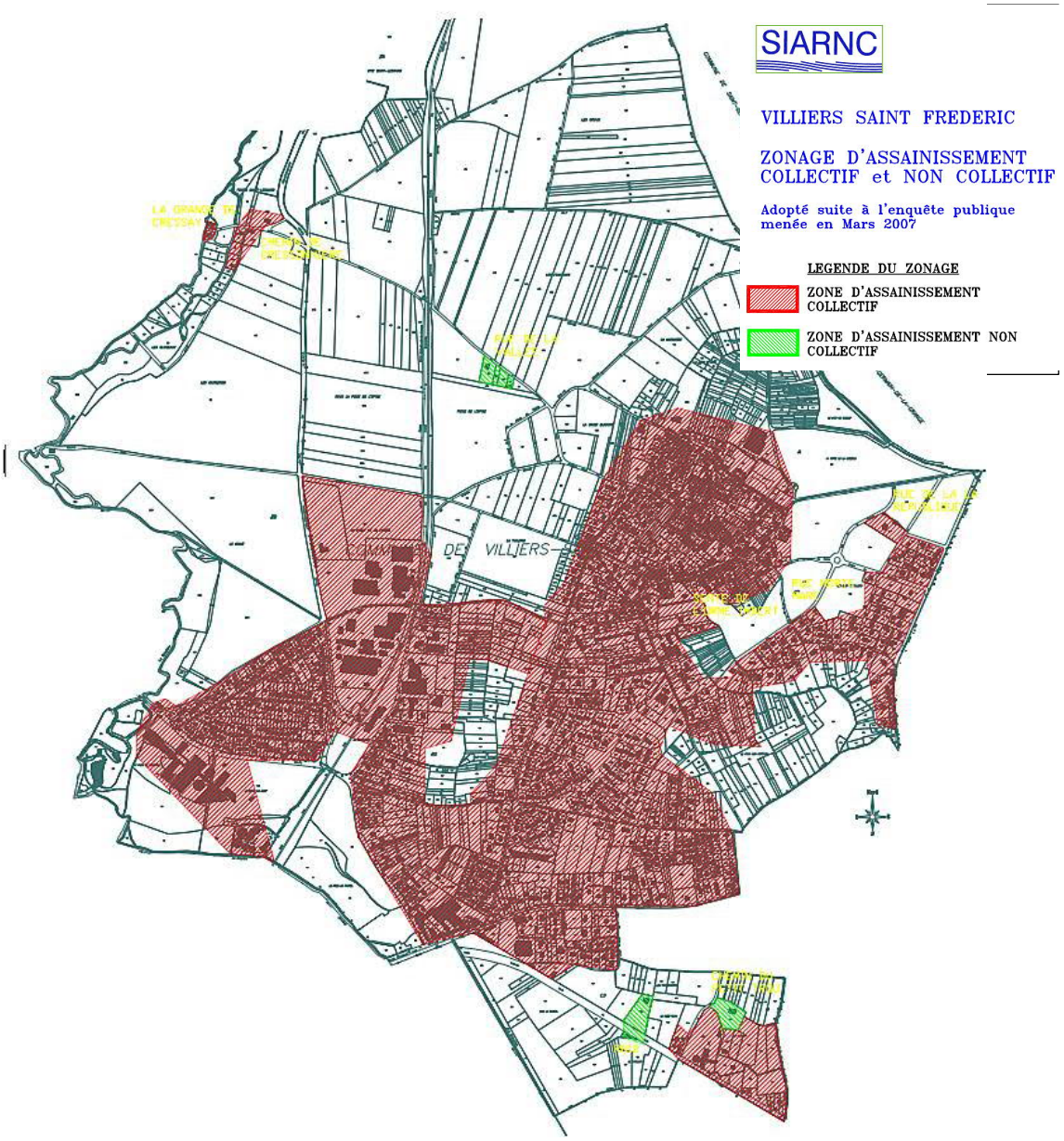


Figure 21 : Carte de zonage d'assainissement collectif et non collectif pour la commune de Villiers Saint Frédéric

17.1.2. Arrivées des eaux usées brutes au poste de relevage du site

Le débit du réseau arrivant est de 500 m³/h. Un regard de réception des effluents est prévu dans l'enceinte de la STEP en amont du poste de relevage afin de collecter les différents réseaux d'arrivée. Il sera équipé d'un trop-plein « ultime » qui ne servira qu'en cas de by-pass général de la STEP.

17.1.3. Prétraitements

17.1.3.1. Pré-dégrillage

Les eaux brutes transitent par un pré-dégrilleur de maille 10 mm installé directement sur la conduite d'arrivée des effluents en amont du poste de relevage pour protéger les installations. Les refus sont évacués gravitairement dans une trémie.

17.1.3.1. Poste de relevage des eaux brutes

Un poste de relevage entièrement neuf sera installé au niveau de l'entrée du site permettant de faire transiter l'intégralité du débit capable de 500 m³/h des réseaux amont.

Ce poste assure le relèvement des effluents en tête de station au niveau des prétraitements. Les pompes fonctionnent en variation de fréquence afin de lisser le débit refoulé et d'éviter les à-coups hydrauliques.

Il est couvert et désodorisé afin de limiter les nuisances olfactives.

Un débitmètre permet de mesurer le débit d'eaux brutes entrant à la STEP.

17.1.3.2. Dégrillage

Les plus gros débris arrivant en station (végétaux, résidus ménagers...) sont éliminés par passage à travers de deux dégrilleurs de type escalier d'une capacité totale de 500 m³/h et de maille 6 mm. Le nettoyage est automatique, et les refus sont acheminés grâce à une vis laveuse-compacteuse vers un ensacheur. Ils sont capotés et raccordés à l'unité de désodorisation afin d'éviter les nuisances olfactives.

17.1.3.3. Dessablage et dégraissage

Les matières sableuses coulent au fond du bassin d'où elles sont retirées. Ce sable contient non seulement des grains minéraux, mais aussi des poussières de métal et de nombreux agglomérats qui le polluent. Il sera déposé en décharge.

Les particules fines sont éliminées par décantation des « sables », et raclage en surface des matières flottantes, réunies sous la désignation de « graisses ». Ces matières grasses sont toxiques pour les microorganismes qui assurent le bon fonctionnement de la STEP.

Ces matières sont « exportées » vers des sites de traitements spécialisés et ne s'accumulent pas dans la suite du traitement.

17.1.4. Traitement

17.1.4.1. Traitement biologique

La première étape de traitement biologique consiste en une zone de contact entre l'effluent et la biomasse activée. Il s'agit d'un ouvrage unique équipé d'agitateurs et d'un système de répartition des flux divisant les eaux dans deux réacteurs biologiques identiques (deux files de traitement appelées A et B).

Chaque réacteur d'un volume de 2 865 m^3 est composé d'une zone anaérobie centrale, d'un chenal anoxie en demi-cercle et d'une zone d'aération. La déphosphatation biologique est complétée par une déphosphatation physico-chimique grâce à l'ajout de chlorure ferrique au niveau de ces bassins.

Différentes populations bactériennes consomment les pollutions carbonées, azotées et phosphorées.

17.1.4.2. Clarification

Les effluents traités mais qui possèdent encore des matières en suspension, rejoignent deux clarificateurs raclés. Dans ces clarificateurs, les effluents seront débarrassés des matières en suspension par le biais d'un phénomène physique naturel de décantation.

17.1.4.3. Déphosphatation

L'élimination du phosphore présent dans les eaux usées est réalisée selon deux processus :

- Un processus biologique : les micro-organismes assurant la dégradation du carbone et de l'azote intègrent du phosphore à leur matériel cellulaire,
- Un processus physico chimique : la combinaison avec un réactif, le chlorure ferrique, permet la formation d'un précipité qui sera piégé dans les boues à l'étage de clarification.

La cuve de stockage du chlorure ferrique et la rétention en béton existantes sont conservées en l'état. Il est prévu de mettre en oeuvre un procédé innovant appelé Phosphogreen ® sur le traitement des centrats issus du traitement boues, permettant de récupérer le phosphore en vue de le valoriser, et donc de limiter la consommation de réactif de déphosphatation au niveau de la file boues.

17.1.4.4. Traitement par filtre à disque

La mise en place d'un traitement tertiaire par filtre à disques (procédé Compakblue™) en sortie de clarificateur permet l'abattement des MES et des polluants associés.

La filtration est réalisée grâce à des matériaux filtrants montés sur des supports plastiques retenant les MES lors du passage de l'eau. L'ensemble est partiellement immergé dans une cuve béton.

L'eau traitée est ensuite évacuée vers une bâche de stockage tampon permettant de disposer d'une réserve suffisante pour le fonctionnement de la pompe à chaleur du digesteur.

Par sécurité, l'ouvrage est équipé d'un trop-plein permettant une évacuation des effluents vers le regard en aval. L'ouvrage est entièrement by-passable.

17.1.5. Poste de pompage des eaux traitées

Un poste de pompage est mis en place équipé de 2 pompes (dont une en secours). La mise en place d'un poste de pompage des eaux traitées est nécessaire pour alimenter le canal de comptage.

Les pompes de relevage sont installées dans la bâche de stockage tampon en aval du traitement tertiaire.

Il est dimensionné sur le débit nominal de la station, à savoir 280 m³/h. Un système de manutention est prévu pour les équipements du poste de relevage.

Cet ouvrage de pompage permettra le transfert des eaux traitées vers la zone de rejet végétalisée (ZRV).

17.1.6. Récupération des eaux épurées

Après traitement, les eaux épurées sont versées directement dans la Mauldre.

17.1. Filière boues

17.1.1. Stockage tampon et transfert des boues primaires

Les boues primaires épaissies directement sur l'atelier PrimegreenTM sont évacuées vers une bâche de stockage tampon de 10 m³ où elles seront mélangées avec les graisses internes de la station grâce à un agitateur vertical.

Afin de se prémunir contre le risque de nuisances olfactives, la bâche de stockage est couverte et l'air vicié est extrait vers l'unité de désodorisation.

Le mélange est ensuite transféré vers une bâche tampon de boues épaissies située en amont de la digestion.

17.1.2. Extraction et transfert des boues biologique

Un nouveau poste d'extraction des boues biologiques est mis en place à proximité d'un des puits à boues existant. Ce poste est dimensionné sur la production de boues correspondant à la situation 100 % nominale.

Les boues biologiques sont reprises depuis les puits à boues existants par 3 pompes à lobes (dont une en secours installé), pour être dirigées vers une bâche à boues à épaissir.

17.1.3. Intrants externes liquides (graisses d'assainissement et boues liquides externes) -Principe de fonctionnement

Les intrants externes de type liquide (graisses d'assainissement et boues liquides externes) seront dépotés directement vers deux cuves de réception de 50 m³ unitaire, soit un volume total de 100 m³.

Il a été prévu de mélanger directement les boues et les graisses pour éviter que les graisses ne prennent en masse et ne se figent lors des périodes froides. Le dilacérateur prévu sur la conduite de dépotage et le brassage énergique prévu dans les cuves participent à cette prévention.

Nota : les boues externes liquides ne sont plus épaissies directement avec les boues biologiques de la station sur l'atelier d'épaississement des boues. Les boues externes liquides sont ainsi utilisées pour diluer les autres co-intrants externes.

Après avoir été quantifiées via le pont-bascule, le dépotage des boues liquides et des graisses externes s'effectuera par les camions au niveau de l'aire bétonnée de dépotage commune avec la réception des matières de vidange. Une canalisation de dépotage raccordée aux cuves de stockage est prévue. Cette canalisation sera équipée d'un raccord pompier.

Il sera installé un dilacérateur et une pompe à lobes, communs aux deux cuves, permettant le refoulement des liquides externes vers les cuves hors sol.

Le broyeur et la pompe seront installés dans un caisson calorifugé.

Un jeu de vannes est prévu afin de permettre à l'exploitant de choisir la cuve de destination des intrants externes liquides. Le remplissage des cuves s'effectue par le haut de la cuve.

Les deux cuves de réception sont prévues verticales, à fond bombé sur jupe tronconique.

Chaque cuve est équipée d'un agitateur pendulaire en inox 316 L, muni de deux étages d'hélices tripales, permettant d'assurer une puissance de brassage de 150 W/m³.

Les deux cuves sont prévues isolées. L'isolation permettra de maintenir en température les effluents externes dépotés.

Les cuves de stockage, d'un volume unitaire de 50 m³, sont équipées de sondes de mesure de niveau en continu.

Les boues liquides et les graisses externes sont ensuite transférées vers une cuve de mélange des co-intrants externes de 50 m³. Deux pompes (une par cuve) de reprise sont prévues permettant le transfert des boues liquides et graisses vers la cuve de mélange. Ces pompes sont maillées, afin d'assurer un secours sur la vidange de chaque cuve.

Ces pompes sont installées dans un caisson, calorifugé et chauffé.

Les tuyauteries sensibles au gel sont protégées contre le gel (calorifugeage et traçage).

Afin de se prémunir contre le risque de nuisances olfactives, les cuves de stockage sont raccordées à l'unité de désodorisation de la station.

17.1.4. Intrants externes de type déchets de pain et pâtes à pain

Un atelier pulpeur est dédié aux intrants externes de type pain et pâtes à pain.

Le refoulement des intrants externes de type pain et pâtes à pain sera effectué vers la cuve de mélange des intrants externes (transfert initialement prévu vers la cuve tampon amont méthaniseur).

Possibilité de recevoir sur la station à la fois des intrants externes de type pain et pâtes à pain, et des boues externes pâteuses.

Un jeu de vannes permettra à l'exploitant de choisir de refouler les déchets de boulange en différents points :

- Dans la cuve de mélange des co-intrants externes,
- Dans la bâche à boues épaissies,
- En entrée du digesteur.

17.1.5. Intrants externes de type boues pâteuses

Après avoir été quantifiées via le pont-bascule, les boues pâteuses sont dépotées dans une trémie de réception de 30 m³ installée dans une fosse en béton enterrée. Cette trémie est dédiée spécifiquement aux boues pâteuses.

Cette trémie métallique est implantée dans une fosse en béton, permettant le déchargement des boues depuis des camions-bennes de type « ampliroll ».

Cette fosse en béton, sera construite en lieu et place de la fosse à boues liquides externes prévue initialement pour la réception des boues liquides.

17.1.6. Cuve de mélange des intrants externes

Une fois les différents co-intrants externes réceptionnés et comptabilisés sur le site de la STEP de Villiers Saint Frédéric, ces derniers sont transférés vers une cuve de mélange de 50 m³.

Cette cuve permet de mélanger les différents co-intrants externes (boues liquides, graisses, déchets de boulange, boues pâteuses) et de les homogénéiser.

La grande capacité des cuves de réception des boues liquides et graisses externes permet de réguler le débit de transfert vers la cuve de mélange en fonction des autres co-intrants externes. Ce qui offre à l'exploitant une certaine flexibilité dans sa gestion des différents apports.

L'autonomie globale apportée par les 3 cuves de 50 m³ est de l'ordre de 2,5 jours dans le cas où tous les co-intrants externes arrivent en même temps.

Après homogénéisation, les co-intrants externes sont transférés vers la bâche à boues épaissies, où ils seront mélangés avec les boues primaires, graisses et boues biologiques de la station.

17.1.7. Bâche à boues à épaissir

La bâche à boues à épaissir d'un volume de 100 m^3 et équipée d'un agitateur vertical permet de stocker et de mélanger les boues biologiques avant leur envoi vers l'atelier d'épaississement.

La bâche de stockage est couverte afin de limiter des nuisances olfactives et l'air vicié est extrait vers l'unité de désodorisation.

17.1.8. Epaississement des boues par grilles d'égouttage

Les boues à épaissir sont reprises à partir de la bâche amont par pompage, floculées par injection de polymère, puis envoyées sur l'unité d'épaississement. La floculation permet la création de flocs qui sont retenus sur la grille d'égouttage, tandis que l'eau interstitielle est évacuée au travers de celle-ci. Un système de raclage évite l'accumulation de boues.

L'atelier d'épaississement, le nettoyage des grilles ainsi que la préparation et l'injection de polymère sont entièrement automatisés.

La siccité des boues épaissies en sortie est de 55 g/l.

17.1.9. Bâche à boues épaissies

Après épaississement, les boues sont reprises dans une trémie et évacuées gravitairement vers une bâche de stockage tampon à boues épaissies de 50 m^3 équipé d'un agitateur vertical.

Afin de se prémunir contre le risque de nuisances olfactives, la bâche de stockage est couverte et l'air vicié est extrait vers l'unité de désodorisation.

17.1.10. Prétraitement des boues mixtes épaissies

Un broyeur-dilacérateur à couteaux est installé sur l'aspiration des pompes de refoulement des boues épaissies avant d'alimenter le digesteur. Ce prétraitement permet de réduire à l'état de particules les filasses pouvant se former dans le digesteur.

17.1.11. Alimentation du digesteur

La méthanisation des boues est réalisée dans un digesteur de 2011 m³ de capacité.

L'alimentation du digesteur est effectuée 7 jours sur 7, quel que soit le type d'intrant concerné.

Ce mode d'alimentation en continu, limitant les à-coups de charge, réduit ainsi les risques de passages en phases acides et le moussage.

Les caractéristiques du digesteur sont les suivantes :

- Volume du ciel gazeux du digesteur plein = 402 m³
- Volume libre du digesteur vide = 2011 m³
- Diamètre = 16 m
- Hauteur droite = 9,5 m
- Hauteur liquide = 8 m
- Pression de rupture statique du digesteur = 50 mbar relatifs
- Pression de service du digesteur = 0 à 1 mbar relatifs
- Soupape du digesteur tarée à 50 mbar
- Température dans le digesteur : 37°C

Tous les intrants (internes et externes) sont pompés vers le digesteur depuis la bâche à boues épaissies. Les pompes de reprise fonctionnent 7 jours sur 7.

Les co-intrants externes peuvent également être envoyés directement dans le digesteur sans passer par la bâche à boues épaissies, par le biais de jeux de vannes.

Le réchauffage des boues est réalisé par l'intermédiaire d'un échangeur eau/boues sur la recirculation des boues.

Le temps de séjour des boues dans le digesteur est de 13,5 jours.

17.1.12. Stockage des boues digérées

En sortie du digesteur, les boues sont évacuées dans une bâche à boues digérées d'une capacité de 200 m³ avant envoie en déshydratation.

Cette bâche est en béton armé, couvertes et agitées au moyen d'un agitateur mécanique. Elle est équipée de mesure de niveau.

Riches en phosphates, les granulés de boue d'épuration séchée pourraient servir d'engrais ou produits valorisables par épandage en agricultures. Les boues qui contiennent trop de métaux lourds et de substances synthétiques polluantes, seront brûlées dans une usine d'incinération ou une cimenterie.

17.1.13. Déshydratation des boues par centrifugation et chaulage

Les boues provenant de la bâche à boues digérées sont floculées par injection de polymère sur la conduite d'alimentation de l'unité de déshydratation par centrifugation.

Cet atelier de déshydratation est installé dans le nouveau bâtiment technique boues isolé phoniquement et ventilé. L'air extrait est désodorisé.

La centrifugation des boues permet la séparation liquide/solide sans filtration. Elle consiste à appliquer une force centrifuge (mise en rotation à grande vitesse) sur les particules d'une suspension boueuse pour provoquer leur décantation accélérée. Elle aboutit à l'obtention de deux phases :

- Le sédiment (boue déshydratée),
- Le centrat (liquide surnageant).

Après déshydratation les boues sont reprises dans une trémie et évacuées par un ensemble de convoyeurs à vis vers l'unité de chaulage des boues déshydratées.

Le chaulage par adjonction de chaux vive (CaO) dans une pompe gaveuse-malaxeur-doseur de chaux permet d'atteindre des boues stabilisées et d'augmenter leur siccité pour atteindre 30 %. La chaux vive est stockée dans un silo de 25 m^3.

Les boues déshydratées et chaulées rejoignent des bennes fermées et étanches dans le local de stockage des bennes ventilé. L'air vicié de ce local est traité sur l'unité de désodorisation.

Le plan d'épandage sera actualisé pour se conformer à la production de boues si nécessaire. Si le parcellaire disponible s'avère inférieur au parcellaire théorique nécessaire, des recherches de nouveaux terrains s'effectueront pour intégration au plan d'épandage. Les conditions d'épandages seront à adapter par rapport aux conditions actuelles.

17.1.14. Evacuation des centrats

Les centrats issus de l'atelier de déshydratation rejoignent la bâche de reprise des centrats pour l'alimentation du Phosphogreen ou le nouveau poste toutes eaux.

17.2. Files de traitement des centrats

17.2.1. Récupération et valorisation du phosphore – Procédé Phosphogreen

La plus grande part du phosphore se trouve dans les centrats issus de l'atelier de déshydratation des boues digérées qui sont envoyés gravitairement dans un poste de reprise des centrats situé à proximité du bâtiment technique boues en extérieur. La chute d'eau prévue dans ce poste permet le stripping de l'H_2S et du NH_3.

Afin de se prémunir contre le risque de nuisances olfactives, le poste de reprise des centrats est couvert. Il est raccordé à l'unité de désodorisation du bâtiment boues.

Les eaux rejoignent un bassin tampon de 220 m^3 couvert et raccordé à une unité de désodorisation de type charbon actif dans le local réacteur (commun au bassin tampon amont cleargreen) puis elles sont acheminées vers une unité de traitement visant à récupérer les ions phosphates dissous dans l'eau par précipitation et cristallisation. Il s'agit du procédé phosphogreenTM, un réacteur à lit fluidisé permettant de récupérer le phosphore dans les eaux usées sous forme de struvite, un composé utilisable comme fertilisant ou comme matière première dans l'industrie des engrais.

La précipitation est réalisée avec du chlorure de magnésium injecté à la base de l'ouvrage, en même temps que l'effluent et la recirculation. L'injection d'air au centre de l'ouvrage entraîne le stripping du CO_2, permettant ainsi d'assurer le contrôle du pH. Une injection de soude est également prévue pour l'ajustement éventuel du pH. La struvite ainsi formée, plus lourde, est récupérée en fond d'ouvrage, puis classifiée et stockée.

Les eaux traitées sortent grâce à un déversoir par le haut du réacteur et rejoignent le bassin tampon en amont du cleargreenR.

NB : Le chlorure de magnésium est stocké en cubitainer et la soude est stockée dans une cuve fermée et sécurisée par une rétention intégrée, son dosage s'effectue dans un coffret sécurisé.

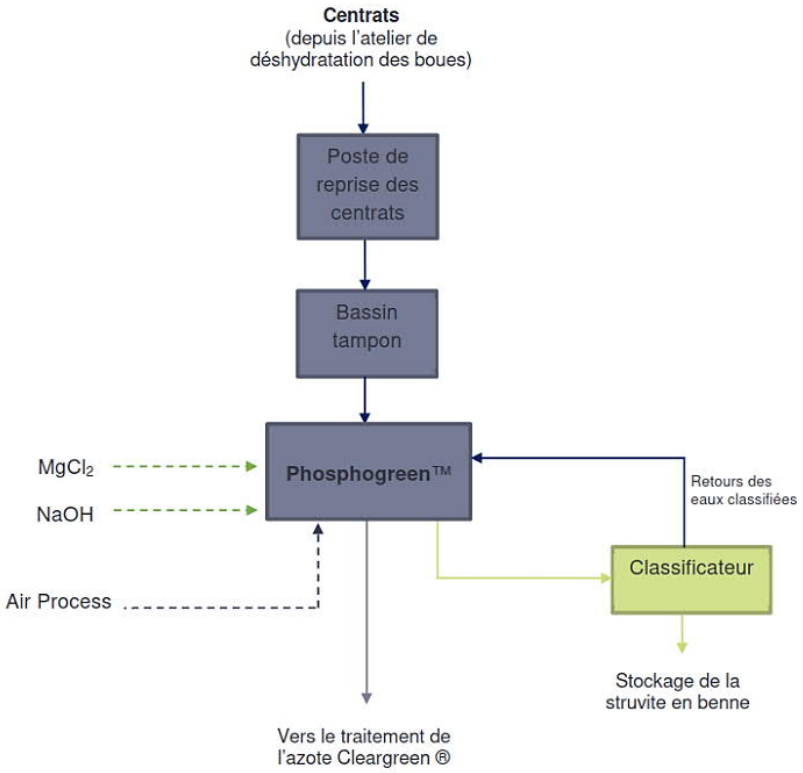


Figure 22 : Schéma du traitement du phosphore sur les centrats

17.2.2. Traitement de l'azote – Procédé Cleargreen

La digestion anaérobie de la biomasse entraîne une augmentation de l'azote sous forme d'ammonium dans les effluents (ou centrats) en sortie de méthaniseur.

Afin d'éviter une surcharge des réacteurs biologiques existants, en sortie du phosphogreen, les centrats sont renvoyés en tête de station dans un bassin de stockage de 39 m^3 puis sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

Le bassin est couvert, ventilé et raccordé à la désodorisation de type charbon actif (commune au bassin tampon amont du phosphogreen).

Le procédé cleargreen permet le traitement de l'ammonium concentré. Il s'agit d'un réacteur à boues activées à hauteur d'eau variable. Le traitement s'effectue en deux étapes :

- La nitrification partielle : l'azote est alors oxydé en nitrite,
- La réaction de dé-ammonification : l'ammonium et les nitrites sont convertis en azote gazeux.

Les boues en excès sont extraites puis envoyées vers le poste de restitution du bassin écrêteur et des centrats.

L'eau traitée rejoint le poste de restitution du bassin écrêteur et des centrats. Ce dernier permet de relever les eaux à destination de l'amont du traitement biologique de la STEP (en amont de l'ouvrage de répartition).

Le poste de restitution est couvert, ventilé et raccordé à la désodorisation de type charbon actif (commune aux bassins tampon amont Phosphogreen™ et amont Cleargreen®).

17.3. File Gaz

17.3.1. Gazomètre

Le biogaz issu de la digestion des boues d'épuration est stocké sur place dans un gazomètre à membrane souple constitué par une membrane élastique de 300 m³ de capacité. C'est un combustible renouvelable neutre pour le climat.

Les caractéristiques du gazomètre sont les suivantes :

- Volume = 300 m³,
- Diamètre = 7.5 m,
- Hauteur = 10 m
- Pression de rupture statique du gazomètre = 15 mbar relatifs
- Pression de service du gazomètre = 0 à 1 mbar relatif
- Température du biogaz = 37°C.

17.3.2. Torchère

La torchère est mise en oeuvre pour brûler l'excès de biogaz.

Elle est équipée d'un dispositif de détection de flammes avec alarme et d'un dispositif de non-retour de flammes.

17.3.3. Canalisation de transport de biogaz/biométhane

Le biogaz issu du gazomètre est dirigé vers la plateforme de traitement de biogaz avant de le réinjecter dans le skid d'injection GRDF.

Les caractéristiques de la canalisation de transport de biogaz sont :

- Canalisation entre le gazomètre et le skid d'épuration du biogaz et la torchère.
  - DN = 50 pour avoir env. 4 m/s
  - Pression = 0 à 1 mbar
  - Canalisation enterrée
  - Longueur = 50 m

- Canalisation de biométhane entre le skid d'épuration de biogaz et le poste de GRDF :
  - DN = 50 pour avoir env. 4 m/s
  - Pression =8 bars
  - Canalisation enterrée
  - Longueur enterrée= 70 m
  - Longueur aérienne : 15 m.

Les tronçons de tuyauterie passant en aérien sont protégés contre le risque de choc mécanique et corrosion et sont dimensionnées pour résister à des surpressions).

17.3.4. Plateforme de traitement du biogaz

Avant son injection dans le poste GRDF, le biogaz passe par l'unité d'épuration où il est traité en plusieurs étapes successives grâce à différentes unités de traitement :

- Sécheur pour éliminer la fraction liquide, le biogaz brut étant saturé en eau ;
- Surpresseur ;
- Filtres à charbon actif pour éliminer les polluants (H_2S, COV, siloxanes).

Le biogaz prétraité est épuré grâce à un système de membranes pour séparer le CO_2 du CH_4. Le biométhane rejoint un poste d'odorisation puis il est dirigé vers le poste d'injection.

17.3.5. Skid d'injection GRDF

Le biométhane issu de la plateforme de traitement sort à une température entre 5 et 35°C.

Il est injecté ensuite, dans le réseau GRDF au niveau du skid d'injection.

La dimension du skid est : 12 m x 3 m.

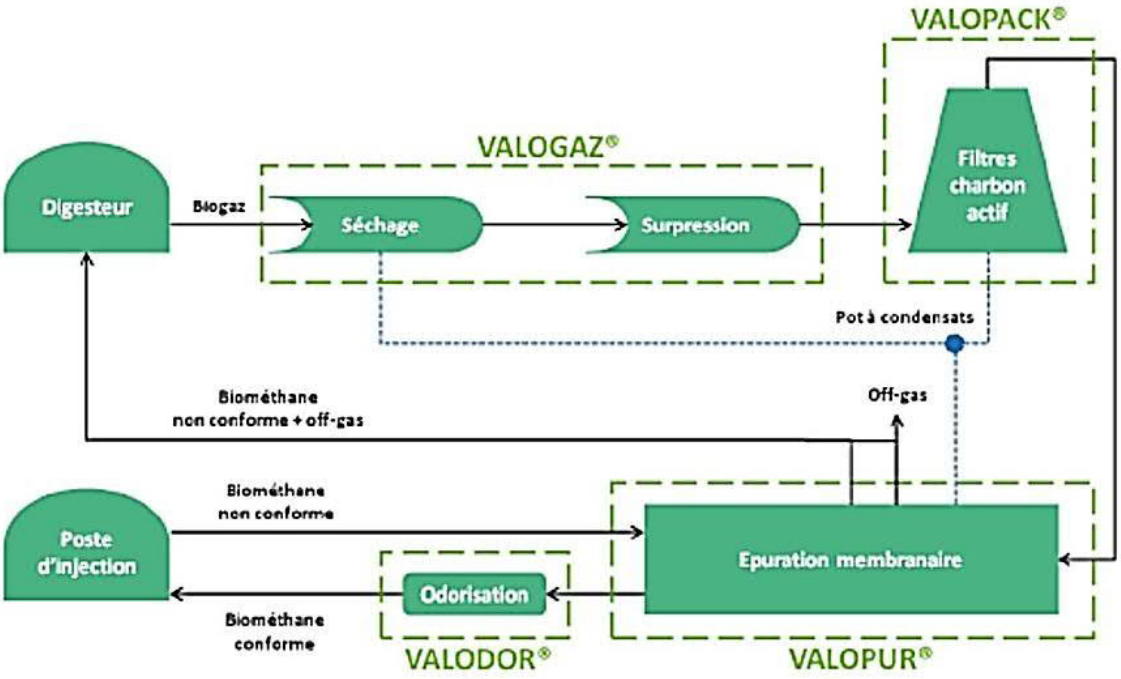


Figure 23 : Schéma du traitement du biogaz

17.4. Filière air (désodorisation)

Les ouvrages en confinement avec dépression sont couverts afin de limiter le volume d'aspiration et la dispersion vers l'extérieur des odeurs. La station existante est équipée d'un dispositif de désodorisation physico-chimique composé de deux tours. Celle-ci fonctionne actuellement sans ajout de réactif. Deux nouvelles tours de désodorisation de type acide-javel/soude seront installées en extérieur. En effet, au vu de l'extension des installations et de la mise en place d'ouvrages supplémentaires à l'origine de nuisances olfactives différentes, les hauteurs de garnissage actuelles ne permettraient pas d'assurer un traitement conforme aux attentes. Les molécules traitées par le système de désodorisation sont essentiellement des composés soufrés et azotés, dont les formules chimiques et les odeurs sont très variables.

La désodorisation par lavage contre-courant AZURAIR® C met en oeuvre une absorption des polluants de l'air suivie de leur réaction chimique en phase liquide, réaction acido-basique pour les tours acide et base, réaction d'oxydoréduction pour les tours Javel. Le liquide, réactif dilué à l'eau, est nommée solution de lavage.

Suivant la nature de l'air à traiter, plusieurs réactifs sont nécessaires pour éliminer les polluants : ils sont alors mis en oeuvre dans des tours en série.

- Le lavage à l'acide sulfurique (H_2SO_4) élimine l'ammoniac (NH_3, odeur très piquante irritante) et les amines (CH_3 - NH_2 pour le methylamine, odeur de poisson),
- Le lavage oxydant à la javel (NaCIO) élimine l'hydrogène sulfuré (H_2S, odeur d'oeuf pourri), les sulfures organiques, les mercaptans (CH_3–SH pour le méthylmercaptan, odeur de choux-ail), mais aussi l'ammoniac (NH_3, odeur très piquante irritante) et les amines (odeurs de poisson),
- Le lavage alcalin à la soude (NaOH) élimine les acides carboxyliques (R – COOH, odeurs piquantes et désagréables), l'hydrogène sulfuré, les mercaptans,
- Le traitement au bisulfite ou thiosulfate traite les résidus chlorés (Cl_2), aldéhydes et cétones.

La partie inférieure de la tour fait office de réservoir de stockage de la solution de lavage.
Les solutions de lavage, qui s'appauvrissent au fur et à mesure de leur utilisation, doivent être renouvelées en eau potable et en réactifs. L'appoint est géré automatiquement en fonction du résultat des analyseurs en continu mis en place sur la boucle de recirculation.
L'apport de réactifs est géré en fonction de mesures physico-chimique (pH et/ou redox).
Le poste de restitution couvert, ainsi que les bassins tampon amont Phosphogreen™ et amont Cleargreen® sont raccordés à une nouvelle unité de désodorisation de type charbon actif dans le local réacteur à côté du phosphogreen. Le débit d'aspiration est de 3 500 m³/h.

18. DESCRIPTION DES UTILITES

18.1. Pompes de transfert

L'extraction des boues s'effectue depuis la bâche amont (bâche à boues à épaissir).

Un débitmètre électromagnétique installé sur la conduite permet de mesurer la quantité de boues pompées.

Il a été prévu dans le cadre de ce projet de mettre en place une pompe spécifique dédiée au by-pass des GDE. Il s'agit du même type de pompes que celles utilisées pour alimenter les appareils d'épaississement. Un maillage et un jeu de vannes sont prévus avec les pompes d'alimentation des grilles d'égouttage permettant d'assurer un secours commun.

18.2. Pompe à chaleur (PAC)

Mise en oeuvre d'une PAC de puissance thermique de 250 kW, permettant le fonctionnement à une température plus élevée (75°C) et adaptations des équipements annexes associés.

Cette pompe à chaleur est dimensionnée pour le chauffage :

- Du digesteur,
- Des centrales de traitement de l'air (CTA) que nous avons prévues dans notre projet.

18.3. Echangeurs – économiseurs

Un double échangeur-économiseur de puissance 90 kW sera mis en place avec les caractéristiques suivantes :

- Mode de fonctionnement : un premier échangeur « boues/eau » puis un second échangeur « eau/boues » d'un débit de 5 m^3/h.
- L'alimentation en boues « chaudes » du double échangeur-économiseur sera effectuée directement depuis le digesteur (1 + 1 pompes à lobes sur variateur de fréquence en coffret extérieur) + hydraulique et robinetterie associée + calorifugeage.
- Le retour des boues « froides » en sortie du double échangeur-économiseur s'effectuera dans la bâche à boues digérées.
- Pompage pour maintien d'un débit de circulation de boues dans l'échangeur côté alimentation (1 + 1 pompes à lobes sur variateur de fréquence en coffret extérieur) + hydraulique et robinetterie associée + calorifugeage.
- Installation des pompes dans des caissons calorifugés, pour protection contre les intempéries.

Cet équipement permet de récupérer la chaleur des boues digérées (donc en sortie de digesteur) afin de réchauffer les boues entrant dans le digesteur.

Il permet ainsi, par cette augmentation de température des boues à digérer, de réduire le gap de température nécessaire à la PAC pour atteindre la température de fonctionnement du digesteur thermophile (55°C).

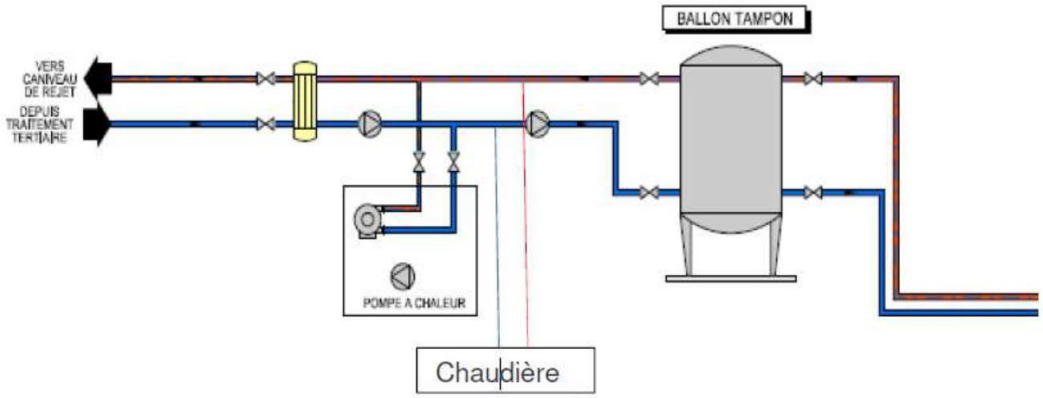
Ceci se traduit par une consommation d'électricité réduite, par rapport à un fonctionnement sans échangeur économiseur.

18.4. Chaudière électrique

Mise en oeuvre d'une chaudière électrique de secours de 150 kW thermique et 1800x1100x600 mm de dimension.

Elle est installée en parallèle de la PAC. Elle maintient en température le digesteur en cas d'arrêt de la PAC.

Le schéma ci-dessous présente le fonctionnement envisagé :



18.5. Traitement de l'air

Un système de désodorisation par charbon actif est mis en place.

18.6. Surpresseur

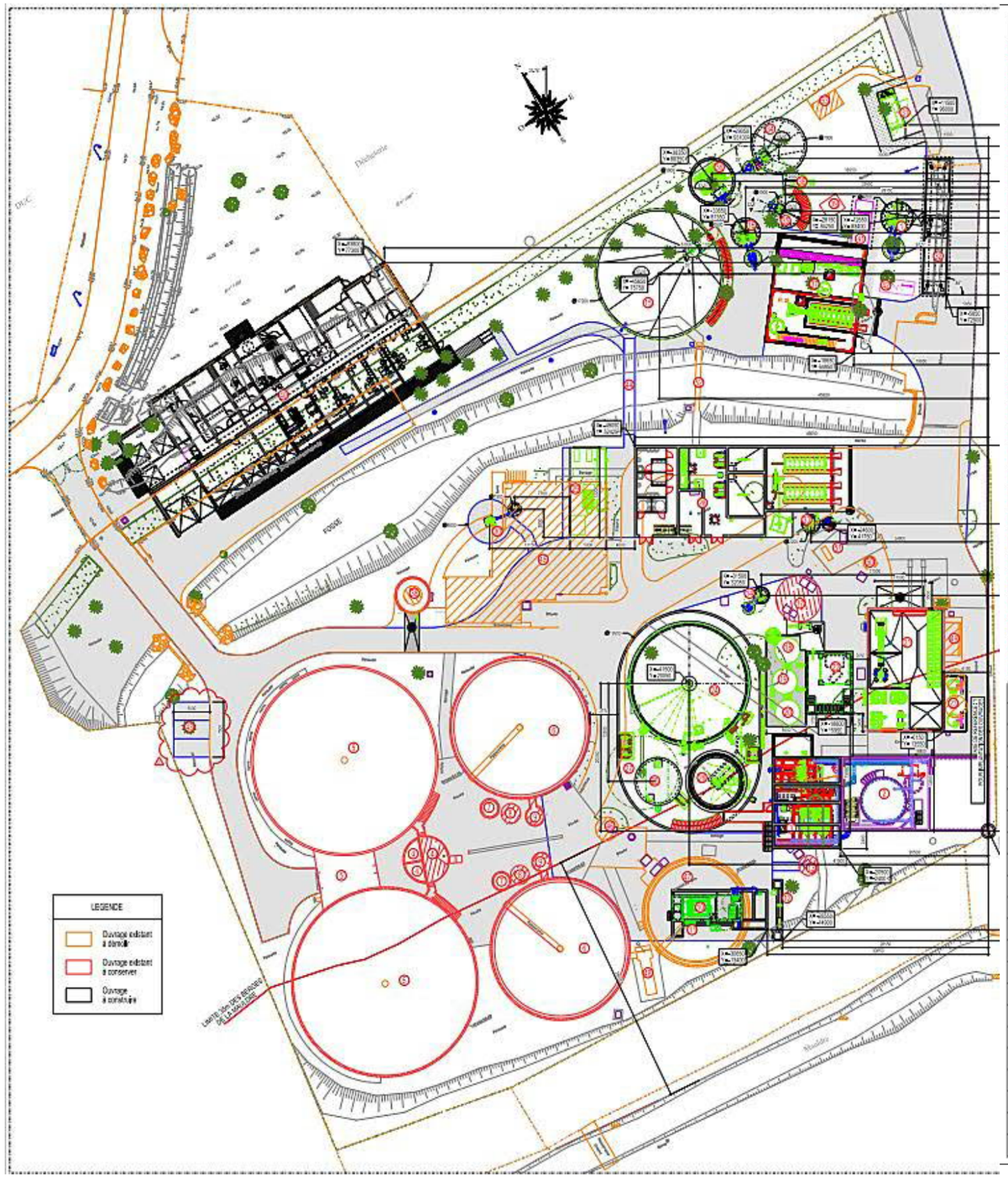
Un troisième surpresseur d'air est rajouté pour l'atelier Cleagreen. Les surpresseurs sont équipés de :

- Capotage d'insonorisation
- Socle avec silencieux à absorption intégré et pieds supports élastiques antivibratoire
- Silencieux filtre d'aspiration
- Clapet antiretour
- Soupape de sécurité
- Manchette souple de raccordement à la nourrice d'air
- Manomètre et indicateur de colmatage.

18.7. Membranes

Des membranes sont mises en ouvres pour le traitement de biogaz avec un débit pouvant atteindre jusqu'à 107 Nm^3/h de biogaz sec.

Le plan des installations est donné dans la figure suivante :



NOMENCLATURE	
1	Nouveau poste de relevage
2	Bâtiment des prétraitements existant
3	Extension du bâtiment des prétraitements
4	Ouvrage de répartition / Zones de biosorption existantes
5	Réacteurs biologiques et local surpresseurs existants
6	Clarificateurs existants
7	Dégazages existants
8	Fosses à flottants existants
9	Puits à boues existants
10	Traitement tertiaire
11	Caniveau de rejet
12	Caniveau de by-pass
13	Poste toutes eaux existant
14	Nouveau poste toutes eaux
15	Bassin écrêteur
16	Bâche de restitution
17	Fosse à matières de vidange existante
18	Cuve de réception des boues externes
19	Cuve de réception de graisses externes
20	Cuve de mélange des co-intrants
21	Bâtiment technique co-intrants
22	Trémie de réception des boues pâteuses
23	Désodorisation physico-chimique
24	Digesteur
25	Bâche à boues digérées
26	Gazomètre
27	Zone de rétention
28	Bâtiment technique boues et locaux d'exploitation
29	Plateforme de traitement du biogaz
30	Torchère
31	Poste d'injection GrDF
32	Pont bascule
33	Bâche de reprise des centrats
34	Bassin tampon amont Phosphogreen
35	Bassin tampon amont Cleargreen
36	Cleargreen
37	Bâtiment technique phosphogreen
38	Skid charbon actif désodorisation
39	Forage existant conservé
40	Bâtiment tertiaire du syndicat
41	Nouveau transformateur
42	Groupe électrogène
43	Stationnement STEP
44	Nouvelle passerelle
45	Bâtiment d'exploitation existant à démolir
46	Poste d'extraction des boues existant à démolir
47	Bassin d'orage existant à démolir
48	Caniveau de rejet existant à démolir
49	Local chaux existant à démolir
50	Poste de relevage existant existant à démolir
51	Poste de dépotage des matières de vidange existant à démolir
52	Passerelle existante à démolir

Figure 24 : Plan d'implantation du site

PARTIE 4. IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

19. INTRODUCTION

Généralement, les risques liés aux produits et à l'exploitation industrielle sont les suivants :

- Incendie ;
- Explosion ;
- Pollution accidentelle ;
- Dispersion d'aérosols, vapeurs et fumées toxiques.

Les utilités ainsi que les procédés mis en oeuvre sur le site peuvent également être sources de dangers potentiels.

L'identification des potentiels de dangers est la première étape de l'analyse des risques et servira plus loin dans cette étude pour l'APR (Analyse Préliminaire des Risques).

Remarque : afin d'être le plus exhaustif possible, nous avons listé les potentiels de dangers liés :

- Aux produits ;
- Aux incompatibilités entre produits et matériaux ;
- Aux procédés ;
- Aux installations annexes et perte d'utilité.

Un même risque peut donc être identifié dans plusieurs paragraphes.

20. RECENSEMENT DES PRODUITS ET DE LEURS DANGERS

L'exploitation des données sur les produits est une source de renseignements très riche sur la nature des dangers que peut représenter une installation.

On s'appuie pour cette analyse sur la liste des différents produits susceptibles d'être présents dans les installations, sur les Fiches de Données de Sécurité (FDS) de ces produits et sur les tableaux des incompatibilités entre produits et avec les matériaux utilisés sur site. Les FDS sont disponibles sur le site. Voir annexe 1.

Les FDS récapitulent les informations de base nécessaires à leur utilisation, sur le plan de la sécurité notamment :

- Les caractéristiques physiques et chimiques des produits ;
- Les risques d'incendie ou d'explosion présentés par ces produits ;
- Les phrases de risques normalisées, définies en fonction de leurs caractéristiques, ainsi que les phrases de sécurité normalisées correspondantes.

Tableau de synthèse des propriétés de produits :

Le règlement CLP sur la classification, l'étiquetage et l'empaquetage des substances et des mélanges est entré en vigueur le 20 janvier 2009. Ce règlement aligne l'ancienne législation de l'UE sur la classification, l'étiquetage et l'empaquetage des substances chimiques avec celle du SGH (le Système Global Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques).

Les caractéristiques des produits présents sur le site et pouvant présenter un potentiel de dangers significatif sont repris dans le tableau ci-dessous, suivant le règlement CLP avec les nouveaux pictogrammes lorsque ces informations sont disponibles et les phrases H et P.

Les produits de laboratoires et utilisés à l'atelier mécanique ne sont pas recensés car il s'agit de produits en faible quantité.

Produit	Point éclair	TAI	LIE (%)	LSE (%)	n°CAS	État	Stockage	Quantité stockée	Pictogrammes	Phrases H	Principales caractéristiques du danger
Biogaz/bio méthane	-82°C	595°C	4,9	15,9	74-82-8	Gaz	-	-		**H220 -** Gaz extrêmement inflammable **H280 –** Contient un gaz sous pression, peut exploser sous l'effet de la chaleur	Inflammable
Boues amont et aval digesteur	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	Liquide visqueux	Cuve	50 m³	sans objet	sans objet	Pollution Dégagement de biogaz (dont H_2S et CH_4) en cas de stockage de longue durée
Boues amont digesteur	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	Solide	Cuve	50 m³	sans objet	sans objet	Pollution Dégagement de biogaz (dont H_2S et CH_4) en cas de stockage de longue durée
Digestats	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	Liquide	/	/	sans objet	sans objet	Pollution Dégagement de biogaz (dont H_2S et CH_4) en cas de stockage de longue durée

Produit	Point éclair	TAI	LIE (%)	LSE (%)	n°CAS	État	Stockage	Quantité stockée	Pictogrammes	Phrases H	Principales caractéristiques du danger
Hydrogène sulfuré	Non applicable	260°C	4	44	7783-06-4	Gaz	/	/		**H220:** Gaz extrêmement inflammable. **H280:** Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur. **H330:** Mortel par inhalation. **H335:** Peut irriter les voies respiratoires. **H400:** Très toxique pour les organismes aquatiques.	Toxique
Javel	Non applicable	Non applicable	Non applicable	Non	7681-52-9	Liquide	Cuve	4,2 t		**H290 :** Peut-être corrosif pour les métaux. **H314 :** Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves**.** **H335 :** Peut irriter les voies respiratoires. **H400 :** Très toxique pour les organismes aquatiques.	/

Produit	Point éclair	TAI	LIE (%)	LSE (%)	n°CAS	État	Stockage	Quantité stockée	Pictogrammes	Phrases H	Principales caractéristiques du danger
Acide sulfurique	Non applicable		Non applicable	Non applicable		Liquide	Cuve	/		**H314 :** Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves. **H335 :** Peut irriter les voies respiratoires. **EUH014 :** Réagit violemment au contact de l'eau	Corrosif
Soude 30,5%	Non applicable		Non applicable	Non applicable	1310-73-2	Liquide	Cuve	4,7 t		**H290 :** Peut-être corrosif pour les métaux. **H314 :** Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves	Corrosif
Charbon actif	Non applicable		Non applicable	Non applicable		Solide	Silo	25 m^3	/	**/**	Explosif ST1
Chaux vive	Non applicable		Non applicable	Non applicable		Solide	Cuve	/		**H315 :** Provoque une irritation cutanée **H318 :** Provoque des lésions oculaires graves. **H335 :** Peut irriter les voies respiratoires.	

Produit	Point éclair	TAI	LIE (%)	LSE (%)	n°CAS	État	Stockage	Quantité stockée	Pictogrammes	Phrases H	Principales caractéristiques du danger
Chlorure de fer	Aucune donnée disponible		Aucune donnée disponible	Aucune donnée disponible		Liquide	/	/		**H290 :** Peut-être corrosif pour les métaux **H302 :** Nocif en cas d'ingestion **H315 :** Provoque une irritation cutanée **H317 :** Peut provoquer une allergie cutanée **H318 :** Provoque des lésions occulaires graves	
Flopam EM 640 HIB	Aucune donnée disponible		Aucune donnée disponible	Aucune donnée disponible		Liquide visqueux	/	/	/	**/**	/
Flopam EM 440 HIB	Aucune donnée disponible		Aucune donnée disponible	Aucune donnée disponible		Liquide visqueux	/	/	/	**/**	/

Tableau 5 - Synthèse des propriétés des produits

Les potentiels de dangers liés aux produits montrent que les principaux évènements redoutés susceptibles de survenir dans l'unité sont : **l'incendie, explosion et pollution/toxicité**.

Les sources de ces évènements redoutés sont nombreuses car la majorité des produits présents sur le site sont soit inflammables soit combustibles

21. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PRODUITS

L'identification des potentiels de dangers des produits a été réalisée sur la base des caractéristiques des produits listés dans le tableau de synthèse qui possèdent des dangers pour la santé (toxicité aiguë) et/ou danger physique (inflammable, incendie, explosion, etc.).
De plus, des boues pâteuses externes sont réceptionnées dans une trémie de réception de 30 m^3.

21.1. Produits intrants

Les intrants externes de type liquide (graisses d'assainissement et boues liquides externes) seront dépotés directement vers deux cuves de réception de 50 m^3 unitaire, soit un volume total de 100 m^3.

Les produits intermédiaires sont les boues épaissies issus d'un procédé sur table d'égouttage pour les boues primaires et tertiaires, et sur tambours d'épaississement pour les boues biologiques. Elles sont stockées dans une bâche à boue épaissie avant l'étape de digestion. Les risques associés sont les suivants :

- Pollution
- Dégagement de biogaz (dont H_2S et CH_4) en cas de stockage de longue durée.

Les scénarios pouvant être rencontrés sur ces installations sont :

- **Epandage** du contenu des bâches / cuve suite à un défaut d'étanchéité ou à un sur-remplissage des bâches / cuves.
- **Explosion confinée** d'une poche de gaz de fermentation (biogaz) liée à la formation d'ATEX (phénomène de VCE) ;
- **Dispersion toxique** du gaz de fermentation (biogaz) contenant de l'H_2S.

Les phénomènes dangereux induits par le stockage des intrants et les boues épaissies sont l'explosion confinée et la dispersion toxique et sont retenus dans la suite de l'étude.

21.2. Produits intermédiaires

La digestion des boues est réalisée dans un digesteur de capacité de 2011 m^3. Les boues de digestion sont stockées dans la bâche à boues digérées.
Les digestats sont ensuite envoyés vers l'atelier de déshydratation par filtre presse.

Produits	Condition de stockage	Dangers
Digestats	Bâches à boue digérées	Pollution Dégagement de biogaz (dont H_2S et CH_4) en cas de stockage de longue durée
Jus de déshydratation	Bâche tampon	Pollution
Boues déshydratées	Silos de stockage	Aucun

Tableau 6 : Produits intermédiaires

Les phénomènes dangereux induits par le stockage de digestats sont l'explosion confinée, la dispersion toxique, et la pollution par épandage. Le potentiel de dangers lié au stockage de digestats est retenu dans la suite de l'étude.

21.3. Gaz inflammables/toxiques

Le biogaz issu de la digestion des boues est stocké dans un gazomètre de 300 m^3.

Le biogaz contient essentiellement du méthane (entre 50% et 60% mol. de CH_4) et du dioxyde de carbone (entre 40 et 50% mol. de CO_2). Il comprend également des gaz toxiques (H_2S et NH_3) dont les concentrations sont détaillées ci-après.

Le biogaz est traité par un procédé à adsorption. Ce procédé génère le biométhane (contenant plus de 97% mol. de CH_4), prêt à être injecté dans le réseau, ainsi que du gaz pauvre (contenant entre 5% et 10% mol. de CH_4) brûlé en torchère.

Produits	Condition de stockage	Dangers
Biogaz	Gazomètre de 300 m^3	Inflammable Toxique
Gaz pauvre	Pas de stockage : brûlé en torchère	Inflammable
Biométhane	Pas de stockage : injection directe dans le réseau GRDF ou combustion à la torchère (en cas d'excès)	Inflammable

Tableau 7 : Listes des gaz inflammables / toxiques

21.3.1. Biogaz

Le biogaz contient des gaz inflammables et/ou toxiques. La production et la valorisation du biogaz sont donc des potentiels de dangers à l'origine des risques suivants :

- **Incendie / explosion** d'un mélange méthane / air, le mélange étant dangereux lorsque la concentration de méthane dans l'air se situe entre 5% et 15% en volume ;
- **Dispersion toxique** inhérente à la présence d'hydrogène sulfuré et de dioxyde de carbone. Ces gaz plus lourds que l'air s'accumulant naturellement en partie basse des installations et de toutes autres constructions environnantes (cuves, puits, réservoirs, fosses, caves…).

Le biogaz sera produit par la digestion anaérobie des boues dans le digesteur.

La composition du biogaz issu du digesteur de la STEP de Villiers Saint Frédéric est donnée dans le tableau suivant :

Composition du biogaz	Teneur en %Vol
CH_4	50% à 65%
CO_2	33% à 37%
O_2 (1)	0.19% à 0.28%
N_2 (1)	0.94% à 1.20%
H_2S (PPM)	90 à 1500
COV (MG/NM3)	400 à 600 mg/Nm³
SILOXANES (MG/NM3)	0,68 à 2,20

Tableau 8 : Composition du biogaz (source : NALDEO)

Les proportions de chaque composant vont modifier les risques associés, en effet la proportion de CH_4/CO_2 dans le mélange modifie les LIE / LSE du mélange. La LIE diminue tandis que la LSE augmente quand le taux de CH_4 augmente.

Le taux d'humidité a aussi une incidence sur l'explosivité du biogaz. En effet une augmentation du taux d'humidité augmentera la LIE et diminuera la LSE.

Les principaux risques liés au biogaz sont l'incendie, le feu torche, l'explosion confinée (VCE), l'explosion non confinée (UVCE et flash fire) et la dispersion toxique.

21.3.2. Biométhane

Le biométhane est composé d'éléments suivants :

Caractéristique	Spécification
Pouvoir Calorifique Supérieur (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar)	Pour une injection en zone de Gaz H : 10,7 à 12,8 kWh/m³(n) (combustion 25°C : 10,67 à 12,77) Pour une injection en zone de Gaz B : 9,5 à 10,5 kWh/m³(n) (combustion 25°C : 9,48 à 10,47)
Indice de Wobbe (conditions de combustion 0 °C et 1,01325 bar)	Gaz H : 13,64 à 15,70 kWh/m³(n) (combustion 25°C : 13,6 à 15,66) Gaz B : 12,01 à 13,06 kWh/m³(n) (combustion 25°C : 11,97 à 12,97)
Densité	Comprise entre 0,555 et 0,70
Point de rosée eau	Inférieur à -5°C à la Pression Maximale de Service du réseau en aval du Raccordement
Point de rosée hydrocarbures	Inférieur à -2°C de 1 à 70 bar
Teneur en soufre total	Inférieure à 30 mgS/m³(n)
Teneur en soufre mercaptique	Inférieure à 6 mgS/m³(n)
Teneur en soufre de H_2S + COS	Inférieure à 5 mgS/m³(n)

Caractéristique	Spécification
Teneur en CO_2	Inférieure à 3,5% (molaire) pour une injection en zone de Gaz H Inférieure à 11,7% (molaire) pour une injection en zone de Gaz B
Teneur en Tétrahydrothiophène (produit odorisant THT)	Comprise entre 15 et 40 mg/m³(n)
Teneur en O_2	Inférieure à 0.7% (molaire) pour une injection en zone de Gaz H Inférieure à 3% (molaire) pour une injection en zone de Gaz B
Impuretés	Gaz pouvant être transporté, stocké et commercialisé sans subir de traitement supplémentaire
Hg	Inférieur à 1 µg/m³(n)
Cl	Inférieur à 1 mg/m³(n)
F	Inférieur à 10 mg/m³(n)
H_2	Inférieur à 6 %
NH_3	Inférieur à 3 mg/m³(n)
CO	Inférieur à 2 %
Température du biométhane	Inférieure ou égale à 35°C et supérieure à 5 °C

Tableau 9 : Composition du biométhane (source : NALDEO)

Le biométhane est essentiellement caractérisé par une concentration volumique supérieure à 97% de méthane.

Il possède donc des caractéristiques d'inflammabilité plus pénalisantes que le biogaz, proche du méthane.

Les principaux risques liés au biométhane sont l'incendie, le feu torche, l'explosion confinée (VCE), l'explosion non confinée (UVCE et flash fire).

21.4. Produits chimiques de traitement de l'air, biogaz et boues

Dans le cadre de ses activités actuelles de traitement des boues, des eaux, de l'air et biogaz, le site utilise plusieurs produits chimiques (acide, chlorure ferrique, soude, anti-mousse, produits nettoyants, polymères, chaux vive ...). Le projet visé par ce dossier n'augmente pas les quantités de stockées.

Etant donné que leurs quantités restent inférieures aux limites de classement ICPE, les produits chimiques de traitement des boues et des eaux ne sont pas considérés dans les potentiels de dangers du site. Uniquement un risque sur les opérateurs peut se présenter.

22. IDENTIFICATION DES INCOMPATIBILITES ENTRE PRODUITS ET MATERIAUX

Les incompatibilités entre produits et matériaux susceptibles d'être observées lors des différentes phases du process permettent d'identifier les mesures mises en oeuvre sur le site pour s'en prémunir. Il s'agit de recenser les procédures, les bonnes pratiques, les recommandations spécifiques ou les équipements qui permettront de réduire le risque face aux dangers des produits.

Produit	Réactivité	Incompatible avec
Javel	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Acide sulfurique	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Soude	Action corrosive sur de nombreux métaux : zinc, cuivre, aluminium, plomb et leurs alliages. A hautes températures et par corrosion des métaux possibilité de formation d'hydrogène inflammable et explosible.	Métaux
Charbon actif	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Chaux vive	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Chlorure de fer	Corrosif. Au contact des métaux, libère de l'hydrogène gazeux qui peut former avec l'air des mélanges explosifs.	Pas d'incompatibilités signalées sur le site

Tableau 10 : Incompatibilités produit – matériau

Les conditions de stockage des différents produits mis en oeuvre sur le site n'engendreront pas d'incompatibilités avec les matériaux mis en oeuvre.

Afin de sécuriser le stockage des produits chimiques, les produits peuvent être stockés et rangés séparément en tenant compte des incompatibilités. Il n'y a pas de clair consensus sur le nombre de groupes « incompatibles ».

23. INCOMPATIBILITES PRODUITS-PRODUITS

Le danger associé aux mélanges incompatibles revient essentiellement de réactions entre acides et bases ou avec l'eau, ces réactions pouvant être exothermiques voire violentes engendrant des risques de brûlures pour les opérateurs en cas d'erreur de manipulation, et dégageant des gaz toxiques.

Les conditions de stockages des produits chimiques intervenant dans le site ainsi que les procédures de dépotage permettront de conclure que les risques de mélanges incompatibles peuvent être considérés comme faibles.

Des règles de stockage visent à isoler les produits dangereux incompatibles. L'analyse des Fiches de Données de Sécurité nous indique les incompatibilités entre produits chimiques.

Il est d'usage d'utiliser la grille ci-dessous pour informer le personnel du risque et éviter que certains produits incompatibles soient stockés à proximité les uns des autres.

	O	X	X	X	X	X	X	+	X
	X	+	X	X	X	X	X	+	X
	X	X	+	O	X	X	X	X	X
	X	X	O	+	O	X	X	X	X
	X	X	X	O	O	O	O	O	O
	X	X	X	X	O	+	+	+	+
	X	X	X	X	O	+	+	+	+
	+	+	X	X	O	+	+	+	+
	X	X	X	X	O	+	+	+	+

Tableau 11 : Synthèse des incompatibilités (Source : INRS)

+ : stockage compatible
X : stockage incompatible
O : stockage compatible sous certaines conditions

Produit	Réactivité	Incompatible avec
Javel	NaOCl réagit avec l'ammoniac NH_3 et avec d'autres composés azotés pour former des chloramines (NH2Cl, NHCl2, NCl_3). NaOCl forme du dichlore Cl_2 avec les acides (HCl, H_2SO_4...)	Acide sulfurique
Acide sulfurique	Très réactifs avec les oxydants et bases fortes	Soude
Soude	Réactions exothermiques violentes avec l'eau et les acides. Réactions vives avec l'aldéhyde acétique, acroléine, acrylonitrile et anhydride maléique.	Acide sulfurique
Charbon actif	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Chaux vive	/	Pas d'incompatibilités signalées sur le site
Chlorure de fer	Réagit violemment avec les bases	Soude

Tableau 12 : Incompatibilités produit – produit

Les acides doivent être stockés séparément des bases. Parmi les acides, l'acide sulfurique doit être isolé autant que possible des autres produits « soude » (possibilité de formation du dichlore Cl_2 en cas de mélange de la javel).

Les « toxiques / irritants / nocifs » liquides sont stockés séparément des solides. Les oxydants sont séparés des réducteurs (danger d'explosion).

Les produits combustibles et les produits oxydants peuvent réagir violemment avec inflammation et/ou dégagement de gaz toxique (chlore).

24. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX EQUIPEMENTS ET PROCEDES

La nature des risques présentés par ce type d'installation résulte directement du potentiel de dangers des produits mis en jeu, des quantités présentes et de la nature des opérations effectuées.

Ces risques sont l'incendie, l'explosion, la pollution de l'eau ou des sols en cas d'épandage, la pollution atmosphérique en cas de rejet de substances gazeuses ou volatiles, les réactions dangereuses entre produits.

24.1. Broyeur dilacérateur

Le broyeur et dilacérateur sont utilisés pour les boues extérieures. Le temps de séjour dans le ces équipements est relativement cours. En dehors des risques pour le personnel liés à l'utilisation de ce type de machine, il existe un risque d'épandage du contenu suite à une perte de confinement.

Le potentiel de dangers lié à ce genre d'équipement est l'épandage et dispersion toxique.

24.2. Stockages de boues

Les bâches stockent les boues fraiches (primaires, tertiaires, biologiques) et les boues épaissies.

Les phénomènes dangereux pouvant être rencontrés sur ce type d'installations sont les suivants :

- Explosion de poches de gaz de fermentation liée à une formation ATEX (VCE) ;
- Dispersion toxique en raison d'une incompatibilité chimique entre les produits ;
- Épandage du contenu de la cuve suite à un défaut d'étanchéité ou un sur remplissage de la cuve.

Le potentiel de dangers lié au stockage de boues (amont ou aval du digesteur) peut conduire à des risques d'explosion, dispersion toxique et l'épandage.

24.3. Tables d'égouttage et équipements d'épaississement

Les boues primaires et tertiaires sont épaissies sur des tables d'égouttage. Le procédé utilise un polymère injecté en ligne. L'air vicié extrait est envoyé vers la désodorisation.

Compte tenu des concentrations en CH_4 dans l'air vicié, il ne présente pas de risque d'explosion. Les boues biologiques sont épaissies au niveau des équipements d'épaississement.

Le potentiel de dangers lié à la table d'égouttage et l'épaississement des boues peut conduire à l'épandage.

24.4. Digesteurs de la méthanisation

Les digesteurs permettent la production de biogaz à partir des boues épaissies par méthanisation. Les digesteurs sont des réacteurs chauffés munis d'agitateurs. Une unité permettant d'accueillir 2011 m^3 de boue est mise en place sur le site. Les phénomènes dangereux pouvant être rencontrés sur ce type d'installation sont :

- Explosion confinée d'un mélange biogaz/air suite une entrée d'air (VCE) ;
- Explosion non confinée d'un mélange biogaz/air suite à une perte de confinement (UVCE) ; •

Dispersion d'un nuage toxique de biogaz suite à une perte de confinement.

Le potentiel de danger est lié à une rupture de capacité ou de tuyauterie et au biogaz.

Il existera un risque explosion au niveau de l'unité de méthanisation ainsi qu'un risque d'éclatement de la capacité.

24.5. Gazomètre

Le biogaz produit par les digesteurs est stocké dans des gazomètres. Le site possède un gazomètre de 300 m^3. Cet équipement peut être à l'origine de plusieurs phénomènes dangereux :

- Explosion confinée d'un mélange biogaz/air suite à une entrée d'air (VCE) ;
- Explosion non confinée d'un mélange biogaz/air suite à une perte de confinement du stockage (UVCE)
- Dispersion d'un nuage toxique suite à une perte de confinement.

Les phénomènes dangereux induits par les gazomètres sont l'explosion confinée, l'explosion non confinée et la dispersion toxique.

24.6. Torchère

Les torchères permettent la combustion de gaz avant rejet à l'atmosphère. Le feu torche n'est pas considéré comme un phénomène dangereux puisqu'il s'agit du fonctionnement normal de l'installation. Les potentiels de dangers liés à cet équipement sont les suivants :

- Explosion non confinée d'un mélange biogaz/air suite à une absence de flamme ;
- Dispersion d'un nuage toxique suite à une absence de flamme.

Les phénomènes dangereux induits par la torchère sont l'explosion non confinée et la dispersion d'un nuage toxique. Le potentiel de dangers lié à la torchère est pris en compte dans la suite de l'étude.

24.7. Plateforme de traitement

Pour pouvoir être injecté dans le réseau de gaz naturel, le gaz doit répondre aux spécifications techniques des opérateurs de réseau de gaz naturel (distribution et/ou transport). Il doit donc subir une épuration poussée, qui porte sa teneur en méthane à 97 % et permet d'éliminer tous les éléments indésirables susceptibles de porter atteinte à l'intégrité du réseau de gaz (eau, hydrogène sulfuré et oxygène principalement). Le gaz carbonique séparé du méthane est recueilli dans un gaz dit « pauvre », dont la teneur en méthane est faible (< 20 %).

C'est ainsi que le biogaz passe par l'unité de traitement de biogaz.

La purification comprend une étape de déshumidification par refroidissement et d'épuration sur filtres à charbon actif.

L'épuration consiste à fixer les molécules de gaz sur des supports (filtre membranaire) à une certaine pression (variant de 4 à 7 bar abs).

Les phénomènes dangereux induits par le traitement du biogaz sont l'explosion confinée (dans le local), l'incendie des filtres à charbon actif. Le potentiel de dangers lié au traitement du biogaz est pris en compte dans la suite de l'étude.

24.8. Surpresseur

Le potentiel de danger de cet équipement est l'explosion non confiné d'un mélange biogaz/air (UVCE) suite à une perte de confinement de biogaz, ou la dispersion du nuage de gaz sans inflammation contenant de l'H_2S (toxique).

Le phénomène dangereux induit par les surpresseurs est l'explosion non confinée et la dispersion toxique. Le potentiel de dangers lié au surpresseur est pris en compte dans la suite de l'étude.

24.9. Centrifugeuse

La centrifugeuse permet de séparer la partie solide de la partie liquide des digestats. Il existe un risque de pollution suite à une perte de confinement de la centrifugeuse.

Le potentiel de dangers lié à la centrifugeuse est l'épandage.

24.10. Canalisation de transport de biogaz et biométhane

Le transport de biogaz et biométhane est réalisé par des canalisations en INOX enterrées et aériennes. Ce transport peut être à l'origine de plusieurs phénomènes dangereux.

Les potentiels de dangers liés à ces équipements sont les suivants :

- Explosion non confinée d'un mélange gaz/air suite à une perte de confinement
- Jet enflammé suite à une perte de confinement ;
- Dispersion d'un nuage toxique suite à une perte de confinement.

Les phénomènes dangereux induits par les canalisations de biogaz et biométhane sont l'explosion non confinée, le jet enflammé et la dispersion toxique.

24.11. Skid d'injection

Le biométhane issu de la plateforme de traitement sort à une température entre 5 et 35°C.
La dimension du skid en conteneur est : 12m x 3 m.

Les phénomènes dangereux induits par skid d'injection sont l'explosion confinée, le jet enflammé et la dispersion toxique suite à une perte de confinement de l'alimentation en biométhane du skid d'injection. Le skid d'injection appartient au réseau GRDF, donc hors scope de la présente étude.

25. POTENTIELS DE DANGERS LIES AUX PERTES D'UTILITES

25.1. Perte d'électricité

En cas de perte de l'électricité (défaillance du réseau EDF…), l'ensemble des équipements fonctionnant à l'électricité seront à l'arrêt ou mis en position de repli :

- Pompe,
- Ventilateurs ;
- Chaines de sécurité ;
- Etc.

Le site sera équipé d'un groupe électrogène de secours. Celui-ci démarrera automatiquement sur manque de tension et permettra d'assurer l'arrêt en sécurité des installations en cas de coupure du réseau électrique.

Le bon fonctionnement du groupe sera vérifié en charge mensuellement.

25.2. Perte d'air comprimé

La perte d'air induit la perte d'exploitation du bassin d'aération. Donc, diminution de l'approvisionnement du digesteur par les boues décantées.

25.3. Perte de la chaudière électrique ou pompe à chaleur

En cas de perte de la pompe à chaleur, la chaudière assurera le chauffage du digesteur. Cependant, en cas de perte des deux équipements, le chauffage des boues à l'entrée du digesteur ainsi que le chauffage des installations de traitement de l'air ne sont plus assurés.

25.4. Perte de l'économiseur-échangeur

L'économiseur-échangeur permet de récupérer la chaleur des boues à l'extérieur du digesteur pour réchauffer les boues à l'entrée du digesteur. En cas de perte de ces équipements, cette fonction n'est plus assurée ce qui peut induire à une consommation électrique plus importante pour le chauffage des boues.

26. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

Ce paragraphe a pour but de démontrer que toutes les mesures (techniquement et économiquement acceptables) ont été prises pour réduire à la source les potentiels de dangers identifiés dans les paragraphes précédents.

La démarche adoptée pour cette étude de réduction des potentiels de dangers à la source est celle dite de la sécurité inhérente, s'attachant aux quatre principes suivants :

- **Principe de minimisation** : Réduire au minimum les inventaires de produits dangereux ;
- **Principe de substitution** : Substituer, si possible, les produits dangereux par des produits moins dangereux, dans la limite de l'économiquement et technologiquement acceptable (en termes de coût de mise en oeuvre et de rendement des opérations) ;
- **Principe de modération** : Mettre en oeuvre des conditions opératoires les plus modérées possibles afin de réduire les possibilités de dérive ;
- **Principe de simplification** : Mettre en oeuvre un procédé le plus simple et ergonomique possible, éviter les équipements superflus et procédures trop complexes, de manière à éviter l'occurrence de structures trop complexes et susceptibles d'être mal utilisées.

Les dispositions générales adoptées en conséquence sont résumées dans les paragraphes ci-après.

26.1. Dispositions générales

Des dispositions générales mises en place peuvent être synthétisées comme suit :

- Les travaux produisant des points chauds sont obligatoirement soumis à un permis de feu ;
- Les équipements sensibles sont disposés sur rétention ;
- Des détections de niveau et de gaz adaptées au procédé sont mises en place ;
- Un suivi par caméras de surveillance sur tout le site ;
- Les produits chimiques incompatibles sont stockés et utilisés séparément ;
- Les canalisations de gaz sont INOX et enterrées. Les canalisations aériennes sont protégées contre les chocs.

26.2. Minimisation des quantités de produit

Les quantités de produits stockées (biogaz) sont limitées aux besoins de la production.

26.3. Substitution des produits dangereux mis en oeuvre

Les produits générés par le projet ne peuvent être remplacés. Par définition, cette unité est faite pour produire du biogaz afin de générer, à partir de déchets, de l'énergie thermique (pour chauffage du digesteur) et du biométhane pour l'injection dans le réseau GRDF. Le charbon actif est utilisé afin de réduire la présence du sulfure d'hydrogène (produit toxique) dans le biogaz.

26.4. Modération des conditions opératoires

Les principales mesures prises sur le site pour réduire les dangers à la source sont :

- optimisation des volumes (digesteur, gazomètre) ;
- présence de recoupement (murs séparatifs) pour séparer les dangers et limiter les volumes des locaux.

26.5. Simplification du procédé

Le procédé employé est classiquement utilisé pour ce type d'installation.

26.6. Mesures de réduction des sources d'inflammation

26.6.1. Point chaud

Les travaux par point chaud réalisés occasionnellement sur le site font l'objet de la délivrance d'un permis de feu. Il est complété par le plan de prévention pour les interventions des entreprises extérieures. Avant chaque travail par point chaud, l'opérateur vérifie l'existence de moyens d'intervention à proximité (extincteurs...) ou il les amène à proximité du poste de travail. Une surveillance après travaux est réalisée.

26.6.2. Matériel ATEX

La définition des zones susceptibles de présenter une atmosphère explosible sera réalisée.

Les emplacements dangereux seront classés en zones, d'après la fréquence et la durée de la présence d'une atmosphère explosive gazeuse, comme suit :

- Zone 0 : emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, ou pendant de longues périodes ou encore fréquemment ;
- Zone 1 : emplacement dans lequel il est probable qu'une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard, apparaîtra occasionnellement en fonctionnement normal ;
- Zone 2 : emplacement dans lequel il n'est pas probable qu'une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard apparaisse en fonctionnement normal mais où, si elle apparaît, il est probable qu'elle persistera seulement pour une courte période.

Dans ces zones, les matériels électriques installés seront soit compatibles avec une telle utilisation, soit choisis de façon à ne pas provoquer l'inflammation de l'atmosphère dangereuse (matériels ne produisant ni arc, ni étincelle, ni surface chaude susceptible d'initier la combustion.)

Les matériels électriques utilisés dans ces zones répondront aux prescriptions de l'arrêté en vigueur.

La vérification de la conformité au zonage des matériels électriques sera faite annuellement.

26.6.3. Circulation de véhicules

L'accès des véhicules est réglementé dans l'établissement. Toute intervention pour livraison de matières externes ou pour maintenance sera soumise à un permet d'intervention.

26.6.4. Biogaz

Des détecteurs de CH_4 sont installés au niveau du digesteur, gazomètre et dans la plateforme d'épuration ;

- Les canalisations de gaz sont en INOX pour lutter contre les corrosions ;
- La majeure partie des canalisations gaz dans le site est enterrée. Les canalisations aériennes sont protégées contre les chocs ;
- Un signalement des canalisations de gaz enterrées à l'aide de filet jaune normalisé.

26.7. Mesures de réduction des sources de toxicité

La prévention du risque toxique repose sur le contrôle du procédé de traitement des eaux, du stockage des boues ainsi que la maitrise du risque de perte de confinement.

Etant le risque de toxicité est principalement lié au dégagement de H_2S, les principales mesures prises en compte sont les suivantes :

- Détection du gaz H_2S ;
- Traitement du biogaz par filtre à charbon actif pour éliminer les polluants notamment H_2S ;
- Traitement de l'air (lavage oxydant à la javel « NACIO » pour éliminer H_2S) ;
- Mise en place de nouveaux procédés (Phospogreen et cleargreen).

En ce qui concerne la prévention du risque par mélange incompatible (risque de dégagement du chlore), la prévention reposera avant tout sur la gestion des stockages des produits chimiques sur le site.

Les zones de stockage seront bien délimitées et dédiées à un produit unique. Les canalisations et les cuves auront des étiquettes identifiant le produit. Les procédures de dépotage permettront de diminuer ce risque (présence d'opérateur, validation du bon de livraison, cadenas sur les vannes de dépotage…).

26.8. Mesures de réduction du risque d'explosion

Afin d'éviter une explosion suite à une fuite de gaz au niveau du digesteur, gazomètre ou canalisations de biogaz, mesures suivantes sont prises en compte :

- La canalisation sera enterrée sur la majeure partie du site ;
- Des détecteurs de CH_4 sont mis en place au niveau du digesteur, gazomètre… ;
- Un détecteur de pression basse permettra de fermer les vannes automatiques.

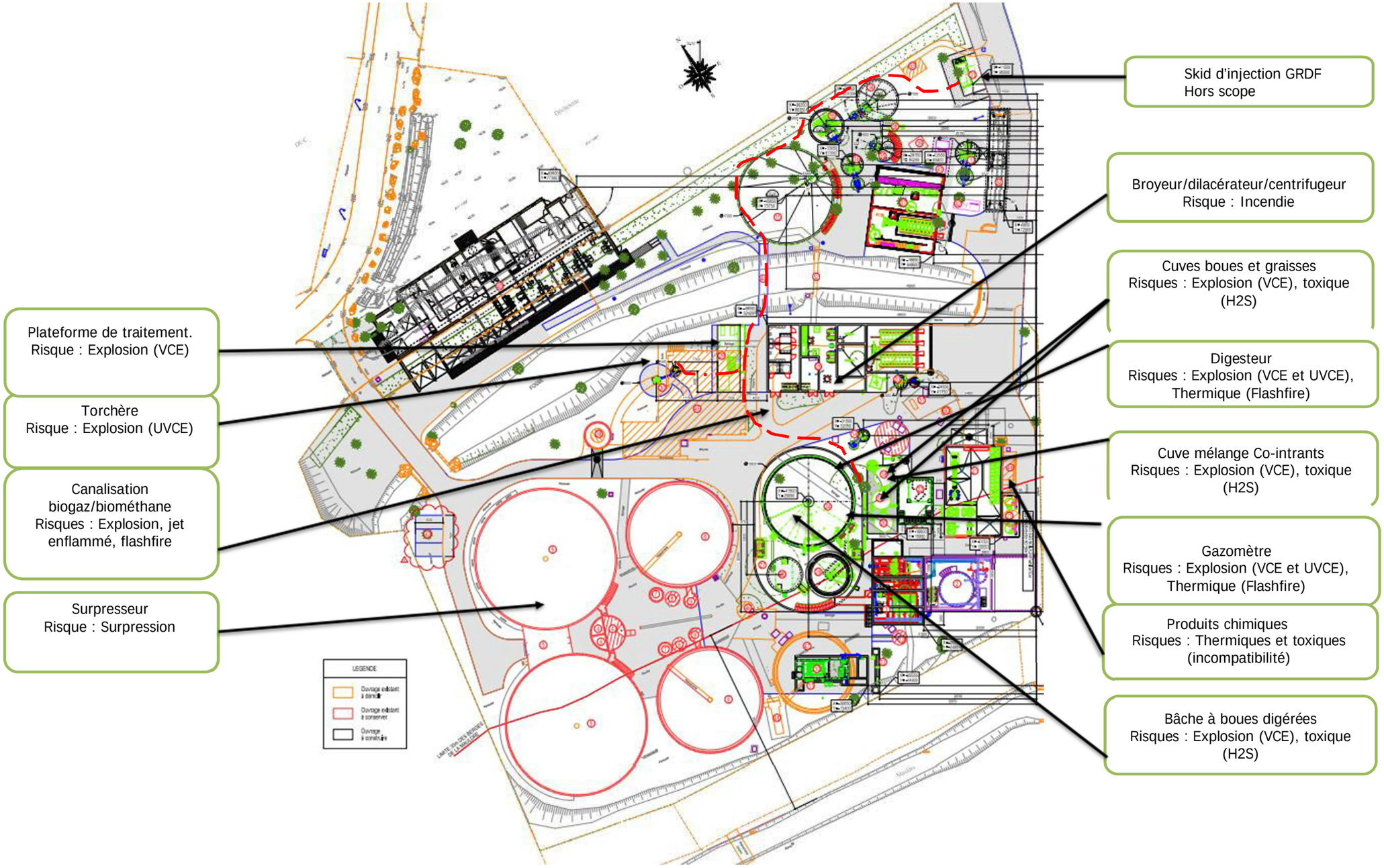
26.9. Mesures de réduction de sources de pollution

Les dispositions générales adoptées permettant de réduire le potentiel de danger « pollution » sont les suivantes :

- Mise en place de rétention sur le site ;
- Poste toutes eaux ;
- Bassin d'orage ;
- Suivi et analyse des eaux traitées avant rejet dans la Mauldre ;
- Mise en place de nouveau procédés pour le traitement des eaux et boues.

Du fait de la mise en place de toutes ces mesures au niveau de STEP de Villiers Saint Frédéric pour réduire le danger de pollution de l'environnement, ce potentiel de danger ne sera pas retenu dans la suite de l'étude.

27. CARTOGRAPHIE DES POTENTIELS DE DANGERS



PARTIE 5. ANALYSE DE L'ACCIDENTOLOGIE

28. INTRODUCTION

Dans le but d'évaluer les phénomènes accidentels, les causes et les conséquences des accidents/incidents, une accidentologie est réalisée pour des activités comparables à celles de la **station d'épuration de Villiers Saint Frédéric.**

On s'intéresse ici à tous les grands types d'accidents pouvant potentiellement affecter des installations présentes sur le site.

Dans le cadre de cette démarche, nous regarderons :

- Des accidents répertoriés dans la base de données ARIA du Bureau d'Analyse des Risques et des Pollutions Industrielles (BARPI) ;
- Le retour d'expérience à l'échelle du **site de Villiers Saint Frédéric.**

L'analyse des causes et conséquences des accidents retenus ont conduit à la mise en oeuvre, par **SIARNC**, de mesures préventives de ces accidents.

29. ACCIDENTOLOGIE EXTERNE

Le but est de recenser tous les accidents survenus dans des installations similaires à celle de la STEP de Villiers Saint Frédéric pour mener à bien l'Évaluation Préliminaire des Risques tout en identifiant les éventuelles causes et conséquences des accidents qui pourront se produire dans la STEP. De plus, proposer des mesures adéquates pour diminuer les probabilités d'occurrences des événements redoutés et minimiser la gravité.
Les recherches effectuées dans la base BARPI ont porté de façon détaillée sur :

- Digesteur ;
- Gazomètre ;
- Biogaz ;
- Méthanisation ;

<u>Remarque :</u> un même accident est susceptible de se trouver dans les différentes parties.

Les résultats des recherches sont donnés en annexe 2.

Notons que l'INERIS a publié une étude sur les méthaniseurs agricoles intitulée « Etude des risques liés à l'exploitation des méthaniseurs agricoles » en 18/01/2008. Bien que l'étude ne concerne pas les méthaniseurs industriels, une partie des résultats de l'accidentologie peut s'appliquer au site du SIARNC à Villiers Saint Frédéric.

29.1. Accidents impliquant des digesteurs

La consultation de la base de données ARIA avec pour mot-clé « digesteur » a permis d'identifier 49 accidents impliquant un digesteur (recherche jusqu'à septembre 2019).

Les accidents concernant les stations d'épuration et de méthanisation sont répartis de la manière suivante :

- **Incendies :** 2 accidents
- **Mise à l'atmosphère de biogaz/dégazage soupape/ fuite :** 25 accidents
- **Pollution (eaux ou sols) :** 3 accidents
- **Explosion digesteur :** 2 accidents
- **Débordement :** 4 accidents
- **Bouchage de l'évacuation du digesteur :** 1 accident
- **Arrachement de conduite de biogaz :** 1 accident
- **Rupture bâche de stockage de biogaz :** 1 accident
- **Eclatement de la double membrane surmontant le digesteur :** 1 accident
- **Effondrement paroi du digesteur :** 1 accident**.**

Les autres accidents ne sont pas liés aux stations d'épuration des eaux usées.

<u>Les principales causes connues de ces accidents sont :</u>

- Défaillance d'une vanne sur la canalisation de transfert entre le digesteur et une fosse de digestat ;
- Impact foudre qui perturbe la mesure de niveau d'un gazomètre entrainant la fermeture des vannes du circuit d'amenée du biogaz vers les dômes des digesteurs ;
- Forte présence de condensat dans la torchère ce qui a entrainé son extinction ;
- L'atteinte du niveau très haut est due à un problème sur les électrovannes de refroidissement du compresseur de biogaz. De plus, la torchère s'est mise en défaut lors des conditions de démarrage. Elle a été redémarrée après la fermeture des vannes ;
- L'éclatement de la double membrane surmontant un digesteur est dû à une émulsion de matière, probablement à cause d'une surcharge organique ;
- Sonde de niveau haut du digesteur mal branchée : non report des alarmes du système de supervision ;
- Non-conformité de construction ;
- Défaut automate de sécurité ;
- Débordement du réservoir suite à un phénomène de moussage ;
- Arrêts automatisés ont été provoqués par la défaillance de 2 capteurs de méthane présents au niveau de la double enveloppe du gazomètre ;
- Défaillance suite à une entrée d'humidité dans le capteur de niveau ;
- Problème du transformateur électrique alimentant l'allumage de la torchère induisant le non allumage de la torchère ;
- Casse de vanne de chasse de fond, le digesteur se vidange et du biogaz est rejeté à l'atmosphère ;
- Une coupure d'alimentation du réseau électrique provoque l'arrêt de l'ensemble des équipements de traitement et de valorisation ;

- Dysfonctionnement d'un analyseur oxygène ce qui conduit l'automate de conduite de l'unité de digestion des boues isole automatiquement le digesteur, en coupant les alimentations en boues et l'envoi du biogaz vers les gazomètres de stockage ;
- Gel des vannes d'alimentation de la torchère suite à une période de grand froid ce qui entraine un rejet de biogaz ;
- Fuite serait due aux arrêts et redémarrages du brassage de 2 digesteurs de la station à la suite d'une autre fuite de biogaz sur le réseau enterré ;
- Une corrosion interne lente de la conduite en fonte conduit à une fuite de biogaz ;
- Erreur humaine (fermeture de mauvaises vannes) ;
- Erreur opérateur, utilisant une grue dans le cadre de travaux de modernisation, et qui heurte une canalisation aérienne de biogaz ;
- Erreur de conception : le filet maintenant la géomembrane du post-digesteur n'assure pas son rôle ;
- Acte de vandalisme conduisant à un déversement d'effluents.

Conclusion sur l'accidentologie liée aux digesteurs

Les principales recommandations tirées de l'accidentologie liée à l'utilisation des digesteurs dans les stations d'épuration des eaux usées sont :

- Installation de protection foudre sur les équipements concernés ;
- Travaux sur le pot de purge afin de fiabiliser le fonctionnement de la torchère ;
- Mise en oeuvre d'une cuve avec un remplissage par paliers afin de vérifier l'étanchéité ;
- La mise en place d'un report du fonctionnement des pompes au niveau de la supervision du poste de commandement avec bandeau d'alarme ;
- La mise en place d'un voyant au droit de la pompe ;
- La modification de la procédure d'arrêt du digesteur pour tenir compte de l'incident et des modifications apportées aux installations ;
- Asservissement de la pompe de vidange de la cuve tampon à l'atteinte du niveau haut dans cette cuve ;
- Installation de nouvelles soupapes de sécurité pour réguler automatiquement le niveau de liquide ;
- Installation des cols de cygne pour surélever la prise de gaz au niveau des soupapes et réduire leur risque d'inondation par de la matière en cas d'émulsion ;
- Vérification plus fréquemment le fonctionnement des sondes de niveau ;
- Renforcement du système d'alerte (report des alarmes par téléphone) et mise en place d'un système d'astreinte dans le cadre du contrat de maintenance ;
- Mise en place d'une montée en charge progressive pour minimiser le risque de moussage ;
- Vérification de la vanne de rétention des eaux pluviales par le fournisseur ;
- Mise en place d'une consigne d'exploitation pour demander au personnel, lors de la vérification des soupapes, de regarder le contenu du digesteur à travers les hublots ;
- Établissement d'une procédure à suivre en cas de surpression dans le stockage de biogaz ;
- Modification du procédé de manière à permettre le déclenchement de l'ouverture de la torchère sur la base de ses capteurs internes de pression ;
- Mise en place d'un merlon de terre afin de bloquer tout débordement ;
- Mise en place du glycol dans les soupapes de sécurité pour éviter le gel ;

- Mise en place d'un système de purge automatique en bout de circuit pneumatique ;
- Formation et sensibilisation du personnel ;
- Remplacement des équipements ;
- Mise en place de portiques pour protéger tous les passages de tuyauteries aériennes et passerelles ;
- Un véhicule escorte systématiquement la grue mobile lors de ses déplacements bras abaissé, pour pallier son manque de visibilité ;
- Étude du remplacement de la grue mobile par un modèle possédant une meilleure visibilité avec le bras abaissé ;
- Sensibilisation des conducteurs à la nature de l'indication de hauteur donnée par l'engin.

29.2. Accidents impliquant les gazomètres biogaz

La consultation de la base de données ARIA avec pour mot-clé « gazomètre biogaz » a permis d'identifier 16 accidents impliquant un gazomètre biogaz (recherche jusqu'à septembre 2019).

Les accidents concernant les stations d'épuration et de méthanisation sont répartis de la manière suivante :

- **Dégazage des soupapes/fuite biogaz :** 12 accidents
- **Débordement de boues :** 1 accident
- **Arrachement de conduite biogaz :** 1 accident
- **Mise en dépression d'une sphère dans une station d'épuration :** 1 accident
- **Explosion d'un méthaniseur :** 1 accident

Les principales causes connues de ces accidents sont :

- Forte présence de condensat dans la torchère ;
- Un impact de foudre perturbe la mesure du niveau d'un gazomètre d'une station d'épuration ;
- Atteinte du niveau très haut d'un gazomètre suite à un problème sur les électrovannes de refroidissement du compresseur de biogaz ;
- Dysfonctionnement de la vanne de fond provoque la vidange partielle des boues contenues dans un digesteur ;
- Corrosion interne lente de la conduite en fonte causant une fuite de biogaz ;
- Corrosion interne lente causée par la trop faible vitesse de circulation de biogaz entrainant une fuite de biogaz ;
- Gel de sondes de pression dans les digesteurs provoquant des perturbations de la mesure de pression ;
- Erreur opérateur, utilisant une grue dans le cadre de travaux de modernisation, et qui heurte une canalisation aérienne de biogaz ;
- Délutage suite à la défaillance de fin de course.

Conclusion sur l'accidentologie liée aux digesteurs

- Mise en place de pots de purge pour fiabiliser le fonctionnement de la torchère ;
- Formation sensibilisation du personnel ;
- Renforcement des procédures d'intervention dans la zone biogaz (permis de feu, formation ATEX...) ;
- Remplacement de tuyauterie en fonte par une composée d'un matériau plus résistant (PEHD) et d'un diamètre plus petit pour augmenter la vitesse de circulation du fluide ;
- Mise en place de portiques pour protéger tous les passages de tuyauteries aériennes et passerelles ;
- Un véhicule escorte systématiquement la grue mobile lors de ses déplacements bras abaissé, pour pallier son manque de visibilité ;
- Remplacement de la grue mobile par un modèle possédant une meilleure visibilité avec le bras abaissé ;
- Sensibilisation des conducteurs à la nature de l'indication de hauteur donnée par l'engin.

29.3. Accidents impliquant l'utilisation du biogaz

La consultation de la base de données ARIA avec pour mot-clé « matière : biogaz » a permis d'identifier 18 accidents impliquant le biogaz (recherche jusqu'à septembre 2019).

Les accidents concernant les stations d'épuration et de méthanisation sont répartis de la manière suivante :

- **Fuite/rejet biogaz :** 6 accidents
- **Endommagement de la bâche d'une cuve de stockage de digestat par des vents violents :** 1 accident
- **Débordement :** 2 accidents
- **Bouchage de l'évacuation d'un digesteur d'une unité de méthanisation :** 1 accident •

Incendie : 0 accidents dans une installation d'épuration selon cette recherche

- **Fuite liquide :** 1 accident
- **Rupture d'une bâche de stockage de biogaz d'une unité de méthanisation :** 1 accident

Les autres accidents recensés selon cette recherche ne sont pas liés aux stations d'épurations.

<u>Les principales causes des accidents des fours à gaz sont les suivantes :</u>

- Redémarrage des installations après coupure des d'alimentation du réseau électrique ce qui a induit à la montée en pression dans le digesteur car le biogaz produit n'est pas consommé par l'unité de cogénération ;
- Vent violant qui déchire la cuve de stockage de digestat ;
- Percement de la membrane de la cuve de maturation conduisant au rejet de gaz ;
- Vanne d'alimentation de la torchère est gelée ;
- Corrosion.

<u>Conclusion sur l'accidentologie liée aux digesteurs</u>

- Nettoyage des vannes et maintenance régulière ;
- Sensibilisation du personnel d'astreinte à traiter les rejets accidentels de biogaz avec la même attention que les rejets accidentels d'effluents non traités dans le milieu ;
- Modification des installations sensibles aux conditions climatiques (vent violant) pour diminuer la prise au vent ;
- Mise en oeuvre de rétention ;
- Mise en place de surveillance spécifique et consignes d'exploitation en cas de fluctuation des pressions dans le digesteur par temps froid et de panne de la torche.

29.4. Accidents impliquant le procédé de méthanisation

La consultation de la base de données ARIA avec pour mot-clé « méthanisation » a permis d'identifier 54 accidents impliquant le procédé de méthanisation (recherche jusqu'à septembre 2019).

Les accidents concernant les stations d'épuration et de méthanisation sont répartis de la manière suivante :

- **Incendie :** 0 accidents pour les stations d'épurations selon cette recherche ;
- **Pollution :** 2 accidents ;
- **Dégazage des soupapes (rejet de biogaz) :** 3 accidents
- **Endommagement de la bâche d'une cuve de stockage de digestat par des vents violents :** 1 accident ;
- **Explosion :** 2 accidents
- **Débordement :** 2 accidents
- **Rupture d'une bâche de stockage de biogaz d'une unité de méthanisation :** 1 accident.

Les autres accidents n'impliquent pas le procédé de méthanisation dans les stations d'épuration.

Remarque : Les causes et recommandations recensées selon cette recherche sont similaires à celles identifiées dans les paragraphes précédents.

30. ACCIDENTOLOGIE INTERNE

Deux accidents de service sont survenus en avril 2012 et janvier 2016 dans la STEP de Villiers Saint Frédéric. Ces deux accidents sont liés au filtre presse causant des blessures des opérateurs.

Aucun autre accident n'a été recensé au niveau de l'unité de méthanisation. En effet, les installations de méthanisation sont en projet.

31. CONCLUSION SUR LA PRISE EN COMPTE DU REX INTERNE ET EXTERNE

Le retour d'expérience des accidents les plus significatifs confirme l'analyse de l'étude de dangers en vigueur sur le site.

L'analyse du retour d'expérience survenus dans les installations similaires permet de tirer des informations sur les accidents susceptibles de survenir dans l'installation ainsi que de vérifier l'adéquation des barrières de sécurité mise en place.

Ainsi dans de le cadre du projet de méthanisation dans la station d'épuration d'eaux usées de Villiers Saint Frédéric, plusieurs mesures de sécurité seront mises en place soit pour prévenir les risques ou bien pour réduire les risques.

Les principaux risques recensés selon le retour d'expérience et la recherche sur la base ARIA, sont :

- **Explosion** (digesteur, gazomètre, canalisation de transport de biogaz, bâche de stockage de boues épaissies…) ;
- **Rejet/fuite de gaz** ;
- **Pollution** (déversement de boues…).

Le risque « incendie » dans une station d'épuration des eaux usées avec méthanisation reste très rare mais possible.

L'analyse de ces accidents a conduit à mettre en oeuvre sur la station d'épuration de Villiers Saint Frédéric un certain nombre de mesures afin de prévenir ces accidents, notamment :

- La maintenance des équipements ;
- La formation/habilitation du personnel ;
- La conformité réglementaire (ATEX, foudre…) ;
- Mise en place d'équipements de prévention :
  - Du risque toxique (détection H_2S) ;
  - Du risque d'explosion (détection CH_4 au niveau des bâches de stockage, local de traitement…) ;
  - Des risques de surpression (détection de surpression, soupapes au niveau du digesteur et du gazomètre, garde hydraulique au niveau du gazomètre, torchère avec détecteur de flamme …) ;
  - Du risque de pollution (détection de niveau) ;
  - De la perte d'utilité (groupe électrogène) ;
- Mise en place de système de protection :
  - Système de rétention ;
  - Système de ventilation et d'extraction d'air vicié ;
  - Traitement de l'air ;
  - Protection incendie.

Toutes ces mesures sont prises en compte dans le cadre du projet de méthanisation dans la STEP de Villiers Saint Frédéric pour se conformer à l'évolution des exigences règlementaires permettant ainsi une meilleure maitrise des risques susceptibles de survenir dans la station.

PARTIE 6. EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES

32. INTRODUCTION

Sur la base de la caractérisation des éléments agresseurs externes (Partie 2, chapitre 14), de l'identification des potentiels de dangers (Partie 4) et du retour d'expérience (Partie 5), une analyse systématique des risques a été conduite.

33. METHODOLOGIE DE L'EVALUATION PRELIMINAIRE DES RISQUES

33.1. Objectifs de l'évaluation préliminaire des risques

L'évaluation préliminaire des risques a pour objet d'identifier les causes et les conséquences potentielles découlant de situations dangereuses provoquées par des dysfonctionnements des installations étudiées.

Elle permet de caractériser le niveau de risque de ces événements redoutés, selon une méthodologie décrite ci-dessous, et d'identifier les scénarios d'accidents majeurs, qui seront étudiés de manière détaillée dans les chapitres qui suivent.

33.2. Méthodologie

33.2.1. Introduction

La méthodologie d'analyse des risques est la suivante :

- Identifier de façon la plus exhaustive possible les phénomènes dangereux pouvant conduire à des accidents majeurs induits par différents scénarios identifiés lors de la mise en oeuvre d'une méthode adaptée aux installations, conduite en groupe de travail. Chaque phénomène dangereux peut être la résultante de plusieurs évènements redoutés centraux, eux-mêmes créés par différentes causes ;
- 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 ;
- Estimer l'impact des effets des phénomènes dangereux sur l'extérieur du site

  De cette analyse ressortent deux classes de phénomènes dangereux :
  - Ceux qui ont des effets estimés internes au site ;
  - Ceux ayant des distances d'effets estimées hors du site.
- De ce classement se dégagent les modélisations et les analyses détaillées qui seront effectuées par la suite, dans l'analyse détaillée des risques.

33.2.2. Démarche de l'analyse

L'analyse préliminaire des risques permet de recenser les défaillances pouvant affecter les éléments d'un système mais aussi d'analyser les conséquences de ces dysfonctionnements. Ainsi, cette analyse intègre des situations anormales ou exceptionnelles telles que les défaillances mécaniques des équipements, les erreurs humaines, les erreurs de produits… La synthèse de l'analyse des risques effectuée est présentée sous forme de tableaux récapitulatifs à 8 colonnes :

- Colonne 1 – **N°** : ce repère permet d'identifier un scénario potentiel.
- Colonne 2 – **Équipement** : correspond à l'équipement concerné par l'analyse.
- Colonne 3 – **Événements initiateurs (causes possibles)** : ce sont les conditions, évènements indésirables, erreurs, pannes ou défaillances qui, seuls ou combinés entre eux, sont à l'origine de la situation dangereuse.
- Colonne 4 – **Événement redouté central (conséquences possibles)** : il s'agit de l'événement pouvant se produire au centre de l'enchaînement accidentel ; il correspond à une situation dangereuse.
- Colonne 5 -
  - **Mesures de prévention et de détection** : dans cette colonne, toutes les mesures de prévention qui permettent de réduire la probabilité d'apparition de l'événement indésirable, et de détection de l'événement indésirable sont recensées.
  - **Mesures de protection :** dans cette colonne, toutes les mesures de protection qui permettent de réduire la gravité des conséquences de l'événement indésirable sont recensées.
- Colonne 6 – **Phénomènes dangereux (conséquences possibles)** : ce sont les principales conséquences majeures que la situation dangereuse peut entraîner si celle-ci survient (les barrières constituées par les mesures de prévention ayant été inopérantes ou insuffisantes) = risque potentiel.
- Colonne 7 – **Scénarios ADR :** dans cette colonne, le numéro du PhD est attribué
- Colonne 8 – **Commentaire et actions :** dans cette colonne, des commentaires relatifs au scénario considéré ainsi que toutes les actions sont énumérées.

33.3. Découpage fonctionnel des installations

Le découpage retenu pour cette étude est le suivant :

- Réception des intrants liquides et solides ;
- Stockage des co-intrants (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...) - amont digesteur ;
- Digesteur ;
- Stockage boues digérées - aval digesteur ;
- Gazomètre ;
- Torchère ;
- Canalisation de biogaz (digesteur et gazomètre);
- Plateforme de traitement du biogaz ;
- Canalisation de biométhane ;
- Skid de réinjection GRDF (hors scope étude);
- Utilités.

33.4. Tableau de l'Evaluation Préliminaire des risques

Le tableau de l'Évaluation Préliminaire des Risques est présenté dans le tableau suivant :

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Filière eaux								
Réception des eaux								
1	Réception d'eaux usées	Bâche de réception	Temps de séjour long des eaux dans la bâche de réception => Formation d'une poche H2S Ouverture de la bâche lors d'opérations de maintenance ou orage	Présence d'H2S	Bâche verrouillable couverte et désodorisée Procédure d'intervention en espace confiné Détecteur de gaz portatif	Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu (risque interne pour les opérateurs à proximité)	
2	Réception d'eaux usées	Bâche de réception	Défaillance des pompes de relevage => Débordement	Rejet d'eaux non traitées	Pompe de secours et by-pass possible Alimentation électrique secourue pour les pompes de relevage avec le groupe électrogène	Pollution du milieu naturel	Voir risque environnemental	
3	Réception d'eaux usées	Bâche de réception	Débit d'entrée insuffisant	Entrée de gaz	Bâche verrouillable couverte et désodorisée - Taux de renouvellement important	Explosion localisée	Scénario non retenu (faible quantité de gaz émis => explosion très localisée)	
4	Réception d'eaux usées	Bâche de réception	Vidange d'un camion HC dans les égouts => Formation d'une poche de gaz	Présence d'H2S, CH4, COV...	Bâche verrouillable couverte et désodorisée - Taux de renouvellement important Port de détecteur gaz portatif pour intervention en espace confiné	Explosion localisée	Scénario non retenu (faible quantité de gaz émis => explosion très localisée)	
Bâtiment Prétraitement								
5	Bâtiment Prétraitement	Dégrillage fin	Arrêt dégrilleur suite à une défaillance électrique ou mécanique OU Colmatage => surcharge ou blocage Eaux brutes chargées d'éléments grossiers	Rejet d'eaux non traitées	Limiteur d'effort évitant la détérioration du matériel en cas du colmatage Mesure de niveau très haut au niveau du dégrilleur Alimentation électrique secourue 2 dégrilleurs installés, secourus par grille manuelle Maintenance préventive	Pollution du milieu naturel	Au vu des mesures mises en place le risque n'aura pas d'impact à l'extérieur du site	
6	Bâtiment Prétraitement	Dessablage et dégraissage	Défaillance du pont racleur ou Défaillance de la pompe aératrice fines bulles ou Défaillance de la pompe à sables ou Défaillance de la vanne guillotine motorisée pour le détassage ET Bouchage par accumulation de sable au fond des bassins	Perte de performance	Maintenance préventive des équipements	Pas de conséquence	Scenario non retenu	

APR Interne								
N°	**Zone**	**Équipement**	**Événements initiateurs (causes)**	**Événement redouté central**	**Barrières indépendantes**	**phénomènes dangereux (conséquences)**	**Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)**	**Commentaires**
7	Bâtiment Prétraitement	Filtres de traitement primaire	Arrêt filtres suite à une défaillance électrique ou mécanique OU Colmatage des filtres	Perte performance de traitement	Alimentation électrique secourue 2 filtres installés Maintenance préventive	Pas de conséquence	Scenario non retenu	
8	Bâtiment Prétraitement	Poste d'alimentation du bassin écrêteur	Arrêt pompes suite à une défaillance électrique ou mécanique	Rejet d'eaux prétraitées	Alimentation électrique secourue 2 pompes installées dont une en secours Maintenance préventive Trop-plein vers la rivière	Pollution du milieu naturel	Au vu des mesures mises en place le risque n'aura pas d'impact à l'extérieur du site	
Bassin écrêteur								
9	Bassin écrêteur	Bassin écrêteur	Surremplissage ; ET Absconse du soutirage.	Rejet d'eaux prétraitées	Surveillance Mesure de niveau	Pollution du milieu naturel	Scénario non retenu (Aucun danger identifié hors site)	
Traitement des eaux								
10	Traitement des eaux	Réacteurs biologiques	Introduction d'eaux contaminées (produits biocide)	Diminution de l'activité bactérienne => traitement insuffisant des eaux	Surveillance Personnel formé => réactivation biologique par des boues saines et injection du chlorure ferrique pour clarifier les effluents	Mousse et mauvaise odeurs Pollution du milieu naturel (rejet hors norme)	Au vu des mesures mises en place le risque n'aura pas d'impact à l'extérieur du site	
11	Traitement des eaux	Clarificateurs	Défaillance électrique OU Défaillance d'un moto-réducteur	Perte performance de traitement	Entretien préventif Rondes opérateur	Rejet hors normes	Au vu des mesures mises en place le risque n'aura pas d'impact à l'extérieur du site	
12	Traitement des eaux	Filtre de traitement tertiaire	Défaillance électrique OU Défaillance d'un moto-réducteur OU colmatage	Perte performance de traitement	Alimentation électrique secourue Maintenance préventive	Rejet hors normes	Au vu des mesures mises en place le risque n'aura pas d'impact à l'extérieur du site	
13	Traitement des eaux	Stockage de produits utilisés pour le traitement primaire : chlorure de fer	Fuite	Pollution du sol	Produit stocké séparément des bases Produit stocké dans une cuve avec rétention béton du volume de la cuve	Sans conséquence	Scénario non retenu	

Tableau 14 : Tableau ERP interne - Filière eaux

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Réception des intrants liquides et solides								
14	Circulation dans le site	Camion de transport d'intrants externes	Fermentation dans la benne OU Collision entre les camions	Rejet gaz toxiques (H2S) Epandage des boues	Temps de séjour limité Surveillance Plan de prévention et code de circulation à l'intérieur du site Parking visiteur dédié	Pollution du sol	Scénario non retenu (risque interne pour les opérateurs à proximité)	
15	Aire dépotage matières de vidange	Aire de dépotage Dégrilleur	Erreur de dépotage : mauvais branchement OU Fuite canalisation ou flexible	Epandage des boues	Temps de séjour limité Surveillance Dalle de dépotage avec forme de pente raccordée au poste toutes eaux Procédure de dépotage	Pas de conséquence	Scénario non retenu	
16	Canalisation de dépotage Intrants externes liquides (graisses externes et boues liquides)	Canalisation de transfert	Surpression OU Chocs OU Travaux OU Défaillance pompe	Perte de confinement => Epandage des boues	Surveillance Dalle de dépotage avec forme de pente raccordée au poste toutes eaux	Pas de conséquence	Scenario non retenu	
17	Broyeur	Broyeur	Défaut mécanique	Echauffement boues Débordement	Maintenance préventive Surveillance	Pas de conséquence	Scénario non retenu	
18	Intrants externes de type boues pâteuses	Trémie de réception	Fermentation de produits dans la trémie	Production CH4 ; Rejet H2S	Choix et dimensionnement adaptés des équipements Temps de séjour réduit Trémie désodorisée avec évent d'entrée d'air frais Désodorisation secourue Nettoyage périodique et entretien des équipements Procédure d'exploitation	Explosion (effets de surpression) Dispersion toxique,	Scénario non retenu (les explosions des poches de méthane sont localisées dans la trémie, De plus, les rejets toxique restent confinés à l'intérieur du site)	
Bâtiment boues								
19	Bâche à boues à épaissir	Bâche à boues à épaissir	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement H2S	Homogénéisation mécanique Maintenance régulière Temps de séjours limité Extraction d'air vicié (traitement de gaz)	Dispersion toxique (H2S)	Scénario non retenu (en cas d'excès, rejet faible de gaz en sortie désodorisation vers l'atmosphère) => Risque limité au personnel du site	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
20	Bâche à boues à épaissir	Bâche à boues à épaissir	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement du biogaz + Source d'ignition	Homogénéisation mécanique Maintenance régulière Temps de séjours limité Extraction d'air vicié (traitement de gaz) Conformité ATEX	Explosion en milieu confiné	Scénario non retenu (- Volume des cuves limité - Bâtiment localisé au milieu du site - Quantité biogaz très limité) => Aucun danger identifié hors site	
21	Epaississement des boues sur GDE	Epaississement des boues sur GDE	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement gaz (H2S et CH4)	Fermentation avec dégagement de gaz vers la désodorisation. Pas de risque toxique (traitement du gaz). En cas d'excès (hors scope désodo), rejet faible de gaz en sortie désodorisation vers l'atmosphère. Dégagement possible de méthane en faible quantité (inférieure à LIE).	Pas de conséquence	Scénario non retenu	
22	Bâche à boues épaissies	Bâche à boues épaissies	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement gaz (H2S et CH4)	Fermentation avec dégagement de gaz vers la désodorisation. Pas de risque toxique (traitement du gaz). En cas d'excès (hors scope désodo), rejet faible de gaz en sortie désodorisation vers l'atmosphère. Dégagement possible de méthane en faible quantité (inférieure à LIE).	Pas de conséquence	Scénario non retenu	
23	Déshydratation	Centrifugeuse	Défaut mécanique	Perte de confinement	Surveillance Maintenance préventive	Incendie Pollution du sol	Scénario non retenu (Aucun danger identifié hors site)	Possibilité de traiter la totalité des boues sur une seule centrifugeuse en augmentant le temps de fonctionnement à 60h au lieu de 30h
24	Chaulage	Chaulage	Arrêt pompes de transfert de la chaux vive	Perte de fonction	Surveillance Maintenance préventive	Intoxication des opérateurs	Voir étude environnementale	
25	Stockage des boues déshydratées	Benne à boues chaulées	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement H2S et de NH3	Homogénéisation mécanique Maintenance régulière Temps de séjours limité < 1 semaine Extraction d'air vicié (traitement de gaz) Détection NH3	Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu (en cas d'excès, rejet faible de gaz en sortie désodorisation vers l'atmosphère)	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Stockage des co-intrants (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...) - amont digesteur ;								
26	Stockage co-intrant (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...)	Cuves de réception de graisses, boues externes et cuve mélanges	Débordement du produit (Surremplissage) suite à une défaillance du pompage ou défaillance mesure de niveau	Epandage des boues	Mesure de niveau Surveillance Rétention sur le site	Pollution du sol	Scénario non retenu (pas de conséquences hors site)	
27	Stockage co-intrant (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...)	Cuves de réception de graisses, boues externes et cuve mélanges	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement H2S	Homogénéisation mécanique Maintenance régulière Temps de séjours limité Extraction d'air vicié (traitement de gaz)	Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu (en cas d'excès, rejet faible de gaz en sortie désodorisation vers l'atmosphère)	
28	Stockage co-intrant (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...)	Cuves de réception de graisses, boues externes et cuve mélanges	Temps de séjour long OU Défaillance homogénéisation => Fermentation	Dégagement du biogaz + Source d'ignition	Homogénéisation mécanique Maintenance régulière Temps de séjours limité Extraction d'air vicié (traitement de gaz) Conformité ATEX	Explosion en milieu confiné	Scénario non retenu (Volume des cuves limité => Aucun danger identifié hors site)	
29	Stockage co-intrant (boues liquides, boues pâteuses, autres matières...)	Cuves de réception de graisses, boues externes et cuve mélanges	Erreur humaine : fermeture sur la ligne de désodorisation (fermeture vanne manuelle ou auto) ou Défaut de désodorisation => Montée en pression => Rupture du stockeur avec déversement de boues	Projection éventuelle (structure) Epandage de boues	Cuve désodorisée avec entrée d'air frais par un évent	Pas de conséquence hors site		
Digesteur								
30	Digesteur	Digesteur en fonctionnement normal	Vieillissement (fragilité...) ; OU Chocs sur le ciel gazeux	Perte de confinement du digesteur et épandage des boues (suite casse canalisation de boues par exemple)	Digesteur métallique (avec 200mm d'isolation et bardage métallique) dans une rétention béton. Présence de capteurs de niveau dans la rétention Conformité ATEX	Vidange accidentel du digesteur dans l'enceinte de rétention. Explosion non confinée du mélange biogaz / air Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu (pas de conséquences hors site)	Dimensionnement des soupapes de sécurité pour assurer un débit d'entrée d'air correspondant au débit de vidange accidentel et éviter la mise en dépression de l'ouvrage

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
31	Digesteur	Digesteur en fonctionnement normal	Canalisation d'extraction des boues bouchées	Pollution du réseau biogaz Montée en pression dans le digesteur => Eclatement du digesteur	Trop plein gtravitaire vers réseau eaux pluviales Conformité ATEX Partie frangible en haut du digesteur	Explosion non confinée du mélange biogaz / air (Effets de surpression) Flashfire (Effets thermiques)	**Scénario 1**	
			Surproduction de biogaz (exemple : à la remise en service du brassage après un arrêt prolongé) : réseau biogaz non fermé, montée en pression transitoire (risque estimé faible)	Montée en pression dans le digesteur => Eclatement du digesteur	1 soupape tarée à environ 5 mbarg avec rejet à l'air libre en point haut. Soupape contrôlée régulièrement. Conformité ATEX Partie frangible en haut du digesteur			
			Vanne manuelle fermée sur le réseau biogaz	Montée en pression dans le digesteur => Eclatement du digesteur	Mesure de pression haute dans le ciel gazeux avec alarme et procédure associée (sécurité) 1 soupape tarée à environ 5 mbarg avec rejet à l'air libre en point haut. Soupape contrôlée régulièrement. Cadenassage de la vanne manuelle Conformité ATEX Partie frangible en haut du digesteur			
			Non consommation de gaz (épuration défaillante)	Montée en pression dans le digesteur => Eclatement du digesteur	Démarrage torchère sur niveau haut gazomètre Mesure de pression haute dans le ciel gazeux avec alarme et procédure associée (sécurité) 1 Soupape du gazomètre 1 soupape tarée à environ 5 mbarg avec rejet à l'air libre en point haut. Garde hydraulique (dégardage avant d'atteindre les 50 mbarg) Conformité ATEX Partie frangible en haut du digesteur			
32	Digesteur	Digesteur en fonctionnement normal	Perte d'étanchéité de la soupape OU Soupape bloquée ouverte OU Fuite brides / joints tuyauterie OU	Rejet continu de biogaz depuis le digesteur + Source d'ignition	Soupape hydraulique avec remplissage à l'eau glycolée. Soupapes contrôlées régulièrement Seuil de pression basse sur la mesure avec alarme et procédure d'intervention associée sur le réseau de biogaz Conformité ATEX	Explosion non confinée du mélange biogaz / air Flashfire Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu (couvert par le scénario rupture complète du digesteur)	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
			Fuite au niveau du ciel gazeux					
33	Digesteur	Digesteur plein	Mauvais régulation du niveau gazomètre, mise en depression du digesteur par le skid d'épuration	Entrée d'air dans le digesteur + Source d'ignition	Seuil de pression basse sur la mesure avec alarme et procédure d'intervention associée sur le réseau de biogaz (+1 sur le réseau de gonflage des gazomètres) Mesure de niveau sur les gazomètres, niveau très bas en sécurité SIL2 interdit le fonctionnement du skid épuration Conformité ATEX et procédure adaptée Etude de foudre	Explosion en milieu confiné du mélange biogaz / air dans le ciel gazeux du digesteur	**Scénario 2**	
34	Digesteur	Digesteur en vidange complète erronée	Perte de confinement sur le digesteur en partie basse (fissure ..) Perte de confinement sur la tuyauterie de vidange (corrosion)	Dépression dans le digesteur avec entrée d'air par la soupape : Entrée d'air dans le digesteur + Source d'ignition	Mesure de niveau avec alarme et procédure adaptée (détectant la perte de niveau dans le digesteur) Procédure : coupure des énergies. Conformité ATEX Protection contre les chocs (digesteur et tuyauterie) - absence d'engin motorisé dans la rétention - Digesteur métallique (avec 200mm d'isolation et bardage métallique) dans une rétention béton.	Explosion en milieu confiné du mélange biogaz / air dans le ciel gazeux du digesteur	**Scénario 3**	Vidange tous les 10 ans Dimensionnement des soupapes de sécurité pour assurer un débit d'entrée d'air correspondant au débit de vidange accidentel et éviter la mise en dépression de l'ouvrage.
35	Digesteur	Digesteur vide (opération de maintenance vidange)	Erreur opérateur de maintenance : vidange non contrôlée du digesteur	Entrée d'air dans le digesteur + Source d'ignition	Evènement exceptionnel, programmée, pour entretien préventif du digesteur (fréquence : 1 fois tous les 10 ans) Procédure de vidange avant maintenance : - consignation des éléments électriques - isolement - inertage à l'azote du ciel gazeux - mise à l'air Procédure de redémarrage : - mise en eau - mise en boues Formation du personnel Conformité matériel ATEX	Explosion en milieu confiné du mélange biogaz / air dans le ciel gazeux du digesteur	**Scénario 3**	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Stockage boues digérées - aval digesteur								
36	Aval digesteur	Bâches à boues digérées	Temps de séjour long	Dégagement de méthane (biogaz) avec présence d'air dans la bâche + Source d'ignition	Conformité matériel ATEX Temps de séjour limité à 2 jours et refroidissement des boues digérées au niveau du double échangeur / économiseur limitant la température des boues dans la bâche à boues digérées (et donc limitant la production CH4).	Explosion du ciel gazeux de la bâche	Scénario non retenu, en effet le volume gazeux de la bâche à boue digérées (200 m3 vide, donc ciel gazeux de volume inférieur) est très inférieur au volume digesteur (2011m3 vide). Or l'explosion digesteur vide mène à une gravité modérée ==> Scénario non retenu	
37	Aval digesteur	Bâches à boues digérées	Défaillance de la mesure de niveau (dérive) (qui autorise l'arrivée de boues) OU Rupture de l'équipement (vieillissement, fragilité, fissure...)	Epandage de boues via les trappes, vers la rétention de la zone digestion	Asservissement de niveau haut (poire) avec alarme et procédure associée, et arrêt des alimentations de la bâches (pompes de reprise des digesteurs) Rétention	Pas de conséquences significatives		
Gazomètre								
37	Gazomètre	Gazomètre	Fuite de la membrane interne	Formation d'un mélange explosif dans le gazomètre (entre la membrane souple et le bardage)	Mesure de CH4 dans l'enveloppe du gazomètre pour détecter des fuites éventuelles Mesure de niveau du gazomètre Contrôle périodique d'étanchéité de la ligne gaz et avant chaque remise en service Matériel ATEX adapté	Explosion en milieu confiné du mélange biogaz / air dans le gazomètre	**Scénario 5**	
39	Gazomètre	Gazomètre Structure gazomètre métallique (LIPP) : pas d'influence du vent	Fuite importante suite à l'usure ou choc sur le gazomètre OU Perte de pression dans l'enveloppe du gazomètre ~~ET~~ ~~Conditions météo (vent important)~~ ~~(provoquant l'affaissement / déchirure de la membrane interne)~~	Perte de confinement du gazomètre : NON APPLICABLE, la structure externe est métallique et tiendra les conditions méteos.	Non applicable	Non applicable	**Scénario 4 non retenu du fait de la technologie retenue du gazomètre**	Gazomètre métallique

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
40	Gazomètre	Dysfonctionnement de la soupape du gazomètre	Montée en pression dans le réseau biogaz (au-delà de 1 mbar) et Défaillance de régulation de pression envoyant le biogaz vers by-pass torchère	Rejet biogaz via l'évent de la soupape + Source d'ignition	Soupapes contrôlées régulièrement. Matériel ATEX adapté Soupape hydraulique avec remplissage à l'eau glycolée.	Explosion non confinée (UVCE)	Scénario non retenu (couvert par le scénario explosion du gazomètre)	
Torchère								
41	Torchère	Torchère	Extinction non détectée (vent violent...) ou Défaut de la torchère, défaut de flamme avec maintien de l'envoi de biogaz ou Erreur opérateur : arrêt de la torchère avec maintien de l'envoi de biogaz (armoire locale, probabilité faible)	Rejet de biogaz à la torchère en l'absence de flamme. + Source d'ignition	Détecteur de flamme asservie à la fermeture d'une vanne de sécurité sur arrivée biogaz à la torchère et alarme Vanne à sécurité positive Détection de fonctionnement par thermocouple avec sécurité identique au détecteur de flamme Sécurité anti-retour de flamme (évitant le scénario de retour de flamme vers le gazomètre) Contrôle périodique de équipements	Explosion non confinée (UVCE) Rejet toxique H2S (non significatif)	Scénario non retenu (confiné au milieu du site)	
Canalisation de biogaz et biométhane								
42	Canalisation de biogaz	Conduite biogaz aérienne à l'intérieur de la rétention en hauteur	Fuite de joint, brides (usure, corrosion) ou Surpression dans la canalisation : non physiquement possible, compte tenu de la pression de tenue des tuyauteries ou Agression mécanique	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Canalisation aérienne limitée (INOX) en passage dans la rétention à 4 mètres de hauteur Raccords et brides limités (tuyauterie majoritairement soudée) Conformité ATEX Contrôle périodique d'étanchéité de la ligne gaz et avant chaque remise en service	Explosion non confinée du mélange air / biogaz. Flashfire (Effets thermiques)	Scénario non retenu (couvert par le scénario digesteur ou gazomètre). De plus, en vue de la pression très basse dans ce tronçon, les effets sont très limités (voir scénarios 7 et 8).	Pression de fonctionnement du réseau biogaz à l'intérieur de la rétention : 1 mbar

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
43	Canalisation de biogaz	Conduite de biogaz vers le poste de purge 3 pots de purge : - 1 regard pots de purge avec pot de purge entre digesteur et gazomètre, 1 pot de purge sortie gazomètre -1 regard pot de purge au niveau de la torchère	Montée en pression dans le réseau biogaz OU Fuite générique sur le brides / raccord des tuyauteries	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Pour pot de purge sortie torchère : dans garde hydraulique électrovanne ATEX avec capteur de niveau bas avec alarme en supervision Pour pots de purge sortie digesteur et gazomètre : auto-alimentés par l'humidité présente dans le biogaz. Ronde de l'exploitant pour vérification. Détection CH4 dans le regards de purge avec alarme sonore et visuelle, et évents partie haute et partie basse pour ventilation naturelle Vannes cadenassées pour éviter les erreurs opérateurs Protection de la purges contre les chocs (regard fermé) Conformité ATEX Soupapes digesteur Contrôle périodique d'étanchéité de la ligne gaz et avant chaque remise en service	Explosion confinée	Scénario non retenu (couvert par le scénario digesteur ou gazomètre). De plus, en vue de la pression très basse dans ce tronçon, les effets sont très limités (voir scénarios 7 et 8).	
44	Canalisation de biogaz	Conduite biogaz enterrée du gazomètre vers le plateforme de traitement Conduite biogaz enterrée Retour biogaz non conforme	Fuite de joint, brides (usure, corrosion) OU Surpression dans la canalisation : non physiquement possible, compte tenu de la pression de tenue des tuyauteries OU Agression mécanique	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Canalisation enterrée Signalisations au sol du passage de la canalisation Aucun travaux effectué en condition normale à proximité de la canalisation Les travaux sont exceptionnels et suivent une procédure spécifique La canalisation enterrée ne comporte ni vanne, ni joint, ni bride Tuyauterie dimensionnée sur pression haute Conformité ATEX	Explosion non confinée du mélange air / biogaz Flashfire (Effets thermiques)	En vue de la pression très basse dans ce tronçon, les effets sont très limités => Scénario non retenu (voir scénario 7 et 8).	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
45	Canalisation de biogaz	Conduite biogaz aérienne vers torchère	Fuite de joint, brides (usure, corrosion) OU Surpression dans la canalisation : non physiquement possible, compte tenu de la pression de tenue des tuyauteries OU Agression mécanique	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Canalisation aérienne limitée (INOX) et protégées contre les chocs et les agressions extérieures (corrosion, chocs, températures extrêmes) Raccords et brides limités (tuyauterie majoritairement soudée) Conformité ATEX Contrôle périodique d'étanchéité de la ligne gaz et avant chaque remise en service	Explosion non confinée du mélange air / biogaz Flashfire (Effets thermiques)	En vue de la pression très basse dans ce tronçon, les effets sont très limités => Scénario non retenu (voir scénario 7 et 8).	
46	Canalisation de biométhane	Conduite aérienne le long de la passerelle	Agression extérieure OU Usure (fatigue, corrosion...)	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Canalisation aérienne limitée (INOX) et protégées contre les chocs et les agressions extérieures (corrosion, chocs, températures extrêmes) Détection de pression => fermeture des vannes automatiques (secours par présence de vanne manuelle) Raccords et brides limités (tuyauterie majoritairement soudée) Conformité ATEX Contrôle périodique d'étanchéité de la ligne gaz et avant chaque remise en service	Explosion non confinée du mélange air / biométhane (UVCE) Flashfire (Effets thermiques) Jet enflammé (Effets thermiques)	**Scénario 8**	
47	Canalisation de biométhane	Conduite enterrée biométhane vers le skid de réinjection GRDF	Fuite de joint, brides (usure, corrosion) ou Surpression dans la canalisation : non physiquement possible, compte tenu de la pression de tenue des tuyauteries ou Agression mécanique	Perte de confinement de la canalisation + Source d'ignition	Canalisation aérienne limitée (INOX) et protégées contre les chocs et les agressions extérieures (corrosion, chocs, températures extrêmes) Détection de pression => fermeture des vannes automatiques (secours par présence de vanne manuelle) Raccords et brides limités (tuyauterie majoritairement soudée) Conformité ATEX Fil avertisseur (grillage jaune)	Explosion non confinée du mélange air / biométhane (UVCE) Flashfire (Effets thermiques) Jet enflammé (Effets thermiques)	**Scénario 7**	

APR Interne

N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Plateforme de traitement du biogaz								
48	Plateforme de traitement de biogaz	Plateforme de traitement de biogaz Skid container de traitement de biogaz	Fuite au joints / brides sur la canalisation de biogaz (corrosion, choc) OU Erreur opérateur OU Agression par engin	Perte de confinement + Source d'ignition	Détecteurs de gaz (CH4 et H2S), contrôlés périodiquement Plateforme non résistante à la pression Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz avec action coupure alimentation électrique Canalisations INOX protégées contre les agressions Raccords et brides limitées (tuyauteries soudées) Ventilation du local (naturelle) Extraction mécanique de l'air en cas de détection de CH4	Explosion confinée Effets de surpression	**Scénario 6**	Action: Mettre en place des poteaux amovibles pour limiter les risques de chocs
49	Plateforme de traitement de biogaz	Plateforme de traitement de biogaz	Encrassage du filtre à charbon actif	Inflammation du filtre charbon actif + Source d'ignition	Remplacement du charbon actif régulier Maintenance préventive Matériel ATEX adapté	Incendie dans le local de traitement	Scénario non retenu (localisé au milieu du site)	
Silo Chaux vive								
50	Silo de chaux vive	Silo de chaux vive	Erreur humaine lors du dépotage (introduction/dépotage du mauvais produit)	Incompatibilité entre les produits => réaction exothermique	Personnel équipé des EPI spécifiques Personnel formé Consignes d'exploitation Détecteurs de niveaux (LSL et LSH) et sonde radar de niveau Signalisation lumineuse et sonore	Dégagement de chaleur	Scénario non retenu (pas de dangers hors site)	
Skid de réinjection								
51	Skid de réinjection	Skid de réinjection	/	/	/	/	/	Hors scope étude

Tableau 15 : Tableau ERP interne - Filière boues

APR Interne							
N°	**Zone**	**Équipement**	**Événements initiateurs (causes)**	**Événement redouté central**	**Barrières indépendantes**	**phénomènes dangereux (conséquences)**	**Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)**	**Commentaires**
Centrats								
52	Bâche de reprise des centrats	Bâche de reprise des centrats	Surremplissage OU Défaut équipement (fissure, vieillissement...)	Déversement du produits	Sonde piézo secourue par des poires Pompe en secours installée Asservissement stoppant le fonctionnement des centrifugeuses en cas de détection de niveau très haut Conduite de trop-plein vers le poste toutes eaux	Sans conséquence	Scénario non retenu	
53	Bassin tampon amont phosphogreen	Bassin tampon amont phosphogreen	Surremplissage OU Défaut pompes (fissure, vieillissement...)	Epandage boues	Surveillance ; Sonde piézo secourue par des poires Pompe en secours installée Asservissement stoppant le fonctionnement des pompes de reprise des centrats alimentant la bâche en cas de détection de niveau très haut	Pollution du sol	Scénario non retenu (Aucun danger identifié hors site)	Phosphogreen est un procédé de récupération du phosphore basé sur une réaction de précipitation-cristallisation.
54	Local phosphogreen	Local phosphogreen			Local désodorisé et extraction d'air à la source au niveau du Phosphogreen	Pas de conséquences	Scénario non retenu	
55	Bassin tampon amont Cleagreen	Bassin tampon amont Cleagreen	Surremplissage OU Défaut équipement (fissure, vieillissement...)	Epandage boues	Surveillance ; Sonde piézo secourue par des poires Pompe en secours installée Asservissement stoppant le fonctionnement des pompes d'alimentation du cleargreen en cas de détection de niveau très haut	Pollution du sol	Scénario non retenu (Aucun danger identifié hors site)	Le Cleargreen™ est un procédé de dé-ammonification qui permet de traiter les concentrations d'ammonium générées par la digestion anaérobie des boues en tête de station.
56	Bassin tampon amont Cleagreen	Bassin tampon amont Cleagreen	Défaut dé-ammonification	Concentration d'ammoniaque	Surveillance ; Bâche couverte et désodorisée	Dispersion toxique => Intoxication des opérateurs	Scénario non retenu	(Aucun danger identifié hors site = quantité d'ammonium récupéré très faible)
57	Réacteur Cleargreen	Réacteur Cleargreen	Surremplissage OU Défaut équipement (fissure, vieillissement...)	Déversement	Surveillance ; sonde piézo secourue par des poires Pompe en secours installée Asservissement stoppant le fonctionnement des pompes d'alimentation du cleargreen en cas de détection de niveau très haut	Pollution du sol	Scénario non retenu	(Aucun danger identifié hors site)
58	Traitement de l'air	Silo de charbon actif en grain	Erreur opérateur	Mise en suspension du charbon actif	Silo situé dans un bâtiment	Pas de conséquence		Scénario non retenu (quantité très faible, De plus le risque aura uniquement des conséquences pour matériels)
59	Traitement des centrats	Stockage de produits utilisés pour le traitement des centrats : soude et chlorure de magnésium	Erreur humaine lors du dépotage (introduction/dépotage du mauvais produit)	Incompatibilité entre les produits => Dégagement de chlore	Personnel équipé des EPI spécifiques Personnel formé Consignes d'exploitation	Rejet toxique Pollution à l'intérieur du site	Scénario non retenu	(pas de dangers hors site compte tenu des faibles quantités utilisées)

Tableau 16 : Tableau ERP interne - Centrats

APR Interne								
N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
Utilités								
60	Perte d'électricité	Perte d'électricité	Coupure réseau électrique	Montée en pression possible dans le digesteur. Production de biogaz qui continu : rejet par les soupapes des digesteurs Cas le plus pénalisant : perte des ventilateurs de gonflage des gazomètres (cf. cas de perte du gonflage entre les membranes)	Equipements à sécurité positive Groupe électrogène	Perte d'exploitation (rejets hors normes ...)	Scénario non retenu (pas de conséquences hors site)	
61	Surpresseur	Surpresseur	Perte d'étanchéité de surpresseur	Perte de confinement + Source d'ignition	Surpresseur disposé à l'extérieur Canalisations INOX protégées contre les agressions Raccords et brides limitées Contrôle annuel de l'étanchéité des canalisations Détecteurs de pression (PSH) Soupape de sécurité sur le réseau	Explosion non confinée du mélange biogaz / air (UVCE)	Scénario non retenu (pas de conséquences hors site)	Surpresseur de gaz pour injection dans le poste GRDF
62	Air comprimé	Air comprimé	Défaillance au niveau du réseau air comprimé	Perte de confinement	Détecteurs de pression (PSH et PSL) Surveillance Maintenance préventive	Position de repli des vanne AC	Scénario non retenu (pas de dangers hors site)	
63	Pompe à chaleur (PAC)	Pompe à chaleur (PAC)	Défaillance de la PAC Fuite	Arrêt pompe => Perte d'exploitation Fuite fréon	Surveillance Maintenance préventive Transmetteurs de température Détecteur de fréon	Baisse de température dans le digesteur (Arrêt chauffage boues digesteur) Augmentation de la pression dans le gazomètre Arrêt traitement de l'air	Scénario non retenu (pas de dangers hors site)	
64	Utilisation des réactifs de désodorisation (Acide sulfurique, javel...)	Dépotage	Erreur humaine lors du dépotage (introduction/dépotage du mauvais produit)	Incompatibilité entre les produits => Dégagement de chlore	Procédure de dépotage Bordereau de livraison Présence permanente de l'opérateur durant le dépotage Cuves doubles enveloppes Détecteurs de niveaux (LSLL et LSLH) Contrôle visuel des flexibles Conformité des camions aux règles du Transport des Matières Dangereuses Signalisation des cuves Personnel équipé des EPI spécifiques	Rejet toxique Pollution à l'intérieur du site	Scénario non retenu (pas de dangers hors site compte tenu des faibles quantités utilisées)	

APR Interne								
N°	Zone	Équipement	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	phénomènes dangereux (conséquences)	Scenario ADR (intensité à l'extérieur du site)	Commentaires
65	Utilisation des réactifs (charbon actif, Acide sulfurique, javel...)	Injection	Erreur humaine lors du dépotage (introduction/dépotage du mauvais produit)	Incompatibilité entre les produits => Dégagement de chlore	Personnel équipé des EPI spécifiques Personnel formé Consignes d'exploitation	Rejet toxique Pollution à l'intérieur du site	Scénario non retenu (pas de dangers hors site compte tenu des faibles quantités utilisées)	
66	Bâtiment désodorisation	Désodorisation	Défaillance du dosage et/ou de l'injection de réactifs Défaut de conception du système Absence de réactifs en amont	Formation d'un nuage explosif	Plan de maintenance des équipements Contrôle de température des fumées Analyse en continu des fumées	Dispersion toxique (H2S...)	Scénario non retenu (localisé au local de traitement de l'air)	
67	Chaudière	Chaudière électrique				Pas de conséquences	Scénario non retenu	

Tableau 17 : Tableau ERP interne - Utilités

APR Externe

N°	Causes	Événements initiateurs (causes)	Événement redouté central	Barrières indépendantes	Risques	Commentaires / Actions	Étude associée
Phénomènes naturels							
1	Foudre	Impact foudre sur les équipements => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Les installations de process et de stockage, les tuyauteries de liaison, les postes de distribution ainsi que les enveloppes métalliques sont reliées électriquement entre eux en permanence, ainsi qu'à une prise de terre.	**Risque non retenu** **Circulaire du 10 mai 2010**	Les moyens permettant d'assurer le bon niveau de protection du site seront intégrés dans le projet et installés avant le début de l'exploitation du site. => Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 "événement initiateurs spécifiques" la foudre ne sera pas retenue comme événement initiateur	Étude de Dangers § 15.1.4 Analyse des Risques Foudre
2	Neige	Surcharge => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Les nouvelles installations répondront aux normes vent et neige en vigueur (NV65 révisée en février 2009) et les règles N84	**Risque non retenu** **Circulaire du 10 mai 2010**	Les nouvelles installations répondront aux normes vent et neige en vigueur (NV65 révisée en février 2009) et les règles N84 => Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 "événement initiateurs spécifiques" la neige et le vent ne seront pas retenus comme événements initiateurs	Étude de Dangers § 15.1.3
3	Vents violents	Vents extrêmement violents => Arrachage des évents / Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Les nouvelles installations répondront aux normes vent et neige en vigueur (NV65 révisée en février 2009) et les règles N84	**Risque non retenu** **Circulaire du 10 mai 2010**	Les nouvelles installations répondront aux normes vent et neige en vigueur (NV65 révisée en février 2009) et les règles N84 => Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 "événement initiateurs spécifiques" la neige et le vent ne seront pas retenus comme événements initiateurs	Étude de Dangers § 15.1.3
4	Température très basse (Gel)	Gelée => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Aucune prescription particulière requise Les équipements sont conçus pour fonctionner dans la plage de température allant de -7°C à 32°C	**Risque non retenu**	Pas de température extrême sur le site et les installations projetées sont conçues pour fonctionner dans la plage des températures extrêmes du secteur	Étude de Dangers § 15.1.2
5	Canicule	Expansion thermique => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Les réseaux de canalisation de gaz sont réalisés en INOX Haute Pression et sont compatibles avec le gaz naturel, aux conditions de pression et de température prévues Les équipements sont conçus pour fonctionner dans la plage de température allant de -7°C à 32°C Le local électrique est ventilé.	**Risque non retenu**	Pas de température extrême sur le site et les installations projetées sont conçues pour fonctionner dans la plage des températures extrêmes du secteur	Étude de Dangers § 15.1.2
6	Mouvement de terrain	Mouvement de terrain => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Respect des prescriptions constructives permettant de ne pas remettre en cause la stabilité de la parcelle définies dans le diagnostic géotechnique dans le cadre de la demande de permis de construire	**Risque non retenu**	Classification du site : - Aléa « moyen » : ~ xx% du site - Aléa « faible à modéré » : ~xx% (reste du site)	Étude de Dangers § 15.1.8 Étude géotechnique
7	Inondation	Équipements noyés	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Il n'y a pas de contrainte d'inondabilité			Étude de Dangers § 15.1.5
8	Séisme	Séisme => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Depuis l'arrêté du 22/10/2010, la STEP de Villiers Saint Frédéric se situe en zone d'aléas faibles (sismicité 2). Le site appliquera les règles de conception de l'art. 4 de l'arrêté cité ci-avant, aux ouvrages de bâtiments neufs de catégorie d'importance III et IV.	**Risque non retenu**	Remarque : Les installations du site n'étant pas soumises à l'arrêté du 10 mai 2000 (Seveso seuil haut ou bas), elles ne sont pas concernées par les dispositions des articles 12 à 15 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 (règles parasismiques relatives aux installations à « risque spécial »).	Étude de Dangers § 15.1.6
9	Feu de forêt ou broussailles	Sans objet					

APR Externe							
N°	**Causes**	**Événements initiateurs (causes)**	**Événement redouté central**	**Barrières indépendantes**	**Risques**	**Commentaires / Actions**	**Étude associée**
Activité humaine							
10	Circulation de véhicule externe (TMD)	Accident se produisant lors du transport de ces produits par voie routière, ferroviaire, aérienne, fluviale ou par canalisation	**Effets dominos** thermiques et/ou de surpression	D'après la fiche 4 de la circulaire du 10 mai 2010, la distance des effets domino : d'un camion-citerne : - pour les effets de surpression ~ 45 m - pour les effets thermiques ~ 120 m d'un wagon-citerne : - pour les effets de surpression ~ 60 m - pour les effets thermiques ~ 190 m Pas d'infrastructure TMD (routes, voie ferrée à proximité) Services extérieurs d'incendie et de secours	**Risque non retenu**	Pris en compte comme événements initiateurs (effets dominos)	Étude de Dangers § 15.2.3
11	Chute d'avion	Chute d'un avion ou de tout autre appareil volant sur les installations	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	La STEP de Villiers Saint Frédéric n'est pas soumise aux contraintes de servitudes aériennes .	**Risque non retenu** **Circulaire du 10 mai 2010**	=> Conformément à la circulaire du 10 mai 2010 "événement initiateurs spécifiques" la chute d'avion ne sera pas retenue comme événements initiateurs	Étude de Dangers § 15.2.4
12	Malveillance / sûreté	Malveillance sur les installations par un tiers	Destruction matériel Incendie / explosion Risque opérateur	Accès réglementé Site clôturé Procédure accueil visiteur Un cadre d'astreinte joignable en permanence	**Risque non retenu** **Circulaire du 10 mai 2010**	Compte tenu des dispositifs de sécurité cités précédemment, le chapitre 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 préconisant de ne pas retenir les actes de malveillance dans les analyses de risques est pris comme référence.	Étude de Dangers § 15.2.2
13	Voisinage industriel	Effets dominos externes : Effets thermiques > 8 kW/m² Effets de surpression > 200 mbar => Destruction matériel => Fuite de gaz inflammable => Formation d'une zone ATEX	Incendie / explosion Impact sur les installations Risque opérateur		**Risque non retenu**	Pris en compte comme événements initiateurs (effets dominos)	Étude de Dangers § 15.2.1

Tableau 18 : Tableau ERP externe

33.5. Synthèse des phénomènes dangereux étudiés dans l'ADR

Les scénarios retenus lors de l'EPR sont uniquement ceux qui selon le retour d'expérience semblaient majorants et susceptibles d'avoir un impact significatif en dehors des limites du site, afin de les étudier en détail.

Les scénarios correspondants, retenus pour être étudiés en ADR sont présentés dans le tableau suivant :

Phénomène dangereux	Scénario n°
Ruine du digesteur	1
Explosion interne de gaz dans le digesteur plein	2
Explosion interne de gaz dans le digesteur vide	3
Ruine du gazomètre	4
Explosion interne de gaz dans le gazomètre	5
Explosion confinée de gaz dans la plateforme de traitement	6
Rupture de canalisation enterrée de biométhane	7
Rupture de canalisation aérienne de biométhane	8

Tableau 19 : Synthèse des phénomènes dangereux retenus en ADR

PARTIE 7. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

34. INTRODUCTION

L'Analyse Détaillée des Risques (ADR) constitue la troisième étape d'une analyse des risques. Elle constitue la suite logique et indispensable de l'Évaluation Préliminaire des Risques (EPR) et est réalisée pour les risques apparus comme les plus importants à l'issue de l'EPR et susceptibles d'affecter les personnes à l'extérieur de l'établissement.

Les points suivants sont traités pour chaque scénario :

- **L'estimation des niveaux de confiance** (NC) des mesures de maîtrise des risques (MMR) ;
- **Les probabilités des évènements redoutés centraux** (ERC) ont été calculées à partir des évènements initiateurs et des barrières de prévention ;
- **Les probabilités des phénomènes dangereux** (PhD) ont été calculées à partir des ERC et des probabilités des barrières valorisées ;
- **La modélisation** de phénomènes dangereux ;
- **L'estimation de la gravité** en prenant en compte la situation actuelle ;
- **La réalisation des noeuds papillon** avec l'inventaire des barrières de prévention et de protection qui seront mises en place.

35. METHODOLOGIE

35.1. Définition et objectif de l'ADR

À partir des Événements Redoutés (ER) nécessitant une analyse plus détaillée, identifiés lors de l'EPR, l'analyse détaillée permet de mener une démarche itérative de réduction des risques à la source.

L'identification de la gravité d'un événement a été faite d'une part sur la base des quantités de produits mises en oeuvre, et d'autre part en fonction des conséquences que l'événement serait susceptible d'engendrer en termes de distances d'effets thermiques, toxiques ou d'effets de surpression.

Un scénario d'accident est défini par :

- Un produit associé à un équipement ;
- Une hypothèse de défaillance ou événement redouté (à titre d'exemple, la rupture d'une canalisation) ;
- Un phénomène physique : explosion de vapeurs, incendie de type feu de torche, feu de cuvette…

Les objectifs de l'analyse détaillée des risques sont :

1. Démontrer la maîtrise des risques pour chacun des événements redoutés sélectionnés :
   - Identifier toutes les combinaisons de causes des événements redoutés ;
   - Identifier et caractériser les mesures de prévention de ces événements redoutés ;
   - Identifier et évaluer tous les effets potentiels et les facteurs d'aggravation de chaque événement redouté analysé (effets en termes de phénomènes accidentels) ainsi que les dommages associés (sur les individus, l'environnement et les matériels et structures).
2. Évaluer la probabilité et la gravité des différents dommages possibles (quantification) :
   - Évaluer d'une manière plus précise la fréquence d'occurrence de ces événements redoutés ;
   - Examiner la performance des mesures de maîtrise des risques permettant de réduire la probabilité des dommages ;
   - Calculer la probabilité d'occurrence des différents dommages possibles ;
   - Évaluer la gravité des différents dommages possibles.
3. Établir une hiérarchisation des risques ainsi quantifiés ;
4. Proposer des mesures d'amélioration complémentaires ;
5. Identifier les mesures prépondérantes qui pourront être considérées comme des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR).

35.2. Principe des arbres : Méthode retenue

L'analyse détaillée des risques des événements redoutés retenus lors de l'EPR est réalisée en utilisant une formalisation par des Arbres :

- **Arbre de défaillances** : pour l'analyse des causes des événements redoutés et pour la justification de l'adéquation des mesures de prévention ;
- **Arbre d'événements** : pour la détermination des effets et des dommages, en fonction de la disponibilité des mesures de protection.

Le synoptique illustre la méthode de l'analyse détaillée des risques :

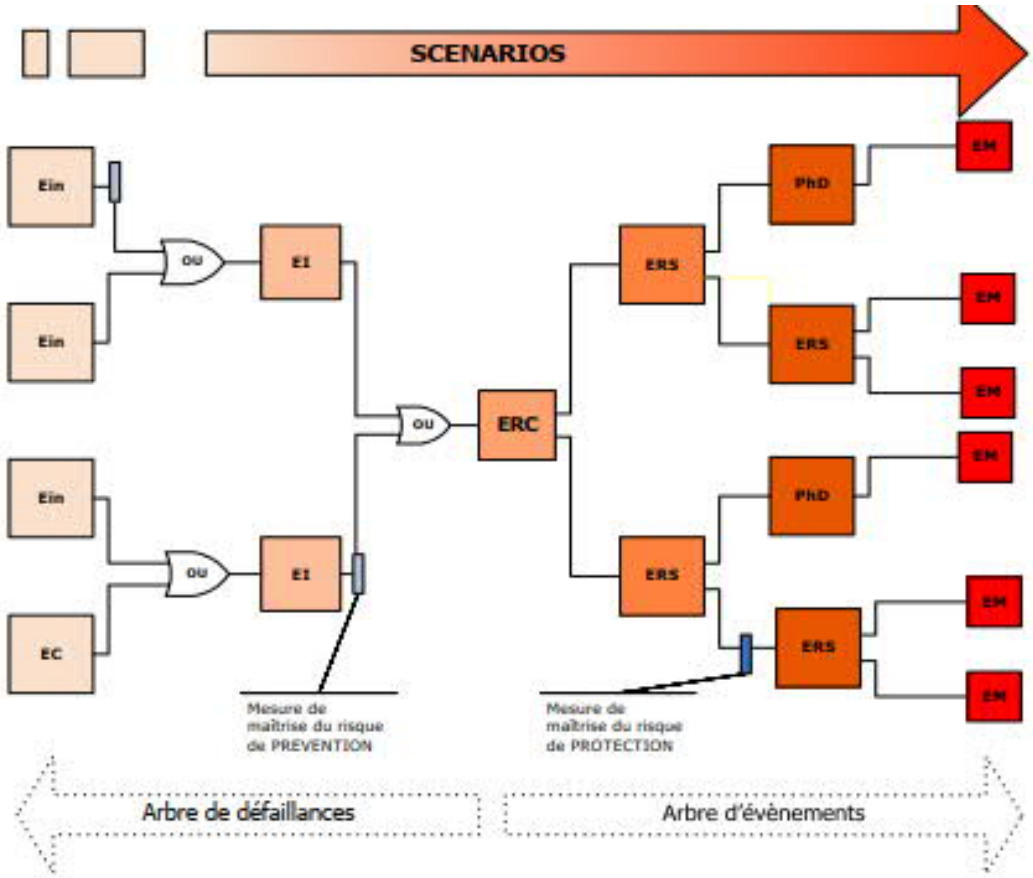


Figure 25 : Représentation en noeud papillon (principe)

Désignation	Signification	Définition	Exemples
EI	Évènement initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Évènement redouté central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, brèche, ruine ou décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique
PhD	Phénomène dangereux	Phénomène physique produisant des effets et pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, explosion, dispersion d'un nuage toxique
Barrières de prévention		Mesures visant à prévenir la perte de confinement ou d'intégrité physique	Peinture anti-corrosion, coupure automatique des opérations de dépotage sur détection d'un niveau très haut…
Barrières de protection		Mesures visant à limiter les conséquences de la perte de confinement ou d'intégrité physique	Vannes de sectionnement automatiques asservies à une détection (gaz, pression, débit), moyens d'intervention

Tableau 20 : Termes utilisés pour les noeuds papillons

Cette méthode a pour objectif, en partant d'un événement initiateur, de déterminer l'ensemble des séquences susceptibles de se réaliser suivant que les barrières de protection sont disponibles ou non.

35.3. Performance des barrières

Le terme de barrière de sécurité regroupe à la fois les barrières techniques, organisationnelles et à déclenchement humain liées à la sécurité.

Les barrières de sécurité participent à la fonction de sécurité qui tend à réduire la probabilité d'occurrence de l'événement redouté et/ou limiter les dommages au niveau des cibles.

Les barrières assurant la fonction de sécurité peuvent être classées en 3 familles distinctes :

- **Les barrières techniques intrinsèques** : dispositif physique de sécurité, système instrumenté assurant une chaîne d'action commandée sur des organes physiques ;
- **Les barrières organisationnelles** : procédures, consignes, activités humaines ne faisant pas intervenir les barrières techniques ;
- **Les barrières techniques à déclenchement humain** : décision et action humaine d'intervention sur un organe physique et/ou chaîne d'action commandée.

Afin d'appréhender les niveaux d'efficacité, de disponibilité et de fiabilité des barrières, les critères suivants sont détaillés pour chaque barrière :

- Descriptif succinct ;
- Fonction de sécurité ;
- Type de barrière (prévention ou protection) ;
- Type de famille ;
- Conception et retour d'expérience : barrière spécifique à l'établissement et non éprouvée, standard actuel de la profession, barrière optimale par rapport au standard actuel de la profession ;
- Temps de réponse ;
- Type de sécurité : active (sécurité préventive ou primaire), positive (position de sécurité par défaut de force motrice), ou passive (intrinsèque) ;
- Disponibilité : taux de défaillance éventuel (déterminé à partir de bases de données) ;
- Testabilité / maintenabilité : si la maintenance est réalisable ou non ;
- Assurance de non-modification des performances : c'est l'assurance que la barrière sera stable au cours du temps, ou à la sollicitation, pour participer à la fonction de sécurité.

Il pourra également être notifié la consigne à appliquer en cas de dérive de la barrière : en cas de dégradation temporaire (voire permanente) de l'efficacité, de la disponibilité ou de la fiabilité de la barrière prépondérante pour la sécurité, l'exploitant identifie et met en oeuvre des moyens de maîtrise du risque palliatifs afin d'assurer la fonction de sécurité.

35.4. Évaluation de la probabilité

35.4.1. Cotation de la probabilité d'occurrence des EI

La fréquence d'occurrence des évènements initiateurs et la probabilité de défaillance des barrières de sécurité de prévention et de protection sont déterminées en confrontant les données et le retour d'expérience du site Marne Aval avec les données issues des documents suivants :

- Résumé des travaux du groupe de travail de L'ICSI « Fréquence des évènements initiateurs d'accidents et disponibilité des barrières de prévention et de protection » ;
- Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse du risque – INERIS –DRA 34 et ses annexes (Opération j – Intégration de la dimension probabiliste dans l'analyse de risques – Partie 2 : Données quantifiées) ;
- Guide de maîtrise des risques technologiques dans les Dépôts de Liquides Inflammables (GDLI) ;
- Documents émis dans le cadre du projet ARAMIS (Accidental Risk Assessment Methodology for Industries in the context of the SEVESO II directive) et en particulier, annexes du document D1C relatif aux méthodes d'identification des risques d'accidents majeurs et des scénarios de référence.

35.4.2. Cotation de la probabilité d'occurrence des ERC et PhD

La représentation en noeuds papillon permet ensuite de calculer les probabilités d'occurrence des évènements redoutés centraux (ERC) et des phénomènes dangereux (PhD) qui en découlent.

La cotation de la probabilité d'occurrence s'effectue ensuite en se basant sur la grille de cotation définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 relative à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Classe de probabilité / Type d'appréciation	E	D	C	B	A
Qualitative (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants)	**« Évènement possible mais extrêmement improbable » :** n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations.	**« Évènement très improbable » :** s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.	**« Évènement improbable » :** un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.	**« Évènement probable » :** s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	**« Évènement courant » :** s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives.
Semi-quantitative	Cette échelle est intermédiaire entre les échelles qualitative et quantitative, et permet de tenir compte des mesures de maîtrise des risques mises en place, conformément à l'article 4 de l'arrêté du 29 sept 05				
Quantitative (par unité et par an)	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	

Tableau 21 : Échelle de probabilité

35.5. Distances d'effets des phénomènes dangereux

Ce chapitre a pour vocation de déterminer les distances d'effet des phénomènes accidentels identifiés et sélectionnés, compte tenu de leur gravité potentielle et réaliser un décompte des enjeux.

Valeurs réglementaires de référence :

Chaque phénomène dangereux fait l'objet d'une modélisation où sont calculées les distances d'effets relatifs aux valeurs de références définies par l'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études des dangers des installations classées soumises à autorisation » et sont décrites ci-après.

35.5.1. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

Seuils de flux thermique	Zone de dangers et type d'effets		
	Sur l'homme		Sur les structures
8 kW/m²	**(SELS)**	**Létaux significatifs** Très graves pour la vie humaine	Dégâts graves et Seuil des effets dominos
5 kW/m²	**(SEL)**	**Létaux** Graves pour la vie humaine	Destruction significative de vitres
3 kW/m²	**(SEI)**	**Irréversibles** Significatifs pour la vie humaine	-

Tableau 22 : Valeurs de référence relatives aux seuils des effets thermiques

35.5.2. Valeurs de référence relatives aux seuils de surpression

Seuils de surpression	Zone de dangers et type d'effets		
	Sur l'homme		Sur les structures
300 mbar	-		Dégâts très graves sur les structures
200 mbar	**(SELS)**	**Létaux significatifs** Très graves pour la vie humaine	Seuil des effets dominos
140 mbar	**(SEL)**	**Létaux** Graves pour la vie humaine	Dégâts graves
50 mbar	**(SEI)**	**Irréversibles** Significatifs pour la vie humaine	Dégâts légers
20 mbar	Effets indirects par bris de vitres		Destruction significative de vitres

Tableau 23 : Valeurs de référence relatives aux seuils de surpression

35.5.3. Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques

Seuils des effets toxiques	Zone de dangers et type d'effets Sur l'homme	**H_2S** 60 min (INERIS)
SELS	**Létaux significatifs** Très graves pour la vie humaine	414 ppm
SEL	**Létaux** Graves pour la vie humaine	372 ppm
SEI	**Irréversibles** Significatifs pour la vie humaine	80 ppm

Tableau 24 : Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets toxiques

35.6. Évaluation de la gravité

35.6.1. Méthodologie de comptage

Les hypothèses utilisées pour le comptage sur les axes routiers, les axes ferroviaires et les axes fluviaux sont décrites ci-après :

- **Axes routiers**

Les axes routiers proches de la STEP de Villiers Saint Frédéric sont :

- Route de Septeuil D11
- Route de Beynes D191

D'après la fiche n°1 de la circulaire du 10 Mai 2010, pour déterminer la gravité concernant les axes routiers, on compte **0,4 personne par kilomètre exposé par tranche de 100 véhicules/jour**.

- **Axes ferroviaires**

Train de voyageurs : compter 1 train équivalent à 100 véhicules (soit 0,4 personne exposée en permanence par km et par train), en comptant le nombre réel de trains circulant quotidiennement sur la voie.

En fonctionnement normal, une moyenne de 40 trains aller-retour par jour entre la gare de Montparnasse et Deux empruntée par la ligne N.

- **Établissement Recevant du Public (ERP)**

Compter les ERP (bâtiments d'enseignement, de service public, de soins, de loisirs, religieux, grands centres commerciaux etc.) en fonction de leur capacité d'accueil (au sens des catégories du Code de la construction et de l'habitation), le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

Les commerces et ERP de catégorie 5 dont la capacité n'est pas définie peuvent être traités de la façon suivante :

- Compter 10 personnes par magasin de détail de proximité (boulangerie et autre alimentation, presse, coiffeur)
- Compter 15 personnes pour les tabacs, cafés, restaurants, supérettes, bureaux de poste.

De plus, Le syndicat accueillera du public jusqu'à 165 personnes en plus des 29 employés. Cet effectif du public étant inférieur à 200 personnes, l'établissement a été classé en ERP de 5ème catégorie.

- **Logements**

Des habitations sont situées au Nord et à l'Est du site.

Les hypothèses utilisées pour le comptage des habitations sont décrites ci-après :

Type d'habitat	Nombre de personnes à l'hectare
Individuel dispersé	40
Pavillonnaire dense	100
Collectif ≤ R+2	400 - 600
Collectif immeuble > R+2	600 - 1000

- **Terrain non bâti**

Les cas des terrains non aménagés et très peu fréquentés (champs, prairies, forêts, friches, marais…) : **compter 1 personne par tranche de 100 ha**.

35.6.2. Détermination de la gravité pour chaque scénario

La gravité est évaluée à partir de :

- L'intensité des phénomènes dangereux : celle-ci est déterminée par les zones d'effets toxiques, de surpression ou thermiques (irréversibles, létaux et létaux significatifs) des phénomènes dangereux par le biais des calculs de modélisation ;
- La sensibilité de l'environnement du site : elle est déterminée, en particulier, par l'implantation des zones d'activités, de résidence ou de circulation

L'échelle utilisée pour évaluer le niveau de gravité sur les personnes est définie par l'Annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005, dit « PCIG ». Il s'agit d'une échelle à 5 niveaux, présentés ci-après.

NIVEAU DE GRAVITÉ des	ZONE DÉLIMITÉE PAR LE SEUIL		
	des effets létaux significatifs SELS	**des effets létaux SEL**	**des effets irréversibles sur la vie humaine SEI**
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées (1).	Plus de 100 personnes exposées.	Plus de 1 000 personnes exposées.
Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes.	Entre 100 et 1 000 personnes exposées.
Important	Au plus 1 personne exposée.	Entre 1 et 10 personnes exposées.	Entre 10 et 100 personnes exposées.
Sérieux	Aucune personne exposée.	Au plus 1 personne exposée.	Moins de 10 personnes exposées.
Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à «une personne».

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

Tableau 25 : Échelle de gravité

Pour chaque scénario dont les effets sortent des limites de propriété, la gravité a été déterminée suivant la méthodologie de comptage décrite ci-avant.

Cette évaluation de la gravité s'accompagne d'une caractérisation préalable de l'environnement humain externe à l'établissement. Le comptage des personnes est réalisé à l'aide de la fiche n°1 relative à la détermination de la gravité des accidents accompagnant 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.

35.7. Cinétique de développement

La cinétique de développement des Phénomènes Dangereux est le délai entre un ERC jugé représentatif et le Phénomène Dangereux étudié.

Cette caractérisation tient donc compte des barrières limitant les conséquences dont les performances sont jugées compatibles avec les scénarios conduisant aux phénomènes dangereux.

Phénomènes dangereux recensés	Caractéristiques	Effets	Cinétique
Explosion	Délai d'atteinte des cibles : immédiat Durée d'exposition : instantanée	Surpression	Rapide
Incendie	Propagation rapide des flammes Durée d'exposition variable selon le terme source	Thermique	Rapide
Dispersion de nuage toxique	Délai de formation du nuage : immédiat Délai de développement : variable selon les conditions météorologiques et les caractéristiques du terme source	Toxique	Rapide, pouvant induire des effets plus longs (Fuite continue)
BLEVE	Délai de développement : quelques minutes Durée du phénomène : < 2 minutes Délai d'atteinte des cibles : immédiat Durée d'exposition : instantanée	Surpression et thermique	Rapide
Feu torche	Délai d'inflammation : immédiat à quelques minutes	Thermique	Rapide
UVCE	Délai de formation du nuage : très rapide Inflammation : quelques minutes Délai d'atteinte des cibles : immédiat Durée d'exposition : immédiat pour les effets de surpression et variable pour les effets thermiques (fonction de la taille du nuage)	Surpression et thermique	Rapide

Tableau 26 : Cinétique des PhD

35.8. Positionnement dans la matrice MMR

La matrice utilisée est la suivante (arrêté du 29 septembre 2005 dit PCIG) :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
E	**D**	**C**	**B**	**A**	
Désastreux	MMR Rang 2 (Non partiel)	Non rang 1	Non rang 2	Non rang 3	Non rang 4
Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	Non rang 1	Non rang 2	Non rang 3
Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	Non rang 1	Non rang 2
Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	Non rang 1
Modéré					MMR rang 1

Tableau 27 : Grille MMR

À l'intérieur des cases de la grille apparaissent 4 niveaux de risques :

- Niveau I (rouge) : zone de **risque élevé**, figurée par le mot « NON » ;
- Niveau II (orange) : zone de **risque intermédiaire**, figurée par le sigle « MMR rang 2 » (Mesures de Maîtrise des Risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- Niveau III (jaune) : zone de **risque intermédiaire**, figurée par le sigle « MMR rang 1 » (Mesures de Maîtrise des Risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- Niveau IV (vert) : zone de **risque moindre**, qui ne comporte ni « NON », ni « MMR ».

35.9. Effets dominos

Un effet domino peut être défini comme l'action d'un premier phénomène dangereux capable de générer un second accident sur une installation voisine ou un établissement voisin, dont les effets seraient plus « graves » que ceux de l'accident premier.

- **Les effets « donneurs »** c'est-à-dire les conséquences en cas d'accident interne sur :
  - Les autres installations sensibles du site (accès, poteau incendie, bâtiment…) ;
  - Les installations extérieures au site le cas échéant ;
  - Les voies de communication éventuellement.
- **Et les effets « receveurs »** qui consistent à caractériser, en cas d'accident, à l'extérieur du site (autres installations industrielles, voies de communication…), les conséquences sur l'installation étudiée.

Les effets des phénomènes dangereux à prendre en compte dans le cadre de l'analyse des effets dominos sont principalement :

- Les effets thermiques ;
- Les effets mécaniques d'une onde de surpression.

Au vu des phénomènes dangereux identifiés dans les paragraphes précédents, les effets à prendre en compte sont : les effets thermiques et les effets de surpression.
Le tableau ci-dessous donne les seuils des effets dominos pour ces effets :

Seuils de flux thermique	Effets dominos thermiques	
8 kW/m²	**(SELS)**	Dégâts graves et **Seuil des effets dominos**
Seuils de surpression	Effets dominos de surpression	
200 mbar	**(SELS)**	**Seuil des effets dominos**

Tableau 28 : Seuils des effets dominos

Ces seuils correspondent aux seuils des effets létaux significatifs sur l'homme. Dans la suite de l'étude, chaque scénario étudié en détail a fait l'objet d'une analyse des effets dominos.

Scénario 1: -Ruine du digesteur

36. RUINE DU DIGESTEUR

Les paragraphes suivants explicitent le noeud papillon 1 relatif au scénario « Ruine du digesteur » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 1.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz non confiné suite à la ruine du digesteur.

36.1. Description du scénario

Le scénario accidentel considéré est la rupture catastrophique du digesteur suite à une montée en pression dans le digesteur, agression ou usure provoquant une perte de confinement de biogaz.

- En cas de non inflammation du biogaz, la rupture du digesteur provoquerait la dispersion du biogaz contenant de l'H_2S pouvant avoir des effets toxiques ;
- En cas d'inflammation du biogaz, la rupture du digesteur provoquerait une explosion non confinée du gaz inflammable (UVCE/Flash-Fire).

36.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 1 sont les suivants :

- Surpression anormale dans le digesteur qui est due :
  - Bouchage du soutirage (classe de fréquence A : 10^{-2}) ;
  - Surproduction du biogaz (classe de fréquence B) ;
  - Erreur opérateur (Vanne manuelle cadenassée ouverte fermée sur le réseau biogaz, classe de fréquence A, 10^{-2}, estimation pessimiste car cette vanne n'est utilisée qu'en maintenance décennale et ne sera donc quasiment jamais manipulée) ;
  - Non consommation, problème sur le skid d'épuration (classe de fréquence A, une fois par an estimé) ;
- Agression externe sur le ciel gazeux du digesteur (fréquence retenue à D en l'absence de grue lors du fonctionnement normal et sur la base d'absence d'accidentologie sur ce type de scénario et sur les données du Purple Book sur les réservoirs atmosphériques auquel le digesteur peut être assimilé) ;
- Fissure sur le digesteur (vieillissement, usure…) (cause non retenue, une petite fuite ne pourra mener au scénario)
- Effets dominos (fréquence d'occurrence estimée faible vu l'environnement du digesteur et l'absence d'accidentologie sur ce scénario, fréquence D) ;

Se référer au noeud papillon pour le détail des portes logiques OU et ET.

36.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B1 : Procédure opérateur de maintenance (non valorisée)**

  Cette barrière est une barrière organisationnelle qui permet de prévenir un risque pendant une phase d'intervention, de travaux de maintenance, d'inspection.... La tâche est simple : rédaction d'une autorisation de travail, autorisation d'accès... et analyse des risques en cas d'intervention ou de travaux. (à noter que maintenance est effectuée chaque 10 ans).

  Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière organisationnelle est estimé à NC = 1, cependant, cette barrière n'est pas valorisée dans notre analyse car elle est considérée comme un pré-requis.

- **Barrière B2 : Soupape sur le digesteur (valorisée)**

  Une soupape est placée sur le digesteur tarée à environ 5 mbarg avec rejet à l'air libre en point haut.

  Selon le retour d'expérience et selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance d'une soupape de sécurité est de manière conservative estimé à NC=2.

- **Barrière B3 : Soupape sur le gazomètre (valorisée)**

  Une soupape est présente au niveau du gazomètre avec rejet à l'air libre en point haut.

  Selon le retour d'expérience et selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance d'une soupape de sécurité est de manière conservative estimé à NC=2.

- **Barrière B4 : Mesure de pression haute et procédure associée (non valorisée)**

  Cette barrière est une barrière technique avec action humaine qui permet entre autres de prévenir une surpression et d'arrêter le digesteur.

  Cette barrière est automatique associée à une action opérateur ; selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance d'une action humaine peut être estimé à NC = 1, cependant, cette barrière n'est pas valorisée dans notre analyse car le temps de réaction n'a pas été justifié.

- **Barrière B5 : Démarrage torchère (valorisée)**

  Cette barrière est une barrière technique instrumentée. Lorsque le gazomètre atteint un niveau haut, la torchère est démarrée.

  Cette barrière est à déclenchement automatique via un traitement dans un automate classique dit de contrôle type SNCC. Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière technique avec un traitement par un automate de conduite est estimé à NC = 1.

- **Barrière B6 : Garde hydraulique des pots de purge (non valorisée)**

  En cas de pression haute, les pots de purge peuvent dégarder et ainsi limiter la pression dans le réseau et le digesteur. Ils ne sont pas valorisés ici car non dimensionnés pour ce cas.

- **Barrière B7 : Trop plein du digesteur (valorisée)**
  En cas de niveau haut, les boues iront via le trop plein gravitaire au réseau pluvial. Cette barrière passive a un niveau de confiance estimée de NC=2.

- **Barrière B8 : Mesure de niveau dans les vasques du digesteur (non valorisée)**
  Cette barrière est une barrière technique avec action humaine qui permet entre autres de prévenir un niveau haut des vasques et d'arrêter l'alimentation digesteur. Cette barrière est automatique associée à une action opérateur ; selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance d'une action humaine peut-être estimé à NC = 1 (mais non valorisé dans le cadre de cette étude, temps de réponse non estimé à date).

36.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de l'événement redouté central est calculée à partir de la fréquence d'occurrence des événements initiateurs et de la probabilité de défaillance des barrières de prévention.
La probabilité d'occurrence de l'ERC est donc :
$10^{-2} + (10^{-1} \times 10^{-1}) + 2.10^{-2} = 4{,}00.10^{-2}$ (pour un digesteur).
La probabilité d'occurrence de l'ERC pour les deux digesteurs est donc :
$2 \times 4{,}00.10^{-2}$ = **$8{,}00.10^{-2}$/an**.
La probabilité d'occurrence de l'ERC est classe **C**.

36.5. Barrières limitant les conséquences

Aucune barrière de protection n'a été identifiée pour ce scénario.

36.6. Phénomènes dangereux

Le biogaz généré étant inflammable peut former un mélange explosif avec l'air. En cas de présence d'une source d'ignition, un flash fire ou une explosion non confinée peut survenir.
Une source d'ignition peut avoir différentes origines :

- Foudre ou phénomènes électrostatiques ;
- Travaux par points chauds ;
- Étincelle provoquée par le matériel électrique et mécanique à proximité ;
- Flamme nue ;
- Effet domino (effet thermique).

De plus, en cas de non inflammation du biogaz libéré, la rupture du digesteur provoque la dispersion du biogaz contenant de l'H_2S pouvant avoir des effets toxiques.

Il convient, donc d'étudier pour ce scénario, les phénomènes dangereux (PhD) présentés ci-dessous :

- PhD 1a : Dispersion toxique (dispersion du biogaz sans inflammation et contenant de H_2S)
- PhD 1b : UVCE (explosion retardée)
- PhD 1c : Flash fire (explosion retardée).

36.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité d'avoir une source d'ignition différée dans un environnement industriel est de **0,9**.

Le Purple Book précise que pour l'explosion d'un nuage de gaz les deux phénomènes UVCE et flash_fire doivent être modélisés en adoptant les probabilités suivantes pour chacun des deux phénomènes : **0,4 pour l'UVCE et 0,6 pour le flash_fire**.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 1a	ERC	C
PhD 1b	ERC x source d'ignition (0,9) x 0,4	C
PhD 1c	ERC x source d'ignition (0,9) x 0,6	C

Tableau 29 : Probabilité du PhD 1

36.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Digesteur (métallique)
Produit	Biogaz
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Volume total du digesteur	2011 m^3
Volume utile (boues)	1609 m^3
Volume de ciel gazeux	402 m^3
Diamètre du digesteur	16 m
Hauteur droite	9,5 m
Température	35 °C
Pression de service	0 à 1 mbarg
Pression de ruine	50 mbarg

Le modèle de calcul utilisé par ce logiciel est le modèle **« catastrophic Rupture** ».

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

36.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet des phénomènes dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) et depuis le centre du digesteur (conditions 3F/5D):

Repère	Effets	BV	SEI	SEL	SELS
PhD 1a	Toxique	-	Non atteint	Non atteint	Non atteint
PhD 1b	Surpression	124 m	49 m	Non atteint	Non atteint
PhD 1c	Thermique	-	28 m	26 m	26 m

Tableau 30 : Distances d'effets du PhD 1

Ne sort par des limites du site

36.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 1a Effets toxiques	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			
PhD 1b Effets de surpression	Cibles atteintes	La Mauldre	Pas d'effets hors site	Pas d'effets hors site
	Nb personnes dans la zone	< 1p	Pas d'effets hors site	Pas d'effets hors site
	Niveau gravité pénalisant	Modéré		
PhD 1c Effets thermiques	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			

Tableau 31 : Gravité du PhD 1

Note : Le seuil de bris de vitre (BV) touche :

- Une partie du lycée Violet Le Duc ;
- Le bâtiment tertiaire du syndicat ;
- La ligne ferroviaire. Il est à mentionner qu'en ce qui concerne la ligne ferroviaire, l'existence d'un talus de 5 à 6 mètres de hauteur peu atténuer les effets de suppression du seuil BV.

36.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique d'explosion non confinée ou du flashfire est considérée comme **rapide**.

36.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario n'est pas atteint.
Le seuil des effets dominos thermiques pour ce scénario est de **26 mètres.**

- **Effets dominos externes**

Aucun effet domino externe n'a été identifié pour ce scénario.

- **Effets dominos internes**

Les effets dominos internes peuvent avoir des conséquences sur :

- Le clarificateur (non aggravant) ;
- Bâche à boues digérées (non aggravant) ;
- Gazomètre (Scénario 5) ;
- Cuve de réception des boues externes (non aggravant) ;
- Cuve de réception de graisses externes (non aggravant) ;
- Cuve de mélange des co-intrants (non aggravant) ;
- L'extension du bâtiment de prétraitement (non aggravant) ;
- Trémie de réception des boues pâteuses (non aggravant) ;
- Bâtiment technique boues et locaux d'exploitation (non aggravant) ;
- Plateforme de traitement de biogaz (non aggravant).

36.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour les phénomènes dangereux, leurs cinétiques, leurs probabilités d'occurrence ainsi que les distances maximales de leurs effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
				Non atteint	Non atteint	Non atteint	Pas d'effet hors site	Rapide
PhD 1b	C	Surpression	124 m	49 m	Non atteint	Non atteint	Modéré	Rapide
PhD 1c	C	Thermique	-	28 m	26 m	26 m	Pas d'effet hors site	Rapide

Tableau 32 : Résultats du PhD 1

Ne sort par des limites du site

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré			PhD 1b		

Tableau 33 : Grille de criticité du PhD 1

En conclusion, le PhD 1b, compte tenu des mesures de maitrise des risques, est acceptable et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

36.14. Représentation du noeud papillon

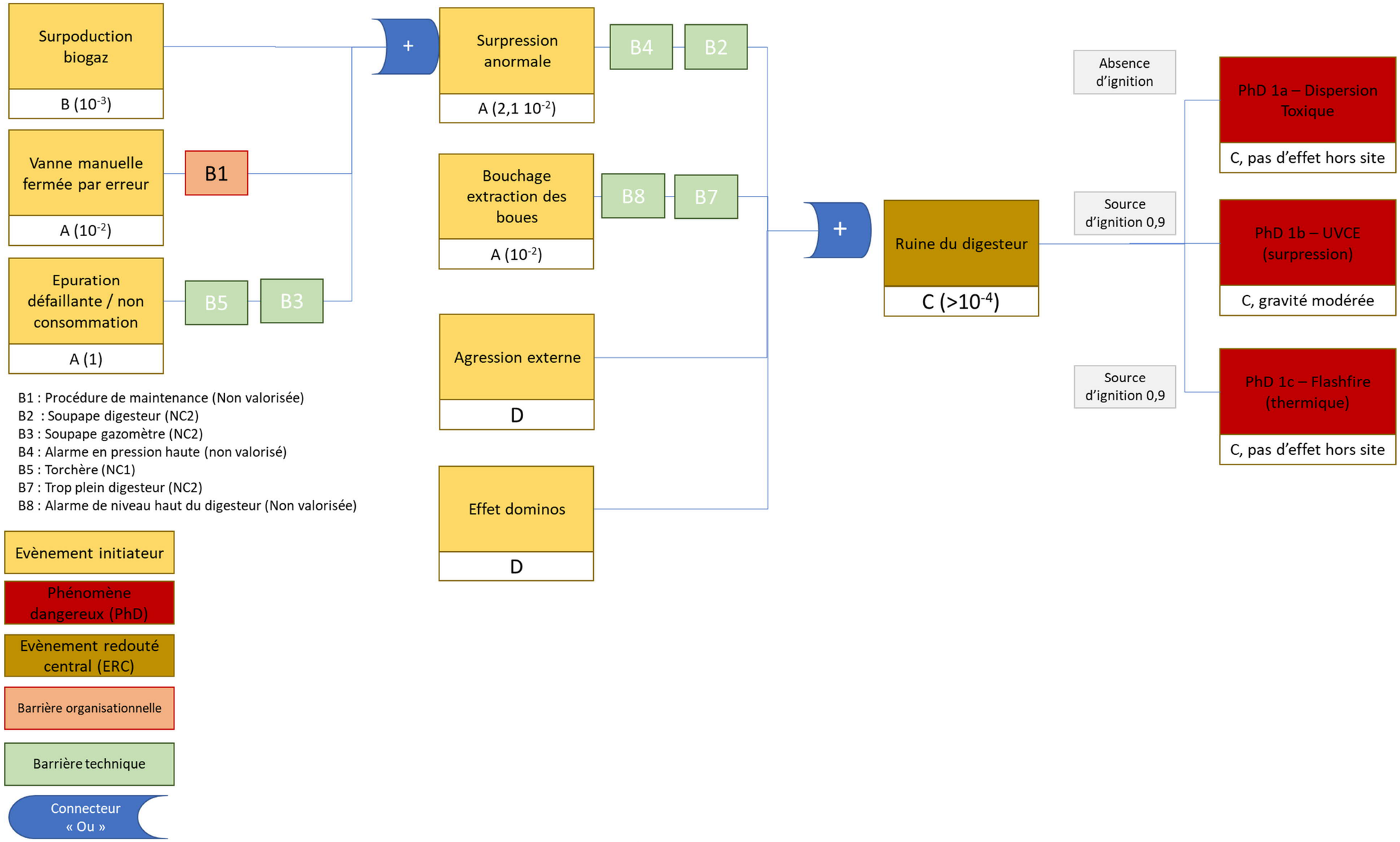


Figure 26 : Représentation en noeud papillon l'ERC 1

36.15. Cartographie des distances d'effets

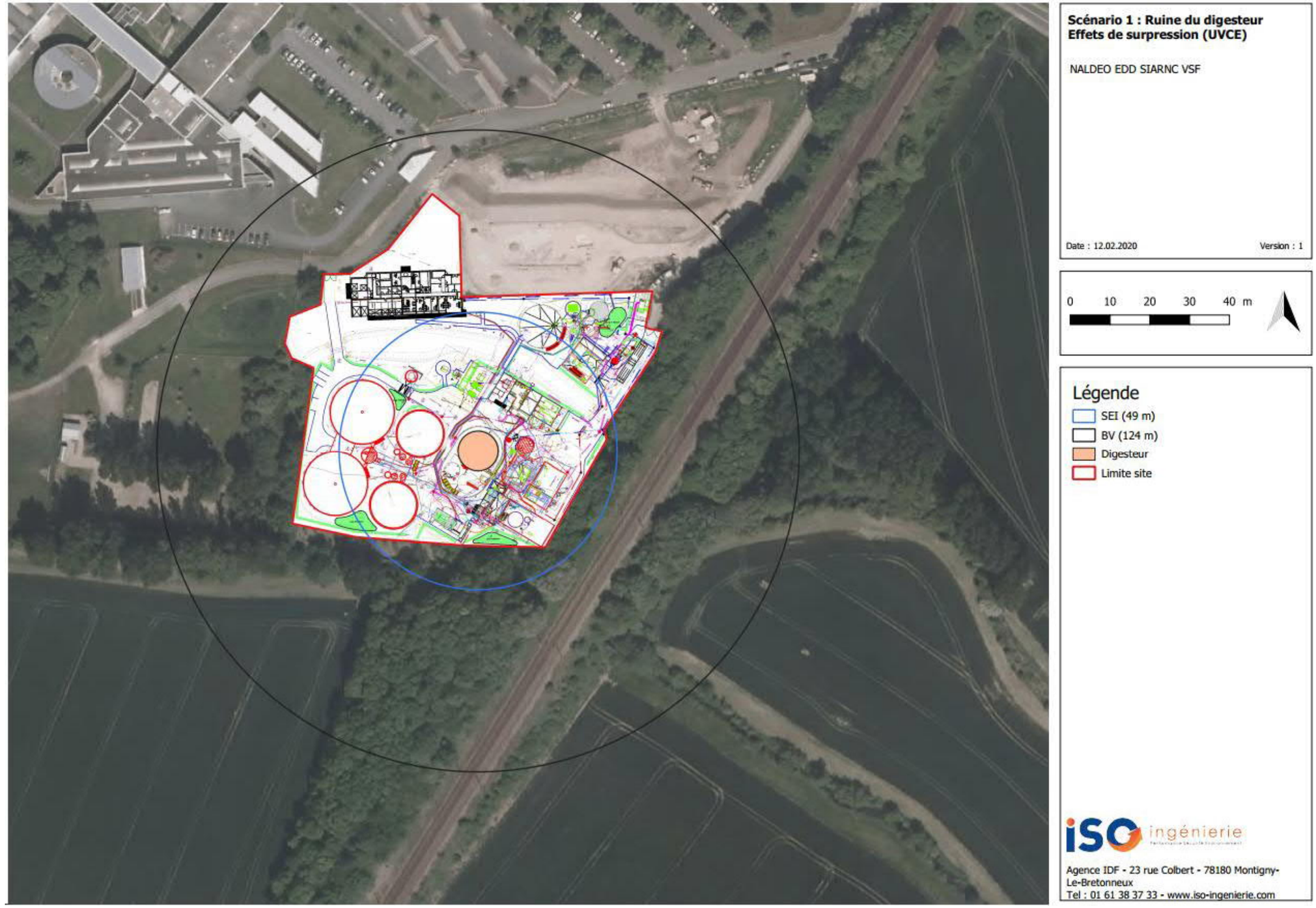


Figure 27 : Cartographie des distances d'effets du scénario 1

Scénario 2: Explosion interne de gaz dans le digesteur plein

37. EXPLOSION INTERNE DE GAZ DANS LE DIGESTEUR PLEIN

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Formation d'un mélange explosif dans le digesteur plein » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 2.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une formation d'un mélange explosif dans le digesteur.

37.1. Description du scénario

Le scénario accidentel considéré est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stoechiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le ciel gazeux du digesteur plein en fonctionnement normal.

En cas de présence d'une source d'ignition, le nuage de biogaz s'enflamme créant une explosion de gaz confinée (VCE).

37.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 2 sont les suivants :

- Entrée d'air dans le digesteur qui est due à :
  - Régulation pression du réseau (piloté par le niveau gazomètre) défaillante ;

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité de défaillance d'une régulation peut être estimée à 10^{-1}/an (classe de fréquence A).

37.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B9 : Procédure opérateur suite à alarme de pression basse**

  Cette barrière est une barrière organisationnelle qui permet une intervention opérateur en cas de pression basse (le casse-vide du digesteur opérant à -5mbarg).

  Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière organisationnelle est estimé à NC = 1.

  Cependant, la pression du réseau étant faible, le temps alloué à la réponse de l'opérateur est potentiellement relativement faible. De ce fait, cette barrière n'est pas valorisée.

- **Barrière B10 : Mesure de niveau très bas indépendante dans le gazomètre avec arrêt de l'épuration**

  Cette barrière est une barrière technique avec action automatique qui interdira le fonctionnement de l'épuration. Cette barrière, conçue selon les principes de la norme NF EN 61 511 SIL2 est retenue NC = 2.

37.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de l'événement redouté central est calculée à partir de la fréquence d'occurrence des événements initiateurs et de la probabilité de défaillance des barrières de prévention.

La probabilité d'occurrence de l'ERC est classe **B.**

37.5. Barrières limitant les conséquences

Aucune barrière de protection n'a été identifiée pour ce scénario.

37.6. Phénomènes dangereux

Le biogaz généré étant inflammable peut former un mélange explosif avec l'air. En cas de présence d'une source d'ignition, une explosion confinée peut survenir (VCE).

Donc, le phénomène dangereux à étudier est :

- PhD 2 : Explosion de gaz dans le digesteur (VCE).

37.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité d'avoir une source d'ignition avec une source non identifiée est de **0,1**.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 2	ERC x source d'ignition	C

Tableau 34 : Probabilité du PhD 2

37.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Digesteur (métallique)
Produit	Biogaz (considéré 100% méthane)
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Volume total du digesteur	2011 m^3
Volume utile (boues)	1609 m^3
Volume de ciel gazeux	402 m^3
Diamètre du digesteur	16 m
Hauteur droite	9,5 m
Température	37 °C
Caractéristiques du méthane	
Masse volumique (gaz)	0.652 kg/m^3
Proportion stoechiométrique	9,5%
Gamma	1,304
Chaleur de combustion massique	50 MJ/kg
Enthalpie de combustion	33 MJ/m^3
Méthode multi-energy	
Pression de rupture du digesteur	50 mbar
Pression d'explosion	100 mbar (correspondant à 2 fois la pression de calcul (source : Guide Silo), en l'absence d'évent sur l'enceinte.
Energie de Brode	1,322E+07 J
Indice multi-énergie	L'indice de 10 est choisi suite aux recommandations du guide TNO (1997) de retenir l'indice 10 pour tous les volumes correspondant à des zones encombrées d'obstacle. En effet, compte tenu du fort degré de confinement, l'indice 10 semble adapté : explosion en milieu confiné (à l'intérieur d'une enceinte).

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

37.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) et depuis le centre du digesteur (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV (20 mbar)	SEI (50 mbar)	SEL (140 mbar)	SELS (200 mbar)
PhD 2	Surpression	53 m	26 m	Non atteint	Non atteint

Tableau 35 : Distances d'effets du PhD 2

Ne sort par des limites du site

37.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 2 Effets de surpression	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			

Tableau 36 : Gravité du PhD 2

Note :
Le seuil de bris de vitre (BV) touche :
- Une partie du bâtiment tertiaire du syndicat.

37.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique d'explosion est considérée comme **rapide**.

37.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario n'est pas atteint.

37.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	**SEI**	**SEL** atteint Non	**SELS** Non atteint	Pas d'effet hors site	Rapide

Tableau 37 : Résultats du PhD 2

: Ne sort par des limites du site

En conclusion, le phénomène PhD 2 ne présente pas d'effets significatifs sortant du site (uniquement bris de vitre dans des zones ne présentant pas de surface vitrée) et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

37.14. Représentation du noeud papillon

Du fait de l'absence d'effet hors site, le noeud papillon de ce scénario n'est pas représenté.

37.15. Cartographie des distances d'effets

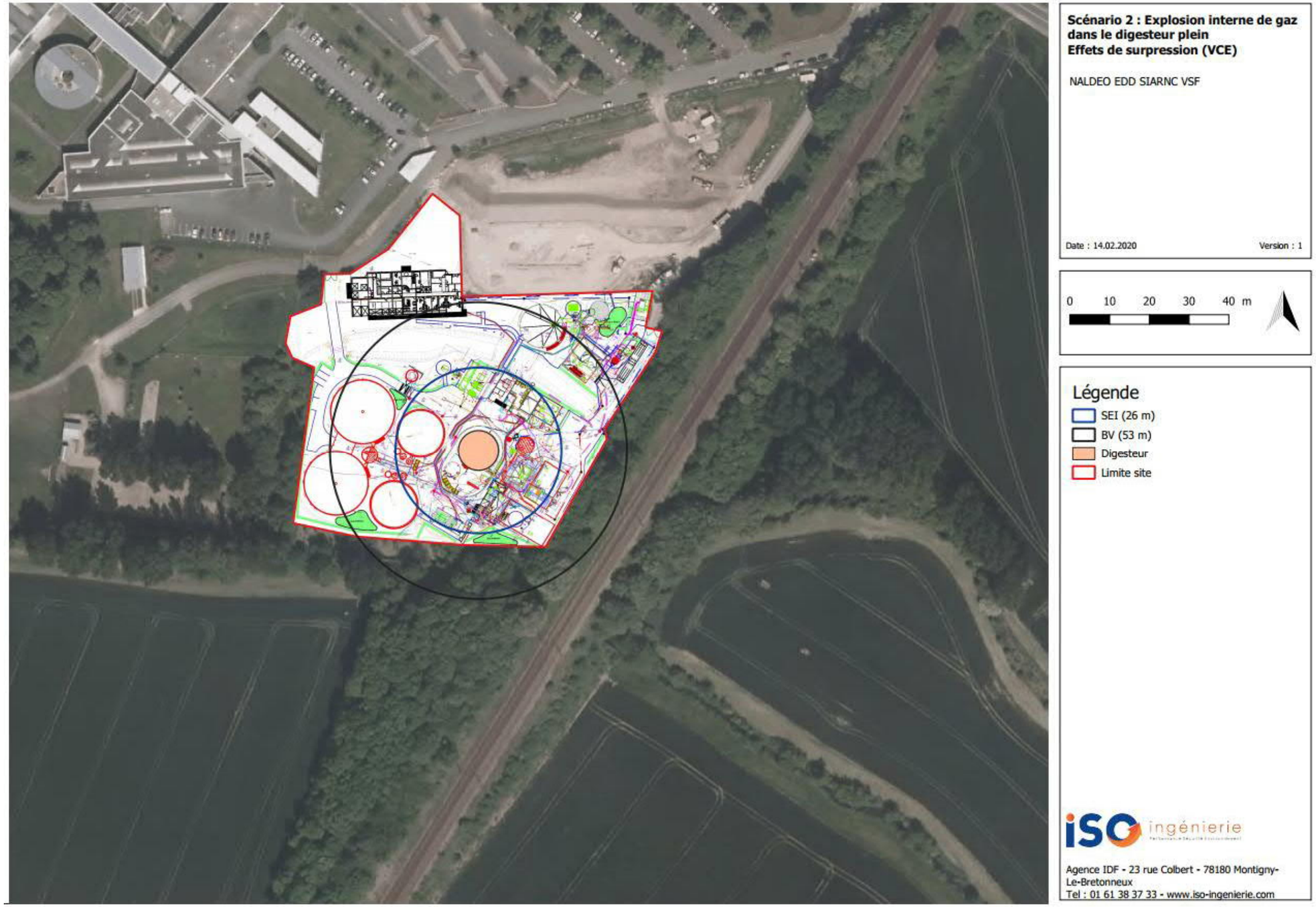


Figure 28 : Cartographie des distances d'effets du scénario 2

Scénario 3: Explosion interne de gaz dans le digesteur vide

38. EXPLOSION INTERNE DE GAZ DANS LE DIGESTEUR VIDE

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Formation d'un mélange explosif dans le digesteur vide » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 3.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz confiné suite à une formation d'un nuage explosif dans le digesteur vide.

38.1. Description du scénario

Le scénario accidentel considéré est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stoechiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le ciel gazeux du digesteur vide en fonctionnement normal.

En cas de présence d'une source d'ignition, le nuage de biogaz s'enflamme créant une explosion de gaz confinée (VCE).

38.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 3 sont les suivants :

- Entrée d'air dans le digesteur qui est due à :
  - Une vidange intempestive du digesteur suite à une rupture en partie basse ou sur la canalisation de vidange due à une agression externe estimée à une fréquence D de façon pessimiste vu :
    - ✓ Protection contre les chocs (digesteur et tuyauterie)
    - ✓ Absence d'engin motorisé dans la rétention
    - ✓ Digesteur métallique (avec 200mm d'isolation et bardage métallique) dans une rétention béton
    - ✓ Le Purple Book donnant une fréquence de 5.10^{-7} / an dans le cas d'un réservoir atmosphérique protégé (le digesteur est considéré comme tel vu sa pression opératoire)
  - Erreur opérateur (vidange du digesteur sans inertage) estimé à une fréquence C vu la fréquence de vidange (tous les 10 ans) et les procédures spécifiques lors de l'opération ;
  - Fissure sur le digesteur (vieillissement, usure…) occasionnant une brèche large estimée à D (estimation pessimiste) sur la base des données du Purple Book pour un réservoir atmosphérique (le digesteur est considéré comme tel vu sa pression opératoire).

38.3. Barrières préventives

Aucune barrière de prévention n'a été identifiée pour ce scénario ou intégrée à l'événement initiateur (voir paragraphe ci-avant).

38.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de l'événement redouté central est calculée à partir de la fréquence d'occurrence des événements initiateurs et de la probabilité de défaillance des barrières de prévention.

La probabilité d'occurrence de l'ERC est classe **C.**

38.5. Barrières limitant les conséquences

Aucune barrière de protection n'a été identifiée pour ce scénario.

38.6. Phénomènes dangereux

Le biogaz généré étant inflammable peut former un mélange explosif avec l'air. En cas de présence d'une source d'ignition, une explosion confinée peut survenir (VCE).

Donc, le phénomène dangereux à étudier est :

- PhD 3 : Explosion de gaz dans le digesteur vide (VCE).

38.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité d'avoir une source d'ignition avec une source non identifiée est de **0,1**.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 3	ERC x source d'ignition	D

Tableau 38 : Probabilité du PhD 3

38.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Digesteur (métallique)
Produit	Biogaz (considéré 100% méthane)
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Volume total du digesteur	2011 m^3
Volume utile (boues)	0 m^3
Volume libre	2011 m^3
Diamètre du digesteur	16 m
Hauteur droite	9,5 m
Température	37 °C
Caractéristiques du méthane	
Masse volumique (gaz)	0.652 kg/m^3
Proportion stoechiométrique	9,5%
Gamma	1,304
Chaleur de combustion massique	50 MJ/kg
Enthalpie de combustion	33 MJ/m^3
Méthode multy-energy	
Pression de rupture du digesteur	50 mbar
Pression d'explosion	100 mbar (correspondant à 2 fois la pression de calcul (source : Guide Silo), en l'absence d'évent sur l'enceinte.
Energie de Brode	6,615E+07 J
Indice multi-énergie	L'indice de 10 est choisi suite aux recommandations du guide TNO (1997) de retenir l'indice 10 pour tous les volumes correspondant à des zones encombrées d'obstacle. En effet, compte tenu du fort degré de confinement, l'indice 10 semble adapté : explosion en milieu confiné (à l'intérieur d'une enceinte).

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

38.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) et depuis le centre du digesteur (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV (20 mbar)	SEI (50 mbar)	SEL (140 mbar)	SELS (200 mbar)
PhD 3	Surpression	90 m	45 m	Non atteint	Non atteint

Tableau 39 : Distances d'effets du PhD 3

Ne sort par des limites du site

38.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 3 Effets de surpression	Cibles atteintes	La Mauldre	Pas d'effet hors site	
	Nb personnes dans la zone	< 1p		
	Niveau gravité pénalisant	Modéré		

Tableau 40 : Gravité du PhD 3

Note :
Le seuil de bris de vitre (BV) touche :

- Le bâtiment tertiaire du syndicat
- La ligne ferroviaire. Il est à mentionner qu'en ce qui concerne la ligne ferroviaire, l'existence d'un talus de 5 à 6 mètres de hauteur peu atténuer les effets de suppression du seuil BV.

38.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique d'explosion est considérée comme **rapide**.

38.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario n'est pas atteint.

38.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
PhD 3	D	Surpression	90 m	45 m	Non atteint	Non atteint	Modéré	Rapide

Tableau 41 : Résultats du PhD 3

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré		PhD 3			

Tableau 42 : Grille de criticité du PhD 3

En conclusion, le PhD 3, compte tenu de la gravité du risque, est acceptable et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

38.14. Représentation en noeud papillon

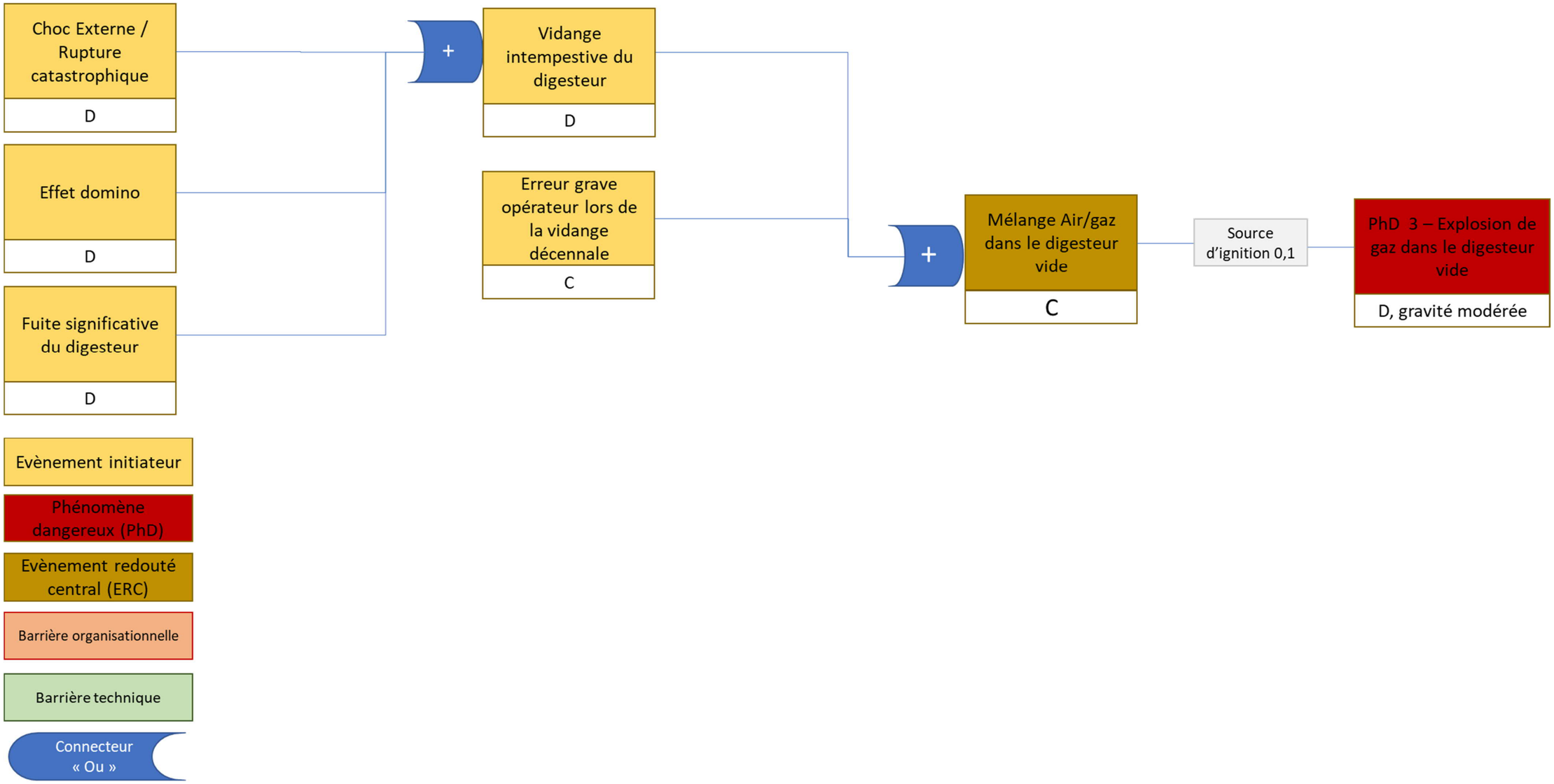


Figure 29 : Représentation en noeud papillon ERC 3

38.15. Cartographie des distances d'effets

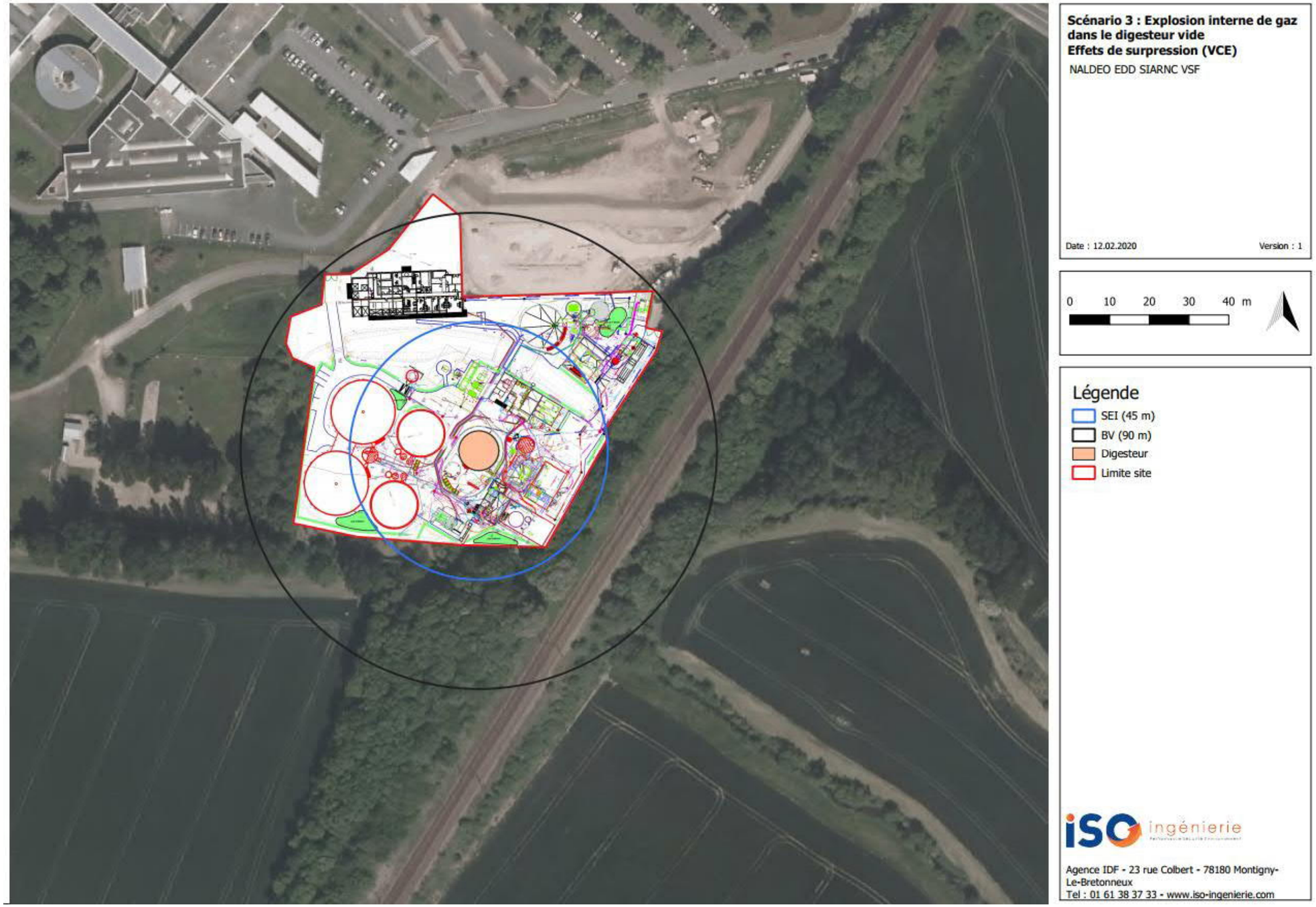


Figure 30 : Cartographie des distances d'effets du scénario 3

Scénario 5: Explosion interne de gaz dans le gazomètre

39. EXPLOSION INTERNE DE GAZ DANS LE GAZOMETRE

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Formation d'un mélange explosif dans le gazomètre » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 5.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz confiné suite à une formation d'un nuage explosif dans le gazomètre.

39.1. Description du scénario

Le scénario accidentel considéré est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stoechiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le ciel gazeux du gazomètre en fonctionnement normal.

En cas de présence d'une source d'ignition, le nuage de biogaz s'enflamme créant une explosion de gaz confinée (VCE).

39.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 5 sont les suivants :

- Fuite significative de la membrane interne retenu à C sur la base d'une fuite moyenne dans le Purple Book.

39.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B11 : Mesure de CH_4 et H_2S sur la garde hydraulique (détectant la défaillance garde hydraulique) avec alarme et procédure (non valorisée)**

Cette barrière est une barrière technique avec action humaine qui permet entre autres de détecter la présence de CH_4 ou H_2S et vidanger le gazomètre vers la torchère.

Cette barrière n'est pas prise en compte dans le calcul de probabilité de l'ERC car l'opérateur n'aura peut-être pas le temps suffisant pour mettre en place la procédure.

39.1. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de l'événement redouté central est calculée à partir de la fréquence d'occurrence des événements initiateurs et de la probabilité de défaillance des barrières de prévention.

La probabilité d'occurrence de l'ERC est classe **C.**

39.2. Barrières limitant les conséquences

Aucune barrière de protection n'a été identifiée pour ce scénario.

39.3. Phénomènes dangereux

Le biogaz généré étant inflammable peut former un mélange explosif avec l'air dans le gazomètre.

En cas de présence d'une source d'ignition, une explosion confinée peut survenir (VCE).

Donc, le phénomène dangereux à étudier est :

- PhD 5 : Explosion de gaz dans le gazomètre (VCE)

39.4. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité d'avoir une source d'ignition non identifiée est de **0,1**.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 5	ERC x source d'ignition	D

Tableau 43 : Probabilité du PhD 5

39.5. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Gazomètre (métallique)
Produit	Biogaz (considéré 100% méthane)
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Volume utile	300 m^3
Pression de service	0 à 1 mbarg
Pression de rupture du gazomètre	50 mbarg
Caractéristiques du méthane	
Masse volumique (gaz)	0.652 kg/m^3
Proportion stoechiométrique	9,5%
Gamma	1,304
Chaleur de combustion massique	50 MJ/kg
Enthalpie de combustion	33 MJ/m^3
Méthode multy-energy	
Pression de rupture du gazomètre	50 mbar
Pression d'explosion	100 mbar (correspondant à 2 fois la pression de calcul (source : Guide Silo), en l'absence d'évent sur l'enceinte.
Energie de Brode	9,87E+06 J
Indice multi-énergie	L'indice de 10 est choisi suite aux recommandations du guide TNO (1997) de retenir l'indice 10 pour tous les volumes correspondant à des zones encombrées d'obstacle. En effet, compte tenu du fort degré de confinement, l'indice 10 semble adapté : explosion en milieu confiné (à l'intérieur d'une enceinte).

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

39.6. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) et depuis le centre du gazomètre (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV (20 mbar)	SEI (50 mbar)	SEL (140 mbar)	SELS (200 mbar)
PhD 5	Surpression	48 m	24 m	Non atteint	Non atteint

Tableau 44 : Distances d'effets du PhD 5

Ne sort par des limites du site

39.7. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 5 Effets de surpression	Cibles atteintes	La Mauldre	Non atteint	
	Nb personnes dans la zone	< 1p		
	Niveau gravité pénalisant	Modéré		

Tableau 45 : Gravité du PhD 5

39.8. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique d'explosion est considérée comme **rapide**.

39.9. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario n'est pas atteint.

39.10. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
PhD 5	D	Surpression	48 m	24 m	Non atteint	Non atteint	Modéré	Rapide

Tableau 46 : Résultats du PhD 5

Ne sort par des limites du site

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
Désastreux					
Catastrophique					
Important					
Sérieux					
Modéré		PhD 5			

Tableau 47 : Grille de criticité du PhD 5

En conclusion, le PhD 5, compte tenu de sa fréquence et de sa gravité, est acceptable et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

39.11. Représentation en noeud papillon

Pour rappel, la barrière de détection de CH4 dans l'espace entre le bardage et la membrane n'est pas retenue en première approche. Cependant, elle permettra de détecter les petites fuites et ainsi prévenir leur évolution en grosse fuite.

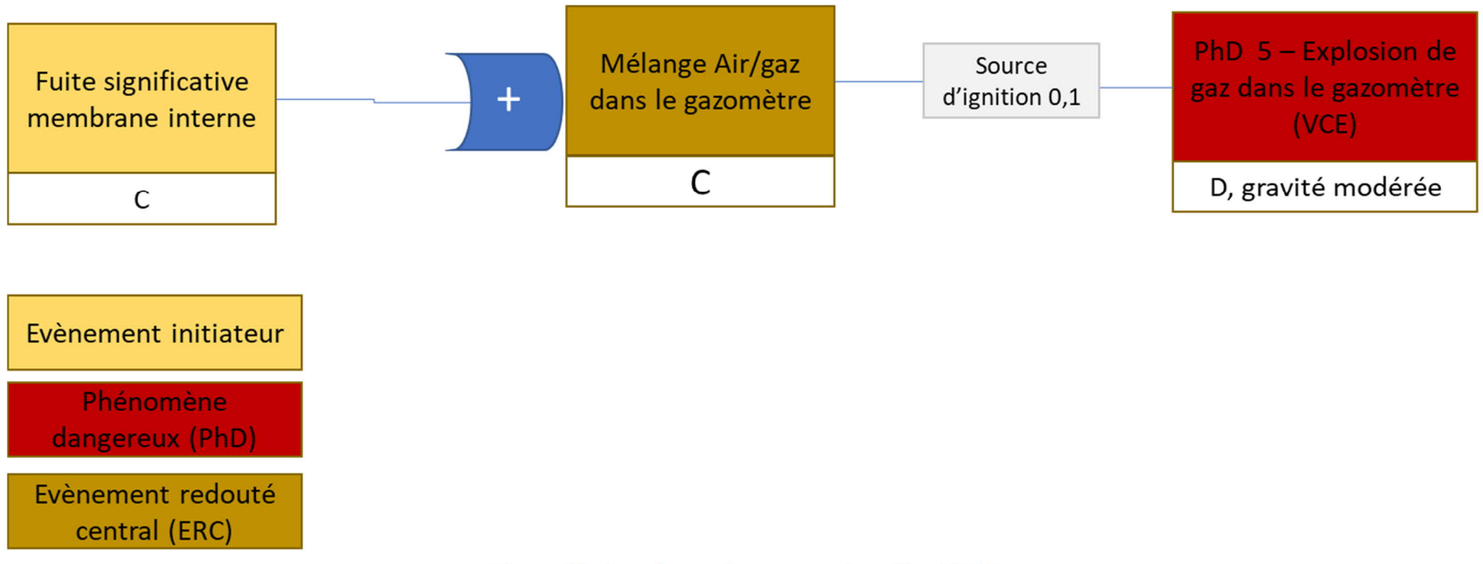


Figure 31 : Représentation en noeud papillon ERC 5

39.12. Cartographie des distances d'effets

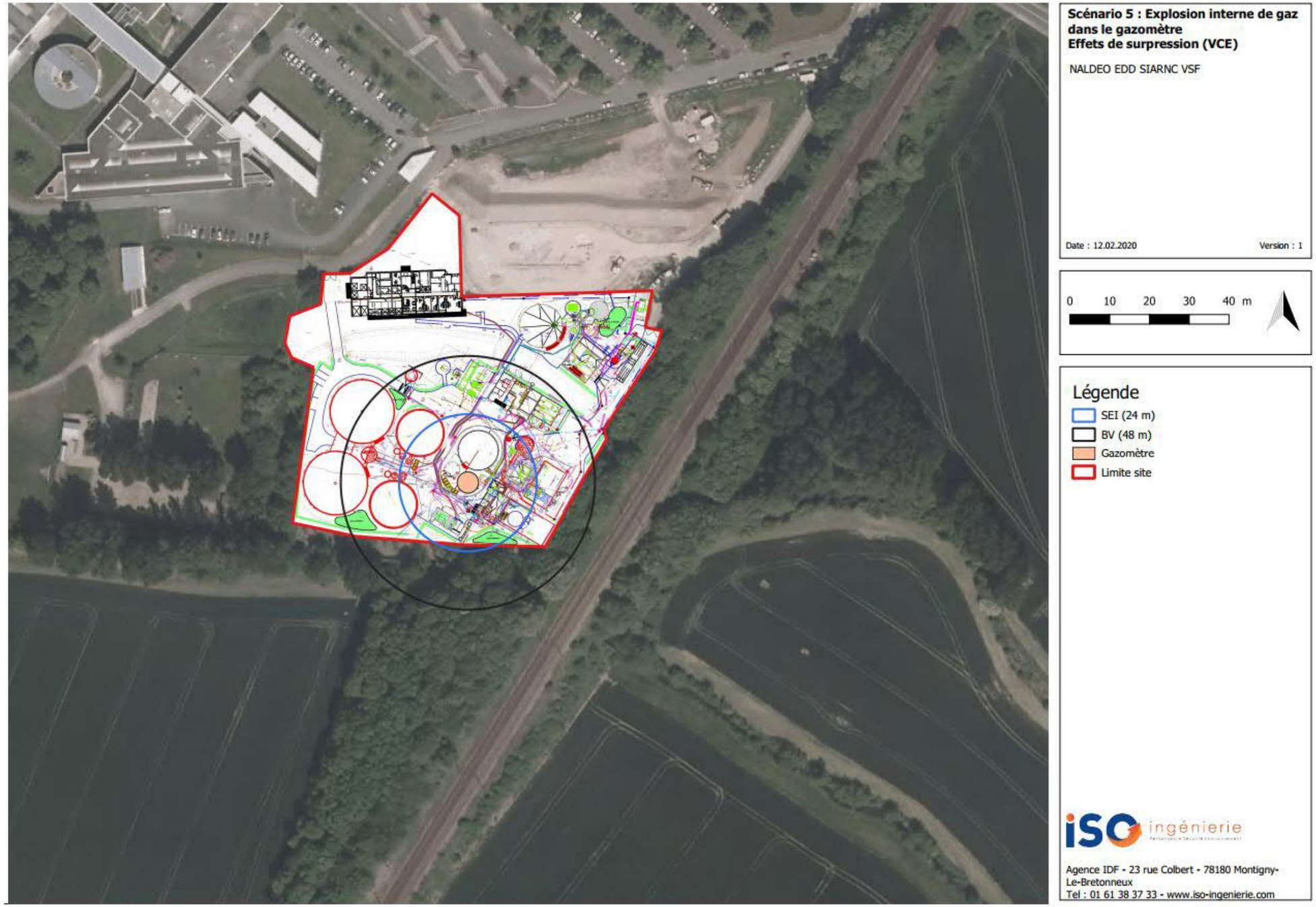


Figure 32 : Distances d'effets du scénario 5 (VCE)

Scénario 6: Explosion confinée de gaz dans le local de traitement

40. EXPLOSION CONFINEE DE GAZ DANS LE LOCAL DE TRAITEMENT

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Formation d'un mélange explosif dans le local d'épuration » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 6.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz confiné suite à une formation d'un nuage explosif dans le local d'épuration.

40.1. Description du scénario

Le scénario accidentel considéré est la formation d'une atmosphère explosive (ATEX) à la stoechiométrie d'un mélange d'air et de biogaz dans le ciel gazeux du conteneur d'épuration.

En cas de présence d'une source d'ignition, le nuage de biogaz s'enflamme créant une explosion de gaz confinée (VCE).

40.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 6 sont les suivants :

- Erreur opérateur (ouverture d'une purge, estimée à une classe de fréquence B) ;
- Agression externe dans le local d'épuration (estimée à une classe de fréquence D) ;
- Fuite au joints / brides sur la canalisation de biogaz (corrosion, choc), (estimée à une classe de fréquence A) ;
- Effets dominos (classe de fréquence D).

40.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B12 : Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz**
  Cette barrière est une barrière technique qui permet de fermer les vannes du réseau gaz en cas de pression basse.
  Cette barrière est automatique associée à une action opérateur ; selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance peut être estimé à NC = 1.
  Cette barrière n'est pas prise en compte dans le calcul de probabilité l'ERC, elle n'est donc pas valorisée. Parce que la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.

40.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de l'événement redouté central est calculée à partir de la fréquence d'occurrence des événements initiateurs et de la probabilité de défaillance des barrières de prévention.

La probabilité d'occurrence de l'ERC est classe **A.**

40.5. Barrières limitant les conséquences

Aucune barrière de protection n'a été identifiée pour ce scénario.

40.6. Phénomènes dangereux

Le biogaz généré étant inflammable peut former un mélange explosif avec l'air dans le conteneur. En cas de présence d'une source d'ignition, une explosion confinée peut survenir (VCE).

Donc, le phénomène dangereux à étudier est :

- PhD 6 : Explosion de gaz dans le digesteur (VCE)

40.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité d'avoir une source d'ignition non identifiée est de **0,1**.

Cependant, la probabilité de l'ERC est calculée directement sur la base des données bibliographiques et étant donné qu'aucune barrière de sécurité n'a pas été valorisée, la fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est :

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 6	ERC x source d'ignition	B

Tableau 48 : Probabilité du PhD 6

40.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Local épurateur (conteneur)
Produit	Biogaz (considéré 100% méthane)
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Volume total	75,8 m^3 correspondant à un container 40 pieds (12,2 m x 2,3 m x 2,7 m)
Volume utile	37,9 m^3 considérant à 50% d'encombrement
Pression de tenue des parois	100 mbarg source : Guide de l'état de l'art sur les silos
Caractéristiques du méthane	
Masse volumique (gaz)	0.652 kg/m^3
Proportion stoechiométrique	9,5%
Gamma	1,304
Chaleur de combustion massique	50MJ/kg
Enthalpie de combustion	33 MJ/m^3
Méthode multy-energy	
Pression de tenue des parois	100 mbar
Pression d'explosion	200 mbar (correspondant à 2 fois la pression de calcul (source : Guide Silo)).
Energie de Brode	2,49E+06 J
Indice multi-énergie	L'indice de 10 est choisi suite aux recommandations du guide TNO (1997) de retenir l'indice 10 pour tous les volumes correspondant à des zones encombrées d'obstacle. En effet, compte tenu du fort degré de confinement, l'indice 10 semble adapté : explosion en milieu confiné (à l'intérieur d'une enceinte).

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

40.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) et depuis le centre du local (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV (20 mbar)	SEI (50 mbar)	SEL (140 mbar)	SELS (200 mbar)
PhD 6	Surpression	35 m	15 m	6 m	5 m

Tableau 49 : Distances d'effets du PhD 6

Ne sort par des limites du site

40.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 6 Effets de surpression	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			

Tableau 50 : Gravité du PhD 6

Note : Le seuil de bris de vitre (BV) touche :

- Une partie du bâtiment tertiaire du syndicat.

40.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique d'explosion est considérée comme **rapide**.

40.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario est de 5 mètres.

- **Effets dominos externes**

Aucun effet dominos externe n'a été identifié pour ce scénario.

- **Effets dominos internes**

Aucun effet dominos interne n'a été identifié pour ce scénario.

40.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
PhD 6	B	Surpression	35 m	15 m	6 m	5 m	Pas d'effet hors site	Rapide

Tableau 51 : Résultats du PhD 6

Ne sort par des limites du site

En conclusion, le phénomène PhD 6 ne présente pas d'effets significatifs sortant du site (uniquement bris de vitres dans une ne présentant pas de surface vitrée) et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

40.14. Représentation du noeud papillon

Du fait de l'absence d'effet hors site, le noeud papillon de ce scénario n'est pas représenté.

40.15. Cartographie des distances d'effets

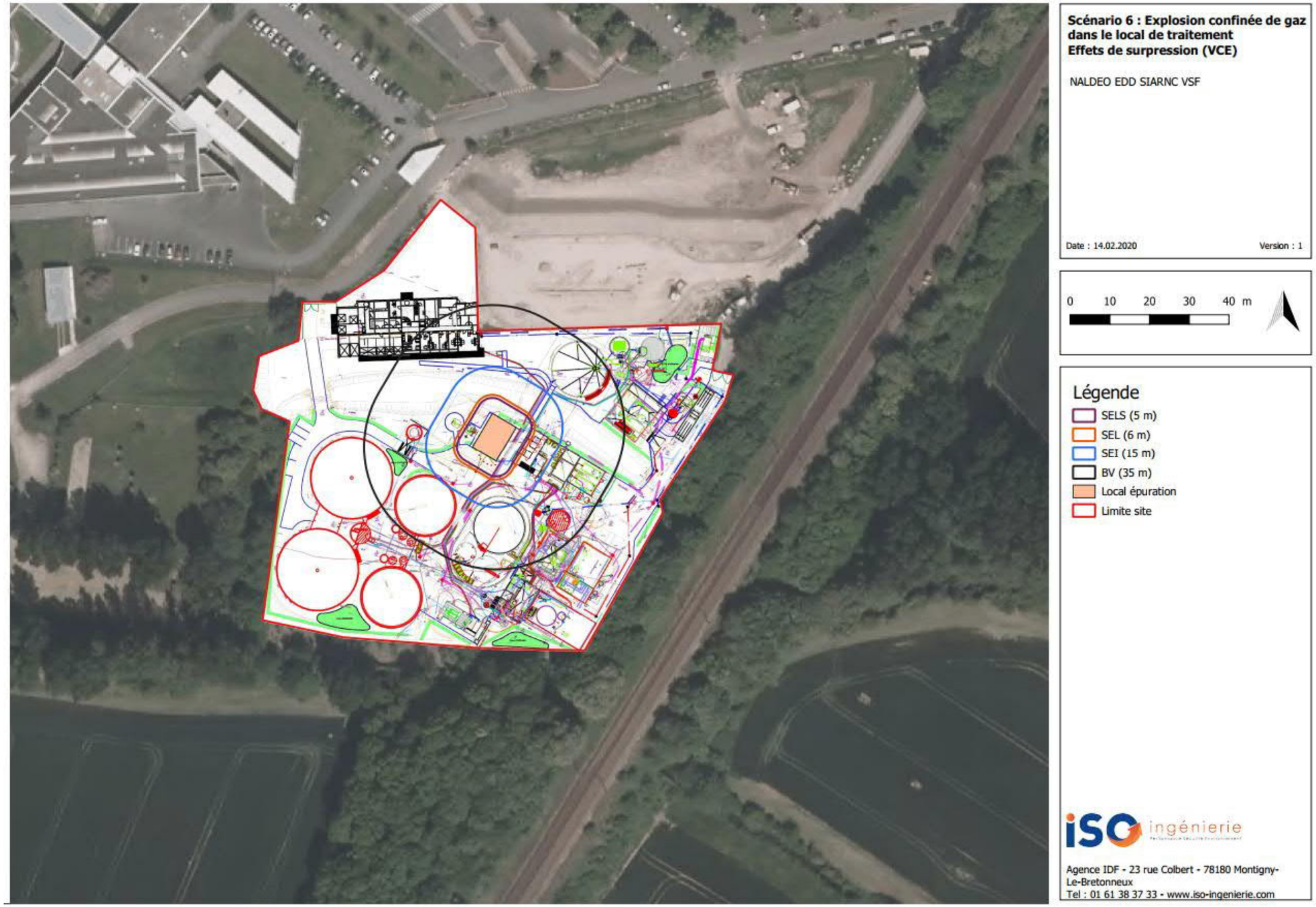


Figure 33 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 6

Scénario 7: Rupture de canalisation enterrée de biométhane extérieure

41. RUPTURE DE CANALISATION ENTERREE DE BIOMETHANE EXTERIEURE

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Rupture de canalisation enterrée de biométhane extérieure » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 7.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz non confinée suite à une rupture de la canalisation de biométhane.

Dans cette partie, uniquement le tronçon enterré qui est analysé. Le scénario relatif à la partie aérienne est étudié dans le scénario 8.

41.1. Description du scénario

La perte de confinement d'une canalisation de biométhane pourrait entrainer la libération de gaz dans l'air jusqu'à atteinte de la LIE.

La canalisation de biométane est enterrée depuis sa sortie du local de traitement de biogaz puis elle passe en aérien le long de la nouvelle passerelle pour traverser un ruisseau. Ensuite elle passe sous terre jusqu'au poste d'injection de GRDF.

Les phénomènes dangereux associés sont les suivants :

- Jet enflammé correspondant à l'inflammation immédiate du jet de gaz (effets thermiques liés au rayonnement et à la convection du jet enflammé).
- UVCE / flash fire correspondant à l'inflammation retardée d'un nuage de gaz formé (effets de pression liés à la vitesse de combustion des flammes et effets thermiques associés au passage du front de flamme) ;

Une source d'ignition peut avoir différentes origines :

- Foudre ou phénomènes électrostatiques ;
- Travaux par points chauds ;
- Étincelle provoquée par le matériel électrique et mécanique ;
- Flamme nue ;
- Effet domino (effet thermique).

41.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 7 sont les suivants :

- Agression mécanique ;
- Fuite au joints / brides sur la canalisation de biométhane ;

Les fréquences des évènements initiateurs de ce scénario ne sont pas évaluées.

La fréquence de l'ERC est directement établie sur la base des données bibliographiques voir §41.4.

Se référer au noeud papillon pour le détail des portes logiques OU et ET.

41.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B13 : Protection des canalisations de biométhane (canalisations en INOX protégées contre les chocs, raccords limités, filet avertisseur …) (non valorisée)**
  Cette barrière est une barrière de conception permet de prévenir les chocs et agressions externes.
  Selon les documents issus de l'INERIS DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité de défaillance d'une barrière de « conception = design » peut être estimée à NC = 2.
  Néanmoins, cette barrière n'est pas prise en compte dans le calcul de probabilité l'ERC, elle n'est donc pas valorisée. Parce que la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.

- **Barrière B14 : Délivrance de permis de travail (non valorisée)**
  Cette barrière est une barrière organisationnelle qui permet de prévenir un risque pendant une phase de travaux. La tâche est simple : rédaction d'une autorisation de travail, autorisation d'accès… et analyse des risques en cas de travaux. De plus, il n'y aura pas de travaux réalisés à proximité de la canalisation en marche normale. Les travaux seront exceptionnels et suivront une procédure spécifique.
  Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière organisationnelle est estimé à NC = 1.
  Cependant cette barrière n'est pas valorisée car elle est considérée comme un prérequis pour tous les travaux sur le site. De plus, la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.

41.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de ce type de fuite est directement évaluée en utilisant la banque de données CPR 18 E du Purple book. Les valeurs de référence utilisées dans le cadre de cette étude sont rassemblées dans le tableau suivant :

Perte de confinement de la canalisation	
Diamètre de la canalisation	**Fréquence d'occurrence**
< 75 mm	10^{-6} / an / m
75 – 150 mm	3.10^{-7} / an / m
> 150 mm	10^{-7} / an / m

Tableau 52 : Fréquence d'occurrence d'une perte de confinement d'une canalisation de différents DN

Le CRP 18 E (Purple book) rapport la valeur de 10^{-6}/an/m pour la rupture guillotine d'une canalisation de diamètre < 75 mm.
La ligne de biométhane est une canalisation de diamètre DN50 sur environ 70 m.
La probabilité d'occurrence de l'ERC 7 = 70 x 10^{-6} = 7.10^{-5} /an (**classe D**).

Remarque :
Le risque fuite de canalisation est écarté de la présente étude vue que la canalisation se trouve à l'extérieure et enterrée (scénario non majorant).

41.5. Barrières limitant les conséquences

Les barrières de protection humaines et/ou techniques permettant d'atténuer les conséquences du scénario sont les suivantes :

- **Barrière B15 : Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz**
  Cette barrière est une barrière technique qui permet de fermer automatiquement les vannes du réseau gaz en cas de pression basse.
  Cette barrière est automatique associée à une action opérateur ; selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance peut être estimé à NC = 1.
  Cette barrière permet de réduire les conséquences d'une rupture franche de canalisation, elle sera donc prise en compte dans le calcul de probabilité du phénomène dangereux.

41.6. Phénomènes dangereux

Le biométhane est un gaz inflammable pouvant former un mélange explosif avec l'air. Il convient donc d'étudier la possibilité d'explosion d'un nuage créé suite à un dégagement de biogaz par rupture de la canalisation.
Une source d'ignition peut avoir différentes origines :

- Foudre ou phénomènes électrostatiques ;
- Travaux par points chauds ;
- Étincelle provoquée par le matériel électrique et mécanique ;
- Flamme nue ;
- Effet domino (effet thermique).

La probabilité d'ignition du produit est dépendante de ses caractéristiques physiques (inflammabilité), du zonage ATEX et de la présence de personnel dans une zone donnée.

Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2 « un rejet instantané lié à une rupture catastrophique a une probabilité d'inflammation plus élevée qu'un rejet continu. De même, une augmentation du débit de rejet conduit à une augmentation de la probabilité d'inflammation ». De ce fait, les phénomènes dangereux issus de la rupture de canalisation de gaz sont différents de ceux liés à la mise en air du gaz spontanément.

Il est à noter que le gaz peut soit s'enflammer immédiatement, soit s'enflammer de manière retardée. Pour cela, les probabilités d'inflammation sont les suivantes :

- La probabilité d'occurrence d'une **inflammation immédiate** selon le TNO Purple Book est de **2.10^{-2}**. Il est à noter que dans le cas des canalisations enterrées, la source d'ignition immédiate est due au choc d'une pelle avec la canalisation en phase de travaux.
- La probabilité d'occurrence d'une **inflammation retardée** est alors de **0,9**.

D'autre part, on note que le Purple Book précise que pour l'explosion d'un nuage de gaz les deux phénomènes UVCE et flash_fire doivent être modélisés en adoptant les probabilités suivantes pour chacun des deux phénomènes : **0,4 pour l'UVCE et 0,6 pour le flash_fire**.

Les différents phénomènes dangereux issus de l'événement redouté central découlent du fonctionnement ou non des barrières de protection.
L'ERC 7 conduit à trois phénomènes dangereux (PhD) présentés ci-dessous :

- PhD 7a : UVCE ;
- PhD 7b : Flash fire ;
- PhD 7c: Jet enflammé.

Remarque :

Dans le cas de la rupture de la canalisation et du fonctionnement de la barrière (détection de pression basse avec coupure automatique des vannes), il y aura un rejet de gaz dans l'air avec une concentration inférieure à la LIE. Donc, pas de conséquences significatives.

Dans la suite de cette étude, uniquement le cas du dysfonctionnement de la barrière sera étudié.

41.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 7a	ERC x inflammation retardée x défaillance B15 x UVCE $7.10^{-5} \times 9.10^{-1} \times 10^{-1} \times 0,4 = 2,52.\ 10^{-6}$	E
PhD 7b	ERC x inflammation retardée x défaillance B15 x Flash fire $7.10^{-5} \times 9.10^{-1} \times 10^{-1} \times 0,6 = 3,78.\ 10^{-6}$	E
PhD 7c	ERC x inflammation immédiate x défaillance B15 $7.10^{-5} \times 2.10^{-2} \times 10^{-1} = 1,40.\ 10^{-7}$	E

Tableau 53 : Probabilité du PhD 7

41.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Canalisation de biométhane
Produit	Méthane
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Diamètre	DN50
Longueur	70 m
Pression	8 barg
Température	35°C
Hauteur	0 m
Direction	Verticale vers le haut
Caractéristiques de la fuite	
Phase	Gaz
Débit	92 Nm^3/h
Vitesse	700 m/s
Température finale	-69,95°C
Fraction liquide	0%
Inflammable - UVCE (effets de surpression : indice 4) et Flash fire (effets thermiques)	
Distances à la LIE	3,4 m (3F/5D)
Temps d'exposition (Averaging time)	18,75 secondes

Le modèle de calcul utilisé par ce logiciel est le modèle **« Line rupture** ».

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

41.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV	SEI	SEL	SELS
PhD 7a UVCE (indice 4)	Surpression	10 m	5 m	Non atteint	Non atteint
PhD 7b Flash fire	Thermique	-	5 m	4 m	4 m
PhD 7c Jet enflammé	Thermique	-	5 m	4 m	4 m

Tableau 54 : Distances d'effets du PhD 7

Ne sort par des limites du site

41.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 7a UVCE (indice 4) Effets de surpression	Cibles atteintes	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site	Non atteint	
		5 p		
	Niveau gravité retenu	Sérieux		
PhD 7b Flash fire Effets thermiques	Cibles atteintes	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site
	Nb personnes dans la zone	7p	4p	4p
	Niveau gravité retenu	Catastrophique		
PhD 7c Jet enflammé Effets thermiques	Cibles atteintes	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site	Déchetterie intercommunale Chemin d'accès au site
	Nb personnes dans la zone	7p	4p	4p
	Niveau gravité retenu	Catastrophique		

Tableau 55 : Gravité du PhD 7

NOTA : Vu les cercles d'effets envisagés (zone inférieure à 10 mètres de large le long de la clôture), il est probable qu'une personne maximum soit touchée.

41.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique de ce scénario est considérée comme **rapide**.

41.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario est de 4 mètres.

- **Effets dominos externes**

Le seuil des effets dominos sort des limites du site et peut atteindre :

- La structure des bâtiments de la déchetterie intercommunale ;
- Le local d'injection de GRDF.

- **Effets dominos internes**

Le seuil des effets dominos peut avoir des conséquences sur :

- Bassin écrêteur (non aggravant) ;
- Cleargreen (non aggravant) ;
- Bassin tampon amont Cleargreen (non aggravant) ;
- Bassin tampon amont Phosphogreen (non aggravant) ;
- Bâche de restitution (non aggravant) ;
- Stockage chlorure ferrique (non aggravant) ;
- Local traitement du biogaz (non aggravant).

41.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
PhD 7a	E	Surpression	10 m	5 m	NA	NA	Sérieux	Rapide
PhD 7b	E	Thermique	-	5 m	4 m	4 m	Catastrophique	Rapide
PhD 7c	E	Thermique	-	5 m	4 m	4 m	Catastrophique	Rapide

Tableau 56 : Résultats du PhD 7

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

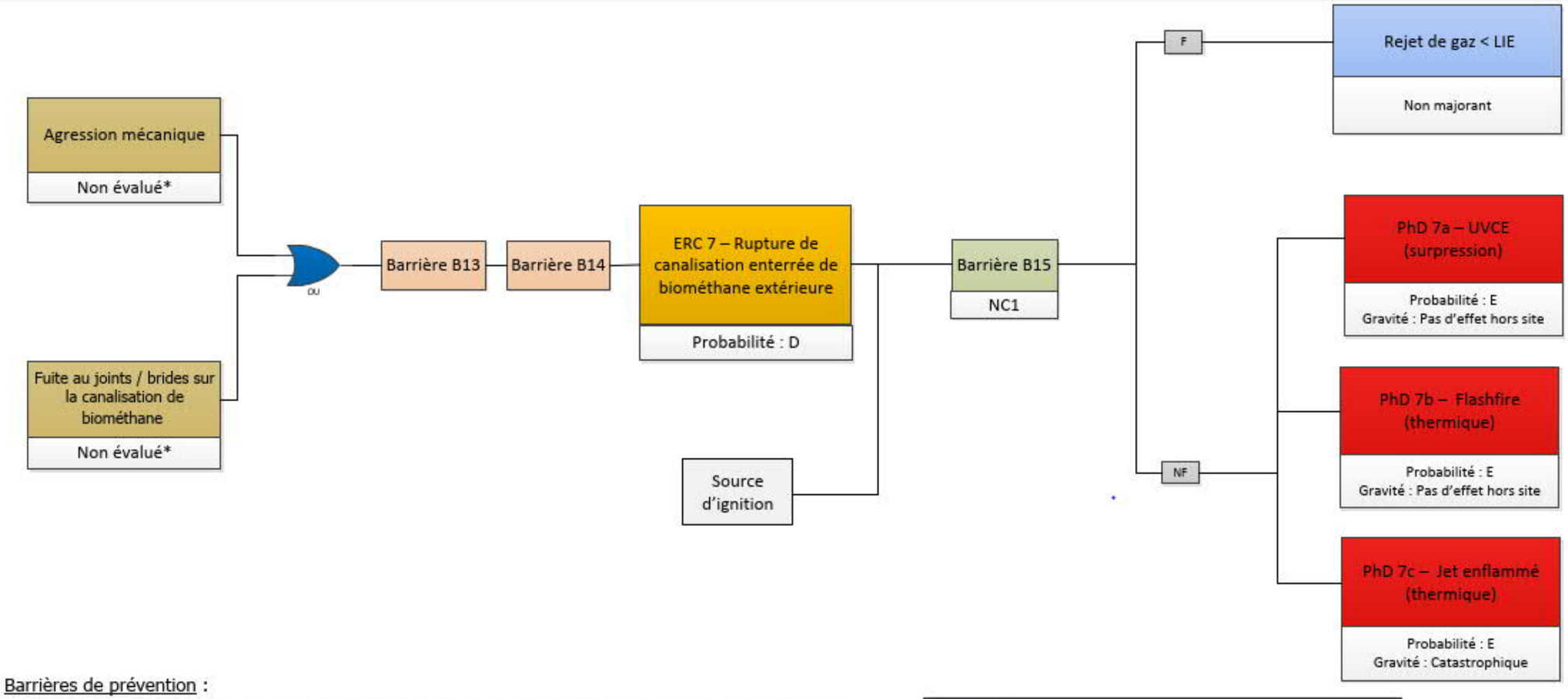
Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque		PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
		E	D	C	B	A
	Désastreux					
	Catastrophique	PhD 7b PhD 7c				
	Important					
	Sérieux	PhD 7a				
	Modéré					

Tableau 57 : Grille de criticité du PhD 7

En conclusion, les scénarios PhD 7b et 7c bien que « extrêmement improbable » (probabilité E) est positionné dans une case « MMR Rang 1 ».

Il convient, compte tenu du classement dans les cases intermédiaires de la matrice de risque, de porter une attention particulière aux barrières de prévention / protection liées à ces scenarios.

41.14. Représentation en noeud papillon



Barrières de prévention :
Barrière B13 : Protection des canalisations de biométhane (canalisations en INOX protégées contre les chocs, raccords limités, filet avertisseur ...)
Barrière B14 : Délivrance d'un permis de travail en cas d'intervention à proximité de la canalisation

Barrières de protection :
Barrière B15 : Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz

Non évalué* : La probabilité des évènements initiateurs n'est pas présentée. La probabilité de l'ERC est calculée selon les données bibliographiques (CPR 18 E du Purple book)

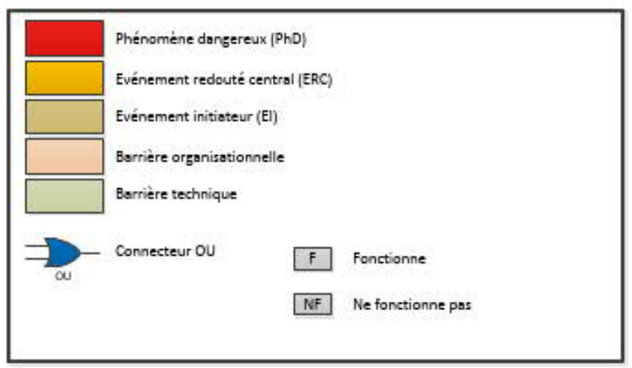


Figure 34 : Représentation en noeud papillon l'ERC 7

41.15. Cartographie des distances d'effets

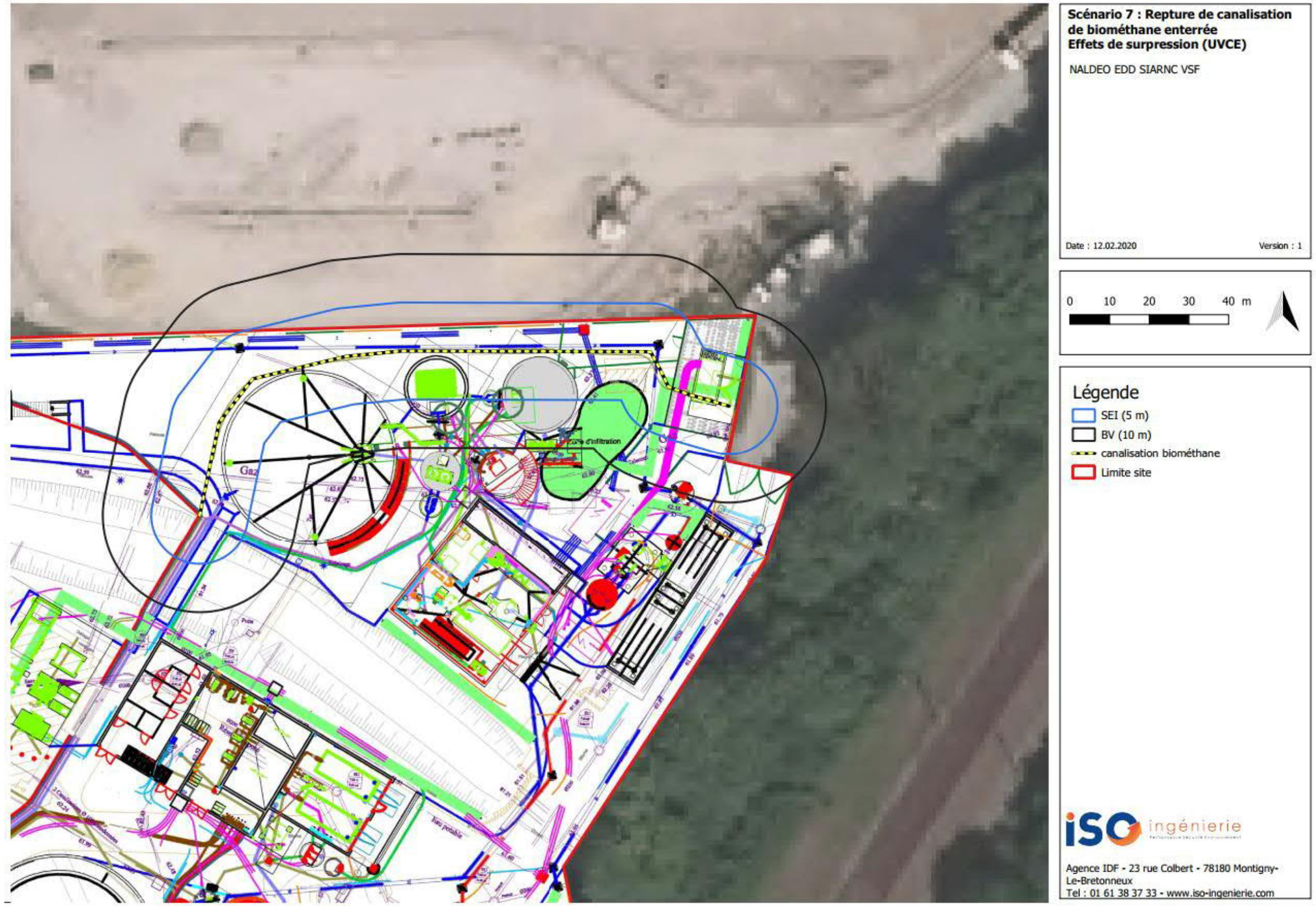


Figure 35 : Cartographie des distances d'effets du scénario 7 (UVCE)

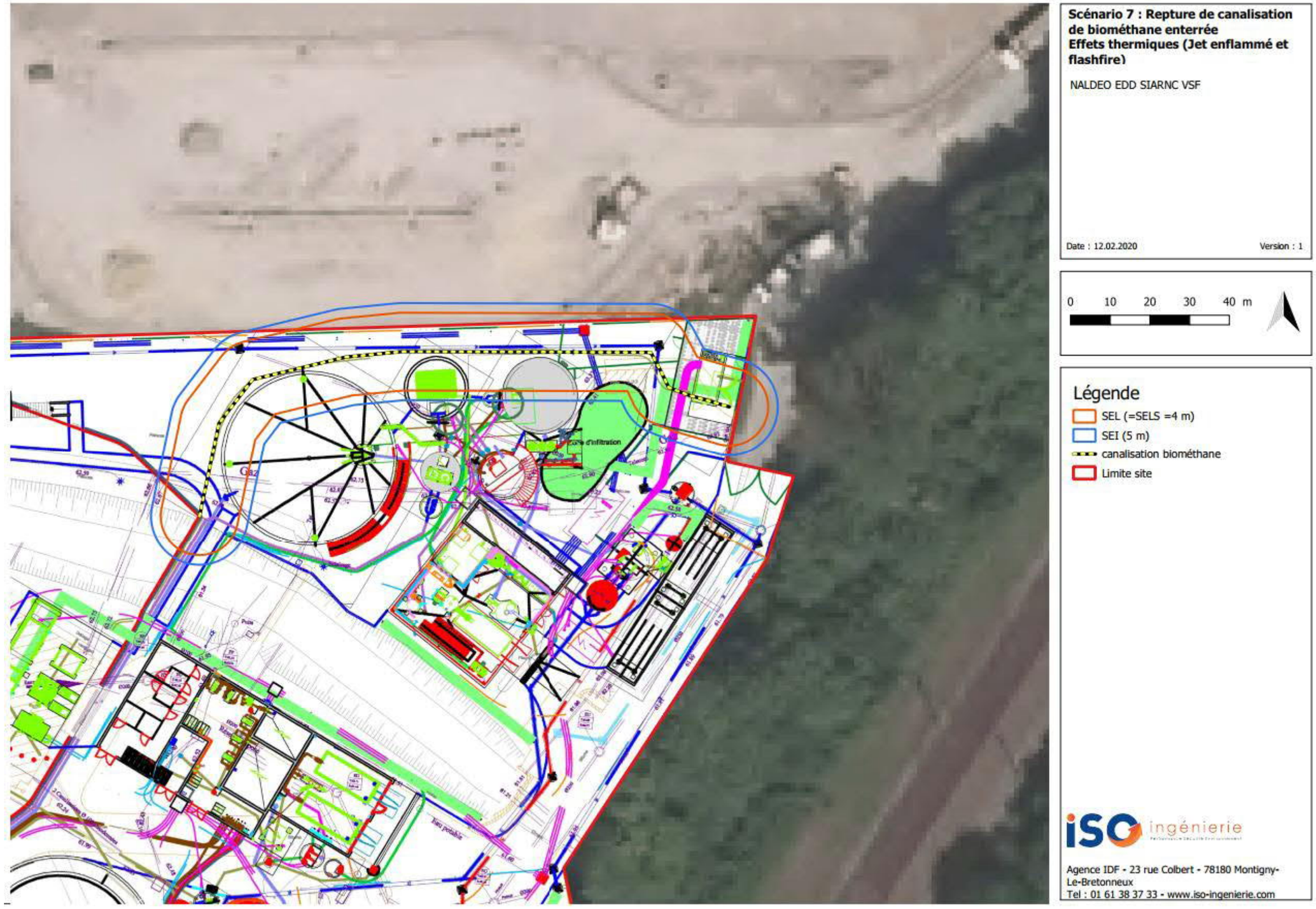


Figure 36 : Cartographie des distances d'effets du scénario 7 (Jet enflammé et flashefire)

Scénario 8: Rupture de canalisation aérienne de biométhane extérieur

42.RUPTURE DE CANALISATION AERIENNE DE BIOMETHANE EXTERIEURE

Les paragraphes suivants explicitent le scénario « Rupture de canalisation aérienne de biométhane extérieure » et correspond à l'événement redouté central noté ERC 8.

Dans la suite de l'analyse de ce scénario, nous étudierons l'ensemble des causes et conséquences d'une explosion de biogaz non confinée suite à une rupture de la canalisation de biométhane.

42.1. Description du scénario

La perte de confinement d'une canalisation de biométhane pourrait entrainer la libération de gaz dans l'air jusqu'à atteinte de la LIE.

La canalisation passe en aérien le long de la nouvelle passerelle pour traverser un ruisseau, le niveau des conduites aériennes sera inférieur au niveau du sol environnant.

Les phénomènes dangereux associés sont les suivants :

- Jet enflammé correspondant à l'inflammation immédiate du jet de gaz (effets thermiques liés au rayonnement et à la convection du jet enflammé).
- UVCE / flash fire correspondant à l'inflammation retardée d'un nuage de gaz formé (effets de pression liés à la vitesse de combustion des flammes et effets thermiques associés au passage du front de flamme) ;

Une source d'ignition peut avoir différentes origines :

- Foudre ou phénomènes électrostatiques ;
- Travaux par points chauds ;
- Étincelle provoquée par le matériel électrique et mécanique ;
- Flamme nue ;
- Effet domino (effet thermique).

42.2. Évènements initiateurs

Les évènements initiateurs pouvant conduire à l'ERC 8 sont les suivants :

- Agression mécanique ;
- Fuite au joints / brides sur la canalisation de biométhane
- Effets dominos ;
- Présence d'une source d'ignition.

Les fréquences des évènements initiateurs de ce scénario ne sont pas évaluées.
La fréquence de l'ERC est directement établie sur la base des données bibliographiques §42.4.

42.3. Barrières préventives

Les barrières préventives humaines et/ou techniques permettent de réduire la probabilité d'occurrence des événements initiateurs sont les suivantes :

- **Barrière B13 : Protection des canalisations de biométhane (canalisations en INOX protégées contre les chocs, raccords limités …)**

  Cette barrière est une barrière de conception permet de prévenir les chocs et agressions externes.

  Selon les documents issus de l'INERIS DRA 34 Opération j Partie 2, la probabilité de défaillance d'une barrière de « conception = design » peut être estimée à NC = 2.

  Néanmoins, cette barrière n'est pas prise en compte dans le calcul de probabilité l'ERC, elle n'est donc pas valorisée. Parce que la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.

- **Barrière B14 : Délivrance de permis de travail**

  Cette barrière est une barrière organisationnelle qui permet de prévenir un risque pendant une phase de travaux. La tâche est simple : rédaction d'une autorisation de travail, autorisation d'accès… et analyse des risques en cas de travaux. De plus, il n'y aura pas de travaux réalisés à proximité de la canalisation en marche normale. Les travaux seront exceptionnels et suivront une procédure spécifique.

  Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière organisationnelle est estimé à NC = 1.

  Cependant cette barrière n'est pas valorisée car elle est considérée comme un prérequis pour tous les travaux sur le site. De plus, la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.

42.4. Probabilité d'occurrence de l'ERC

La fréquence d'occurrence de ce type de fuite est directement évaluée en utilisant la banque de données CPR 18 E du Purple book. Les valeurs de référence utilisées dans le cadre de cette étude sont rassemblées dans le tableau suivant :

Perte de confinement de la canalisation	
Diamètre de la canalisation	**Fréquence d'occurrence**
< 75 mm	10^{-6} / an / m
75 – 150 mm	3.10^{-7} / an / m
> 150 mm	10^{-7} / an / m

Tableau 58 : Fréquence d'occurrence d'une perte de confinement d'une canalisation de différents DN

Le CRP 18 E (Purple book) rapport la valeur de 10^{-6}/an/m pour la rupture guillotine d'une canalisation de diamètre < 75 mm.
La ligne gaz naturel est une canalisation de diamètre DN50 sur environ 15 m.
La probabilité d'occurrence de l'ERC 8 = 15 x 10^{-6} = $1,5.10^{-5}$ /an (**classe D**).

Remarque :

Le risque fuite de canalisation est écarté de la présente étude vue que la canalisation se trouve à l'extérieure et enterrée (scénario non majorant).

42.5. Barrières limitant les conséquences

Les barrières de protection humaines et/ou techniques permettant d'atténuer les conséquences du scénario sont les suivantes :

- **Barrière B15 : Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz**
  Cette barrière est une barrière technique qui permet de fermer automatiquement les vannes du réseau gaz en cas de pression basse.
  Cette barrière est automatique associée à une action opérateur ; selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j – Partie 2, le niveau de confiance peut être estimé à NC = 1.
  Cette barrière permet de réduire les conséquences d'une rupture franche de canalisation, elle sera donc prise en compte dans le calcul de probabilité du phénomène dangereux.

42.6. Phénomènes dangereux

Le biométhane est un gaz inflammable pouvant former un mélange explosif avec l'air. Il convient donc d'étudier la possibilité d'explosion d'un nuage créé suite à un dégagement de biogaz par rupture de la canalisation.

Une source d'ignition peut avoir différentes origines :

- Foudre ou phénomènes électrostatiques ;
- Travaux par points chauds ;
- Étincelle provoquée par le matériel électrique et mécanique ;
- Flamme nue ;
- Effet domino (effet thermique).

La probabilité d'ignition du produit est dépendante de ses caractéristiques physiques (inflammabilité), du zonage ATEX et de la présence de personnel dans une zone donnée.

De plus, le gaz peut soit s'enflammer immédiatement, soit s'enflammer de manière retardée. Pour cela, les probabilités d'inflammation sont les suivantes :

- La probabilité d'occurrence d'une **inflammation immédiate** selon le TNO Purple Book est de **2.10^{-2}**.
- La probabilité d'occurrence d'une **inflammation retardée** est alors de **0,9**.

D'autre part, on note que le Purple Book précise que pour l'explosion d'un nuage de gaz les deux phénomènes UVCE et flash_fire doivent être modélisés en adoptant les probabilités suivantes pour chacun des deux phénomènes : **0,4 pour l'UVCE et 0,6 pour le flash_fire**.

Les différents phénomènes dangereux issus de l'événement redouté central découlent du fonctionnement ou non des barrières de protection.
L'ERC 8 conduit à trois phénomènes dangereux (PhD) présentés ci-dessous :

- PhD 8a : UVCE ;
- PhD 8b : Flash fire ;
- PhD 8c: Jet enflammé.

Remarque :
Dans le cas de la rupture de la canalisation et du fonctionnement de la barrière (détection de pression basse avec coupure automatique des vannes), il y aura un rejet de gaz dans l'air avec une concentration inférieure à la LIE. Donc, pas de conséquences significatives.
Dans la suite de cette étude, uniquement le cas du dysfonctionnement de la barrière sera étudié.

42.7. Probabilité des phénomènes dangereux

La fréquence d'occurrence du phénomène dangereux est calculée à partir de la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central, de la probabilité de l'inflammation et du fonctionnement ou non des barrières de protection.

Repère	Probabilité	Niveau de probabilité PhD
PhD 8a	ERC x inflammation retardée x défaillance B8 x UVCE $1,5.10^{-5}$ x 0,9 x 10^{-1} x 0,4 = 5,40. 10^{-7}	E
PhD 8b	ERC x inflammation retardée x défaillance B8 x Flash fire $1,5.10^{-5}$ x 0,9 x 10^{-1} x 0,6 = 8,10. 10^{-7}	E
PhD 8c	ERC x inflammation immédiate x défaillance B8 $1,5.10^{-5}$ x 2.10^{-2} x 10^{-1} = 1,35. 10^{-6}	E

Tableau 59 : Probabilité du PhD 8

42.8. Hypothèses de modélisation

Les hypothèses de modélisations introduites dans le logiciel Phast sont présentées dans le tableau suivant :

Données d'entrée	
Equipement	Canalisation de biométhane
Produit	Méthane
Durée de fuite sans sécurité (risque partiel)	3600 secondes
Diamètre	DN50
Longueur	15 m
Pression	8 barg
Température	35°C
Hauteur	1 m
Direction	Verticale vers le haut
Caractéristiques de la fuite	
Phase	Gaz
Débit maximal	92 Nm^3/h
Vitesse	700 m/s
Température finale	-69,95°C
Fraction liquide	0%
Inflammable - UVCE (effets de surpression : indice 4) et Flash fire (effets thermiques)	
Distances à la LIE	1,5 m (3F/5D)
Temps d'exposition (Averaging time)	18,75 secondes

Le modèle de calcul utilisé par ce logiciel est le modèle **« Line rupture »**.

Le détail de cette modélisation est présenté dans l'annexe 3.

42.9. Distances d'effets relatives au scénario

Le tableau suivant résume les distances d'effet du phénomène dangereux à hauteur d'homme (1,5 m) (conditions 3F / 5D) :

Repère	Effets	BV (20 mbar)	SEI (50 mbar)	SEL (140 mbar)	SELS (200 mbar)
PhD 8a	Surpression	5 m	2 m	Non atteint	Non atteint
PhD 8b	Thermique	-	3 m	2 m	2 m
PhD 8c	Thermique	-	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 60 : Distances d'effets du PhD 8

Ne sort par des limites du site

42.10. Gravité du scénario

La gravité du scénario est présentée dans le tableau suivant :

		SEI	SEL	SELS
PhD 8a UVCE (indice 4) Effets de surpression	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			
PhD 8b Flash fire Effets thermiques	Cibles atteintes	Pas d'effet hors site		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			
PhD 8c Jet enflammé Effets thermiques	Cibles atteintes	Non atteint		
	Nb personnes dans la zone			
	Niveau gravité pénalisant			

Tableau 61 : Gravité du PhD 8

42.11. Cinétique du scénario

Vu le délai d'atteinte des cibles **immédiat** et la durée d'exposition instantanée, la cinétique de ce scénario est considérée comme **rapide**.

42.12. Effets dominos

Le seuil des effets dominos (SELS) de surpression pour ce scénario est de 2 mètres.

- **Effets dominos externes**

Aucun effet dominos externes n'a été identifié pour ce scénario.

- **Effets dominos internes**

Le seuil des effets dominos peut avoir des conséquences sur :

- Bassin écrêteur (non aggravant) ;

42.13. Conclusion

Le tableau récapitulatif suivant présente pour le phénomène dangereux, sa cinétique, sa probabilité d'occurrence ainsi que les distances maximales de ses effets :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances calculées				Gravité	Cinétique
			BV	SEI	SEL	SELS		
PhD 8a	E	Surpression	5 m	2 m	NA	NA	Pas d'effet hors site	Rapide
PhD 8b	E	Thermique	-	3 m	2 m	2 m	Pas d'effet hors site	Rapide
PhD 8c	E	Thermique	-	NA	NA	NA	Pas d'effet hors site	Rapide

Tableau 62 : Résultats du PhD 8

En conclusion, le phénomène PhD 8 ne présente pas d'effet sortant du site (sauf bris de vitre dans une zone n'en comportant pas) et n'implique pas d'obligations de réduction complémentaires du risque d'accidents au titre des installations classées.

42.1. Représentation du noeud papillon

Du fait de l'absence d'effet hors site, le noeud papillon de ce scénario n'est pas représenté.

42.2. Cartographies des distances d'effets

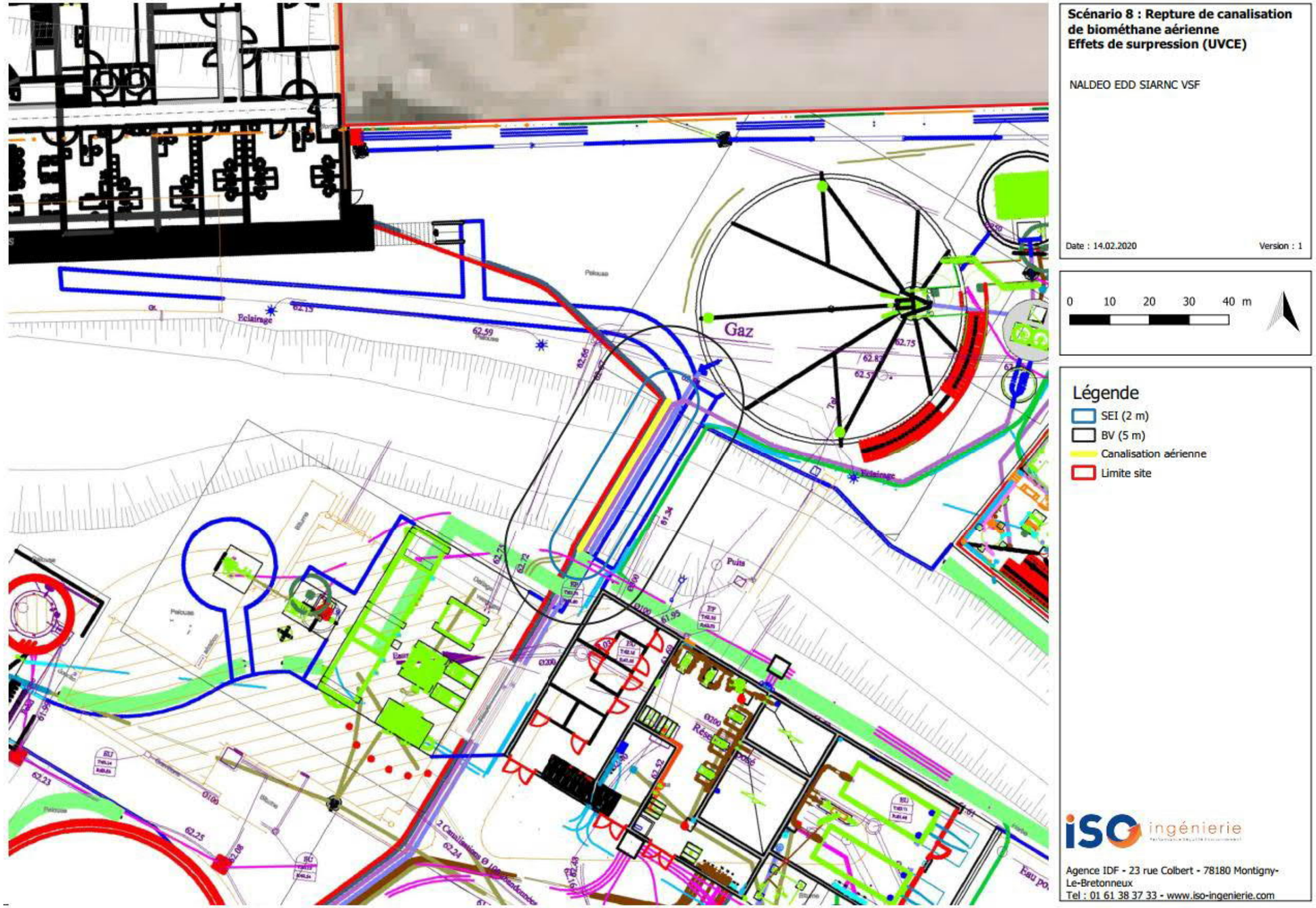


Figure 37 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 8 (UVCE)

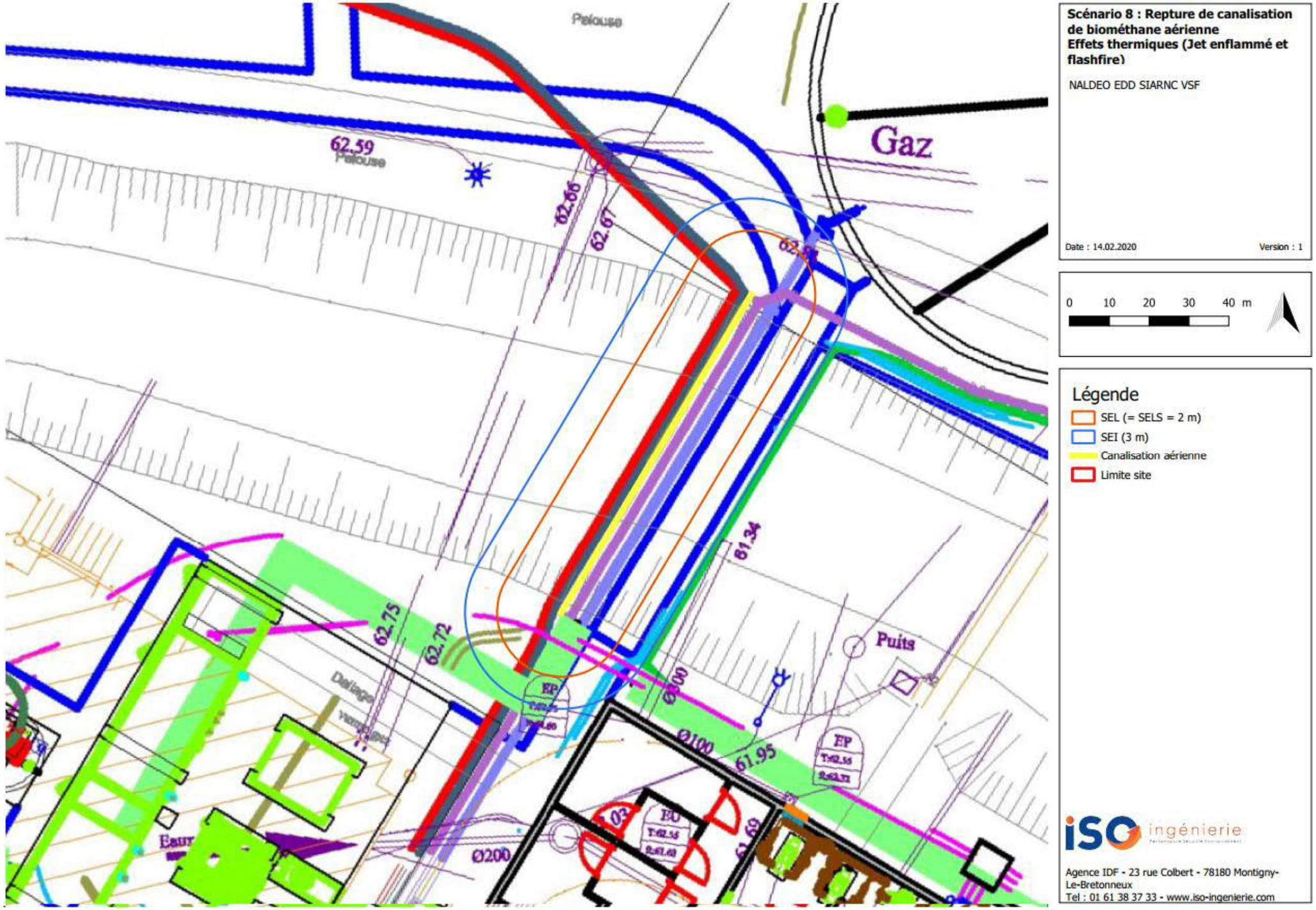


Figure 38 : Cartographie des distances d'effets de l'ERC 8 (Jet enflammé et flashfire)

PARTIE 8. MESURE DE MAITRISE DES RISQUES

43. LISTES DES BARRIERES IDENTIFIEES

Le tableau ci-dessous récapitule les barrières identifiées au cours de l'étude pour les scénarios comportant des effets hors site. Certaines de ces barrières sont des mesures de maîtrise des risques (MMR).

N°	Intitulé	Scénario associé	Valorisation
B1	Procédure opérateur de maintenance	Scénario 1	Non
B2	Soupape sur le digesteur	Scénario 1	Oui, NC2
B3	Soupape sur le gazomètre	Scénario 1	Oui, NC2
B4	Mesure de pression haute et intervention opérateur	Scénario 1	Non
B5	Démarrage torchère sur niveau haut gazomètre	Scénario 1	Oui, NC1
B6	Garde hydraulique des pots de purges	Scénario 1	Non
B7	Trop plein du digesteur	Scénario 1	Oui, NC2
B8	Mesure de niveau dans les vasques du digesteur	Scénario 1	Non valorisée
B11	Mesure de CH_4 et H_2S sur la garde hydraulique (détectant la défaillance garde hydraulique) avec alarme et procédure	Scénario 5	Non
B13	Protection des canalisations de biométhane (canalisations en INOX protégées contre les chocs, raccords limités ...)	Scénario 7 et 8	Non la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques.
B14	Délivrance de permis de travail	Scénario 7 et 8	Non la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques. De plus elle est considérée comme un prérequis.
B15	Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz	Scénario 6, 7 et 8	Non valorisée pour le scénario 6 la probabilité de l'ERC est établie directement à partir des données bibliographiques. Valorisée pour le scénario 7

Tableau 63 : Liste des barrières identifiées

44. MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

44.1. Méthodologie

44.1.1. Définition

Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) sont définies, comme suit, par le glossaire technique des risques technologiques annexé à la circulaire du 10 mai 2010.

Il s'agit d'un « ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaire et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :

- **Les mesures (ou barrières) de prévention** : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ;
- **Les mesures (ou barrières) de limitation** : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;
- **Les mesures (ou barrières) de protection** : mesures visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité ».

De plus, d'après l'article 4 de l'arrêté ministériel relatif aux installations classées du 29 septembre 2005 :

« Pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en oeuvre en adéquation avec celle des évènements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement des phénomènes dangereux et accidents potentiels dans l'échelle de l'Annexe 1 ».

44.1.2. Justification

La détermination des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) est effectuée au cours de l'Analyse Détaillée des Risques (ADR), qui est la suite logique et indispensable de l'Évaluation Préliminaire des Risques (EPR). L'ADR, pour rappel, est réalisée pour les risques apparus les plus importants à l'issue de l'EPR et susceptibles d'affecter les personnes à l'extérieur de l'établissement.

Les MMR sont proposées suite à des analyses des risques réalisées à l'aide d'arbres d'évènements qui permettent la détermination des effets et dommages causés par un événement redouté.

Une MMR peut être qualifiée de :

- Technique (automatique) ;
- Organisationnelle (repose sur une intervention humaine pour être opérationnelle) ;
- Passive (opérationnelle en permanence sans nécessité d'énergie pour son activation autonome).

La probabilité d'occurrence du phénomène dangereux auquel s'oppose une MMR est d'autant plus réduite que le niveau de confiance de la MMR est élevé.

44.1.3. Évaluation des performances

Les différents critères de performance d'une MMR retenus sont :

- La capacité de réalisation ou efficacité ;
- Le temps de réponse ;
- La disponibilité.

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

45. SYNTHESE DES MMR

45.1. Barrière B2 : Soupape du digesteur

Nom et identification de la barrière	B2 : Soupape de prévention des surpressions dans le digesteur
Fonction de sécurité assurée	Prévenir les surpressions dans le digesteur
Descriptif	Elément actif, soupape tarée à 5mbarg
Scénarios associés	Scénario 1 : Ruine du digesteur
Critères	
1. Indépendance	La barrière est indépendante : • Des causes de surpression gaz • Du système de conduite de l'installation • Des autres barrières de sécurité • Des phénomènes
2. Efficacité : • Dimensionnement adapté • Résistance aux contraintes spécifiques • Détection et traitement de l'information	Efficacité : 100%. Cette barrière permet de maîtriser intégralement le risque ; si la MMR est mise en oeuvre, le scénario est parfaitement maîtrisé (rejet de gaz à la soupape dans une sone prévue à cet effet). La soupape est dimensionnée pour passer le débit de production biogaz. La soupape n'est pas affectée par d'éventuelles contraintes spécifiques.
3. Temps de réponse	Le temps d'action d'une soupape est suffisamment court pour prévenir le scénario (presque immédiat).
4. Niveau de confiance	Selon le document Omega 10, un dispositif actif, validé par l'usage (et une soupape est un dispositif validé par l'usage dans de très nombreux domaine) à faible sollicitation (moins d'une fois par an dans ce cas), le niveau de confiance pour un niveau de tolérance aux anomalies matérielles de 0 est de NC=2
5. Maintien du niveau de confiance des équipements • Testabilité • Inspection	La soupape est régulièrement maintenue, calibrée.
Recommandations	Aucune

45.2. Barrière B2 : Soupape du gazomètre

Nom et identification de la barrière	B2 : Soupape de prévention des surpressions dans le gazomètre
Fonction de sécurité assurée	Prévenir les surpressions dans le gazomètre
Descriptif	Elément actif, soupape tarée à 5mbarg
Scénarios associés	Scénario 1 : Ruine du digesteur
Critères	
1. Indépendance	La barrière est indépendante : • Des causes de surpression gaz • Du système de conduite de l'installation • Des autres barrières de sécurité • Des phénomènes dangereux
2. Efficacité : • Dimensionnement adapté • Résistance aux contraintes spécifiques • Détection et traitement de l'information	Efficacité : 100%. Cette barrière permet de maîtriser intégralement le risque ; si la MMR est mise en oeuvre, le scénario est parfaitement maîtrisé (rejet de gaz à la soupape dans une sone prévue à cet effet). La soupape est dimensionnée pour passer le débit de production biogaz. La soupape n'est pas affectée par d'éventuelles contraintes spécifiques.
3. Temps de réponse	Le temps d'action d'une soupape est suffisamment court pour prévenir le scénario (presque immédiat).
4. Niveau de confiance	Selon le document Omega 10, un dispositif actif, validé par l'usage (et une soupape est un dispositif validé par l'usage dans de très nombreux domaine) à faible sollicitation (moins d'une fois par an dans ce cas), le niveau de confiance pour un niveau de tolérance aux anomalies matérielles de 0 est de NC=2
5. Maintien du niveau de confiance des équipements • Testabilité • Inspection	La soupape est régulièrement maintenue, calibrée.
Recommandations	Aucune

45.3. Barrière B5 : Démarrage de la torchère sur niveau haut du gazomètre

Nom et identification de la barrière	B5 : Démarrage de la torchère sur niveau haut du gazomètre
Fonction de sécurité assurée	Prévenir les surpressions dans le réseau et ultimement dans le digesteur.
Descriptif	MMRIC : Sur détection de niveau haut dans le gazomètre, la torchère est mise en route.
Scénarios associés	Scénario 1 : Ruine du digesteur
Critères	
1. Indépendance	La barrière est indépendante : • Des causes de surpression gaz (perte des utilisateurs) • Des autres barrières de sécurité • Des phénomènes dangereux
2. Efficacité : • Dimensionnement adapté • Résistance aux contraintes spécifiques • Détection et traitement de l'information	Efficacité : 100%. Cette barrière permet de maîtriser intégralement le risque ; si la MMR est mise en oeuvre, le scénario est parfaitement maîtrisé (la torchère peut bruler la production complète de biogaz). La torchère n'est pas affectée par d'éventuelles contraintes spécifiques.
3. Temps de réponse	Le temps de démarrage de la torchère (estimée à moins de 5 secondes au total) est compatible avec un scénario de montée en pression dans tout le réseau.
4. Niveau de confiance	Selon le document Omega 10, un dispositif actif, validé par l'usage (et une soupape est un dispositif validé par l'usage dans de très nombreux domaine) à forte sollicitation (plusieurs fois par an dans ce cas), le niveau de confiance pour un niveau de tolérance aux anomalies matérielles de 0 est de NC=1
5. Maintien du niveau de confiance des équipements • Testabilité • Inspection	La torchère est régulièrement maintenue et son fonctionnement est contrôlée par diverse capteur dont détecteur de flamme. ?
Recommandations	Aucune

45.4. Barrière B7 : Trop plein du digesteur

Nom et identification de la barrière	B7 : Trop plein du digesteurs
Fonction de sécurité assurée	Prévenir les niveaux très haut pouvant occasionner la ruine du digesteur
Descriptif	Elément passif (conduite gravitaire en point haut)
Scénarios associés	Scénario 1 : Ruine du digesteur
Critères	
1. Indépendance	La barrière est indépendante : • Des causes de niveau haut • Du système de conduite de l'installation • Des autres barrières de sécurité • Des phénomènes dangereux
2. Efficacité : • Dimensionnement adapté • Résistance aux contraintes spécifiques • Détection et traitement de l'information	Efficacité : 100%. Cette barrière permet de maîtriser intégralement le risque ; si la MMR est mise en oeuvre, le scénario est parfaitement maîtrisé : Le trop plein est dimensionné pour passer le débit entrant de boue. Le trop-plein n'est pas affecté par d'éventuelles contraintes spécifiques.
3. Temps de réponse	Le passage au trop plein est immédiat quand le niveau de la conduite est atteint (non pertinent pour un dispositif passif).
4. Niveau de confiance	Selon le document Omega 10, un dispositif passif peut se voir attribuer un NC=2.
5. Maintien du niveau de confiance des équipements • Testabilité • Inspection	Le trop plein fera l'objet de vérification lors des maintenances du digesteur.
Recommandations	Aucune

45.5. Barrière B15

Nom et identification de la barrière	B15 : Asservissement de pression basse sur le réseau de biogaz
Fonction de sécurité assurée	Détecter et limiter les rejets de gaz suite à la rupture de canalisation
Descriptif	**Détection** : Détecteurs de pression basse sur le réseau gaz. **Traitement :** Le traitement est effectué grâce à un automate programmable de sécurité (APS). **Action :** Fermeture automatique des vannes d'alimentation de gaz.
Scénarios associés	Scénario 7 : Rupture d'une canalisation enterrée de biométhane extérieure Scénario 8 : Rupture d'une canalisation aérienne de biométhane extérieure
Critères	
1. Indépendance	La barrière est dédiée spécifiquement à la fonction de sécurité. Elle est indépendante : • Des causes menant à l'ERC (1), • Du système de conduite de l'installation (2) • Des autres barrières de sécurité (la fermeture des vannes automatiques est effective sur détection automatique ou sur commande manuelle) (3) • Des phénomènes (la barrière est en fonctionnement lors de l'occurrence du phénomène) (4) (1) Concernant l'ERC 6,7 et 8, ils peuvent se produire suite à la survenance d causes mécaniques, erreurs humaines..., indépendantes de la chaîne de traitemen détection de pression basse et n'empêchant pas l'action de mise en sécurit (fermeture des vannes). (2) Les capteurs sont dédiés à la sécurité. Les vannes sont égalemen utilisées par la conduite process : l'action de sécurité à la fermeture es toujours prioritaire sur la commande issue de la conduite normale. (3) Aucun mode commun avec les autres barrières (4) Les détecteurs et les vannes sont compatibles avec le produit (gaz). Le scénario n'entraîne pas une défaillance de la barrière.
2. Efficacité : • Dimensionnement adapté	Efficacité : 100%. Cette barrière permet de maîtriser intégralement le risqu ; si la MMR est mise en oeuvre, le scénario est parfaitement maîtrisé (le rejet d gaz < LIE).

• Résistance aux contraintes spécifiques • Détection et traitement de l'information	Les détecteurs et les vannes sont compatibles avec le produit (gaz). Les détecteurs sont installés aux endroits où les chutes en pression seront facilement détectées. Pas de contraintes spécifiques extérieures. La fermeture de la vanne est rapide. Le niveau d'étanchéité est satisfaisant. De plus des tests d'étanchéité sur les vannes de sectionnement sont régulièrement mis en oeuvre. Les vannes de sécurité automatiques sont conçues pour fonctionner à la sollicitation et fonctionnent en tout-ou-rien. Les vannes automatiques sont à sécurité positive (fermeture par manque d'alimentation électrique). Le fonctionnement des vannes et des détecteurs est éprouvé. La fonction de sécurité n'est pas inhibée au démarrage/arrêt et maintenance.
3. Temps de réponse	Le temps de détection de pression basse + le temps de réponse du détecteur + le temps de traitement de la centrale d'alarme + le temps de réponse des électrovannes est adéquat (quelques secondes à quelques minutes)
4. Niveau de confiance	Selon les documents issus de l'INERIS – DRA 34 Opération j Partie 2, le niveau de confiance d'une barrière technique avec un traitement par un automate de conduite ou de sécurité est estimé à NC = 1.
5. Maintien du niveau de confiance des équipements • Testabilité • Inspection	Les détecteurs sont accessibles pour maintenance/réparation. Les vannes sont accessibles pour dépose / maintenance / réparation.
Recommandations	Aucune

PARTIE 9. ORGANISATION DE LA SECURITE

46. ORGANISATION DE LA SECURITE

46.1. Organisation du personnel à la sécurité

La sécurité est une partie intégrante dans la STEP de Villiers Saint Frédéric, pour son bon fonctionnement. Dès l'embauche, le personnel est sensibilisé et formé à l'exploitation, à la sécurité et aux interventions de première urgence.

46.2. Formation du personnel à la sécurité

L'employeur au sein de la STEP de Villiers Saint Frédéric peut recevoir une formation théorique et pratique à la sécurité, dont notamment la compréhension graphique et chronologique de la genèse des accidents au moyen d'un Arbre des Causes, ainsi qu'une formation à l'emploi du matériel de lutte contre l'incendie.

En effet, le personnel est informé sur les procédures d'alerte des secours et d'évacuation. En cas d'explosion ou d'incendie, la procédure d'intervention est bien suivie.

46.3. Protection du personnel

Toute personne intervenant sur le site hors des bureaux doit être dotée des équipements de protection individuels minimum suivants : chaussures de sécurité, casque et gilet réfléchissant.

En fonction du secteur d'intervention, le port de gants, masques, casque anti-bruit peut être obligatoire (surpresseurs, manipulation de produits chimiques, etc.).

46.4. Evacuation du personnel

Des exercices d'évacuation sont réalisés chaque année.

46.5. La surveillance

Le site est exploité continuellement sous la surveillance de responsables compétents. En cas de besoin, ce personnel peut porter secours à un blessé ou intervenir en cas d'incident.

De plus, la STEP de Villiers Saint Frédéric bénéficie des possibilités d'intervention rapide des secours (ambulances, pompiers, gendarmes).

Toute personne entrant sur le site doit se présenter à l'accueil. En dehors des heures ouvrées, l'ensemble des bâtiments du site sont fermés.

Le site dispose d'une clôture périphérique. Les accès aux bâtiments sont protégés, gardés et contrôlés.

46.6. Moyen de protection interne

46.6.1. Besoin en eaux

Le besoin en eau est calculé pour l'intégrité des utilisations sur le site. Le tableau suivant récapitule la consommation annuelle en eau par la STEP de Villiers Saint Frédéric.

Coefficients de charge	Consommation annuelle			
	40% de la charge nominale	A 50 % de la capacité nominale	A 75 % de la capacité nominale	A 100% capacité nominale
Eau potable :	7716 m³/an	8289 m³/an	8831 m³/an	9485 m³/an
Eau industrielle process :	4007 m³/an	3270 m³/an	2241 m³/an	1540 m³/an
Eau industrielle captage :	0 m³/an	0 m³/an	0 m³/an	0 m³/an

Tableau 64 : Besoin en eau sur le site

46.6.1. Moyens de lutte contre incendie

Les zones à risques d'incendie disposent d'extincteurs et moyens d'arrosage (RIA).

46.6.2. Récupération des eaux

Des rétentions existent sur le site pour récupération des eaux. En cas d'incendie, les eaux d'extinction s'écoulant sont dirigées gravitairement vers une rétention prévue sous les digesteurs pouvant contenir 1 m de hauteur de nappe sur 800 m² de surface mouillée.

La fosse enterrée étant soumise aux intempéries, est constituée d'un radier avec une forme de pente et un regard de surprofondeur dans la fosse afin de recueillir les eaux pluviales. La reprise des eaux de pluie est réalisée par une pompe vide-cave (+ une pompe en secours en stock), envoyant les eaux de pluie vers le poste toutes eaux, situé à proximité.

46.7. Moyens d'intervention externe

L'intervention d'entreprises extérieures, pour des opérations de maintenance ou de travaux neufs, constitue classiquement une cause importante d'accidents sur les sites industriels.

Ces accidents sont dus, la plupart du temps, à une méconnaissance des risques inhérents à l'installation par l'entreprise intervenante.

Sur le site, les entreprises extérieures intervenant pour des travaux sont mises en garde des mesures à prendre pour éviter les risques. Un accueil sécurité ainsi qu'un plan de prévention sont systématiquement établis, lors de la visite commune, les consignes sont données et les risques sont identifiés.

Des visites régulières des chantiers permettent de s'assurer que les consignes soient bien respectées.

En cas d'intervention des services externes, tous les moyens d'intervention sont mis à disposition.

46.8. Affichage

Différentes mesures de prévention sont affichées et signifiées au personnel :

- Interdiction de fumer et d'apporter du feu sous une forme quelconque (délivrance du permis de feu) pour l'ensemble de l'établissement, y compris les extérieurs,
- La procédure d'alerte avec les numéros de téléphone d'urgence …

Les consignes de sécurité sont établies pour faire face aux situations accidentelles et pour la mise en oeuvre des moyens d'intervention, d'évacuation du personnel et d'appel aux moyens de secours extérieurs.

46.9. Issues de secours

Les bâtiments sont desservis par des dégagements en nombre et de largeur suffisante, s'ouvrant vers l'extérieur.

PARTIE 10. SYNTHESE

47. SYNTHESE DE L'ETUDE DE DANGERS

Ce document correspond à l'étude de dangers du le projet de méthanisation de la STEP de Villiers Saint Frédéric.

Cette étude montre que les principaux risques identifiés sur la STEP sont essentiellement liés aux propriétés du gaz produits et utilisés sur le site (biogaz…). Les risques principaux sont donc concentrés au niveau du procédé permettant la production de biogaz et générant un risque mesuré d'explosion (digesteur, gazomètre, canalisation de gaz…).

Une évaluation globale des risques orientée vers les risques incendie (flash fire et jet enflammé) et explosion (UVCE et VCE) ainsi que sur leurs effets potentiels en dehors des limites de propriété a été réalisée. Elle intègre une revue générale des moyens de prévention et de protection du site.

Cette étude montre que les dispositions mises en place en termes de prévention limitent la possibilité d'occurrence d'un accident, ainsi que sa gravité. Les dispositions mises en place sont :

- Gestion de l'exploitation ;
- Conception et contrôle de sécurité des procédés (alarme et contrôle des opérations) ;
- Procédure de sécurité ;
- Etude et analyse de risques ;
- Formation et sensibilisation du personnel
- Disposition interne du site permettant de limiter les effets hors sites

Les moyens d'intervention internes permettent de garantir un haut niveau de protection en termes de conséquences sur le site mais aussi sur le milieu naturel, et les populations voisines.

48. TABLEAU DE SYNTHESE DES RESULTATS

Les effets des événements jugés **les plus critiques qui sortent des limites du site** sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Repère	Probabilité	Type d'effet	Distances d'effets			Gravité	Cinétique	Position grille MMR
			SEI	SEL	SELS			
PhD 1b : UVCE-Digesteur	D	Surpression	49 m	Non atteint	Non atteint	Modérée	Rapide	Acceptable
PhD 3 : VCE – Digesteur vide	E	Surpression	45 m	Non atteint	Non atteint	Modérée	Rapide	Acceptable
PhD 5 : VCE - Gazomètre	E	Surpression	24 m	Non atteint	Non atteint	Modérée	Rapide	Acceptable
PhD 7a : UVCE-canalisation enterrée biométhane	E	Surpression	5 m	Non atteint	Non atteint	Sérieux	Rapide	Acceptable
PhD 7b : Flashfire-canalisation enterrée biométhane	E	Thermique	5 m	4 m	4 m	Catastrophique	Rapide	MMR Rang 1
PhD 7c : Jet enflammé-canalisation enterrée biométhane	E	Thermique	33 m	25 m	19 m	Catastrophique	Rapide	MMR Rang 1

Tableau 65 : Synthèse des phénomènes dangereux

49. ACCEPTABILITE DES RISQUES

L'acceptabilité du risque est définie comme la combinaison entre la probabilité d'apparition d'un phénomène dangereux et la gravité des conséquences.

Le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille de criticité définie par l'arrêté du 29 septembre 2005 est le suivant :

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	PROBABILITÉ D'OCCURRENCE (sens croissant de E vers A)				
	E	**D**	**C**	**B**	**A**
Désastreux					
Catastrophique	PhD 7b PhD 7c				
Important					
Sérieux	PhD 7a				
Modéré	PhD 3 PhD 5	PhD 1b PhD 4b			

Tableau 66 : Positionnement des PhD sortant du site dans la grille de criticité

À l'intérieur des cases de la grille apparaissent 4 niveaux de risques :

- **Niveau I (rouge)** : zone de **risque élevé**, figurée par le mot « NON » ;
- **Niveau II (orange)** : zone de **risque intermédiaire**, figurée par le sigle « **MMR rang 2** » (Mesures de Maîtrise des Risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- **Niveau III (jaune)** : zone de **risque intermédiaire**, figurée par le sigle « **MMR rang 1** » (Mesures de Maîtrise des Risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation ;
- **Niveau IV (vert)** : zone de **risque moindre**, qui ne comporte ni « NON », ni « MMR ».