

Dossier de demande d'autorisation environnementale

Projet de démantèlement de batteries lithium sur le
site de Bazoches-les-Gallerandes (45)

PJ49b : Etude des dangers



Rapport n°A110292/B – Octobre 2021

Sommaire

1. Démarche et organisation de l'étude de dangers	13
1.1. Raison d'être de l'Etude des Dangers	13
1.1.1. Rappels : demandeur et projet	13
1.1.2. Rappels : désignation des activités du projet.....	14
1.1.3. Rappels : caractérisation des activités du projet	16
1.2. Contexte réglementaire	19
1.3. Méthodologie	20
1.4. Références bibliographiques techniques	22
2. Description et caractérisation de l'environnement	23
2.1. Objectifs	23
2.2. Situation géographique	23
2.3. Voisinage immédiat du site	25
2.4. Caractéristiques de l'environnement physique	26
2.4.1. Paysage	26
2.4.2. Topographie	26
2.4.3. Géologie	26
2.4.4. Contexte hydrogéologique.....	28
2.4.5. Eaux superficielles.....	29
2.4.6. Climatologie	29
2.4.7. Qualité de l'air.....	30
2.5. Caractéristiques du milieu naturel	31
2.5.1. Les espaces protégés	31
2.5.2. Les espaces très sensibles.....	31
2.5.3. Les engagements internationaux.....	32
2.5.4. Continuités écologiques.....	33
2.5.5. Identification des paysages.....	33
2.6. Caractérisation du milieu humain	34
2.6.1. Occupation du sol	34
2.6.2. Document urbanisme.....	34
2.6.3. Le patrimoine culturel.....	35
2.6.4. Les infrastructures de transport	36
2.6.5. Etablissements Recevant du Public (ERP)	37
2.6.6. Environnement industriel	38

3.	Définition des cibles et intérêts à protéger	39
3.1.	Distances d'isolement et cibles à protéger	39
3.1.1.	Définitions	39
3.1.2.	ICPE 2713 : installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de métaux ou de déchets de métaux non dangereux, d'alliage de métaux ou de déchets d'alliage de métaux non dangereux	39
3.1.3.	ICPE 2718 : installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux ou de déchets contenant les substances dangereuses article R. 511-10 du code de l'environnement	40
3.1.4.	ICPE 2925 : atelier de charge d'accumulateurs	41
3.1.5.	Synthèse des périmètres d'éloignement et d'isolement retenus	41
3.2.	Intérêts à protéger	42
4.	Identification des potentiels de dangers	44
4.1.	Glossaire des risques technologiques	44
4.1.1.	Références réglementaires	44
4.1.2.	Danger	44
4.1.3.	Potentiel de danger	44
4.1.4.	Phénomène dangereux	44
4.1.5.	Risque	45
4.2.	Méthodologie pour l'identification des potentiels de dangers	45
4.3.	Identification des dangers liés à l'environnement	46
4.3.1.	Les dangers liés aux phénomènes naturels	46
4.3.2.	Les dangers liés aux infrastructures de transport	53
4.3.3.	Les dangers liés aux activités industrielles à proximité	54
4.3.4.	L'acte de malveillance	56
4.4.	Identification des dangers liés aux produits	57
4.4.1.	Rappels des produits inhérents aux activités I.C.P.E.	57
4.4.2.	Les batteries lithium-ion	57
4.4.3.	Les carburants	64
4.4.4.	Les produits de conditionnement	65
4.5.	Identification des dangers liés aux procédés	66
4.5.1.	Les potentiels de dangers liés aux équipements / installations	66
4.5.2.	Les potentiels de dangers liés aux conditions opératoires	66
4.5.3.	Les potentiels de dangers liés aux réactions chimiques	67
4.5.4.	Les potentiels dangers liés aux transferts et approvisionnement	67
4.5.5.	Les potentiels de dangers liés à la perte d'utilités	68
4.6.	Accidentologie	70
4.6.1.	Objectifs de l'accidentologie	70
4.6.2.	Méthodologie	70
4.6.3.	Etude de la base de données ARIA du BARPI	70
4.6.4.	Publication spécifique du BARPI	72

4.7.	Etude de réduction des potentiels de dangers	73
4.7.1.	Définition	73
4.7.2.	Principe de substitution / suppression	73
4.7.3.	Principe d'intensification	74
4.7.4.	Principe d'atténuation	74
4.7.5.	Principe de limitation des effets	76
4.8.	Synthèse des potentiels de dangers.....	78
5.	Estimation des conséquences de la matérialisation des potentiels de dangers	81
5.1.	Rappels des Phénomènes Dangereux sélectionnés	81
5.2.	Seuils d'effets	94
5.2.1.	Définitions des seuils d'effets thermiques	94
5.2.2.	Définitions des seuils d'effets de surpressions	94
5.2.3.	Définitions des seuils d'effets toxiques.....	95
5.3.	Etude des effets thermiques du phénomène dangereux d'incendie / emballement thermique d'une ou plusieurs batteries et modules.....	100
5.3.1.	Phénomène dangereux d'incendie	100
5.3.2.	Méthodologies et modélisations	101
5.3.3.	Hypothèses de modélisations générales.....	103
5.3.4.	Caractérisations des distances d'effets.....	106
5.4.	Etude des effets toxiques du phénomène dangereux d'incendie / emballement thermique d'une ou plusieurs batteries et modules.....	139
5.4.1.	Phénomène dangereux de dégagement de gaz toxiques	139
5.4.2.	Méthodologies et modélisations	140
5.4.3.	Hypothèses de modélisations générales.....	143
5.4.4.	Sélection des phénomènes dangereux : désignation des cas enveloppes.....	148
5.4.5.	Caractérisations des distances d'effets.....	151
5.5.	Etude des effets de surpressions du phénomène dangereux d'explosion d'un nuage inflammable suite à dégagement de gaz d'une batterie.....	171
5.5.1.	Phénomène dangereux de dégagement de gaz toxiques	171
5.5.2.	Méthodologies et modélisations	171
5.5.3.	Hypothèses de modélisations	174
5.5.4.	Caractérisation des distances d'effets	175
5.6.	Etude des effets thermiques d'un feu de nappe en rétention des cuves de carburants.....	176
5.6.1.	Phénomène dangereux de feu de nappe.....	176
5.6.2.	Méthodologies et modélisations	176
5.6.3.	Hypothèses de modélisations	177
5.6.4.	Caractérisation des distances d'effets	177

6.	Analyse des effets dominos	180
6.1.	Raison d'être	180
6.2.	Généralités	180
6.2.1.	Définitions	180
6.2.2.	Seuils d'étude des effets dominos	181
6.3.	Effets dominos internes	182
6.3.1.	Phénomène dangereux d'incendie, des effets thermiques	182
6.3.2.	Phénomène dangereux d'incendie, des effets toxiques	184
6.3.3.	Phénomène dangereux d'explosion, effets de surpressions	184
6.3.4.	Modélisations des nouveaux phénomènes dangereux d'effets dominos	184
6.4.	Effets dominos externes.....	190
7.	Description des moyens de prévention, détection, protection et d'intervention	191
7.1.	Raison d'être	191
7.2.	Définitions	191
7.3.	Mesures de prévention d'ordre général	192
7.3.1.	Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement.....	192
7.3.2.	Formation.....	192
7.3.3.	Consignes d'exploitation	192
7.3.4.	Vérifications	193
7.3.5.	Consignes de sécurité	193
7.3.6.	Permis de feu	193
7.3.7.	Interdiction de fumer.....	193
7.3.8.	Conduite des installations.....	194
7.3.9.	Registre des presque-incident, incident et accident	196
7.3.10.	Gestion de la malveillance	197
7.4.	Mesures de prévention instaurées sur le site STCM B1.....	197
7.4.1.	Transport des batteries à destination du site	197
7.4.2.	Procédure d'acceptation des déchets.....	197
7.4.3.	Connaissance des produits.....	198
7.4.4.	Gestion des entrées/sorties	198
7.4.5.	Procédure de décharge des batteries	198
7.4.6.	Procédure de surveillance des batteries.....	199
7.5.	Mesures de protection instaurées sur le site STCM B1.....	200
7.5.1.	Battery Management System	200
7.5.2.	Eloignement des zones d'activités et stockage.....	200
7.5.3.	Sectorisation des zones d'activités et stockage	201
7.5.4.	Protection foudre.....	201
7.5.5.	Besoin en eau d'extinction incendie	201
7.5.6.	Collecte des eaux d'extinction incendie.....	206

7.5.7.	Désenfumage	207
7.5.8.	Prévention des ATEX	207
7.5.9.	Détection incendie	208
7.6.	Moyens d'intervention en cas d'incident.....	210
7.6.1.	Objets	210
7.6.2.	Détection précoce de l'incident	210
7.6.3.	Limitation de l'extension de l'incident	210
7.6.4.	Moyens d'intervention internes	213
7.6.5.	Alerte et évacuation.....	214
7.6.6.	Moyens d'intervention externes.....	215
8.	Etude détaillée des risques (E.D.R.).....	216
8.1.	Définition	216
8.2.	Méthodologie	216
8.2.1.	Identification des accidents majeurs	216
8.2.2.	Cadre général	217
8.2.3.	Outils d'appréciation des risques.....	217
8.3.	Identification des scénarii d'accidents majeurs – Site STCM B1	220

Table des annexes

Annexe I :	Composition des batteries électriques acceptées sur le site
Annexe II :	Caractérisations CREPIM
Annexe III :	Cartographies des effets des phénomènes dangereux

f

Table des illustrations

Table des figures

Figure 1 : Désignation des zones d'activités du projet.....	14
Figure 2 : Localisation du site STCM.....	23
Figure 3 : Localisation du site d'étude sur cadastre (Source : Cadastre.gouv.fr).....	24
Figure 4 : Vue aérienne du site STCM	25
Figure 5 : Contexte géologique du site d'étude (Source : http://www.infoterre.fr)	27
Figure 6 : Carte piézométrique en basses eaux de la nappe de la Beauce en 1994 (Source : BRGM, rapport R38572)	28
Figure 7 : Réseau hydrographique à proximité du projet (Source : Géoportail).....	29
Figure 8 : Occupation du sol à proximité du site d'étude (Source : Corine Land Cover 2012)	34
Figure 9 : Extrait du zonage du PLU de Bazoches-les-Gallerandes	35
Figure 10: Tracé de la déviation du bourg de Bazoches-les-Gallerandes	36
Figure 11: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)	38
Figure 12 : Périmètre de 100 m autour des installations de stockage batterie lithium-ion	43
Figure 13 : Aléa retrait-gonflement des argiles au droit du site d'étude (Source : Infoterre.brgm.fr)	46
Figure 14 : Localisation des mouvements de terrain à proximité de STCM B1.....	47
Figure 15: Zonage sismique en France, applicable à mai 2011.....	48
Figure 16 : Risque de remontée de nappe au droit du site d'étude (Source : infoterre.brgm.fr)	50
Figure 17 : Carte niveaux kérauniques (Union Technique de l'Electricité)	51
Figure 18 : Données météo Loiret.....	52
Figure 19: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)	55
Figure 20 : Principe de fonctionnement d'une cellule d'un module d'une batterie lithium-ion	58
Figure 21 : Illustration de l'emballage thermique d'une cellule	62
Figure 22 : Typologie des accidents (source: BARPI).....	70
Figure 23: Conséquences des accidents (source: BARPI)	71
Figure 24: Causes des accidents.....	71
Figure 25: Localisation des zones d'activité du site STCM	81
Figure 26: Caractéristiques de sectorisation zone B	82
Figure 27: Caractéristiques de sectorisation zones C et D	84
Figure 28: Paroi écran thermique entre zone démontage et zone test.....	87
Figure 29: Photographie d'un container pour le stockage de batteries critiques.....	88
Figure 30: Température des gaz en toiture vs essai ISO 834	89
Figure 31 : Débit HF suite incendie d'un véhicule électrique.....	96
Figure 32 : Mode de transfert de la chaleur d'un feu	100
Figure 33 : Essai FM GLOBAL, petite échelle	104
Figure 34 : Essai FM GLOBAL, moyenne échelle	104
Figure 35 : Essai FM GLOBAL, grande échelle	105
Figure 36 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques selon la longueur	106
Figure 37 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques selon la largeur.....	106
Figure 38 : Représentation de la zone B, configuration définitive, 1 rack	108
Figure 39 : PhDM1, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques selon la longueur	108
Figure 40 : PhDM1, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques selon la largeur	108
Figure 41 : représentation de la zone B, configuration définitive.....	109

Figure 42 : PhDM3, incendie généralisé zone B, distance d'effets thermiques selon un côté (longueur façade Est et Ouest, tracé haut, largeur face Nord, tracé du haut et largeur face sud tracé du bas)	110
Figure 43 : représentation de la zone B, configuration définitive.....	111
Figure 44 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : en rouge sans assigner de REI au mur amovible béton Ouest ; en vert avec un REI ; pas de prise en compte du mur périphérique du bâtiment B1	111
Figure 45 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : non considération du mur béton amovible écran thermique en face ouest mais prise en compte du mur parpaing en façade ouest du bâtiment B1 (en vert)	112
Figure 46 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert en considérant le mur REI 2 m de hauteur en façade est	112
Figure 47 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la largeur pour la façade sud : en rouge sans assigner de REI au mur amovible béton sud ; en vert avec un REI	112
Figure 48 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la largeur pour la façade nord : en vert avec mur REI hauteur 2 m.....	113
Figure 49 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.	114
Figure 50 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box décharge, distance d'effets thermiques selon la longueur façade est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 4,9 m.....	114
Figure 51 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m, entre les box	115
Figure 52 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box décharge, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3, en périphérie de zone.....	115
Figure 53 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m	117
Figure 54 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 4,9 m.....	117
Figure 55 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la largeur est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m	118
Figure 56 : PhDM8, incendie sur la ligne quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, coté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m	120
Figure 57 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 5,9 m	120
Figure 58 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la largeur est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m	121
Figure 59 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la longueur est : en vert prise en compte du mur REI hauteur 7 m.....	125
Figure 60 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la longueur ouest : en vert prise en compte du mur REI hauteur 2,4 m à une distance de 7 m	125
Figure 61 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI hauteur 3 m	126
Figure 62 : PhDM14, incendie sur 1 batterie d'un poste de test, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	127
Figure 63 : PhDM14, incendie 1 batterie poste de test, distance d'effets thermiques selon longueur façade est : en vert prise en compte mur REI120 hauteur 2,4 m à 5,4 m de distance d'un poste	127
Figure 64 : PhDM14, incendie 1 batterie d'un poste de test, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte mur REI120 hauteur 3 n façade sud pour le poste le plus au sud.	128
Figure 65 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m façade ouest.....	129

Figure 66 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m en direction est à 5,4 mt.....	129
Figure 67 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m	130
Figure 68 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la longueur façade est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	131
Figure 69 : PhDM16, incendie stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert mur REI120 hauteur 3 m à 5 m de distance (paroi est D2).....	131
Figure 70 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la largeur	132
Figure 71 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans un box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur, façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 de hauteur 4 m	134
Figure 72 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans box atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur, façade est : en vert prise en compte du mur REI120 de hauteur 4 m à 6 m de distance...	134
Figure 73 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans 1 box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m, entre les box	135
Figure 74 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans 1 box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m, en périphérie de zone.....	135
Figure 75 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m façade Ouest.....	137
Figure 76 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m façade est à 6 m.....	137
Figure 77 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m	138
Figure 78 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 60 minutes	152
Figure 79 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 30 minutes	153
Figure 80 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 10 minutes	154
Figure 81 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 60 minutes.....	157
Figure 82 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 30 minutes.....	158
Figure 83 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 10 minutes.....	159
Figure 84 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 60 minutes.....	162
Figure 85 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 30 minutes.....	163
Figure 86 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 10 minutes.....	164
Figure 87 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 60 minutes.....	167
Figure 88 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 30 minutes.....	168
Figure 89 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 10 minutes.....	169
Figure 90 : correspondance pic de surpression et indice Multi-énergie.....	172
Figure 91 : PHDM39, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la longueur de la rétention en feu.....	177
Figure 92 : PHDM39, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la largeur de la rétention en feu.....	178

Figure 93 : PHDM40, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la longueur de la rétention en feu.....	178
Figure 94 : PHDM40, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la largeur de la rétention en feu.....	179
Figure 95 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	185
Figure 96 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, coté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3,2 m.....	185
Figure 97 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	185
Figure 98 : PhDM42, incendie sur toute la zone D2, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3,2 m.....	187
Figure 99 : PhDM42, incendie sur toute la zone D2, distance d'effets thermiques selon la longueur, coté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	187
Figure 100 : PhDM42, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m.....	187
Figure 101 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions mitoyennes des cuves GNR et GO, distances d'effets thermiques selon la longueur	189
Figure 102 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions mitoyennes des cuves GNR et GO, distances d'effets thermiques selon la largeur	189
Figure 103: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)	190
Figure 104: Cuves immersion	194
Figure 105 : Processus d'intervention en cas de dépassement des seuils des thermiques du stockage de batteries	195
Figure 106 : Processus d'intervention détection incendie	196
Figure 107 : Besoins internes eaux incendie (configuration 125t).....	205
Figure 108 : Besoins internes eaux incendie (configuration 20t).....	206
Figure 109 : Cantonnement fumées.....	207
Figure 110 : Architecture générale sécurité incendie (prévisionnel).....	208
Figure 111: Cuves immersion	211
Figure 112 : Processus d'intervention en cas de dépassement des seuils des thermiques du stockage de batteries	212
Figure 113: Processus d'intervention détection incendie.....	213
Figure 114 - Grille d'appréciation des risques.....	220

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des ICPE de l'établissement, phase 2, première étape	16
Tableau 2 : Liste des rubriques ICPE du projet	18
Tableau 3 : Parcelles cadastrales du site (Source : cadastre.gouv.fr)	24
Tableau 4 : Log lithologique de l'ouvrage BSS000YCRL.....	27
Tableau 5 : Concentrations (moyenne annuelle) en métaux lourds dans l'air à Bazoches-les-Gallerandes (Source : Lig'Air)	30
Tableau 6 : Liste des séismes ressentis sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes	49
Tableau 7 : Synthèse des potentiels de dangers sélectionnés sur l'établissement STCM B1	80
Tableau 8 : E.R.C., phénomènes dangereux et effets associés	92
Tableau 9 - Valeurs de référence pour l'étude des effets thermiques	94
Tableau 10 - Valeurs de référence pour l'étude des effets de surpressions.....	94
Tableau 11 : Valeurs de référence relatives aux seuils de toxicité aiguë.....	95
Tableau 12 : Valeurs seuils de toxicité aiguë à retenir en l'absence de connaissance en toxicologie..	95
Tableau 13 : Seuils toxicité 10 minutes	97
Tableau 14 : Seuils toxicité 30 minutes	98
Tableau 15 : Seuils toxicité 60 minutes	99
Tableau 16 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques.....	107
Tableau 17 : PhDM2, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques.....	109
Tableau 18 : PhDM3, incendie généralisé zone B, distance d'effets thermiques	110
Tableau 19 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques.....	113
Tableau 20 : PhDM5, incendie 1 batterie sur un poste de décharge en zone D1, distance d'effets thermiques	115
Tableau 21 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques.....	118
Tableau 22 : PhDM7, incendie 1 batterie sur un poste de quarantaine en zone D1, distance d'effets thermiques	119
Tableau 23 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques.....	121
Tableau 24 : PhDM9, incendie 1 batterie sur un poste de quarantaine en zone D2, distance d'effets thermiques	122
Tableau 25 : PhDM10, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques.....	123
Tableau 26 : PhDM11, incendie généralisé sur container sécurisé.....	124
Tableau 27 : PhDM12, incendie 1 batterie zone démontage, distance d'effets thermiques	124
Tableau 28 : PhDM13, incendie généralisé ligne de démontage, distance d'effets thermiques.....	126
Tableau 29 : PhDM15, incendie 1 batterie sur un poste de test en zone F, distance d'effets thermiques	128
Tableau 30 : PhDM15, incendie généralisé ligne de test des modules, distance d'effets thermiques	130
Tableau 31 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques	132
Tableau 32 : PhDM17, incendie généralisé sur container sécurisé.....	133
Tableau 33 : PhDM18, incendie 1 batterie sur box de l'atelier M, distance d'effets thermiques	135
Tableau 34 : PhDM19, incendie généralisé à tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques	138
Tableau 35 : Données CREPIM, taux de production des gaz.....	143
Tableau 36 : Production de gaz, INERIS, incendie chargement batteries LI-ion, différence batteries n°1 et n°2	144
Tableau 37 : Données INERIS, taux de production des gaz, incendie de chargements de camions ...	144

Tableau 38 : Conditions de dispersion atmosphérique.....	147
Tableau 39 : Désignation des cas références et majorés, dispersion de toxiques.....	149
Tableau 40 : PhDM20, incendie sur 1 batterie, débits des polluants	151
Tableau 41 : PhDM20, incendie sur 1 batterie, seuils de toxicité	151
Tableau 42 : PhDM20, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)	155
Tableau 43 : PhDM22, incendie généralisé en zone B configuration définitive, débits des polluants	156
Tableau 44 : PhDM22, incendie généralisé en zone B configuration définitive, seuils de toxicité.....	156
Tableau 45 : PhDM22, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)	160
Tableau 46 : PhDM23, incendie généralisé en zone B configuration transitoire, débits des polluants	161
Tableau 47 : PhDM23, incendie généralisé en zone B configuration transitoire, seuils de toxicité ...	161
Tableau 48 : PhDM23, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)	165
Tableau 49 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, débits des polluants	166
Tableau 50 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, seuils de toxicité.....	166
Tableau 51 : PhDM23, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)	170
Tableau 52 : Diagramme du choix de l'indice d'explosion de KINSELLA.....	172
Tableau 53 : Quantité de fumée dégagée par chaque type de cellule lors de leur emballage thermique.....	174
Tableau 54 : Composition des fumées issues de l'emballage thermique des différentes technologies de cellules	174
Tableau 55 : PhDM24, explosion H2 dégagement 1 batterie, distances d'effets de surpression	175
Tableau 56 : PhDM39, feu de nappe de GO en rétention, distance d'effets thermiques	178
Tableau 57 : PhDM39, feu de nappe de GO en rétention, distance d'effets thermiques	179
Tableau 58 - Dégâts constatés sur les infrastructures, surpression incidentes	181
Tableau 59 - Dégâts constatés sur les infrastructures, flux thermiques incidents	182
Tableau 60 : Désignation des effets dominos suite à propagations d'effets thermiques.....	183
Tableau 61 : PhDM41, incendie sur l'ensemble de la zone D1, distance d'effets thermiques.....	186
Tableau 62 : PhDM40, incendie sur l'ensemble de la zone D2, distance d'effets thermiques.....	188
Tableau 63 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions des cuves GNR et Go, distance d'effets thermiques	189
Tableau 64 : Application du D9, définition des besoins en eaux extinction incendie.....	203
Tableau 65 - Echelle de probabilités, arrêté du 29 septembre 2005.....	218
Tableau 66 - Echelle d'évaluation de la gravité, arrêté du 29 septembre 2005	218
Tableau 67 - Identification des Scenarii d'Accidents Majeurs sur le site STCM B1.....	225

1. Démarche et organisation de l'étude de dangers

1.1. Raison d'être de l'Etude des Dangers

1.1.1. Rappels : demandeur et projet

Filiale française du Groupe ECO BAT Technologies Ltd (GB) depuis 1996, la STCM est producteur de plomb et d'alliages à partir de déchets de plomb (seconde fusion).

La société est spécialisée dans le recyclage du plomb et principalement dans les batteries usagées. Son activité consiste à extraire les matières plombeuses de produits hors d'usage (PHU) et à élaborer des alliages de plomb ou du plomb pur par affinage.

Le groupe exploite 3 sites de production sur le territoire français dont **l'usine STCM, dite B1**, localisée à **Bazoches-les-Gallerandes**, dans le département du **Loiret** (siège social). La STCM a été autorisée à poursuivre l'exploitation de ses installations au titre de la réglementation ICPE par l'arrêté préfectoral du 14 octobre 2019.

L'activité d'affinage réalisée sur le site a été arrêtée en août 2020 et intégralement transférée vers le site APSM à Pont Sainte-Maxence (60). La cessation partielle des activités d'affinage a été déclarée en novembre 2020 et s'est accompagnée de la mise en sécurité des installations du site visée à l'article R. 512-39-1, II du Code de l'Environnement.

Le dossier de cessation de l'activité d'affinage s'est accompagné d'un redéploiement des activités autour du nouveau projet de regroupement, tri et transit de batteries au lithium-ion.

Cette nouvelle activité s'inscrit dans la rubrique ICPE 2718-2 soumise à Déclaration et Contrôle (moins d'1 tonne de déchets dangereux) : elle a fait l'objet d'une déclaration électronique en ligne le 04/10/2020, et de la preuve de dépôt référence A-0-NZNTQ93079 du 5 octobre 2020.

La STCM souhaite aujourd'hui développer sur le site une activité de démantèlement des batteries électriques en vue de leur recyclage ou réutilisation ultérieurs.

Cette seconde phase du projet global d'activité de traitement de batteries électriques au Lithium complète la déclaration du 05/10/2020 et nécessite le dépôt d'une Demande d'Autorisation Environnementale compte tenu de la nature des activités projetées et des quantités mises en jeu.

La réalisation de la phase 2 se fera en 2 étapes :

- Une première étape consistera à ne pratiquer **qu'une activité de transit** regroupement et tri de batteries au Lithium, pour un tonnage maximum de **20 tonnes**.
- Une seconde étape viendra compléter l'activité de l'étape précédente avec le démantèlement des batteries, et un tonnage maximum de **125 tonnes**.

Ces deux étapes seront réalisées successivement, dans un planning qui dépend des dates d'investissement au niveau de l'aménagement des locaux. Dans tous les cas, les travaux nécessaires au démarrage de la première étape seront réalisés en 2021, pour un démarrage de l'activité en début 2022, après accord par arrêté préfectoral.

1.1.2. Rappels : désignation des activités du projet

L'activité de stockage de batteries lithium-ion réalisée en phase 1 du projet est complétée par une activité de démontage des batteries.

Le traitement des batteries repose exclusivement sur une opération de démontage, complétée par une phase de tests des modules démontés (voir ci-après) : aucune opération de broyage n'est réalisée, ni aucune opération de recyclage (avec procédés potentiels par pyrométallurgie ou hydrométallurgie).

Le démontage des batteries n'appelle alors aucun procédé industriel significatif puisque seules des opérations manuelles et de petites mécaniques sont engagées.

Ce process industriel simple n'appelle pas l'utilisation de machines d'envergure puisque les opérations manuelles de démontage sont réalisées sur des postes de travail de type « établis ».

Aucune construction de nouveaux bâtiments sur le site ne sera mise en œuvre dans le cadre du projet. Les bâtiments actuels désignés « magasin métaux » et « bâtiment B1 », exploités dans le cadre de l'activité aujourd'hui arrêtée de recyclage de batteries au plomb, seront réaménagés.

L'activité de démantèlement sera ainsi réalisée au sein de ces 2 bâtiments et s'appuiera sur la définition de zones de travail précises.

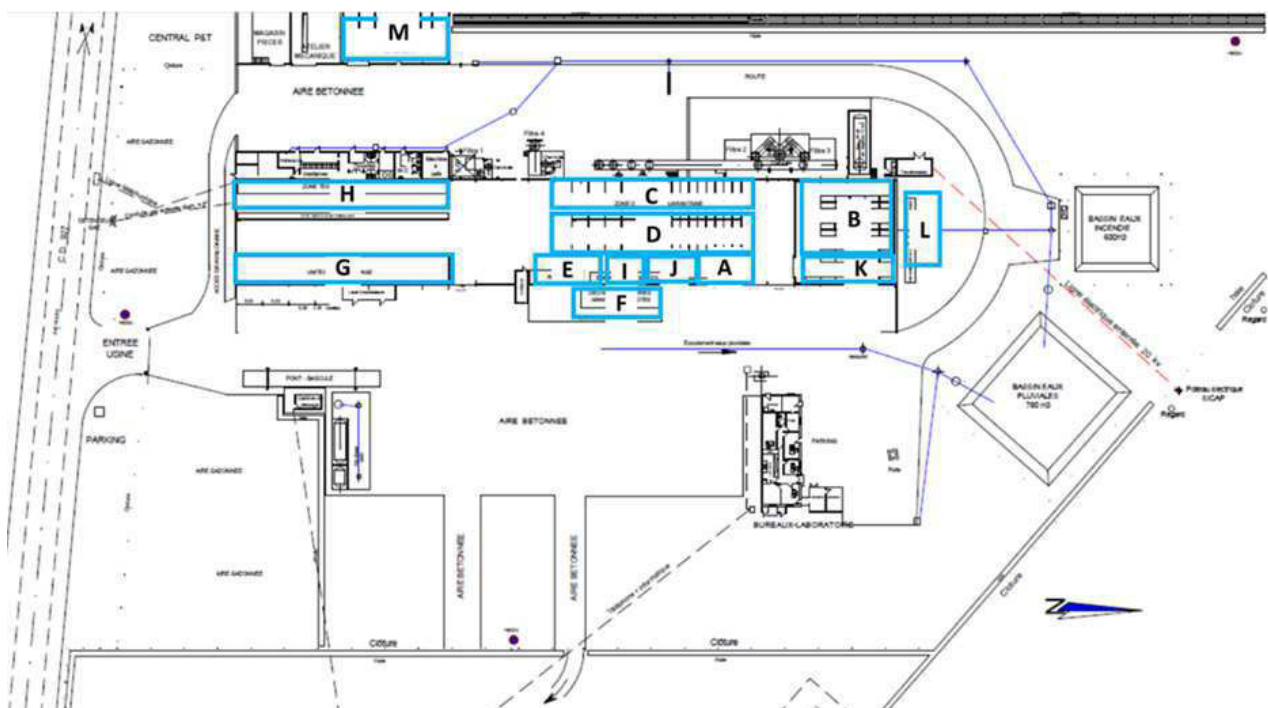


Figure 1 : désignation des zones d'activités du projet

Les opérations du process de démantèlement sont :

- Réception
- Contrôles
- Stockage
- Décharge
- Démontage
- Stockage des composants matières issues du démontage (déchets) avant expédition
- Test des modules
- Emballage des modules
- Stockage des modules emballés avant expédition.

Et plus précisément :

- bâtiment B1 :
 - une zone de réception et contrôle des batteries collectées (zone A) ainsi que zone stockage des emballages ;
 - une zone de stockage des batteries contrôlées et acceptées (zone B);
 - une zone de décharge des batteries en intérieur pour batteries de petites capacité (zone C) ;
 - une zone de quarantaine temporaire des batteries déchargées (zone D);
 - une zone de bancs forte puissance pour décharge des batteries de grande capacité, situé en intérieur (zone E) et associée au stockage de batteries en zone F
 - une zone de décharge des batteries grande capacité en container sécurisé à l'extérieur du bâtiment (zone F) ;
 - une zone de démontage des batteries après quarantaine (zone G);
 - une zone de test des modules des batteries (cycle de charge et décharge) (zone H) ;
 - une zone de conditionnement des modules (zone I) ;
 - une zone de stockage avant expédition des matières autres que les modules (zone J) :
 - une zone de stockage des modules conditionnés avant expédition (zone K);
 - une zones de stockage des matières (batteries ou modules) dits critiques (zone L) ;
- magasin métaux :
 - aujourd'hui dédiée au stockage de batteries lithium-ion (< 1 tonne)
 - future zone de mise au point des process de démontage des batteries (zone M)

1.1.3. Rappels : caractérisation des activités du projet

Pour rappel, la réalisation de la phase 2 du projet de regroupement, transit et tri de batteries lithium-ion caractérisée par la mise en œuvre des opérations de démantèlement des batteries en complément du seul stockage aujourd'hui réalisé se fera en plusieurs étapes.

Une **première étape** consiste à ne pratiquer qu'une activité de transit regroupement de batteries, pour un tonnage sur site de **20 tonnes**. Ce volume justifie un classement ICPE sous le régime de l'Autorisation au titre de la rubrique 2718-1.

Durant cette phase, le classement ICPE des installations sera le suivant :

Rubrique	Libellé	Site	Classement
1435	Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules. Le volume annuel de carburant distribué étant : 1. supérieure à 20 000 m ³ : Enregistrement 2. supérieure à 100 m ³ d'essence ou 500 m ³ au total, mais inférieure ou égale à 20 000 m ³ : Déclaration et Contrôle	Volume distribué de 6 m ³	Non Classé
2713-2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de métaux ou de déchets de métaux non dangereux, d'alliage de métaux ou de déchets d'alliage de métaux non dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712 et 2719 La surface étant : 1. Supérieure ou égale à 1 000 m ² : Enregistrement 2. Supérieure ou égale à 100 m ² et inférieure à 1 000 m ² : Déclaration	Surface de 300 m ²	Déclaration
2718-2	Installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2719, 2792 et 2793 1. La quantité de déchets dangereux susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale à 1 t ou la quantité de substances dangereuses ou de mélanges dangereux, mentionnés à l'article R. 511-10 du code de l'environnement, susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale aux seuils A des rubriques d'emploi ou stockage de ces substances/ mélanges : Autorisation (2 km) 2. Autres cas : Déclaration et Contrôle	Quantité de batteries Li-ion sur site maximale inférieure à 20 tonne	Autorisation
4734	Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution: essences et naphas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement. La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations, y compris dans les cavités souterraines, étant : 1. Pour les cavités souterraines et les stockages enterrés a) Supérieure ou égale à 2 500 t : Autorisation (2 km) b) Supérieure ou égale à 1 000 t mais inférieure à 2 500 t : Enregistrement c) Supérieure ou égale à 50 t d'essence ou 250 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total : Déclaration et Contrôle 2. Pour les autres stockages : a) Supérieure ou égale à 1 000 t : Autorisation (2 km) b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total : Enregistrement c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total : Déclaration et Contrôle	Stockage de GNR et GO Quantité susceptible d'être présente dans l'installation : 21 tonnes	Non Classé

Tableau 1 : liste des ICPE de l'établissement, phase 2, première étape

A terme, le projet a pour objectif le **regroupement, transit et tri de batteries lithium-ion ainsi que de démantèlement des batteries** d'un volume maximale sur site de **125 tonnes**. Le projet justifie la présente Demande d'Autorisation Environnementale caractérisée par les rubriques ICPE suivantes :

Rubrique	Libellé	Site	Classement
1435	Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules. Le volume annuel de carburant distribué étant : 1. supérieure à 20 000 m ³ : Enregistrement 2. supérieure à 100 m ³ d'essence ou 500 m ³ au total, mais inférieur ou égal à 20 000 m ³ : Déclaration et Contrôle	Volume distribué de 6 m ³	Non Classé
1532	Bois ou matériaux combustibles analogues, y compris les produits finis conditionnés et les produits ou déchets répondant à la définition de la biomasse et mentionnés à la rubrique 2910-A, ne relevant pas de la rubrique 1531 (stockage de), à l'exception des établissements recevant du public : Le volume susceptible d'être stocké étant : 1. Installations de stockage de matériaux susceptibles de dégager des poussières inflammables, le volume de tels matériaux susceptible d'être stocké étant supérieur à 50 000 m ³ : Autorisation (1 km) 2. Autres installations que celles définies au 1, à l'exception des installations classées au titre de la rubrique 1510, le volume susceptible d'être stocké étant : a) supérieure à 20 000 m ³ mais inférieure ou égale à 50 000 m ³ : Enregistrement b) supérieure à 1 000 m ³ mais inférieure ou égale à 20 000 m ³ : Déclaration	Volume de palettes inférieur à 100 m ³	Non Classé
2711	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets d'équipements électriques et électroniques, à l'exclusion des installations visées à la rubrique 2719 Le volume susceptible d'être entreposé étant : 1 - supérieur ou égal à 1 000 m ³ : Enregistrement 2 - supérieur ou égal à 100 m ³ , mais inférieur à 1 000 m ³ : Déclaration et Contrôle	Volume de cartes électroniques et BMS inférieur à 100 m ³	Non Classé
2713-2	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de métaux ou de déchets de métaux non dangereux, d'alliage de métaux ou de déchets d'alliage de métaux non dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712 et 2719 La surface étant : 1. Supérieure ou égale à 1 000 m ² : Enregistrement 2. Supérieure ou égale à 100 m ² et inférieure à 1 000 m ² : Déclaration	Surface de 300 m ²	Déclaration
2718-1	Installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2719, 2792 et 2793 1. La quantité de déchets dangereux susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale à 1 t ou la quantité de substances dangereuses ou de mélanges dangereux, mentionnés à l'article R. 511-10 du code de l'environnement, susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale aux seuils A des rubriques d'emploi ou de stockage de ces substances ou mélanges : Autorisation (2 km) 2. Autres cas : Déclaration et Contrôle	Quantité de batteries Li-ion sur site maximale de 125 tonnes	Autorisation
2925-2	Accumulateurs (Ateliers de charge d') 1. Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW : Déclaration 2. Lorsque la charge ne produit pas d'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 600 kW, à l'exception des infrastructures de recharge pour véhicules électriques ouvertes au public définies par le décret no 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques et portant diverses mesures de transposition de la directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs : Déclaration	Banc de tests des modules : puissance de 720 kW	Déclaration
3550	Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte : Autorisation (3 km)	Stockage maximale de 125 tonnes (soit 840 batteries de 150 kg de masse moyenne)	Autorisation

Rubrique	Libellé	Site	Classement
4734	<p>Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution: essences et naphtas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement. La quantité totale susceptible d'être présente dans les installations, y compris dans les cavités souterraines, étant :</p> <p>1. Pour les cavités souterraines et les stockages enterrés</p> <p>a) Supérieure ou égale à 2 500 t : Autorisation (2 km)</p> <p>b) Supérieure ou égale à 1 000 t mais inférieure à 2 500 t : Enregistrement</p> <p>c) Supérieure ou égale à 50 t d'essence ou 250 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total : Déclaration et Contrôle</p> <p>2. Pour les autres stockages :</p> <p>a) Supérieure ou égale à 1 000 t : Autorisation (2 km)</p> <p>b) Supérieure ou égale à 100 t d'essence ou 500 t au total, mais inférieure à 1 000 t au total : Enregistrement</p> <p>c) Supérieure ou égale à 50 t au total, mais inférieure à 100 t d'essence et inférieure à 500 t au total : Déclaration et Contrôle</p>	<p>Stockage de GNR et GO Quantité susceptible d'être présente dans l'installation : 21 tonnes</p>	Non Classé

Tableau 2 : Liste des rubriques ICPE du projet

1.2. Contexte réglementaire

L'étude de dangers et son contenu sont encadrés par les articles L181-25 et D181-15-2-III du Code de l'Environnement.

« Le demandeur fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.

Le contenu de l'étude de dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.

En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. »

L181-25

III. – L'étude de dangers 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 précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-36, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.

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

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

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

D-181-15-2-III

L'élaboration de l'étude de dangers intégrera les dernières évolutions réglementaires et techniques, parmi lesquelles :

- 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 ICPE soumises à autorisation ;
- Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003 ;
- Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des ICPE soumises à autorisation.

1.3. Méthodologie

L'étude de dangers a pour **objectifs** de :

- Identifier et analyser les risques, que leurs causes soient d'origine interne ou externe à l'installation concernée ;
- Évaluer l'étendue et la gravité des conséquences des accidents majeurs ;
- Justifier les paramètres techniques et les équipements installés ou à mettre en place pour la sécurité des installations permettant de réduire le niveau des risques pour les populations et pour l'environnement ;
- Exposer les éventuelles perspectives d'amélioration en matière de prévention des accidents majeurs ;
- Contribuer à l'information du public et du personnel ;
- Permettre une concertation entre acteurs locaux en vue de la définition des zones dans lesquelles la maîtrise de l'urbanisation autour du site est nécessaire.

Dans le but de répondre aux objectifs assignés à l'étude de dangers, Antea Group met en œuvre la méthodologie basée sur les étapes suivantes :

- Description et caractérisation de **l'environnement** en distinguant l'environnement comme source potentielle d'agression et comme cible.
- Identification des **potentiels de dangers** qui vise à désigner les potentiels de dangers liés aux produits, aux équipements et installations, et à analyser les accidents survenus sur le site et sur d'autres sites proposant des installations, des produits et des procédés comparables.
- Analyse des potentiels de dangers et des principales **dispositions de réduction des potentiels de dangers**.
 - Cette partie vise à présenter les dispositions prises pour d'une part, supprimer ou substituer aux procédés dangereux, à l'origine des dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des risques moindres et/ou d'autre part, réduire autant que possible les quantités de matières en cause.
- **Evaluation préliminaire des dangers**.
 - Cette étape permet de sélectionner les potentiels de dangers et de les caractériser en termes d'intensité des effets induits par la libération du potentiel de dangers. Sont ainsi définis les Phénomènes Dangereux Maximums du site. A ce stade, l'évaluation est totalement découplée du niveau de maîtrise des risques par l'exploitant et des barrières de sécurité actives existantes.
- Méthodes et moyens de calcul utilisés pour la **modélisation** des phénomènes dangereux.
- Evaluation des **effets dominos**.
- Identification des **mesures de prévention et de protection** instaurées sur le site.
 - Cette partie souligne les dispositions organisationnelles, techniques et matérielles qui ont pour objet de réduire la probabilité d'occurrence d'un événement indésirable et/ou de limiter les effets de la libération d'un potentiel de dangers.

- **Etude Détaillée des Risques.**
 - Cette étape permet d'affiner l'analyse des risques en identifiant les scénarii d'accidents majeurs et en caractérisant le risque au travers la probabilité d'occurrence de l'accident et sa gravité. L'étude intègre la présence des barrières de sécurité et la vulnérabilité des cibles.
- Hiérarchisation des **scénarii d'accidents majeurs** en vue d'apprécier l'acceptabilité des risques.
- Synthèse des **mesures compensatoires** nécessaires en cas de risque non acceptable ou critique.

L'étude de dangers s'appuie sur les renseignements délivrés dans les pièces jointes n°46 – Description du Projet - et n°4 – Etude des Impacts - du présent Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale.

1.4. Références bibliographiques techniques

Les documents techniques pris en référence pour la rédaction d'une étude de dangers sont :

- [1] : Guide INERIS Ω9 Etude de dangers, 2015
- [2] : DGPR /BRIEC/BPC/BPGD– juin 2020, Fiche question / réponse Comment classer les batteries au lithium dans la nomenclature ICPE
- [3] : RAPPORT D'ÉTUDE juillet 2014 INERIS-DRC-14-141681-06454A Déchets de batteries au lithium : classement et état des lieux des filières de gestion
- [4] : RAPPORT 04/02/2016 INERIS-DRC-15-149793-06416A Classification réglementaire des déchets Guide d'application pour la caractérisation en dangerosité
- [5] : Étude expérimentale du comportement au feu d'électrolytes de batteries Li-ion, 6 septembre 2018 ; Gebrekidan G. Eshetu, Jean-Pierre Bertrand, Amandine Lecocq, Guy Marlair. Rapport Scientifique INERIS, 2015, 2014- 2015, pp.16-17. ffineris-01869524f
- [6] : Comparison of the fire consequences of an electric vehicle and an internal combustion engine vehicle, Lecocq, Bertana, Truchot, Marlair, 2. International Conference on Fires In Vehicles - FIVE 2012, Sep 2012, Chicago, United States. pp.183-194.
- [7] : RAPPORT D'ÉTUDE 06/06/2011 DRA-10-111085-11390D Approche de la maîtrise des risques spécifiques de la filière véhicules électriques Analyse préliminaire des risques, INERIS
- [8] : RAPPORT D'ÉTUDE 05/01/2016 DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION, INERIS
- [9] : Fire Hazards of Lithium Batteries, February 2016, DOT/FAA/TC-TN15/17, U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration
- [10] : Évaluation des dangers liés aux systèmes de stockage d'énergie utilisant des batteries lithium-ion, RAPPORT FINAL, Février 2016, NFPA
- [11] : Development of Sprinkler Protection Guidance for Lithium Ion Based Energy Storage Systems, June 2019, FM GLOBAL
- [12] : BATTERIES AU LITHIUM SÉCURITÉ DES BATTERIES AU LITHIUM : CONNAÎTRE LES RISQUES ET MIEUX PRÉVENIR LES SINISTRES, VERSION 1 juillet / 2016, Risk Experts
- [13] : Rapport final Etude du risque incendie de stockage de batterie dans le cadre de la montée en puissance de la motorisation électrique, 2019, Ecole Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers
- [14] : Lithium Ion Rechargeable Batteries Technical Handbook, (<http://www.sparkfun.com>)
- [15] : A review of lithium-ion battery safety concerns: The issues, strategies, and testing standards, Journal of Energy Chemistry, 2020
- [16] : Etudes des phénomènes thermiques dans les batteries Li-ion, Charles-Victor HEMERY, Université de Grenoble, 2013.
- [17] : Understanding Lithium Ion Battery Fires Leigh Anna Steele, Christopher Orendorff , Josh Lamb , Scott Spangler Anay Luketa , and Thomas Blanchat, 89th LBTSGM September 9-10th, 2014
- [18] : The Advanced Rechargeable & Lithium Batteries Association, JRC Petten workshop, March 8th, 2018 Li-batteries hazards classification Claude Chanson
- [19] : Guidelines for quantitative risk assessment, « Purple book », 1999, T.N.O.
- [20] : Methods for the determination of possible damage, « Green Book », TNO, 1992.
- [21] : Methods for calculation of physical effects, « Yellow Book », TNO, 1997 ;
- [22] : Document technique - Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau – INESC – FFSA – CNPP Entreprise – 2020
- [23] : D9A – Document technique - Défense extérieure contre l'incendie – Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction – INESC – FFSA – CNPP Entreprise – 2020

2. Description et caractérisation de l'environnement

2.1. Objectifs

La description des installations et activités de l'usine B1 est proposée dans la pièce jointe n°46- **Description Technique du projet**.

L'environnement du site est décrit en pièce jointe n°4- **Etude des Impacts** du présent Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter.

Les paragraphes présentés ci-après retracent les éléments principaux issus de l'examen de l'état initial conduit dans l'étude d'impact. Le contexte local est souligné.

Le rappel de ces éléments a pour objectifs

- d'identifier les **enjeux environnementaux** ;
- de désigner les **cibles et intérêts à protéger**.

2.2. Situation géographique

Le site d'étude sur lequel le projet de démantèlement de batteries Lithium-Ion est prévu, concerne un site existant localisé dans le Loiret (45), sur la commune de BAZOCHES-LES-GALLERANDES, à environ 25 km au Nord d'Orléans. Il est localisé plus précisément au lieu-dit les Garennes, à l'Est du bourg.

Le site est localisé en limite Est du bourg de la commune de Bazoches-les-Gallerandes à l'angle du croisement entre la route départementale 97 et la départementale D927.

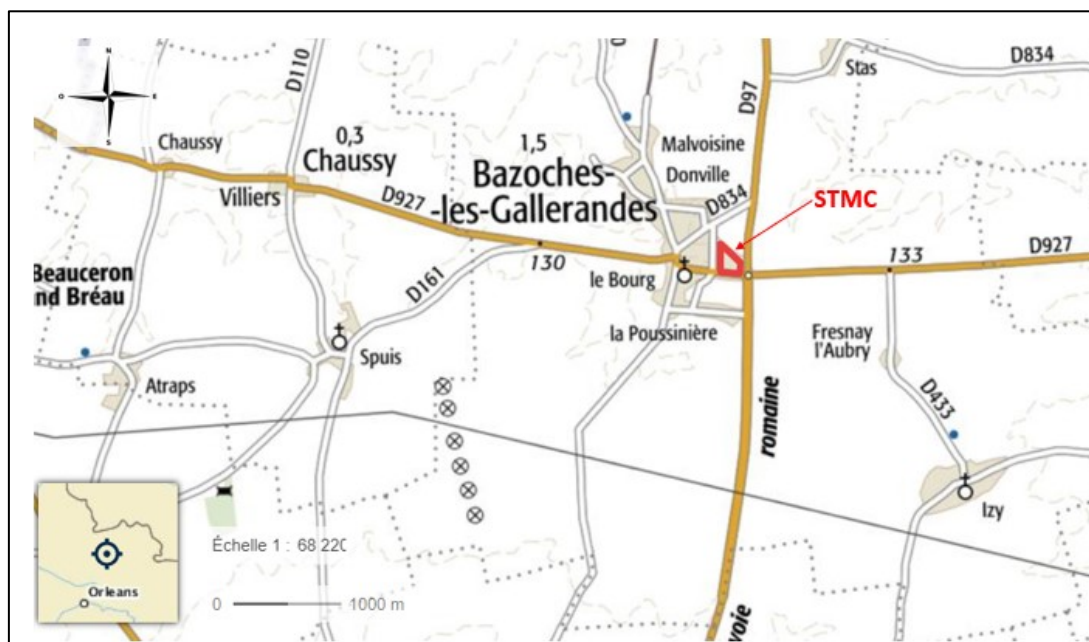


Figure 2 : Localisation du site STCM

L'établissement de la Société de Traitements Chimiques des Métaux (STCM) est implanté sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes, route de Pithiviers (coordonnées Lambert II étendu X = 578 644 m et Y = 2 351 446 m).

Le projet s'inscrit dans le périmètre ICPE actuel du site (cf. Figure suivante), lequel regroupe les parcelles cadastrales suivantes de la section ZM du plan de la commune de BAZOCHES-LES-GALLERANDES :

Tableau 3 : parcelles cadastrales du site (Source : cadastre.gouv.fr)

N° parcelle	Superficie (m ²)	N° parcelle	Superficie (m ²)
173	586	179	13 095
174	491	378	340
175	500	200	8 806
176	5 000		
177	3 062		
178	2 225		
TOTAL Superficie			34 105 m²



Figure 3 : localisation du site d'étude sur cadastre (Source : Cadastre.gouv.fr)

Dans la suite du document, seront distinguées :

- la zone industrielle, correspondant aux parcelles 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179 et 378
- la zone administrative (bureaux du siège de l'entreprise) correspondant à la parcelle 200

2.3. Voisinage immédiat du site

Le site d'étude est délimité :

- au Sud par la RD927, le silo CAPEB, un terrain agricole et des habitations au sud-ouest ;
- à l'Ouest par une parcelle cultivée puis des habitations ;
- au Nord par des parcelles cultivées et la station d'épuration collective de la commune ;
- à l'Est par le siège STCM, l'entreprise CES plus puis la route départementale 97 et, à venir, CARREFOUR PROXIMITE FRANCE (ERP type M) au numéro 13 de la route de Pithiviers¹



Figure 4 : vue aérienne du site STCM

Le voisinage immédiat du site ne souligne pas la présence de tiers en limite de propriété. L'habitation la plus proche est localisée à plus de 45 m au sud-ouest de l'établissement STCM B1.

¹ DECLARATION INITIALE D'UNE INSTALLATION CLASSEE RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION déposée par CARREFOUR PROXIMITE France le 15/07/2021 pour une installation prévue en 2023 (1110 m³ de stockage de carburants)

2.4. Caractéristiques de l'environnement physique

2.4.1. Paysage

Le site d'étude est localisé dans l'unité paysagère de la Plaine de Pithiviers dans la Grande Beauce. La Beauce est un vaste plateau à l'occupation du sol homogène qui s'interrompt au sud-est par la vallée de l'Essonne et au sud par les clairières proches de la forêt d'Orléans.

Ce plateau se présente comme une vaste étendue de cultures céréalières, oléagineuses (colza) et protéagineuses (pois, féverolle, lupin), avec également de la betterave sucrière, et de la pomme de terre cultivée en openfields.

Ce paysage plat, à grande échelle, est façonné par les cultures de champs qui forment un motif géométrique. Le relief est majoritairement plat. L'étendue très dégagée permet de percevoir la moindre topographie. Le regard s'accroche au moindre élément particulier qui émerge de la ligne d'horizon rectiligne (clocher d'église, éolienne, poteau électrique ou la ligne d'horizon boisée de la Forêt d'Orléans).

Le site est localisé à la sortie du bourg, à l'interface entre le bâti résidentiel et les cultures. Il est donc visible depuis les champs et les routes alentours., en l'absence de milieux boisés pouvant constituer un obstacle aux perceptions. La hauteur du bâtiment, sa couleur bleue et la présence de cheminées attirent le regard. Le regard est également attiré par la présence d'un silo à proximité immédiate du site STCM.

Pour rappel le projet ne nécessite pas la construction de nouveaux bâtiments.

Le contexte paysager de l'environnement du site ne souligne pas d'enjeux notables.

2.4.2. Topographie

Le site d'étude est localisé dans la Beauce, région naturelle française à vocation agricole très fertile qui couvre près de six cent mille hectares répartis sur cinq départements du bassin parisien. Le secteur d'étude se localise donc sur un plateau très plan. L'altitude moyenne est de 130 m.

La topographie du site ne souligne pas d'enjeux notables.

2.4.3. Géologie

D'après la carte géologique n°327 de NEUVILLE-AUX BOIS, le site du projet est caractérisé par la présence de Limons de plateaux en surface. Ces limons constituent un horizon grossier à graviers et galets.

D'après le log géologique observé sur le forage BSS000YCRL (ancien code : 03273X0085/F) référencé dans la base de données du sous-sol et localisé à 100 m à l'Est du site, les formations géologiques au droit du site d'étude recouvertes par les limons de plateaux datent de l'Aquitainien supérieur sont, de la surface vers les profondeurs :

- M1a3 : les marnes de Blamont : elles s'apparentent à une couche marno-calcaire friable blanche. Il s'agit de calcaires tuffeux blancs, de marnes farineuses blanches, de calcaires grumeleux blanc-beige, de marnes collantes beige rosé à ocre-moutarde. Cette formation qui a une puissance de 10 à 15 m repose sur le calcaire dur par l'intermédiaire d'une mince couche de marne ou d'argile verte ;
- M1a2 : Calcaires de Beauce : calcaires de Pithiviers. Ils se présentent sous le faciès de calcaire gris, de calcaires en plaquettes, de calcaire beige foncé, de marnes à rognons et de marnes bleues à nodules calcaires.

Tableau 4 : log lithologique de l'ouvrage BSS000YCR1

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 2 m	QUATERNAIRE SUPERIEUR - TERRE VEGETALE LIMON	QUATERNAIRE
De 2 à 18 m	MARNE BLANCHE - MARNES DE BLAMONT	AQUITANIEN-SUP
De 18 à 40 m	CALCAIRE, MARNE BLANCHE, CALCAIRE DURE BLANC - CALCAIRE DE PITHIVIERS	AQUITANIEN-SUP

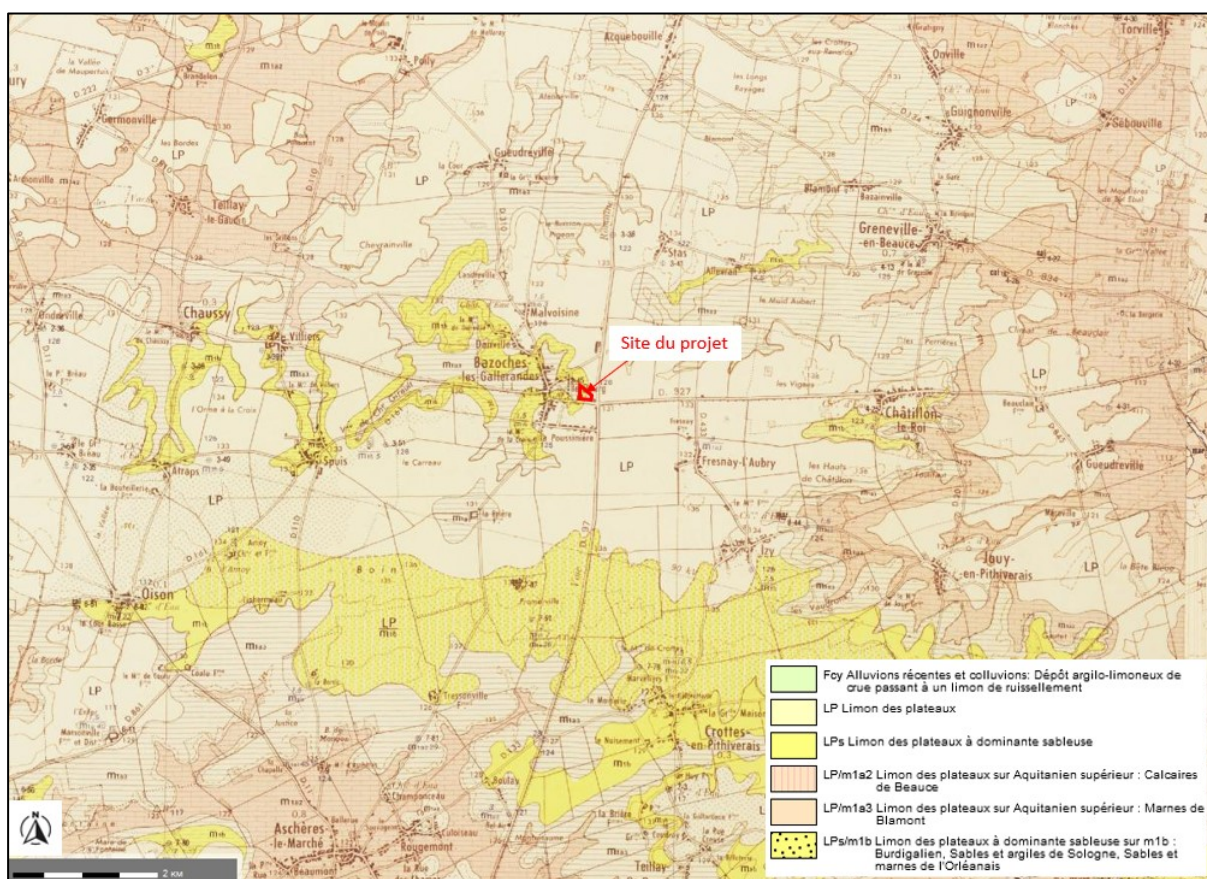


Figure 5 : contexte géologique du site d'étude (Source : <http://www.infoterre.fr>)

La géologie au droit du site ne souligne par d'enjeux notables.

2.4.4. Contexte hydrogéologique

Les calcaires de Pithiviers constituent une unité aquifère rattachée à la nappe de Beauce. Cette dernière constitue un aquifère d'étendue régionale productif et largement exploité. Les calcaires de Beauce sont intensément fracturés, créant ainsi un réservoir à caractère continu. Ils sont localement recouverts, formant ainsi un aquifère semi-captif.

D'après la carte piézométrique en basses eaux du BRGM de 1994 de la nappe de la Beauce, au droit de Bazoches-les-Gallerandes, le sens d'écoulement de la nappe est vers l'Est.

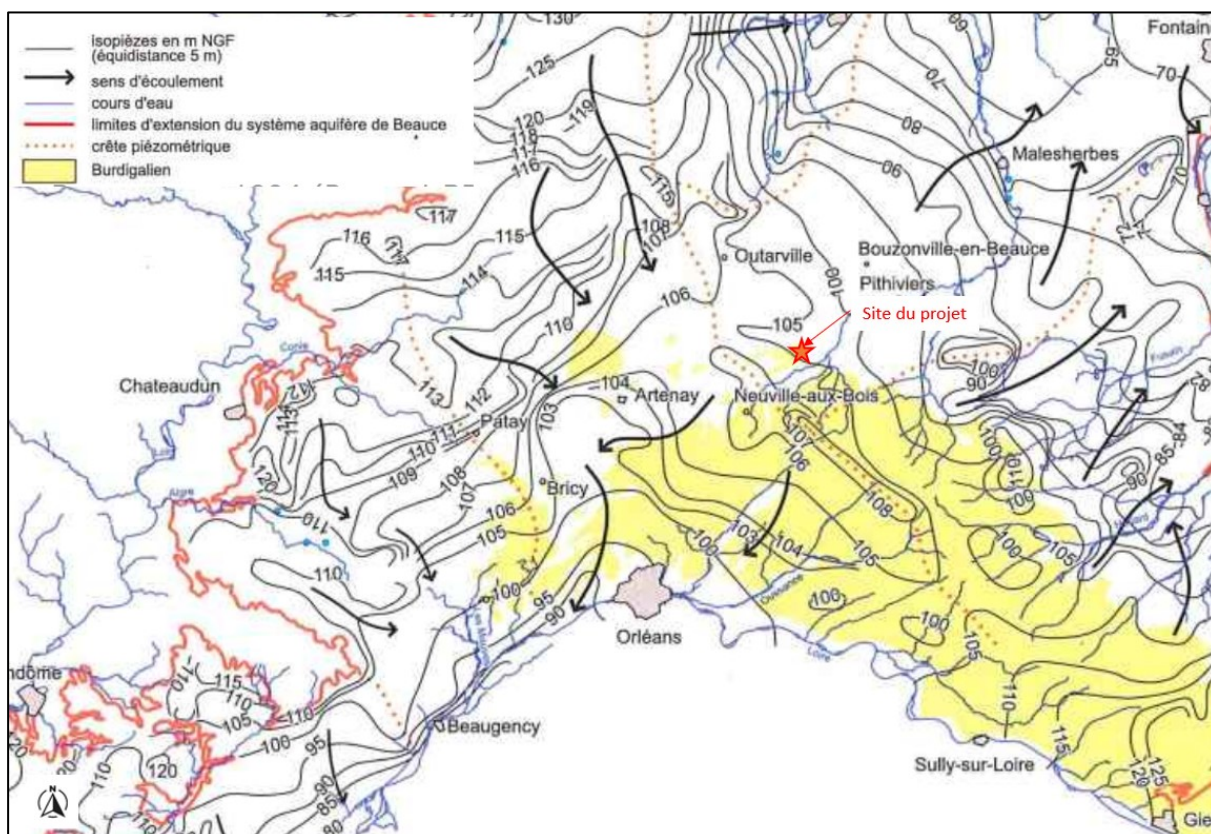


Figure 6 : carte piézométrique en basses eaux de la nappe de la Beauce en 1994 (Source : BRGM, rapport R38572)

D'après les données de suivis piézométriques du site, la nappe se trouve à une profondeur avoisinant les 22 à 24 m.

La commune de Bazoches-les-Gallerandes est située dans une Zone de Répartition des Eaux constituée par la nappe de Beauce. Tous les prélèvements réalisés en eaux souterraines sont concernés par la réglementation ZRE.

La STCM n'est pas concernée par cette réglementation car l'établissement ne réalise aucun prélèvement d'eau dans le milieu naturel et le projet n'implique aucun prélèvement.

Aucun enjeu lié associé aux eaux souterraines n'est identifié.

2.4.5. Eaux superficielles

Le secteur d'étude est caractérisé par un réseau hydrographique absent lié au contexte géologique calcaire de la région.

Les cours d'eau les plus proches sont Le Lay du Nord et l'Œuf dont il est un affluent. Ces cours d'eau s'écoulent à environ 8 km au Sud-Est du site d'étude, selon une direction Sud-Ouest / Nord-Est avant de traverser la ville de Pithiviers, localisée à l'Est de Bazoches-les-Gallerandes.

Le site est éloigné de tout court d'eau de plus 5 km : l'hydrologie alentour ne constitue pas un enjeu.

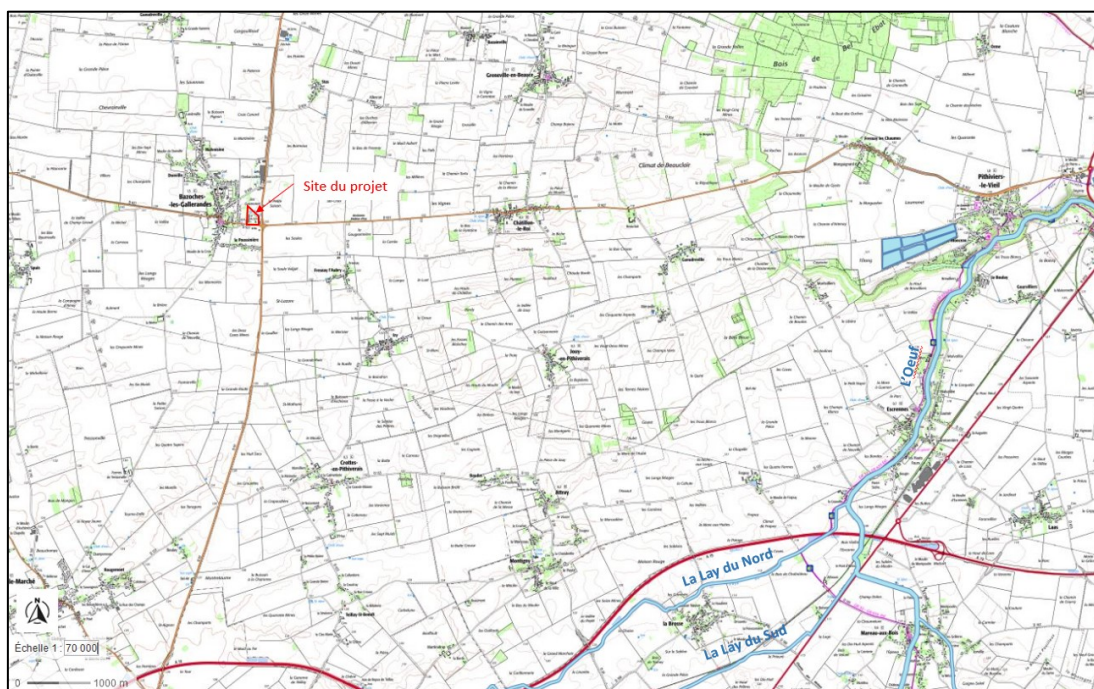


Figure 7 : réseau hydrographique à proximité du projet (Source : Géoportail)

2.4.6. Climatologie

Le climat est de type océanique tempéré. Les données climatologiques de 1981 à 2010 sont issues de la station la plus proche du site (station d'Orléans située à environ 25 km au Nord du site) :

- Précipitations : la pluviométrie annuelle est faible, avec en moyenne 642,5 mm de précipitations par an. Le nombre de jour de précipitation moyen est de 112 jours par an.
- Température : la température moyenne annuelle est de 11,3°C. Les températures extrêmes mesurées sur cette station ont été les suivantes :
 Température minimale de -19,8°C datant du 25 janvier 1940 ;
 Température maximale de 40,3°C datant du 28 juillet 1947.
- Temps d'ensoleillement : le taux d'ensoleillement moyen est de 147 heures par mois ;
- Nombre de jours de brouillard par an : 50 jours ;
- Nombre de jours de neige par an : 12 jours.

Le contexte climatique ne constitue pas un enjeu vis-à-vis des potentiels de dangers liés à l'exploitation du site.

2.4.7. Qualité de l'air

La Loi-cadre du 30 décembre 1996 sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE), codifiée dans le Code de l'environnement, vise à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique intégrant l'air en matière de développement urbain. Le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé est reconnu à chacun.

La loi rend obligatoire :

- la définition d'objectifs de qualité ;
- la surveillance de la qualité de l'air assurée par l'Etat ;
- l'information du public.

Dans le département de la Loiret, la surveillance de la qualité de l'air est menée par l'association Lig'Air. Le réseau de surveillance du département compte quatre stations périurbaines ou urbaines. Il n'y a pas de station de mesure représentative de l'environnement rural sous influence industrielle comme rencontré à Bazoches-les-Gallerandes pour les paramètres ozone, dioxyde d'azote, ou particules en suspension. En revanche, les métaux Plomb, Arsenic, Nickel et Cadmium font l'objet de mesures à une station mobile à Bazoches-les-Gallerandes, dans l'aire d'étude immédiate (suivi lié à la présence des installations STCM).

D'après le bilan de la qualité de l'air dans le Loiret en 2018, Orléans Métropole et la ville de Montargis ont enregistré de très bons et bons indices de la qualité de l'air (indices verts 1 à 4) pendant respectivement 78 % et 67 % des jours de l'année. En milieu urbain, des dépassements sont observés pour l'ozone et les PM10. Sur les dernières années, les concentrations en polluants baissent hormis pour l'ozone.

Au droit de la station de Bazoches-les-Gallerandes, les valeurs réglementaires sur les métaux lourds sont respectées en 2017, 2018, 2019.

Tableau 5 : concentrations (moyenne annuelle) en métaux lourds dans l'air à Bazoches-les-Gallerandes (Source : Lig'Air)

Métaux	Réglementation en vigueur	Moyenne annuelle 2017	Moyenne annuelle 2018	Moyenne annuelle 2019
Plomb	250 ng/m ³ (objectif de qualité) 500 ng/m ³ (valeur limite)	6,97	6,1	4
Arsenic	6 ng/m ³ (valeur cible)	0,27	0,3	0,1
Nickel	20 ng/m ³ (valeur cible)	1,13	0,5	0,5
Cadmium	5 ng/m ³ (valeur cible)	0,1	0,1	0,1

Le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE) a été instauré par la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 dite Grenelle II dans l'objectif de définir les orientations et les objectifs régionaux aux horizons 2020 et 2050 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de lutte contre la pollution atmosphérique et d'adaptation au changement climatique.

Élaboré conjointement par la Région et l'État, le SRCAE a été validé par le Préfet de Région par arrêté du 28 juin 2012. La commune n'est pas située zone sensible pour la qualité de l'air au sens du SRCAE.

La qualité de l'air ne constitue pas un enjeu notable vis-à-vis des potentiels de dangers liés à l'exploitation du site et de l'éloignement des cibles potentielles (habitations).

2.5. Caractéristiques du milieu naturel

Dans le cadre du pré-diagnostic faune-flore, la recherche des zones d'inventaires et de protection a été effectuée sur un rayon de 10 km autour de la zone d'étude (= site d'étude = zone d'inventaires, comprenant le site du projet). Cette distance permet une bonne prise en compte du patrimoine naturel environnant compte tenu de la superficie de la zone d'étude. Elle est ici conservée pour apprécier les enjeux naturels autour du site.

2.5.1. Les espaces protégés

Les protections réglementaires sont prises à différents niveaux selon les hauteurs des enjeux que constitue leur mise en œuvre. Elles consistent à interdire, restreindre ou limiter les usages dans les zones considérées en vue de protéger soit les habitats, soit les espèces, soit les deux.

Les réserves naturelles ont vocation à former un réseau représentatif d'espèces et d'écosystèmes à forte valeur patrimoniale. Elles sont complétées par les réserves biologiques dans le domaine forestier et par les réserves de chasse et de faune sauvage pour les espèces d'intérêt cynégétique.

Les arrêtés de protection de biotopes visent à prescrire les mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie du territoire d'un département (à l'exclusion du domaine public maritime), la conservation des biotopes tels que mares, marécages, marais, haies, bosquets, landes, dunes, pelouses ou toutes autres formations naturelles, peu exploitées par l'homme, dans la mesure où ces biotopes ou ces formations sont nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos ou la survie des espèces.

Un « *espace naturel sensible* » est une notion définie par la loi du 18 juillet 1985 modifiée : « *afin de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels, le Département est compétent pour élaborer et mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non.* »

La consultation des données disponibles auprès de la D.R.E.A.L. Centre-Val de Loire souligne que l'établissement STCM localisé sur la commune de BAZOCHES-LES-GALLERANDES :

- n'est pas inscrit dans une réserve naturelle ;
- n'est pas inscrit dans une réserve biologique ;
- n'est pas inscrit dans un arrêté de biotope ;
- n'est pas inscrit dans un E.N.S.

Il n'y a pas de réserve naturelle ni biologique dans un rayon de 10 km autour du site du projet.

Aucun espace protégé n'est localisé dans un rayon de 10 km autour du site.

2.5.2. Les espaces très sensibles

Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique de type 1 sont des secteurs de superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables, ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional. Les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique de type 2 sont des grands ensembles naturels riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Les Z.I.C.O. représentent une zone d'inventaire des biotopes et habitats des espèces les plus menacées d'oiseaux sauvages.

« Les parcs naturels régionaux concourent à la politique de protection de l'environnement, d'aménagement du territoire, de développement économique et social et d'éducation et de formation du public (...) » (art. L.244-1 du Code rural).

La consultation des données disponibles auprès de la D.R.E.A.L. Centre-Val de Loire souligne la présence d'une ZNIEFF de type 2 dans un périmètre de 10 km du site. Il s'agit du « Bois de Bel Ebat » localisée à environ 8 km à l'Est-Nord-Est du site d'étude.

Une seconde ZNIEFF de type II est localisée à environ 15 km au Sud-Est du site d'étude, il s'agit du « Massif forestier d'Orléans ». Une ZICO est localisée à environ 16 km au Nord-Ouest du site d'étude ; il s'agit du site « Vallée de la Conie et Beauce Centrale ».

Toutefois, l'examen de la caractérisation de ces ZNIEFF souligne qu'aucune zone d'inventaire patrimoine naturelle ne recoupe le site du projet STCM sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes.

La consultation des données disponibles souligne que le site :

- n'est pas inscrit dans une Z.N.I.E.F.F;
- n'est pas inscrit dans une Z.I.C.O. ;
- n'est pas inscrit dans un parc naturel.

Le site STCM B1 localisé sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est inscrit dans aucun espace très sensible. Une ZNIEFF de type 2 est localisées à 8 km : cependant, aucune zone d'inventaire patrimoine naturelle ne recoupe le site du projet.

2.5.3. Les engagements internationaux

Le réseau NATURA 2000 est constitué de 2 types de zones naturelles : les Z.S.C. issues de la directive européenne « Habitats » de 1992 et les Z.P.S. issues de la directive européenne « Oiseaux » de 1979.

Un site d'intérêt communautaire (S.I.C.) ou un site d'importance communautaire est une zone désignée au titre de la directive habitats visant à maintenir ou à rétablir le bon état de conservation de certains habitats et espèces (animales et végétales), considérés comme menacés, vulnérables ou rares dans le ou les régions biogéographiques concernées.

La désignation RAMSAR s'applique aux zones humides - les étendues de marais, de fagnes, de tourbières, d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires - où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres.

Le programme « Man and Biosphere » (M.A.B.) a été lancé par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) au début des années 70 pour constituer un réseau mondial de réserves de la biosphère combinant la conservation de l'espace et l'utilisation durable des ressources par l'espèce humaine.

La consultation des données disponibles auprès de la D.R.E.A.L. Centre-Val de Loire souligne que l'établissement STCM B1 de la commune de Bazoches-les-Gallerandes :

- n'est pas inscrit dans un S.I.C. ;
- n'est pas inscrit dans une Z.S.C.
- n'est pas inscrit dans une Z.P.S.
- n'est pas inscrit dans une zone RAMSAR
- n'est pas inscrit dans une réserve de Biosphère

La ZSC la plus proche du site d'étude est localisée à environ 16 km au Bord-Ouest. Il s'agit de la ZSC « Beauce et Vallée de Conie ». Les ZPS les plus proches sont celles du site « Vallée de m'Essonne et vallons voisins » localisé à environ 8 km à l'Est du site d'étude et du site « Vallée du Loir et affluents aux environs de Châteaudun », localisé à environ 16 km au Nord-Ouest du site.

Le site STCM de la commune Bazoches-les-Gallerandes n'est inscrit dans aucune zone soumise à des engagements internationaux environnementaux.

2.5.4. Continuités écologiques

D'après la cartographie de synthèse du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) du Centre-Val de Loire adopté par arrêté le 16 janvier 2015, le **site d'étude ne se trouve pas dans une zone à enjeu au regard des continuités écologiques et des réservoirs de biodiversité.**

2.5.5. Identification des paysages

Les sites inscrits ont pour objet la sauvegarde de formations naturelles, de paysages, d'ensembles bâtis et leur préservation contre toute atteinte grave (destruction, altération, banalisation...).

Un site classé est un site de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, dont la qualité appelle, la conservation en l'état et la préservation de toute atteinte grave.

Les secteurs sauvegardés correspondent à des secteurs présentant un caractère historique, esthétique ou de nature à justifier la conservation, la restauration et la mise en valeur de tout ou partie d'un ensemble d'immeubles.

L'emprise du projet est concernée par un monument historique et son périmètre de protection associé (500 m) : Eglise de Bazoches-les-Gallerandes (site 1907193529). Pour rappel, aucune nouvelle construction n'est prévue dans le cadre du projet.

Le site d'étude n'est pas situé dans ou à proximité :

- d'un site classé ou d'un site inscrit ;
- d'une Aire de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) ;
- d'une zone de Stratégies de Création des Aires Protégées ;
- d'un Secteur Sauvegardé (SESA) ;
- d'une Zone de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA).

L'emprise du projet est concernée par le périmètre de protection d'un site inscrit. Toutefois, compte tenu de la nature du projet et des aménagements réalisés, aucun enjeu notable vis-à-vis des potentiels de dangers liés à l'exploitation du site n'est retenu.

2.6. Caractérisation du milieu humain

2.6.1. Occupation du sol

L'occupation des sols de la commune, telle qu'elle ressort de la base de données européenne d'occupation biophysique des sols Corine Land Cover (CLC), est marquée par l'importance des territoires agricoles (96,2 % en 2018), une proportion sensiblement équivalente à celle de 1990 (97,1 %). La répartition détaillée en 2018 est la suivante : terres arables (96,2 %), zones urbanisées (3,8 %).

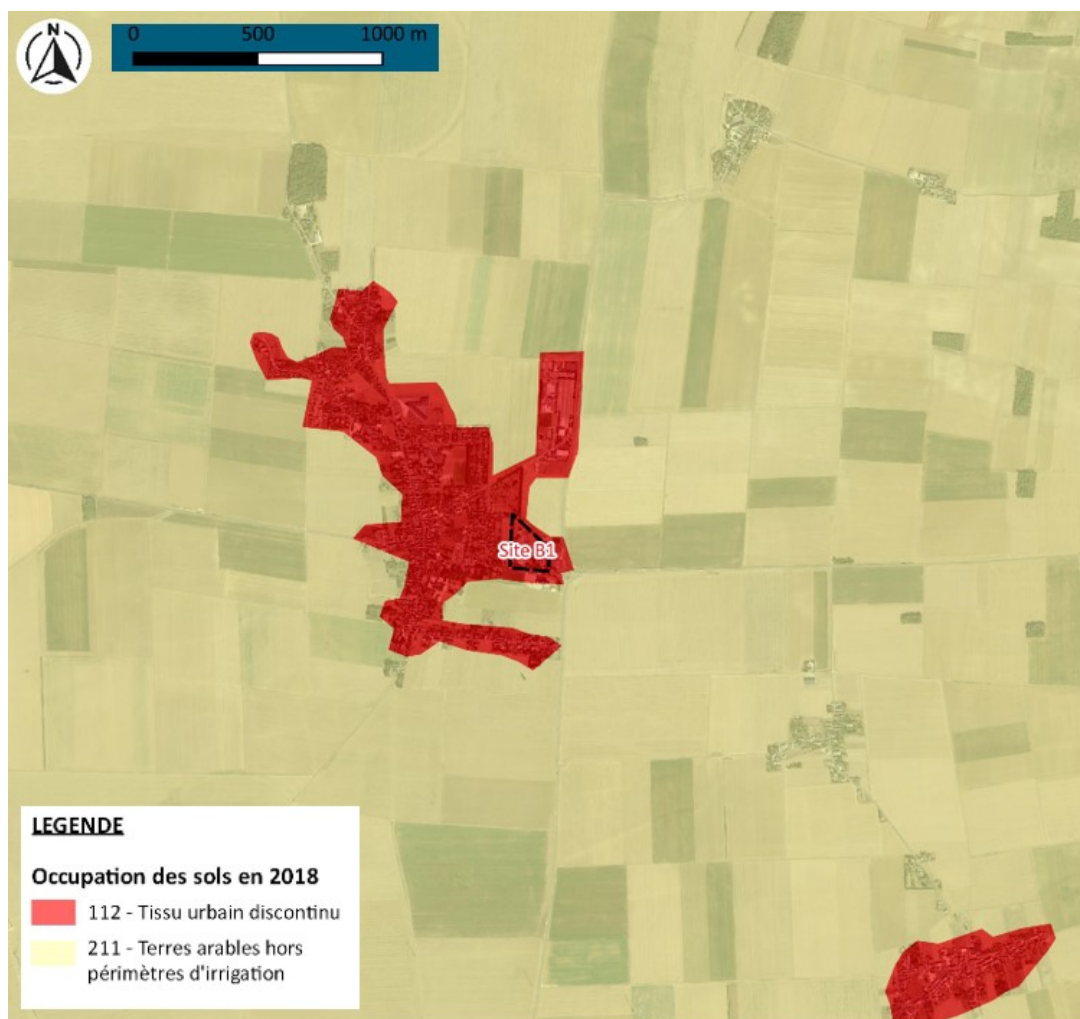


Figure 8 : occupation du sol à proximité du site d'étude (Source : Corine Land Cover 2012)

2.6.2. Document urbanisme

D'après le Plan Local d'Urbanisme de Bazoches-les-Gallerandes, approuvé en décembre 2011, l'ensemble de l'usine STCM est localisée en zonage Ulpb. Cette zone correspond à la zone d'activité existante où il existe un risque généré par la STCM. Elle comprend des terrains contaminés à plus de 100 ppm de plomb par kg de terre.

Sont autorisés mais soumises à des conditions particulières :

- les modifications, améliorations, extensions limitées de construction à usage d'habitation existantes sous réserve d'être liées au gardiennage ;
- les équipements ;
- les équipements publics.

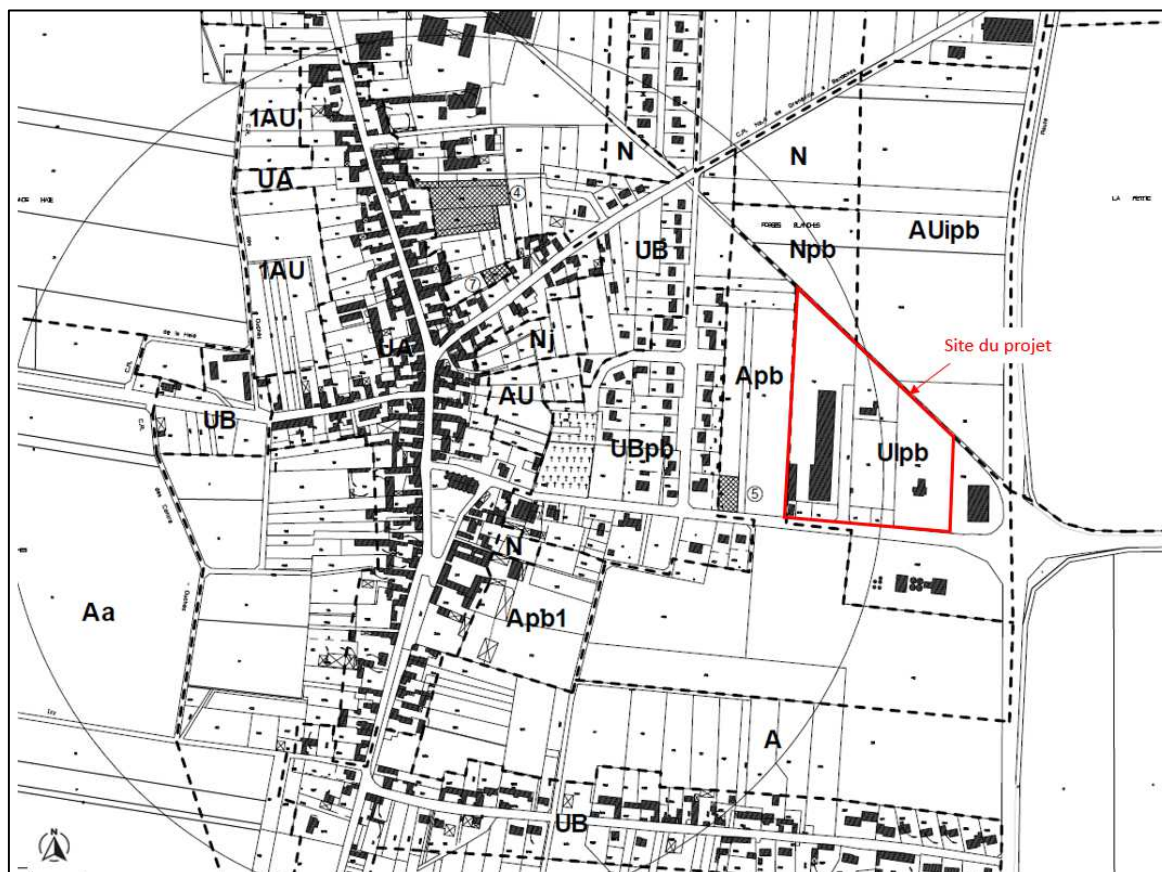


Figure 9 : extrait du zonage du PLU de Bazoches-les-Gallerandes

2.6.3. Le patrimoine culturel

2.6.3.1. Monuments historiques

L'emprise du projet est concernée par un monument historique et son périmètre de protection associé (500 m) : Eglise de Bazoches-les-Gallerandes (site 1907193529). Pour rappel, aucune nouvelle construction n'est prévue dans le cadre du projet.

L'emprise du projet est concernée par le périmètre de protection d'un site inscrit. Toutefois, compte tenu de la nature du projet et des aménagement réalisés, aucun enjeu notable vis-à-vis des potentiels de dangers liés à l'exploitation du site n'est retenu.

2.6.3.2. Vestiges archéologiques

D'après la consultation du Service Régional de l'Archéologie, aucun site archéologique n'est actuellement recensé dans l'emprise de l'aire d'étude ou à sa proximité immédiate.

Le site du projet de la STCM n'est situé dans aucun périmètre afférent à un site archéologique connu.

2.6.3.3. Zone de protection du patrimoine architectural, paysager et urbain (Z.P.P.A.U.P)

Le 12 juillet 2010, suite à la promulgation de la loi Grenelle 2, les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) deviennent des Aires de mise en valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP). Ces zones de protection sont nées de l'ambition de donner aux communes l'opportunité de jouer un rôle actif dans la gestion et la mise en valeur de leur patrimoine.

La commune de Bazoches-les-Gallerandes ne fait pas l'objet d'une AVAP.

2.6.4. Les infrastructures de transport

2.6.4.1. Le réseau routier

Le centre-ville de Bazoches-les-Gallerandes est traversé par la RD927, axe Est-Ouest structurant du département du Loiret. En effet, elle permet de relier Pithiviers à l'autoroute A10, assurant la liaison Orléans - Paris, et à la RN154, vers Chartres et Evreux et plus globalement vers les côtes de la Manche.

La RD927 intercepte la RD97 à l'entrée Est de Bazoches-les-Gallerandes. La RD97 constitue un itinéraire bis de la RN20 entre la région parisienne (Etampes) et Orléans.

La RD310, permettant de desservir le hameau de Gueudreville, débouche sur la RD927 dans le centre-ville de Bazoches-les-Gallerandes.

Dans le centre bourg, la Voie Communale n°5 débouche également sur la RD927. Elle permet d'accéder au village d'Asnières-le-Marché, situé au Sud de la commune.

Depuis 2019 des travaux d'aménagement d'une déviation du bourg sont en cours par le Conseil départemental. La fin des travaux est prévue pour l'été 2021.

Cette déviation vise à améliorer le cadre de vie général de la population du centre-ville traversé par la RD 927 qui génère un important trafic de poids lourds (environ 350 poids lourds par jour) et d'assurer un itinéraire au gabarit suffisant pour la circulation des poids lourds.

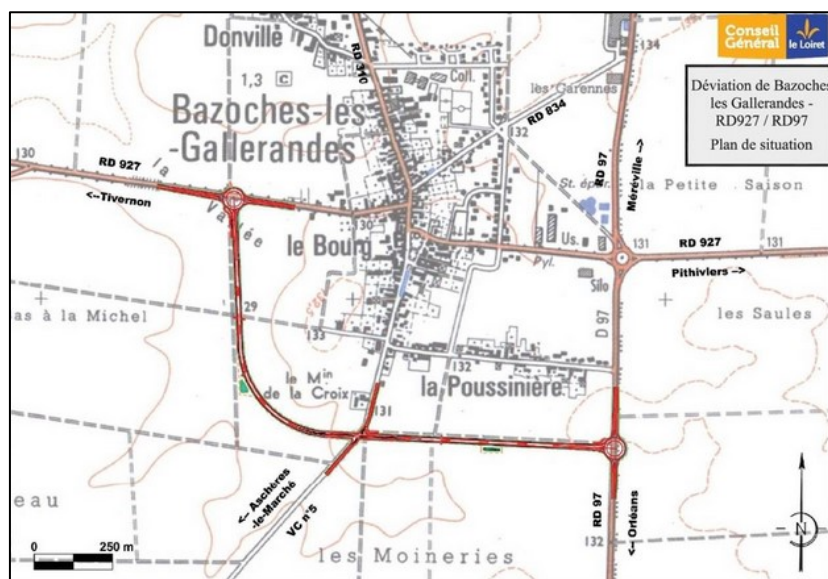


Figure 10: Tracé de la déviation du bourg de Bazoches-les-Gallerandes

Le Conseil Départemental du Loiret fournit des données de trafic pour l'année 2014 (dernière année disponible). Le trafic moyen journalier annuel est de l'ordre de 1745 véhicules par jour sur la route départementale D927 qui dessert le site (axe Pithiviers – A10). Elle est de l'ordre de 2900 véhicules sur la route départementale D97 (axe Etampes – Orléans).

Le réseau routier et en particulier la D97 constitue un enjeu en tant que cible potentielle d'effets liés à la libération des potentiels de dangers du site.

2.6.4.2. Le réseau ferroviaire

La ligne ferroviaire la plus proche est la ligne n°570 000 qui relie Paris-Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean. Elle est localisée à environ 9 km au nord-Ouest du site STCM de la commune de Bazoches-les-Gallerandes.

Le réseau ferroviaire ne constitue pas un enjeu notable du fait d'un éloignement marqué depuis le site, supérieur à 1 km.

2.6.4.3. Le réseau fluvial

La consultation des Voies Navigables de France souligne qu'aucune voie navigable passe dans les environs du site. La voie navigable la plus proche du site, passe à plus de 10 km à l'est du site.

Le réseau fluvial ne constitue pas un enjeu notable du fait d'un éloignement marqué depuis le site, supérieur à 10 km.

2.6.4.4. Les transports aériens

Les aérodromes les plus proches sont :

- l'aérodrome de Pithiviers, à environ 11 km à l'est du site ;
- l'aérodrome d'Orléans-Bricy, à environ 28 km au sud-sud-ouest du site ;
- l'aérodrome d'Orléans-Saint-Denis-de-Dieu à environ 30 km au sud-sud-est du site.

Le site STCM B1 ne se situe pas dans une zone concernée par un Plan de Servitudes Aéronautiques.

Les voies aériennes ne constituent pas un enjeu notable du fait d'un éloignement marqué depuis le site.

2.6.5. Etablissements Recevant du Public (ERP)

Plusieurs établissements recevant du public sont présents sur la commune : la mairie, la poste, un restaurant, 2 écoles et 1 collège. Ces établissements sont localisés dans un rayon de moins de 600 m de l'usine STCM.

D'autre part, un permis de construire a été déposé par CARREFOUR PROXIMITE France pour la création d'un ERP type M au numéro 13 route de Pithiviers.

De par leur proximité vis-à-vis du site STCM, les Etablissements Recevant du Public constituent un enjeu notable en tant que cible potentielle d'effets liés à la libération des potentiels de dangers du site.

2.6.6. Environnement industriel

La commune de Bazoches-les-Gallerandes ne comprend pas de zone industrielle (ZI), ni de zone d'activité (ZA) au sens strict.

D'après la base de données Géorisques, 6 installations classées pour la protection de l'environnement en régime d'autorisation ou d'enregistrement sont présentes sur la commune. Le site STCM B2, localisé à environ 3km au Nord du site STCM B1, est classé SEVESO seuil haut.

Nom de l'établissement (1)	Code postal	Commune	Régime en vigueur (2)	Statut SEVESO
EOLE 45 SAS	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
HIRSCH FRANCE (ex PLACOPLATRE)	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
ISOSSOL	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
QUADRAN	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B1	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B2	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Seveso seuil haut

Figure 11: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)

Le site STCM B2 est une unité dédiée à la récupération de plomb par recyclage soumis au régime d'Autorisation avec Servitude (AS). Le site se situe à environ 3 km au Nord du site d'étude.

Le silo de la CAPEB constitue l'ICPE la plus proche de l'établissement STCM B1, puisqu'implanté de l'autre côté de la RD927.

A noter également la construction future d'un établissement CARREFOUR PROXIMITE FRANCE (ERP type M) au numéro 13 de la route de Pithiviers².

L'environnement industriel alentour représente un enjeu notable en tant que cible potentielle d'effets liés à la libération des potentiels de dangers du site.

² DECLARATION INITIALE D'UNE INSTALLATION CLASSEE RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION déposée par CARREFOUR PROXIMITE France le 15/07/2021 pour une installation prévue en 2023 (1110 m3 de stockage de carburants)

3. Définition des cibles et intérêts à protéger

3.1. Distances d'isolement et cibles à protéger

3.1.1. Définitions

Les cibles sont les zones qui pourraient être atteintes a priori par les effets d'un accident survenant sur les installations de l'établissement STCM B1, implanté sur le territoire de la commune de BAZOCHES-LES-GALLERANDES (45).

Les périmètres de sécurité (distances d'éloignement et distance d'isolement), définis dans les arrêtés relatifs aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration ou autorisation, sont des éléments d'appréciation pertinents.

Il convient de rappeler les vocables « distance d'éloignement » et « distance d'isolement ». La note de doctrine n°2012-264/GLB/GLB du 05/09/12 sur les conditions d'isolement ou d'éloignement applicables aux ICPE précise la fixation dans les prescriptions réglementaires nationales de règles d'implantation imposant un isolement/éloignement minimal de certaines ICPE vis-à-vis des tiers.

Les prescriptions des arrêtés ministériels ICPE ne s'imposent qu'aux exploitants des ICPE et pas aux tiers : dès lors que ces distances portent sur l'intérieur des sites (distances minimales entre l'installation et les limites de propriété (ou du terrain dont la maîtrise foncière est assurée) elles sont maîtrisables par l'exploitant et peuvent être exigées pendant toute la vie de l'installation. Elles sont alors qualifiées de « distances d'isolement ».

En revanche, dès lors qu'elles portent sur l'extérieur du site (obligation d'implanter l'installation à une distance minimale des tiers), elles ne s'appliquent qu'au moment de la création de l'installation et l'exploitant ne peut être responsable du fait qu'un tiers s'installerait ultérieurement à proximité de son installation à une distance inférieure ; ces distances sont appelées « distances d'éloignement ».

3.1.2. ICPE 2713 : installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de métaux ou de déchets de métaux non dangereux, d'alliage de métaux ou de déchets d'alliage de métaux non dangereux

L'activité est soumise à Déclaration.

L'arrêté ministériel applicable est l'Arrêté du 6 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de la réutilisation de déchets relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2711 (déchets d'équipements électriques et électroniques), 2713 (métaux ou déchets de métaux non dangereux, alliage de métaux ou déchets d'alliage de métaux non dangereux), 2714 (déchets non dangereux de papiers, cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois) ou 2716 (déchets non dangereux non inertes) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

L'annexe 1 définit les prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2711, 2713, 2714 ou 2716.

L'article 2 de l'annexe 1 fixe les prescriptions relatives à l'implantation et l'aménagement :

« 2.1. Règles d'implantation

« Pour les rubriques n° 2711, 2714 et 2716, les parois extérieures des bâtiments fermés où sont entreposés ou manipulés des produits ou déchets combustibles ou inflammables (ou les éléments de structure dans le cas d'un bâtiment ouvert ou les limites des aires d'entreposage dans le cas d'un entreposage en extérieur) sont éloignées des limites du site de a minima 1,5 fois la hauteur, avec un minimum de 20 mètres, à moins que l'exploitant justifie que les effets létaux (seuil des effets thermiques de 5 kW/m²) restent à l'intérieur du site au moyen, si nécessaire, de la mise en place d'un dispositif séparatif E120.

Les parois externes des bâtiments fermés ou les éléments de structure dans le cas d'un bâtiment ouvert sont éloignés des aires extérieures d'entreposage et de manipulation de déchets et des zones de stationnement susceptibles de favoriser la naissance d'un incendie pouvant se propager aux bâtiments. »

3.1.3. ICPE 2718 : installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux ou de déchets contenant les substances dangereuses ou préparations dangereuses mentionnées à l'article R. 511-10 du code de l'environnement

L'activité est soumise à Autorisation.

L'arrêté ministériel applicable est 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, modifié par Arrêté du 11 mai 2015.

L'arrêté précité ne fixe pas de distances d'éloignement ou d'isolement.

L'activité ICPE 2718 soumise à Déclaration est encadrée par l'arrêté du 6 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux relevant du régime de la déclaration au titre de la rubrique n° 2718 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

L'article 2 de l'annexe 1 fixe les prescriptions relatives à l'implantation et l'aménagement :

« 2.1. Règles d'implantation

Les parois extérieures des bâtiments fermés où sont entreposés des déchets (ou les éléments de structure dans le cas d'un bâtiment ouvert ou les limites des aires d'entreposage dans le cas d'un entreposage en extérieur) sont éloignées des limites du site de a minima 1,5 fois la hauteur, avec un minimum de 20 mètres, à moins que l'exploitant justifie que les effets létaux (seuil des effets thermiques de 5 kW/m²) restent à l'intérieur du site au moyen, si nécessaire, de la mise en place d'un dispositif séparatif E120.

Les parois externes des bâtiments fermés ou les éléments de structure dans le cas d'un bâtiment ouvert sont éloignés des aires extérieures d'entreposage et de manipulation de déchets et des zones de stationnement susceptibles de favoriser la naissance d'un incendie pouvant se propager aux bâtiments. »

3.1.4. ICPE 2925 : atelier de charge d'accumulateurs

L'activité est soumise à Déclaration.

L'arrêté ministériel 29 mai 2000 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2925 "accumulateurs" n'est pas applicable : il encadre la rubrique ICPE 2925-1, « atelier de charge d'accumulateurs » lorsque la charge produit de l'hydrogène.

Les batteries électriques lithium-ion ne sont pas à l'origine de l'émission d'hydrogène lors d'une opération de charge (cf. étude des potentiels de dangers).

La rubrique ICPE 2925-2 soumise à Déclaration est encadrée par l'Arrêté du 3 août 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925-2.

Néanmoins, ledit arrêté porte sur les véhicules de transport en commun et n'est donc pas applicable au projet STCM de démantèlement des batteries. STCM pourra cependant considérer des prescriptions des cet arrêté en tant que recommandations à suivre / à approcher (ex mise en quarantaine des batteries après décharge).

3.1.5. Synthèse des périmètres d'éloignement et d'isolement retenus

L'examen des arrêtés ministériels de prescriptions générales applicables aux activités ICPE de l'établissement souligne la prescription dimensionnante d'un isolement des installations de stockage de déchets du site d'au moins 20 m des limites de propriétés.

La distance la plus courte entre le bâtiment B1 et la clôture de l'établissement est identifiée en direction Sud vers la RD 927 : le bâtiment B1 est implanté à plus de 25 m de la clôture.

Le magasin métaux aujourd'hui dédié au stockage de batteries lithium-ion (ICPE 2718-2) est destiné à la future zone de mise au point des process de démantèlement des batteries. Le magasin est en limite de site Ouest. Les parois du magasin sont réalisées en parpaings, proposant un comportement au feu REI120.

Les modélisations incendie visant à caractériser les phénomènes dangereux ne sont à ce stade pas réalisées : les distances aux Seuils des Effets Létaux ne sont pas connues. Dans une approche dimensionnante, la distance d'isolement de 20 m est assimilée à une distance d'éloignement de 20 m, qui sort du site et impacte alors le terrain agricole à l'ouest.

En première approche, le terrain agricole implanté à l'ouest de l'établissement STCM B1 est défini en tant que cible à protéger, suite à l'analyse des distances d'éloignement et isolement prescrites dans les arrêtés ministériels applicables aux activités ICPE de l'établissement.

3.2. Intérêts à protéger

Les intérêts à protéger sont définis par l'article L511-1 du code de l'environnement :

« Sont soumis aux dispositions du présent titre les usines, ateliers, dépôts, chantiers et, d'une manière générale, les installations exploitées ou détenues par toute personne physique ou morale, publique ou privée, qui peuvent présenter des dangers ou des inconvénients soit pour la commodité du voisinage, soit pour la santé, la sécurité, la salubrité publiques, soit pour l'agriculture, soit pour la protection de la nature, de l'environnement et des paysages, soit pour l'utilisation rationnelle de l'énergie, soit pour la conservation des sites et des monuments ainsi que des éléments du patrimoine archéologique »

L'étude du périmètre d'isolement et d'éloignement associé aux installations de l'établissement STCM B1 souligne le maintien des distances d'isolement sur site, à l'exception du périmètre associé au magasin. Dans une approche initiale déterministe, le terrain agricole à l'ouest de l'établissement est considéré comme cible potentielle. Il constitue ainsi un intérêt à protéger au titre du L511-1 du Code de l'Environnement.

La liste des intérêts à protéger est aussi appréciée par l'analyse qualitative de l'intensité des effets induits en cas de libération des potentiels de dangers associés aux activités du site.

Un examen succinct des activités exploitées, quel que soit leur classement au titre de la nomenclature des ICPE souligne le stockage de batteries lithium-ion caractérisées, entre autres, par les potentiels de dangers suivants (cf. étude des potentiels dans le chapitre éponyme) : court-circuit et batteries prises dans un incendie. Un emballage thermique au sein des batteries est alors envisageable.

La libération des potentiels de dangers se traduit par des effets thermiques liés au rayonnement des batteries en feu, des effets toxiques liés à la combustion des batteries, dont l'électrolyte et des effets de surpression liés à l'inflammation d'un nuage de gaz inflammable émis dans les gaz rejetés par la batterie.

La vulnérabilité des cibles potentielles est donnée par l'intensité des effets mais également par la cinétique du phénomène dangereux. La cinétique d'un incendie de batterie lithium-ion reste difficile à appréhender car elle dépend entre autres de la localisation de la / des cellules objet d'un échauffement, de la capacité à propager l'emballage thermique et des sécurités intrinsèques aux batteries.

En première approche, il peut être envisagé que la cinétique est lente, traduisant un emballage thermique progressif puis accéléré avec propagation aux autres modules et batteries, approche raisonnable puisque l'une des caractéristiques d'un emballage thermique de batterie Li-ion est la possibilité de ré-inflammation du pack concerné, après un délai pouvant dépasser les 24h.

L'accidentologie liée aux batteries lithium-ion est présentée dans le chapitre éponyme. Un extrait est cependant présenté ci-dessous :

« La grande majorité des conséquences sont simplement de la dégradation matérielle (à 71.8%) liée à un incendie ou à une explosion. Lorsque les événements deviennent massifs des mesures de confinement sont mis en place pour la population et les employés (7.7% des cas), les routes peuvent aussi être bloquées (7.7% des cas). Près de 15.4% des cas ont engendré une hospitalisation pour des troubles légers après expositions aux fumées et près de 7.7% des cas engendrent des blessés graves (brûlure au visage, ...). Cependant une part de ces accidents (15,4%) restent sans conséquence car majoritairement contrôlés rapidement. »

Plus précisément, il est souligné ici l'accident enregistré dans la base de données ARIA du BARPI n°54261 du 26/08/2019 à CHASSENEUIL-DU-POITOU pour un établissement de Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

« Vers 18 h, un pack de batteries lithium s'enflamme dans un bâtiment du service après-vente (SAV) d'une usine de production de batteries. Une flamme de 3 à 4 m se crée pendant 10 s. Un pack est composé de modules constitués de 12 à 48 cellules chargées individuellement à 2,3 V. Les 50 salariés présents sont évacués. Un périmètre de sécurité de 100 m est établi autour du bâtiment. Une équipe de première intervention du site tente de circonscire l'incendie avec des extincteurs et un RIA. Un important dégagement de fumée est visible. Les pompiers analysent la toxicité des fumées avant d'intervenir. Après résultats, le local, non pourvu de trappe de désenfumage, est ventilé. Le pack endommagé ainsi que 7 autres ayant pu être soumis au rayonnement thermique sont immergés dans une benne remplie d'eau. Un pompier et 9 salariés, incommodés par les fumées, sont transportés à l'hôpital. L'exploitant effectue des mesures d'empoussièrement sur le site afin de vérifier l'absence de toxicité. Après nettoyage, la production reprend au bout de 4 jours.

Le retour d'expérience sur l'accident précité est ici considéré pour définir a priori le périmètre de désignation des intérêts à protéger. Les tiers inscrits dans ce périmètre de 100 m sont alors :

- au nord : le chemin de terre et les bassins aériens puis un terrain agricole
- à l'est : le périmètre reste inscrit sur l'emprise du site
- au sud : la RD97 puis le silo de la CAPEB, un terrain agricole et des habitations au sud-ouest
- à l'ouest : le terrain agricole puis des habitations à l'est de la rue Neuve



Figure 12 : périmètre de 100 m autour des installations de stockage batterie lithium-ion

Si la caractérisation de la libération des différents potentiels de dangers met en évidence des distances d'effets supérieures à 100 m, la vulnérabilité des tiers alors impactés sera considérée.

4. Identification des potentiels de dangers

4.1. Glossaire des risques technologiques

4.1.1. Références réglementaires

La Circulaire du 10 mai 2010 récapitule 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 (P.P.R.T.) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.

La troisième partie de la circulaire constitue un glossaire des principaux termes utilisés en risque technologique. Cette partie intègre et complète les définitions proposées dans la « *circulaire du 7 octobre 2005 relative aux Installations classées - Diffusion de l'arrêté ministériel relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation* », circulaire qu'elle abroge.

4.1.2. Danger

« Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance, à un système technique, à une disposition, etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable ».

Sont ainsi rattachées à la notion de « danger », les notions d'inflammabilité et d'explosivité, de toxicité, inhérentes à un produit.

4.1.3. Potentiel de danger

Système ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Exemples : un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu, à une charge disposée en hauteur correspond le danger lié à son énergie potentielle, etc. ;

4.1.4. Phénomène dangereux

Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « *Source potentielle de dommages* » (source : ISO/CEI 51).

Exemple de phénomènes : « incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m² à 70 mètres pendant 2 heures. », feu de nappe, dispersion d'un nuage de gaz toxique...

4.1.5. Risque

« Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73).

Le risque est la possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au « *risque technologique* », le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables.

Le **risque** constitue une « *potentialité* ». Il ne se « *réalise* » qu'à travers « *l'événement accidentel* », c'est-à-dire à travers la réunion et la réalisation d'un certain nombre de conditions et la conjonction d'un certain nombre de circonstances qui conduisent, d'abord, à l'apparition d'un (ou plusieurs) élément(s) initiateur(s) qui permettent, ensuite, le développement et la propagation de phénomènes permettant au « *danger* » de s'exprimer, en donnant lieu d'abord à l'apparition d'effets et ensuite en portant atteinte à un (ou plusieurs) élément(s) vulnérable(s).

4.2. Méthodologie pour l'identification des potentiels de dangers

L'identification des potentiels a pour objectif de présenter les dangers liés aux installations du site, et à l'environnement alentour. L'identification des potentiels de dangers est une étape essentielle dans l'optique de préparer les analyses de risques : elle détermine les événements redoutés qui seront analysés.

En premier lieu, il s'agit de détecter les causes d'accidents sur les installations, liées à leur environnement extérieur, que cet environnement soit naturel, humain ou industriel.

En second lieu, il convient de s'intéresser aux risques liés aux produits mis en œuvre dans les installations du site. L'objectif est de décrire les conditions dans lesquelles les substances utilisées sur le site peuvent conduire à des accidents.

En troisième lieu, il est nécessaire d'associer à l'étude des produits, l'examen des équipements et des conditions opératoires. Sont également identifiés les risques générés par la perte d'utilités, par les opérations d'approvisionnement, par les technologies utilisées.

En quatrième lieu, il est nécessaire d'exploiter l'accidentologie. La recherche des accidents survenus sur des installations similaires renvoie des informations pertinentes quant aux conditions d'apparition d'un incident/accident et quant aux conséquences possibles.

Cette première phase permet de dresser un inventaire global des risques. Il peut dès lors être opposé aux potentiels de dangers identifiés, les mesures de réduction de ces potentiels de dangers instaurées sur le site.

4.3. Identification des dangers liés à l'environnement

4.3.1. Les dangers liés aux phénomènes naturels

4.3.1.1. Le contexte géologique

Un matériau argileux voit sa consistance se modifier en fonction de sa teneur en eau : dur et cassant lorsqu'il est desséché, il devient plastique et malléable à partir d'un certain niveau d'humidité.

Ces modifications de consistance s'accompagnent de variations de volume, dont l'amplitude peut être parfois spectaculaire : il s'agit du risque de retrait-gonflement des argiles.

Les phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux sont à l'origine de tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel.

Le ministère de l'Environnement a élaboré une base de données relative au phénomène de retrait-gonflement des argiles (www.georisques.gouv.fr/dossiers/alea-retrait-gonflement-des-argiles). Depuis fin août 2019 la carte de l'aléa retrait gonflement des sols argileux a été remplacée par la carte d'exposition au retrait gonflement des sols argileux.

La cartographie de l'exposition du territoire au phénomène de retrait-gonflement des argiles a pour but d'identifier les zones exposées au phénomène afin de contribuer à diminuer le nombre de sinistres qu'il provoque.

Le site d'étude est localisé dans une zone à exposition forte au risque retrait-gonflement des argiles. Un « aléa fort » signifie que des variations de volume ont une très forte probabilité d'avoir lieu. Ces variations peuvent avoir des conséquences importantes sur le bâti (comme l'apparition de fissures dans les murs).

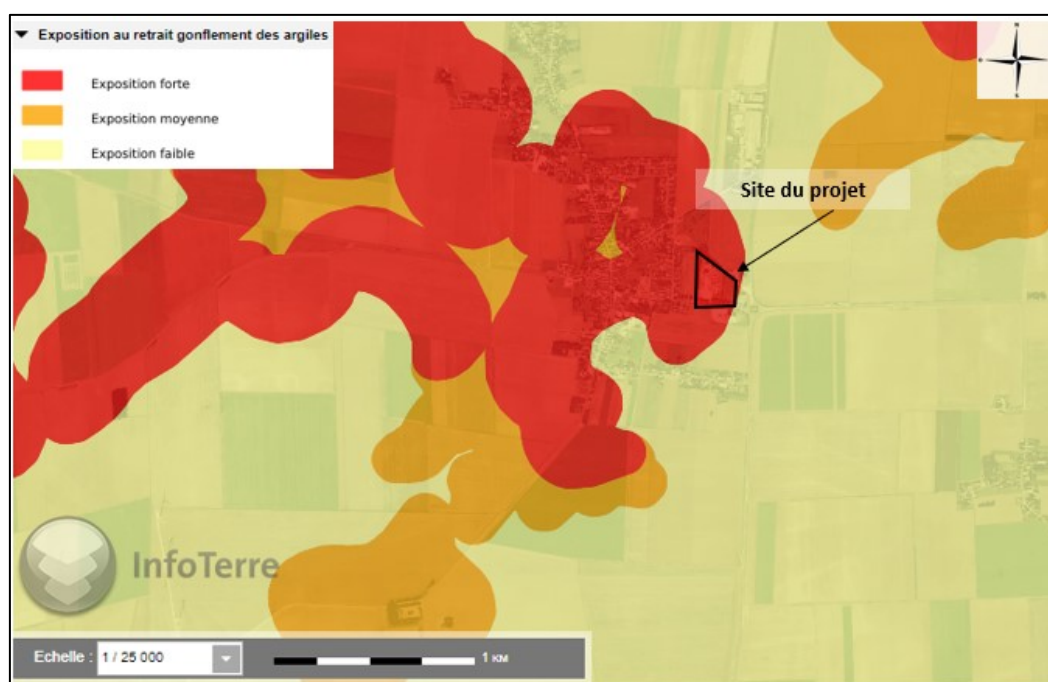


Figure 13 : aléa retrait-gonflement des argiles au droit du site d'étude (Source : Infoterre.brgm.fr)

Le projet se réalise au sein d'installations existantes qui n'ont fait l'objet d'aucun endommagement. Les bâtiments ateliers et magasins reposent sur une dalle béton, et proposent des parois en parpaings surmontés de bardages métalliques et des couvertures en Fibrociment.

Les activités du projet, de stockage et démantèlement, ne font appel à aucune installation / équipement significatif, tel qu'un mouvement du sol justifie une chute ou effondrement de hauteur.

Les activités qui seront exploitées dans ces installations ne requièrent pas de procédés industriels complexes, ni l'utilisation de fluides singuliers (eau, gaz...) qui pourrait justifier la présence de canalisations dans le sol.

Les conséquences d'un éventuel tassement lié à un mouvement de retrait/gonflement ne seraient pas significatives pour l'environnement du site. Par ailleurs, il est souligné que la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas concernée par un PPRN retrait-gonflement des sols argileux. Le potentiel de dangers n'est pas retenu.

En complément du potentiel de danger de retrait-gonflement des argiles, il est pertinent d'apprécier le danger associé aux mouvements de terrains.

Un mouvement de terrain est un déplacement d'une partie du sol ou du sous-sol. Le sol est déstabilisé pour des raisons naturelles (la fonte des neiges, une pluviométrie anormalement forte...) ou occasionnées par l'homme : déboisement, exploitation de matériaux ou de nappes aquifères... Un mouvement de terrain peut prendre la forme d'un affaissement ou d'un effondrement, de chutes de pierres, d'éboulements, ou d'un glissement de terrain.

La consultation de la base de données INFOTERRE du BRGM souligne l'occurrence de 5 mouvements de terrains sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes, dont le plus proche est localisé à plus de 1,7 km au nord-ouest du site STCM B1.

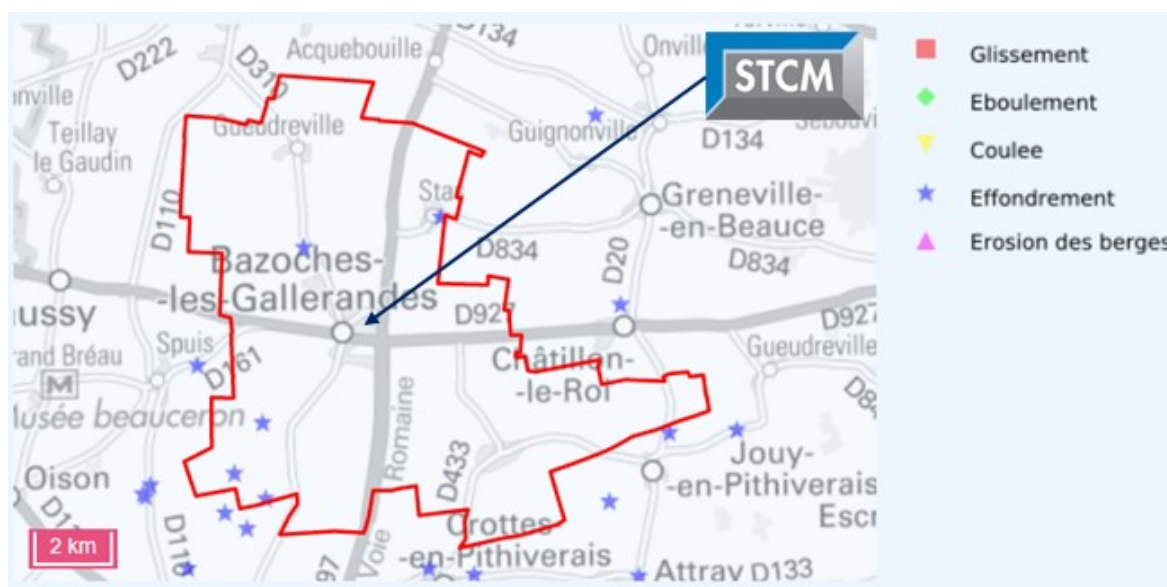


Figure 14 : localisation des mouvements de terrain à proximité de STCM B1

A l'instar de l'analyse menée sur le retrait-gonflement des argiles, les conséquences d'un éventuel mouvement de terrain ne seraient pas significatives pour l'environnement du site. Par ailleurs, il est souligné que la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas concernée par un PPRN mouvements de terrain. Le potentiel de dangers n'est pas retenu.

Enfin, l'examen des cavités souterraines à demeure complète l'analyse du retrait-gonflement des argiles et mouvements de terrains.

Une cavité souterraine désigne en général un « trou » dans le sol, d'origine naturelle ou occasionné par l'homme. La dégradation de ces cavités par affaissement ou effondrement subite, peut mettre en danger les constructions et les habitants.

La consultation de la base de données INFOTERRE du BRGM souligne la présence de plusieurs cavités sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes, ouvrages civils et cavités naturelles. La plus proche est une cavité naturelle localisée à plus de 2 km au sud-ouest du site STCM B1.

En l'absence de cavités au droit du site ou à proximité immédiate, aucun potentiel de dangers associé à la présence de cavité n'est retenu. Par ailleurs, il est souligné que la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas concernée par un PPRN cavités. Le potentiel de dangers n'est pas retenu.

4.3.1.2. Le contexte sismique

Le nouveau zonage sismique de la France - entré en vigueur le 1^{er} mai 2011 - dévoile 5 zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal ;
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français donne le classement de chaque commune de France.

La consultation du décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français, souligne que la commune de BAZOCHES-LES-GALLERANDES est classée en zone 1 : la sismicité y est qualifiée de très faible.

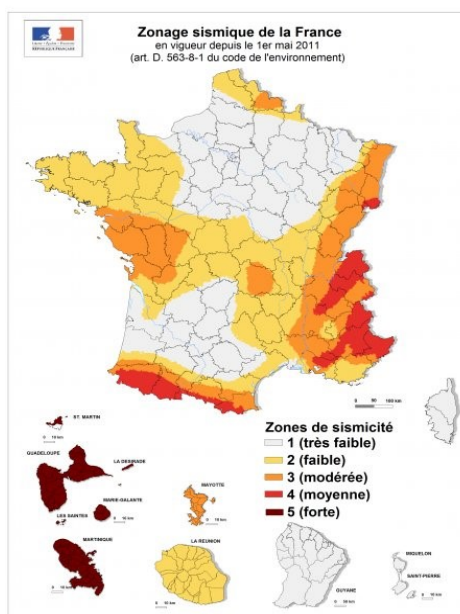


Figure 15: Zonage sismique en France, applicable à mai 2011

Les ouvrages « à risque sismique normal » sont les bâtiments, installations et équipements pour lesquels les conséquences d'un séisme sont circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat (article R.563-3 du code de l'environnement). Ils sont répartis en quatre catégories d'importance, définies en fonction du risque encouru par les personnes ou du risque socio-économique causé par leur défaillance :

Par application de l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les bâtiments de l'établissement sont classés en catégorie d'importance II.

Conformément à l'article 3 dudit arrêté, les règles de construction ne s'imposent pas pour des installations de catégorie II implantées en zone de sismicité 1.

L'établissement STCM B1 implanté sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas soumis à des règles parasismiques particulières.

Un séisme ou tremblement de terre se traduit en surface par des vibrations du sol. Ce phénomène résulte de la libération brusque d'énergie accumulée par les contraintes exercées sur les roches. Un séisme (ou tremblement de terre) correspond à une fracturation (processus tectonique aboutissant à la formation de fractures des roches en profondeur), le long d'une faille généralement préexistante.

La consultation de la base de données Géorisques rend compte de plusieurs séismes ressentis sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes :

Intensité interpolée	Intensité interpolée par classes	Date du séisme
4.94	Frayeur, chutes d'objets	26/01/1579
4.85	Frayeur, chutes d'objets	18/10/1356
4.53	Ressenti par la plupart, objets vibrent - Frayeur, chutes d'objets	05/07/1841
4.03	Ressenti par la plupart, objets vibrent	14/09/1866
3.96	Ressenti par la plupart, objets vibrent	06/10/1711
3.90	Ressenti par la plupart, objets vibrent	04/04/1640
3.84	Ressenti par la plupart, objets vibrent	29/04/1831
3.84	Ressenti par la plupart, objets vibrent	12/05/1682
3.84	Ressenti par la plupart, objets vibrent	25/06/1522
3.67	Ressenti par certains - Ressenti par la plupart, objets vibrent	06/04/1580

Tableau 6 : liste des séismes ressentis sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes

L'intensité traduit les effets et dommages induits par le séisme en un lieu donné. Son échelle est fermée et varie de I (non ressenti) à XII (pratiquement tous les bâtiments détruits). A ne pas confondre avec la magnitude qui traduit l'énergie libérée par les ondes sismiques, qui est mesurée sur une échelle ouverte et dont les plus forts séismes sont de l'ordre de magnitude 9.

L'intensité des séismes ressenti sur le site est modérée en ce sens où elle n'a pas conduit à des endommagements de bâtiments ou effondrements de structure. La commune ne fait d'ailleurs pas l'objet d'un Plan de prévention des risques sismiques.

Compte tenu du niveau de sismicité très faible de la zone d'étude et de séismes ressentis d'intensité non significatives, les séismes ne représentent pas un potentiel de dangers notable pour les installations STCM B1.

4.3.1.3. Les inondations

Une inondation est la submersion d'une zone, à des hauteurs variables, soit par débordement naturel d'un cours d'eau, soit suite à une rupture de digue, soit par une coulée d'eau chargée en sédiments (coulées boueuses). L'inondation fait toujours suite à un épisode de pluies importantes, éventuellement à une fonte de neige.

Les cours d'eau les plus proches sont Le Lay du Nord et l'Œuf dont il est un affluent. Ces cours d'eau s'écoulent à environ 8 km au Sud-Est du site d'étude, selon une direction Sud-Ouest / Nord-Est avant de traverser la ville de Pithiviers, localisée à l'Est de Bazoches-les-Gallerandes.

D'après la consultation des données du site Géorisques, la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas inscrite dans un territoire à risque important d'inondation (TRI) et n'est pas non plus recensée dans un atlas des zones inondables. De même, la commune n'est pas concernée par Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI).

D'après la cartographie des risques de remontée de nappe mise à disposition par le BRGM, le site d'étude n'est pas concerné par le risque de remontée de nappe.

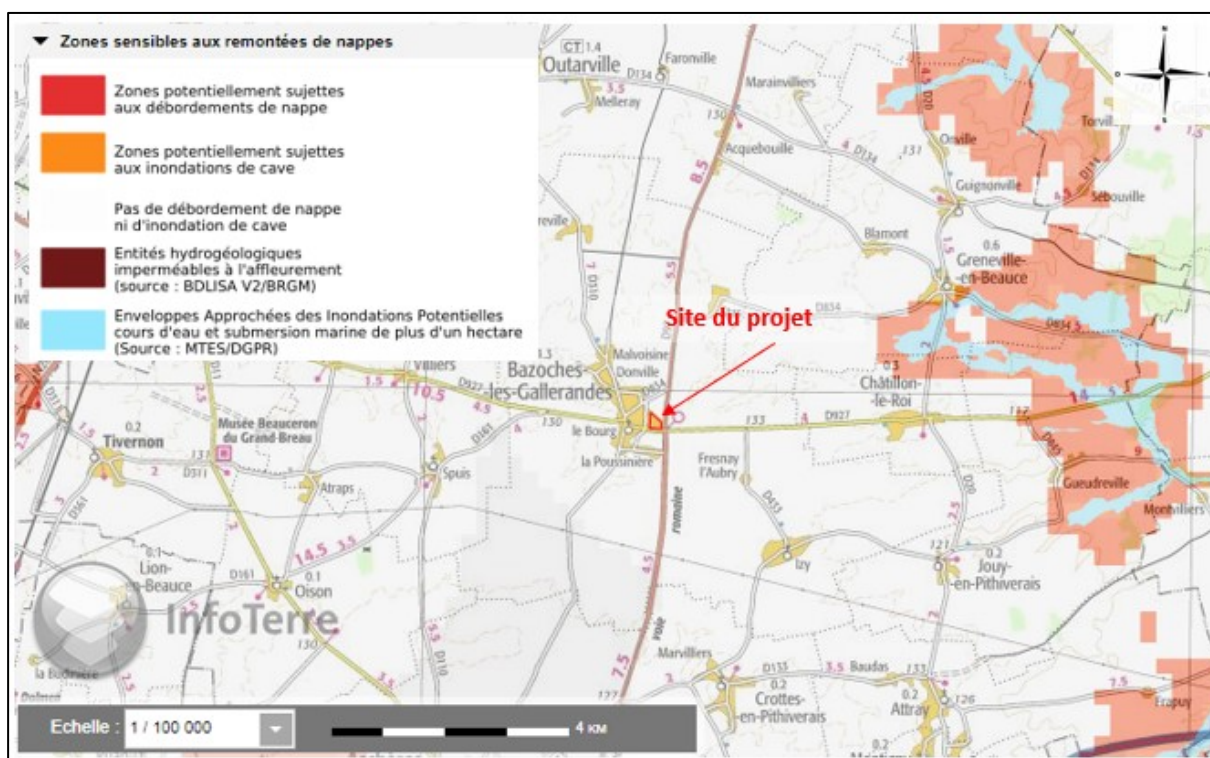


Figure 16 : risque de remontée de nappe au droit du site d'étude (Source : infoterre.brgm.fr)

Le potentiel de dangers « inondation » n'est pas retenu.

Les protections contre la foudre (désignées dans l'Etude Technique) nécessaires et suffisantes (caractérisées dans l'Analyse du Risque Foudre) ont été instaurées.

La foudre sera considérée dans la suite de l'étude, non pas comme un danger en soit, mais comme un des éléments initiateurs possibles des dangers incendies ou explosions des installations à risques, en cas de défaillances des dispositifs de protection contre la foudre.

4.3.1.5. Les conditions climatiques

Le département du Loiret a un climat est tempéré de type océanique dégradé se caractérisant par des hivers doux et pluvieux, et des étés frais et relativement humides. La station météorologique d'Orléans-Bricy (47° 59' 12" N, 1° 44' 54" E, altitude : 125 m) est la seule station professionnelle du département du Loiret (type synoptique, niveau 0). Elle se situe au nord-ouest d'Orléans.

Les données météorologiques consignées dans les tableaux ci-dessous représentent les moyennes relevées sur une période de 30 ans, de 1961 à 1990.

Les hivers sont doux (3 à 4 °C) et pluvieux, et les étés frais (16 à 18 °C) et relativement humides. La température moyenne est de 10 à 11 °C sur l'année. Les précipitations se répartissent équitablement sur tous les mois de l'année avec une légère pointe au mois de mai. Le pic d'insolation est observé au mois de juillet. L'influence océanique est prépondérante dans le climat du Loiret, cependant, par rapport à la façade atlantique, située à un peu plus de 400 km, les hivers y sont légèrement plus froids, les étés un peu plus chauds, les précipitations un peu moins abondantes et les vents plus faibles.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	0,3	0,8	2,2	4,3	7,8	10,7	12,6	12,3	10,3	7,3	3,3	1,1	6,1
Température moyenne (°C)	3,1	4,2	6,6	9,3	12,9	16,2	18,5	18,2	15,8	11,7	6,6	3,8	10,6
Température maximale moyenne (°C)	5,9	7,6	10,9	14,3	18,1	21,6	24,4	24	21,2	16,2	9,9	6,5	15,1
Ensoleillement (h)	58,5	85,2	134,7	176,6	206,7	230,4	252,2	225	180,3	129,5	74,6	50,7	1 804,5
Précipitations (mm)	55,2	49,7	51,8	47,9	65,8	47,5	52,4	45,3	49,3	57,9	60,1	54,3	637,2
Humidité relative (%)	89	85	79	74	76	74	72	72	77	84	89	90	80

Source : Relevés Orléans-Bricy 1961-1990 [archive]

Figure 18 : données météo Loiret

L'activité projetée de stockage et démantèlement de batteries lithium-ion ne fait appel à aucun produit liquide inflammable. Les stockages de batteries sont à l'abri des rayons du soleil, au sein de l'atelier ou du magasin ou dans les containers sécurisés (batteries critiques).

Aucun produit stocké sur le site ne pourrait faire l'objet d'une inflammation du fait de l'atteinte de températures extérieures élevées.

Les parois, bardages et couvertures des installations de l'établissement sont dimensionnés pour répondre aux charges climatiques (neige, vent...) de la zone d'étude.

L'exploitant a instauré un plan de circulation caractérisé par une vitesse maximale autorisée sur le site de 20 km/h. La limitation de la vitesse de circulation sur l'établissement est une mesure de réduction du potentiel de dangers d'accident de transport sur le site, pour causes de conditions climatiques difficiles (verglas, brouillard).

Les valeurs de températures qui peuvent être rencontrées sur le site, justifient que l'ensemble des équipements ayant une plage de fonctionnement entre -20 et +40°C, peuvent être utilisés. Cette plage de fonctionnement est habituelle. Il n'y a pas de justification à utiliser des équipements hors standard.

Le gel est une condition climatique qui peut être rencontrée. Aucune canalisation / tuyau hydraulique, et notamment utilisés pour la sécurité incendie ne sera placé en extérieur, sans couverture isolée avec film chauffant asservi en température. Les pompes incendie sont localisées en extérieur dans un caisson isolé avec radiateur, asservi à la température extérieure. Le potentiel de dangers de gel pour les conduites incendie est réduit à la source.

Par retour d'expérience, la surveillance par caméras thermique est un point sensible aux conditions climatiques. L'amplitude annuelle (écart entre températures minimales et maximales) est de l'ordre de 25°C : ce qui demande une vigilance accrue sur les réglages des seuils d'alerte des caméras utilisées pour la surveillance des zones de stockage. Pour s'affranchir de cette difficulté, un deuxième critère a été ajouté sur la surveillance par caméra thermique : celui de la mesure de l'écart entre la température ambiante et celle des batteries (mesure superficielle). Ce critère permet de mettre sous surveillance un échauffement anormal des batteries, quel que soit le niveau de température ambiante. Il est réglé entre 5 et 8 °C.

Les conditions climatiques ne constituent pas un potentiel de danger pour les installations STCM B1.

4.3.2. Les dangers liés aux infrastructures de transport

4.3.2.1. Les infrastructures routières

L'accès au site est unique et se réalise par un portail, en retrait, depuis la D927 qui jouxte le site au sud.

Le Conseil Départemental du Loiret fournit des données de trafic pour l'année 2014 (dernière année disponible). Le trafic moyen journalier annuel est de l'ordre de 1745 véhicules par jour sur la route départementale D927 qui dessert le site (axe Pithiviers – A10). Elle est de l'ordre de 2900 véhicules sur la route départementale D97 (axe Etampes – Orléans).

Le danger potentiel est celui d'un accident de circulation sur la RD927, qui dessert l'accès au site. Les autres voies du réseau sont éloignées de l'établissement STCM B1 (D97 à 15 m à l'est).

Un endommagement de la clôture de l'établissement pourrait être occasionné en limite de propriété sud. Toutefois, l'atteinte des installations de l'établissement n'est pas envisageable compte tenu de la distance significative qui les sépare de RD927. La zone de stockage des batteries est réalisée dans la partie nord du magasin, à plus de 100 m de la D927.

L'ensemble de ces dispositions suggèrent qu'un accident se produisant sur les voies de circulations routières entourant le site STCM B1 ne saurait avoir d'impact sur les installations de l'établissement.

Le potentiel de dangers associé à l'infrastructure routière environnante est donc écarté.

4.3.2.2. Les infrastructures ferroviaires

La ligne ferroviaire la plus proche est la ligne n°570 000 qui relie Paris-Austerlitz à Bordeaux-Saint-Jean. Elle est localisée à environ 9 km au nord-Ouest du site STCM de la commune de Bazoches-les-Gallerandes.

Le potentiel de dangers associé à l'infrastructure ferroviaire environnante est écarté compte tenu de l'éloignement marqué du réseau (9 km).

4.3.2.3. Les infrastructures fluviales

La consultation des Voies Navigables de France souligne qu'aucune voie navigable passe dans les environs du site. La voie navigable la plus proche du site, passe à plus de 10 km à l'est du site.

Le potentiel de dangers associé à l'infrastructure fluviale est nul.

4.3.2.4. La circulation aérienne

L'arrêté du 10 mai 2000 modifié, relatif à « la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation », définit une liste explicite d'événements externes pouvant être écartés dans l'étude de dangers dont l'évènement « chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome » fait partie.

Un établissement classé SEVESO doit être considéré comme étant à proximité d'un aéroport ou aérodrome s'il se situe à une distance de ce-dernier inférieure à 2 km.

Les aérodromes les plus proches sont :

- l'aérodrome de Pithiviers, à environ 11 km à l'est du site ;
- l'aérodrome d'Orléans-Bricy, à environ 28 km au sud-sud-ouest du site ;
- l'aérodrome d'Orléans-Saint-Denis-de-Dieu à environ 30 km au sud-sud-est du site.

La sécurité civile précise que les risques de chute d'aéronefs sont plus marqués dans une zone critique définie par des distances de 3 km de part et d'autre des bouts de pistes et par une distance de 1 km en largeur. Ce périmètre traduit le risque plus grand de chute au décollage et à l'atterrissage.

L'établissement STCM B1 implanté sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes n'est pas situé dans l'axe des pistes de l'aéroport, ni dans la zone critique répondant à la définition de la Sécurité Civile.

Le potentiel de dangers associé à la circulation aérienne est écarté.

4.3.3. Les dangers liés aux activités industrielles à proximité

La commune de Bazoches-les-Gallerandes ne comprend pas de zone industrielle (ZI), ni de zone d'activité (ZA) au sens strict.

D'après la base de données Géorisques, 6 installations classées pour la protection de l'environnement en régime d'autorisation ou d'enregistrement sont présentes sur la commune.

Nom de l'établissement (1)	Code postal	Commune	Régime en vigueur (2)	Statut SEVESO
EOLE 45 SAS	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
HIRSCH FRANCE (ex PLACOPLATRE)	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
ISOSSOL	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
QUADRAN	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B1	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B2	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Seveso seuil haut

Figure 19: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)

Le site STCM B2 est une unité dédiée à la récupération de plomb par recyclage soumis au régime d'Autorisation avec Servitude (AS). Le site se situe à environ 3 km au Nord du site d'étude.

Le silo de la CAPEB constitue l'ICPE la plus proche de l'établissement STCM B1, puisqu'implanté de l'autre côté de la RD927. Les risques afférents à cette activité sont des incendies de grains et explosions de poussières. Les cellules verticales béton sont éloignées de plus de 140m de l'établissement STCM B1 : aucun effet de surpression significatif ne serait perçu sur le site STCM B1.

A noter la DECLARATION INITIALE D'UNE INSTALLATION CLASSEE RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION déposée par CARREFOUR PROXIMITE France le 15/07/2021 pour une installation prévue en 2023 (1110 m3 de stockage de carburants).

L'installation serait implantée à plus de 130 m des bâtiments STCM B1. La déclaration déposée ne fait pas état d'une quelconque caractérisations des potentiels de dangers afférents à l'activité CARREFOUR PROXIMITE France.

Il est supposé un dépôt et distribution de carburants.

Le rapport INERIS DRA - 2002-40862 « ETUDE DE SCENARIOS DANGEREUX EN STATIONS-SERVICE » caractérise les phénomènes dangereux associés à cette activité. Les distances d'effets aux seuils de maîtrise de l'urbanisation (SELS, SEL et SEI) dans le cas d'un incendie sont inférieures à 40 m et à 120 m dans le cas d'un UVCE : elle n'impacteraient pas les bâtiments de production STCM.

L'environnement industriel alentour ne représente pas un potentiel de dangers significatif pour les installations de l'établissement STCM B1 et n'est pas retenu.

4.3.4. L'acte de malveillance

D'une manière générale, les actes de malveillance (attentats, sabotages, ...) ne sont pas à écarter comme sources possibles d'accidents sur les installations. Cependant, leur probabilité d'occurrence est assez difficile à déterminer et les effets rejoignent ceux des événements accidentels habituellement envisagés sur le site.

La méthodologie de la circulaire du 10 mai 2010 préconise de ne pas retenir les actes de malveillance dans les analyses de risques : le danger lié à la malveillance ne peut être écarté ; il ne peut cependant pas être quantifié.

Le site est entièrement clôturé (accès unique par poste à barrière avec interphone) et surveillé. Des caméras de surveillance permettent de surveiller l'entrée du site.

Une surveillance permanente du site est assurée par un système de détection d'intrusion avec report d'alarme sur le site voisin de B2 en dehors des horaires d'ouverture de B1. En cas de déclenchement de l'alarme, le chef de poste ou le gardien présent sur le site B2 réalisera la levée de doute à l'aide des caméras et pourra se rendre sur les lieux en quelques minutes.

4.4. Identification des dangers liés aux produits

4.4.1. Rappels des produits inhérents aux activités I.C.P.E.

La PJ 46 de la Demande d'Autorisation Environnementale propose la description des installations et activités du projet.

L'activité principale est le regroupement, transit et tri de batteries lithium-ion, donc le stockage sur site, ainsi que le démantèlement desdites batteries électriques.

Les batteries lithium-ion représentent le produit le plus significatif sur le site en termes de quantité: les potentiels de dangers des batteries lithium-ion sont à caractériser.

Le démantèlement des batteries donne lieu à 2 types de produits / déchets : les modules des batteries qui sont un assemblage de cellules (partie active de la batterie) et les matières autres – aluminium, fer, câbles électriques (aluminium ou cuivre), composants électriques (capteurs de courant, de température, contacteurs, fusibles, etc...), plastiques et cartes électroniques – réservés dans des bacs ou bennes dédiées avant expédition dans la filière de traitement adaptée.

Les opérations de conditionnement des modules appellent l'utilisation d'emballages et palettes bois.

L'établissement dispose d'une cuve aérienne de GNR sur rétention pour l'alimentation des chariots élévateurs du site.

4.4.2. Les batteries lithium-ion

4.4.2.1. Définition

Afin de pouvoir évaluer les risques posés par le stockage de batteries au lithium, il est nécessaire d'appréhender leur fonctionnement.

Tout d'abord, il est important de savoir qu'il n'existe pas « une » batterie Lithium-Ion. À la place, il y a une variété de systèmes de stockage d'énergie différents dans lesquels le lithium est utilisé à l'état pur ou sous forme liée. Plus précisément, une distinction est faite entre les cellules lithium-ion primaires (non rechargeables) et secondaires (rechargeables). Dans l'usage courant, on se réfère généralement à ces dernières lorsque l'on parle de batteries lithium-ion, ou mieux encore, d'accumulateurs lithium-ion.

Un bloc (module) de batterie est composé de plusieurs cellules en fonction de la puissance. Chaque cellule Lithium-Ion comprend une électrode positive, l'anode, et une électrode négative, la cathode. Entre elles se trouve un électrolyte conducteur d'ions. Il garantit le transport des ions lithium entre les électrodes pendant le processus de charge ou de décharge.

Les accumulateurs Lithium-Ion, dans lesquels un électrolyte liquide est utilisé, constituent la forme la plus connue de dispositifs de stockage d'énergie au lithium. Le séparateur est également un élément important. Il empêche le contact direct entre l'anode et la cathode, et évite ainsi un court-circuit.

Lors du déchargement, des ions lithium et des électrons sont libérés du côté de l'anode. Les électrons traversent le circuit externe et effectuent le travail électrique. Pendant ce temps, les ions lithium migrent à travers le liquide électrolytique et à travers le séparateur vers la cathode. Lors du chargement, ce processus est inversé.

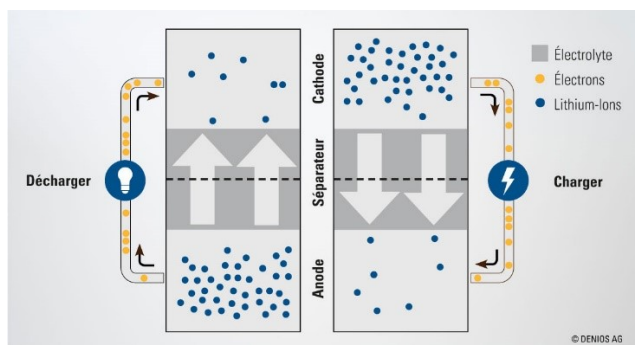


Figure 20 : principe de fonctionnement d'une cellule d'un module d'une batterie lithium-ion

La structure et les matériaux utilisés peuvent varier en fonction de la batterie Lithium-Ion.

Annexe 1 : composition des batteries électriques acceptées sur le site

Le graphite (C) est généralement utilisé comme matériau anodique. Il est associé à un liant (CMC, CarboxyMéthyl Cellulose).

De nombreux matériaux différents sont utilisés pour la cathode. La composition exacte du matériau de la cathode détermine de manière significative des propriétés telles que la durée de vie, les temps de charge et les performances. Le fer, le manganèse, le dioxyde de cobalt ou le nickel sont souvent utilisés dans la cathode. Dans notre cas, différents types de batteries Lithium-Ion peuvent être collectés: NCA (Nickel Cobalt-Aluminium oxyde), LFP (Lithium Fer Phosphate oxyde), LCO (Lithium Cobalt Oxyde), LMO (Lithium Manganèse Oxyde) et NMC (Nickel Manganèse Cobalt).

A noter que les batteries dites LMP – Lithium Métal Polymères – ne sont pas autorisées sur le site dans le cadre de ce projet. Contrairement aux accumulateurs Li-ion, les accumulateurs Li-métal sont composés d'une anode en lithium métallique (exploitation directe du système Li+/Li). La majorité du marché associé à ce type de batteries est détenue par le Groupe BOLLORÉ.

L'électrolyte liquide est constitué d'un solvant organique et d'un sel conducteur. Bien qu'il existe une grande variété de solvants possibles, l'hexafluorophosphate de lithium (LiPF₆) est presque exclusivement utilisé comme sel conducteur. A été retenu dans le cadre de cette étude le LiPF₆, comme sel conducteur. Celui-ci est utilisé pour de nombreux type de batteries(NCA, LFP, LCO, LMO et NMC). Dans l'électrolyte, on retrouve également des solvants organiques qui sont une association potentielle d'éthylène carbonate, de diméthyle carbonate, d'éthyle méthyle carbonate et de propylène carbonate.

Le séparateur est généralement une membrane polymères poreuse. Les matériaux des séparateurs sont principalement du polyéthylène, du polypropylène, du polyéthylène ou encore du polyéthylène téréphtalate.

Les autres composants des cellules sont des boîtiers en acier, de l'aluminium, du cuivre, du nickel, du glycol, des isolants thermiques et de l'électronique.

Enfin, l'assemblage des cellules, puis des modules fait appel à des matériaux comme l'aluminium, des films plastiques recouvrant les cellules, des pièces en plastique nécessaires pour le montage des modules entre eux, ainsi que des faisceaux de câblage électrique et bus bar en cuivre ou en aluminium

4.4.2.2. Identification des potentiels de dangers

Une batterie lithium est composée de modules eux-mêmes composés de cellules. L'assemblage de ces modules en série/parallèle permet de définir les caractéristiques finales de la batterie (capacité, tension, puissance). Les cellules au lithium sont encapsulées hermétiquement, c'est-à-dire fermées de manière étanche aux gaz, de façon à ce qu'aucun composant ne puisse s'échapper durant le fonctionnement régulier normal. Les cellules contiennent les composants dangereux. En fonctionnement normal, les cellules n'étant pas accessibles, les composants dangereux ne sont donc pas accessibles non plus.

Les batteries Li-ion combinent ainsi la mise en œuvre d'électrodes fortement oxydantes et réductrices en contact avec un électrolyte organique inflammable. Les électrodes, notamment l'électrode positive, peuvent devenir instables à des températures élevées (> 200°C). De plus, les solvants composant l'électrolyte possèdent des pressions de vapeurs relativement importantes à des températures modérées.

Des conditions inhabituelles et/ou abusives d'utilisation (surcharge, court-circuit, présence d'une source de chaleur extérieure ...) peuvent provoquer des augmentations brutales de température pouvant conduire à des feux, explosions ou dégagements de produits toxiques.

Le principal danger alors identifié pour le stockage ou la charge de batteries au lithium est le danger d'incendie, avec un phénomène d'emballement thermique. Deux phénomènes sont à distinguer :

- l'incendie initié au niveau d'une batterie. Cela peut se produire en cours de charge de la batterie (par exemple surcharge ou court-circuit) ou, sur des batteries endommagées (déchets critiques ou agression externe).
- la batterie prise dans un incendie d'origine externe. Dans ce cas, les batteries sont un facteur d'aggravation, en raison des effets d'emballement thermique et de la complexité des conditions d'intervention pour maîtriser l'incendie.

La température à l'intérieur d'une cellule est déterminée par l'équilibre entre la chaleur générée et celle dissipée par celle-ci. Lorsqu'une cellule atteint une certaine température, des réactions chimiques exothermiques se produisent entre les électrodes et l'électrolyte, ce qui contribue à augmenter d'autant plus la température. Si la chaleur produite ne peut pas être dissipée suffisamment par la cellule, les réactions s'accroissent alors, provoquant une augmentation rapide de la température, pouvant conduire au phénomène d'emballement thermique.

Les paragraphes ci-après spécifient les événements initiateurs d'un tel Evénement Redouté Central qu'est l'incendie de batterie lithium-ion.

Courant électrique : le risque lié au courant électrique réside dans la formation d'arcs (par ex. en cas de coupure de ligne) et dans la surcharge ou les courts-circuits. En cas de court-circuit dans le système haute tension avec les batteries lithium-ion actuelles, des courants de 6000 A et plus peuvent monter ici en quelques microsecondes. De telles intensités de courant entraînent immédiatement une hausse de la température locale et un risque d'incendie. Les puissances électriques élevées provoquent des surchauffes qui peuvent entraîner un emballement thermique incontrôlable. Le point particulièrement critique est que la résistance de passage continue à augmenter avec l'échauffement. Cela entraîne de nouveau une hausse supplémentaire de la température, ce qui augmente de nouveau la résistance de passage, et ainsi de suite. A la suite de cet effet domino, les températures élevées formées peuvent provoquer la fusion des différents composants de la cellule (par ex. séparateurs, électrodes) et causer de nouveau des courts-circuits, puis un développement du feu.

Mauvaise manipulation : les situations dangereuses résultent notamment d'une mauvaise manipulation et d'une utilisation incorrecte. Les détériorations mécaniques (par ex. suite à un choc, une chute, un écrasement, etc.), les erreurs électriques (par ex. suite à un court-circuit, une surcharge, etc.) ou les effets thermiques (par ex. rayonnement thermique extérieur, etc.) peuvent entraîner un écoulement de l'électrolyte, des réactions de surpression avec soufflage des produits de réaction gazeux, des départs de feu ou un violent éclatement. La surcharge d'une batterie lithium-ion peut entraîner par exemple une décomposition cathodique en libérant de forts agents oxydants avec la réaction fortement exothermique de l'électrolyte qui en résulte. L'emballement thermique peut être causé à l'intérieur de la cellule lithium-ion : des gaz chauds se développent lors de «l'emballement de la batterie», lesquels entraînent l'ouverture de la cellule et l'éjection de ses composants éventuellement brûlants.

Détérioration mécanique : les détériorations mécaniques des batteries font courir le risque de courts-circuits internes et d'incendie. Le boîtier peut être endommagé à cause d'une erreur de fabrication (par ex. assemblage incorrect des différents composants), d'une surcharge mécanique ou d'une surpression dans la cellule. La surpression se forme en général suite à une surchauffe de la cellule, ce qui peut être la conséquence d'un bourrage, d'un court-circuit ou d'une surcharge.

Charge thermique secondaire : la charge thermique externe (par ex. suite à un rayonnement thermique en cas d'incendie) peut entraîner sur des batteries au lithium la fonte des différents composants (par ex. séparateurs) et ainsi un court-circuit interne à la cellule qui peut causer facilement un incendie.

Court-circuit externe : peut arriver lorsqu'il y a (par ex. en raison d'un objet métallique) un contact polaire des deux côtés.

Court-circuit interne dû à une erreur de la cellule ou d'un crash : les erreurs de fabrication des cellules au lithium sont une des causes principales des courts-circuits internes. Si par exemple des particules métalliques ou diverses saletés conductrices sont enfermées entre le séparateur et l'électrode durant la fabrication, un endommagement local de la feuille du séparateur peut se produire lors d'une utilisation ultérieure et causer un court-circuit interne. En raison du fameux «effet de mailles filées», les petits dommages du séparateur, microscopiques au début, peuvent s'agrandir au fil des jours ou des semaines pour devenir de larges fissures dans le matériau en feuilles, la hausse d'abord insignifiante (car limitée localement), puis quasi exponentielle, de la température due au court-circuit pouvant évoluer vers un emballement de la cellule. Sur ce point, les courts-circuits internes restent généralement inaperçus dans la pratique quotidienne et causent de brusques incendies uniquement après un usage prolongé

Surcharge : une cellule ou une batterie est chargée jusqu'à la tension de fin de charge spécifiée par le fabricant. La cellule entièrement chargée ne peut plus stocker l'énergie fournie en plus par le chargeur, la surcharge entraîne par conséquent un échauffement de la cellule ou de la batterie. Une évaporation du liquide électrolytique organique et une désintégration de la structure cristalline en couches peuvent survenir à l'intérieur de la cellule, entraînant la libération d'oxygène élémentaire (favorise l'incendie !) associée à une forte réaction exothermique. Ce processus peut causer un incendie en raison d'une forte hausse de la température locale et, dans certaines circonstances, également une réaction de décharge explosive. En outre, un dépôt de lithium métallique peut se former sur l'anode (appelé «placage du lithium»). De fines petites aiguilles de lithium, appelées «dendrites» peuvent se former ensuite, qui transpercent facilement le séparateur en plastique et peuvent causer un court-circuit interne.

Sur-décharge ou décharge profonde : lors d'une sur-décharge ou d'une décharge profonde, la cellule ou la batterie continue d'être déchargée, bien que la tension de fin de décharge spécifiée par le fabricant ait été atteinte. Ce faisant, le liquide électrolytique se décompose de façon irréversible. Lorsqu'une telle cellule lithium-ion déchargée profondément est chargée, la quantité d'énergie fournie ne peut plus être stockée en énergie chimique en raison du manque de liquide électrolytique et l'énergie de charge est transformée en chaleur

L'ensemble de ces événements initiateurs / causes peut conduire à un phénomène d'emballement thermique, qu'il convient de caractériser.

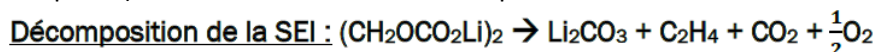
Une batterie se distingue en ce qu'elle fournit l'énergie stockée chimiquement lors du déchargement sous la forme d'énergie électrique. Lorsque la batterie au lithium libère de manière incontrôlée l'énergie qu'elle a stockée, la chaleur engendrée peut dépasser le point de fusion du séparateur dans une cellule : une réaction en chaîne se produit, le redouté "emballement thermique".

L'emballement thermique

L'emballement thermique est le principal danger lié aux batteries lithium-ion. Ce phénomène correspond à un auto-échauffement rapide et violent de la batterie entraînant une augmentation rapide de la chaleur et un dégagement de fumées important.

Cet emballement thermique est la résultante d'une succession de réactions au sein d'une cellule de batterie survenant à des températures différentes.

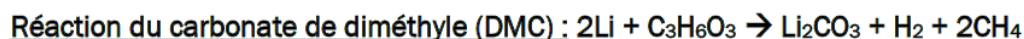
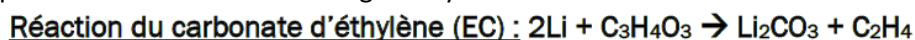
La première réaction intervient à environ 90°C avec la destruction de la SEI (Solid Electrolyte Interphase). Cette réaction est exothermique et libère de l'O₂.



Nota : cette température est celle relevée au cœur de la cellule. De façon commune les fabricants de batterie considèrent que la température relevée et mesurée sur le casing de la cellule ne doit pas dépasser 50 à 55°C, sous peine d'interdiction de fonctionnement. C'est le BMS qui surveille cette température, interdisant le fonctionnement de la batterie (via le contacteur principal) au-delà de ce niveau de température.

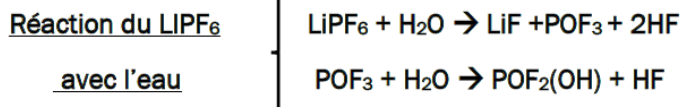
Nota : ce premier niveau de réaction justifie l'utilisation d'une surveillance thermique dans les zones où sont entreposées les batteries. C'est le premier niveau d'alerte, et qui justifie une intervention pour abaisser la température de la batterie, par immersion.

La seconde étape est une réaction entre les Lithium intercalés dans l'anode et l'électrolyte vers 110°C provoquant un relâchement de gaz d'hydrocarbures inflammables.



Ensuite vers 140°C, le séparateur subit une fonte partielle, ce qui provoque l'apparition de micro courts-circuits. Quand la température atteint 170°C, le séparateur est totalement fondu, ce qui amène à un court-circuit générale interne à la cellule et à une augmentation brutale de la température, ainsi qu'à un dégazage.

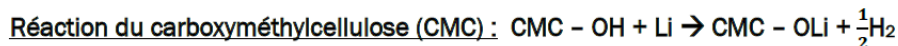
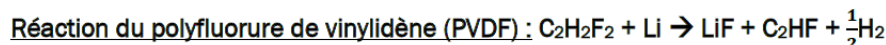
Le cinétique s'accélère, en quelques secondes, la cathode et l'électrolyte se décomposent avec une réaction exothermique qui libère du HF et du O₂. Le HF est produit par réaction du LiPF₆ présent dans l'électrolyte avec l'eau (humidité de l'air ambiant).



Nota : La quantité de fumée dégagée à cette étape est importante et justifie l'utilisation d'une détection de fumée préalable à une intervention.

Nota : à ce niveau l'usage de l'eau est déconseillé, pour l'extinction. Interposer une barrière efficace entre les composés de réaction et l'air humide est une solution efficace. Ceci peut être réalisé au moyen de couverture anti-feu ou d'extincteur type F500. Les extincteurs type F500 (mélange d'eau et vermiculite) fournissent une protection supérieure qui repose sur un refroidissement accru des surfaces surchauffées, une pénétration de l'agent extincteur dans la batterie et l'encapsulation des combustibles liquides et des gaz de fumée potentiellement toxiques et inflammables. De tels extincteurs seront mis à disposition sur les postes de démontage et de décharge (batteries ou modules).

Au même instant, l'anode se décompose avec l'électrolyte et le lithium réagit avec le liant des électrodes en libérant du H₂.



Nota : La libération du H₂ intervient en fin de processus. La détection de fumée et libération de ces fumées hors du bâtiment au plus vite (via ouvertures de trappes de désenfumage) permet alors de s'affranchir de la présence de H₂ dans un espace clos, abaissant ainsi le risque d'explosion.

Toutes ces réactions interviennent lors de l'emballement thermique en très peu de temps.

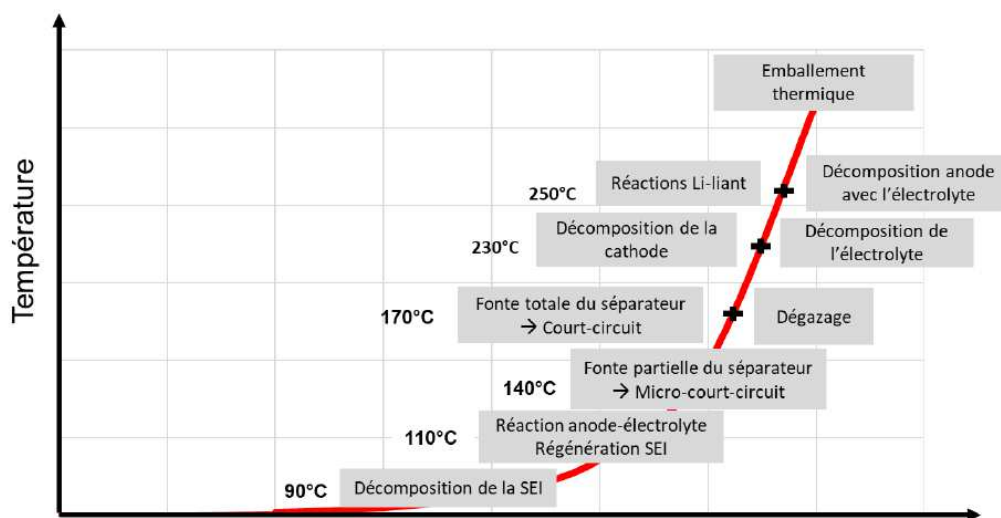


Figure 21 : illustration de l'emballement thermique d'une cellule

Note importante : suivant le niveau de charge électrique de la cellule, l'auto-inflammation (élévation de température excessive) peut se produire après un temps plus ou moins long, ou pas du tout. C'est pourquoi il est préconisé de décharger électriquement la batterie avant intervention pour démontage. Pour cette raison également les préconisations en matière de transport de matières dangereuses indiquent qu'il est préférable de transporter les batteries avec un niveau de charge inférieur à 50% du SOC.

Durée du phénomène.

La durée d'exposition est assimilée à la durée du rejet. L'influence de la durée de combustion est un facteur clef : cette durée ne peut être déterminée avec certitude.

La cinétique de combustion des batteries est difficilement appréciable et ne peut être approchée via l'application du quotient d'une « masse de produit » et du produit « débit de pyrolyse » et « surface en feu ». En effet le combustible est solide et le débit de pyrolyse de batteries lithium-ion n'est pas connu / disponible auprès des ouvrages de références.

La cinétique de l'incendie ne peut être appréhendée de manière indiscutable : l'étude d'une propagation de proche en proche à l'échelle cellule, modules et batteries est complexe.

L'étude de l'INERIS de 2016, DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION présente les durées de combustion d'un pack de batterie NMC de 280 kg unitaire et d'un chargement de ces mêmes batteries pour une capacité totale de 25 tonnes. Les durées d'incendie mesurées sont respectivement de l'ordre de 20 minutes et de 70 minutes.

Afin d'être majorant sur les durées d'incendie de batterie, nous pouvons considérer que la durée d'incendie d'une batterie est au maximum de 2 heures, sachant que la puissance thermique émise est maximale dans les 20 à 70 premières minutes.

4.4.2.3. Les potentiels de dangers « batteries » sur le site STCM B1

Le projet s'articule autour du stockage et démantèlement des batteries lithium-ion : **le potentiel de dangers de montée en température et emballement thermique d'une / plusieurs batteries est sélectionné.**

Un emballement thermique sur batteries lithium-ion sera caractérisé par des effets thermiques (rayonnement de l'incendie), toxiques (dégagement des gaz de combustion) et de surpression dans le cas de l'inflammation d'un nuage de H₂ libéré par la batterie, qui resterait cantonné dans un espace clos (non-fonctionnement du désenfumage)

4.4.3. Les carburants

4.4.3.1. Les potentiels de dangers associés au GNR

Le gasoil est un liquide inflammable nocif, dangereux pour l'environnement et toxique pour les organismes aquatiques (peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique).

Le gasoil affiche un point d'éclair supérieur à 55°C et n'est pas explosif en présence des matières ou des conditions suivantes : flammes nues, étincelles et décharge statique, chaleur, chocs et impacts mécaniques

Le GNR (Gasoil Non Routier) a des caractéristiques proches de celles du gasoil, même si sa composition est légèrement différente. On y trouve notamment : moins de soufre, un indice de cétane plus élevé et une part de biocarburants. La principale distinction entre les deux réside dans leur couleur. Le GNR a une couleur rougeâtre tandis que le gasoil routier est translucide.

Le produit est stable. Dans des conditions normales de stockage et d'utilisation, aucune réaction dangereuse ne se produit et aucun produit de décomposition dangereux ne devrait apparaître.

Le danger intrinsèque de tout liquide inflammable est l'épandage suivi de l'incendie.

4.4.3.2. Les potentiel de dangers « GNR » sur le site STCM B1

L'établissement dispose d'un stockage de carburant à l'entrée de site, à proximité du pont-bascule (zone sud-est). Ce carburant (GNR) est prévu pour les chariots élévateurs en extérieur.

L'installation est dotée d'une aire de dépotage et de distribution d'une surface d'environ 70 m². Le GNR est stocké dans une cuve aérienne de 6 m³ placée sur rétention étanche de 10 m³.

Le point d'éclair du gasoil est supérieur à 55°C, température supérieure aux maximales enregistrées.

Le potentiel de dangers d'épandage de gasoil et d'incendie n'est pas retenu en première approche compte tenu du dispositif de sécurité passive qu'est la rétention et du point d'éclair du produit eu égard aux conditions climatiques sur site.

Néanmoins, suite aux commentaires de l'inspection sur la version A de la Demande d'Autorisation Environnementale, le potentiel de dangers d'incendie en rétention de Gasoil sera retenu et caractérisé.

Ce stockage sera également considéré en tant que cible potentielle d'effets dominos induits par l'occurrence d'un phénomène dangereux sur des installations à proximité.

4.4.4. Les produits de conditionnement

4.4.4.1. Les potentiels de dangers associés aux produits de conditionnement

L'opération d'emballage des modules requiert l'utilisation de cartons, palettes bois et films plastiques.

Ces matières combustibles peuvent participer à un éventuel incendie. Dans le cas de solides, la combustibilité se caractérise surtout par le rapport entre leur masse et leur surface d'échange avec l'air : plus un matériau solide est compact, plus il est difficile de l'enflammer. A l'inverse, une faible source d'énergie peut enflammer un matériau finement divisé.

4.4.4.2. Les potentiels de dangers « produits de conditionnement » sur le site STCM B1

Lors de la phase 1 du projet, il est rappelé que seule l'activité de stockage des batteries sera réalisée, pour une capacité maximale de 20 tonnes. Aucune activité de démantèlement ne sera engagée : aucune opération d'emballages des modules ne sera menée avec pour corollaire l'absence de stockage de produits de conditionnement sur site.

Lors de la phase 2, une zone spécifique dédiée à l'emballage des modules est définie le long de la paroi Est du magasin B1, au droit de la zone de décharge quarantaine (zones C et D), à plus de 5 m de distance. La zone D est délimitée en partie Est par un mur REI120 de 3 m de hauteur.

La surface allouée à la filmeuse et aux produits de conditionnement est de l'ordre de 100 m². Les produits de conditionnement représentent un volume réduit : le stockage maximale sur zone est évalué à quelques palettes de cartons, bobines de films plastiques et palettes bois.

Le potentiel de dangers d'incendie des produits de conditionnement sur la zone d'emballage n'est pas retenu du fait d'un volume / quantité réduit et d'un éloignement et protection (murs REI120) de cibles potentielles que pourraient être les zones de décharge, de quarantaine, et de stockage.

4.5. Identification des dangers liés aux procédés

4.5.1. Les potentiels de dangers liés aux équipements / installations

L'activité de stockage des batteries se réalise sur une zone dédiée implantée en partie nord du bâtiment B1 sur une emprise au sol de l'ordre de 400 m² (20 m x 20 m). Cette zone de stockage peut accueillir 432 palettes, disposées sur rayonnage métallique et gerbées sur 3 niveaux.

L'activité de démantèlement consiste en un démontage des batteries jusqu'au niveau des modules, excluant tout démontage des modules. Le démontage est réalisé à l'aide d'un outillage manuel isolé électriquement pour travaux sous tension ou électroportatif. Certains outils à air comprimé pourront être utilisés : ils seront alimentés par connexion sur le réseau d'air comprimé disponible dans le bâtiment. Le compresseur est situé dans le local compresseur.

Le démontage des batteries n'appelle alors aucun procédé industriel significatif puisque seules des opérations manuelles et de petite mécanique sont réalisées sur des postes de travail de type « établis ».

Les installations et équipements requis sont limités et ne présentent pas de potentiels de dangers significatifs : aucun potentiel de dangers lié aux équipements n'est retenu.

Certains équipements sont considérés dans le cadre de l'examen des potentiels de dangers liés aux conditions opératoires.

4.5.2. Les potentiels de dangers liés aux conditions opératoires

Le démontage des batteries est mené jusqu'à l'unité « modules » : le module est désassemblé de la batterie lithium-ion, mais il ne fait pas l'objet d'opérations de démantèlement complémentaires. Aucune intervention n'est menée sur les modules telle qu'elle pourrait impacter son intégrité.

Le démontage des batteries est complété par une phase de test des modules démontés (voir ci-après). Aucune opération de broyage n'est réalisée, ni aucune opération de recyclage.

Contrairement à la précédente activité d'affinage du plomb, le process du projet n'appelle pas d'installation de type combustion. Aucun rejet atmosphérique n'est associé au projet. Seuls l'énergie électrique et l'air comprimé sont nécessaires et suffisants pour l'utilisation des petits matériels électroportatifs requis pour les opérations de démontage, ainsi que des bancs de test pour les opérations de décharge des batteries et cycles de charge / décharge des modules.

Les opérations du process général sont : Réception, Contrôles, Stockage, Décharge, Démontage, Stockage des composants matières issues du démontage avant expédition, Test des modules, Emballage des modules et Stockage des modules emballés avant expédition.

Le stockage des batteries n'appelle aucune condition opératoire singulière : les batteries une fois disposées sur rayonnage ne sont plus manipulées avant adressage au banc de décharge. Les rayonnages métalliques sont dimensionnés pour la charge d'exploitation que représente le gerbage sur 3 niveaux de batteries. Le stockage est sous abri, éloigné / protégé des activités de démantèlement.

La manutention des batteries peut conduire à une chute et un endommagement de la batterie pouvant entraîner un écoulement de l'électrolyte, des réactions de surpression avec soufflage des produits de réaction gazeux, des départs de feu...

Les opérations de décharge et tests des modules pourraient occasionner les événements initiateurs suivants :

- risque de court-circuit local (particulier notamment) lié à un défaut de l'installation électrique ou mauvaise manipulation de l'opérateur,
- risques de surcharge du réseau électrique au niveau global, pouvant conduire à des coupures de courant dues à des demandes simultanées excessives,
- risques de chocs électriques pour les utilisateurs dus aux défauts d'isolation électrique,
- risques de compatibilité électromagnétique dus à un fort courant électrique,
- risques d'emballement thermique, feu, explosion et de dispersions toxiques dus aux surcharges ou courts-circuits internes et externes des batteries.

Les activités de stockage et de démantèlement de batteries pourraient occasionner des situations dangereuses justifiées par la manipulation des batteries (chute...) et les opérations de décharge et tests des modules (court-circuit, surchauffe...).

Les conditions opératoires peuvent constituer des situations dangereuses telles qu'elles impactent la batterie / les modules : elles sont retenues en tant que potentiels de dangers.

4.5.3. Les potentiels de dangers liés aux réactions chimiques

Le projet de transit, regroupement, tri et démontage de batteries lithium-ion n'appelle aucune opération de transformation de produits ou de mélanges : aucune conditions opératoires et/ou réactions chimiques singulières n'est réalisée.

Aucun potentiel de dangers afférents à des réactions chimiques n'est retenu dans le cadre de l'exploitation des activités projetées de l'établissement STCM B1.

4.5.4. Les potentiels dangers liés aux transferts et approvisionnement

Le transport sur site des batteries est réalisé par chariots élévateurs et dessertes.

L'utilisation incorrecte du chariot ou l'arrimage inadapté de la batterie transporté pourrait occasionner un risque de chute de la batterie et un endommagement mécanique, pouvant entraîner un écoulement de l'électrolyte, des réactions de surpression avec soufflage des produits de réaction gazeux, des départs de feu...

Le potentiel de dangers de chute de batterie / heurt de batterie / collision lors de la manœuvre de batteries via les chariots élévateurs est retenu puisqu'il pourrait conduire à un endommagement mécanique de la batterie.

4.5.5. Les potentiels de dangers liés à la perte d'utilités

L'objectif de cette identification est de repérer, parmi les installations techniques (ou utilités), celles qui sont susceptibles, du fait de leur indisponibilité totale ou partielle, même si elle est temporaire, de placer les installations dans une configuration génératrice de dangers.

Le site est raccordé au réseau via une ligne dédiée enterrée 20 kV. Un local séparé situé en partie Nord-Ouest accueille le transformateur et le TGBT. La puissance installée est de 800 kVA.

Le réseau interne, protégé en amont par le TGBT permet l'alimentation électrique :

- des bancs de charge et décharge, pour une puissance supérieure à 600 kVA ;
- du réseau éclairage de l'atelier principal, des postes de travail, des vestiaires et réfectoires ;
- du chauffage des postes de travail par panneaux rayonnants ;
- du chauffage des locaux vestiaires, réfectoires et bureaux, et climatisation ;
- de la production d'ECS, et des équipements de cuisine
- de la recharge des batteries des gerbeurs de manutention nécessaires à l'activité ;
- des pompes incendie et centrale de sécurité ;
- du serveur informatique de l'ensemble des sites (bureaux administratifs, STCM B1 et STCM B2)
- et de tout autre équipement électrique de petite puissance.

Nota 1 : les équipements de sécurité (surveillance et alerte) sont secourus sur onduleur en cas de perte de l'alimentation générale électrique, à l'instar des serveurs informatiques et la liaison internet.

Nota 2 : Un groupe électrogène assure le secours des pompes incendie et éclairage général du bâtiment. Le portail d'accès est secouru sur batteries.

En cas de panne d'air comprimé, le petit outillage dédié ne pourrait plus être exploité. Seul un arrêt temporaire de l'activité de démontage est identifié, sans risque singulier pour les installations.

Aucun potentiel de dangers afférents à la perte d'alimentation électrique ou en air comprimé n'est retenu dans le cadre de l'exploitation de l'activité du site.

L'eau potable est délivrée par le réseau de la ville de Bazoches. L'activité de regroupement, transit et tri de batteries lithium-ion et le démontage des batteries ne nécessite pas de consommation en eau.

Une coupure d'eau de ville entraînerait un arrêt de l'alimentation des eaux sanitaires mais n'aurait aucune conséquence sur le bon fonctionnement des activités.

Le site est équipé d'une réserve d'incendie. Cette réserve est remplie et disponible à tout moment pour une lutte contre un incendie. Une coupure d'alimentation en eau n'aurait aucune conséquence par rapport à la lutte contre un incendie.

Aucun potentiel de dangers afférents à la perte d'alimentation en eau n'est retenu.

Le projet de regroupement, transit et tri des batteries lithium-ion ainsi que le démontage des batteries, s'appuie sur des opérations mécaniques simples qui ne nécessitent pas de source de chaleur.

Le réseau de gaz naturel présent sur le site n'est pas nécessaire au projet : les conduites de gaz ont été purgées et démantelées dans le cadre de la mise en sécurité des installations de la précédente activité du site.

Aucun potentiel de dangers afférents à la perte d'alimentation en gaz n'est identifié.

4.6. Accidentologie

4.6.1. Objectifs de l'accidentologie

L'étude des accidents survenus sur des installations similaires à celles projetées sur le site STCM B1 a pour objectifs :

- de confirmer/compléter l'identification des potentiels de dangers ;
- de préparer l'analyse des risques : elle permet de cerner précisément les causes et conséquences des défaillances étudiées ;
- de s'assurer que les installations projetées seront conçues de telle sorte que ces accidents pourront être évités.

4.6.2. Méthodologie

L'étude de l'accidentologie externe est réalisée à partir de la base de données ARIA du Ministère en charge de l'Environnement – Direction de la Prévention de la Pollution et des Risques – Service de l'Environnement Industriel – Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI) ; cette base de données peut être consultée sur demande particulière ou sur le site internet (<http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/>).

Ensuite, il convient de procéder à une analyse statistique des scénarii sélectionnés dans le but de faire ressortir la répartition des phénomènes dangereux, ainsi que les principales causes et conséquences de leur occurrence.

4.6.3. Etude de la base de données ARIA du BARPI

Une recherche a été effectuée le 26 Février 2021 en utilisant le mot-clé « lithium » et la catégorie de matériel utilisé : « Batterie/piles ».

Les résultats de la recherche permettent de constater que 39 accidents en liens avec le stockage de batteries lithium-ion ont été recensés entre 2006 et 2020.

4.6.3.1. Répartition des accidents en fonction de leur typologie

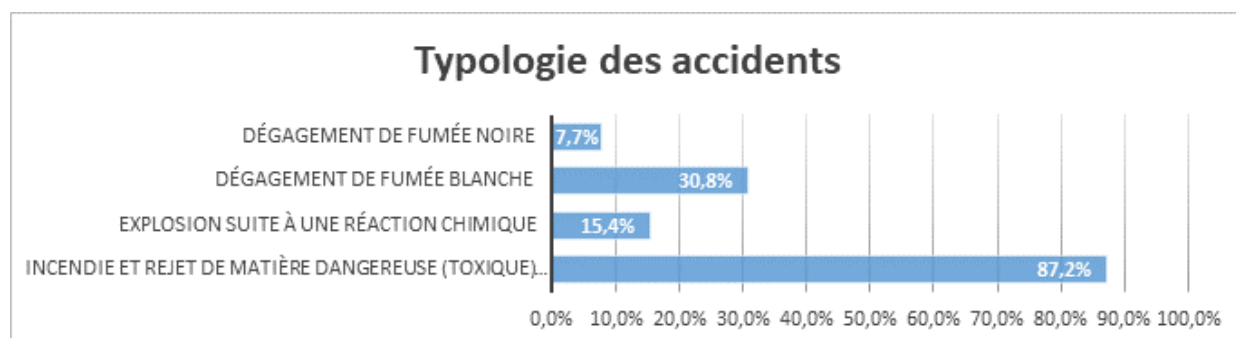


Figure 22 : Typologie des accidents (source: BARPI)

Dans 87,2% des cas les accidents issus d'une batterie/pile lithium-ion engendrent un incendie mais seulement 15,4% des cas engendrent une explosion. Près de 40% des accidents engendrent des fumées.

4.6.3.2. Conséquences des accidents

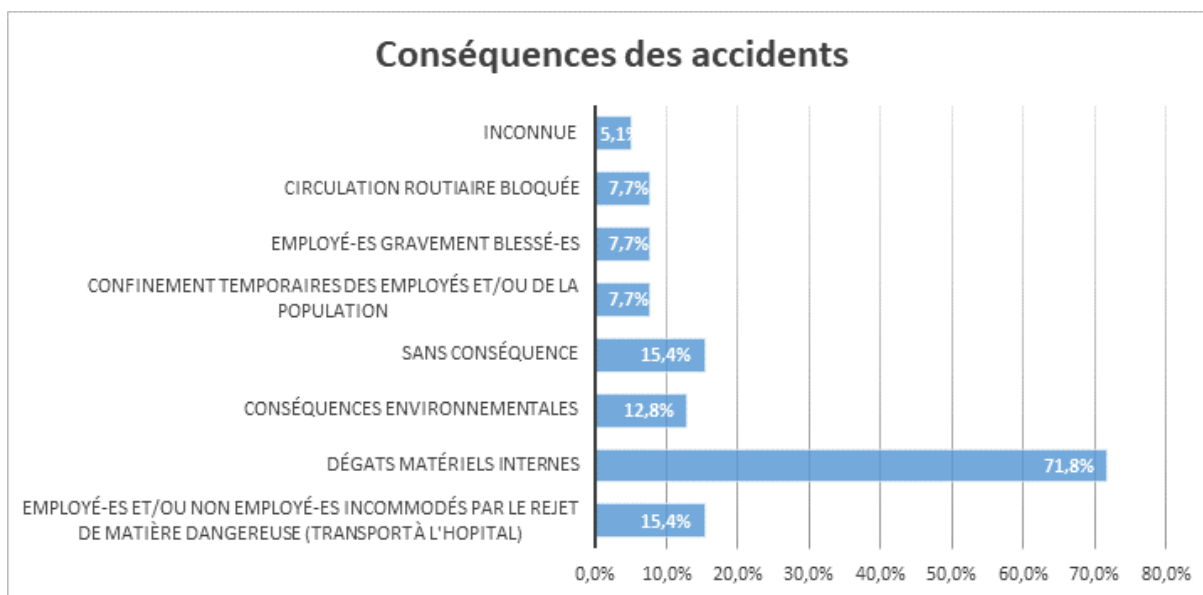


Figure 23: Conséquences des accidents (source: BARPI)

La grande majorité des conséquences sont simplement de la dégradation matérielle (à 71.8%) liée à un incendie ou à une explosion. Lorsque les événements deviennent massifs des mesures de confinement sont mis en place pour la population et les employés (7.7% des cas), les routes peuvent aussi être bloquées (7.7% des cas).

Près de 15.4% des cas ont engendré une hospitalisation pour des troubles légers après expositions aux fumées et près de 7.7% des cas engendrent des blessés graves (brulure au visage, ...). Cependant une part de ces accidents (15,4%) restent sans conséquence car majoritairement contrôler rapidement.

4.6.3.3. Causes des accidents

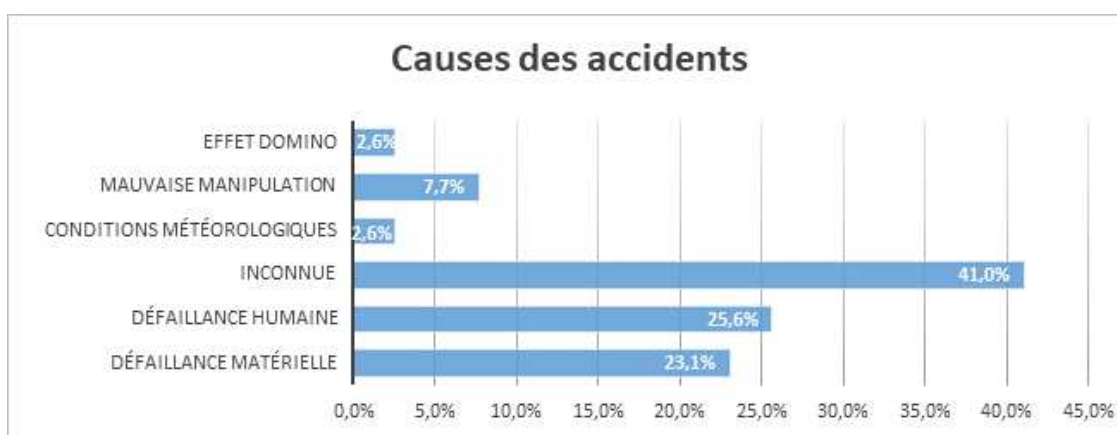


Figure 24: Causes des accidents

La principale cause identifiée des accidents recensés est liée à une défaillance humaine à 23,1% (consignes de stockage pas respectées, choc avec un engin mécanisé, ...).

Cependant la défaillance matérielle est très proche pour 23,1% des cas (court-circuit dû à une mauvaise fabrication...). Il est souligné que près de 41% des accidents n'ont pas de causes recensées.

4.6.4. Publication spécifique du BARPI

Dans le cadre des FLASH ARIA, le BARPI a publié en septembre 2018 « *Les piles au lithium usagées ne sont pas des déchets comme les autres !* ». L'analyse proposée est la suivante :

Le lithium réagit fortement avec l'eau et avec l'air, est dangereux pour l'environnement. Ces potentiels de danger s'expriment lorsqu'il y a perte de confinement de l'enveloppe des piles et accumulateurs, et potentiellement fuite d'électrolyte (lithium ionisé), ou lorsque ceux-ci sont pris dans un incendie :

- *Hydrolyse en présence d'eau ou d'air humide pour former de l'hydrogène gazeux avec risque d'explosion en espace restreint ou confiné (ARIA 18298, 15532) ;*
- *Inflammation au contact de l'oxygène et risque d'incendie, l'électrolyte étant assimilable à un liquide inflammable (ARIA 18298, 20539, 32208) ;*
- *Toxicité pour les organismes aquatiques en cas de rejet (ARIA 38858) ;*
- *Toxicité/corrosivité des fumées d'incendie contenant des hydroxydes de lithium, des composés métalliques (oxyde de Mg...) pouvant entraîner une pollution environnementale (ARIA 46675, 38858, 20539, 18298) ;*
- *Projections et effets « missiles » (ARIA 38858, 43090, 43482, 44320, 46675).*

Des points de vigilance sont par suite désignés parmi lesquels :

- *Préconditionner les P&A au lithium en amont du circuit de collecte en les neutralisant (immersion dans eau saline) ou en protégeant leurs bornes (ARIA 44320) ;*
- *Mettre en place un protocole approprié pour le transport des P&A au lithium endommagés (ARIA 50152 : manipulation à -20°C pour figer les liquides à l'intérieur).*
- *Former les intervenants aux risques spécifiques (ARIA 44320) ;*
- *Sensibiliser les acteurs en amont (ne pas jeter les P&A avec les déchets « tout venant », retirer les P&A des appareils électroniques avant dépôt en point de collecte) (ARIA 51459, 52020) ;*
- *Mettre en place des consignes d'exploitation pour limiter les risques d'accident pendant les périodes d'activité réduite : agir sur les horaires de réception pour une meilleure surveillance (ARIA 51459) ;*
- *Etre particulièrement vigilant pendant la manutention pour éviter les chutes, chocs (ARIA 18298, 32208) ;*
- *Prendre en compte les mesures de prévention et le REX disponible pour une organisation appropriée des stockages : distances de sécurité par rapport aux matières inflammables (penser au risque d'effet missile), murs coupe-feu, règles d'ilotage, tri des piles par type, prise en compte des risques d'incompatibilité avec d'autres déchets/produits, vigilance sur la nature des conteneurs utilisés (pour éviter l'introduction d'eau) (ARIA 40306, 26812, 32208, 33986, 38858). Ces mesures de prévention sont d'autant plus importantes quand le stockage a lieu à proximité de la présence de public (déchetteries) ;*
- *Prévoir les agents d'extinction appropriés (poudre pour feux de métaux ou sable), l'apport d'eau sur un feu de lithium pouvant raviver les flammes et entraîner le dégagement d'hydrogène inflammable (l'eau reste cependant nécessaire pour refroidir et éviter la dispersion de fumées toxiques) (ARIA 40306) ;*
- *Prévenir l'apparition de situations d'exploitation dégradées : ne pas différer le traitement (ARIA 40306), évacuer les stocks de P&A en attente d'expédition vers leur site de traitement avant l'atteinte de la capacité maximale disponible (ARIA 46675).*

Le projet intègre ces points de vigilance, comme présenté dans le chapitre suivant, relatif à l'étude de la réduction des potentiels de dangers à la source.

4.7. Etude de réduction des potentiels de dangers

4.7.1. Définition

Cette partie vise à présenter les dispositions prises pour supprimer ou substituer aux procédés dangereux, à l'origine des dangers potentiels, des procédés ou produits présentant des risques moindres et pour réduire autant que possible les quantités de matières en cause : la réduction du risque à la source est recherchée.

L'objectif est de démontrer que les conditions d'exploitation des activités du site intègrent le retour d'expérience des différentes accidentologies et qu'elles sont telles que les potentiels de dangers identifiés sont les moins préjudiciables possibles.

4.7.2. Principe de substitution / suppression

Il s'agit d'assurer la suppression / le remplacement des produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux.

La sécurité des batteries Li-ion est un des points particulièrement importants sur lequel travaillent les fabricants : ils mettent en place des barrières de sécurité pour réduire et maîtriser les risques. De gros progrès ont été réalisés pour assurer la sécurité des batteries depuis quelques années, y compris dans le choix des matériaux constituant les électrodes ou les électrolytes. Le choix d'une technologie représente cependant un compromis entre performance, durabilité et sécurité, et une technologie intrinsèquement sûre n'existera cependant pas dans les prochaines années.

Les principales barrières actives et passives actuellement utilisées sont les suivantes :

- des systèmes de régulation de la température (à l'eau, à l'air...) contrôlés par l'électronique
- des événements s'ouvrant en cas de brutale augmentation de pression
- des fusibles thermiques qui fondent quand des courants trop importants circulent
- des équipements permettant de limiter le courant passant à travers les cellules
- des séparateurs permettant de couper les réactions en cas d'augmentation de la température
- l'ajout d'additifs dans l'électrolyte pour réduire la réactivité à l'intérieur des cellules.

Les batteries lithium-ion constitue le produit exploité dans le cadre des activités de stockage de démantèlement : il ne peut être remplacé.

Néanmoins, il est souligné que STCM B1 ne réalisera pas la réception de batteries de type lithium-métal ou encore de containers de batteries, dont la nature et la quantité auraient constitué une augmentation du potentiel de dangers « produit ».

STCM B1 a défini un **Certificat d'Acceptation Préalable** pour encadrer la nature des batteries lithium-ion acceptées en réception. Il est en particulier indiqué que les batteries non intégrées à réception ne seraient pas acceptées sur site et retournées à l'expéditeur, ou disposées dans des containers de sécurité dédiés sur site en attente d'enlèvement. Le Bordereau de Suivi de Déchets complète le transport et la réception sur site.

Les batteries sont des batteries Li-Ion de véhicules électriques, hybrides ou des batteries industrielles (code UN 3480). Elles sont transportées conformément aux préconisations du transport de matières dangereuses (manuel de l'ADR). Selon les batteries elles pourront être conditionnées soit sur palette, soit dans des emballages conformes aux exigences de l'ADR.

A noter que pour être acceptées au transport, les batteries auront été caractérisées conformes à des tests qui incluent : test thermique, vibrations, coups, court-circuit externe, test d'impact / de compression, surcharge ou encore décharge forcée.

Le principal risque associé aux produits de conditionnement est l'incendie. La minimisation des risques consiste donc principalement en la suppression d'un apport d'énergie suffisante pour déclencher un incendie. L'exploitant a instauré différents dispositifs ou procédure, telles : interdiction de fumer sur l'ensemble du site, permis de travail par point chaud, protection foudre sur l'ensemble du site, vérification des installations électriques.

Les emballages sont constitués de bois et cellulose, et de matières plastiques de type polypropylène et polyéthylène. Ces plastiques ne génèrent pas de gaz toxiques tels que l'acide chlorhydrique ou l'acide cyanhydrique en cas d'incendie.

4.7.3. Principe d'intensification

Il s'agit d'exploiter en minimisant les quantités de substances dangereuses utilisées.

Le projet se réalise en 2 phases : une unique activité de stockage de batteries lithium-ion dans activité de démantèlement pour une capacité maximale de 20 tonnes, puis une seconde phase avec augmentation de la capacité en batteries et activités de tri / démontage.

La première phase limite la quantité de produits dangereux (batteries) sur le site.

Les conditionnements ne sont pas des produits dangereux mais combustibles. L'activité d'emballage des modules n'est pas réalisée en première phase et sera réalisée sur une zone délimitée en seconde phase, en appelant la quantité nécessaire et suffisante de consommables par rapport au flux de production sur zone.

4.7.4. Principe d'atténuation

Il s'agit de définir des conditions opératoires ou de stockage moins dangereuses.

Les batteries font l'objet de contrôles avant d'être stockées sur rayonnages sur le site. Le premier contrôle opéré à réception est d'ordre administratif (existence du Bordereau de Suivi de Déchets, respect du Certificat d'Acceptation Préalable...). Puis la batterie fait l'objet d'un contrôle visuel. Les contrôles portent sur l'état physique de la batterie, détérioration, endommagement. Si la batterie est refusée, elle est reprise par le transporteur.

Si malgré tous les contrôles effectués, il s'avérerait qu'une batterie pourrait présenter des risques, celle-ci serait isolée dans la zone de stockage temporaire « critique » présentant une structure adaptée protégée des intempéries de type containers sécurisés et munie de caméras thermiques (zone L). Elle sera évacuée dans les meilleurs délais vers un exutoire autorisé à recevoir ce type de batterie (recycleurs).

La première étape du processus de démantèlement consiste en la décharge électrique des batteries. La décharge est une décharge lente (au maximum à 20% de la capacité) jusqu'à coupure par la protection BMS³ interne à la batterie, par banc de décharge, résistance ou onduleur.

La sécurité d'une batterie électrique est largement assurée (protection active) par le BMS, permettant de contrôler de nombreux paramètres (températures, courants, tensions, niveau de charge,) et de déclencher les actions de sécurité en cas de dérive, du type condamnation de l'alimentation électrique par exemple. Le BMS, parmi d'autres fonctions, assure un rôle primordial en matière de sécurité d'usage de la batterie. C'est un dispositif de sécurité indispensable à la prévention des risques d'emballement thermique.

Les constructeurs imposent en général des seuils élevés d'exigence en sécurité fonctionnelle pour garantir le fonctionnement du système en situation dégradée.

En vis-à-vis de la zone de décharge, une zone est dédiée à la mise en quarantaine de 48h de la batterie déchargée. L'objectif est de vérifier l'absence de développement d'une réaction d'échauffement de la batterie suite à l'opération de décharge. La durée de quarantaine est suffisante pour assurer la relaxation électrique des cellules composant la batterie.

En l'absence de normes ou réglementation dans ce domaine, les préconisations de l'arrêté ministériel du 03/08/2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925 de la nomenclature des ICPE ont été considérés, bien que ledit arrêté ne soit pas applicable.

Toutes les batteries qui auront été déchargées seront donc mises en quarantaine de 48h

Nota importante :

Dans le cas où certaines batteries ne pourraient pas être déchargées (par exemple en cas de protocole singulier du constructeur, dispositions physiques de la batterie incompatibles avec les équipements du site, blocage de fonctionnement du à la carte BMS, ou en défaut critique au niveau des éléments suite au diagnostic de la carte BMS), elles seraient directement démontées dans la zone dédiée (zone G) dans le respect des règles de travail sous tension (cf. chapitre ci-dessous). Ces batteries seront identifiées, et les modules issus du démontage également. Ces modules seront alors déchargés (et uniquement déchargés) puis mis en quarantaine de 48h, selon le même processus, sur des étagères prévues à cet effet dans la zone de test des modules (zone H).

Les modules extraits des batteries lithium-ion lors de l'opération de démontage, sont testés sur des bancs de tests ou contrôlés. La zone de test est située en partie sud-ouest du bâtiment B1. Deux types de tests peuvent être conduits : la décharge complète ou la caractérisation en capacité (cycles de charge/décharge).

³ Battery Management System (Système de Contrôle des Batteries d'Accumulateurs)

Les modules amenés aux bancs de tests ne seront plus équipés de la carte BMS (qui assure la mise en sécurité du module en cas d'échauffement des cellules). Ainsi, les bancs de tests seront équipés d'un dispositif équivalent qui garantira la mise en sécurité du module lors des opérations de charge et décharge conduites sur les bancs.

Une fois les modules déchargés ou testés, ils sont conduits sur une zone tampon avant emballage. Cette zone tampon (étagères) est située en regard de la zone de test. Les modules seront stockés pour une période de 48h (cf. § 1.4.2.4, processus analogue à celui des batteries). Ensuite ils seront conduits sur la zone d'emballage des modules (zone I).

4.7.5. Principe de limitation des effets

Il s'agit de concevoir l'installation de façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un événement accidentel.

La zone de stockage des batteries réceptionnés et validées en réception est implantée en partie nord du bâtiment B1 sur une emprise au sol de l'ordre de 400 m² (20 m x 20 m). Cette zone de stockage peut accueillir 432 palettes, disposées sur rayonnages.

Les rayonnages sont distants pour faciliter le passage des engins de manutention mais aussi pour éloigner les rangées de batteries entre elles et se prémunir / réduire une propagation d'incendie d'un rack à un autre.

L'ensemble de la zone de stockage est couvert par des caméras thermiques (conformes à la norme NPP). L'ensemble de la zone est sectorisé par parois REI 120, d'une hauteur de 5m, afin de maintenir tout effet thermique d'incendie sur site et tout effet domino sur une installation interne voisine.

Nota : Pour l'activité de transit regroupement lors de la première étape, les batteries seront stockées au sol et sur rayonnages. La zone sera cantonnée par murs en blocs de béton. Deux lignes de racks sont prévues. Elles sont éloignées de 9 m, afin de supprimer la propagation d'un incendie d'une ligne à l'autre.

Pour les batteries de grande capacité (principalement batteries de véhicules électriques) la décharge sera réalisée en extérieur, sous l'auvent Est, dans des containers sécurisés adaptés, avec caméras thermiques et dispositifs d'arrosage en cas de départ de feu (zone F).

Pour les batteries de plus petites capacité, la décharge sera réalisée dans des boxes dédiés (murs séparatifs REI120) à l'intérieur du bâtiment (zone C).

Les postes de décharge et postes de quarantaine sont délimités dans des boxes par des parois séparatrices fixes coupe feu 2h de hauteur 3m.

Les postes de décharges n'accueillent qu'une batterie

Le postes de quarantaine peuvent accueillir de 2 à 4 batteries.

L'ensemble des zones d'activités de démantèlement et la zone de stockage est couvert par des caméras thermiques (conformes à la norme NPP) et par une détection incendie.

Les batteries dites critiques ou les déchets de production pouvant présenter un danger (auto-inflammation) seront stockés dans des containers sécurisés situés à l'extérieur du bâtiment en partie Nord.

Ces containers seront équipés de tous les dispositifs de sécurité nécessaires :

- surveillance par caméras thermiques ;
- installation de sprinklage ;
- parois REI120 ;
- bacs de rétention sur lesquels seront entreposées batteries ou déchets critiques.

4.8. Synthèse des potentiels de dangers

L'examen des potentiels de dangers liés aux produits, et aux procédés (conditions opératoires et équipements), a démontré que les principaux dangers étaient inhérents aux caractéristiques des produits, et aux opérations de manutentions et décharges / tests des batteries / modules.

Le projet STCM B1, objet de la Demande d'Autorisation Environnement, et de la présente étude de dangers est caractérisé par les opérations suivantes sur les batteries lithium-ion :

- Réception
- Contrôles
- Stockage
- Décharge
- Démontage
- Stockage des composants matières issues du démontage (déchets) avant expédition
- Test des modules
- Emballage des modules
- Stockage des modules emballés avant expédition.

La synthèse des potentiels de dangers a pour objectifs :

- De faire le lien entre les dangers sélectionnés liés au procédé et liés aux produits associés ;
- D'identifier les phénomènes dangereux potentiels issus de cette association ;
- D'analyser la pertinence de l'identification selon la réalité physique du procédé et des produits ;
- De cibler les équipements qui, compte tenu de cette analyse, seront retenus dans le cadre de l'étude de la libération des potentiels de dangers.

Cette étape vise à réaliser une sélection des potentiels de dangers, en écartant les potentiels qui ne pourraient induire un accident dont les effets pourraient être significatifs pour les tiers et/ou les installations du site projeté.

Une fois ces potentiels sélectionnés, ils seront caractérisés via l'évaluation de l'intensité des effets associés aux phénomènes dangereux sélectionnés.

Au sortir de cette étape de caractérisation des potentiels de dangers sélectionnés, une Etude Détaillée des Risques sera réalisée pour les accidents ayant des effets hors des limites de propriété de l'établissement projeté.

Il est rappelé que dans le cadre de la réalisation de l'étude de dangers de l'établissement, seuls les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur (et donc présentant des effets au moins irréversibles à l'extérieur de l'établissement) nécessitent d'être caractérisés en probabilité. Par conséquent, l'identification des barrières de sécurité existantes et l'attribution éventuelle d'un niveau de confiance seront à réaliser au minimum pour les seules situations accidentelles présentant des conséquences potentiellement majeures [INERIS-DRA-EVAL-46055 - 09 : l'étude de dangers d'une Installation Classée].

Les potentiels de dangers identifiés et sélectionnés pour le projet de stockage et démontage des batteries lithium-ion sur l'établissement STCM B1 implanté sur le territoire de la commune de Bazoches-les-Gallerandes sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Famille	Nature	Caractéristiques	Sélection
Environnement naturel	Contexte géologique	<ul style="list-style-type: none"> Aléa fort de retrait-gonflement des argiles mais pas de PPRn dédié Implantation de bâtiments de surfaces Activités ne requérant pas de procédés industriels complexes, ni de réseaux de fluides dangereux 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
		<ul style="list-style-type: none"> 5 mouvements de terrains sur la commune mais le plus proche à 5 km Aucun mouvement de terrains passé sur le site Plusieurs cavités ouvrages et naturelles sur la commune mais la plus proche à plus de 2 km du site Implantation de bâtiments de surfaces Activités ne requérant pas de procédés industriels complexes, ni de réseaux de fluides dangereux Pas de PPRn mouvements de terrains ou cavités 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
	Contexte sismique	<ul style="list-style-type: none"> Classé en zone 1 d'après le zonage du 1^{er} mai 2011 10 Séismes ressentis sur la commune Effets ressentis limités n'ayant pas conduit à des dommages notables sur les structures 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
	Contexte inondation	<ul style="list-style-type: none"> Cours d'eau à plus de 8 km Pas de TRI, ni de PPRi Zone non sujette aux remontées de nappe 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
	Contexte foudre	<ul style="list-style-type: none"> Densité de foudroiement inférieure à la moyenne française Dispositifs de protection contre la foudre adaptés au niveau de risque présenté par les installations 	Non Retenu : Pas de potentiel de dangers significatif <i>(Est appréciée comme source d'énergie potentielle en cas de dysfonctionnement de la protection foudre)</i>
	Conditions climatiques	<ul style="list-style-type: none"> Conditions climatiques d'intensité non préjudiciables Ouvrages dimensionnés pour répondre aux charges climatiques (neige, vent...) 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
Environnement humain	Infrastructures de transport	<ul style="list-style-type: none"> Accès au site unique se réalise par un portail, en retrait, depuis la D927 qui jouxte le site au sud Circulation en ville de vitesse réduite Eloignement significatif des installations stockage des infrastructures de transport routières (100 m) 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
		<ul style="list-style-type: none"> Ligne ferroviaire la plus proche : à 9 km Eloignement significatif des installations du site des infrastructures de transport ferroviaire 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
		<ul style="list-style-type: none"> Aucune voie navigable identifiée à proximité Eloignement significatif de l'établissement du réseau de transport fluvial 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
		<ul style="list-style-type: none"> Aérodrome le plus proche : Pithiviers à 11 km Etablissement STCM B1 non considéré à proximité d'un aéroport (cf distance de 2 km pour un site SEVESO) Etablissement hors zone critique définie par Sécurité Civile, par rapport aux axes des pistes 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif
	Contexte industriel	<ul style="list-style-type: none"> 6 Etablissement ICPE dans le rayon d'affichage au moins à Enregistrement Silo à plus de 150 m : pas d'effets liés aux explosions de poussières attendus sur les installations STCM B1 	Non retenu : Pas de potentiel de dangers significatif

Famille	Nature	Caractéristiques	Sélection
Produits	Batteries lithium-ion	<ul style="list-style-type: none"> Produits composés de modules, modules composés de cellules, cellules composés d'électrolyte liquide de type solvants inflammables Si élévation de température, évaporation de l'électrolyte, création de chaleur supplémentaire et des gaz combustibles. Augmentation de la pression, libération de gaz inflammables et apparition de flammes à l'extérieur de la batterie. L Le courant thermique d'une seule cellule peut suffire à chauffer les cellules voisines du bloc de batterie : réaction en chaîne au sein des cellules, des modules. En cas de choc, d'agression thermique, de surcharge, de court-circuit : rupture /ouverture de la cellule, avec libération de gaz toxiques et/ou incendie. 	<p style="text-align: center;">Retenu :</p> <p>✓ Incendie de batterie(s) sur zone de stockage et activités</p>
	Carburants	<ul style="list-style-type: none"> GO et GNR est un liquide inflammable, nocif, dangereux pour l'environnement et toxique pour les organismes aquatiques Point d'éclair > 55°C Produit stable en condition normale de stockage et d'utilisation Cuve sur rétention et Aire de dépotage sur rétention 	<p style="text-align: center;">Retenu :</p> <p>Epandage de produits et pollution des sols : présence d'une mesure de protection passive : rétention des cuves et de l'aire de dépotage Incendie d'une nappe de liquides inflammables : présence d'une mesure de protection passive : rétention des cuves et de l'aire de dépotage et point d'éclair > 55°C et absence de source d'inflammation à proximité</p>
	Produits de conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> Opération d'emballages des modules Utilisation de palettes bois, cartons et films plastiques : Faible quantité sur zone Eloignement des cibles D1 et D2 et zone B et protection par mur REI120 	<p style="text-align: center;">Non retenu :</p> <p>Pas de potentiel de dangers significatif</p>
Procédés	Equipements	<ul style="list-style-type: none"> Le démontage des batteries n'appelle alors aucun procédé industriel significatif puisque seules des opérations manuelles et de petite mécanique sont réalisées sur des postes de travail de type « établis ». 	<p style="text-align: center;">Non retenu :</p> <p>Pas de potentiel de dangers significatif</p>
	Conditions opératoires	<ul style="list-style-type: none"> Les activités de stockage et de démantèlement de batteries pourraient occasionner des situations dangereuses justifiées par la manipulation des batteries et les opérations de décharge et tests des modules (court-circuit, surchauffe...). 	<p style="text-align: center;">Retenu :</p> <p>En tant qu'événements initiateurs potentiels des événements redoutés centraux « incendie batteries » désignés ci-avant</p>
	Réactions chimiques	<ul style="list-style-type: none"> Aucune opération de transformation de produits ou de mélanges, nécessitant des conditions opératoires et/ou des réactions chimiques singulières n'est réalisée. 	<p style="text-align: center;">Non Retenu :</p> <p>Pas de potentiel de dangers significatif</p>
	Transfert et approvisionnement	<ul style="list-style-type: none"> L'utilisation incorrecte du chariot ou l'arrimage inadapté de la batterie transporté pourrait occasionner un risque de chute de la batterie et un endommagement mécanique, pouvant entraîner un écoulement de l'électrolyte, des réactions de surpression avec soufflage des produits de réaction gazeux, des départs de feu... 	<p style="text-align: center;">Retenu :</p> <p>En tant qu'événements initiateurs potentiels des événements redoutés centraux « incendie batteries » désignés ci-avant</p>
	Perte d'utilité	<ul style="list-style-type: none"> Les équipements de sécurité seront secourus sur onduleur en cas de perte de l'alimentation générale électrique 	<p style="text-align: center;">Non Retenu :</p> <p>Pas de potentiel de dangers significatif</p>

Tableau 7 : Synthèse des potentiels de dangers sélectionnés sur l'établissement STCM B1

La montée en température sur une batterie sur cette zone puis développement d'un emballage thermique / incendie n'est pas retenue car les batteries n'y sont présentes que pendant une durée limitée au contrôle avant d'être remises en zone de stockage dédiée.

Zone B : stockage des batteries contrôlées et acceptées

Les batteries contrôlées et acceptées sont adressées sur la zone de stockage B implantée en partie Nord du magasin. Pour rappel, uniquement des batteries non critiques sont stockées dans cette zone. Les batteries critiques sont adressées dans un container de sécurité dédié en extérieur (zone L).

La zone de stockage des batteries réceptionnés et validés en réception est implantée en partie nord du bâtiment B1 sur une emprise au sol de l'ordre de 400 m² (20 m x 20 m).

Cette zone de stockage peut accueillir 432 palettes disposées sur 3 doubles-racks métalliques. La zone accueille également les modules démontés et testés. La zone peut accueillir un stock d'environ 60 tonnes de batteries et 50 t de modules.

L'ensemble de la zone est sectorisé par parois REI 120, hauteur supérieure à 5 m en périphérie ainsi que par une paroi REI120 avec porte coupe-feu 2h sur toute la hauteur du bâtiment permettant la sectorisation vis-à-vis du reste du bâtiment. Le schéma ci-dessous présente les caractéristiques de cette sectorisation (voir zone dans le cercle rouge).

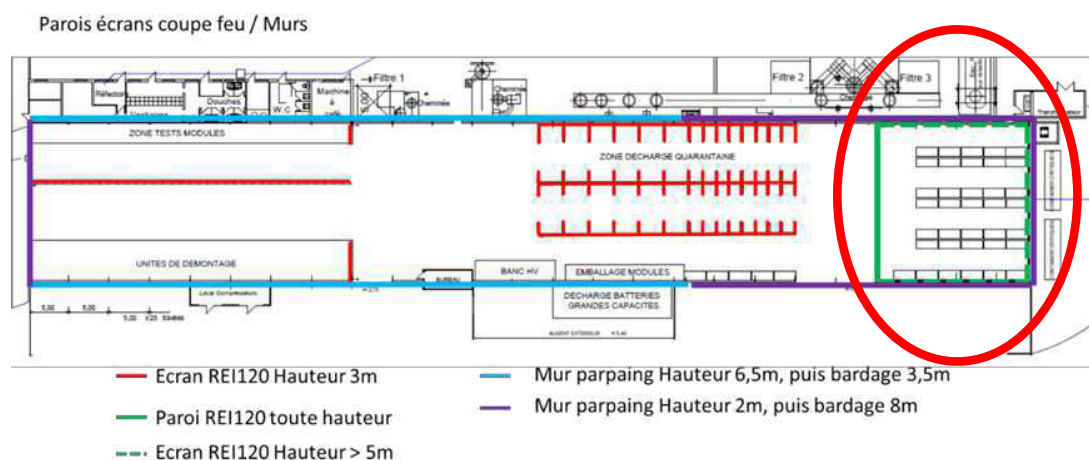


Figure 26: Caractéristiques de sectorisation zone B

La montée en température sur une batterie sur cette zone puis développement d'un emballage thermique / incendie est retenue. Du fait du mode de stockage, et de batteries voisines sur un même rack, il est d'ores et déjà envisagé une propagation à l'ensemble d'un rack. Dans une approche enveloppe il est également considéré une propagation à l'ensemble de la zone de stockage, impliquant alors la contribution à l'incendie / emballage de l'ensemble des batteries et modules sur zone.

Durant l'activité de transit de batteries, pour un tonnage sur site de 20 tonnes lors de la première étape du projet les batteries seront stockées au sol et sur racks (144 palettes). La zone sera cantonnée par des murs en blocs de béton de 2,5 m de hauteur, en sus des parois en parpaings de 100 mm épaisseur du bâtiment. L'incendie généralisé de la zone est retenu.

Zone C : décharge des batteries en intérieur pour batteries de petites capacité

La première étape du processus consiste en la décharge électrique des batteries. Celle-ci peut être réalisée dans les zones C ou F. L'objectif est de vider les batteries réceptionnées de toute énergie électrique résiduelle avant d'engager la procédure de démantèlement. La décharge est une décharge lente (jusqu'à 20% de la capacité) jusqu'à coupure par la protection BMS⁴ interne à la batterie, par banc de décharge, résistance ou onduleur.

Avant d'engager la décharge de la batterie, un contrôle des codes défauts présent dans la mémoire de la carte BMS sera réalisé. Ce contrôle permettra de s'assurer que la batterie est « déchargeable » en toute sécurité. Les situations suivantes seront notamment vérifiées:

- Que la carte BMS ne bloque pas la batterie (contacteur principal ouvert, pour des problèmes de défaut d'isolation par exemple).
- Que les défauts éventuels lus ne concernent pas des critères de sécurité au niveau des éléments (température excessive, tension excessive ou trop basse rencontré au cours de la vie de la batterie)

Nota important:

Dans le cas où certaines batteries ne pourraient pas être déchargées (par exemple en cas de protocole singulier du constructeur, dispositions physiques de la batterie incompatibles avec les équipements du site, blocage de fonctionnement du à la carte BMS, ou en défaut critique au niveau des éléments suite au diagnostic de la carte BMS), elles seraient directement démontées dans la zone dédiée (zone G) dans le respect des règles de travail sous tension (cf. chapitre ci-dessous).

Ces batteries seront identifiées, et les modules issus du démontage également. Ces modules seront alors déchargés (et uniquement déchargés) puis mis en quarantaine de 48h, selon le même processus, sur des étagères prévues à cet effet dans la zone de test des modules (zone H).

Pour les batteries de petites capacité, la décharge se réalise dans des boxes dédiés séparés par des murs REI120. La paroi ouest de la zone de décharge fait également l'objet d'une prescription de comportement au feu REI120. Les murs REI possèdent une hauteur de 3 m.

Le schéma ci-dessous présente les caractéristiques et localisation des parois écran thermique (voir zone dans cercle rouge).

⁴ Battery Management System (Système de Contrôle des Batteries d'Accumulateurs)

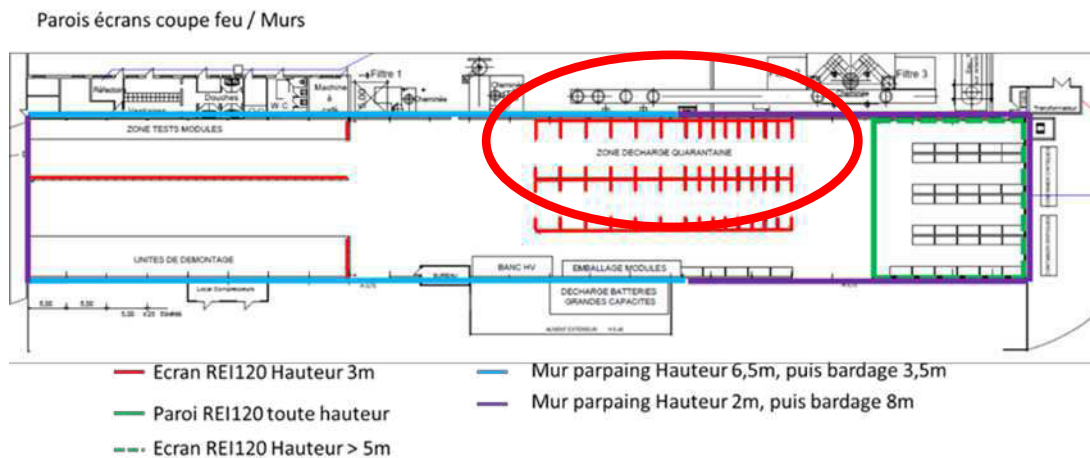


Figure 27: Caractéristiques de sectorisation zones C et D

La montée en température sur une batterie sur cette zone puis développement d'un emballement thermique / incendie est retenue. L'analyse des potentiels de dangers a souligné que les opérations de charge / décharge pouvaient conduire à l'occurrence d'événements initiateurs de l'ERC (court-circuit, échauffement, mauvais chargeur...).

Du fait de l'utilisation simultanée de tous les bancs de décharge de la zone, la montée en température sur chacune des batteries en opération de décharge sur la zone est retenue.

En vis-à-vis de la zone de décharge, une zone est dédiée à la mise en quarantaine de 48h de la batterie déchargée. L'objectif est de vérifier l'absence de développement d'une réaction d'échauffement de la batterie suite à l'opération de décharge. La durée de quarantaine est suffisante pour assurer la relaxation électrique des cellules composant la batterie.

En l'absence de normes ou réglementation dans ce domaine, les préconisations de l'arrêté ministériel du 03/08/2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925 de la nomenclature des ICPE ont été considérés, bien que ledit arrêté ne soit pas applicable.

La montée en température sur une batterie dans un box de quarantaine de la zone C est retenue en supposant que la décharge n'a pas été efficace et sécurisée de telle sorte qu'un emballement de la batterie survienne.

A l'instar de l'analyse ayant conduit à l'hypothèse d'un emballement simultané des batteries aux postes de décharge, il est supposé la mise en défaut de l'ensemble des opérations de charge pour une ligne de telle sorte que l'ensemble des batteries en quarantaine fassent l'objet d'un départ de feu.

Les batteries disposées dans les boxes de quarantaine de la zone C sont éloignées de 3,5 m des postes de décharge. L'étude des effets thermiques des incendies identifiés précédemment désignera l'occurrence ou non d'un emballement généralisé sur la zone C : ligne de décharge et ligne de quarantaine (cf étude des effets dominos).

Zone D : zone de quarantaine temporaire des batteries déchargées

La zone D complète la ligne de quarantaine de la zone C. Les batteries ayant fait l'objet d'une opération de décharge sont déposées dans des boxes pour une durée de 48 h pour vérifier l'absence de développement d'une réaction d'échauffement de la batterie suite à l'opération de décharge.

NOTA sur ZONE de QUARANTAINE :

En vis-à-vis de la zone de décharge, une zone est dédiée à la mise en quarantaine de 48h de la batterie déchargée. L'objectif est de vérifier l'absence de développement d'une réaction d'échauffement de la batterie suite à l'opération de décharge. La durée de quarantaine est suffisante pour assurer la relaxation électrique des cellules composant la batterie.

72 boxes de quarantaine sont prévus, pouvant accueillir de 2 (boxes 1.5m) à 4 (boxes 3m) batteries, soit un total de 120 emplacements ou palettes. Ces batteries seront stockées sur un niveau, au sol ou sur dessertes. Le nombre d'emplacements est suffisamment dimensionné pour accueillir les batteries déchargées dans les boxes de décharge mais également celles qui auront été déchargées dans les containers de décharge pour batterie grande capacité (zone F).

En l'absence de normes ou réglementation dans ce domaine, les préconisations de l'arrêté ministériel du 03/08/2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925 de la nomenclature des ICPE ont été considérés, bien que ledit arrêté ne soit pas applicable.

Toutes les batteries qui auront été déchargées seront donc mises en quarantaine de 48h (cette durée concerne les véhicules présentant des défauts de charge dans l'AM précité).

A l'instar de la zone C, les boxes sont séparés par des murs REI120. Les parois est et ouest de la zone de quarantaine D font également l'objet d'une prescription de comportement au feu REI120. Les murs REI possèdent une hauteur de 3 m. Le schéma ci-dessus présente les caractéristiques et localisation de ces parois.

La sélection des phénomènes dangereux est identique à celle opérée sur la zone C : il est supposé qu'une batterie ou que l'ensemble des batteries sur la zone ont subi une opération de charge défaillante telle qu'elles font l'objet d'un emballement thermique.

Zone E : zone de bancs forte puissance pour décharge des batteries de grande capacité

La zone E accueille exclusivement des bancs de décharge : les batteries de grande capacité à décharger sont implantées dans un container dédié en zone F, sous auvent, extérieure au bâtiment B1.

Les bancs de décharge sont intégrés dans une construction modulaire régulée en température, à l'intérieur du bâtiment. Les batteries qui sont déchargées via ces bancs sont placées à l'extérieur du bâtiment (zone F). Une traversée de cloison est prévue pour les réseaux (électrique, hydraulique)

En l'absence de batteries sur zone aucun phénomène dangereux n'est retenu.

Zone F : décharge des batteries de grande capacité

La zone F est en relation directe avec la zone E qui abrite les bancs qui assurent l'opération de décharge. La zone F abrite des containers sécurisés adaptés, avec caméras thermiques, parois adaptées et dispositifs d'arrosage en cas de départ de feu. Les bancs sont reliés électriquement aux containers.

Les containers envisagés sont similaires à ceux définis pour la remise des batteries critiques (zone L).

La montée en température sur une / des batterie(s) dans un container puis développement d'un emballage thermique / incendie est retenue. L'analyse des potentiels de dangers a souligné que les opérations de charge / décharge pouvaient conduire à l'occurrence d'événements initiateurs de l'ERC (court-circuit, échauffement, mauvais chargeur...).

Néanmoins compte-tenu du volume réduit des containers et de l'inventaire limité des batteries ainsi que des barrières de protection passives que constituent l'ensemble des parois des containers, les effets thermiques du phénomène dangereux seraient a priori circonscrits au container.

Zone G : zone de démontage des batteries après quarantaine

L'opération de démontage consiste à séparer tous les composants de la batterie, jusqu'au niveau des modules. La zone de démontage est de l'ordre de 200 m² et comportera environ 8 postes. Ils sont séparés par des cloisons mobiles. Les batteries en cours de démontage peuvent rester sur zone pendant les périodes de fermeture du site.

Dans une approche dimensionnante, il est supposé la montée en température sur une batterie sur cette zone puis développement d'un emballage thermique / incendie

Du fait de l'agencement des postes et de cloisons séparatrices sans comportement au feu singulier, il est ores et déjà envisagé une propagation à l'ensemble des établis de démontage : l'emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries de la ligne de démontage est retenue.

Zone H : zone de test des modules des batteries (cycle de charge et décharge)

Les modules extraits des batteries lithium-ion lors de l'opération de démontage, sont testés sur des bancs de tests ou contrôlés. La zone de test est située en partie sud-ouest du bâtiment B1.

La paroi ouest de la zone est un mur REI120, tout comme les retours de parois Nord et Sud de la zone.

Les modules amenés aux bancs de tests ne seront plus équipés de la carte BMS (qui assure la mise en sécurité du module en cas d'échauffement des cellules). Ainsi, les bancs de tests seront équipés d'un dispositif équivalent qui garantira la mise en sécurité du module lors des opérations de charge et décharge conduites sur les bancs. Cette zone est également surveillée par des caméras thermiques.

La montée en température sur un module déposé sur les bancs de test est retenue. L'analyse des potentiels de dangers a souligné que les opérations de charge / décharge pouvaient conduire à l'occurrence d'événements initiateurs de l'ERC (court-circuit, échauffement, mauvais chargeur, défaillance du dispositif de substitution du BMS...).

Du fait de l'utilisation simultanée de tous les bancs de tests de la zone, la montée en température sur chacun des modules en opération de test sur la zone est retenue.

A noter que la Zone H est éloignée de la zone G de démontage des batteries et séparée par une paroi REI120, d'une hauteur de 3m : cette disposition passive vise à interdire la propagation d'un départ de feu d'une zone vers l'autre zone, comme indiqué sur le schéma ci-dessous (cercle rouge)

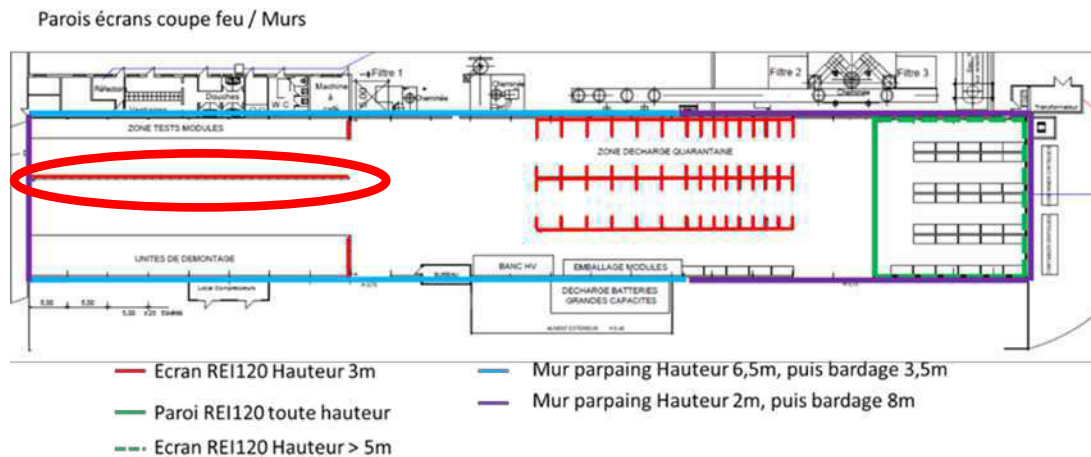


Figure 28: Paroi écran thermique entre zone démontage et zone test

Zone I : zone de conditionnement des modules

Une fois les modules déchargés ou testés, ils sont conduits sur la zone d'emballage des modules. La zone dévolue à cette activité est positionnée en paroi est du magasin B1, au nord du banc de décharge des batteries de grande capacité (Zone E).

La zone I n'est occupée par des modules que lors de l'opération d'emballage, en présence des opérateurs formés à la tâche et aux risques de l'opération et du produit. L'ensemble des modules est remis en zone B hors des périodes d'ouverture du site.

La montée en température sur un module sur cette zone puis développement d'un emballage thermique / incendie n'est pas retenue car les modules n'y sont présents que pendant une durée limitée à l'emballage avant d'être remis en zone de stockage dédiée pour expédition.

Zone J : zone de stockage avant expédition des matières autres que les modules

Les déchets matières (autres que les modules) récupérés lors du démontage des batteries sont déposés dans des bacs sur une zone de stockage dédiée, à l'intérieur du bâtiment. Ces déchets sont conditionnés et stockés sur racks avant expédition pour recyclage sur une surface d'environ 100 m².

Les types de déchets, autres que les modules, issus de l'opération de démontage de la batterie sont : aluminium ; fer, et métaux divers ; câbles électriques (aluminium ou cuivre), et bus-bar en cuivre ; composants électriques (capteurs, contacteurs, fusibles, etc...) ; plastiques ; cartes électroniques.

Les produits combustibles se limitent aux seuls plastiques. Dans une approche dimensionnante, le départ de feu sur un stockage de plastiques en bennes dédiées sera étudié.

Zone K : zone de stockage des modules conditionnés avant expédition

Une fois emballés les modules sont stockés dans la zone de stockage nord, zone B. Dans cette zone, environ 66 palettes de modules pourront être entreposées. Cette zone dédiée module est incluse dans la zone de stockage batterie, dont la description et l'analyse a été proposée ci-avant.

Les modules contribuent au phénomène sélectionné d'incendie généralisée sur la zone B.

Zone L : zone de stockage des matières (batteries ou modules) dits critiques

Les batteries dites critiques ou les déchets de production pouvant présenter un danger (auto-inflammation) seront stockés dans des containers sécurisés situés à l'extérieur du bâtiment en partie Nord. Les dimensions d'un container sont environ 7,4 x 1,8 m. 2 containers peuvent être implantés dans cette zone nord.

Ces containers seront équipés de tous les dispositifs de sécurité nécessaires : surveillance par caméras thermiques ; installation de sprinklage ; parois coupe-feu 2h.



Figure 29: Photographie d'un container pour le stockage de batteries critiques

La montée en température sur une / des batterie(s) dans un container puis développement d'un emballage thermique / incendie est retenue. L'analyse des potentiels de dangers a souligné que les opérations de charge / décharge pouvaient conduire à l'occurrence d'événements initiateurs de l'ERC (court-circuit, échauffement, mauvais chargeur...).

Néanmoins compte-tenu du volume réduit des containers et de l'inventaire limité des batteries ainsi que des barrières de protection passives que constituent l'ensemble des parois REI120 des containers, les effets thermiques du phénomène dangereux seraient a priori circonscrits au container.

Zone M : actuelle zone de stockage et future zone mise au point process de démontage des batteries

Dans cet atelier (ancien Magasin métaux), sera mis au point le process de démontage batterie, qui consiste en la rédaction des fiches de postes (description détaillée des opérations de démontage). Le magasin métaux B1 dispose de parois parpaings épaisseur 200 mm REI120 Les différents postes de travail (x8) sont séparés par des murs parpaings REI120 de hauteur 2,4 m.

La montée en température sur une batterie sur cette zone puis développement d'un emballage thermique / incendie est retenue. Les batteries peuvent être laissées sur zone en dehors des périodes d'ouverture du site. Dans une approche dimensionnante il est supposé la montée en température pour chacune des batteries dans les 8 boxes.

Toute zone de stockage / activité de batterie / modules

L'emballage thermique conduit à la libération de gaz parmi lesquels des gaz inflammables dont le dihydrogène H₂. L'énergie d'inflammation d'un nuage air / h₂ est très faible suggérant l'inflammation immédiate d'un tel rejet.

Néanmoins, dans une approche enveloppe il sera considéré une inflammation retardée d'un nuage air / H₂ émis suite à un emballement sur un batterie Lithium-Ion.

Note importante sur la tenue de la toiture au feu.

Il convient de vérifier que la toiture et la charpente métallique R15 sont susceptibles de résister à un incendie de batterie.

Comme précisé au § 5.3.3, l'hypothèse d'une hauteur de flamme de 4,6 m voire 7 m est formulée et justifiée. Les flammes n'atteignent donc pas la charpente du bâtiment ainsi que sa structure.

L'emballage thermique conduit à la libération de gaz chaud (entre 250 °C et 600°C). Si ce niveau de température est atteint, les trappes de désenfumage sont ouvertes. Une circulation de gaz se réalise par différentiel entre air froid et chaud à une température maximale de 600 °C (en considérant que ces gaz ne se refroidissent pas, ce qui est une hypothèse contraignante), au niveau de la charpente, en deçà de la température d'affaissement selon l'ISO 834.

La figure ci-dessous présente la montée en température utilisée pour l'essai pour déterminer la résistance mécanique au feu, suite à un feu d'heptane.

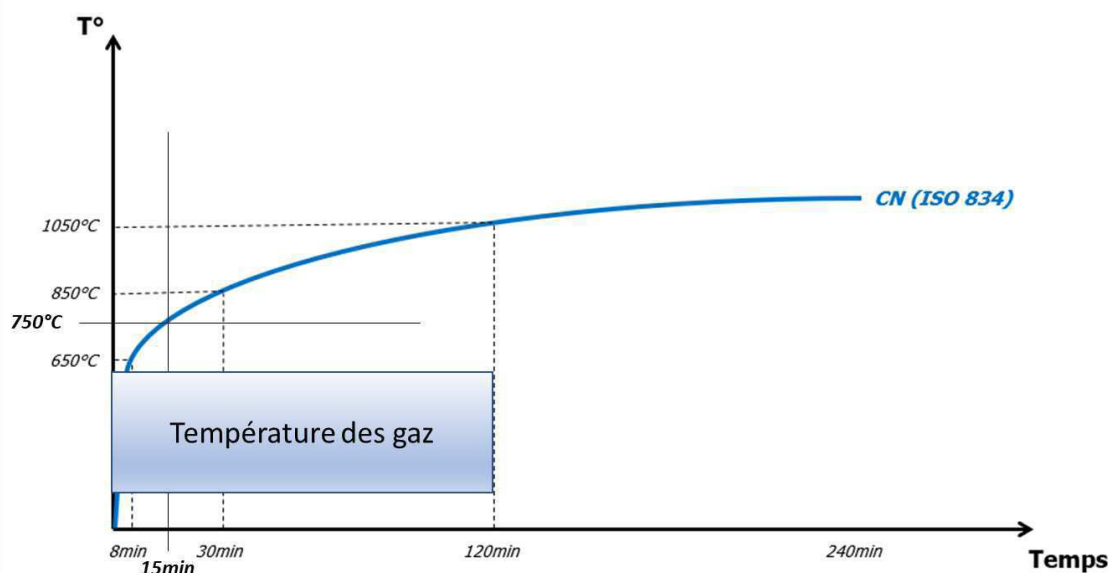


Figure 30: Température des gaz en toiture vs essai ISO 834

Lors d'un essai de résistance au feu, la température de la structure à essayer suit la courbe bleue de la figure ci-dessus. Une charge est placée sur l'échantillon, et il est observé au bout de combien de temps l'échantillon s'affaisse. L'essai simule un incendie complètement développé.

On peut donc en conclure qu'en conditions réelles la structure de la charpente résisterait, grâce à l'ouverture des trappes de désenfumage. En cas d'incendie, l'intervention pompier consistera en priorité à l'arrosage de la structure du bâtiment et sa toiture, à toutes fins de protection de celui-ci.

Les Evénements Redoutés Critiques, les phénomènes dangereux associés et les effets attendus sont rappelés ci-dessous :

Evénement Redouté Critique	Effets éventuels	Zone à l'étude	Phénomène dangereux	Références
Incendie / emballage thermique de batteries Li-Ion	Incendie : effets thermiques (rayonnement)	Zone B : stockage	Emballage thermique sur une batterie sur un rack	PhDM1 (366)
			Emballage thermique simultané des batteries disposées sur un double-rack	PhDM2 (3)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM3 (1)
		Zone B configuration transitoire	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries (20 tonnes)	PhDM4 (1)
		Zone C : décharge et quarantaine	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de décharge	PhDM5 (14)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en cours de décharge sur la ligne	PhDM6 (1)
			Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM7 (14)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries placées sur la ligne de boxes de quarantaine	PhDM8 (1)
		Zone D : quarantaine	Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM9 (21)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries placées sur 1 ligne de boxes de quarantaine	PhDM10 (2)
		Zone F : décharge	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM11 (2)
		Zone G : démontage	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de démontage	PhDM12 (8)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en cours de démontage sur la ligne	PhDM13 (1)
		Zone H : tests modules	Emballage thermique sur un module sur un banc de test	PhDM14 (10)
			Emballage thermique simultané de l'ensemble des modules en cours de tests sur la ligne	PhDM15 (1)
Incendie combustibles	Zone J : stockage autres déchets	Incendie d'un stockage d'autres déchets plastiques	PhDM16 (1)	
Incendie / emballage thermique de batteries Li-Ion	Zone K stockage modules en zone B	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM3 (1)	
	Zone L : stockage batteries critiques	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM17 (2)	
	Zone M : atelier mise au point	Emballage thermique sur une batterie dans un box	PhDM18 (8)	
Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries dans les boxes du magasin		PhDM19 (1)		

Evénement Redouté Critique	Effets éventuels	Zone à l'étude	Phénomène dangereux	Références	
Incendie / emballement thermique de batteries Li-Ion	Incendie : effets toxiques (fumées)	Zone B : stockage	Emballement thermique sur une batterie sur un rack	PhDM20 (366)	
			Emballement thermique simultané des batteries disposées sur un double-rack	PhDM21 (3)	
			Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM22 (1)	
		Zone B configuration transitoire	Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries (20 tonnes)	PhDM23 (1)	
		Zone C : décharge et quarantaine	Emballement thermique sur une batterie sur un poste de décharge	PhDM24 (14)	
			Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries en cours de décharge sur la ligne	PhDM25 (1)	
			Emballement thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM26 (14)	
			Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries sur la ligne boxes quarantaine	PhDM27 (1)	
			Zone D : quarantaine	Emballement thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM28 (21)
				Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries sur 1 ligne de box quarantaine	PhDM29 (2)
		Zone F : décharge	Emballement thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM30 (2)	
		Zone G : démontage	Emballement thermique sur une batterie sur un poste de démontage	PhDM31 (8)	
			Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries en démontage sur la ligne	PhDM32 (1)	
		Zone H : tests modules	Emballement thermique sur un module sur un banc de test	PhDM33 (10)	
Emballement thermique simultané de l'ensemble des modules en cours de tests sur la ligne	PhDM34 (1)				
Incendie / emballement thermique de batteries Li-Ion	Explosion gaz	Zone K stockage modules en zone B	Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM22 (1)	
		Zone L : stockage batteries critiques	Emballement thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM35 (2)	
		Zone M : atelier mise au point	Emballement thermique sur une batterie dans un box	PhDM36 (8)	
			Emballement thermique simultané de l'ensemble des batteries dans les boxes du magasin	PhDM37 (1)	
	Toutes zones	Inflammation d'un nuage air / H2 suite à dégagement H2 d'une seule batterie en emballement	PhDM38		
Feu de nappe en rétention d'un stockage de carburant	Incendie : effets thermiques (rayonnement)	Rétention de la cuve de GO	Feu de nappe de GO suite à perte de capacité sur la cuve et épandage dans la rétention individuelle associée	PhDM39	
		Rétention de la cuve de GNR	Feu de nappe de GNR suite à perte de capacité sur la cuve et épandage dans la rétention individuelle associée	PhDM40	

N.B. Entre parenthèses le nombre de phénomène singularisé aux différentes capacités de stockage. Le phénomène dangereux d'incendie de combustibles pour un stockage de plastiques autres déchets, étude des effets toxiques de dispersion de fumées n'est pas sélectionné : l'inventaire n'est pas significatif et ne saurait engagé des zones d'effets toxiques notables.

Tableau 8 : E.R.C., phénomènes dangereux et effets associés

L'examen conclu à la sélection de 40 phénomènes dangereux génériques, en ce sens où la spécification aux inventaires de produits d'une « même famille » n'est pas établie. La particularisation des 38 phénomènes dangereux, conduit à la désignation de **plus de 900 phénomènes dangereux singularisés** à l'échelle d'une batterie, distinction faite des effets différents (thermiques et toxiques) attendus pour le même ERC (emballage thermique).

Dans le but d'évaluer la gravité des conséquences liées aux situations dangereuses/accidents potentiels sélectionnés, il est nécessaire d'apprécier l'intensité des effets des phénomènes dangereux. Ceci fait l'objet de la prochaine partie de ce rapport

5.2. Seuils d'effets

5.2.1. Définitions des seuils d'effets thermiques

Les seuils retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux sont définis à l'annexe III de l'arrêté du 29/09/2005 relatif à « l'évaluation et prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des I.C.P.E. soumises à autorisation ».

Les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques pour les installations classées sont données dans le tableau ci-après, suivant l'analyse de ces effets sur les personnes ou les biens.

1. Effets prévisibles sur les structures	2. Effets prévisibles sur l'homme	3. Flux thermiques
Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures correspondant au seuil dégâts très graves sur structures béton	/	20 kW/m ²
Seuil d'exposition prolongée des structures correspondant au seuil dégâts très graves sur les structures, hors structures béton	/	16 kW/m ²
Seuil des effets domino et correspondant au seuil des dégâts graves sur les structures	Seuil des effets létaux significatifs (SELS) correspondant à la zone de dangers très graves pour la vie humaine	8 kW/m ²
Seuil des destructions de vitres significatives	Seuil des premiers effets létaux (SEL) correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine	5 kW/m ²
/	Seuil des effets irréversibles (SEI) correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	3 kW/m ²

Tableau 9 - Valeurs de référence pour l'étude des effets thermiques

5.2.2. Définitions des seuils d'effets de surpressions

Les seuils retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux sont définis par l'arrêté du 29 Septembre 2005 précités.

Effets prévisibles sur les structures	Effets prévisibles sur l'homme	Surpression
Seuil dégâts très graves sur structures	/	300 mbar
Seuil des effets dominos	Seuil des effets létaux significatifs correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine	200 mbar
Seuil des dégâts graves sur les structures	Seuil des premiers effets létaux correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine	140 mbar
Seuil des dégâts légers sur les structures	Seuil des effets irréversibles correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine	50 mbar
Seuil des destructions significatives de vitres	Seuil des effets correspondant à la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme	20 mbar

Tableau 10 - Valeurs de référence pour l'étude des effets de surpressions

5.2.3. Définitions des seuils d'effets toxiques

Les seuils retenus dans le cadre de la modélisation des phénomènes dangereux sont définis par l'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 des dangers des installations classées soumises à autorisation ».

Les conséquences d'un accident sont évaluées en termes de toxicité aiguë sur les populations exposées au passage d'un nuage de gaz toxique.

Les valeurs de référence retenues pour les installations classées sont présentées dans le tableau suivant.

Seuils de toxicité aiguë pour l'homme par inhalation			
	Types d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
Exposition de 1 à 60 minutes	Effets Létaux Significatifs	SELS (CL 5 %)	Seuils de toxicité aiguë Émissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère. Ministère de la Transition écologique et solidaire.
	Premiers Effets Létaux	SEL (CL 1 %)	
	Effets Irréversibles	SEI	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques. 2003 (et ses mises à jour ultérieures)

Tableau 11 : Valeurs de référence relatives aux seuils de toxicité aiguë

Ces valeurs sont toujours associées à des durées d'exposition, le plus souvent de 1 à 60 minutes. Ces valeurs, définies par le Ministère de la Transition écologique et solidaire, existent pour un certain nombre de substances.

En revanche, dans certains cas, bien que le produit soit classé toxique, voire très toxique, il n'existe pas de valeur publiée par le Ministère relative à la toxicité aiguë. Dans ce cas, on utilise les valeurs internationales reconnues proposées dans le tableau du chapitre 1.1.11 de la partie 1 de la circulaire du 10 mai 2010, reprenant le guide pratique de l'INERIS « Choix des valeurs de toxicité aiguë en cas d'absence de valeurs françaises » de juillet 2009.

Seuils	Durée d'exposition (min)						
	10	20	30	60	120	240	480
SELS (SEL 5%)	-	-	-	-	-	-	-
SPEL (SEL 1%)	AEGL-3	-	AEGL-3	ERPG-3 AEGL-3	-	AEGL-3	AEGL-3
SEI	AEGL-2	-	AEGL-2 (IDLH)	ERPG-2 AEGL-2	-	AEGL-2	AEGL-2

AEGL : Acute Exposure Guideline Levels de l'US-EPA ; ERPG : Emergency Response Planning Guidelines de l'AIHA ;
 IDLH : Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH

Tableau 12 : Valeurs seuils de toxicité aiguë à retenir en l'absence de connaissance en toxicologie

Dans le cas d'un mélange de plusieurs produits toxiques, le rapport Oméga 16 de l'INERIS préconise de prendre un seuil équivalent qui dépend à la fois des concentrations des divers polluants dans le mélange et des seuils qui leur sont propres.

On détermine un seuil équivalent au moyen de la relation suivante :

$$\sum_{i=1}^n \frac{\text{concentration du polluant } P_i}{\text{Seuil du polluant } P_i} = \frac{1}{(\text{Seuil}_{\text{équivalent}})}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{(\text{débit du polluant } P_i)}{(\text{Masse molaire de } P_i \times \text{Seuil du polluant } P_i)} = \frac{\text{Débit total}}{(\text{Seuil}_{\text{équivalent}} \times \text{Masse molaire équivalente})}$$

Le calcul du seuil équivalent dépend de la composition et du débit d'émissions des produits pris dans l'incendie.

La durée d'exposition est assimilée à la durée du rejet. L'influence de la durée de combustion est un facteur clef : cette durée ne peut être déterminée avec certitude. La cinétique de l'incendie ne peut être appréhendée de manière indiscutable : l'étude d'une propagation de proche en proche à l'échelle cellule, modules et batteries est complexe.

La cinétique de combustion des batteries est difficilement appréciable et ne peut être approchée via l'application du quotient d'une « masse de produit » et du produit « débit de pyrolyse » et « surface en feu ». En effet le combustible est solide et le débit de pyrolyse de batteries lithium-ion n'est pas connu / disponible auprès des ouvrages de références.

L'étude de l'INERIS de 2016, DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION présente les durées de combustion d'un pack de batterie NMC de 280 kg unitaire et d'un chargement de ces mêmes batteries pour une capacité totale de 25 tonnes. Les durées d'incendie mesurées sont respectivement de l'ordre de 20 minutes et de 70 minutes.

Le retour d'expérience proposé par le CREPIM - laboratoire européen de développement et de validation des matériaux pour les secteurs concernés par la sécurité incendie – sollicité par STCM dans le cadre de la caractérisation des termes sources d'emballage thermique de batteries, indique que l'émission de HF se produit plutôt au début de la combustion de la batterie.

Cet élément est confirmé par les essais sur des véhicules électriques de deux constructeurs français ont été réalisés à l'INERIS en 2012 dans le cadre d'une étude comparative des conséquences de l'incendie d'un véhicule électrique et d'un véhicule à moteur à combustion. Il ressort que le débit de HF au pic s'établit à 3,5 g/s est atteint au bout de 12 minutes.

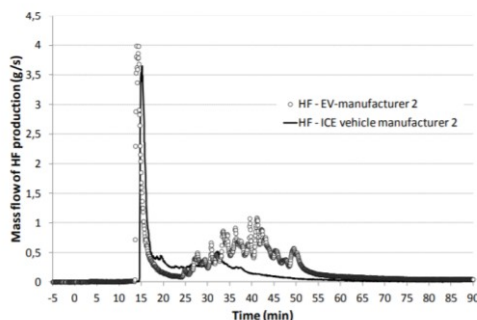


Figure 7 Comparison of HF production vs. time for EV and analogous ICE vehicle tests for the car manufacturer 2

Figure 31 : débit HF suite incendie d'un véhicule électrique

Dans une approche globale et paramétrique, STCM étudie 3 durées d'émissions différentes : 10 minutes, 30 minutes et 60 minutes. Les polluants sélectionnés dans le cas de l'emballage d'une batterie Lithium-Ion sont ceux désignés dans l'étude INERIS précitée : CO, CO₂, NO₂, HCl, HCN, et HF.

Les seuils de toxicité aiguë des composés considérés dans la présente étude sont donnés ci-après (pour une durée d'exposition de 10 minutes) :

Substances dégagées	SELS	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	7 000	La détermination du SELS n'a pas été possible compte-tenu des études disponibles (Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-09-103128-05616A). De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	2 149	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	174	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	1 705	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	118	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEL	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	7 000	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	1 300	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	110	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	1 123	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	100	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEI	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	2 600	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. Utilisation du Revised IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH).
HCl	240	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	50	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS). Utilisation du Revised IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH).
HF	600	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	60	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Tableau 13 : seuils toxicité 10 minutes

Les seuils de toxicité aiguë des composés considérés dans la présente étude sont donnés ci-après (pour une durée d'exposition de 30 minutes) :

Substances dégagées	SELS	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	4 200	La détermination du SELS n'a pas été possible compte-tenu des études disponibles (Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-09-103128-05616A). De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	742	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	94	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	567	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	88	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEL	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	4 200	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	470	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	60	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	377	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	80	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEI	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	1 500	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. Utilisation du Revised IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH).
HCl	80	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	50	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. Utilisation du Revised IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH).
HF	200	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	50	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Tableau 14 : seuils toxicité 30 minutes

Les seuils de toxicité aiguë des composés considérés dans la présente étude sont donnés ci-après (pour une durée d'exposition de 60 minutes) :

Substances dégagées	SELS	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	3 200	La détermination du SELS n'a pas été possible compte-tenu des études disponibles (Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-09-103128-05616A). De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	379	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	63	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	283	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	73	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEL	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	3 200	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. De façon conservative et conformément au document INERIS « Oméga-16 - Toxicité et dispersion des fumées d'incendie : Phénoménologie et modélisation » de mars 2005, lorsqu'un des seuils n'est pas disponible, on retient le seuil correspondant à l'effet inférieur (par exemple, on utilise le SEI comme SEPL, et/ou le SEPL pour le SELS).
HCl	240	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	41	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-12727A
HF	189	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	70	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Substances dégagées	SEI	Référence de la valeur seuil retenue
	ppm	
CO	800	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-09-103128-05616A
CO ₂	20 000	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. Utilisation du Revised IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations du NIOSH).
HCl	40	Seuils de toxicité aiguë – INERIS– DRC-08-94398-11984A
HCN	10	Pas de seuils de toxicité aiguë en France. Utilisation du ERPG2
HF	100	Seuils de toxicité aiguë - INERIS
NO ₂	40	Seuils de toxicité aiguë – INERIS–DRC-08-94398-13333A

Tableau 15 : seuils toxicité 60 minutes

5.3. Etude des effets thermiques du phénomène dangereux d'incendie / emballement thermique d'une ou plusieurs batteries et modules

5.3.1. Phénomène dangereux d'incendie

5.3.1.1. Cas général

La réaction de combustion nécessite le rassemblement au même moment de plusieurs conditions communément définies par le "triangle du feu" :

- un ou plusieurs combustibles (hydrocarbure, bois, cartons, etc.),
- un comburant (essentiellement l'oxygène de l'air),
- une énergie d'activation qui peut se présenter sous diverses formes (thermique, électrique, chimique, mécanique, etc.).

L'inflammation de matériaux cellulósiques tels que le carton, tout comme pour les matières plastiques, se décompose en 4 principales phases :

- tout d'abord, sous l'action d'un flux incident convectif (jets de gaz chauds) ou radiatif, le matériau va s'échauffer,
- par la suite, et au-delà d'une valeur critique de la température de surface, la dégradation thermique du matériau va donner naissance à une phase gazeuse. Le mélange des gaz de pyrolyse avec l'air ambiant conduit à la formation d'une phase inflammable,
- cette phase gazeuse est ensuite enflammée (flamme, particule incandescente, inflammation spontanée, etc.). La flamme produit à son tour un flux thermique qui s'ajoute au flux initial et contribue à sa propagation en surface.
- le couplage ainsi formé flux thermiques - flux de gaz entraîne une accélération du phénomène global, qui conduit à la généralisation de l'incendie à l'ensemble du matériau.

Le transfert de chaleur du feu peut s'opérer par convection (transport de gaz chaud), par conduction (transfert thermique provoqué par une différence de température entre deux régions d'un même milieu ou entre deux milieux en contact sans déplacement appréciable de molécules) ou encore par rayonnement (mode de propagation à distance qui peut se faire dans le vide).

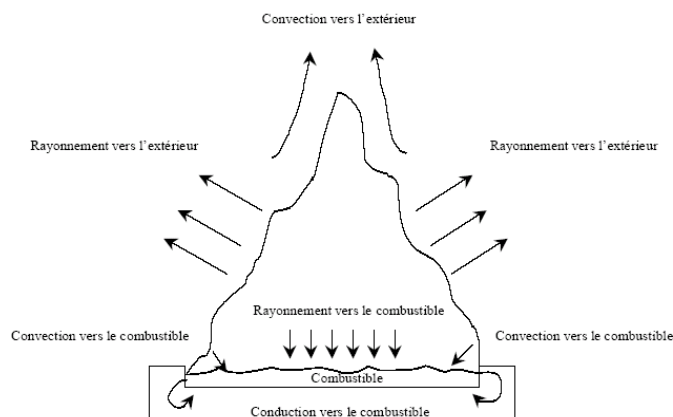


Figure 32 : Mode de transfert de la chaleur d'un feu

Le mode de transfert le plus préjudiciable en termes d'effets sur l'environnement humain alentour est le rayonnement.

5.3.1.2. Spécificité de l'incendie de batterie Lithium-Ion

Lors d'un incendie / emballement thermique, les batteries au lithium produisent elles-mêmes l'oxygène nécessaire à l'incendie, et permettent ainsi l'auto-alimentation du feu en comburant.

Fondamentalement, une batterie se compose de plusieurs modules eux-mêmes composés de multiples petites cellules qui sont reliées entre elles. Si une seule cellule chauffe, dans le pire des cas au milieu du module, les cellules voisines sont inévitablement chauffées elles aussi. Il en résulte une réaction en chaîne, qui conduit à une libération d'énergie beaucoup plus importante.

En ce qui concerne les batteries Li-ion, les électrolytes à base de carbonates organiques sont inflammables. Par ailleurs, en cas d'incendie, le pack batterie est difficile à refroidir efficacement « à cœur », augmentant ainsi la durée de l'extinction et la quantité d'eau nécessaire.

L'analyse des accidents montre également un risque de ré-inflammation (immédiate ou retardée) du pack batterie après extinction.

Dans le cas des effets thermiques d'un incendie de batteries Lithium-Ion, les caractéristiques qui peuvent impacter la puissance développée par le feu sont :

- L'architecture batterie : la propagation d'un feu entre deux éléments est bien plus rapide verticalement qu'horizontalement
- la géométrie cellule : l'enveloppe plastique des cellules peuvent brûler très facilement (cellules type Pouch) et participe donc à l'augmentation de la puissance globale du feu
- la quantité d'énergie électrochimique embarquée dans la batterie
- les dispositifs de sécurité : un événement permet, en cas de surpression en interne cellule de libérer les gaz présents dont une partie peut ne pas brûler
- le casing extérieur pack : la présence d'un casing plastique brûlant facilement peut augmenter significativement la puissance du feu.

5.3.2. Méthodologies et modélisations

La modélisation des flux thermiques rayonnés par un feu de nappe repose sur la considération d'une flamme solide à une zone. La flamme est assimilée à un volume opaque de géométrie simple dont les surfaces rayonnent uniformément. De fait il est supposé une température de flamme et une composition homogènes sur toute la hauteur de la flamme.

Le flux rayonné en un point extérieur à la flamme est donné par la formule générique :

$$\phi_R = \phi_0 \cdot F \cdot \tau_{air}$$

- ϕ_R : Flux unitaire reçu par la cible (kW/m²)
- ϕ_0 : Flux radiatif initial de la flamme ou pouvoir émissif de la flamme (kW/m²)
- F : Facteur de forme fonction de la géométrie du feu et de l'orientation de la cible
- τ_{air} : Transmissivité de l'air : capacité d'atténuation du flux rayonné par absorption atmosphérique.

Le pouvoir émissif peut être estimé selon 2 approches. Une approche énergétique simple en considérant la puissance surfacique rayonnée par la flamme comme une fraction de la puissance totale libérée par la combustion. L'autre approche disponible est celle développée par MUDAN ET CROCE, qui intègre l'incidence de la production de suies.

La puissance surfacique rayonnée est déterminée via la connaissance de la surface au sol en feu et de la hauteur de flamme. Tout type de surface de flaque est envisageable : rectangulaire, circulaire, induite par un rejet continu ou suite à un éclatement de capacité. Différentes corrélations pour le calcul de la hauteur de flamme sont exploitables par l'outil : THOMAS, HESKESTAT, MOORHOUSE, ZUKOVSKI et COX & CHITTY.

Les facteurs de formes traduisent l'angle solide sous lequel la cible perçoit le rayonnement. La flamme est assimilée à une forme géométrique simple (cylindre, polyèdre). Des formules ont été définies afin de calculer analytiquement le facteur de forme pour un cylindre droit et une cible élémentaire située au niveau du sol. De la même façon, des formules analytiques simples permettent de déterminer le facteur de forme pour un plan vertical et une cible élémentaire. Les formules proposées par Sparrow et Cess sont retenues.

Le facteur de transmissivité atmosphérique traduit le fait que les radiations émises sont en partie absorbées par l'air présent entre la surface radiante et la cible. 3 corrélations sont envisageables : LANNOY, BRZUSTOSWIKI & SOMMER, et LIHOU & MAUND.

Des tests de comparaison pour les feux de nappe ont été effectués entre la feuille de calcul I.F.N.A.P. ainsi développée par Antea Group, et les résultats présentés sur le document de l'INERIS « Etude de scénarios dangereux en station-service ». 7 configurations pour des nappes circulaires ont été étudiées. Les résultats de ces comparaisons sont les suivants :

Type d'écart		Formules utilisées	Ecart*
Hauteur de flamme	Ecart minimum	Hauteur de flamme : Thomas	0,0%
	Ecart moyen		2,6%
	Ecart maximum		3,3%
3 kW/m ²	Ecart minimum	Hauteur de flamme : Thomas	0,0%
	Ecart moyen		2,1%
	Ecart maximum		3,3%
5 kW/m	Ecart minimum	Pouvoir émissif : imposé	0,0%
	Ecart moyen		2,1%
	Ecart maximum		2,2%

* : les écarts ne sont comptabilisés que si les seuils sont atteints ; L'échantillon des flux 8 kW/m² est trop faible pour être analysé

Des tests de comparaison pour les feux de solides ont été effectués entre la feuille de calcul I.F.N.A.P., et les résultats présentés sur le document de l'INERIS « Analyse des risques associés à l'industrie papetière ». 9 configurations ont été étudiées. Les résultats de ces comparaisons sont les suivants :

Type d'écart		Formules utilisées	Ecart*
Hauteur de flamme	Ecart minimum	Hauteur de flamme : Thomas	0,0%
	Ecart moyen		2,5%
	Ecart maximum		12,1%
3 kW/m ²	Ecart minimum	Hauteur de flamme : Thomas	0%
	Ecart moyen		5,1%
	Ecart maximum		10,0%
5 kW/m	Ecart minimum	Pouvoir émissif : imposé	0%
	Ecart moyen		7,8%
	Ecart maximum		14,2%

* : les écarts ne sont comptabilisés que si les seuils sont atteints ; L'échantillon des flux 8 kW/m² est trop faible pour être analysé

Afin de ne pas fausser les résultats sur le flux thermique, la formule de Thomas a été utilisée car l'INERIS a fait ces modélisations à partir de cette même formule. Ainsi, les différences notées pour la hauteur de flamme proviennent de la manière de calculer le diamètre équivalent.

Peu de divergences sont observées au niveau des écarts selon les dimensions des nappes. Par ailleurs, les résultats donnés par I.F.N.A.P. majorent toujours ceux donnés dans les documents de l'INERIS : la méthodologie est conservatrice (continuité du diamètre équivalent pour $L/l = 2$ et intégration des facteurs de forme pour une cible en position horizontale et verticale).

Ainsi, le peu de variations constatées entre les guides de l'INERIS et la méthode développée par ANTEA, et le caractère dimensionnant de l'outil, nous permettent de justifier de l'utilisation de la méthode caractérisée par ANTEA.

5.3.3. Hypothèses de modélisations générales

La modélisation des effets thermiques s'appuie sur des hypothèses dimensionnantes formulées pour l'ensemble des configurations à l'étude. Chacune des configurations à l'étude fait par suite l'objet d'hypothèses singulières complémentaires (surface, présence de murs REI120...).

Les hypothèses désignées ci-après sont formulées pour assurer l'estimation enveloppe des zones d'effets thermiques en cas d'incendie / emballement thermique d'une batterie lithium-ion.

L'échelle d'étude est la batterie : il est supposé que l'ensemble des cellules de l'ensemble des modules d'une batterie est en emballement à un instant t ce qui impose le prérequis d'une propagation entière et rapide de la cellule échauffée à l'ensemble de la batterie.

Dans le cadre d'étude d'emballement thermique sur une zone de plusieurs batteries (rack zone B et ensemble de la zone B, ligne de décharge en zone C, ligne de quarantaine en zone D, ligne de démontage en zone G, ligne de tests modules en zone H) il est supposé que l'ensemble des batteries est simultanément en emballement thermique. Il n'est alors pas considéré la cinétique de propagation ni la faisabilité de propagation de l'emballement de proche en proche, dispositions pouvant limiter l'inventaire de produits participant au phénomène dangereux d'emballement généralisé.

La surface au sol en feu considérée est celle des postes de travail ou zone de stockage et non uniquement la surface occupée par la batterie sur le poste de travail / banc de test / banc de décharge ou celle donnée par les racks de stocke en zone B.

L'incendie d'une batterie est assimilé à l'incendie d'une nappe d'hydrocarbure en l'absence de données de combustion (pyrolyse, chaleur de réaction...) précises et assurément dimensionnantes pour intégrer la variété des batteries Li-Ion qui pourraient être acceptées (NMC, LCO, LFP, NCA ou encore LMO).

L'approche est pénalisante car seul l'électrolyte constitue un liquide inflammable au sein de la batterie, et le combustible principal de la batterie. La part de l'électrolyte sur une batterie li-ion est inférieure à 15% de la matière active de la batterie (66% de la batterie) soit l'équivalent de 15 kg pour une batterie de masse moyenne 150 kg.

Le REX du CREPIM fait état de grandes variations quant à la chaleur de combustion et l'émittance, et propose une analyse à l'échelle d'une ou plusieurs cellules et non de batteries. Il n'est pas pertinent d'apprécier une chaleur de combustion ou émittance à l'échelle de la batterie en appliquant une proportionnalité du fait de la cinétique de combustion difficilement appréciable.

Le REX CREPIM propose une valeur d'énergie libérée normalisée pour la combustion d'1 kg d'une cellule LMO de 4,03 MJ/kg. « Li-batteries hazards classification », JRC Petten workshop, March 8th, 2018, consolide l'estimation puisqu'il est indiqué que l'énergie totale de combustion d'une batterie lithium-ion est 5 à 20 fois plus faible que l'énergie de combustion de l'essence estimée à 41 840 kJ/kg. L'énergie de combustion d'une batterie Li-Ion est alors estimée entre 2 et 8 MJ/kg.

En cohérence avec le choix de la chaleur de combustion de l'essence, il est formulé l'hypothèse d'un débit de pyrolyse égal à celui de l'essence soit 55 g/m²/s.

La hauteur de flammes est calculée en première estimation via la corrélation de Thomas : elle constitue alors une valeur extrêmement pénalisante puisque rend compte d'un incendie de nappe d'essence. Elle ne sera pas retenue.

Par ailleurs, bien que l'incendie se développe en entrepôt, il n'est pas défini de limitation comme envisagée en incendie en entrepôt (feu potentiellement sous ventilé) : en se décomposant la batterie produit de l'oxygène qui peut entretenir la combustion des matériaux et gaz dégagés

L'appréciation de la hauteur de flamme est complétée par les résultats des essais de l'assureur FM GLOBAL : tests incendie grandeur nature dans l'enceinte de son pôle de recherche basé à West Gloucester, dans le Rhode Island aux Etats-Unis.

De ces tests, plusieurs conclusions ont été tirées. Tout d'abord, les experts ont constaté que les emballages carton et plastique avaient tendance à s'enflammer avant que le feu ne se propage aux batteries. D'autre part, les batteries au lithium-ion grand format, que l'on trouve dans les voitures électriques, présentent généralement un risque d'incendie plus important que les batteries petit format utilisées dans les smartphones et les ordinateurs portables. Qui plus est, ces batteries grand format ont tendance à s'enflammer plus rapidement en cas d'incendie.

Des tests à petite échelle (incendie d'1 module), moyenne échelle (incendie d'un rack de 2x5 modules) et grande échelle (incendie d'un rack de 2x8 modules).

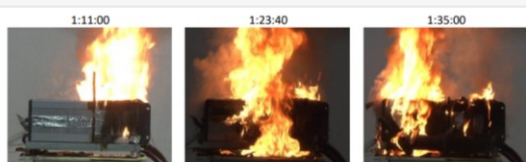


Figure 4-7: Side view of lateral fire propagation for NMC module; in this view the ignition heaters are located on the right half (front) of the module and the fire progress from the right to left.

Figure 4-8 shows the fire at near peak HRR, which occurred roughly at 1:17:00 for the LFP module and 1:11:00 for the NMC module. The peak HRR occurs when multiple batteries vent simultaneously. The added momentum from the venting process is evident from the slanted angle of the flames, which return to the standard axisymmetric flame shape associated with buoyant flames as the venting process completes.



Figure 33 : essai FM GLOBAL, petite échelle



Figure 5-3: Photos of LFP fire development during intermediate-scale free burn test: near time of ignition (left), near time of predicted sprinkler operation (middle), peak heat release rate (right).

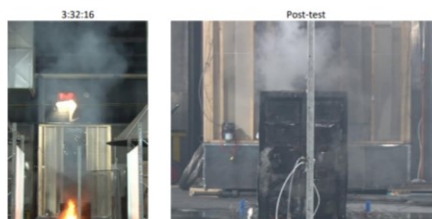


Figure 34 : essai FM GLOBAL, moyenne échelle

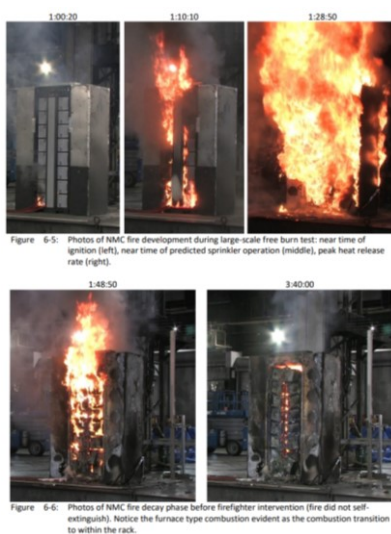


Figure 35 : essai FM GLOBAL, grande échelle

Il a été observé des hauteurs de flamme de l'ordre de 1 m pour l'essai à petite échelle, de 1,5 m pour l'échelle intermédiaire et de 4,6 m pour le test à grande échelle.

L'émittance ou plus précisément le rayonnement de l'incendie a également pu être apprécié pour des cibles positionnées à 2,7 m des modules en feu. Des flux de l'ordre de 7 kW/m² et compris entre 15 et 20 kW/m² ont été enregistrés respectivement sur les essais à moyenne échelle et grande échelle.

Enfin il est souligné que les caractéristiques désignées ci-avant ne sont pas des valeurs moyennées sur la durée de la combustion mais les valeurs maximales enregistrées au pic de la combustion : dans une approche dimensionnante ces valeurs pics sont retenues pour définir un régime établi constant de l'incendie de batteries li-ion

NOTA cinétique de l'incendie :

La cinétique d'un incendie de batterie lithium-ion reste difficile à appréhender car elle dépend entre autres de la localisation de la / des cellules objet d'un échauffement, de la capacité à propager l'emballlement thermique et des sécurités intrinsèques aux batteries.

Les modélisations ont considéré des caractérisations de termes sources pénalisantes (nombre de batterie en emballlement, et donc puissance de feu, débit de pyrolyse) et associés la considération d'écrans thermiques pour pondérer les zones d'effets et éviter la propagation d'un incendie d'une zone à une autre sans avoir le temps d'intervenir et de protéger.

Cette démarche a été retenue par rapport à une démarche d'un incendie de longue durée mais qui aurait alors dû être caractérisé par un débit de pyrolyse et chaleur de combustion bien moindres (lissage de la charge calorifique sur la durée de l'incendie) et donc des zones d'effets non significatives.

NOTA barrières passives :

Sous la désignation mur REI, davantage retenir la matérialisation par un mur écran thermique car excepté les parois externes du bâtiment, aucune des paroi /murs internes ne s'élèvera jusqu'à la toiture : ces écrans ont pour objectif de réduire les effets radiatifs de l'incendie. Pour information l'arrêté du 03/08/2018 mentionne des parois REI ou EI60, là où les écrans thermiques désignés dans l'étude de dangers assurent une tenue au feu de 120 minutes.

5.3.4. Caractérisations des distances d'effets

5.3.4.1. PhDM1 : Incendie d'une batterie en zone de stockage B

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 1,50 m x 1,30 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 3,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à petite échelle : 1 m
- Dans une approche dimensionnante pour les effets dominos, on applique une hauteur 3,9 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 122 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Non prise en compte des murs REI120 périphérique de la zone (l'objectif est d'apprécier la distance aux effets dominos 8 kW/m²)

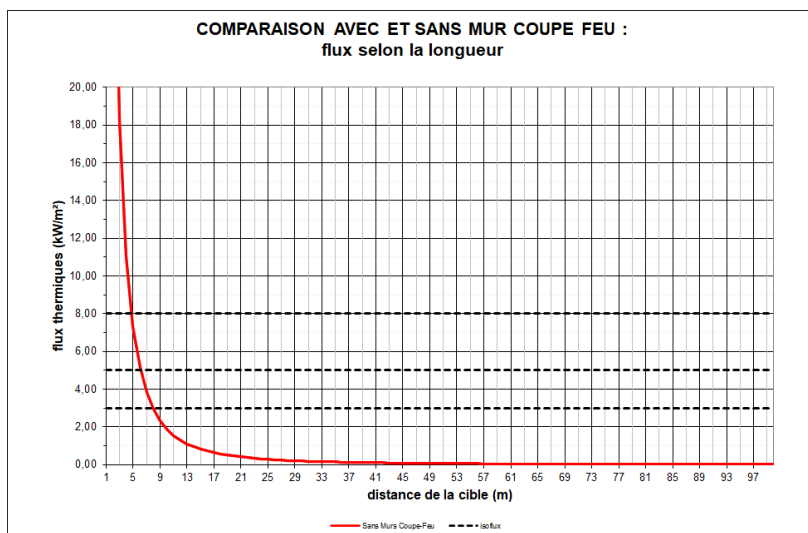


Figure 36 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques selon la longueur

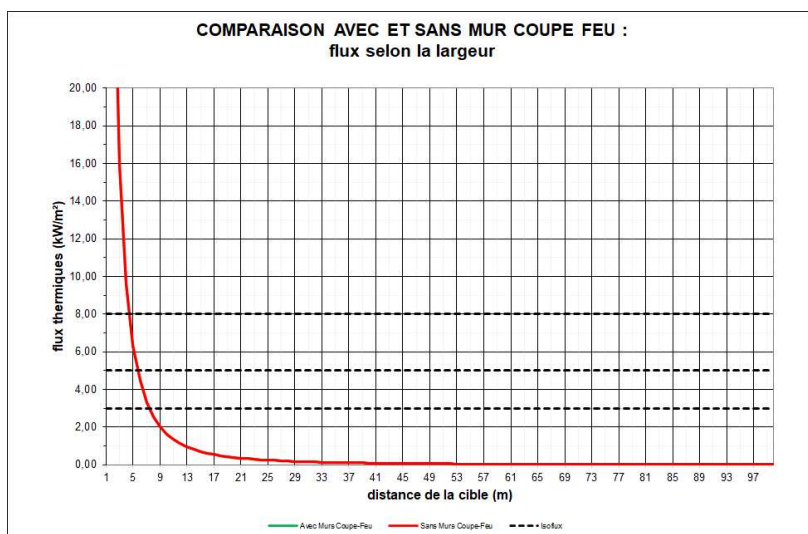


Figure 37 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques selon la largeur

Les distances d'effets de l'incendie sur 1 batterie en zone de stockage B pour une cible localisée sur la médiatrice à un côté de la zone en feu sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM1	Incendie 1 batterie	Longueur	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	6 m	8 m
		Largeur	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	6 m	8 m

Tableau 16 : PhDM1, incendie 1 batterie zone B, distance d'effets thermiques

La distance aux effets dominos est de 5 m ce qui confirme la sélection a priori des phénomènes dangereux : la propagation aux batteries d'un même rack que la batterie source de l'incendie / emballage est démontrée, tout comme la propagation au rack opposé puisque l'éloignement entre les 2 racks est de 2,7 m

5.3.4.2. PhDM2 : Incendie d'un rack de batteries en zone de stockage B

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 13,9 m x 2,6 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 7,5 m ;
- Hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à grande échelle : 4,6 m
- On retient une hauteur de flamme de 2 fois la hauteur du stockage soit 7 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 100 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Considération d'un mur périphérique REI120 de hauteur 5 m selon la longueur à 2,7 m du rack et d'un mur REI120 toute hauteur (minimum de 8 m à 4,8 m du rack (paroi mitoyenne à la zone activité du magasin B1)

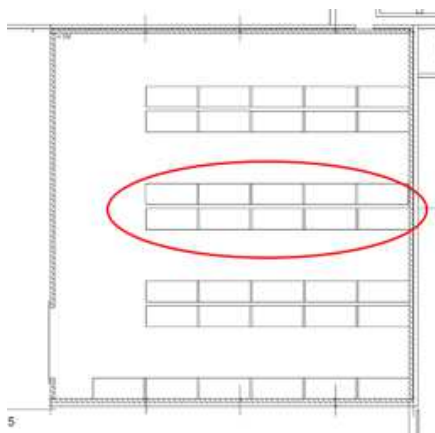


Figure 38 : représentation de la zone B, configuration définitive, 1 rack

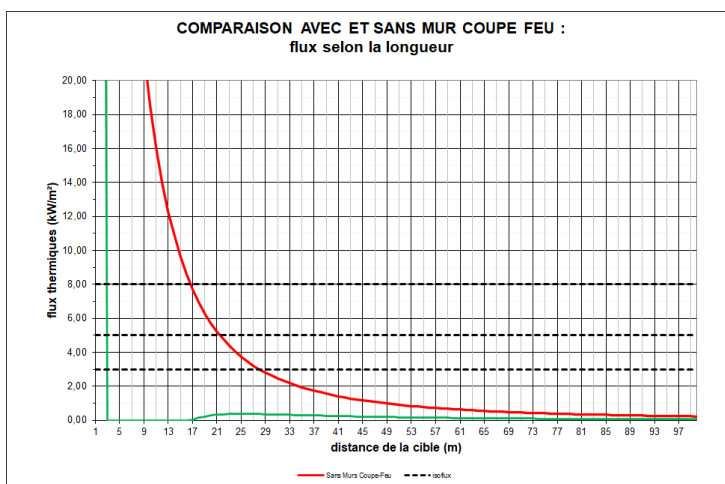


Figure 39 : PhDM1, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques selon la longueur

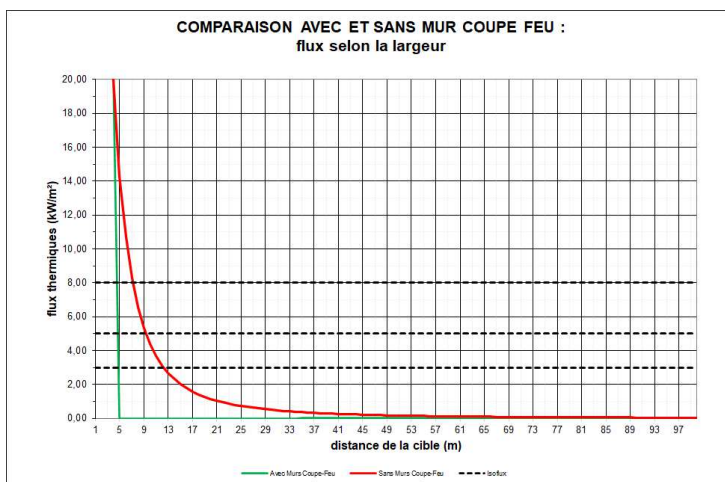


Figure 40 : PhDM1, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques selon la largeur

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM2	Incendie double rack	Longueur, mur REI à 2,7 m	Médiatrice	2,7 m	2,7 m	2,7 m	2,7 m	2,7 m
		Longueur, mur REI à 14,0 m	Médiatrice	10 m	11 m	14 m	14 m	14 m
		Largeur	Médiatrice	4,8 m	4,8 m	4,8 m	4,8 m	4,8 m

Tableau 17 : PhDM2, incendie 1 rack zone B, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la propagation au rack opposé puisque l'éloignement entre les 2 racks est de 2,7 m et que la distance aux effets dominos est de 14 m, limitée par la présence d'un mur REI120 en périphérie. Il est également observé l'absence de zones d'effets au-delà des murs REI120 qui entourent la zone de stockage B.

La porte d'accès sera également de comportement au feu REI120.

5.3.4.3. PhDM3 : Incendie généralisé sur la zone de stockage de batteries et modules B

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 20 m x 20 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 25,3 m ;
- Hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à grande échelle : 4,6 m
- On retient une hauteur de flamme de 2 fois la hauteur du stockage soit 7 m
- Rayonnement calculé selon la formule du TNO en considérant une fraction radiative de 6% (cf KOSEKI pour des grands feu de nappe, diamètre équivalent 20 m). Le pouvoir émissif est de 60 kW/m²
- Considération d'un mur périphérique REI120 de hauteur 5 m, sur façade Nord, Est et Ouest et d'un mur REI 120 toute hauteur en face Sud

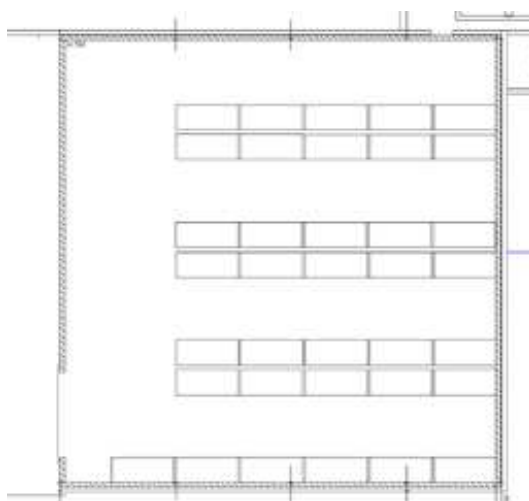


Figure 41 : représentation de la zone B, configuration définitive

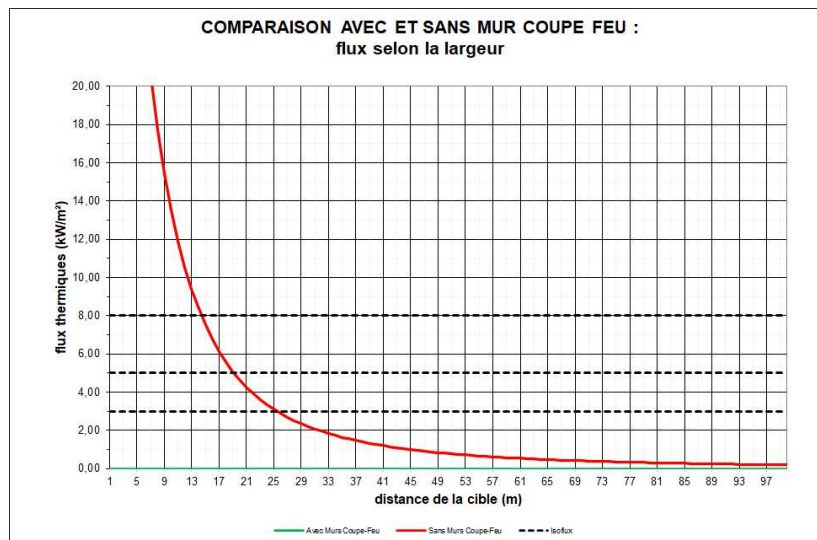
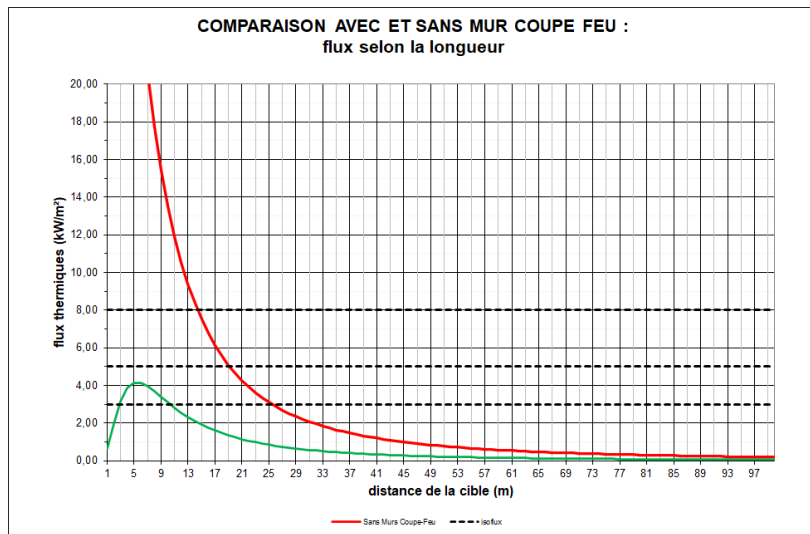


Figure 42 : PhDM3, incendie généralisé zone B, distance d'effets thermiques selon un côté (longueur façade Est et Ouest, tracé du haut, largeur face Nord, tracé du haut et largeur face sud tracé du bas)

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM3	Incendie généralisé en zone B	Longueur, mur REI en périphérie	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	11 m
		Largeur, mur REI en périphérie, face Nord	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	11 m
		Largeur, mur REI en périphérie, face Sud	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 18 : PhDM3, incendie généralisé zone B, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI 120 de 5 m de hauteur implantés en périphérie de la zone B de stockage : les seuils d'effets létaux ne sont pas atteints au-delà des murs et la distance au SEI est limitée à 11 m, voire nulle dans le cas de la face Sud dont le mur REI est toute hauteur. La distance au SEI est maintenue dans les limites du site.

5.3.4.4. PhDM4 : Incendie généralisé sur la zone de stockage de batteries, configuration transitoire d'un stockage maximum de 20 tonnes

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 45 m x 10 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 19,1 m ;
- Hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à grande échelle : 4,6 m
- On retient une hauteur de flamme de 2 fois la hauteur du stockage soit 7 m
- Rayonnement calculé selon la formule du TNO en considérant une fraction radiative de 6% (cf KOSEKI pour des grands feu de nappe, diamètre équivalent 20 m). Le pouvoir émissif est de 58 kW/m²
- Considération du mur béton amovible 2,5 m de hauteur en face Ouest puis du mur parpaing creux 2 m de hauteur toujours à l'ouest à 9 m de la zone de stockage ; considération du mur béton amovible de hauteur 2,5 m en face Sud ; considération du mur parpaings creux 150 mm épaisseur (hauteur 2 m) en façade est et du mur parpaings creux de 150 mm épaisseur hauteur 2 m en façade nord (données CERIB : mur parpaings creux 150 mm : comportement au feu au moins REI90)

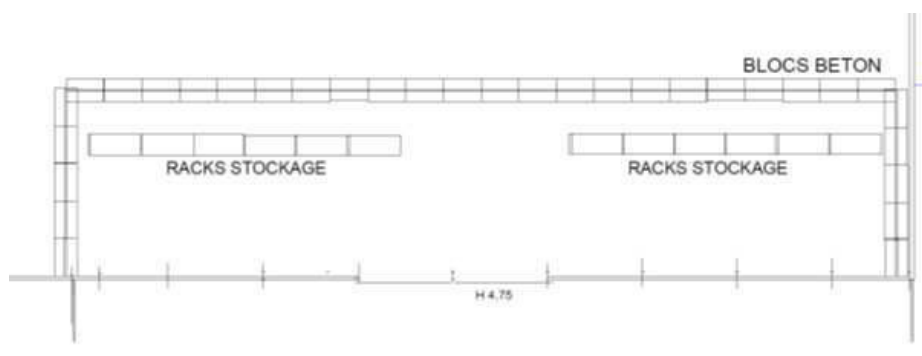


Figure 43 : représentation de la zone B, configuration définitive

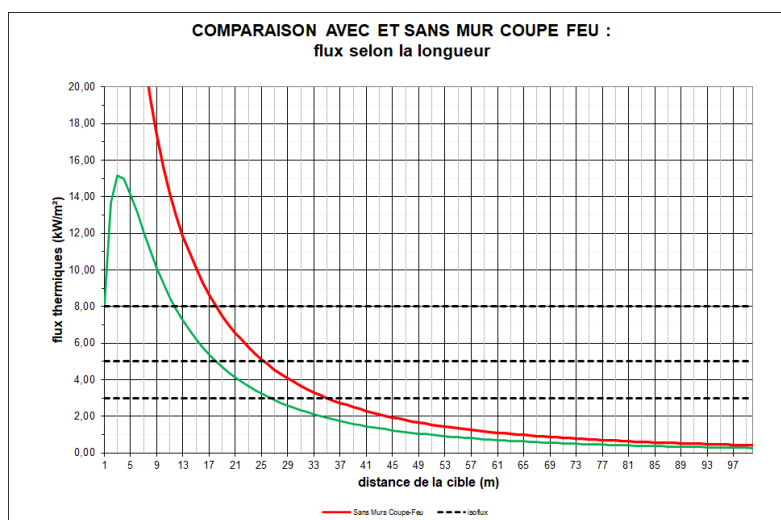


Figure 44 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : en rouge sans assigner de REI au mur amovible béton Ouest ; en vert avec un REI ; pas de prise en compte du mur périphérique du bâtiment B1

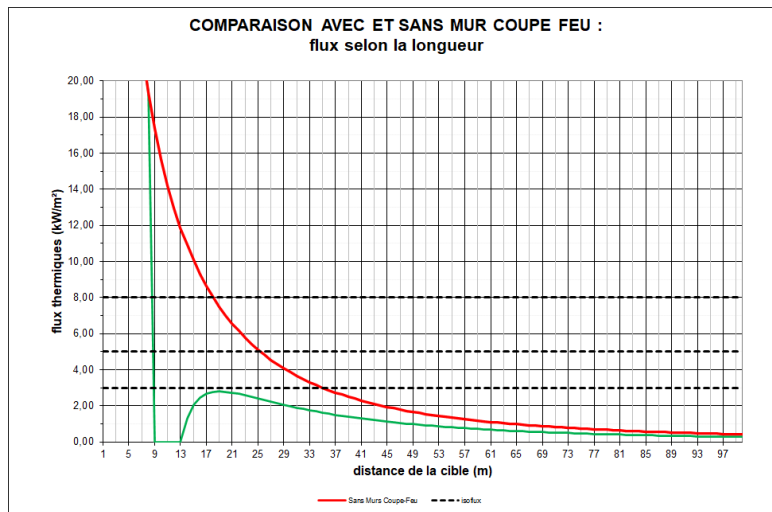


Figure 45 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : non considération du mur béton amovible écran thermique en face ouest mais prise en compte du mur parpaing en façade ouest du bâtiment B1 (en vert)

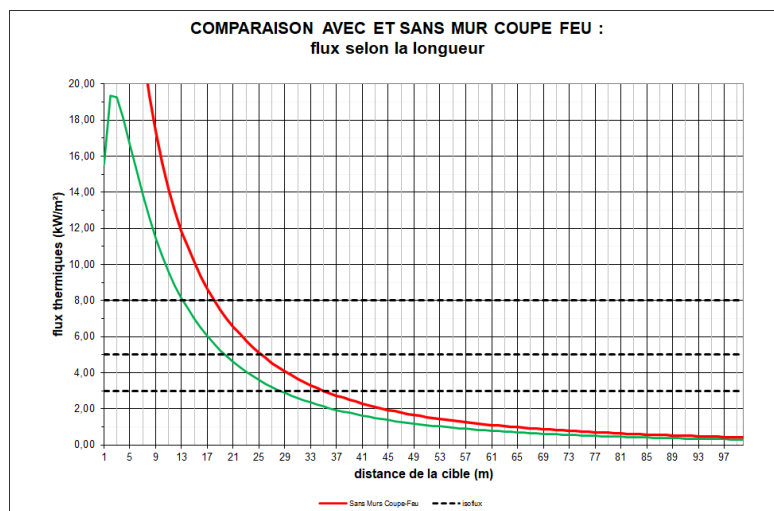


Figure 46 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert en considérant le mur REI 2 m de hauteur en façade est

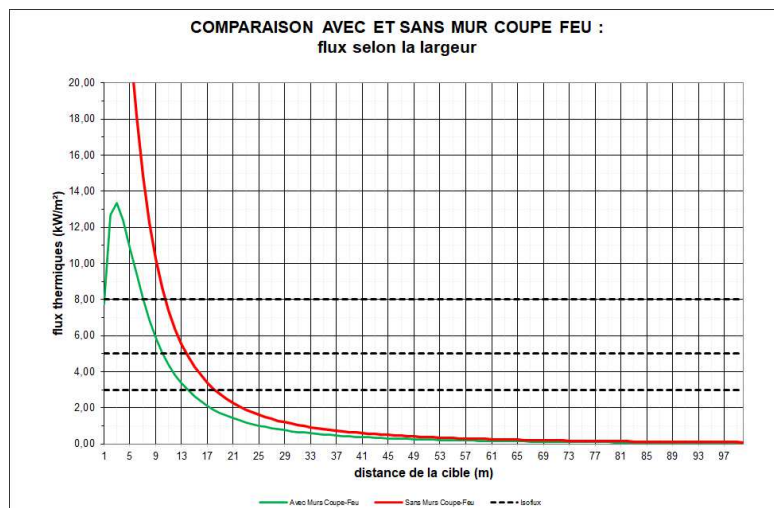


Figure 47 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la largeur pour la façade sud : en rouge sans assigner de REI au mur amovible béton sud ; en vert avec un REI

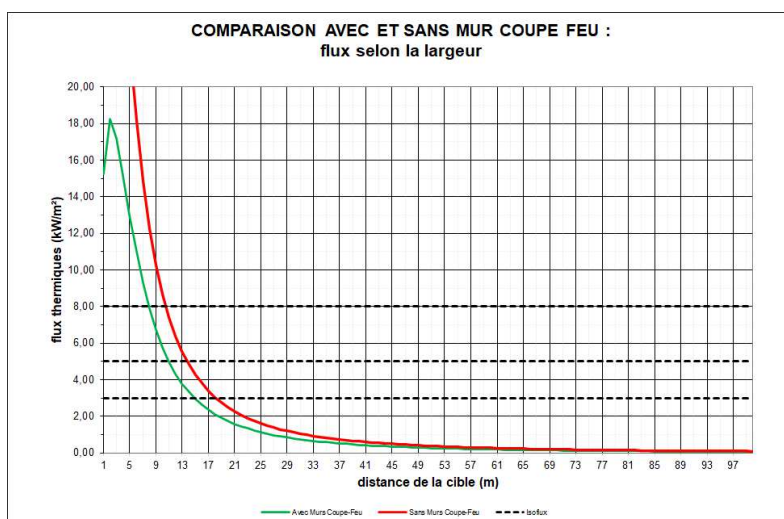


Figure 48 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques selon la largeur pour la façade nord : en vert avec mur REI hauteur 2 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM 4	Incendie généralisé en zone B, configuration 20 tonnes	Longueur, façade ouest, mur béton amovible REI hauteur 2,5 m puis mur parpaing hauteur 2 m à 9 m de la zone de stockage	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	9 m	9 m	9 m
		Largeur, façade nord, mur REI hauteur 2 m	Médiatrice	Non atteint	4 m	9 m	12 m	16 m
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 2 m	Médiatrice	Non atteint	6 m	14 m	20 m	29 m
		Largeur, façade sud, mur béton amovible REI hauteur 2,5 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	8 m	11 m	15 m

Tableau 19 : PhDM4, incendie généralisé zone B, configuration transitoire 20 tonnes, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades ouest, nord et sud : aucun effets relatifs aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

Enfin, la zone d'effets dominos sort du bâtiment B1 en direction Nord et Est mais n'impacte aucune installation. Le flux 8 kW/m² est également atteint dans le magasin en direction Ouest et Sud : aucune propagation n'est attendue car le magasin ne sera exploité que sur la zone de stockage 20 tonnes et vierge de produits et équipement ailleurs.

5.3.4.5. PhDM5 : Incendie d'une batterie sur un poste de décharge (box)

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 1,50 m x 1,30 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 3,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à petite échelle : 1 m
- Dans une approche dimensionnante pour les effets dominos, on applique une hauteur 3,9 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 122 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 3 m en paroi ouest ; murs REI 120 hauteur 2,4 m séparateurs et hauteur 3 m en périphérie nord et sud ; mur REI120 en direction est à 4,9 m

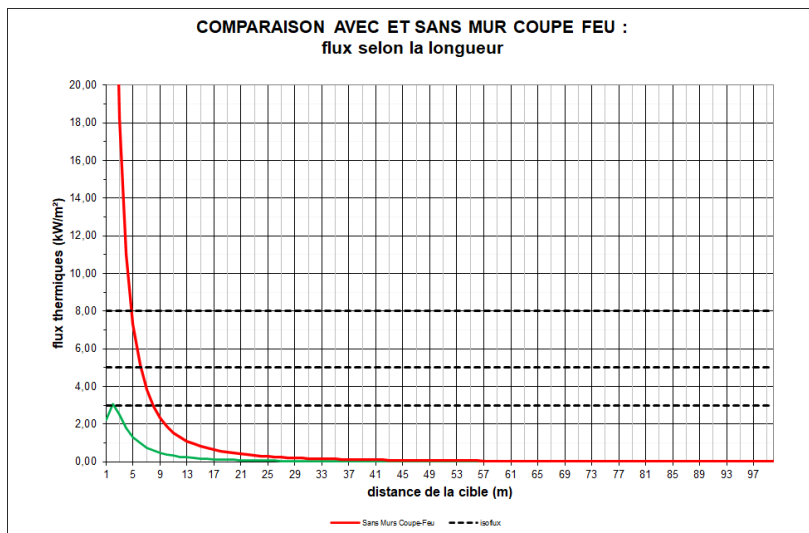


Figure 49 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

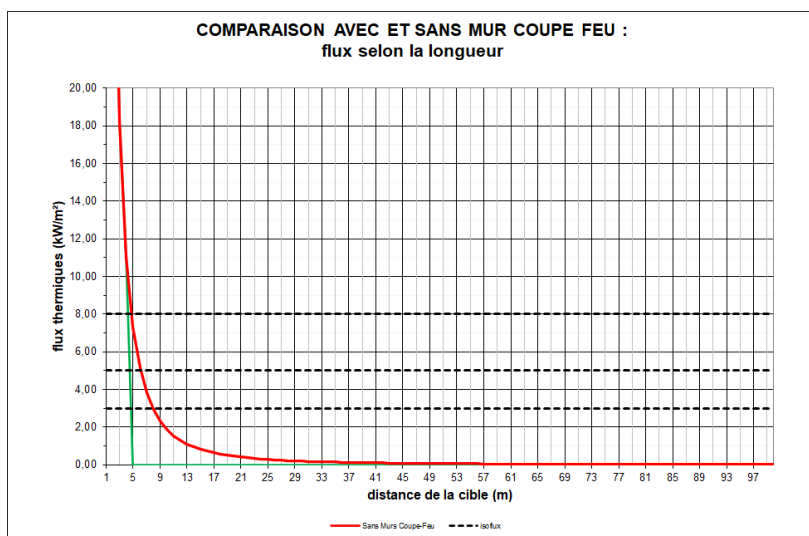


Figure 50 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la longueur façade est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 4,9 m

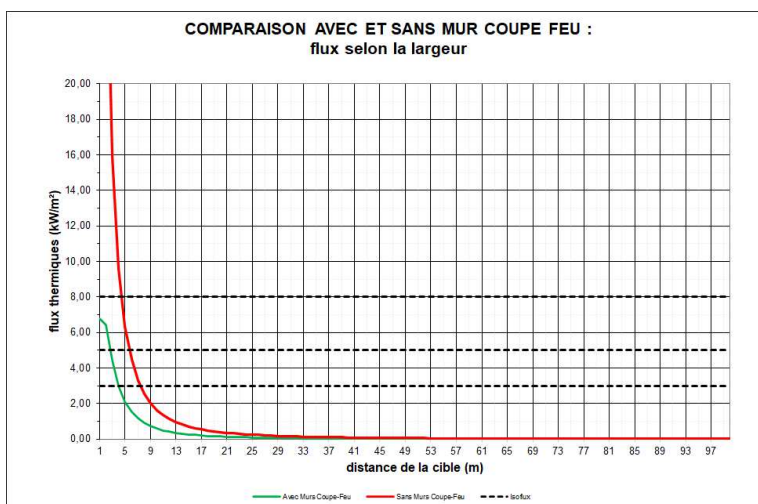


Figure 51 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m, entre les box

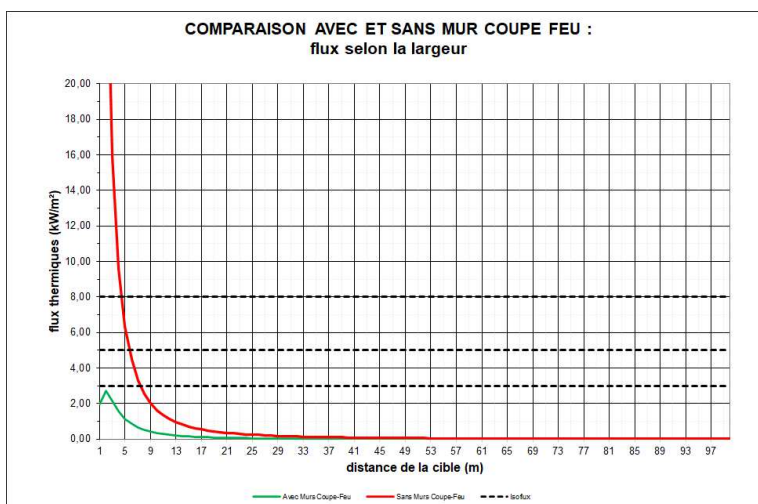


Figure 52 : PhDM5, incendie sur 1 batterie d'un poste : box de décharge, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3, en périphérie de zone

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM5	Incendie sur 1 poste de décharge, 1 batterie (1 box)	Longueur, façade ouest, mur REI120 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m

Tableau 20 : PhDM5, incendie 1 batterie sur un poste de décharge en zone D1, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades ouest, nord et sud, et en délimitation des zones D1 et D2 : aucun effets relatifs aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

De plus les murs séparateurs interdisent la propagation d'un incendie d'un box sur un autre box. Néanmoins, le seuil des effets dominos impacte le box de quarantaine au droit du box de décharge abritant la batterie en feu : une propagation d'incendie est possible.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur. Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 5 m, 6 m et 8 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballement thermique sur une batterie dans un box de décharge.

5.3.4.6. PhDM6 : Incendie des batteries sur la ligne de décharge D1

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 35,0 m x 2,4 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 7,0 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 102 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 3 m en paroi ouest ; murs REI 120 hauteur 3 m en façade nord et sud ; mur REI120 en direction est à 4,9 m de hauteur 3,2 m

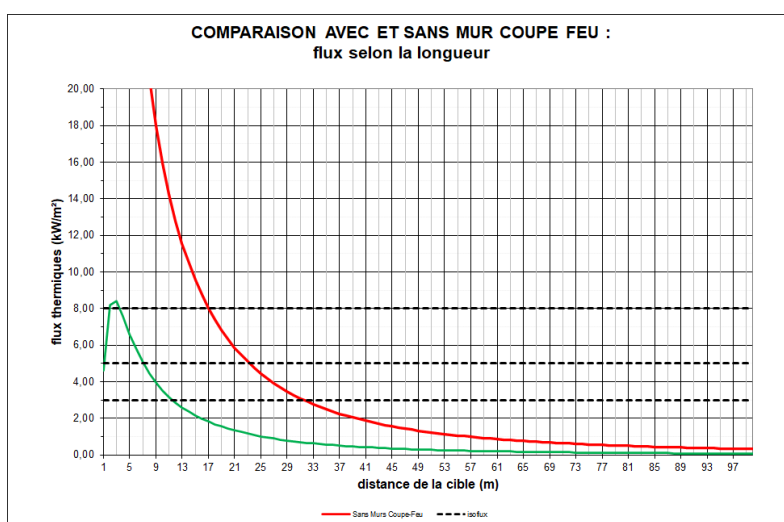


Figure 53 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

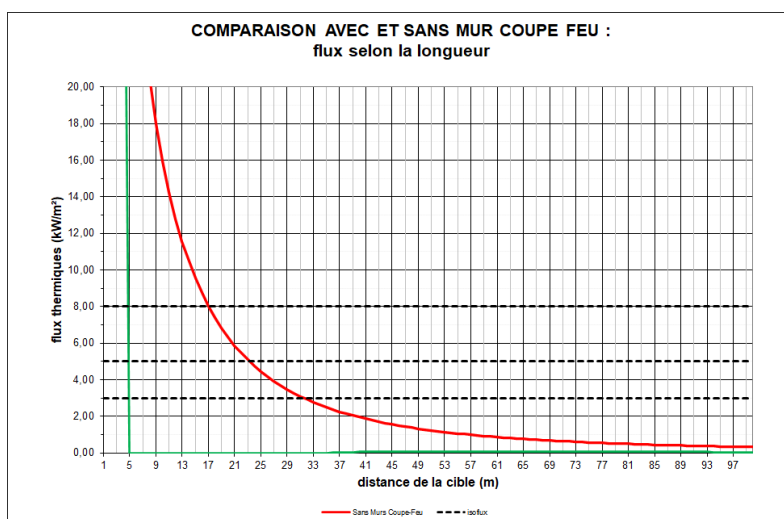


Figure 54 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 4,9 m

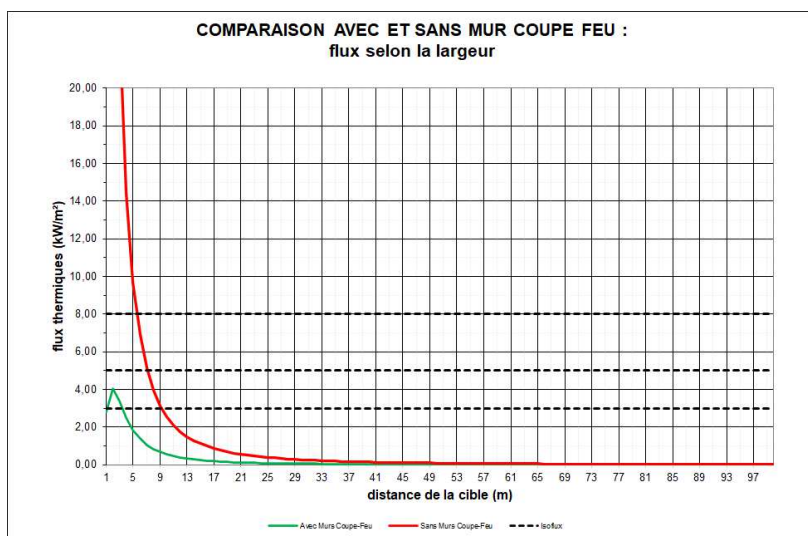


Figure 55 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques selon la largeur est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM6	Incendie sur la ligne de décharge D1	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	4 m	6 m	13 m
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 3,2 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	4 m
		Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	Médiatrice	3 m	4 m	6 m	8 m	10 m

Tableau 21 : PhDM6, incendie sur la ligne de décharge D1, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades ouest, nord et sud, et en délimitation des zones D1 et D2 : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 4,9 m en direction est : une propagation aux box de quarantaine est envisageable.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur. Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 6 m, 8 m et 10 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballement thermique sur l'ensemble de la ligne de décharge en D1.

5.3.4.7. PhDM7 : Incendie d'une batterie en box de quarantaine D1

Les hypothèses sont similaires au PhDM5 traitant de l'incendie d'une batterie sur le box de décharge : les caractéristiques des façades Est et ouest sont « inversées »

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM7	Incendie sur 1 poste de quarantaine, 1 batterie (1 box)	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m

Tableau 22 : PhDM7, incendie 1 batterie sur un poste de quarantaine en zone D1, distance d'effets thermiques

Les conclusions sont identiques à celles formulées pour le PhDM5 : aucun effets relatifs aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site, les murs séparateurs interdisent la propagation d'un incendie d'un box sur un autre box et aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballage thermique sur une batterie dans un box de décharge.

Néanmoins, le seuil des effets dominos impacte le box de décharge au droit du box de quarantaine abritant la batterie en feu : une propagation d'incendie est possible.

5.3.4.8. PhDM8 : Incendie des batteries sur la ligne de quarantaine D1

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 35,0 m x 1,4 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 4,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 116 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 3,2 m en paroi est ; murs REI 120 hauteur 3 m en façade nord et sud; mur REI120 hauteur 3 m en direction est à 5,9 m

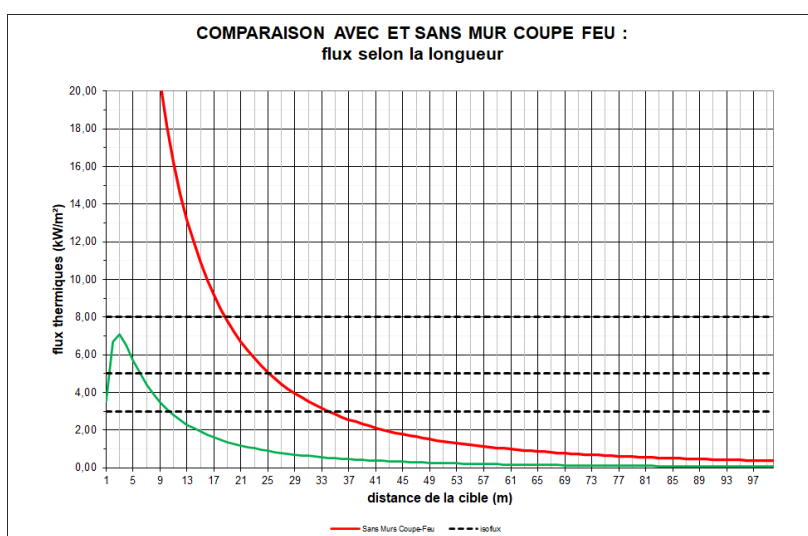


Figure 56 : PhDM8, incendie sur la ligne quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, coté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

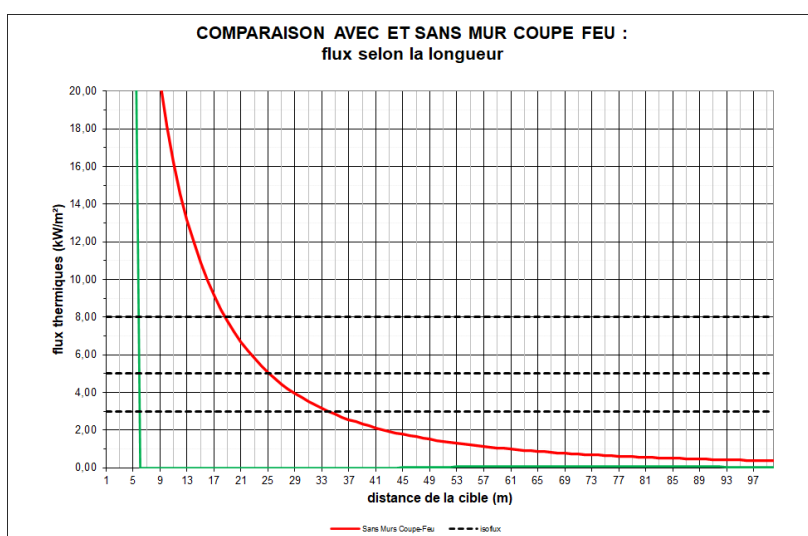


Figure 57 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 5,9 m

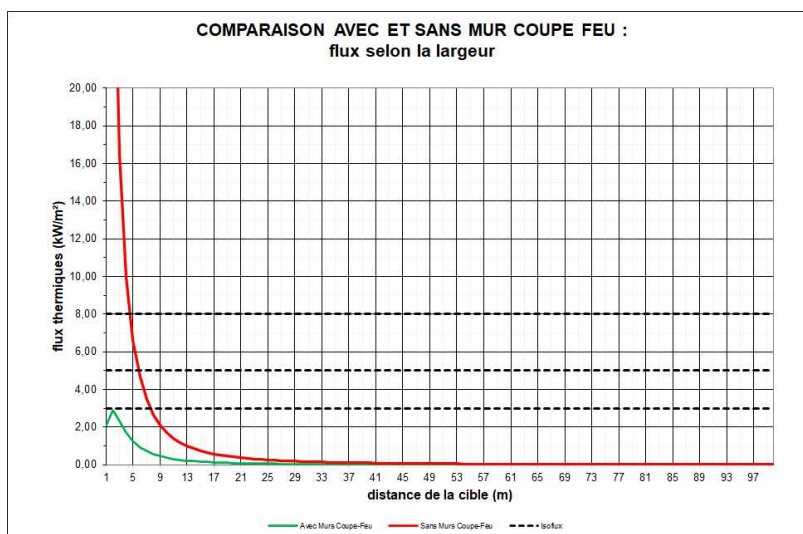


Figure 58 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques selon la largeur est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM8	Incendie sur la ligne de quarantaine D1	Longueur, façade est, mur REI20 hauteur 3,2 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	7 m	11 m
		Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 5,9 m	Médiatrice	5,9 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	8 m	10 m

Tableau 23 : PhDM8, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades Est, nord et sud, et en paroi ouest à 5,9 m : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 5,9 m en direction ouest : une propagation aux box de décharge est envisageable.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur. Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 5 m, 6 m et 8 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballement thermique sur l'ensemble de la ligne de quarantaine en D1.

5.3.4.9. PhDM9 : Incendie d'une batterie en box de quarantaine D2

Les hypothèses sont similaires au PhDM5 traitant de l'incendie d'une batterie sur le box de décharge : les caractéristiques des façades Est et ouest sont « inversées »

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM9	Incendie sur 1 poste de quarantaine, 1 batterie (1 box) en D2	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m

Tableau 24 : PhDM9, incendie 1 batterie sur un poste de quarantaine en zone D2, distance d'effets thermiques

Les conclusions sont identiques à celles formulées pour le PhDM5 : aucun effets relatifs aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site, les murs séparateurs interdisent la propagation d'un incendie d'un box sur un autre box et aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballage thermique sur une batterie dans un box de décharge.

Néanmoins, le seuil des effets dominos impacte le box de quarantaine de la ligne qui fait face au box de quarantaine abritant la batterie en feu : une propagation d'incendie est possible.

5.3.4.10. PhDM10 : Incendie des batteries sur la ligne de quarantaine D2

Les hypothèses sont similaires au PhDM8 traitant de l'incendie d'une ligne de quarantaine en D1.

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM10	Incendie sur la ligne de quarantaine D2 (ligne ouest)	Longueur, façade est, mur REI120 hauteur 3,2 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	7 m	11 m
		Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		<i>Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)</i>	<i>Médiatrice</i>	<i>3 m</i>	<i>4 m</i>	<i>5 m</i>	<i>8 m</i>	<i>10 m</i>

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM10	Incendie sur la ligne de quarantaine D2 (ligne est)	Longueur, façade est, mur REI120 hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	5 m	11 m	14 m
		Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3,2 m à 4,9 m	Médiatrice	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		<i>Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)</i>	<i>Médiatrice</i>	<i>3 m</i>	<i>4 m</i>	<i>5 m</i>	<i>8 m</i>	<i>10 m</i>

Tableau 25 : PhDM10, incendie sur la ligne de quarantaine D1, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades Est, nord et sud, et en paroi ouest à 4,9 m : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 4,9 m selon la médiatrice à la longueur: une propagation aux box de quarantaine de la seconde ligne de la zone D2 est envisageable.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur. Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 5 m, 6 m et 8 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballage thermique sur l'ensemble de la ligne de quarantaine en D2.

5.3.4.11. PhDM11 : Incendie généralisé des batteries sur container sécurisé de la zone F

Ces containers seront équipés de tous les dispositifs de sécurité nécessaires : surveillance par caméras thermiques ; installation de sprinklage ; parois REI120 ; bacs de rétention sur lesquels seront entreposées batteries ou déchets critiques. Les zones d'effets thermiques sont circonscrites aux containers du fait des dimensions et surtout des caractéristiques REI 120 de l'ensemble de la structure.

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM11	Incendie généralisé sur un container sécurisé	Longueur	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Largeur	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 26 : PhDM11, incendie généralisé sur container sécurisé

5.3.4.12. PhDM12 : Incendie sur une batterie sur un poste de démontage

Les hypothèses sont similaires au PhDM1 traitant de l'incendie d'une seule batterie.

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM12	Incendie 1 batterie sur poste démontage	Longueur	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	6 m	8 m
		Largeur	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	6 m	8 m

Tableau 27 : PhDM12, incendie 1 batterie zone démontage, distance d'effets thermiques

La distance aux effets dominos est de 5 m ce qui confirme la sélection a priori des phénomènes dangereux : la propagation aux batteries de la ligne de démontage puisque l'éloignement entre 2 batteries est de l'ordre de 3,8 m

5.3.4.13. PhDM13 : Incendie sur la ligne de démontage

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 40,0 m x 5 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 11,8 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5 m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 74 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur parpaings en façade Est hauteur 7 m (données CERIB : mur parpaings creux 150 mm : comportement au feu au moins REI90), mur parpaing façade sud hauteur 2,4 m et mur entre zone démontage et tests modules hauteur 2,4 m à 7 m de la zone démontage, mur périphérique nord REI120 de 3 m de haut

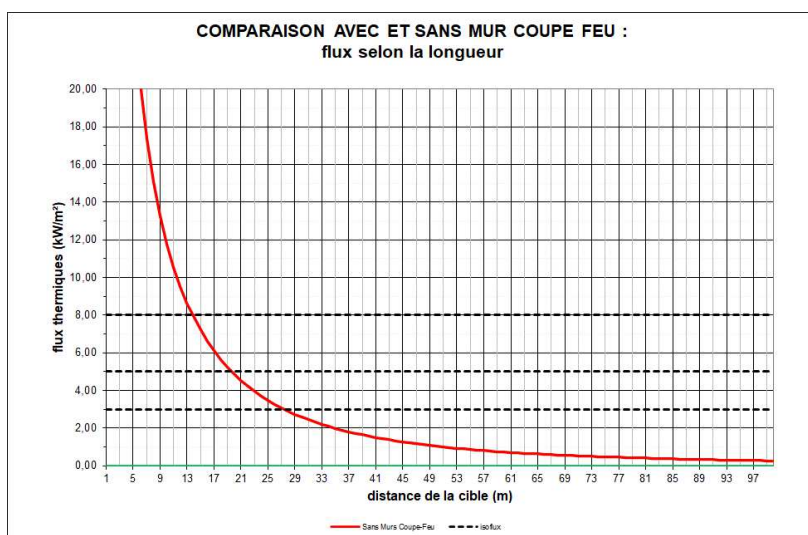


Figure 59 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la longueur est : en vert prise en compte du mur REI hauteur 7 m

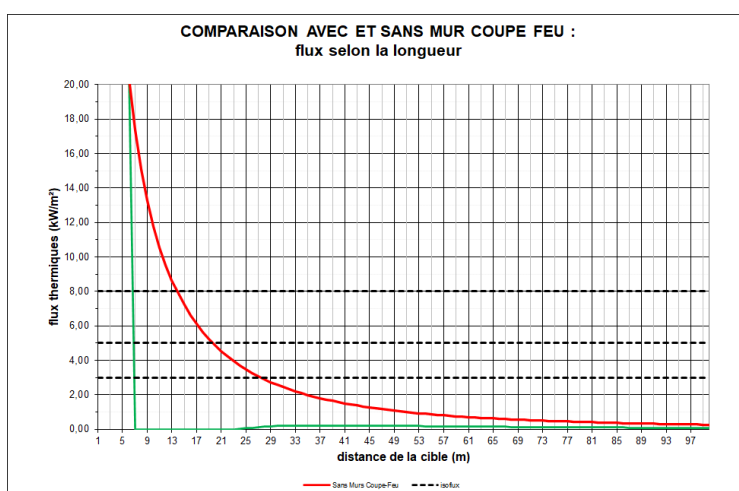


Figure 60 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la longueur ouest : en vert prise en compte du mur REI hauteur 2,4 m à une distance de 7 m

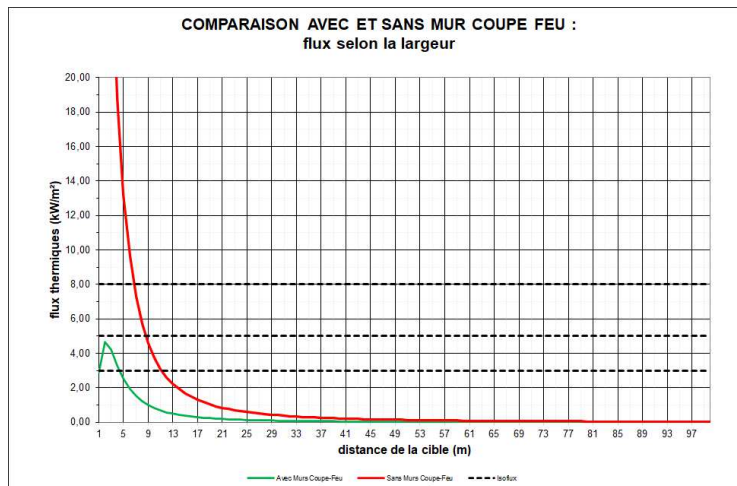


Figure 61 : PhDM13, incendie sur la ligne de démontage G, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM13	Incendie sur la ligne de démontage	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 2,4 m à 7 m	Médiatrice	7 m	7 m	7 m	7 m	7 m
		Largueur, mur REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m
		Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 7 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 28 : PhDM13, incendie généralisé ligne de démontage, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades Est, nord et sud, et en direction ouest à 7 m (entre les zones démontage et test) : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site. La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 7 m en direction ouest, limitée par la présence du mur REI120 de séparation entre les zones de démontage et de test des modules : aucune propagation d'incendie de la zone démontage à la zone de test des modules n'est retenue.

5.3.4.14. PhDM14 : Incendie sur 1 module sur un poste de test

Les hypothèses sont similaires à celles retenues dans le cadre de l'étude d'une seule batterie sur un poste de décharge (PhDM5), excepté les murs de séparation REI120 entre chaque poste :

- Surface au sol de 1,50 m x 1,30 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 3,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à petite échelle : 1 m ; Dans une approche dimensionnante pour les effets dominos, on applique une hauteur 3,9 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 122 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 3 m en paroi ouest ; mur REI120 en direction est à 5,4 m

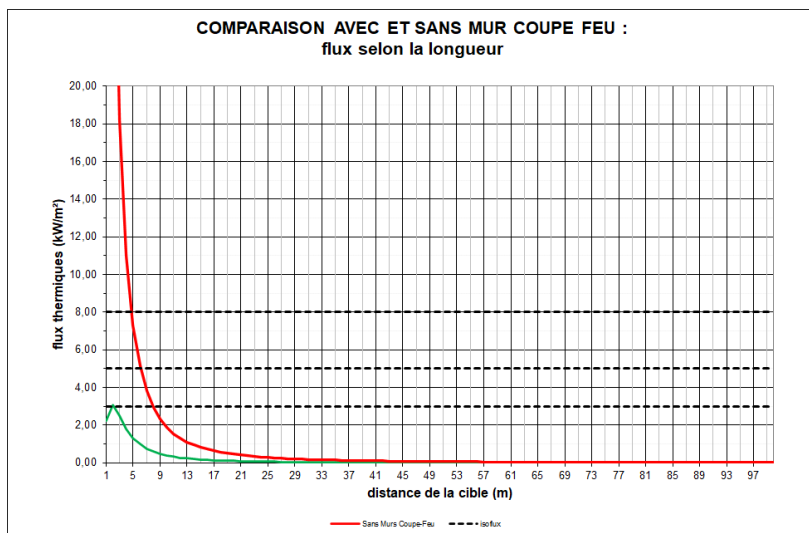


Figure 62 : PhDM14, incendie sur 1 batterie d'un poste de test, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

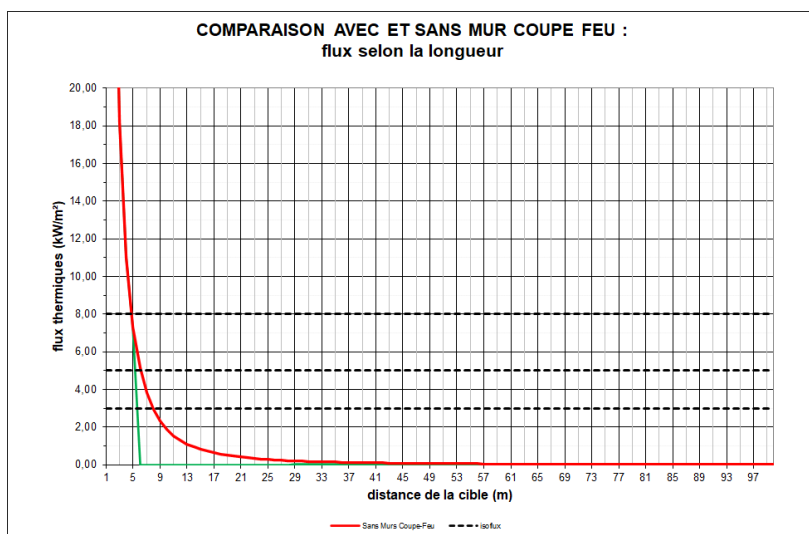


Figure 63 : PhDM14, incendie sur 1 batterie d'un poste de test, distance d'effets thermiques selon la longueur façade est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m à 5,4 m de distance d'un poste

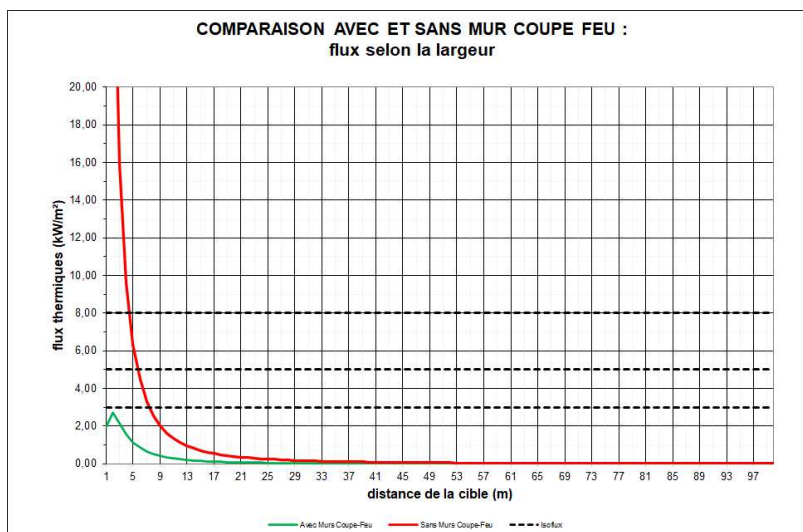


Figure 64 : PhDM14, incendie sur 1 batterie d'un poste de test, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 n façade sud pour le poste le plus au sud

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM14	Incendie sur 1 poste de test, 1 batterie	Longueur, façade ouest, mur REI20 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m
		Largeur, tout poste sauf le plus au sud et plus au nord	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	5 m	6 m	8 m
		Largeur, façade sud pour poste de test le plus au sud et façade nord pur poste le plus au nord	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 3 m à 5,4 m	Médiatrice	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m

Tableau 29 : PhDM15, incendie 1 batterie sur un poste de test en zone F, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades ouest, nord et sud, et en direction est à 5,4 m (entre les zones démontage et test) : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 5,4 m en direction est, limitée par la présence du mur REI120 de séparation entre les zones de démontage et de test des modules : aucune propagation d'incendie de la zone de tests des modules à la zone de démontage n'est retenue.

5.3.4.15. PhDM15 : Incendie sur la ligne de test

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 40,2 m x 2,6 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 7,5 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5 m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 100 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 3 m en paroi ouest ; mur REI120 hauteur 2,4 m en direction est à 5,4 m ; murs REI120 hauteur 3 m en parois nord et sud

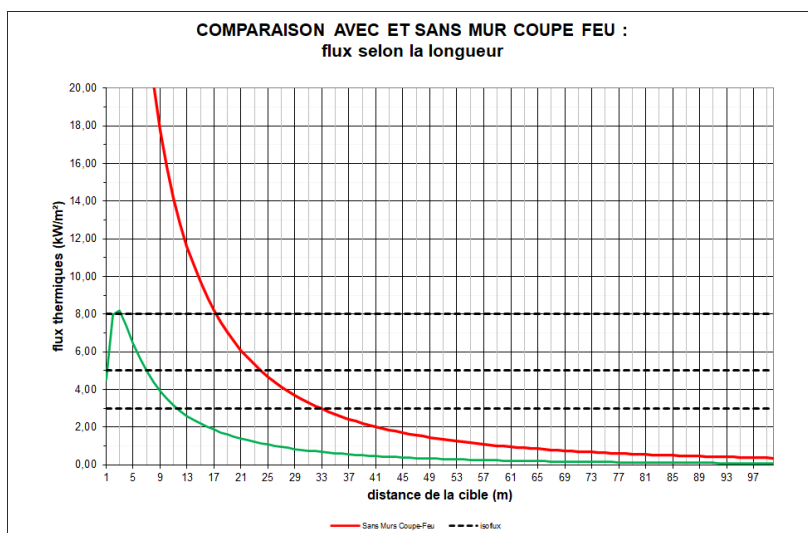


Figure 65 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m façade ouest

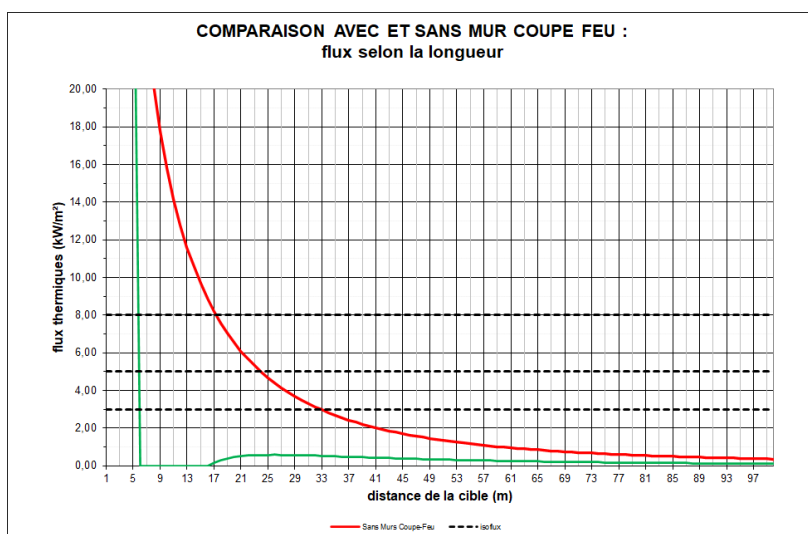


Figure 66 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m en direction est à 5,4 m

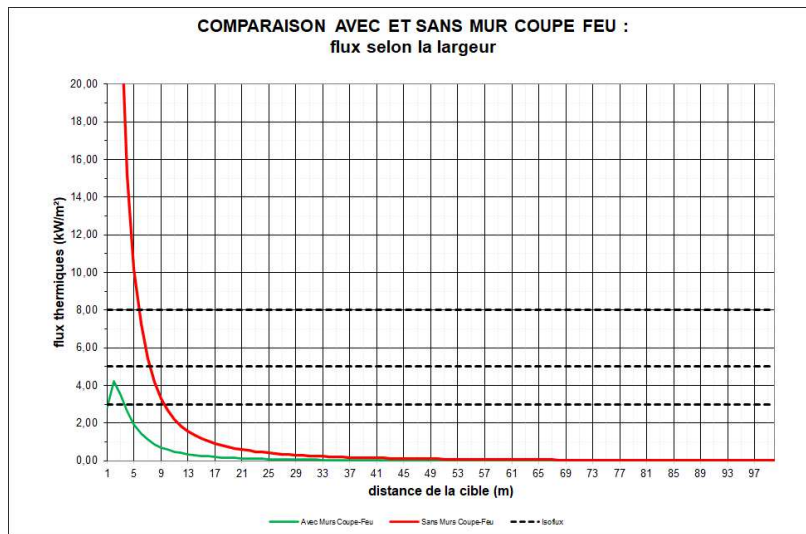


Figure 67 : PhDM15, incendie sur la ligne de test des modules, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM15	Incendie sur la ligne de test des modules	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	4 m	7 m	12 m
		Largueur, mur REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	4 m
		Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 2,4 m à 5,4 m	Médiatrice	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m

Tableau 30 : PhDM15, incendie généralisé ligne de test des modules, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades Est, nord et sud, et en direction ouest à 7 m (entre les zones démontage et test) : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 5,4 m en direction est, limitée par la présence du mur REI120 de séparation entre les zones de démontage et de test des modules : aucune propagation d'incendie de la zone de tests des modules à la zone de démontage n'est retenue.

5.3.4.16. PhDM16 : Incendie sur un stockage de déchets autres (plastiques)

Les hypothèses suivantes sont formulées :

- caisses standards mises sur rayonnages métalliques pour y stocker les déchets non dangereux du démontage (câbles, plastiques...)
- alternance de caisses de combustibles et non combustibles, la zone de combustible est forfaitairement de 6 m x 1 m (équivalent d'1 ligne de 5 palettes EURO)
- caractéristiques de combustion type cf guide entrepôt : 30 g/m²/s et 30 kW/m² d'émittance
- Surface au sol de 6,0 m x 1,0 m
- Mur REI de 3 m en façade est et en direction ouest (périphérie ouest de la zone D2) à 5 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 2,7 m

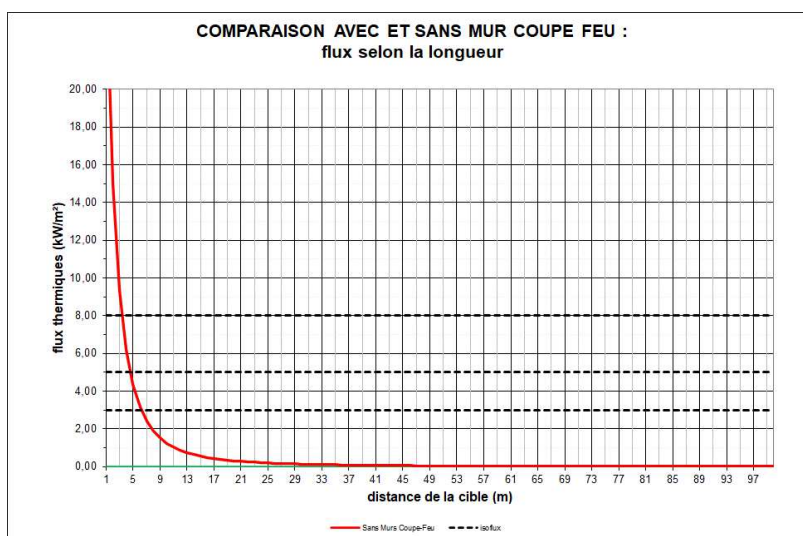


Figure 68 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la longueur façade est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

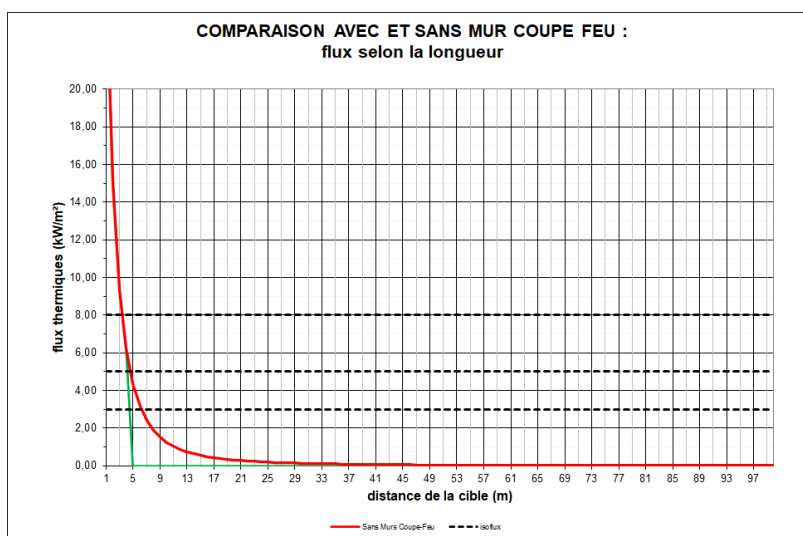


Figure 69 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la longueur façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m à 5 m de distance (paroi est D2)

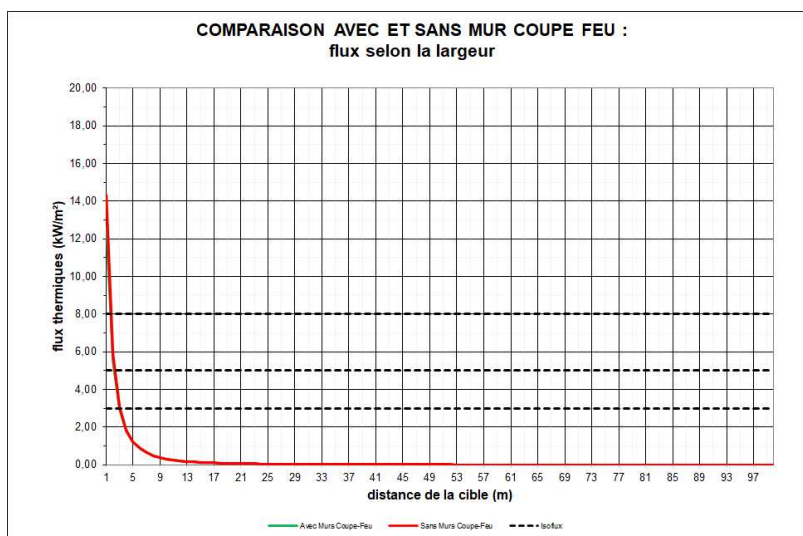


Figure 70 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques selon la largeur

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM16	Incendie sur stockage autres déchets	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3 m à 5 m	Médiatrice	2 m	3 m	4 m	5 m	5 m
		Largueur, mur REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	2 m	3 m	4 m
		Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 31 : PhDM16, incendie sur stockage autres déchets, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades Est, et en direction ouest à 5 m (paroi ouest de la zone D2) : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

La distance aux effets dominos 8 kW/m² est de 4 m en direction ouest: aucune propagation d'incendie de la zone de stockage autres déchets vers la zone de quarantaine D2 n'est retenue.

5.3.4.17. PhDM17 : Incendie généralisé des batteries sur container sécurisé de la zone L

Ces containers seront équipés de tous les dispositifs de sécurité nécessaires :

- surveillance par caméras thermiques ;
- installation de sprinklage ;
- parois REI120 ;
- bacs de rétention sur lesquels seront entreposées batteries ou déchets critiques.

Les zones d'effets thermiques sont circonscrites aux containers du fait des dimensions et surtout des caractéristiques REI 120 de l'ensemble de la structure

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM17	Incendie généralisé sur un container sécurisé zone L	Longueur	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Largeur	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint

Tableau 32 : PhDM17, incendie généralisé sur container sécurisé

5.3.4.18. PhDM18 : Incendie d'une batterie sur 1 box de l'atelier

Les hypothèses sont quasi-similaires à celles retenues dans le cas de l'étude des effets thermiques d'un emballage sur une batterie sur un poste de charge : les boxes de l'atelier sont également séparés les uns des autres par des parois REI 120. Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 1,50 m x 1,30 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 3,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à petite échelle : 1 m
- Dans une approche dimensionnante pour les effets dominos, on applique une hauteur 3,9 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 122 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 4 m en paroi ouest et est ; murs REI 120 hauteur 2,4 m séparateurs

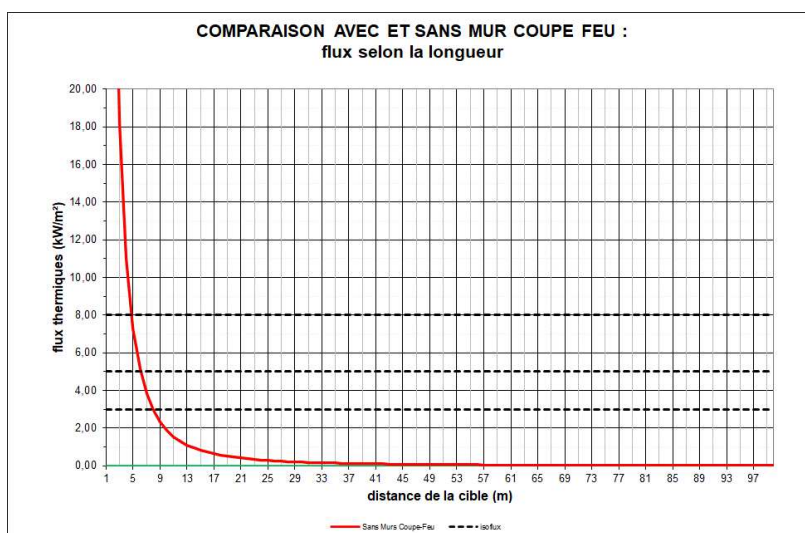


Figure 71 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans un box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur, façade ouest : en vert prise en compte du mur REI120 de hauteur 4 m

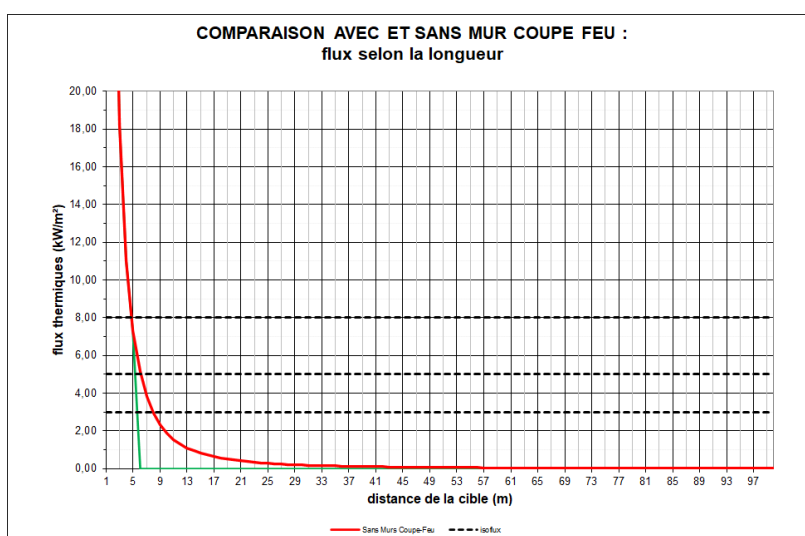


Figure 72 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans un box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur, façade est : en vert prise en compte du mur REI120 de hauteur 4 m à 6 m de distance

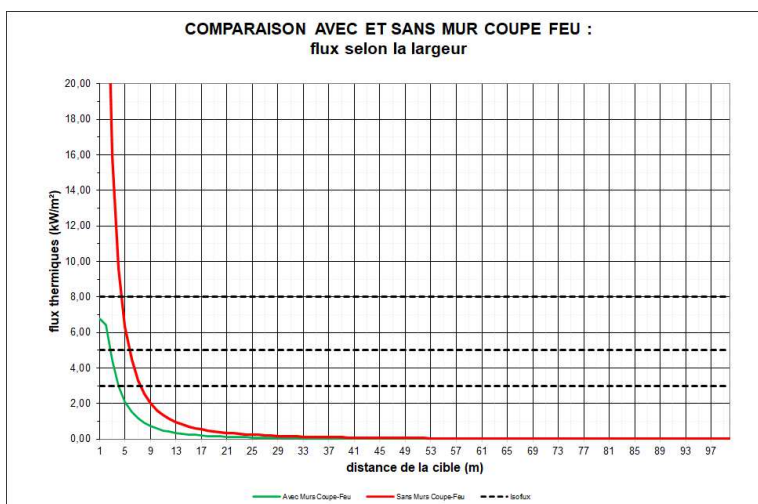


Figure 73 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans 1 box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 2,4 m, entre les box

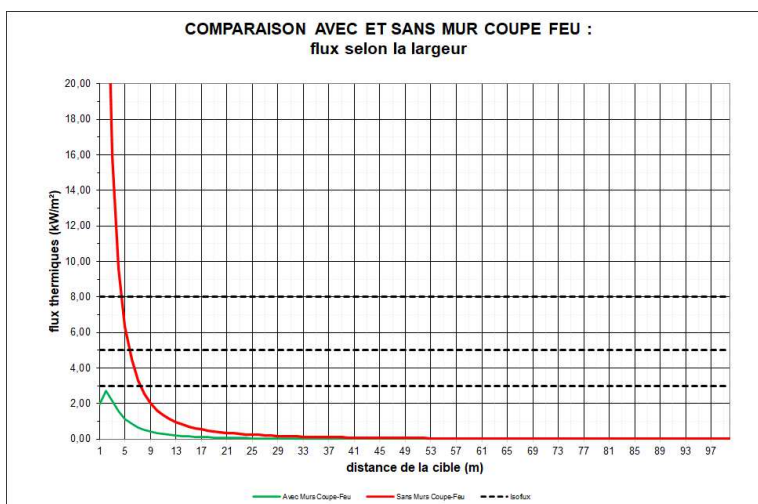


Figure 74 : PhDM18, incendie sur 1 batterie dans 1 box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m, en périphérie de zone

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM18	Incendie sur 1 poste de travail, 1 batterie (1 box)	Longueur, façade ouest, mur REI120 hauteur 4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 4 m à 6 m	Médiatrice	3 m	4 m	5 m	6 m	6 m

Tableau 33 : PhDM18, incendie 1 batterie sur box de l'atelier M, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en façades ouest, nord et sud, et est à 6 m : aucun effets relatifs aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site. De plus les murs séparateurs interdisent la propagation d'un incendie d'un box sur un autre box.

5.3.4.19. PhDM19 : Incendie généralisé des batteries en box de l'atelier M

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 20,0 m x 3,3 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 8,9 m ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5 m
- Dans une approche dimensionnante pour les effets dominos, on applique une hauteur 3,9 m
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 91 kW/m², valeur très supérieure à celle a priori enregistré lors des essais FM GLOBAL
- Mur REI 120 hauteur 4 m en périphérie

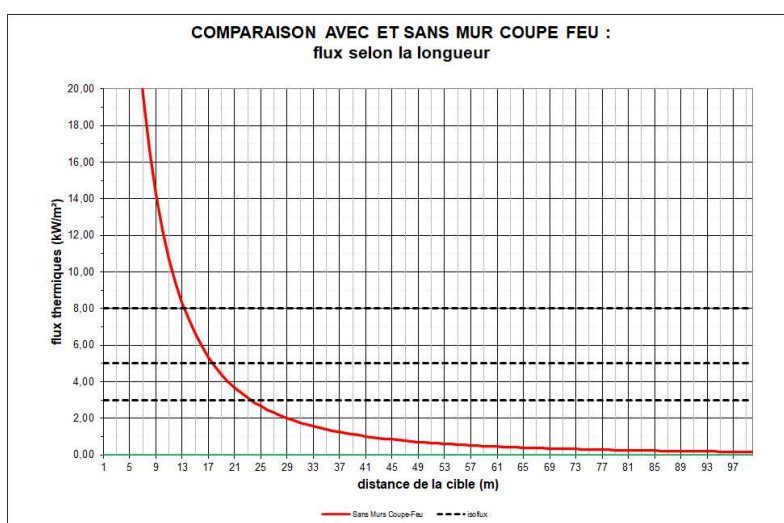


Figure 75 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m façade Ouest

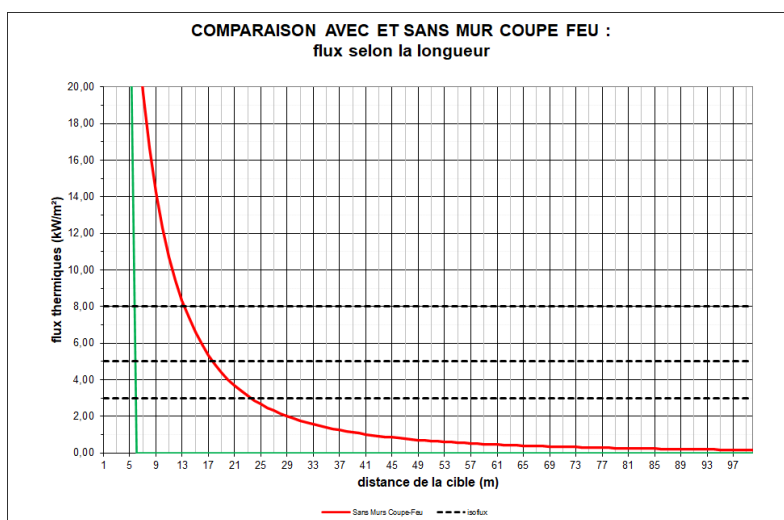


Figure 76 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la longueur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m façade est à 6 m

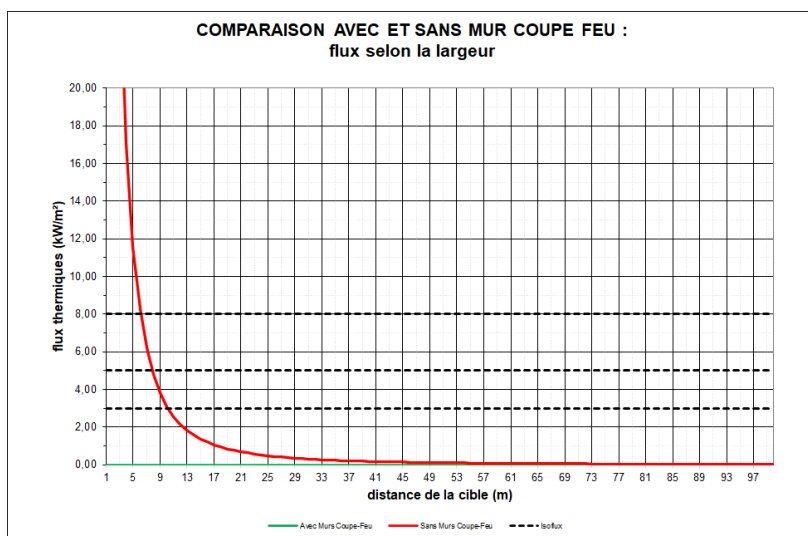


Figure 77 : PhDM19, incendie généralisé sur tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 4 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM19	Incendie simultané sur tous les box de l'atelier M	Longueur, façade ouest, mur REI120 hauteur 4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 4 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 4 m à 6 m	Médiatrice	6 m	6 m	6 m	6 m	6 m

Tableau 34 : PhDM19, incendie généralisé à tous les box de l'atelier M, distance d'effets thermiques

5.4. Etude des effets toxiques du phénomène dangereux d'incendie / emballement thermique d'une ou plusieurs batteries et modules

5.4.1. Phénomène dangereux de dégagement de gaz toxiques

L'électrolyte présent dans une cellule Li-ion classique contient un liquide à base d'hydrocarbures volatils et du sel de lithium dissous (source des ions lithium), tel que l'hexafluorophosphate de lithium. Les cellules de batterie sont scellées hermétiquement pour éviter que l'humidité présente dans l'air ne dégrade les cellules.

Les cellules Li-ion n'ont pas d'évacuation dans l'atmosphère, contrairement aux batteries plomb-acide. Par conséquent, dans des conditions d'utilisation normales, elles n'émettent pas de vapeurs.

Pendant une utilisation normale, l'électrolyte présent dans les cellules ne doit pas entrer en contact avec la personne manipulant la batterie Li-ion, ce qui rend très peu probable tout risque de fuite d'électrolyte provenant d'un bloc batterie Li-ion.

En cas d'augmentation anormale de la température ou d'autres conditions indiquant une mauvaise utilisation, l'énergie thermique dans la batterie augmente et conduit d'abord à l'évaporation de l'électrolyte, créant ainsi de la chaleur supplémentaire et des gaz combustibles.

La pression générée par la vaporisation de l'électrolyte peut ensuite conduire à des défaillances mécaniques à l'intérieur de la cellule pouvant provoquer la rupture de son enveloppe extérieure. Cette perte de confinement est alors à l'origine de fuites de l'électrolyte, produit toxique, inflammable et corrosif, sous forme liquide mais également gazeux.

La composition des gaz s'échappant de la cellule dépend de divers facteurs, dont la composition de la cellule, l'état de charge de la cellule et la cause de la fuite de la cellule.

Les gaz libérés peuvent être constitués de composés organiques volatils (COV, tels que du carbonate d'alkyle, du méthane, de l'éthylène et de l'éthane), d'hydrogène gazeux, de dioxyde de carbone, de monoxyde de carbone, de suie et de particules contenant des oxydes de nickel, d'aluminium, de lithium, de cuivre et de cobalt.

En outre, les sels d'électrolyte tels que l'hexafluorophosphate de lithium LiPF_6 , le tétrafluoroborate de lithium LiBF_4 , le perchlorate de lithium LiClO_4 , l'hexafluoroarsenate de lithium LiAsF_6 peuvent dégager des fumées particulièrement toxiques et corrosives contenant du phosphore, du fluor et du lithium. Des essais réalisés à l'INERIS ont ainsi montré la formation d'acide fluorhydrique (HF) lors de la dégradation thermique de batteries Li-ion.

La nature des gaz libérés dépend en particulier des constituants de la batterie et de l'état de charge de la batterie. Les gaz toxiques les plus fréquemment émis étant CO, HF, HCN, NO₂, HCl et hydrocarbures.

Des essais ont été réalisés lors d'une campagne d'investigation sur les émissions de feu de batteries Li-Ion par l'institut de recherche technique SP de Suède et ont montré que pour un feu d'électrolyte, le HF et le POF₃ étaient toujours présents dans les effluents de combustion. Les essais ont montré que la concentration de HF mesurée était toujours significativement supérieure à POF₃, souvent environ 20 fois supérieure.

Le retour d'expérience du CREPIM proposé pour un panel de batterie lithium-ion de type, NMC, LCO, LFP, NCA ou encore LMO, souligne la nature des gaz libéré par une batterie lithium-ion. Les gaz identifiés sont alors : H₂, CO₂, CO, CH₄, C₂H₄, C₂H₆ et les gaz toxiques HF, SO₂, NO₂, NO et HCl.

Annexe 2 : caractérisations CREPIM

Le RAPPORT D'ETUDE 05/01/2016 DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION, INERIS, présente également les polluants émis : CO, CO₂, HCl, HF, HCN, NO₂ et SO₂.

5.4.2. Méthodologies et modélisations

Lors d'un incendie, des quantités importantes de fumées sont produites à la suite de la combustion des substances impliquées. Ces fumées se caractérisent par la formation d'un panache au-dessus des flammes dont les dimensions dépendent notamment de la surface en feu et de la nature des produits impliqués.

Outre leur impact visuel, ces fumées peuvent également avoir un impact sur l'environnement et sur les personnes du fait de leur toxicité.

La toxicité des fumées peut être estimée en déterminant la composition des fumées soit d'un point de vue théorique à partir de la composition élémentaire des produits impliqués si elle est connue soit d'un point de vue expérimental à l'aide d'essais réalisés à grande échelle. Cette dernière détermination s'avère généralement plus précise car elle permet d'intégrer la présence de résidus alors que l'approche théorique suppose généralement une conversion totale des éléments.

Le principe du calcul de la dispersion des fumées d'incendie repose sur les étapes suivantes:

- Caractérisation du rejet : débit de fumées, concentration des effluents gazeux dans ces fumées, hauteur de rejet, vitesse...
- calcul de la dispersion atmosphérique
- comparaison des concentrations obtenues à l'étape précédente avec les seuils d'effets

5.4.2.1. Caractérisation du rejet

Au cours d'un incendie, les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes. Les caractéristiques thermocinétiques de l'incendie sont la hauteur des flammes, l'énergie thermocinétique initiale, la vitesse, la température ainsi que la concentration en gaz toxique. Ces valeurs dépendent notamment du combustible impliqué et des conditions de stockage de ces produits.

Les matériaux usuels impliqués dans les feux (matériaux celluloseux, produits hydrocarbonés...) sont constitués des éléments principaux suivants : le carbone, l'oxygène et l'hydrogène de telle sorte que la plupart des produits de combustion correspondent à des dérivés du type CO, CO₂, H₂O. Les autres éléments couramment présents N, Cl, F et Br se recombinaient en gaz toxiques, les plus courants sont HCN, HCl, HF, ou encore HBr.

La composition physique et chimique du terme source dépend principalement des caractéristiques thermocinétiques de l'incendie, de la composition des fumées en polluants, et de l'influence de la ventilation au niveau du foyer.

Le terme source est défini par les paramètres suivants :

- débit de fumée : cette grandeur va fixer la quantité de produits (polluants) émise à l'atmosphère. Elle va dépendre notamment de la vitesse de combustion du combustible. Ce débit joue un rôle essentiel car il est évident que plus le débit des fumées est élevé, plus il sera difficile de diluer les fumées.
- vitesse d'émission : elle dépend principalement de la température des gaz de combustion. En effet, la vitesse ascensionnelle résulte des forces d'Archimède sur le volume de gaz chauds. Par ailleurs, plus cette vitesse sera importante, plus la dilution des gaz se fera en altitude, minimisant à priori l'impact sur l'environnement.
- hauteur d'émission : la hauteur d'émission correspond à l'altitude à laquelle a lieu la fin des réactions chimiques de combustion. Elle correspond grossièrement à la hauteur des flammes. Il est bien évident que plus la hauteur d'émission est importante, plus l'impact devrait être faible (la dilution se faisant en altitude).
- température : elle résulte principalement de la nature des combustibles et des conditions de ventilation du foyer. Plus les fumées ont une température élevée, plus elles seront susceptibles de s'élever du fait de la poussée induite par la différence de densité avec l'air.

La démarche d'évaluation de ces paramètres dans le cadre des études de dangers est habituellement celle préconisée dans le guide INERIS « Toxicité et dispersion des fumées d'incendie Phénoménologie et modélisation des effets Ω-16 », RAPPORT D'ÉTUDE 17/03/2005 N° 57149 Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (DRA-35).

Calcul du débit de fumées :

Les fumées sont composées des effluents gazeux produits par la combustion du poids lourd sinistré et de l'air entraîné par les courants ascendants générés par les flammes. Le débit de fumées est estimé en appliquant le modèle de HESKESTAD (1984) qui tient compte de la dilution des flammes par l'air. Selon cette corrélation, le débit des fumées (gaz et vapeurs toxiques émis + air de dilution/entraînement) est proportionnel à la puissance de l'incendie :

$$Q_{\text{fum}} \text{ (kg/s)} = 3,24 \times P$$

Avec :

- P : puissance totale de l'incendie en MW.

Calcul de la concentration en effluents dans les fumées :

Dans le cadre de la présente étude des dangers, la bibliographie – CREPIM, INERIS... - propose des données relatives à la production des gaz par quantité de matières de batterie électrique lithium-ion participant à l'incendie.

Devant la variabilité des types de batteries li-ion potentielles et de leurs compositions, il sera formulé l'hypothèse d'un recours aux données CREPIM et INERIS disponibles pour caractériser la quantité de polluants rejetée dans le cas d'un incendie de batteries lithium-ion.

Par ailleurs la cinétique de combustion du produit ne peut être déterminée avec certitude : l'étude d'une propagation de proche en proche à l'échelle cellule, modules et batteries est complexe. *Il n'est pas pertinent d'adopter une démarche semblable à celle retenue pour des nappes de liquides inflammables ou solides liquéfiables, visant à déterminer le rapport de la masse de produit participant à l'incendie au produit « surface en feu » et « débit de pyrolyse ».*

Ainsi, le débit des polluants sera déterminé en définissant la nature de polluants puis leur quantité émise en appliquant le taux de production des effluents gazeux par matière brûlée issus de la bibliographie CREPIM et/ou INERIS, et la durée de l'incendie / dispersion de polluants.

Hauteur d'émission du rejet :

S'agissant d'incendies tels que ceux considérés dans le cadre de cette étude, les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes.

La première étape pour caractériser l'émission consiste à déterminer la hauteur d'émission des fumées. Pour ce faire, il existe de nombreuses formules empiriques publiées dans la littérature. On retient la formule proposée par Heskestad pour cette étude. La hauteur h obtenue à partir de la relation proposée par Heskestad correspond à la hauteur moyenne des flammes car en réalité ces dernières sont animées d'un mouvement intermittent.

Les fumées sont émises en partie supérieure du volume formé par les flammes. La hauteur d'émission des fumées est donc prise à la hauteur des flammes :

- soit déterminée en appliquant la formule de HESKESTAD : $H_{fum} (m) = 0,166 \times (103 \times P_{convectée})^{0,4}$ où $P_{convectée} (MW) = 65\%$ de la puissance de l'incendie
- soit reprise des calculs de flux thermiques.

Vitesse du rejet :

Dans le cas de feux d'hydrocarbures liquides, Heskestad a montré qu'à la hauteur h , l'écart moyen de température entre les fumées de l'incendie et l'air ambiant est proche de 250 K.

Par ailleurs, ce même auteur fournit une corrélation empirique permettant de déterminer la vitesse moyenne d'élévation des fumées à la hauteur h en fonction de la quantité de chaleur convectée par les fumées. Des mesures expérimentales montrent qu'au moins 70% de la puissance thermique développée par un incendie est convectée.

La vitesse d'émission des fumées est établie à partir des travaux d'HESKESTAD :

$$V = 0,54 \times (\Delta T \times Q_t)^{1/5}$$

Avec :

- Q_t : puissance thermique totale de l'incendie (kW)
- ΔT : différence de température entre la température des fumées et de l'air ambiant (°K)

5.4.2.2. Dispersion atmosphérique

Les modélisations de dispersion de gaz seront conduites à l'aide du logiciel scientifique PHAST édité par DNV TECHNICA. Ce logiciel a été rigoureusement validé et vérifié.

Le logiciel utilise un modèle de type intégral qui permet de modéliser les mécanismes physiques qui ne peuvent être considérés avec un modèle gaussien (effets de la dynamique des rejets à même d'engendrer une turbulence spécifique, pour les rejets sous forme de jet à grande vitesse d'émission ; effets de gravité, pour les rejets de gaz lourds ; effets de flottabilité pour les rejets de gaz légers).

Ce type de modèle est basé sur des équations de la mécanique des fluides simplifiées. A cet effet, les coefficients des modèles intégraux sont « calés » sur des expérimentations.

PHAST utilise entre autres un modèle de dispersion particulièrement performant, le modèle UDM (unifié de dispersion), qui permet de simuler la dispersion d'une fuite pressurisée en phase liquide et/ou gazeuse, au niveau du sol ou en hauteur.

L'UDM permet de simuler des relâchements continus ou instantanés, à débit constant et de durée finie, ou à débit variant en fonction du temps, et ce pour diverses sources telles que les conduites courtes et longues, ou les contenants pressurisés et non pressurisés.

Les caractéristiques du terrain sont définies sous la forme d'une seule hauteur de rugosité pour toute la région du rejet. Le champ de vent est uniforme. Les calculs caractériseront les émissions de toxiques pour au moins deux conditions météo distinctes : condition standard (jour) et condition défavorable (nuit).

5.4.2.3. Comparaison aux seuils

Les seuils d'effets ont été renseignés au chapitre « 5.2.3 Définitions des seuils d'effets toxiques ».

5.4.3. Hypothèses de modélisations générales

5.4.3.1. Appréciation de la nature des polluants et quantités émises

La première approche s'est appuyée sur l'exploitation du retour d'expérience du CREPIM.

Le REX bibliographique du CREPIM informe que la chimie la plus sévère est la chimie de décomposition d'une batterie de type NMC : la quantité de fumées dégagée par les cellules NMC durant l'emballement thermique est de 215 litres / kg de cellule (ie matière active). La matière active dans une batterie représente 66% de la masse de la batterie soit 100 kg.

Le tableau suivant établit la quantité de gaz produite en mg / g de batterie

	Gaz	Valeur maximale mesurée (mg/m ³)	Taux de production mg/g de batterie
LFP	HF	165	0,03548
LFP	SO ₂	115	0,02473
LFP	NO ₂	16	0,00344
LFP	NO	11	0,00237
LFP	HCL	10	0,00215
NMC prismatique	CO	178 000	38,27000
NMC pouch	CO ₂	344 000	73,96000

Tableau 35 : données CREPIM, taux de production des gaz

Ces données ont été confrontées à celles proposées par l'INERIS dans le cadre du RAPPORT D'ETUDE 05/01/2016 DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION.

Le rapport propose l'étude de l'incendie d'un chargement de batteries li-ion de deux types pour un total embarqué dans la remorque de l'ordre de 25 tonnes . Les batteries étudiées sont :

- Batterie 1 : Capacité : 66,6 Ah ; Energie : 23,7 kWh ; SOC : 100% ; Tension initiale : 398,4 V ; Cellules pouch ; Cathode : NMC ; Anode : Graphite – 280 kg unitaire ;
- Batterie 2 : Capacité : 50 Ah ; Energie : 16,5 kWh ; SOC : 100% ; Tension initiale : 355 V ; Cellule prismatiques ; Cathode : NMC ; Anode : Graphite- 232 kg unitaire

Les essais ont permis de mesurer les productions de gaz :

Elément combustible	Production totale des effluents gazeux (kg)						
	CO	CO ₂	HCl	HF	HCN	NO ₂	SO ₂
89 Pack batteries N°1	174,17	12422,84	9,19	48,49	0,32	10,5	0
107 Pack batteries N°2	204,1	9772,51	14,34	49,26	0,32	7,59	0

Tableau 36 : production de gaz, INERIS, incendie chargement batteries LI-ion, différence batteries n°1 et n°2

Dans une approche enveloppe, ont été considérées les quantités de gaz produites les plus importantes, indépendamment du chargement. Les taux de production des gaz fonction de la quantité de combustibles sont déterminés dans le tableau suivant :

Gaz	données INERIS, RAPPORT D'ETUDE DRA-16-148820-00064A, production de gaz kg lors de l'incendie	en supposant que le combustible est donné par le seul chargement de 24,9 tonnes : ratio mg produit / g combustible	en supposant que le combustible est donné par la cabine, les pneus et le chargement (total de 31 241 kg) : ratio mg produit / g combustible
HF	49,26	1,9783	1,57677
SO ₂	0	0,0000	0,00000
NO ₂	10,5	0,4217	0,33610
HCN	0,32	0,0129	0,01024
HCL	14,34	0,5759	0,45901
CO	204,1	8,1968	6,53308
CO ₂	12422,84	498,9092	397,64540

Tableau 37 : données INERIS, taux de production des gaz, incendie de chargements de camions

Il est observé que les données de l'INERIS rendent compte de quantité supérieure d'un facteur 5 (HCN) à 250 (HCl). Concernant la production de HF, là encore les données mesurées lors des essais de l'INERIS soulignent un facteur de 55.

Dans le cadre d'une approche dimensionnante et conservatrice de l'étude des effets toxiques, les taux de production des gaz retenus sont ceux désignés par l'INERIS dans le cadre du RAPPORT D'ETUDE 05/01/2016 DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION. Les taux calculés ne considérant que le chargement sont supérieurs à ceux intégrant la remorque : ils sont retenus dans le cadre de l'approche enveloppe appliquée.

La quantité de polluant émise lors de l'incendie de batteries est alors déterminée en appliquant les taux de production désignés dans le tableau 36 à la quantité de batteries participant à l'incendie selon les différentes configurations à l'étude.

Les débits de ces polluant sont par suite définis en considérant la durée de l'incendie. Cette durée ne pouvant être déterminée de manière indiscutable : l'étude d'une propagation de proche en proche à l'échelle cellule, modules et batteries est complexe.

Le REX indique que l'émission de HF se produit plutôt au début de la combustion de la batterie. STCM demande d'étudier des durées d'émissions différentes : 10 minutes, 30 minutes et 1 heure.

A noter que dans le cadre du RAPPORT D'ETUDE 05/01/2016 DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION, l'INERIS apprécie les durées de combustion suivantes : entre 20 et 60 minutes pour l'incendie d'un seul des packs et de l'ordre de 70 minutes pour l'incendie du chargement de batteries de l'ordre 25 tonnes.

Il est rappelé que les quantités de polluants mesurées l'ont été au pic de la combustion et correspondent à la valeur maximale enregistrée sur la durée de l'incendie. Dans une approche dimensionnante, il est formulé l'hypothèse d'un débit constant de production de toxiques défini sur la base de la quantité maximale produite au cours du temps et non une valeur moyennée.

5.4.3.2. Appréciation du débit des fumées

La formule de calcul du débit de fumées d'HESKESTAD fait appel à l'estimation de la puissance totale de l'incendie. Plus la puissance de l'incendie est importante et plus le débit des fumées est élevé.

La quantité de chaleur dégagée lors d'une combustion est fonction du pouvoir calorifique et de la vitesse spécifique de combustion du matériau. Ces deux paramètres conditionnent la puissance de l'incendie, lequel est modulé par le rendement (généralement du processus de combustion).

Un phénomène de combustion se caractérise non seulement en termes d'énergie totale, mais aussi en termes de puissance qui influe sur le milieu ainsi que sur son propre développement. De fait, plus la puissance fournie est grande, plus la température s'élève. Enfin, la vitesse de combustion permet de mesurer la puissance thermique émise par le foyer.

$$Q = m'' \times A \times PCI$$

Avec :

- Q : puissance thermique (W)
- m'' : vitesse spécifique de combustion ($g/m^2/s$)
- A : surface du combustible en feu (m^2)
- PCI : chaleur de combustion du combustible (J/g)

L'étude des effets thermiques des incendies de batteries lithium-ion s'est appuyée sur une assimilation pénalisante des combustibles aux hydrocarbures. La conservation de cette hypothèse dans le cas de l'étude des effets toxiques ne constitue pas une approche enveloppe.

En effet, l'assimilation à un hydrocarbure conduirait à définir des débits de fumées (gaz et vapeurs toxiques émis + air de dilution/entraînement) très importants. Or le chapitre précédent suggérerait que les débits de polluants ne seraient pas significatifs : la considération d'une puissance de feu très élevée conduirait à définir un débit de fumées très important et donc dans le cas présent, une dilution des toxiques très significative, démarche opposée à une approche conservatrice et enveloppe des effets toxiques.

Cette analyse est illustrée via l'étude succincte de l'incendie du stockage en zone B (60 tonnes de batteries et 50 tonnes de modules). La puissance totale de l'incendie déterminée en assimilant le combustible à un hydrocarbure est estimée à 690 MW, conduisant à définir un débit de fumées de 2 235 kg/s. Le taux de production de HF est de l'ordre de 2 mg/g de batteries, soit une quantité de HF émise dans ce cas de 220 kg. En considérant la durée d'incendie / exposition la plus faible envisagée de 10 minutes pour obtenir le débit le plus élevé, ledit débit se porte à 0,4 kg/s, soit moins de 0,02% massique des fumées : la dilution est très importante.

Il sera alors fait référence à nouveau aux données disponibles dans le RAPPORT D'ETUDE INERIS DRA-16-148820-00064A par soucis également de cohérence et homogénéité avec les hypothèses précédemment formulées (nature des polluants, taux de production...).

Le rapport indique que la puissance d'incendie d'un pack de batteries varie entre 500 kW (pack 2) et 6 000 kW (pack 1) et celle du chargement de 25 tonnes, entre 60 MW (pack 2) et 140 MW (pack 1).

Il a été démontré qu'au regard de la détermination des débits de polluants retenue pour cette étude, moins la puissance de l'incendie était élevée, moins le débit des fumées était important et moins la dilution était significative, permettant alors de définir tous paramètres égaux par ailleurs, une étude conservatrice des effets toxiques dans l'environnement.

Ainsi les hypothèses suivantes sont formulées : sélection d'une puissance totale d'incendie de 60 MW dans le cas des configurations d'incendie des stockages transitoire (20 tonnes) et définitif (110 tonnes) en zone B, et d'une puissance totale de 500 kW pour l'ensemble des autres configurations. Les débits de fumées sont alors estimés à 194,4 kg/s et 1,62 kg/s.

5.4.3.3. Appréciation de la hauteur de rejet

Les calculs de flux thermiques ont assimilé l'emballage thermique des batteries à un incendie d'essence. La prise en compte des caractéristiques de combustion pour la zone de stockage (20 m x 15 m) renvoie une puissance de l'incendie de 690 MW, et par suite une hauteur d'émission des fumées de 29 m selon la première formule de calcul proposée (5.4.2.1).

L'hypothèse d'une assimilation à de l'essence est dimensionnante pour l'étude des flux thermiques mais ne l'est pas forcément pour l'étude de l'émission de toxiques. En effet, tous paramètres égaux par ailleurs, plus l'émission des fumées se produit en altitude, moins les concentrations (toxicité aiguë) en polluants au niveau du sol sont significatives).

Dans le cadre de l'étude des effets thermiques de l'incendie de la zone de stockage la hauteur des flammes a été étudiée et fixée à 7 m pour la zone de stockage B et 3,9 m pour les autres zones. La considération des puissances de feu de 500 kW et 60 MW renvoie des hauteurs de 1,6 m et 11,0 m.

La hauteur d'émission des fumées est fixée à 7,0 m pour la zone de stockage B et à 1,6 m pour les autres zones puisque tous paramètres égaux par ailleurs, plus les fumées sont émises proches du sol, plus les distances d'effets au sol sont significatives.

5.4.3.4. Appréciation de la température des fumées

Le rapport final de la NFPA de février 2016 « Évaluation des dangers liés aux systèmes de stockage d'énergie utilisant des batteries lithium-ion » indique que « *Les gaz libérés par les cellules sont généralement chauds et peuvent dépasser 600 °C (1 112 °F) à leur sortie de la cellule* ».

Le retour d'expérience du CREPIM fait état d'un refroidissement notable des fumées dès que l'on s'éloigne du foyer.

Dans une approche dimensionnante, la valeur préétablie d'un écart de température de 250°C entre les fumées d'incendie et l'air ambiant (HESKESTAD) est conservée : plus les fumées sont chaudes et plus elles s'élèvent en altitude, disposition opposée à une approche enveloppe d'étude des effets toxiques.

5.4.3.5. Appréciation des conditions météorologiques de dispersion

Les conditions météorologiques retenues seront celles définies pour les rejets verticaux et/ou en hauteur dans la fiche n°2 (sur la dispersion toxique) de la partie 1 de la circulaire du 10 mai 2010 *récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003*. Elles sont présentées dans le tableau ci-après.

Stabilité atmosphérique	A	B	C	D	E	F
Vitesse du vent (m/s)	3	3	5	5	10	3
T° ambiante (°C)	20	20	20	20	20	15
T° du sol (°C)	20	20	20	20	20	15
Humidité relative (%)	70	70	70	70	70	70
Rayonnement solaire (kW/m ²)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0

Tableau 38 : conditions de dispersion atmosphérique

5.4.3.6. Appréciation des conditions orographiques

Les conditions orographiques traduisent les caractéristiques du terrain, c'est-à-dire essentiellement l'état de rugosité du sol, influant sur la turbulence atmosphérique et donc sur la dispersion.

La rugosité peut être interprétée comme un coefficient de frottement du nuage sur le sol, et produit deux types d'effets antagonistes : elle augmente la turbulence, ce qui favorise la dilution mais elle freine le nuage, ce qui favorise l'effet d'accumulation et la concentration.

La rugosité a une influence non négligeable sur la dispersion des nuages de gaz lourds, ayant un comportement « rampant » au sol, du fait de leur densité plus élevée que celle de l'air. Dans le cas de la dispersion des fumées d'incendie, ce paramètre est peu influent car le panache de fumées a une densité proche de celle de l'air (il est composé en majorité de l'air entraîné) et est émis en hauteur (à la hauteur des flammes).

Pour rendre compte de l'état du sol aux alentours du site, nous avons considéré, dans le logiciel PHAST 7.2.1, une rugosité de surface de 1 m (valeur classiquement retenue dans les études de dangers, représentative d'une zone industrielle ou urbanisée). *A noter : le terrain est considéré plat. Le paramètre de rugosité ne permet pas de prendre en compte les reliefs marqués.*

5.4.4. Sélection des phénomènes dangereux : désignation des cas enveloppes

Les phénomènes dangereux de dispersion de fumées toxiques suite à un incendie de batterie(s) lithium-ion ont été identifiés au chapitre « 4 Identification des potentiels de dangers », spécifiés par zone au chapitre « 5.1 Rappels des Phénomènes Dangereux sélectionnés », et désignés dans le « Tableau 8 : E.R.C., phénomènes dangereux et effets associés ».

Le tableau ci-dessous présente les différentes configurations à l'étude et désigne les configurations de référence à l'étude : elles constituent des situations de dangers qui se retrouvent d'une zone à l'autre (ex. incendie d'une batterie et émission de fumées) ou des configurations majorantes et enveloppes d'autres configurations.

Zone à l'étude	Phénomène dangereux	Références	Nature du cas : référence ou majoré par...	Commentaires
Zone B : stockage	Emballage thermique sur une batterie sur un rack	PhDM20 (366)	référence	Cas de base : 1 batterie en feu
	Emballage thermique simultané des batteries disposées sur un double-rack	PhDM21 (3)	Majoré par PhDM22	
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM22 (1)	référence	Cas majorant pour le stockage en zone B
Zone B configuration transitoire	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries (20 tonnes)	PhDM23 (1)	référence	Cas significatif pour la phase transitoire
Zone C : décharge et quarantaine	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de décharge	PhDM24 (14)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en cours de décharge sur la ligne	PhDM25 (1)	Majoré par PhDM34	14 box par ligne mais mur REI120 entre les box et pas d'effets dominos sur une même ligne : batteries participant à l'incendie supposées < 10
	Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM26 (14)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries placées sur la ligne de boxes de quarantaine	PhDM27 (1)	Majoré par PhDM34	14 box par ligne mais mur REI120 entre les box et pas d'effets dominos sur une même ligne : batteries participant à l'incendie supposées < 10

Zone D : quarantaine	Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine	PhDM28 (21)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries sur 1 ligne de box quarantaine	PhDM29 (2)	Majoré par PhDM34	14 box par ligne mais mur REI120 entre les box et pas d'effets dominos sur une même ligne : batteries participant à l'incendie supposées < 10
Zone F : décharge	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM30 (2)	Majoré par PhDM34	Moins de 10 équivalents batteries
Zone G : démontage	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de démontage	PhDM31 (8)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en démontage sur la ligne	PhDM32 (1)	Majoré par PhDM34	8 équivalents batteries sur zone
Zone H : tests modules	Emballage thermique sur un module sur un banc de test	PhDM33 (10)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des modules en cours de tests sur la ligne	PhDM34 (1)	Référence	10 équivalents batteries sur zone
Zone K stockage modules en zone B	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	PhDM22 (1)	Identique à PhDM22	-
Zone L : stockage batteries critiques	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé	PhDM35 (2)	Majoré par PhDM34	Moins de 10 équivalents batteries
Zone M : atelier mise au point	Emballage thermique sur une batterie dans un box	PhDM36 (8)	Identique à PhDM20	1 seule batterie en feu
	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries dans les boxes du magasin	PhDM37 (1)	Majoré par PhDM34	8 équivalents batteries sur zone et mur REI120 de séparation entre box

Tableau 39 : désignation des cas références et majorés, dispersion de toxiques

Les configurations PhDM20, PhDM22, PhDM23 et PhDM34 sont étudiées ci -après :

Nota : présence d'une toiture en Fibrociment et incidence sur émissions de polluants atmosphériques en cas d'incendie

La toiture est bien constituée de Fibrociment qui contient de l'amiante.

Le Fibrociment est incombustible.

L'expertise disponible relative à l'accident de LUBRIZOL et plus particulièrement le risque de dispersion, dans l'atmosphère, de particules d'amiante issues des bâtiments de stockage détruits par le feu, conclut que le mécanisme de fragmentation des plaques de fibrociment est mécanique (impact par les fûts stockés dans le bâtiment) et non thermique (désagrégation par le feu), comme supposé initialement.

L'expertise sur site a donc permis de corriger la première hypothèse de dispersion de particules ou de fibres d'amiante dans l'air. Il s'agit plutôt d'un mécanisme de projections de fragments de fibrociment de grande dimension (plusieurs centimètres), avec des retombées principalement sur quelques centaines de mètres (de quelques kilomètres au maximum pour certains fragments).

Si la présence de fibres, emportées par le panache, ne peut pas être totalement exclue, la quantité a été estimée faible, d'autant que les fragments de toiture observés sur place ne présentaient pas de signes de séparation entre les matériaux (fibres toujours encapsulées dans le béton).

5.4.5. Caractérisations des distances d'effets

5.4.5.1. PhDM20 : Incendie d'une batterie en zone de stockage B

Hypothèses

Les débits de polluants sont les suivants :

masse de combustibles potentielle	Gaz	quantité de polluants émis	si incendie 10 minutes : débit g/s	si incendie 30 minutes : débit g/s	si incendie 60 minutes : débit g/s
150 kg	HF	0,297	0,495	0,165	0,082
	NO2	0,063	0,105	0,035	0,018
	HCN	0,002	0,003	0,001	0,001
	HCL	0,086	0,144	0,048	0,024
	CO	1,230	2,049	0,683	0,342
	CO2	74,836	124,727	41,576	20,788

Tableau 40 : PhDM20, incendie sur 1 batterie, débits des polluants

Le débit des fumées est déterminé sur la base d'une puissance totale de feu de 500 kW : le débit des fumées (toxiques + air entraîné) est de 1,62 kg/s (de l'ordre de 2,5 m³/s, ie 9 000 m³/h).

La hauteur de rejet est de 1,6 m. La vitesse de rejet est de 5,65 m/s.

Les seuils de toxicité sont les suivants :

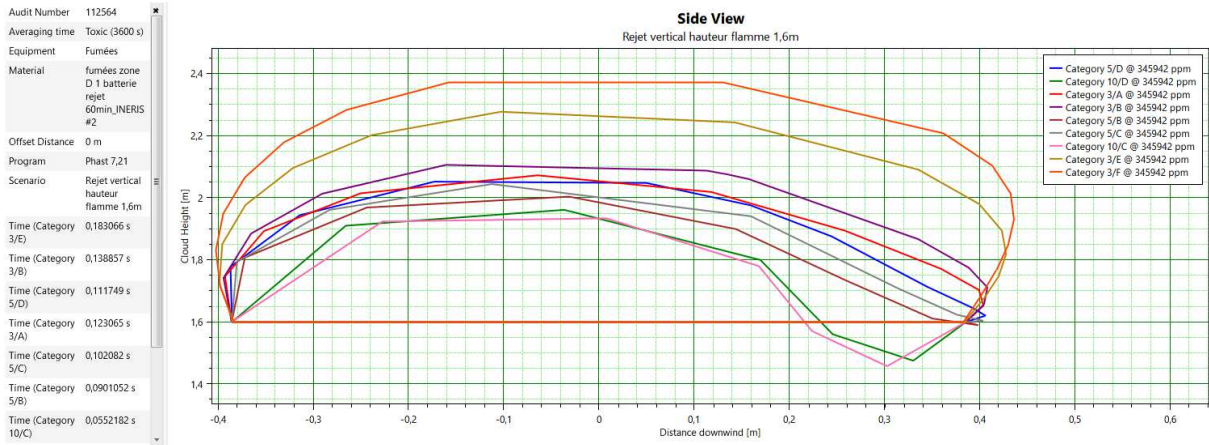
Durée de l'incendie	SELS (ppm)	SEL (ppm)	SEI (ppm)
10 minutes	197930	185529	139260
30 minutes	475786	424566	272030
60 minutes	757886	644933	345942

Tableau 41 : PhDM20, incendie sur 1 batterie, seuils de toxicité

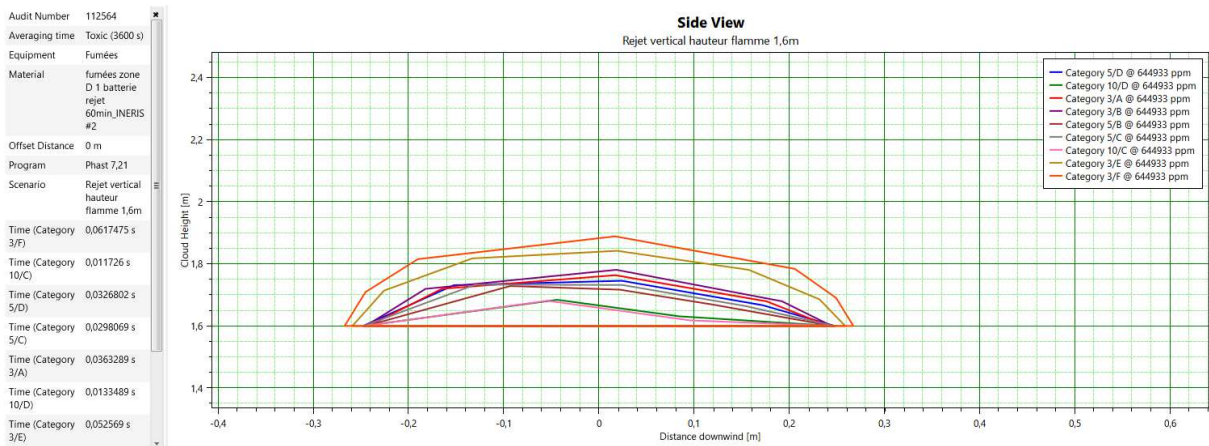
Les panaches de toxiques fonction des différentes conditions de dispersion atmosphériques sont présentés ci-après :

Résultats émission de 60 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

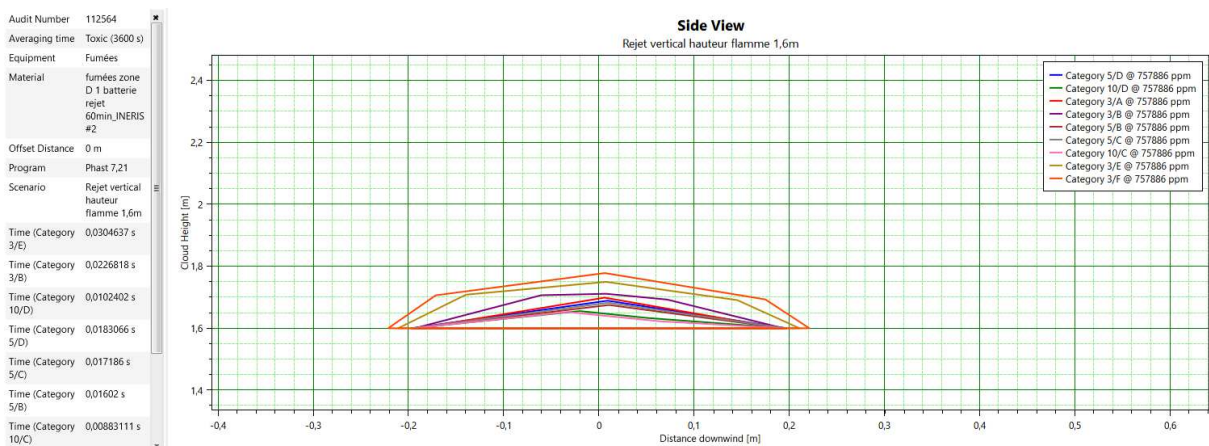
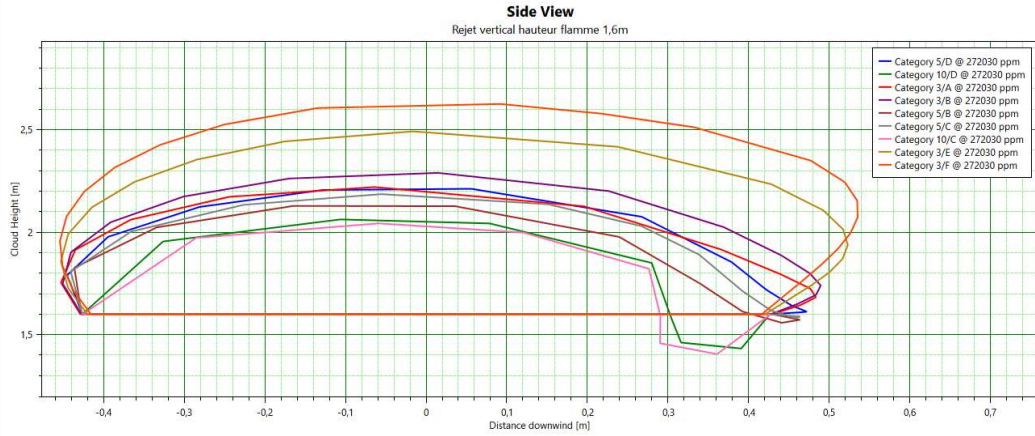


Figure 78 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 60 minutes

Résultats émission de 30 minutes

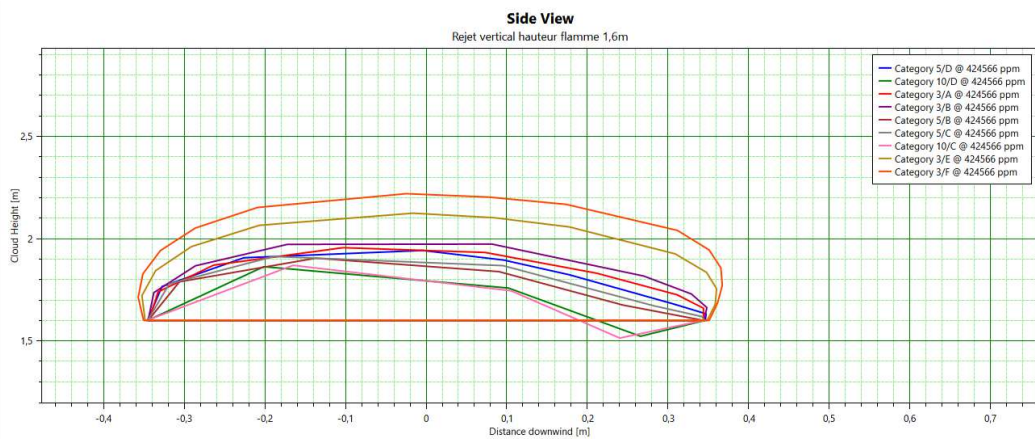
Distance au SEI

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 3/E)	0,258433 s
Time (Category 3/B)	0,196708 s
Time (Category 5/D)	0,159365 s
Time (Category 3/A)	0,173627 s
Time (Category 5/C)	0,145724 s
Time (Category 5/B)	0,127853 s
Time (Category 10/C)	0,077835 s



Distance au SEL

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 3/E)	0,130546 s
Time (Category 5/D)	0,0795245 s
Time (Category 3/A)	0,0892845 s
Time (Category 10/D)	0,0437083 s
Time (Category 5/C)	0,0725439 s
Time (Category 3/B)	0,0991656 s
Time (Category 10/C)	0,0401028 s



Distance au SELS

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 5/D)	0,0650444 s
Time (Category 3/E)	0,106177 s
Time (Category 5/C)	0,0595835 s
Time (Category 3/A)	0,0715428 s
Time (Category 10/D)	0,0367825 s
Time (Category 3/F)	0,124999 s
Time (Category 10/C)	0,0333907 s

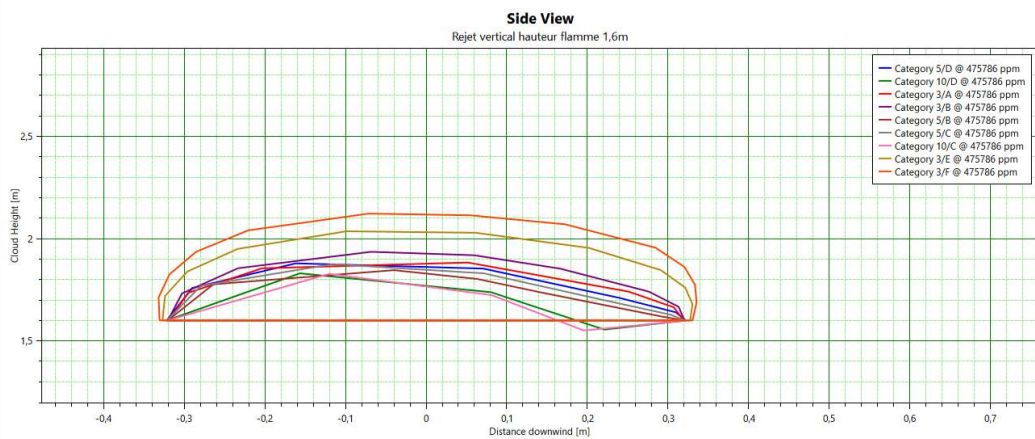
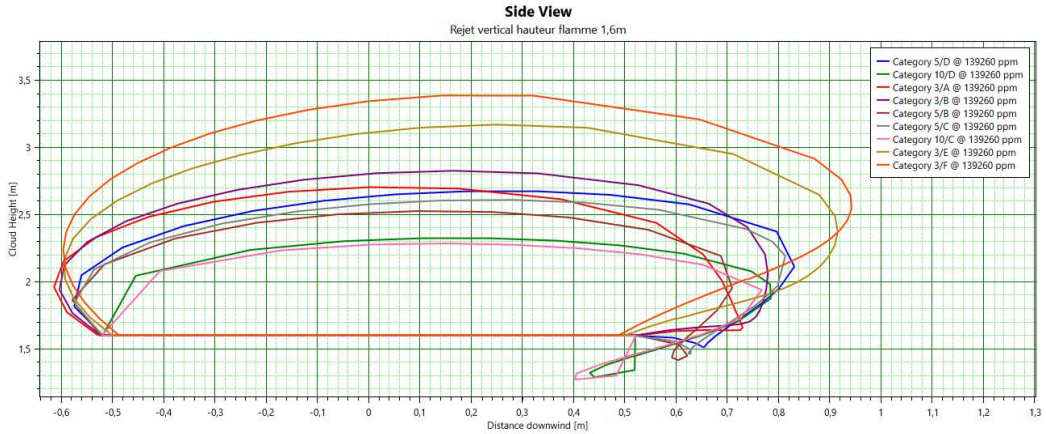


Figure 79 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 30 minutes

Résultats émission de 10 minutes

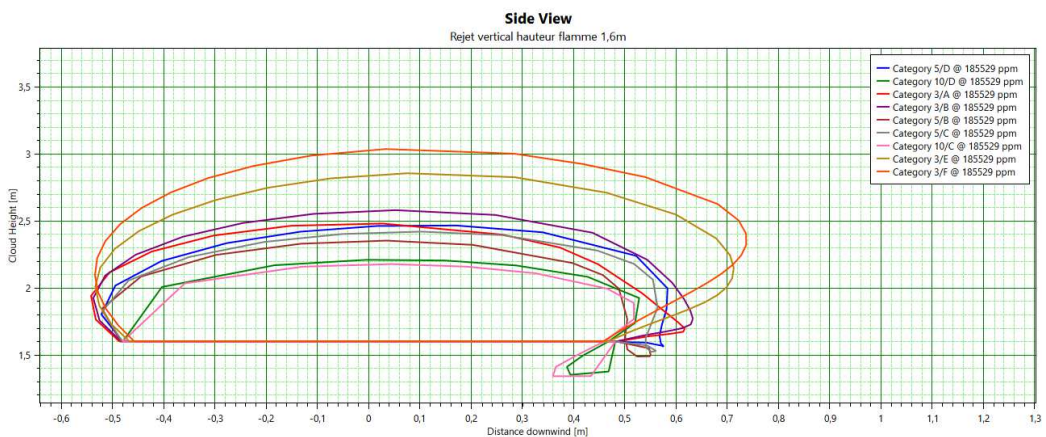
Distance au SEI

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 10min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7.21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 3/E)	0,567286 s
Time (Category 3/B)	0,434778 s
Time (Category 5/D)	0,356688 s
Time (Category 3/A)	0,376805 s
Time (Category 5/C)	0,325547 s
Time (Category 5/B)	0,279343 s
Time (Category 10/C)	0,165806 s



Distance au SEL

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 10min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7.21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 3/F)	0,472343 s
Time (Category 3/E)	0,413715 s
Time (Category 5/D)	0,258743 s
Time (Category 3/B)	0,316969 s
Time (Category 3/A)	0,2769 s
Time (Category 10/D)	0,137605 s
Time (Category 5/B)	0,204927 s



Distance au SELS

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone D 1 batterie rejet 10min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7.21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 1,6m
Time (Category 3/F)	0,439428 s
Time (Category 10/C)	0,114448 s
Time (Category 5/C)	0,218959 s
Time (Category 10/D)	0,127399 s
Time (Category 5/B)	0,19044 s
Time (Category 3/A)	0,257098 s
Time (Category 5/D)	0,238927 s

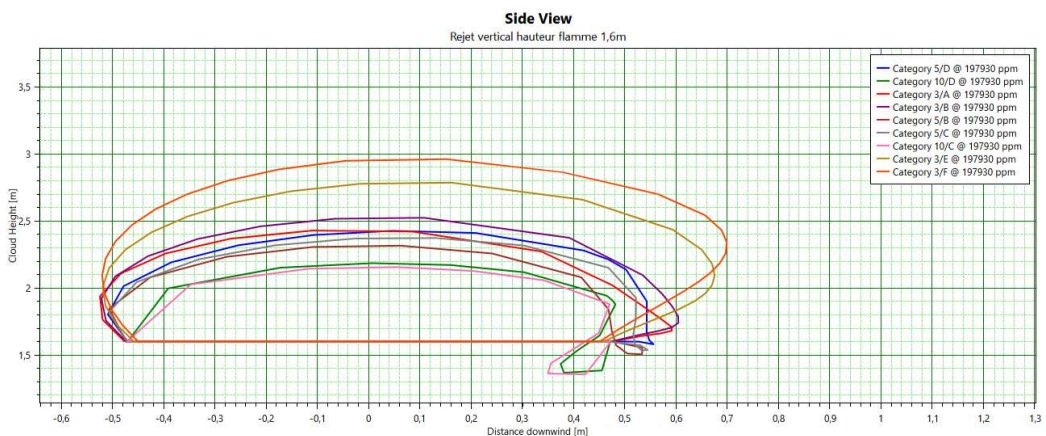


Figure 80 : PhDM20, incendie 1 batterie, panaches toxiques, émission 10 minutes

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 2 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 1,6m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 1,6m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 30 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 2 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 1,6m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 1,6m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 10 minutes :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 2,5 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 2,5 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 1 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1,6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : < 1 m à h = 2,5 m

Tableau 42 : PhDM20, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)

Les distances d'effets ne sont pas significatives et limitées au poste. Aucun effet toxique hors site n'est désigné.

5.4.5.2. PhDM22 : Incendie généralisé en zone de stockage B, configuration définitive

Hypothèses

Les débits de polluants sont les suivants :

masse de combustibles potentielle	Gaz	quantité de polluants émis	si incendie 10 minutes : débit g/s	si incendie 30 minutes : débit g/s	si incendie 60 minutes : débit g/s
110 tonnes	HF	217,61	362,69	120,90	60,45
	NO2	46,39	77,31	25,77	12,88
	HCN	1,41	2,36	0,79	0,39
	HCL	63,35	105,58	35,19	17,60
	CO	901,65	1502,74	500,91	250,46
	CO2	54880,02	91466,69	30488,90	15244,45

Tableau 43 : PhDM22, incendie généralisé en zone B configuration définitive, débits des polluants

Le débit des fumées est déterminé sur la base d'une puissance totale de feu de 60 MW : le débit des fumées (toxiques + air entraîné) est de 194,4 kg/s (de l'ordre de 295 m³/s, ie 1,07.10⁶ m³/h).

La hauteur de rejet est de 7,0 m. La vitesse de rejet est de 14,7 m/s.

Les seuils de toxicité sont les suivants :

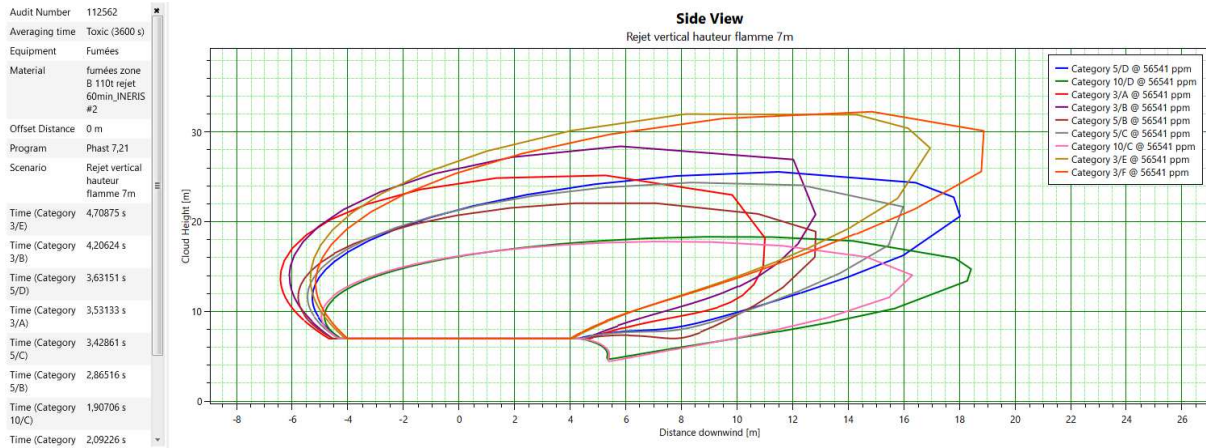
Durée de l'incendie	SELS (ppm)	SEL (ppm)	SEI (ppm)
10 minutes	32388	30359	22788
30 minutes	77860	69483	44519
60 minutes	123974	105478	56541

Tableau 44 : PhDM22, incendie généralisé en zone B configuration définitive, seuils de toxicité

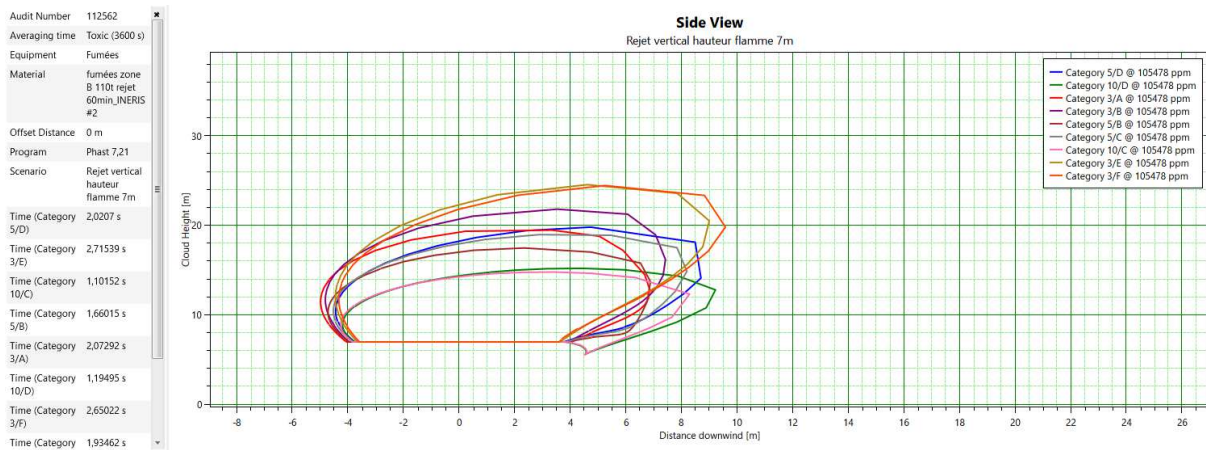
Les panaches de toxiques fonction des différentes conditions de dispersion atmosphériques sont présentés ci-après :

Résultats émission de 60 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

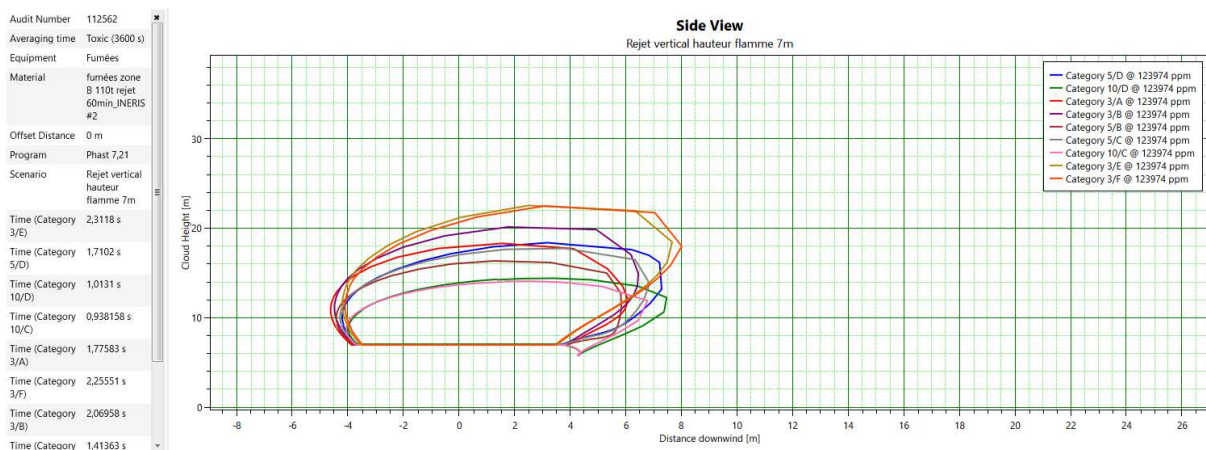
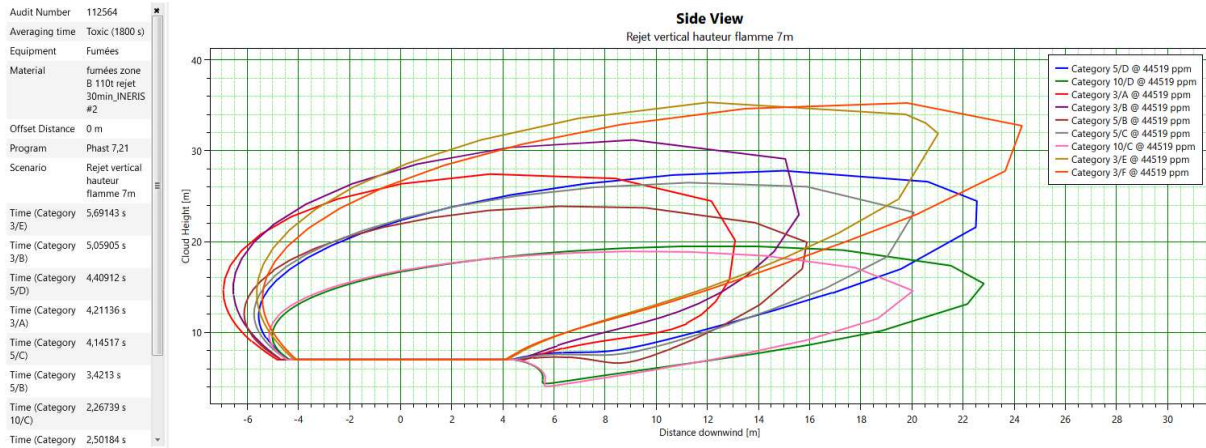


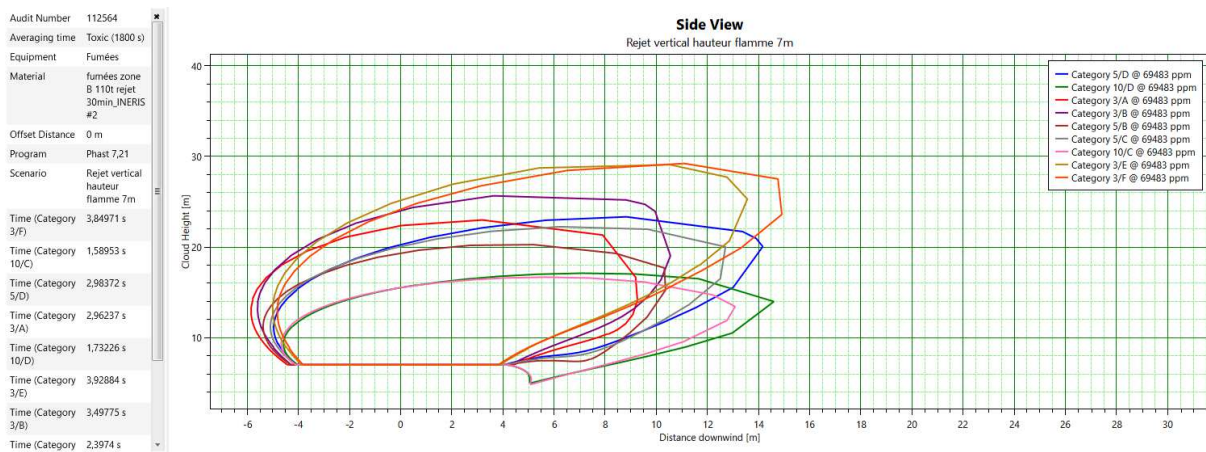
Figure 81 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 60 minutes

Résultats émission de 30 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



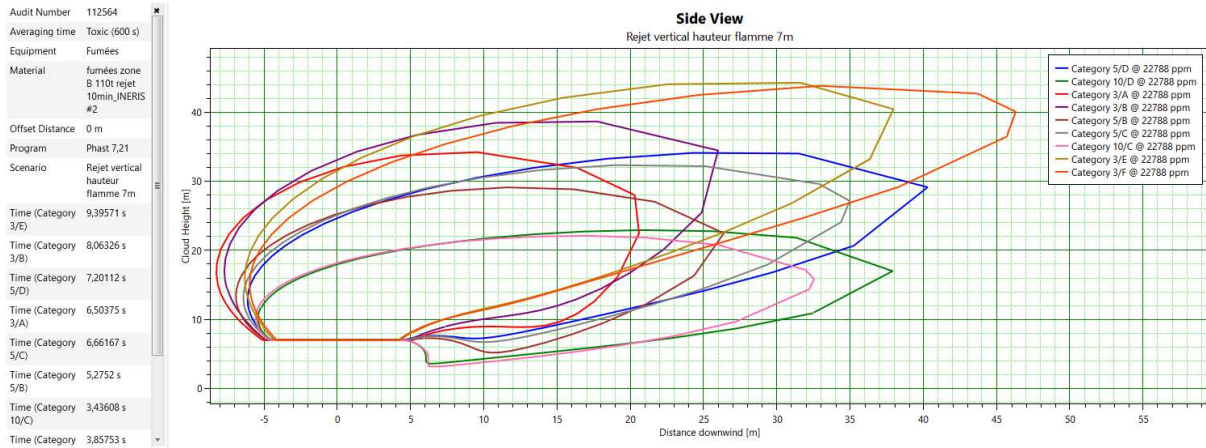
Distance au SELS



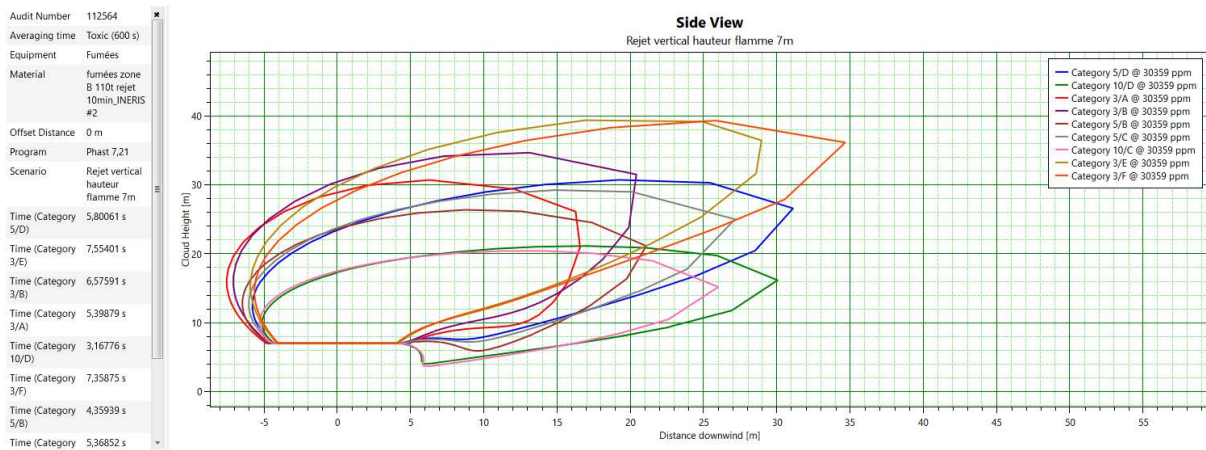
Figure 82 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 30 minutes

Résultats émission de 10 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

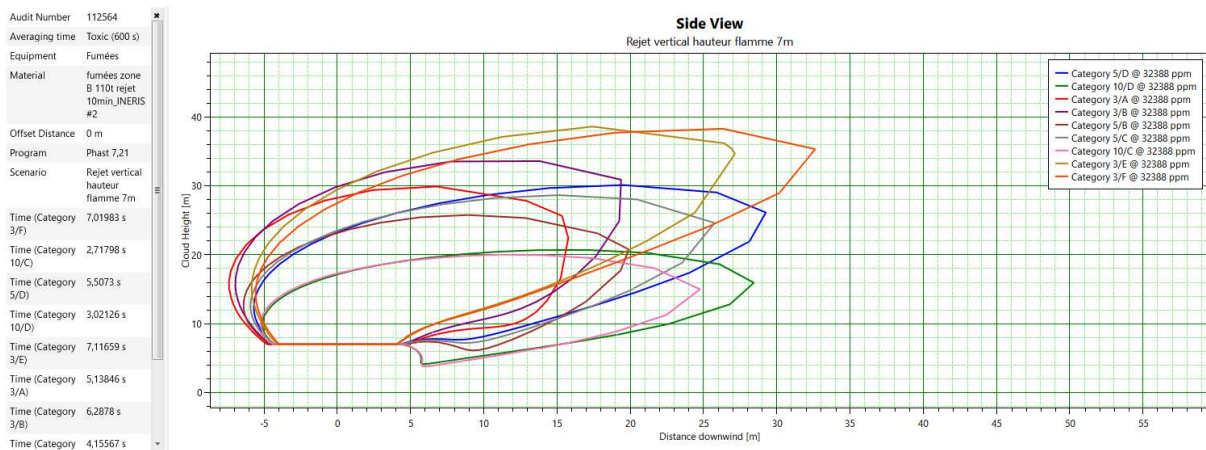


Figure 83 : PhDM22, incendie généralisé zone B configuration définitive, panaches toxiques, émission 10 minutes

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 19 m à h = 30 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 10 m à h = 20 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 8 m à h = 16 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 30 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 3 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 25 m à h = 32 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 4 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 15 m à h = 24 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 6 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 13 m à h = 13 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 10 minutes :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 3 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 47 m à h = 40 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 4 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 35 m à h = 36 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 4 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 33 m à h = 33 m

Tableau 45 : PhDM22, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)

Les distances d'effets ne sont pas significatives au sol. Les effets s'entendent pour des altimétries notables, supérieures à 13 m. Aucun effet toxique hors site n'est désigné.

5.4.5.3. PhDM23 : Incendie généralisé en zone de stockage B, configuration transitoire

Hypothèses

Les débits de polluants sont les suivants :

masse de combustibles potentielle	Gaz	quantité de polluants émis	si incendie 10 minutes : débit g/s	si incendie 30 minutes : débit g/s	si incendie 60 minutes : débit g/s
20 tonnes	HF	39,57	65,94	21,98	10,99
	NO2	8,43	14,06	4,69	2,34
	HCN	0,26	0,43	0,14	0,07
	HCL	11,52	19,20	6,40	3,20
	CO	163,94	273,23	91,08	45,54
	CO2	9978,18	16630,31	5543,44	2771,72

Tableau 46 : PhDM23, incendie généralisé en zone B configuration transitoire, débits des polluants

Le débit des fumées est déterminé sur la base d'une puissance totale de feu de 60 MW : le débit des fumées (toxiques + air entraîné) est de 194,4 kg/s (de l'ordre de 295 m³/s, ie 1,07.10⁶ m³/h).

La hauteur de rejet est de 7,0 m. La vitesse de rejet est de 14,7 m/s.

Les seuils de toxicité sont les suivants :

Durée de l'incendie	SELS (ppm)	SEL (ppm)	SEI (ppm)
10 minutes	178139	166978	125336
30 minutes	428232	382161	244856
60 minutes	681861	580136	310977

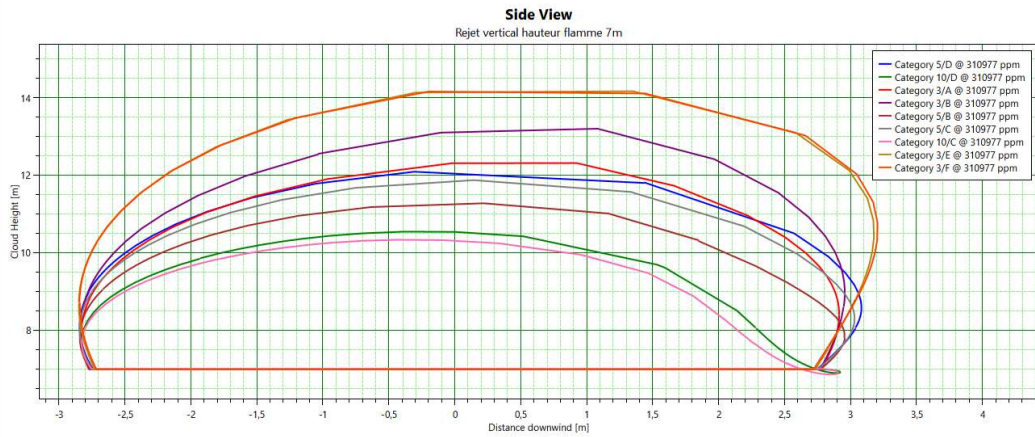
Tableau 47 : PhDM23, incendie généralisé en zone B configuration transitoire, seuils de toxicité

Les panaches de toxiques fonction des différentes conditions de dispersion atmosphériques sont présentés ci-après :

Résultats émission de 60 minutes

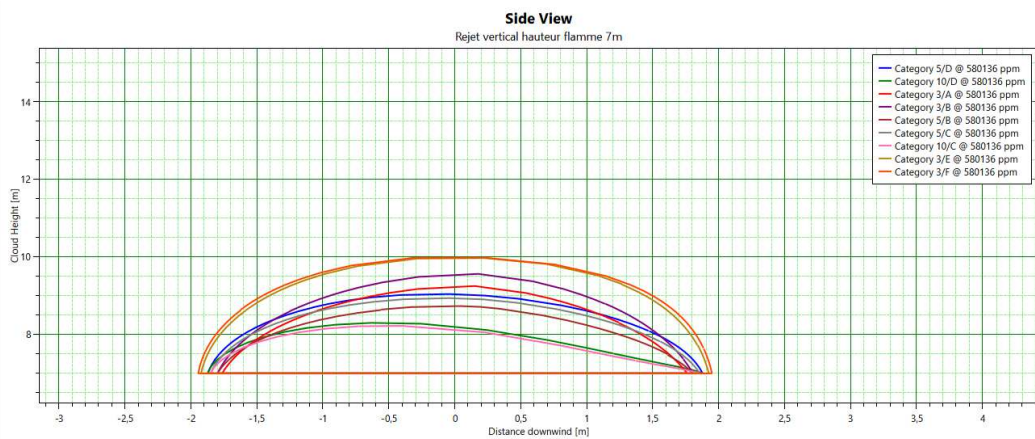
Distance au SEI

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (3600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 60min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 3/E)	0,784783 s
Time (Category 3/B)	0,693266 s
Time (Category 5/D)	0,554726 s
Time (Category 3/A)	0,603709 s
Time (Category 5/C)	0,530097 s
Time (Category 5/B)	0,468971 s
Time (Category 10/C)	0,303721 s
Time (Category)	0,322323 s



Distance au SEL

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (3600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 60min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 5/D)	0,174049 s
Time (Category 3/E)	0,252826 s
Time (Category 3/B)	0,220153 s
Time (Category 3/A)	0,193537 s
Time (Category 10/D)	0,0987571 s
Time (Category 3/F)	0,252137 s
Time (Category 5/B)	0,14844 s
Time (Category)	0,166076 s



Distance au SELS

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (3600 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 60min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 3/E)	0,160664 s
Time (Category 5/D)	0,110329 s
Time (Category 5/B)	0,094276 s
Time (Category 3/A)	0,123053 s
Time (Category 10/D)	0,0624286 s
Time (Category 5/C)	0,10519 s
Time (Category 3/B)	0,139502 s
Time (Category)	0,05914 s

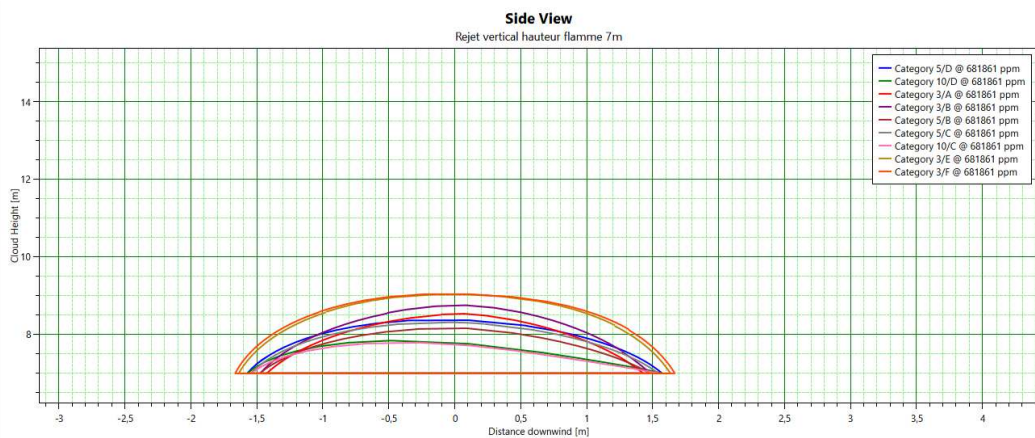
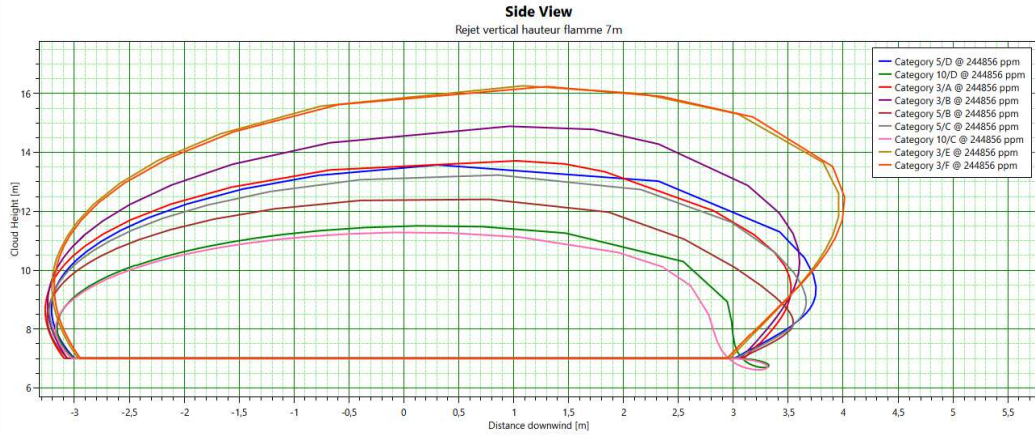


Figure 84 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 60 minutes

Résultats émission de 30 minutes

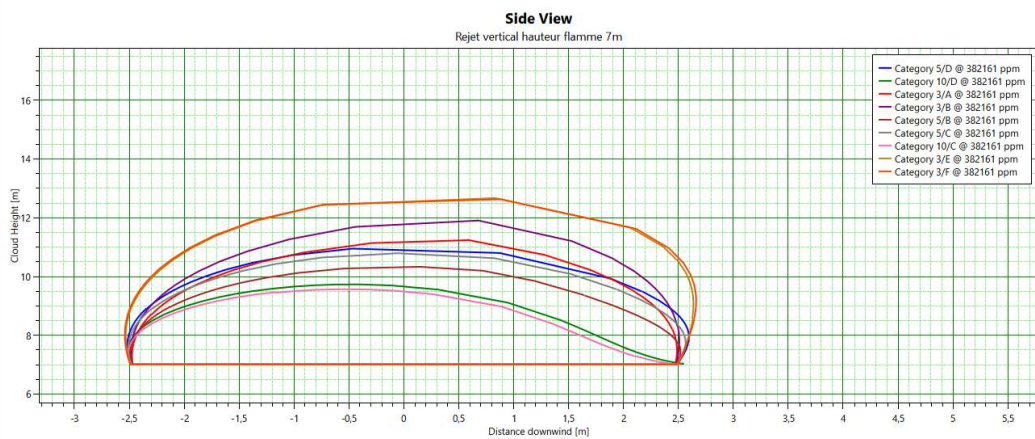
Distance au SEI

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 3/E)	1,07921 s
Time (Category 3/B)	0,95794 s
Time (Category 5/D)	0,772937 s
Time (Category 3/A)	0,830967 s
Time (Category 5/C)	0,73851 s
Time (Category 5/B)	0,65011 s
Time (Category 10/C)	0,425907 s
Time (Category 0,453486 s)	



Distance au SEL

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 3/F)	0,566249 s
Time (Category 10/C)	0,217476 s
Time (Category 5/C)	0,383345 s
Time (Category 10/D)	0,230423 s
Time (Category 5/B)	0,340249 s
Time (Category 3/A)	0,440925 s
Time (Category 5/D)	0,400291 s
Time (Category 0,504243 s)	



Distance au SELS

Audit Number	112564
Averaging time	Toxic (1800 s)
Equipment	Fumées
Material	fumées zone B 20t rejet 30min_INERIS #2
Offset Distance	0 m
Program	Phast 7,21
Scenario	Rejet vertical hauteur flamme 7m
Time (Category 5/D)	0,328895 s
Time (Category 3/E)	0,472678 s
Time (Category 5/B)	0,279167 s
Time (Category 3/A)	0,362928 s
Time (Category 10/D)	0,187919 s
Time (Category 3/F)	0,467899 s
Time (Category 5/C)	0,313535 s
Time (Category 0,414743 s)	

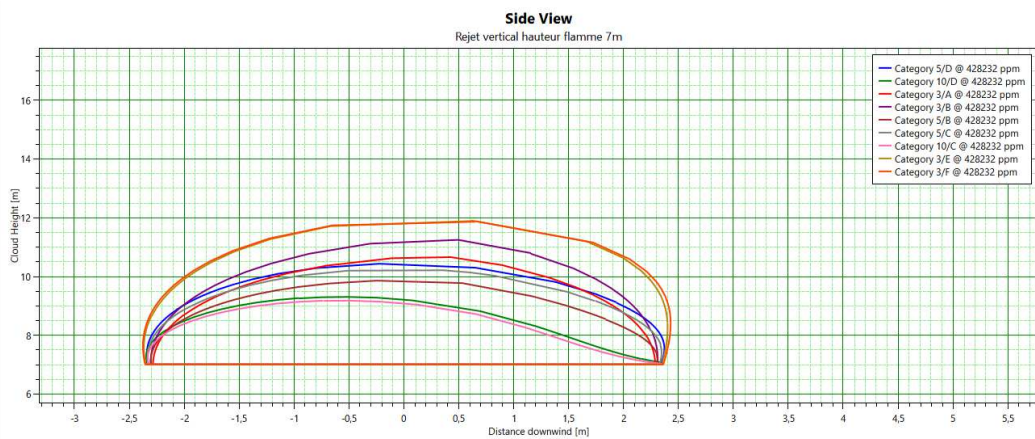
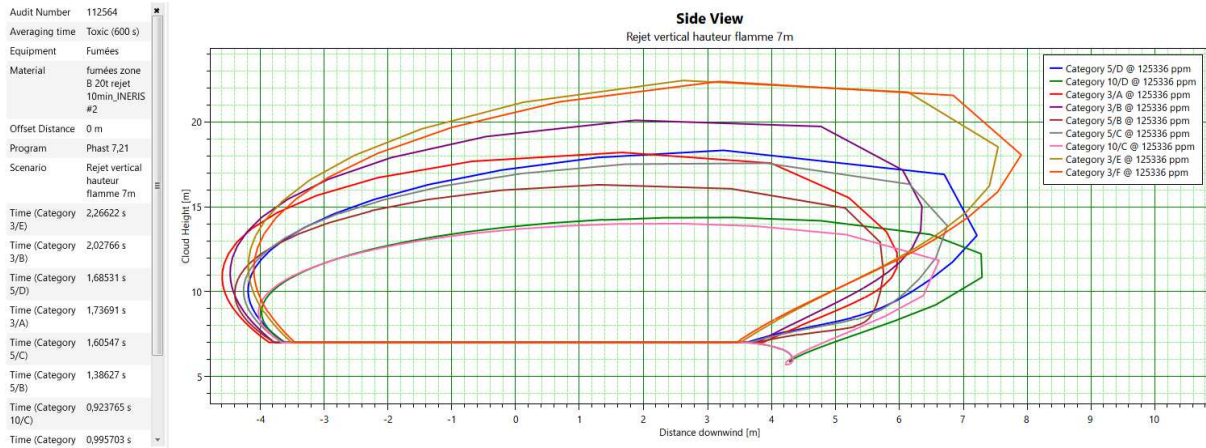


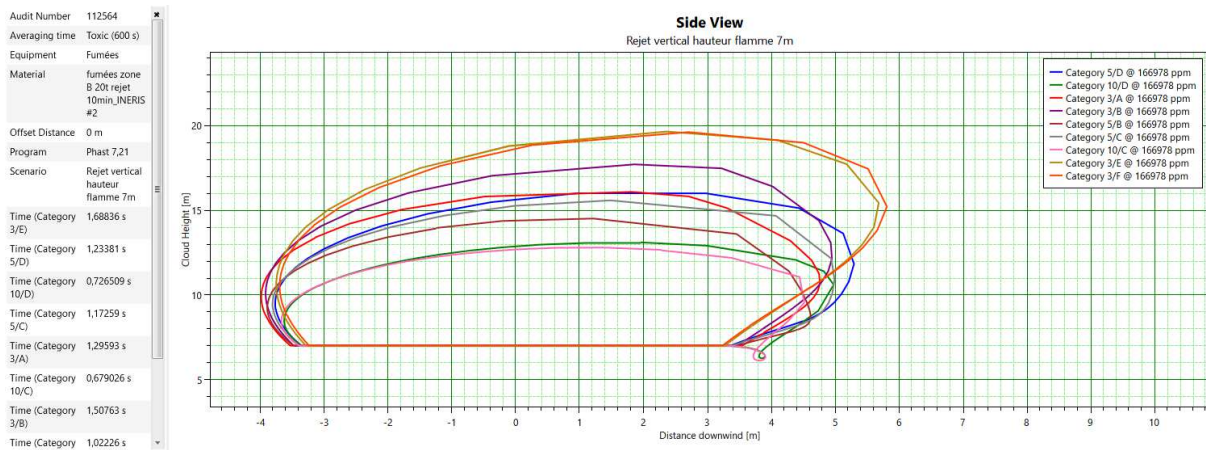
Figure 85 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 30 minutes

Résultats émission de 10 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

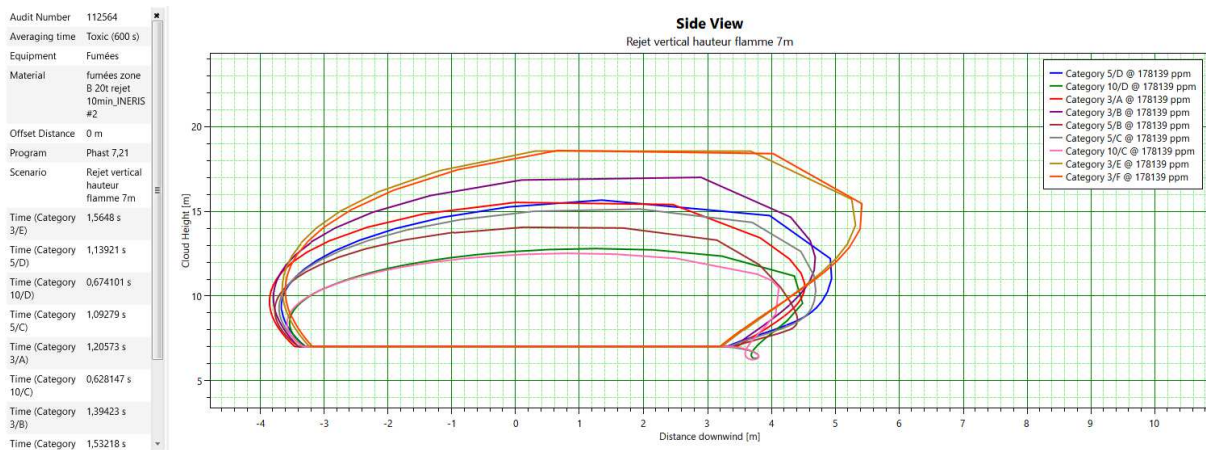


Figure 86 : PhDM23, incendie généralisé zone B configuration transitoire, panaches toxiques, émission 10 minutes

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 4 m à h = 11 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 2 m à h = 7 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 2 m à h = 7 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 30 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 5 m à h = 12 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 3 m à h = 7 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 3 m à h = 7 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 10 minutes :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 8 m à h = 17 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 6 m à h = 15 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet toxique à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 7 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 6 m à h = 15 m

Tableau 48 : PhDM23, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)

Les distances d'effets n'impactent pas le sol Les effets s'entendent pour des altimétries notables, supérieures à 7 m. Aucun effet toxique hors site n'est désigné.

5.4.5.4. PhDM34 : Incendie sur 1 ligne de test des modules (10 équivalents batterie)

Hypothèses

Les débits de polluants sont les suivants :

masse de combustibles potentielle	Gaz	quantité de polluants émis	si incendie 10 minutes : débit g/s	si incendie 30 minutes : débit g/s	si incendie 60 minutes : débit g/s
1 500 kg	HF	2,97	4,95	1,65	0,82
	NO2	0,63	1,05	0,35	0,18
	HCN	0,02	0,03	0,01	0,01
	HCL	0,86	1,44	0,48	0,24
	CO	12,30	20,49	6,83	3,42
	CO2	748,36	1247,27	415,76	207,88

Tableau 49 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, débits des polluants

Le débit des fumées est déterminé sur la base d'une puissance totale de feu de 500 kW : le débit des fumées (toxiques + air entraîné) est de 1,62 kg/s (de l'ordre de 2,5 m³/s, ie 9 000 m³/h).

La hauteur de rejet est de 1,6 m. La vitesse de rejet est de 5,7 m/s.

Les seuils de toxicité sont les suivants :

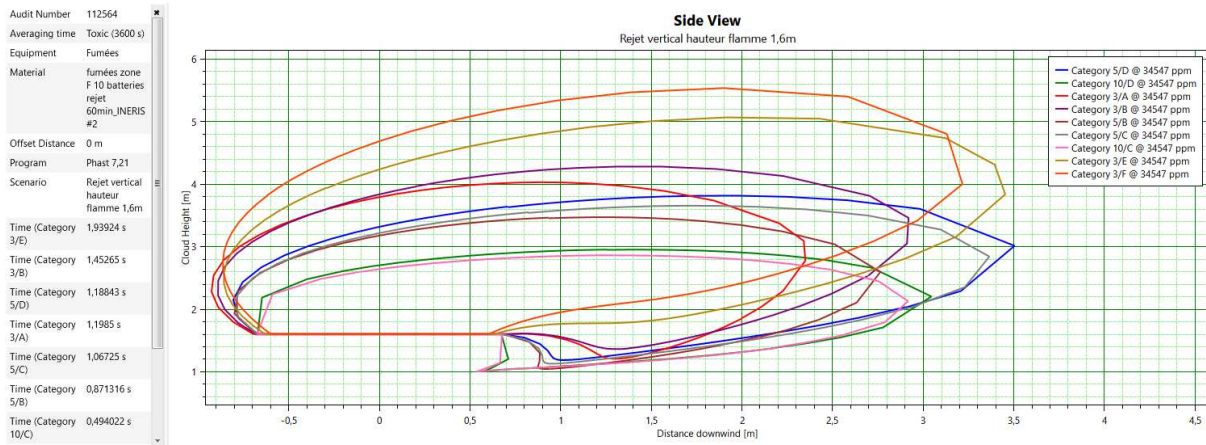
Durée de l'incendie	SELS (ppm)	SEL (ppm)	SEI (ppm)
10 minutes	19793	18552	13926
30 minutes	47582	42463	27207
60 minutes	75759	64456	34547

Tableau 50 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, seuils de toxicité

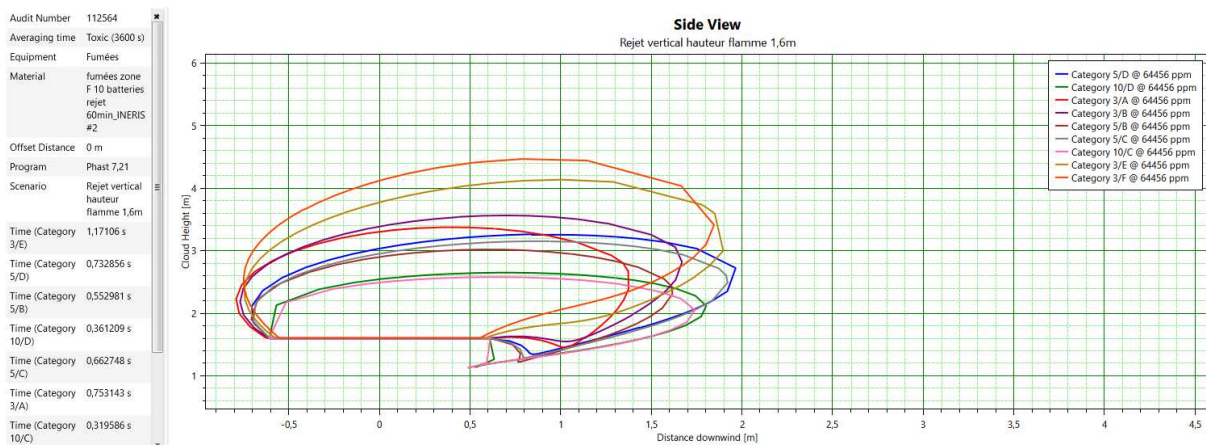
Les panaches de toxiques fonction des différentes conditions de dispersion atmosphériques sont présentés ci-après :

Résultats émission de 60 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

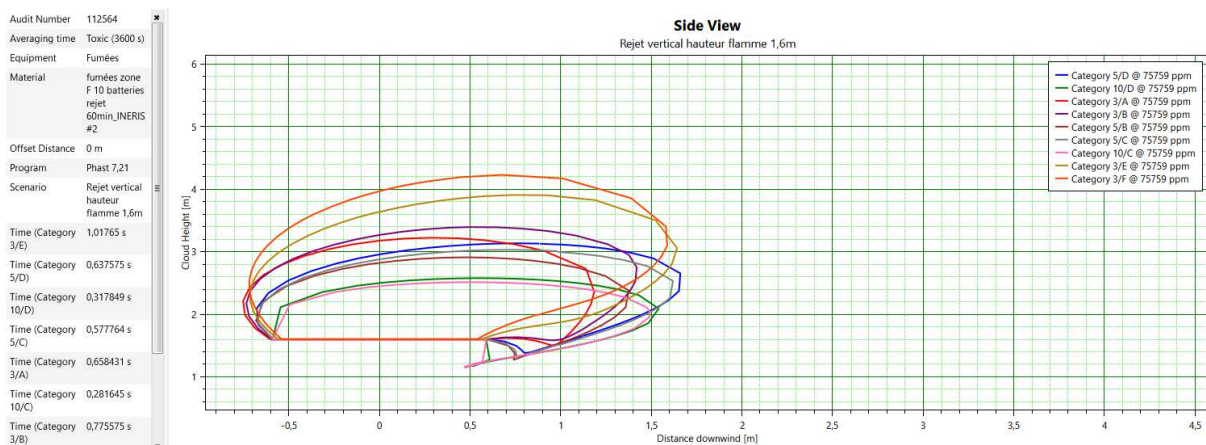
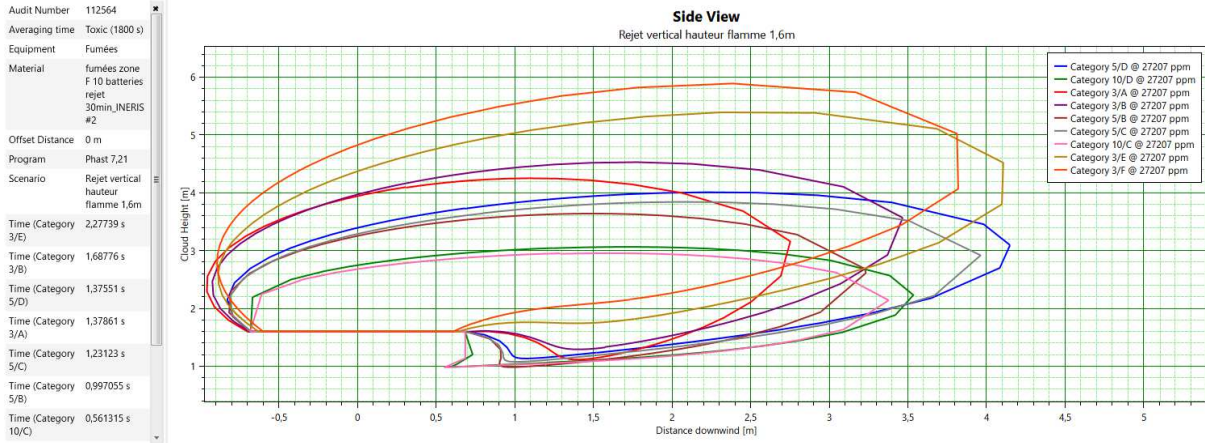


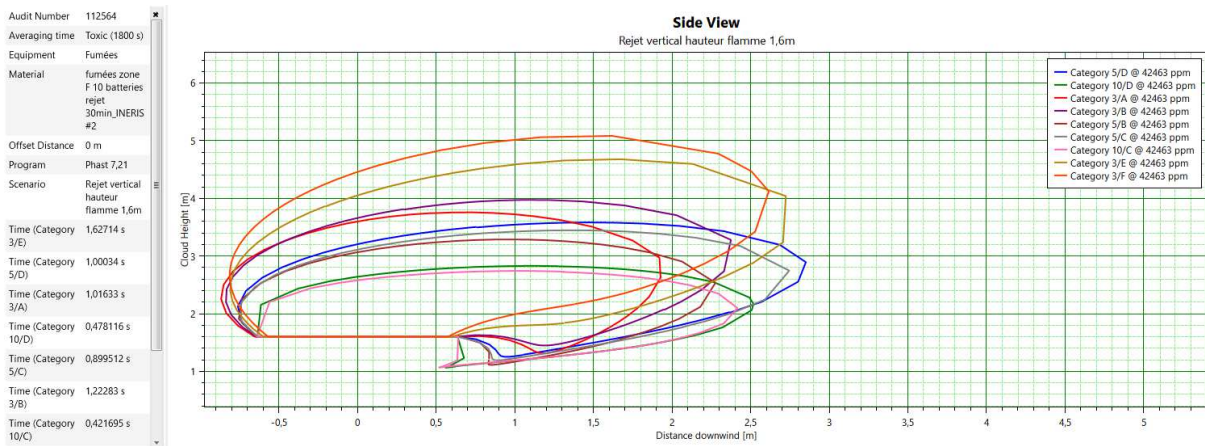
Figure 87 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 60 minutes

Résultats émission de 30 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

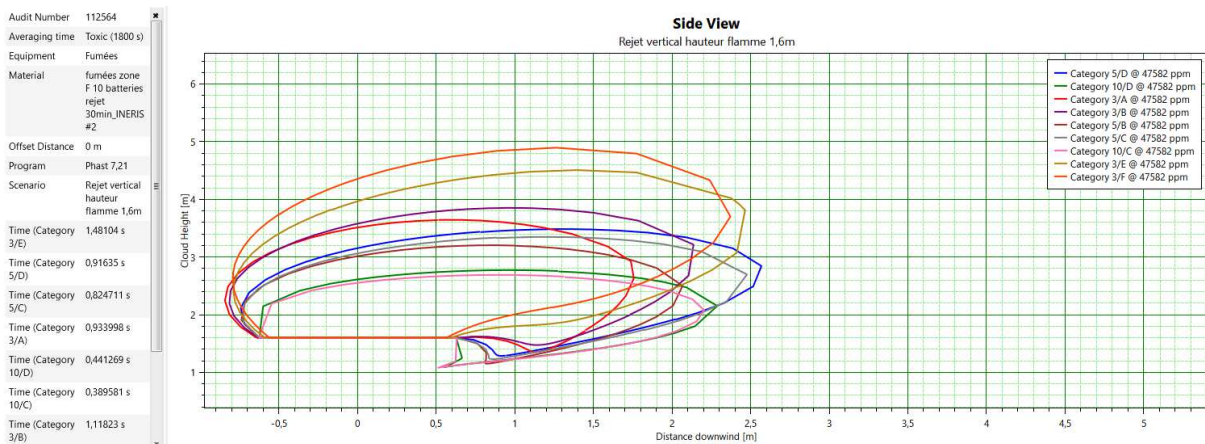
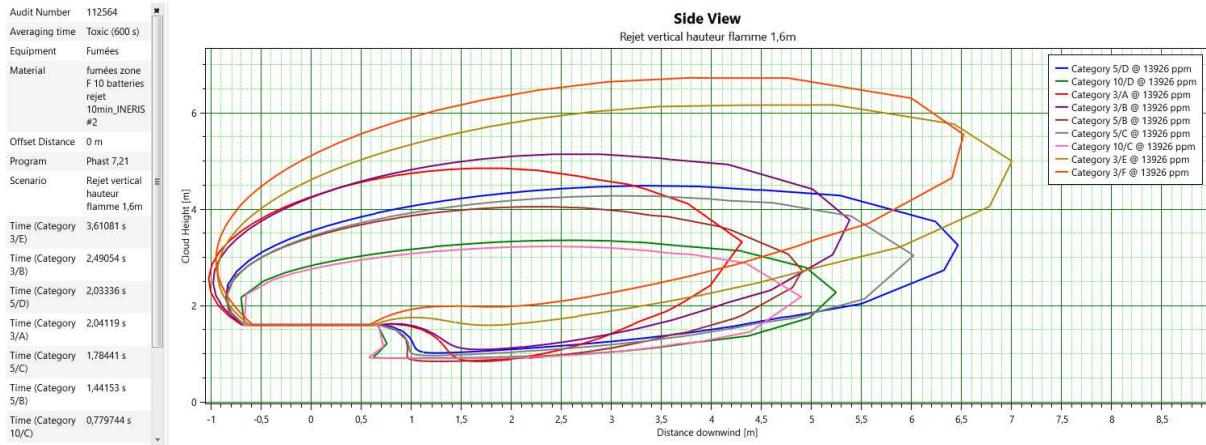


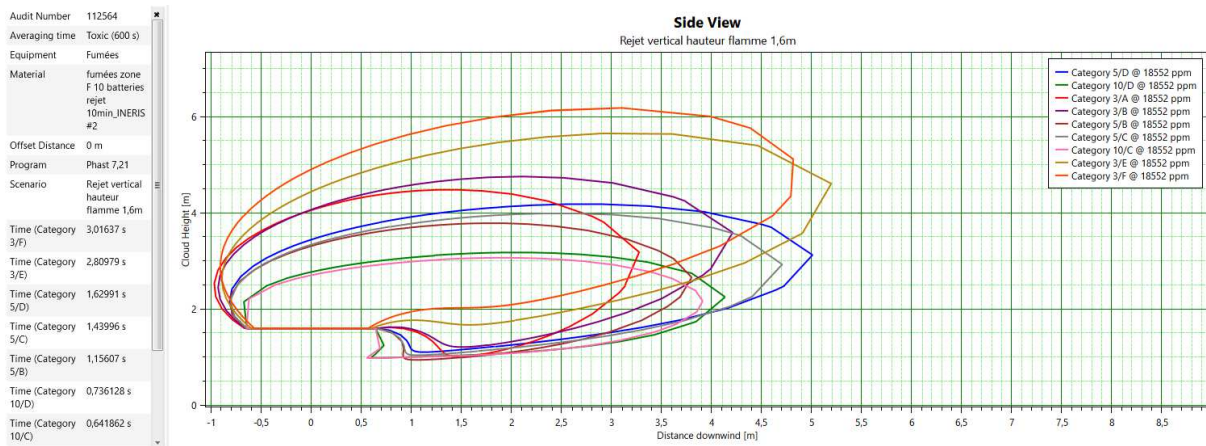
Figure 88 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 30 minutes

Résultats émission de 10 minutes

Distance au SEI



Distance au SEL



Distance au SELS

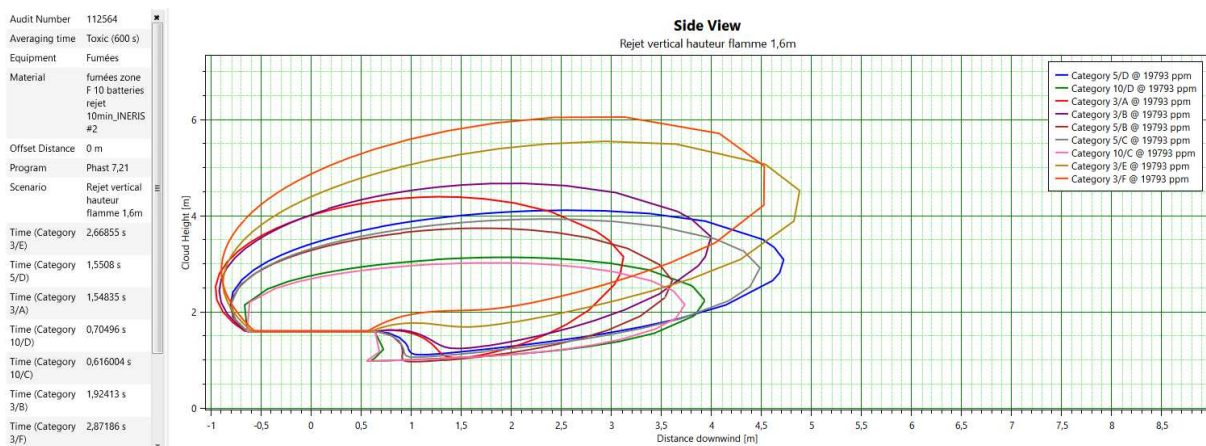


Figure 89 : PhDM34, incendie de la ligne de test des modules, panaches toxiques, émission 10 minutes

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 60 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 3 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 4 m à h = 3 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 2 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 2 m à h = 2 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 2 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 2 m à h = 2 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 30 minutes sont :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 4 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 5 m à h = 4 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 3 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 3 m à h = 3 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 3 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 3 m à h = 3 m

Les distances d'effets pour une durée d'exposition de 10 minutes :

Seuil	Distance
SEI	<ul style="list-style-type: none"> • 6 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 7 m à h = 5 m
SEL	<ul style="list-style-type: none"> • 5 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 6 m à h = 4 m
SELS	<ul style="list-style-type: none"> • 4 m à hauteur d'homme (h < 2 m) • Hauteur minimale d'atteinte du seuil toxique : 1 m au niveau de la source • Distance maximale atteinte par les fumées toxiques : 5 m à h = 4 m

Tableau 51 : PhDM23, dispersion toxique, distances d'effets (au sol et en hauteur)

Les distances d'effets ne sont pas significatives et limitées au poste. Aucun effet toxique hors site n'est désigné.

5.5. Etude des effets de surpressions du phénomène dangereux d'explosion d'un nuage inflammable suite à dégagement de gaz d'une batterie

5.5.1. Phénomène dangereux de dégagement de gaz toxiques

Le phénomène a été renseigné au chapitre « 5.4.1 Phénomène dangereux de dégagement de gaz toxiques ».

L'emballement thermique peut ainsi conduire au dégagement des gaz toxiques tels CO₂, CO, HCN, NO₂, SO₂ ou encore HF.

L'emballement thermique peut également conduire au dégagement de gaz inflammables tels CO, HCl, H₂, CH₄, C₂H₄ ou encore C₂H₆.

Lors d'un emballement thermique sur une batterie li-ion, l'énergie thermique élevée conduit d'abord à l'évaporation de l'électrolyte, créant ainsi de la chaleur supplémentaire et des gaz combustibles. Si la pression dépasse un certain point, les gaz inflammables sont libérés et forment un mélange inflammable avec l'air : des flammes apparaissent à l'extérieur de la batterie.

Le rapport final de la NFPA de février 2016 « Évaluation des dangers liés aux systèmes de stockage d'énergie utilisant des batteries lithium-ion » indique que « *Les gaz libérés par les cellules sont généralement chauds et peuvent dépasser 600 °C (1 112 °F) à leur sortie de la cellule* ».

Les températures d'auto-inflammation des gaz inflammables émis sont inférieures à 600°C : il serait alors supposé l'inflammation immédiate du gaz et sa contribution au foyer de l'incendie.

Néanmoins, il est également supposé l'absence d'inflammation immédiate du gaz et la formation d'un mélange inflammable avec l'air, pouvant alors faire l'objet d'une inflammation retardée : il est alors question d'un VCE ou UVCE selon la présence avérée d'un confinement autour d'un tel nuage inflammable.

5.5.2. Méthodologies et modélisations

Une explosion de gaz n'est susceptible d'engendrer de fortes surpressions que si les flammes atteignent une vitesse de propagation importante (plusieurs dizaines de m/s) ou si les gaz sont confinés par des parois solides. Or, une flamme se propageant dans un mélange gazeux réactif accélère si le volume occupé par les gaz est caractérisé par la présence répétée d'obstacles et d'espaces partiellement confinés.

Sans présence d'obstacles et d'espaces confinés, l'inflammation accidentelle des mélanges gazeux conduit généralement à des surpressions de faibles amplitudes (quelques centaines de Pa ou mbar).

Ainsi, la méthode Multi-Energie considère de nombreux paramètres qui ont une influence sur la vitesse de propagation des flammes, parmi lesquels peuvent être cités la densité d'obstacles, le degré de confinement, la forme et les dimensions du nuage inflammable, la réactivité du combustible, l'énergie et la position de la source d'inflammation, et la turbulence du mélange réactif avant allumage.

Pour l'application de cette méthode, la « violence » de l'explosion peut ensuite être caractérisée par un indice compris entre 1 et 10. L'indice 10 correspond à une détonation, les indices intermédiaires correspondant à des déflagrations à vitesses de flammes d'autant plus rapides que l'indice est élevé.

Les niveaux maximums et les courbes d'atténuation de la surpression en fonction de la distance sont donnés, pour chaque indice, sur l'abaque ci-dessous :

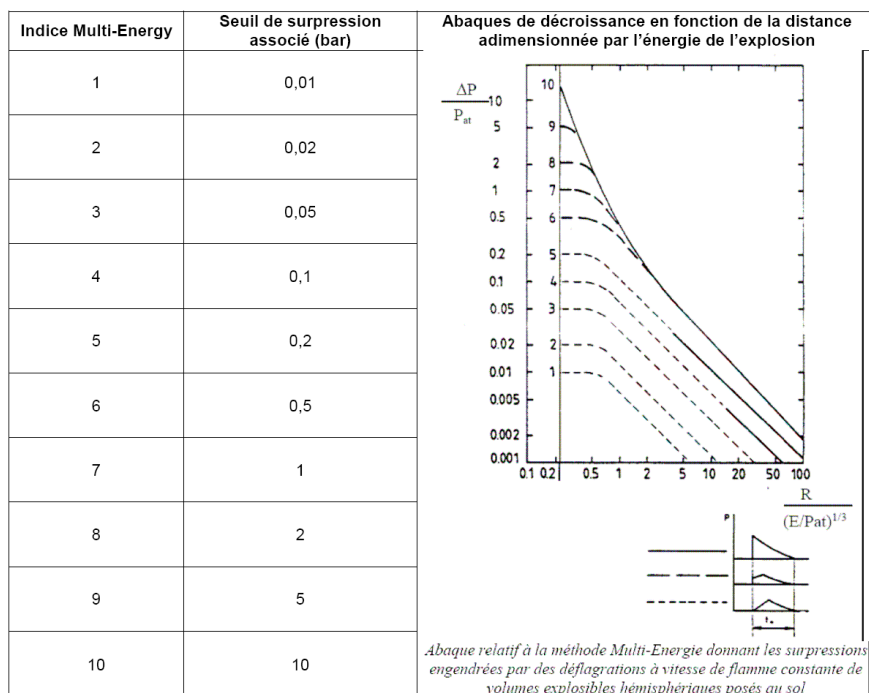


Figure 90 : correspondance pic de surpression et indice Multi-énergie

La détermination de l'indice d'explosivité se base sur le diagramme de décision établi par KINSELLA en 1993.

Energie d'inflammation		Obstruction			Confinement		Indice Multi-énergie	Surpression incidente (mbar)
Faible	Elevée	Elevée	Faible	Nulle	Oui	Non		
	X	X			X		7-10	1 000-10 000
	X	X				X	7-10	1 000-10 000
X		X			X		5-7	200-1 000
	X		X		X		5-7	200-1 000
	X		X			X	4-6	100-500
	X			X	X		4-6	100-500
X		X				X	4-5	100-200
	X			X		X	4-5	100-200
X			X		X		3-5	50-200
X			X			X	2-3	20-50
X				X	X		1-2	10-20
X				X		X	1	10

Tableau 52 : Diagramme du choix de l'indice d'explosion de KINSELLA

L'obstruction est jugée élevée si les obstacles présents dans le nuage de gaz représentent plus de 30% de la zone encombrée désignée. Elle est faible si le pourcentage est inférieur à 30%, et nulle s'il n'y a pas d'obstacle. Le confinement est avéré si le nuage inflammable est délimité par 2 ou 3 barrières. Si seul le sol est une limite au nuage inflammable, le confinement n'est pas retenu.

L'hydrogène a une faible énergie d'inflammation (0,02 mJ), est environ 10 fois inférieure à celle des hydrocarbures classiques.

La circulaire du 10 mai 2010 préconise pour un site G.P.L., un indice multi-énergie de 1 pour un nuage quasiment au repos en champ libre, un indice entre 3 et 4 pour un jet turbulent en champ libre, et un indice compris entre 6 et 7 pour un casier de bouteille.

Dans le but de spécifier le choix de l'indice, il pourra être fait référence aux conclusions énoncées dans l'ouvrage du T.N.O. « *Yellow Book* » :

- retenir l'indice 10 pour tous les volumes correspondant à des zones encombrées d'obstacles ;
- retenir l'indice 1 pour tous les volumes ne correspondant pas à des zones encombrées et lorsque les conditions d'accident sont telles que le nuage inflammable susceptible d'envahir ces zones peut être considéré au repos sur le plan dynamique (ex. : nuage formé suite évaporation d'un liquide combustible) ;
- retenir l'indice 3 pour tous les volumes ne correspondant pas à des zones encombrées et lorsque les conditions d'accident sont telles que le nuage inflammable susceptible d'envahir ces zones est caractérisé par une agitation turbulente importante (nuage formé consécutivement à un rejet de gaz combustible initialement sous plusieurs bar de pression par exemple).

Selon le TNO, ces recommandations conduisent à des estimations majorantes des surpressions maximales possibles.

Dans le cas des modélisations des effets de surpressions, les hypothèses suivantes sur le choix de l'indice multi-énergie sont formulées :

- dégagement de H₂ depuis une batterie sur un poste de travail : faible obstruction et sans confinement assimilé à un rejet en champ libre, faible énergie d'inflammation : indice multi-énergie de 3 ;
- dégagement de H₂ depuis une batterie sur un rack de stockage de la zone B : obstruction et confinement et faible énergie d'inflammation : indice multi-énergie de 7 ;

Enfin l'énergie d'explosion est calculée via l'enthalpie de combustion du produit et la quantité de gaz inflammable. Il est considéré un mélange stœchiométrique d'air et de gaz inflammable. Ce mélange donne l'énergie d'explosion maximal.

$$E_{\text{explosion}} = Q_t \times H$$

Avec :

- Explosion : énergie libérée par l'explosion (J)
- Q_t : quantité de gaz inflammable (kg ou m³)
- H : enthalpie de combustion du gaz inflammable (J/kg ou J/m³)

5.5.3. Hypothèses de modélisations

Le rapport final de la NFPA de février 2016 « *Évaluation des dangers liés aux systèmes de stockage d'énergie utilisant des batteries lithium-ion* » indique que « *Les gaz libérés par les cellules sont généralement chauds et peuvent dépasser 600 °C à leur sortie de la cellule* », suggérant l'occurrence de l'inflammation immédiate des gaz et contribution au foyer de l'incendie.

L'inflammation retardée est toutefois retenue mais considérée pour 1 seule batterie, sur un poste de travail ou sur un rayonnage en zone de stockage B.

Les données du CREPIM et retour d'expérience sont exploitées pour désigner la nature des gaz inflammables et leur quantité.

L'influence du type de cathode sur la libération de gaz depuis les matières actives de la batterie a été étudié et une comparaison a été proposée entre les types de batteries LFP, LTO, NMC et NCA.

La quantité de fumée dépend de la technologie de la cellule testée. Le tableau ci-dessous présente la quantité totale de fumée en litre dégagée par les cellules durant l'emballage thermique. Cette quantité de fumée a été normalisée par rapport à la masse des cellules pour avoir la quantité de fumée dégagée par 1 Kg de cellule.

Type de cellule	Quantité de fumée dégagée (L)	Quantité de gaz dégagée normalisée (L/kg)
LFP	3,29	36,5
LTO	3,2	82,9
NMC	9,77	215,17
NCA	/	/
LCO	8	/

Tableau 53 : Quantité de fumée dégagée par chaque type de cellule lors de leur emballage thermique

Il est formulé l'hypothèse d'un dégagement de gaz depuis une batterie de type NMC, puisque proposant les quantités les plus importantes.

Ces gaz ont été analysés à l'aide d'un chromatographe à gaz. Les résultats sont donnés en % de volume. Cela correspond au pourcentage volumique occupé par chacune des espèces présentes dans la fumée.

Type de cellule	H2 (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	CH ₄ (%)	C ₂ H ₄ (%)	C ₂ H ₆ (%)
LFP	24,34	4,5	25,39	5,9	3,26	1,29
LTO	8,41	5,3	37,6	1,23	1,38	0,4
NMC	12,39	30,3	13,22	10,5	0,1	0,16
NCA	22,6	48,9	19,7	6,6	2,4	0
LCO*	19,5	27	19	3,5	3,5	0,4

La somme des pourcentages n'est pas égale à 100% (les quantités de gaz irritants ne sont pas indiqués)

Tableau 54 : Composition des fumées issues de l'emballage thermique des différentes technologies de cellules

Il est formulé l'hypothèse de considérer l'ensemble des gaz inflammables (H₂, CO, CH₄, C₂H₄, C₂H₆) pour la cellule NMC sélectionnée à l'étape précédente : la fraction volumique est de 53,5%. La matière active représente 66% du poids d'une batterie moyenne de masse 150 kg. La quantité de gaz inflammable libéré en cas d'emballement est alors estimée à 11,4 m³.

5.5.4. Caractérisation des distances d'effets

La quantité de gaz inflammable a été évalué à 11,4 m³.

L'hydrogène présente les caractéristiques d'explosivité les plus conséquentes et en particulier la chaleur de combustion estimée à 120 MJ/kg, contre des chaleurs de combustion de CO, CH₄, C₂H₄ et C₂H₆ respectivement de l'ordre de 10 MJ/kg, 48 MJ/kg, 48 MJ/kg et 50 MJ/kg.

Dans une approche dimensionnante, il est supposé que l'ensemble du nuage est composé de dihydrogène.

La masse volumique de H₂ est de 0,089 kg/m³ à 15°C. L'application de la formule des gaz parfaits permet de désigner la masse volumique de H₂ à la température de rejet de fumées supposée de 600°C : 0,029 kg/m³.

La considération du volume de 11,4 m³ conduit à désigner une quantité de dihydrogène de 335 g. Dans le cas des explosions de gaz, LANNON a établi que le rendement était inférieur à 10% dans 95% des cas, inférieur à 4% dans 60% des cas et inférieur à 3% dans 50% des cas. Il est formulé l'hypothèse d'une rendement de l'explosion de 10%. La masse explosive du nuage H₂ est alors appréciée à 33,5 g.

Compte tenu de la chaleur de combustion de 120 MJ/kg, l'énergie de l'explosion du nuage H₂ est évaluée à 4,03 MJ.

Les distances d'effets de surpression dans le cas d'une explosion de gaz pour une batterie en zone B et en zones activités sont :

PhDM	Configuration	Indice d'explosivité	300 mbar	200 mbar SELS	140 mbar SEL	50 mbar SEI	20 mbar
PhDM38	1 batterie au poste de travail	3	Non atteint	Non atteint	Non atteint	2 m	6 m
	1 batterie sur rack en zone B	7	6 m	7 m	8 m	17 m	34 m

Tableau 55 : PhDM24, explosion H₂ dégagement 1 batterie, distances d'effets de surpression

Les distances d'effets relatives à l'inflammation d'un nuage libéré sur une batterie à un poste de travail ne sont pas significatives : seul le SEI est atteint au sol et atteint dans l'environnement immédiat de la batterie, puisqu'à une distance de 2 m.

Les distances d'effets relatives à l'inflammation d'un nuage libéré sur une batterie sur un rack de la zone B de stockage désignent des distances d'effets plus importantes compte tenu d'un indice d'explosion supérieur à celui retenu pour la configuration « poste de travail ». Néanmoins aucune distance d'effets ne sort des limites de propriétés.

5.6. Etude des effets thermiques d'un feu de nappe en rétention des cuves de carburants

5.6.1. Phénomène dangereux de feu de nappe

La combustion est une réaction physico-chimique d'oxydo-réduction exothermique entre un comburant et un combustible, déclenchée par une énergie d'activation :

- le comburant (souvent l'oxygène de l'air dans un incendie) joue le rôle d'oxydant
- le combustible joue le rôle de réducteur.

Elle est notamment entretenue par la formation de radicaux libres, atomes ou groupes d'atomes électriquement neutres très instables donc très réactifs. Ces derniers participent fortement au développement des réactions de combustion et à la propagation des flammes.

D'une manière générale, le phénomène de combustion d'un produit intéresse les vapeurs émises par le produit réchauffé. Pour qu'un produit brûle, il faut donc qu'il émette des vapeurs inflammables.

La combustion des produits liquides intéresse les vapeurs émises par le produit réchauffé et non le liquide lui-même. De manière schématique, le combustible émet une certaine quantité de vapeurs à une température donnée. Cette émission de vapeurs conduit à la formation d'une zone riche en combustible au-dessus de la nappe.

Au fur et à mesure de son élévation, le combustible entraîne de l'air froid extérieur. Lorsque le mélange air-combustible se trouve dans le domaine d'inflammabilité et en présence d'une source d'inflammation, il s'enflamme.

Les gaz brûlés sont ensuite évacués vers le haut sous l'effet de la poussée d'Archimède tout en continuant à entraîner l'air ambiant. L'essentiel de l'air entraîné (environ 90%) depuis la base de la flamme jusqu'à son sommet dilue les produits de la combustion tout en les refroidissant (INERIS, $\Omega 2$).

La combustion a ainsi lieu en phase gazeuse dans la zone qualifiée de « flamme ». Une partie de l'énergie libérée par l'exothermicité de la réaction de combustion est cédée (rétrocession d'énergie) au combustible, entretenant ainsi l'émission de gaz inflammables.

Un incendie est donc un phénomène de combustion auto-entretenu qui ne peut être arrêté que par la disparition du combustible ou du comburant ou de l'apport d'énergie (INERIS, $\Omega 2$).

5.6.2. Méthodologies et modélisations

La modélisation des effets thermiques d'un feu de nappe est menée à l'aide de l'outil de calculs développés par Antea Group, IFNAP, présenté en 5.3.2

5.6.3. Hypothèses de modélisations

Les hypothèses suivantes sont formulées :

- La cuve de GO affiche un volume de produits de 15 m³
- La rétention de la cuve de GO est de dimensions 8,45 m x 2,80 m x 1,00 m
- Le volume de rétention disponible pour la cuve de GO est de 23,6 m³
- La cuve de GNR affiche un volume de produits de 10 m³
- La rétention de la cuve de GO est de dimensions 4,55 m x 2,80 m x 1,00 m
- Le volume de rétention disponible pour la cuve de GO est de 12,7 m³
- Les murets formant rétention, de hauteur 1 m ne sont pas considérés comme REI120
- Le débit massique surfacique de combustion du est de 35 g/m²/s
- La chaleur de combustion est de 39 700 kJ/kg
- Feu de nappe GO :
 - diamètre équivalent de 3,74 m
 - hauteur de flamme déterminée par la corrélation de THOMAS de 6,0 m
 - pouvoir émissif par corrélation MUDAN et CROCE pour hydrocarbures de 97 kW/m²
- Feu de nappe GNR :
 - diamètre équivalent de 3,47 m
 - hauteur de flamme déterminée par la corrélation de THOMAS de 5,7 m
 - pouvoir émissif par corrélation MUDAN et CROCE pour hydrocarbures de 100 kW/m²
- Les flux thermiques sont déterminés pour une cible sur la médiatrice au côté en feu étudié
- Les flux thermiques sont déterminés pour une cible de hauteur 1,5 m

5.6.4. Caractérisation des distances d'effets

5.6.4.1. Feu de nappe de GO

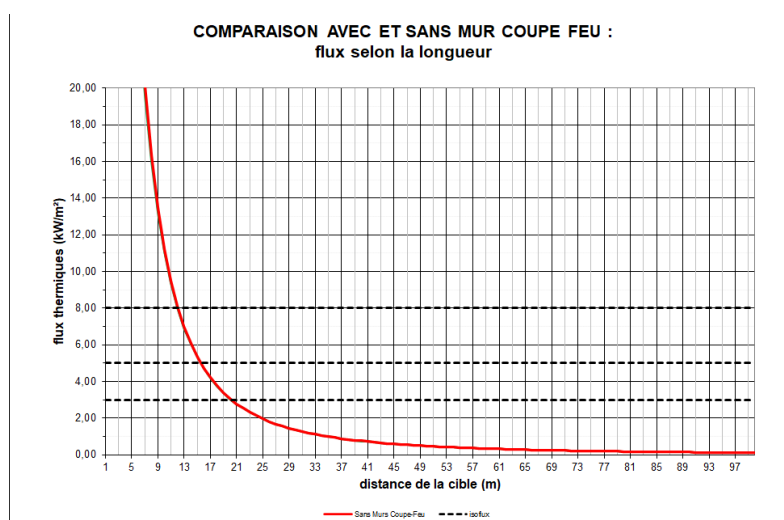


Figure 91 : PHDM39, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la longueur de la rétention en feu

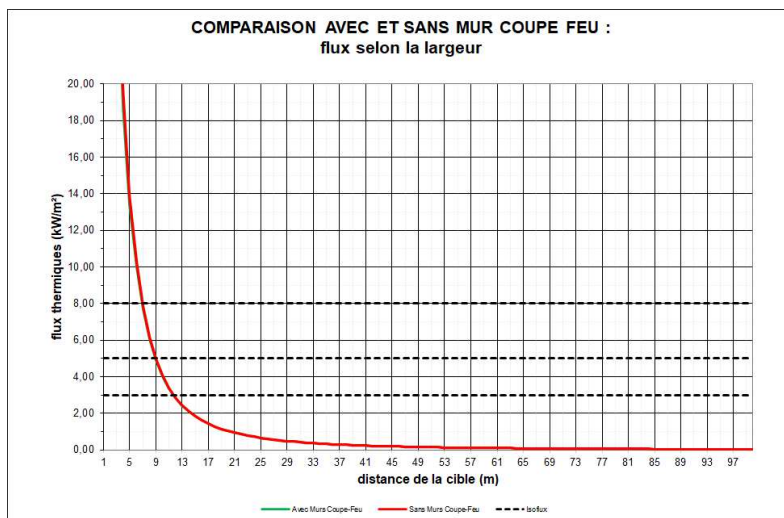


Figure 92 : PHDM39, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la largeur de la rétention en feu

Les distances d'effets sont désignées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PHDM39	Feu de nappe GO en rétention	Longueur	Médiatrice	7 m	8 m	12 m	16 m	21 m
		Largeur	Médiatrice	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m

Tableau 56 : PhDM39, feu de nappe de GO en rétention, distance d'effets thermiques

Les zones d'effets relatives aux seuils liés à la maîtrise de l'urbanisation SELS, SEL et SEI sont maintenues sur le site.

5.6.4.2. Feu de nappe de GNR

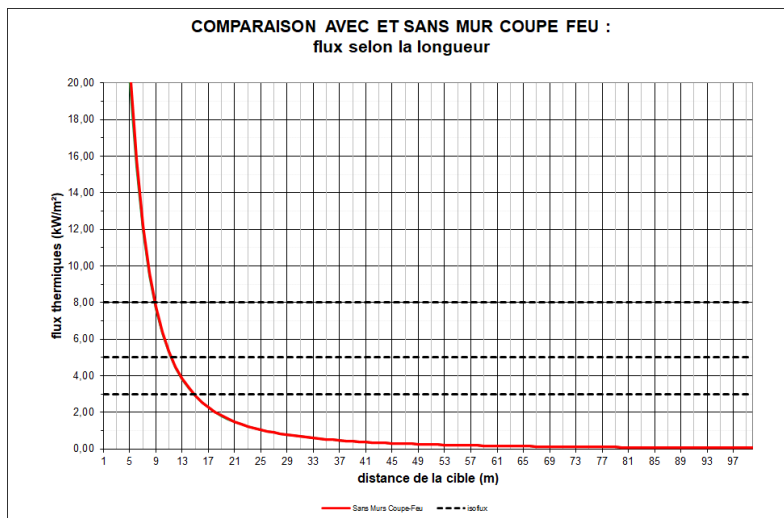


Figure 93 : PHDM40, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la longueur de la rétention en feu

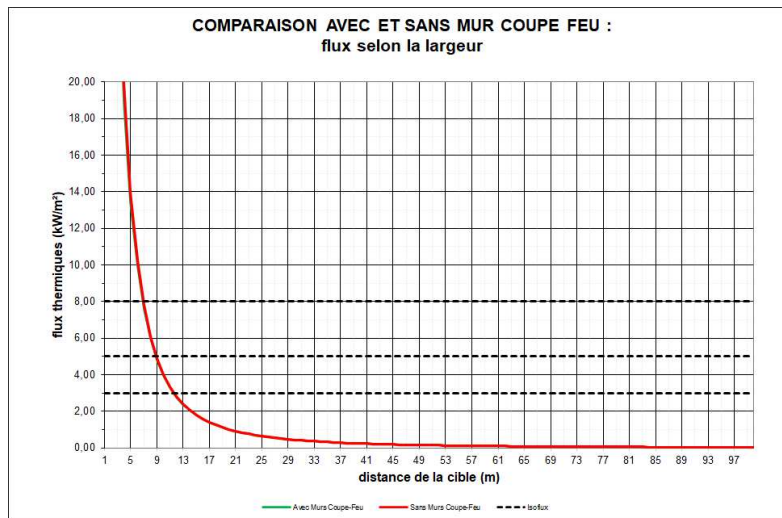


Figure 94 : PHDM40, évolution flux thermique pour une cible située sur la médiatrice à la largeur de la rétention en feu

Les distances d'effets sont désignées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM40	Feu de nappe GNR en rétention	Longueur	Médiatrice	5 m	7 m	9 m	12 m	16 m
		Largueur	Médiatrice	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m

Tableau 57 : PhDM39, feu de nappe de GO en rétention, distance d'effets thermiques

Les zones d'effets relatives aux seuils liés à la maîtrise de l'urbanisation SELS, SEL et SEI sont maintenues sur le site.

6. Analyse des effets dominos

6.1. Raison d'être

Le chapitre 5 a proposé l'estimation des conséquences de la matérialisation des potentiels de dangers qui ont été sélectionnés lors de l'Analyse des Potentiels de Dangers. Les conséquences de la libération des potentiels de dangers ont été estimées via l'évaluation de l'intensité des effets thermiques et de surpression, afférents aux phénomènes dangereux.

L'intensité de ces effets peut induire des dommages sur les installations du site, occasionnant alors un « suraccident ».

L'étude des effets dominos a pour objectifs de souligner l'impact et les dommages potentiellement induits par les effets d'un phénomène dangereux sur des installations alentour.

L'étude intègre les installations sur site et hors site.

6.2. Généralités

6.2.1. Définitions

Un accident crée des effets indésirables dans son environnement. Ces effets peuvent être initiateurs d'autres accidents au niveau d'installations voisines qui potentiellement conduisent à une aggravation générale des conséquences. Il s'agit de l'effet domino.

Le but de l'étude des effets dominos est d'identifier :

- Les effets dominos directs : conséquences des scénarii d'accidents majeurs des équipements du site sur une (des) installation(s) cibles à l'intérieur ou à l'extérieur du site ; les conséquences aggravantes sont de type incendie, explosion, pollution, ou émission de produits toxiques.
- Les effets dominos inverses : conséquences des accidents majeurs d'une (des) installation(s) à risque à l'extérieur du site sur les équipements du site.

La définition retenue pour un effet domino est la suivante : « *Action d'un phénomène accidentel affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un phénomène accidentel sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des conséquences* » [circulaire du 10 mai 2010].

Les effets subits par un bâtiment ou une installation en cas de phénomène accidentel survenant à proximité dépendent :

- Du type de phénomène accidentel (incendie, explosion, toxique, effet missile) ;
- Des caractéristiques du bâtiment ou de l'installation vis-à-vis des effets ;
- Des mesures de protection existantes ;
- De la cinétique et des délais de mise en œuvre des moyens de protection.

L'étude des effets domino consiste ainsi à déterminer les effets qu'un accident dans une installation donnée peut entraîner sur une autre installation interne ou externe au site.

Il s'agit non pas d'analyser les conséquences directes de l'accident, qui ont été traitées dans les chapitres précédents de l'étude de dangers, mais de décrire les éventuels sinistres secondaires auxquels l'accident originel est susceptible de donner naissance.

La possibilité d'avoir l'effet domino ou non est basée sur les distances d'effet calculées dans le chapitre précédent, sans prendre en compte les mesures de protection sur les installations cibles.

6.2.2. Seuils d'étude des effets dominos

L'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation », définit des seuils forfaitaires d'étude des effets dominos par type d'effet.

Le seuil des effets dominos induits par un effet de surpression est préconisé à 200 mbar, et le seuil des effets dominos induits par un effet thermique est fixé à 8 kW/m². Ces valeurs constituent des limites inférieures à partir desquelles des effets dominos sont envisageables : les seuils réellement retenus peuvent être supérieurs en fonction des éventuelles dispositions constructives et/ou caractéristiques des bâtiments et installations cibles.

Dans l'optique d'apprécier finement le comportement des cibles impactées, les tableaux suivants présentent les niveaux de résistances aux agressions de surpressions et aux agressions thermiques de structures cibles standard.

6.2.2.1. Propagation par une onde de choc

La consultation de la bibliographie scientifique consacrée (Green Book du T.N.O., Lannoy) renseigne quant aux isobares singuliers d'impact sur les structures :

Dégâts constatés	Surpression (en mbar)
Bris de vitres	10 à 70
Joints entre des tôles ondulées en acier ou en aluminium arrachés	70 à 140
Lézardes et cassures dans les murs légers (plâtre, fibrociment, bois, tôle)	70 à 150
Dommages mineurs aux structures métalliques	80 à 100
Fissures dans la robe d'un réservoir métallique	100 à 150
Murs en parpaings détruits	150 à 200
Lézardes et cassures dans les murs béton ou parpaings non armés de 20 à 30 cm	150 à 250
Rupture des structures métalliques et déplacement des fondations	200
Rupture des structures métalliques autoportées industrielles Revêtement des bâtiments industriels légers soufflé	200 à 300
Déplacement d'un rack de canalisations, rupture des canalisations	350 à 400
Destruction d'un rack de canalisations	400 à 550
Murs en briques, d'une épaisseur de 20 à 30 cm, détruits	500 à 600
Déplacement d'un réservoir de stockage circulaire, rupture des canalisations connectées	500 à 1 000
Renversement de wagons chargés, destruction de murs en béton armé	700 à 1 000

Tableau 58 - Dégâts constatés sur les infrastructures, surpression incidentes

6.2.2.2. Propagation par flux thermique

Un incendie peut se propager d'une installation à une autre par propagation du feu ou par rayonnement thermique sur la deuxième installation prenant feu à son tour. La consultation de la bibliographie scientifique consacrée (Green Book du T.N.O., Lannoy) renseigne quant au niveau d'impact de flux radiatifs sur des structures standard.

Dégâts constatés	Flux radiatif (en kW/m ²)
Propagation du feu improbable, sans mesure de protection particulière	< 8
La peinture cloque	8
Apparition d'un risque d'inflammation pour les matériaux combustibles (tels que le bois)	10
Propagation du feu improbable, avec un refroidissement suffisant	< 12
Limite de l'exposition prolongée pour les structures	16
Propagation du feu à des réservoirs de stockage d'hydrocarbures, même refroidis	> 36
Auto-inflammation des matériaux plastiques thermodurcissables	84

Tableau 59 - Dégâts constatés sur les infrastructures, flux thermiques incidents

6.3. Effets dominos internes

6.3.1. Phénomène dangereux d'incendie, des effets thermiques

Ces phénomènes représentent la moitié des phénomènes dangereux étudiés, puisque l'analyse des potentiels de dangers a souligné le danger prépondérant d'incendie / emballement thermique dans le cas des batteries électriques lithium-ion.

La spécification des phénomènes dangereux d'incendie sur batterie menée au chapitre 5.1 a déjà considéré l'occurrence d'effets dominos :

- Propagation d'un incendie d'une batterie sur rack en zone B (PhDM1) aux batteries voisines du même rack conduisant à l'emballement simultané de l'ensemble des batteries d'un rack (PhDM2)
- Propagation d'un incendie de l'ensemble des batteries sur un rack en zone B (PhDM2) à l'ensemble des batteries de tous les racks de la zone B conduisant à l'incendie généralisé du stockage de batteries en zone B
- Propagation d'un incendie d'une batterie sur 1 poste de décharge en zone D1 (PhDM5) à la batterie dans le box de quarantaine opposé (PhDM9) en D1
- Propagation d'un incendie d'une batterie sur 1 poste de quarantaine en zone D1 (PhDM9) à la batterie dans le box de décharge opposé (PhDM5) en D1
- Propagation d'un incendie d'une batterie sur 1 poste de quarantaine en zone D2 (PhDM9) à la batterie dans le box de quarantaine opposé (PhDM9) en zone D2
- Propagation d'un incendie d'une batterie sur 1 poste de démontage (PhDM12) à l'ensemble des batteries sur la ligne de démontage conduisant à l'incendie simultané de toutes les batteries de la ligne de démontage (PhDM13)
- Propagation d'un incendie d'un module sur 1 poste de test (PhDM14) à l'ensemble des modules sur la ligne de test conduisant à l'incendie simultané de tous les modules de la ligne de test (PhDM15)

La modélisation des effets thermiques induits par les différentes configurations étudiées rend compte des conclusions suivantes :

PhDM	Libellé	Distances au seuil des effets dominos 8 kW/m ²	Cibles impactées	Effets dominos
PhDM3	Incendie généralise en zone B	Non atteint	aucune	-
PhDM4	Incendie généralise en zone B, configuration transitoire	Façade ouest : 9 m Façade nord : 4 m Façade est : 6 m Façade sud : non atteint	aucune	-
PhDM6	Incendie sur la ligne de décharge en D1	Façade ouest : 4 m Façade nord : 6 m (passage) Façade est : 4,9 m Façade sud : 6 m (passage)	Ligne de quarantaine D1	Nouveau : PhDM41 : incendie généralisé sur la zone D1
PhDM8	Incendie sur la ligne de quarantaine en D1	Façade ouest : 5,9 m Façade nord : 6 m (passage) Façade est : non atteint Façade sud : 6 m (passage)	Ligne de décharge D1	Nouveau : PhDM41 : incendie généralisé sur la zone D1
PhDM10	Incendie sur 1 ligne de quarantaine en D2 (ligne ouest)	Façade ouest : non atteint Façade nord : 6 m (passage) Façade est : 4,9 m Façade sud : 6 m (passage)	Ligne de quarantaine Est	Nouveau : PhDM42 : incendie généralisé sur la zone D2
	Incendie sur 1 ligne de quarantaine en D2 (ligne Est)	Façade ouest : 4,9 m Façade nord : 6 m (passage) Façade est : 5 m Façade sud : 6 m (passage)	Ligne de quarantaine Ouest	Nouveau : PhDM42 : incendie généralisé sur la zone D2
PhDM13	Incendie sur la ligne de démontage	Façade ouest : 7 m Façade nord : non atteint Façade est : non atteint Façade sud : non atteint	Aucune (mur REI entre zone H et G)	-
PhDM15	Incendie sur la ligne de test	Façade ouest : 4 m Façade nord : non atteint Façade est : 5,4 m Façade sud : non atteint	Aucune (mur REI entre zone H et G)	-
PhDM19	Incendie généralisé dans l'atelier sur les postes de travail	Façade ouest : non atteint Façade nord : non atteint Façade est : 6 m Façade sud : non atteint	aucune	-
PhDM39	Feu de nappe GO en rétention	Façades nord et sud : 12 m Façades est et ouest : 8 m	Cuve GNR	Nouveau : PhDM43 : perte de capacité sur cuve GNR et incendie généralisé aux 2 rétentions
PhDM40	Feu de nappe GNR en rétention	Façades nord et sud : 9 m Façades est et ouest : 8 m	Cuve GO	Nouveau : PhDM43 : perte de capacité sur cuve GO et incendie généralisé aux 2 rétentions

Tableau 60 : désignation des effets dominos suite à propagations d'effets thermiques

Il est observé l'occurrence possible d'effets dominos sur les zones D1 et D2 conduisant à l'incendie généralisé sur chacune de ces zones (PhDM41 pour la zone D1 et PhDM42 pour la zone D2).

Par ailleurs le feu de nappe en rétention d'une cuve de carburant induit un flux thermique supérieur à 12 kW/m² sur la cuve mitoyenne : une perte de capacité sur la cuve cible pourrait survenir, occasionnant un épandage et potentiellement un feu de nappe généralisé aux 2 rétentions.

La pressurisation lente des cuves n'est pas sélectionnée : les cuves disposent d'orifices de décharge / événements interdisant la montée en pression et l'éclatement de l'enceinte.

6.3.2. Phénomène dangereux d'incendie, des effets toxiques

Les effets toxiques ne sont pas susceptibles d'occasionner un effet domino.

6.3.3. Phénomène dangereux d'explosion, effets de surpressions

Le PhDM38 caractérise l'inflammation retardée d'un nuage de gaz inflammable mélangé à l'air suite à un dégagement d'une batterie en emballement thermique.

Le seuil des effets dominos dans le cas des effets de surpression est de 200 mbar : ce seuil n'est pas atteint dans le cas de l'explosion de gaz sur un dégagement depuis une batterie li-ion sur un poste de travail mais est atteint à une distance de 7 m dans le cas d'une explosion de gaz suite à un dégagement sur une batterie Li-ion disposée sur un rack de stockage.

Dans une approche déterministe, il pourrait être envisager que l'onde de pression endommage tout ou partie du stockage et conduit à la chute de batterie, voire à leur endommagement et développement d'un emballement thermique. Le développement d'une telle séquence accidentelle est majoré par le phénomène dangereux PhDM3 d'incendie généralisé sur la zone de stockage B.

6.3.4. Modélisations des nouveaux phénomènes dangereux d'effets dominos

6.3.4.1. PhDM41 : Incendie généralisé des batteries sur toute la zone D1

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 35,0 m x 7,3 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 15,3 ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 58 kW/m²
- Mur REI 120 hauteur 3 m en paroi ouest ; murs REI 120 hauteur 3 m en façade nord et sud; mur REI120 en paroi est hauteur 3,2 m

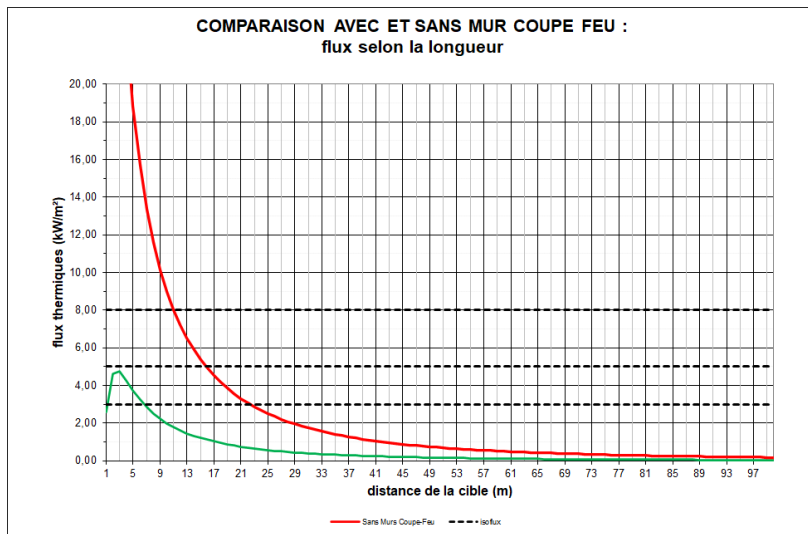


Figure 95 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

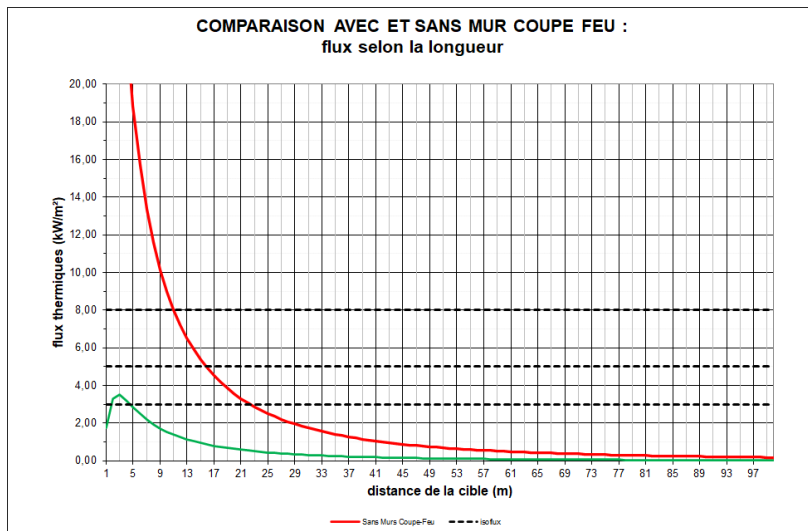


Figure 96 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3,2 m

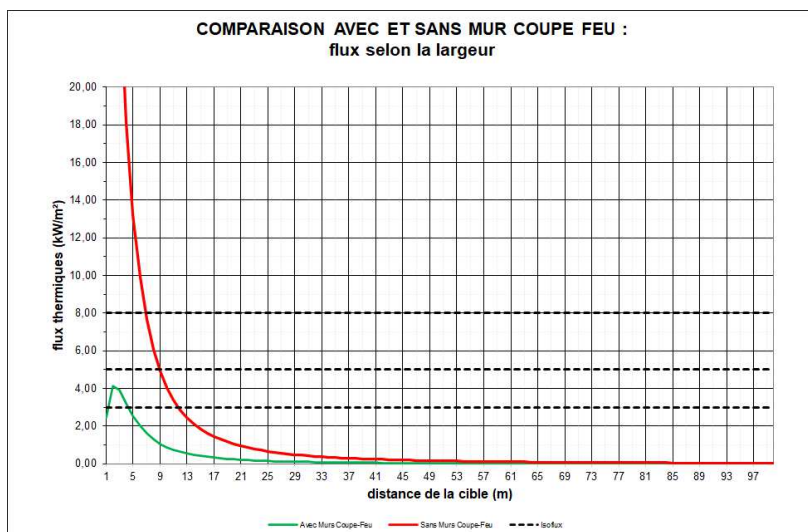


Figure 97 : PhDM41, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM41	Incendie sur l'ensemble de la zone D1	Longueur, façade ouest, mur REI120 hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	7 m
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 3,2 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m
		Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	Médiatrice	4 m	5 m	8 m	9 m	12 m

Tableau 61 : PhDM41, incendie sur l'ensemble de la zone D1, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en périphérie de zone D1 : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

Ces murs interdisent également l'occurrence d'effets dominos interne et en particulier une propagation de l'incendie de la zone D1 à la zone D2.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur.

Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 8 m, 9 m et 12 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballage thermique sur l'ensemble de la zone D1.

6.3.4.2. PhDM42 : Incendie généralisé des batteries sur toute la zone D2

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- Surface au sol de 35,0 m x 6,3 m
- Hauteur de flamme calculée par corrélation de THOMAS : 15,3 ; hauteur de flamme FM GLOBAL pour essai à moyenne échelle : 1,5m
- On applique une hauteur moyenne 3,9 m, considérée pour 1 batterie
- Rayonnement calculé selon la corrélation de Mudan et Croce : 64 kW/m²
- Mur REI 120 hauteur 3,2 m en paroi ouest ; murs REI 120 hauteur 3 m en façade nord et sud ; mur REI120 en paroi est hauteur 3 m

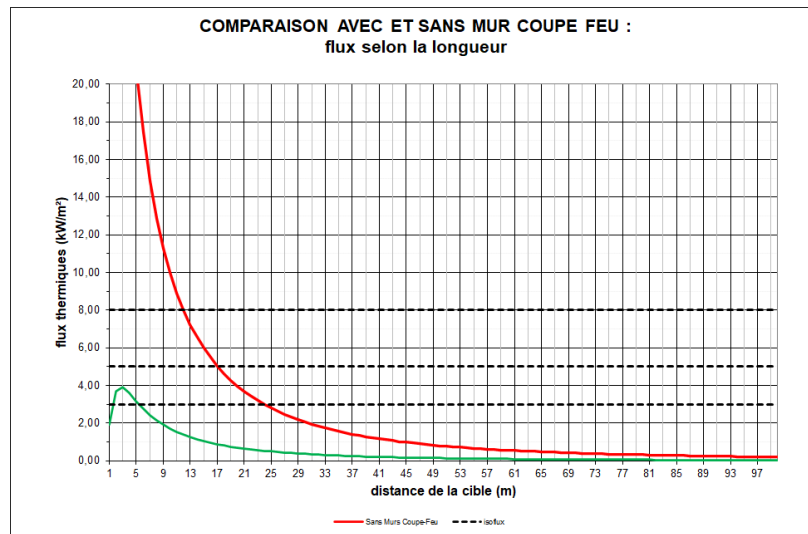


Figure 98 : PhDM42, incendie sur toute la zone D2, distance d'effets thermiques selon la longueur, côté ouest : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3,2 m

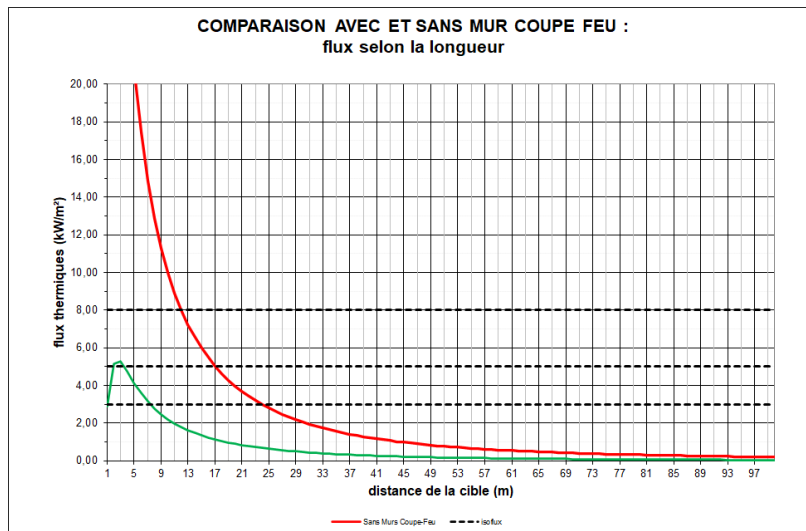


Figure 99 : PhDM42, incendie sur toute la zone D2, distance d'effets thermiques selon la longueur, coté est : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

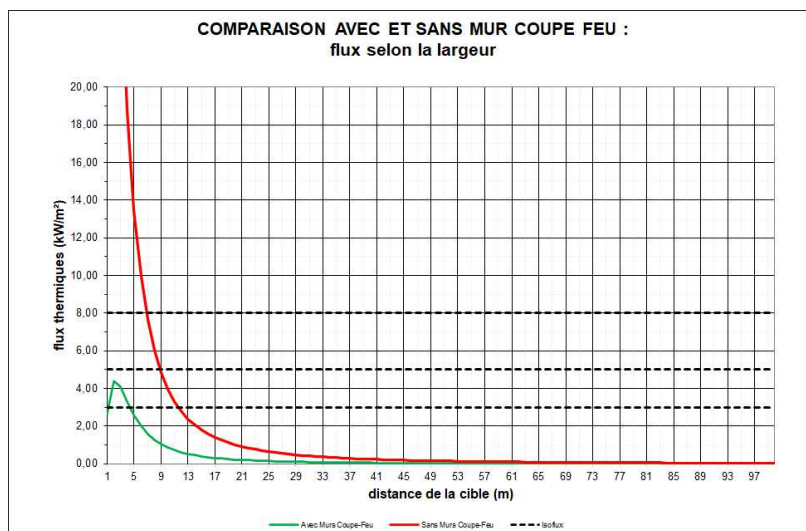


Figure 100 : PhDM42, incendie sur toute la zone D1, distance d'effets thermiques selon la largeur : en vert prise en compte du mur REI120 hauteur 3 m

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM42	Incendie sur l'ensemble de la zone D2	Longueur, façade ouest, mur REI120 hauteur 3,2m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	6 m
		Longueur, façade est, mur REI hauteur 3m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	4 m	8 m
		Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Médiatrice	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m
		Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	Médiatrice	4 m	5 m	8 m	9 m	12 m

Tableau 62 : PhDM40, incendie sur l'ensemble de la zone D2, distance d'effets thermiques

Il est confirmé la pertinence de la barrière de protection passive que constituent les murs REI implantés en périphérie de zone D2 : aucun effet relatif aux SELS, SEL et SEI n'est atteint hors du site.

Ces murs interdisent également l'occurrence d'effets dominos interne et en particulier une propagation de l'incendie de la zone D2 à la zone D1.

Les murs REI120 hauteur 3 m en périphérie de zone, côté Nord et sud interdisent l'occurrence d'effets thermiques SEI au-delà du mur.

Néanmoins les façades nord et sud de la zone D1 intègrent des ouvertures pour le passage des chariots élévateurs. Dans une approche dimensionnante, il est retenu que les zones d'effets au droit de ces ouvertures sont celles données pour l'étude du coté en feu « largeur » sans mur REI (rouge). Les distances d'effets aux SELS, SEL et SEI sont respectivement de 8 m, 9 m et 12 m.

La zone de stockage B est éloignée de 10 m et protégée par des murs / parois amovibles béton. La zone de tests modules est éloignée de 20 m. Aucune propagation d'un incendie batterie sur les autres zones n'est attendue en cas d'emballement thermique sur l'ensemble de la zone D2.

6.3.4.3. PhDM43 : Incendie généralisé sur les 2 rétentions des cuves GO et GNR

Les hypothèses singulières suivantes sont formulées

- La surface en feu est de dimensions 13,0 m x 2,8 m
- Les murets formant rétention, de hauteur 1 m ne sont pas considérés comme REI120
- Le débit massique surfacique de combustion du est de 35 g/m²/s
- La chaleur de combustion est de 39 700 kJ/kg
- Le diamètre équivalent de 3,74 m
- Hauteur de flamme déterminée par la corrélation de THOMAS de 5,7 m
- pouvoir émissif par corrélation MUDAN et CROCE pour hydrocarbures de 97 kW/m²
- Les flux thermiques sont déterminés pour une cible sur la médiatrice au côté en feu étudié
- Les flux thermiques sont déterminés pour une cible de hauteur 1,5 m

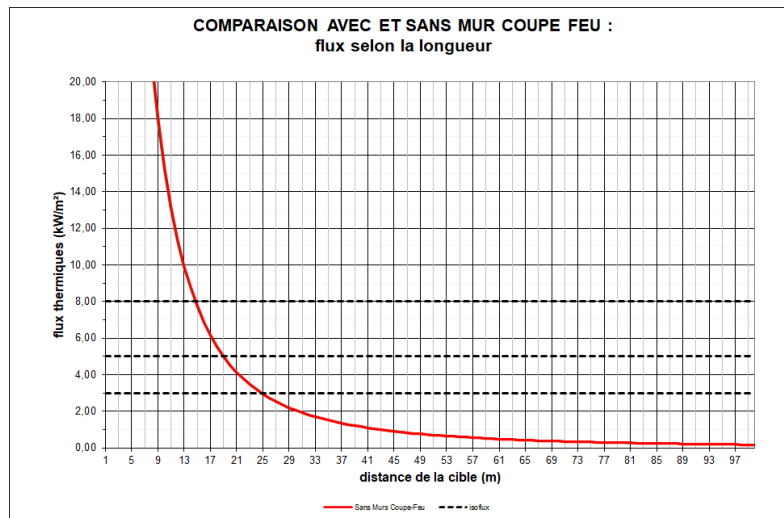


Figure 101 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions mitoyennes des cuves GNR et GO, distances d'effets thermiques selon la longueur

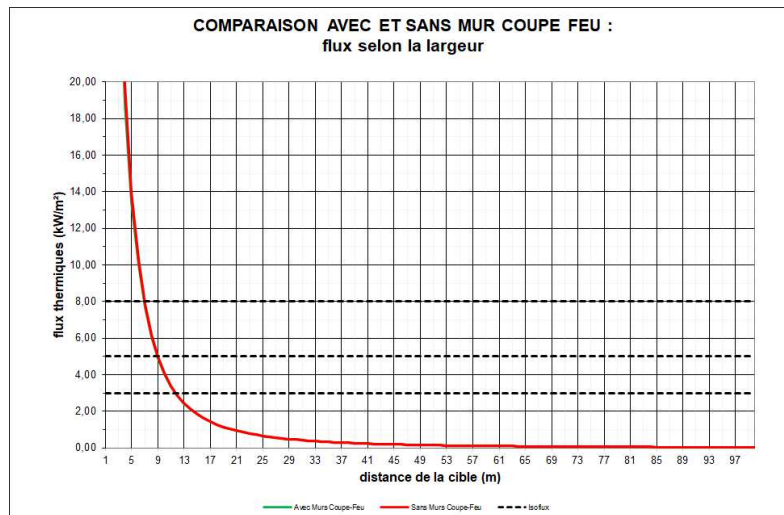


Figure 102 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions mitoyennes des cuves GNR et GO, distances d'effets thermiques selon la largeur

Caractéristiques de la source				Intensité des flux thermiques				
PhDM	Entité	Côté	Position cible / mur	20 kW/m ²	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
PhDM43	feu de nappe généralisé aux 2 rétentions GNR et GO	Longueur	Médiatrice	9 m	10 m	15 m	20 m	25 m
		largeur	Médiatrice	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m

Tableau 63 : PhDM43, feu de nappe généralisé aux 2 rétentions des cuves GNR et Go, distance d'effets thermiques

Les zones d'effets relatives aux seuils liés à la maîtrise de l'urbanisation SELS, SEL et SEI sont maintenues sur le site. Le seuil de 8 kW/m², associé aux effets dominos, n'impacte pas le bâtiment B1.

6.4. Effets dominos externes

La commune de Bazoches-les-Gallerandes ne comprend pas de zone industrielle (ZI), ni de zone d'activité (ZA) au sens strict. D'après la base de données Géorisques, 6 installations classées pour la protection de l'environnement en régime d'autorisation ou d'enregistrement sont présentes sur la commune.

Nom de l'établissement (1)	Code postal	Commune	Régime en vigueur (2)	Statut SEVESO
EOLE 45 SAS	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
HIRSCH FRANCE (ex PLACOPLATRE)	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
ISOSSOL	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Enregistrement	Non Seveso
QUADRAN	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B1	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Non Seveso
STCM B2	45480	BAZOCHES-LES-GALLERANDES	Autorisation	Seveso seuil haut

Figure 103: ICPE Présentes sur la commune de Bazoches-les-Gallerandes (Source : Géorisques)

Le site STCM B2 est une unité dédiée à la récupération de plomb par recyclage soumis au régime d'Autorisation avec Servitude (AS). Le site se situe à environ 3 km au Nord du site d'étude.

Le silo de la CAPEB constitue l'ICPE la plus proche de l'établissement STCM B1, puisqu'implanté de l'autre côté de la RD927. Les risques afférents à cette activité sont des incendies de grains et explosions de poussières. Les cellules verticales béton sont éloignées de plus de 140m de l'établissement STCM B1 : aucun effet de surpression significatif ne serait perçu sur le site STCM B1.

A noter la DECLARATION INITIALE D'UNE INSTALLATION CLASSEE RELEVANT DU REGIME DE LA DECLARATION déposée par CARREFOUR PROXIMITE France le 15/07/2021 pour une installation prévue en 2023 (1110 m3 de stockage de carburants).

L'installation serait implantée à plus de 130 m des bâtiments STCM B1. La déclaration déposée ne fait pas état d'une quelconque caractérisations des potentiels de dangers afférents à l'activité CARREFOUR PROXIMITE France.

Il est supposé un dépôt et distribution de carburants.

Le rapport INERIS DRA - 2002-40862 « ETUDE DE SCENARIOS DANGEREUX EN STATIONS-SERVICE » caractérise les phénomènes dangereux associés à cette activité. Les distances d'effets aux seuils de maîtrise de l'urbanisation (SELS, SEL et SEI) dans le cas d'un incendie sont inférieures à 40 m et à 120 m dans le cas d'un UVCE : elle n'impacteraient pas les bâtiments de production STCM.

L'environnement industriel alentour ne représente pas un potentiel de dangers significatif pour les installations de l'établissement STCM B1 : aucun effet domino n'est identifié.

7. Description des moyens de prévention, détection, protection et d'intervention

7.1. Raison d'être

Les chapitres précédents ont proposé, l'estimation des conséquences de la matérialisation des potentiels de dangers sélectionnés lors de l'Analyse des Potentiels de Dangers, puis l'étude des effets dominos potentiels.

Les distances d'effets qui caractérisent les phénomènes dangereux afférents à l'exploitation de l'ensemble des activités de l'établissement sont connues.

Dans le cadre de la dernière étape d'analyse des risques du site, basée sur l'Etude Détaillée des Risques, il sera nécessaire de corréliser les distances d'effets de certains phénomènes dangereux (les scénarii d'accidents majeurs) et leurs impacts sur les tiers, avec la probabilité d'occurrence desdits phénomènes dangereux.

La probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux requiert l'appréciation des barrières de prévention instaurées sur le site.

Le présent chapitre identifie les barrières de sécurité mises en œuvre sur le site.

7.2. Définitions

La prévention des risques a pour objectif de réduire la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux. La protection est définie par l'ensemble des mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un phénomène dangereux, sans en modifier la probabilité d'occurrence.

L'ensemble des moyens de prévention, détection, protection et d'intervention est matérialisé par la définition de barrières de sécurité.

Les barrières de sécurité regroupent les barrières techniques de sécurité et les barrières organisationnelles de sécurité. Elles visent à prévenir ou à réduire la probabilité d'occurrence d'un événement redouté ou d'en limiter les conséquences.

Une barrière de sécurité technique est un dispositif de sécurité/un système instrumenté de sécurité qui s'oppose à l'enchaînement d'événements pouvant aboutir à un accident.

Une barrière organisationnelle est un ensemble de procédures/organisations incluses dans le système de gestion de l'entreprise qui s'oppose à l'enchaînement d'événements pouvant aboutir à un accident.

Le chapitre présente successivement les principales mesures de prévention, de détection, de protection et d'intervention qui sont instaurées sur l'établissement. Les barrières sont déclinées en fonction des événements de base et/ou des événements redoutés qu'elles visent à réduire et/ou limiter.

7.3. Mesures de prévention d'ordre général

7.3.1. Qualité, Hygiène, Sécurité et Environnement

En tant qu'entreprise responsable, l'activité de la STCM est déployée dans le respect de la réglementation. L'entreprise dispose d'une politique QHSE qui s'oriente autour des axes suivants :

- préserver la santé et l'intégrité physique ;
- protéger l'environnement et réduire l'impact énergétique ;
- satisfaire les clients et accompagner les fournisseurs ;
- améliorer la performance économique.

Dans le cadre de ses activités, le site B1 dispose d'une certification pour la Qualité (ISO 9001 et ISO/TS 16949), pour la Santé et la sécurité (OHSAS 18001) et pour l'Environnement (ISO 14001).

La direction manifeste la volonté de reconduire ces certifications suite au déploiement des nouvelles activités sur le site.

7.3.2. Formation

STCM dispense à ses salariés destinés à travailler sur le site des formations au poste de travail et à la sécurité. La formation porte sur les conditions de travail, ainsi que sur les risques afférents aux activités. L'habilitation électrique niveau B2T est requise pour chaque opérateur. Elle vise à apporter une sensibilisation aux risques.

Les objectifs de la formation sont de connaître les moyens de secours et d'être capable d'appliquer les consignes de sécurité. La formation est actualisée et renouvelée régulièrement.

L'exploitation des installations est réalisée sous la surveillance d'une personne nommément désignée.

7.3.3. Consignes d'exploitation

Les consignes d'exploitation retracent les instructions qu'il convient de respecter pour garantir le bon déroulement de la tâche. Ces éléments entrent dans la démarche de qualité – sécurité de l'exploitant puisqu'ils visent à améliorer l'exploitation des activités.

Les consignes d'exploitation comportent explicitement les instructions de conduite des installations (fonctionnement normal, démarrage, maintenance, modification, essais, consignations) de façon à s'assurer du bon fonctionnement des installations.

Ces documents, tenus à jour, sont accessibles à tous les membres concernés du personnel.

Ces consignes prévoient notamment :

- Les modes opératoires, notamment le démontage des batteries, la réception des matières premières, les contrôles des matières premières, ou encore l'expédition de produit ;
- Les instructions de maintenance et de nettoyage ;
- La fréquence de vérification des dispositifs de sécurité et de limitation ou de traitement des pollutions et nuisances générées ;

7.3.4. Vérifications

Dans le cadre de la prévention des risques, il convient d'identifier les vérifications de certains organes/éléments présents au sein des activités exploitées sur le site. Les vérifications générales suivantes sont entre autres réalisées :

- Vérification annuelle des installations électriques par un organisme certifié et édition d'un rapport de synthèse ;
- Vérifications et entretiens périodiques des appareils de manutention (chariots, ...) par du personnel compétent ;
- Vérification annuelle des moyens de secours internes (extincteurs, ...) par un organisme certifié.
- Le vieillissement potentiel des structures sera également suivi par des contrôles périodiques visant à détecter tout endommagement / vieillissement prématuré

7.3.5. Consignes de sécurité

Les consignes de sécurité sont rédigées après l'analyse des risques encourus par telle ou telle activité.

Elles visent à exposer les actions à respecter dans le but de se prémunir de l'occurrence d'un danger. Elles traduisent ainsi la prise en compte des événements redoutés dans l'exploitation des activités sensibles.

Les consignes de sécurité sont établies pour maîtriser les opérations dangereuses, faire face aux situations accidentelles, mettre en œuvre les moyens d'intervention et d'évacuation et appeler les moyens de secours extérieurs.

7.3.6. Permis de feu

Un permis de feu est établi pour les opérations nécessitant une flamme nue, pour les opérations de travail par point chaud, dans un but de prévention des risques d'incendie et d'explosion.

Sur le site, aucun travail ne doit être établi sans l'accord préalable du responsable de l'établissement.

Le personnel chargé d'effectuer ces travaux a été formé ou sensibilisé dans le cadre des plans de prévention ou de formation aux risques que présentent les silos.

7.3.7. Interdiction de fumer

L'interdiction de fumer est matérialisée par des pictogrammes à l'entrée des bâtiments avec rappel à l'intérieur.

7.3.8. Conduite des installations

La conduite des installations est réalisée à partir d'une supervision située dans les bureaux d'exploitation de l'établissement.

Toutes les zones de stockage des matières dangereuses (batteries et modules issus du démontage) ainsi que les zones de traitement (démontage, décharge batterie et modules) sont surveillées par caméras thermiques et détecteurs de fumées.

Ces caméras (conformes aux exigences NPP) sont reliées en permanence au centre de contrôle et à la centrale incendie du site. Les détecteurs de fumées sont reliés à la centrale incendie du site, elle-même reliée au centre de contrôle de télésurveillance.

On distingue plusieurs niveaux d'alerte :

- 1/ Alerte thermique

C'est le premier niveau. Cette alerte est déclenchée par la surveillance des batteries par caméras thermiques. Les seuils de détection automatiques par logiciel de traitement d'image sont de 2 sortes :

- Mesure de la température de la batterie. Elle ne doit pas être supérieure à 50°C,
- Mesure de l'écart entre la température de la batterie et la température ambiante du local, qui montre un échauffement anormal de la batterie. Cet écart ne doit pas être supérieur de 5 à 8°C (à paramétrer)

Le personnel d'intervention dépendra de l'activité sur site selon le tableau ci-dessous.

Situation sur site B1		Surveillance	Intervention
Heures travaillées			prestataire extérieur
Heures non travaillées			
	Heures travaillées sur site B2	personnel B2	
	Heures non travaillées sur site B2	personnel d'astreinte	

L'intervention consiste à isoler préventivement la batterie ou le module, afin de prévenir une auto-inflammation, et de le/la plonger dans l'eau pour baisser la température de la batterie. Cette immersion doit être complète, de préférence dans de l'eau salée.

Des cuves d'immersions sont situées à l'extérieur, à proximité de la porte d'entrée de la zone de stockage, selon schéma ci-dessous. Elles sont de dimensions telles que la batterie sera immergée d'au moins 20 cm. Le volume d'eau nécessaire ne sera pas inférieur à 5 fois le volume de batterie.

Au moins 3 cuves d'immersion seront présentes sur site.

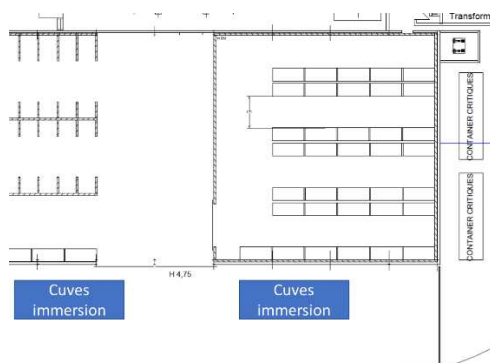


Figure 104: Cuves immersion

Ce processus est décrit dans une fiche d'intervention, dont le synoptique est présenté ci-dessous.

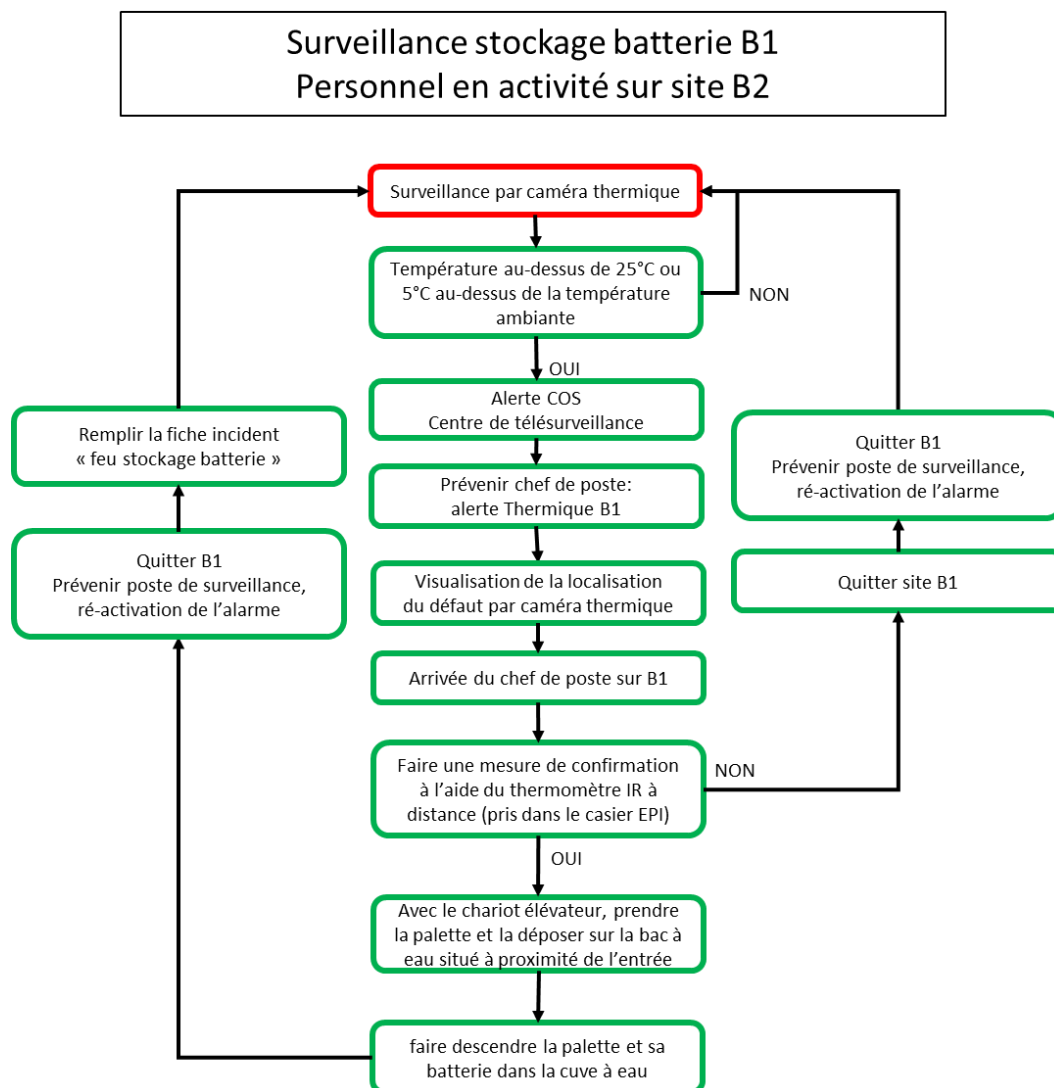


Figure 105 : Processus d'intervention en cas de dépassement des seuils des thermiques du stockage de batteries

Le même synoptique est utilisé lorsqu'il n'y a pas d'activité sur le site B2. Dans ce cas l'intervention est réalisée par le personnel d'astreinte.

- 2/ Alerte incendie.

C'est le deuxième niveau. Cette alerte est déclenchée par les capteurs de fumée, reliés à la centrale incendie du site.

Le dégagement de fumées (toxiques) est l'évènement préalable à une auto-inflammation, qui peut se produire après un temps plus ou moins long. L'alerte doit donc déclencher l'intervention des pompiers sur site.

Le processus est décrit ci-après.

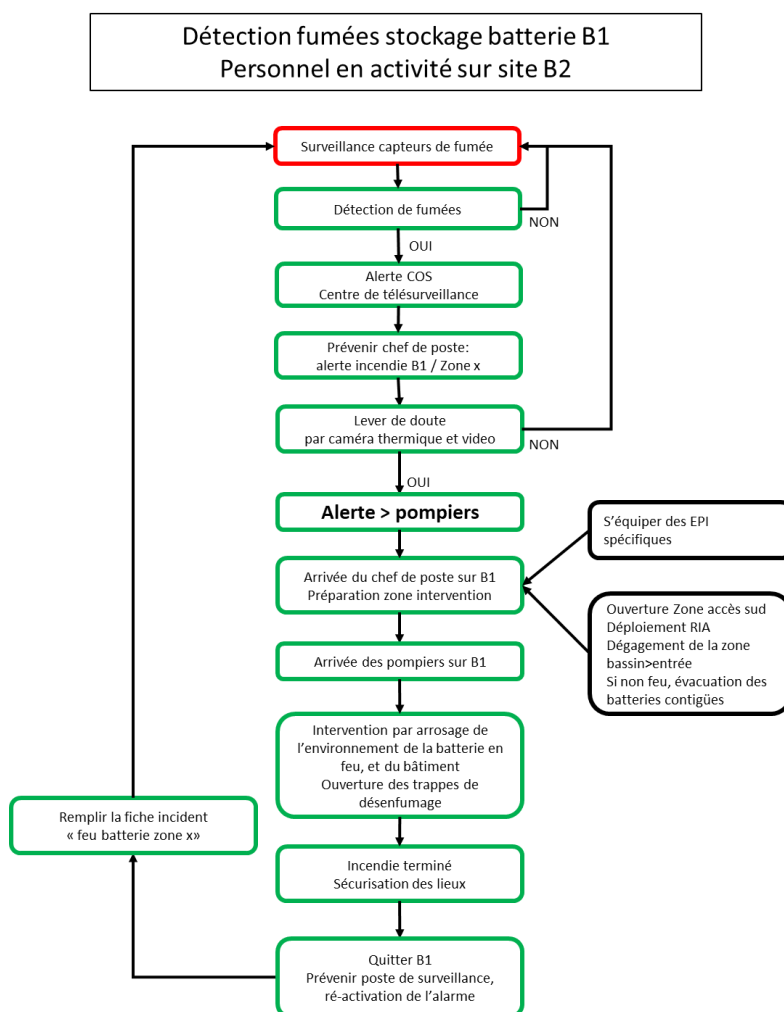


Figure 106 : Processus d'intervention détection incendie

7.3.9. Registre des presqu'incident, incident et accident

Dans le but de tracer l'activité, et de relever les anomalies et/ou les écarts de fonctionnement, un registre des presqu'incident, incident et accident est tenu à jour. Un des objectifs assignés est d'identifier tout événement susceptible de constituer un précurseur d'un départ de feu, explosion...

STCM réalise annuellement une analyse des causes possibles de ces événements afin de prévenir l'apparition de tels accidents.

Cette analyse est tenue à la disposition de l'inspection des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

7.3.10. Gestion de la malveillance

Un panneau réglementaire, installé à l'entrée du site, indique les éléments suivants :

- la mention « Installation Classée pour la Protection de l'Environnement » ;
- la raison sociale et l'adresse de l'exploitant ;
- la dénomination de l'installation ;
- la mention « interdiction d'accès à toute personne non autorisée ».

Le site est entièrement clôturé (accès unique par poste à barrière avec interphone) et surveillé. Des caméras de surveillance permettent de surveiller l'entrée du site.

Une surveillance permanente du site est assurée par un système de détection d'intrusion avec report d'alarme sur le site voisin de B2 en dehors des horaires d'ouverture de B1. En cas de déclenchement de l'alarme, le chef de poste ou le gardien présent sur le site B2 réalisera la levée de doute à l'aide des caméras et pourra se rendre sur les lieux en quelques minutes.

7.4. Mesures de prévention instaurées sur le site STCM B1

7.4.1. Transport des batteries à destination du site

Les batteries sont des batteries Li-Ion de véhicules électriques, hybrides ou des batteries industrielles (code UN 3480). Elles sont transportées conformément aux préconisations du transport de matières dangereuses (manuel de l'ADR). Selon les batteries elles pourront être conditionnées soit sur palette, soit dans des emballages conformes aux exigences de l'ADR.

7.4.2. Procédure d'acceptation des déchets

Les batteries réceptionnées sur le site sont des déchets, sous le code 16 05 05*.

Les batteries de type LMP ne seront pas admises. Toutes les autres chimies peuvent être acceptées sur le site, en vue de leur recyclage dans les filières concernées.

Chaque batterie sera accompagnée d'un BSD, qui fait l'objet du contrôle en réception. L'ensemble des batteries réceptionnées feront l'objet d'un contrôle avant acceptation.

La batterie fait l'objet d'un contrôle visuel. Les contrôles portent sur l'état physique de la batterie, détérioration, endommagement. Si la batterie est refusée, elle est reprise par le transporteur.

Si malgré tous les contrôles effectués, il s'avérerait qu'une batterie pourrait présenter des risques, celle-ci serait isolée dans la zone de stockage temporaire « critique » présentant une structure adaptée protégée des intempéries de type containers sécurisés et munie de caméras thermiques (zone L). Elle sera évacuée dans les meilleurs délais vers un exutoire autorisé à recevoir ce type de batterie (recycleurs).

7.4.3. Connaissance des produits

STCM garde à sa disposition des documents lui permettant de connaître la nature et les risques de chaque type de batteries réceptionnées et acceptées. Les informations sont consignées dans le bureau d'exploitation et accessibles à tout instant, en particulier pour les secours si intervention.

7.4.4. Gestion des entrées/sorties

STCM tient à jour un état indiquant la nature et la quantité précise des batteries sur site, état auquel est annexé un plan général des stockages. Cet état est tenu à la disposition de l'inspection des I.C.P.E. et est accessible même en cas d'accident.

Un panneau est situé à l'entrée du site au niveau de la cabine de pesage, montrant le nombre de batteries sur site et leur localisation.

7.4.5. Procédure de décharge des batteries

La première étape du processus consiste en la décharge électrique des batteries. Celle-ci peut être réalisée dans les zones C ou F. L'objectif est de vider les batteries réceptionnées de toute énergie électrique résiduelle avant d'engager la procédure de démantèlement.

La décharge est une décharge lente (jusqu'à 20% de la capacité) jusqu'à coupure par la protection BMS⁵ interne à la batterie, par banc de décharge, résistance ou onduleur.

Avant d'engager la décharge de la batterie, un contrôle des codes défauts présent dans la mémoire de la carte BMS sera réalisé. Ce contrôle permettra de s'assurer que la batterie est « déchargeable » en toute sécurité. Les situations suivantes seront notamment vérifiées:

- Que la carte BMS ne bloque pas la batterie (contacteur principal ouvert, pour des problèmes de défaut d'isolation par exemple).
- Que les défauts éventuels lus ne concernent pas des critères de sécurité au niveau des éléments (température excessive, tension excessive ou trop basse rencontré au cours de la vie de la batterie)

Nota important:

Dans le cas où certaines batteries ne pourraient pas être déchargées (par exemple en cas de protocole singulier du constructeur, dispositions physiques de la batterie incompatibles avec les équipements du site, blocage de fonctionnement du à la carte BMS, ou en défaut critique au niveau des éléments suite au diagnostic de la carte BMS), elles seraient directement démontées dans la zone dédiée (zone G) dans le respect des règles de travail sous tension (cf. chapitre ci-dessous). Ces batteries seront identifiées, et les modules issus du démontage également. Ces modules seront alors déchargés (et uniquement déchargés) puis mis en quarantaine de 48h, selon le même processus, sur des étagères prévues à cet effet dans la zone de test des modules (zone H).

⁵ Battery Management System (Système de Contrôle des Batteries d'Accumulateurs)

7.4.6. Procédure de surveillance des batteries

L'ensemble de l'atelier et du magasin sont couverts par des caméras thermiques (conformes à la norme NPP) et une détection automatique incendie (détecteurs de fumées).

Ces caméras sont reliées en permanence au centre de contrôle. En cas de dépassement des seuils thermiques de danger, une alerte est déclenchée, et le processus d'intervention se met en œuvre.

Des caméras video couvrent également l'ensemble de l'atelier.

En cas d'alerte, la levée de doute peut être réalisée par visualisation à distance des caméras thermiques et video.

7.5. Mesures de protection instaurées sur le site STCM B1

7.5.1. Battery Management System

Le « Système de Contrôle des Batteries d'Accumulateurs » est un organe de sécurité intégré à chaque batterie réceptionnée sur le site STCM B1 dans le cadre du projet.

Pour assurer la sécurité et quelle que soit la chimie utilisée, il faut donc empêcher l'arrivée d'un emballement thermique. Un système électronique de gestion batterie (BMS) surveille en permanence la batterie et l'isole en cas de soucis. Le BMS surveille notamment la température de la batterie et de chaque cellule la constituant, ainsi que les niveaux de tension de chaque cellule

L'utilisation d'un BMS est indispensable : il garantit que la batterie ne soit exposée à ces conditions critiques. Le BMS :

- interrompt (via le pilotage du contacteur principal de la batterie) la décharge des cellules avant que cela ne devienne critique pour la sécurité par la mesure en continu du niveau de tension de chaque cellule
- interrompt (via le pilotage du contacteur principal de la batterie) la charge des cellules avant qu'elles ne soient trop chargées, par la mesure en continu du niveau de tension de chaque cellule
- optimise un chargement homogène d'une cellule à l'autre (équilibre en fin de charge)
- mesure en continu la température des cellules, pour piloter le contacteur principal en cas de dépassement de seuils (définis par le fabricant)
- estime le vieillissement de la batterie via le calcul du SOH "State Of Health", sur une stratégie propre à chaque fabricant
- permet de connaître en temps réel l'état de charge de votre batterie grâce au SOC "State Of charge"

Les batteries déchargées sur banc possèdent un BMS opérationnel. La sécurité sur les bancs et la surveillance interne à la batterie est assurée par le BMS

Si le BMS est non opérationnel, ce qui fait partie des tests de contrôles, la batterie ne sera pas déchargée sur banc et démontée directement sur les postes de démontage.

Les modules amenés aux bancs de tests ne seront plus équipés de la carte BMS (qui assure la mise en sécurité du module en cas d'échauffement des cellules). Ainsi, les bancs de tests seront équipés d'un dispositif équivalent qui garantira la mise en sécurité du module lors des opérations de charge et de décharge conduites sur les bancs.

7.5.2. Eloignement des zones d'activités et stockage

L'agencement des activités sur le site a été désigné pour assurer l'éloignement le plus pertinente entre les différentes zones d'activités, hébergeant des potentiels de dangers.

Ainsi, les zones de stockages, de démontage et de test des modules, ont été éloignées de plus de 10 m des zones D1 et D2 de décharge et quarantaine, zones pour lesquels le potentiel de dangers d'emballement thermique est notable du fait de l'action de décharge engagée sur les batteries.

7.5.3. Sectorisation des zones d'activités et stockage

L'ensemble des zones d'activités et de stockage a fait l'objet d'une sectorisation feu et/ou d'implantation de mur écran REI visant à limiter / interdire des effets thermiques hors site, mais aussi et surtout des effets thermiques d'une zone à une autre.

L'ensemble de la zone de stockage Nord sectorisé par parois REI 120, de hauteur 5 m en façades Nord-est et Ouest et toute hauteur en façade Sud.

Durant l'activité de transit de batteries, pour un tonnage sur site de 20 tonnes lors de la première étape du projet, les batteries seront stockées au sol et sur racks (144 palettes). La zone sera cantonnée par des murs en blocs de béton de 2,5m de hauteur qui assureront malgré tout une protection pare-feu.

Les postes de décharge et postes de quarantaine sont délimités dans des boxes par des parois séparatrices fixes, REI 120 (parois amovibles coupe-feu 2h, parpaing, ou béton alvéolé)

La zone de test des modules est éloignée de la zone de démontage des batteries et séparée par une paroi REI120, d'une hauteur de 3m pour garantir une non-propagation de flamme vers l'une ou l'autre des deux zones en cas d'inflammation de batteries ou modules.

Les batteries stockées en vue de la décharge de grandes capacités et les batteries dites critiques à réception seront stockés dans des containers sécurisés situés à l'extérieur du bâtiment en partie Nord. Les dimensions d'un container sont environ 7,4 x 1,8 m. Ces containers seront équipés de tous les dispositifs de sécurité nécessaires : surveillance par caméras thermiques ; installation de sprinklage ; parois coupe-feu 2h. *Nota : Le choix de ces containers est un choix européen au niveau du groupe ECOBAT. Ces containers sont de fabrication allemande et certifiés TUV.*

7.5.4. Protection foudre

L'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, précise en son article 16 que :

« Les dispositions de la présente section sont applicables aux installations classées visées par les rubriques suivantes dès lors qu'une agression par la foudre peut être à l'origine d'un événement susceptible de porter atteinte, directement ou indirectement, aux intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. »

Les protections contre la foudre (désignées dans l'Etude Technique) nécessaires et suffisantes (caractérisées dans l'Analyse du Risque Foudre de l'activité précédente) ont été instaurées.

7.5.5. Besoin en eau d'extinction incendie

La survenue d'incendies dans une entreprise est le type d'accidents le plus courant. La quantité d'eau nécessaire à l'extinction d'un incendie est calculée selon le « Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau » édité par le CNPP, le FFSA et l'INESC dit « Instruction technique D9 ». La version de juin 2020 est exploitée.

Ce document indique, en fonction de l'activité, des surfaces prises en compte et des éléments de prévention mis en place, le débit d'eau nécessaire pour lutter contre un incendie. Pour établir ce calcul, la surface de référence retenue correspond à la plus grande surface bâtie non séparée par des murs coupe-feu présentant un risque d'incendie, sans tenir compte des effets domino.

La version de juin 2020 intègre en particulier un risque faible d'incendie et des matériaux aggravants contraignant la définition du risque incendie.

Les risques faibles peuvent être identifiés de deux façons :

- Soit par les fascicules en annexe 1 du D9 qui proposent, pour certaines activités ou stockages, une catégorie de risque faible
- Soit pour les zones d'une surface significative ne présentant aucune charge combustible (la charge combustible apportée par les câbles électriques n'est pas comptée) de façon permanente. Pour être prises en compte, ces surfaces doivent représenter, d'un seul tenant, au moins 20 % de la surface de référence sans prendre en compte les surfaces associées aux zones de circulation. Dans le cas où le seuil de 20 % est dépassé, les surfaces des zones de circulation pourront être considérées en tant que zone à risque faible uniquement si elles sont contiguës à une zone d'activité ou de stockage, elle-même classée en tant que zone à risque faible.

L'application des recommandations du document D9 aux installations du site est menée selon les hypothèses suivantes :

- Considération de la sectorisation feu de la zone B de stockage qui définit ainsi une surface de référence singulière
- Considération de la sectorisation feu de la zone B de stockage qui conduit à définir également une surface de référence potentielle pour l'ensemble du reste du magasin B1
- En configuration définitive, pas de prise en compte d'un risque faible sur la partie du bâtiment B1 hors zone de stockage B sectorisé : présence d'activités (décharge, démontage, test...) et de combustibles et la surface vierge de combustibles ne représente pas plus de 20% de la surface du magasin hors zone de stockage, zone de circulations exclues.
- En configuration transitoire, seule la zone de stockage B est exploitée dans le magasin B1 : le reste du magasin est vierge d'activité et de combustible : un risque faible est défini pour cette surface de référence
- La catégorie de risque retenue pour le combustible batterie lithium-ion est la plus élevée proposée par le D9 : risque 3
- Considération de la détection automatique incendie, caméras thermiques et télésurveillance
- Considération d'une présence sur site non effective hors période d'ouverture (uniquement télésurveillance)
- Considération de l'absence de service de sécurité incendie 24H/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention
- Considération de l'absence de matériaux aggravants sur les bâtiments
- Considération d'un risque incendie non sprinklé
- Considération d'une intervention de 2 heures pour déterminer le besoin en eau
- Considération d'un arrondi aux 30 m³/h et d'un minimum de 60 m³/h

L'application du D9 est synthétisée dans le tableau suivant :

	Configuration définitive			Configuration transitoire		
	Zone B	Magasin B1 hors zone B	Atelier	Zone B	Magasin B1 hors zone B	Atelier
Hauteur de stockage	Entre 3 m et 8 m	< 3 m	< 3 m	Entre 3 m et 8 m	< 3 m	< 3 m
Type de construction	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)	R30 (murs REI 120 mais charpente métallique R15)
Matériaux aggravants	non	non	non	non	non	non
Type d'intervention interne	DAI, caméras thermiques et télésurveillance	DAI, caméras thermiques et télésurveillance	DAI, caméras thermiques et télésurveillance	DAI, caméras thermiques et télésurveillance	DAI, caméras thermiques et télésurveillance	DAI, caméras thermiques et télésurveillance
Catégorie de risque	Risque 3	Risque 3	Risque 3	Risque 3	Risque faible	Risque 3
Risque sprinklé	non	non	non	non	non	non
Surface	360 m ²	2 120 m ²	212 m ²	450 m ²	2 120 m ²	212 m ²
Débit calculé	38 m ³ /h	255 m ³ /h	26 m ³ /h	60 m ³ /h	57 m ³ /h	26 m ³ /h
Débit requis	60 m ³ /h	240 m ³ /h	60 m ³ /h	60 m ³ /h	60 m ³ /h	30 m ³ /h
Besoin en eau pour 2 heures	120 m³	480 m³	120 m³	120 m³	120 m³	60 m³

Tableau 64 : application du D9, définition des besoins en eaux extinction incendie

L'étude des dangers a démontré l'absence d'effets dominos incendie entre les 3 zones (zone B, magasin hors zone B et atelier) : le besoin en eaux extinction incendie nécessaire ne correspond pas à la somme des 3 besoins mais au besoin le plus conséquent.

Dans le cas de la configuration définitive le besoin en eaux extinction incendie est de 480 m³. Dans le cas de la configuration transitoire ce besoin en eaux extinction incendie est de 120 m³.

NOTA : Vérification en pratique du bon dimensionnement de ces besoins – Avis du SDIS

Suite au dépôt de la DAE version A en juin 2021, l'inspection DREAL appuyé par le SDIS a indiqué que le besoin en eau avait été calculé de manière conventionnelle sans intégration du Retour d'expérience du SDIS.

Le retour d'expérience des SDIS en matière de feu de lithium précise que les moyens en eau doivent être plus importants que ceux nécessaire lors des feux conventionnels.

D'autre part en réalité l'ensemble des batteries sur une zone (et en particulier la zone de stockage B) ne sera pas en feu simultanément mais l'ensemble de la zone peut être en feu sur une durée importante du fait de l'effet domino.

Par calculs et par retour d'expérience, la conclusion est qu'une batterie contigüe pourrait s'auto-enflammer par l'effet du rayonnement thermique entre 10 et 15 minutes après le démarrage d'un incendie sur une batterie voisine. Ramené à l'ensemble de la zone de stockage de 125 tonnes, la durée totale de l'incendie pourrait avoisiner 6h. Dans ce cas de figure l'ensemble des batteries n'est pas en feu simultanément mais au plus 300 batteries peuvent participer simultanément à l'incendie.

Le débit requis défini par application conventionnelle de la D9 selon des hypothèses dimensionnantes est établi à 60 m³/h. La considération d'une lutte incendie de 6 heures conduit à définir un besoin en eau de 360 m³.

L'étude de l'INERIS de 2016, DRA-16-148820-00064A COMPARAISON DES EFFETS THERMIQUES ET TOXIQUES DE L'INCENDIE DES BATTERIES ET D'AUTRES MARCHANDISES LORS DE LEUR TRANSPORT PAR CAMION présente les durées de combustion d'un pack de batterie NMC de 280 kg unitaire et d'un chargement de ces mêmes batteries pour une capacité totale de 25 tonnes. Les durées d'incendie mesurées sont respectivement de l'ordre de 20 minutes et de 70 minutes. Rapporté au stockage de 125 tonnes de batteries en zone B, la durée de l'incendie serait alors appréciée à 5h50, soit environ 6 heures, comme désigné ci avant pour définir la durée de lutte incendie EAU.

L'établissement STCM B1 dispose d'un bassin incendie d'un volume de 600 m³, qui répond au besoin maximum requis de 480 m³ pour l'incendie sur la zone de production du magasin B1. Le besoin en eau maximisé sur la zone de stockage B est aussi assuré (360 m³).

NOTA : incidence d'une durée d'incendie allongée sur les phénomènes dangereux modélisés

La considération d'une durée d'incendie sur la zone de stockage des batteries de 6 heures, pour justifier un besoin plus important en eaux d'extinction incendie est aussi appréciée via l'incidence sur les phénomènes dangereux associés à la zone B.

Une durée d'incendie de 6 heures conduirait alors à ne plus considérer les murs périphériques REI120 de la zone B. Les modélisations d'un incendie généralisé de l'ensemble des batteries stockées sur zone en simultané (configuration majorante de celle attendue en cas d'incendie de 6 heures : toutes les batteries ne participeraient pas à l'instant t) définissent un flux de 8 kW/m², seuil des effets dominos, atteint à une distance de 15 m.

Les cibles significatives potentiellement impactées seraient les containers des batteries critiques au Nord et les postes de décharge et quarantaine des batteries de la zone process dans le bâtiment B1. Les containers de stockage de batteries critiques présentent une sectorisation feu REI120 et une EAI intégrée. Les postes de décharge de la zone D sont protégés par un mur périphérique parpaing (REI240 pour un parpaing creux de 20 cm de large). Aucune propagation d'incendie telle qu'elle conduise à un incendie généralisé des zones précitées n'est identifié.

Les effets toxiques de l'incendie généralisé de la zone B modélisé au PhDM22 restent majorantes et sont conservées.

En effet, l'incendie de durée portée à 6 heures est caractérisé par une participation non simultanée de l'ensemble des batteries stockées en zone B. De fait la quantité de gaz émis lors de l'incendie serait plus faible que celle considérée au PhDM22, et les débits moyennés sur la durée d'incendie bien plus faibles, du fait d'une quantité de polluants plus faible et d'une durée d'émission plus grande.

Par ailleurs, la circulaire du 10 mai 2010 rappelle que « *quelle que soit la durée d'émission étudiée dans une étude de dangers, c'est à la lumière de la durée d'exposition des personnes exposées au nuage que s'établissent les distances d'effets et les zonages réglementaires* ». L'arrêté ministériel du 29/09/2005 fixe des durées d'exposition comprises entre 1 minute et 60 minutes.

Le PhDM22 a proposé l'étude d'une durée d'incendie / d'exposition des cibles de 10, 30 et 60 minutes, la dernière durée étant la durée maximale retenue dans l'arrêté ministériel du 29/09/2005. Par ailleurs les modélisations ont montré qu'aucun seuil n'était atteint au sol et que les distances d'effets en altitude étaient plus importantes pour des durées de rejet / exposition faibles.

Note importante : pour l'étape 1 (stockage 20t) le volume du bassin disponible est de 400 m³. C'est le volume du bassin actuel (en 2021). Ce volume étant suffisant aux regards des besoins en eaux d'extinction, il n'est pas prévu d'engager des travaux d'agrandissement dans cette première étape. Toutefois, pour l'étape 2, ce bassin sera agrandi pour atteindre le volume de 600 m³, comme mentionné. Le recours à une bache incendie aérienne complémentaire est envisagé.

L'arrêté du 3/8/2018 pris en référence par la DREAL demande, en cas d'absence de poteau incendie "une réserve d'eau d'au moins 120 m3 destinée à l'extinction est accessible en toute circonstance" : l'établissement disposera d'une réserve de 600 m3

Besoins internes.

Les besoins internes pour l'incendie consistent en l'alimentation des RIA, au nombre de 3 et sprinklers des containers pour batterie critiques (zone L) et tests de batteries de grandes capacité (zone F). Le nombre de sprinklers est de 1 par container. Le débit d'un RIA est estimé à 10 m³/h.

Les pompes et surpresseurs sont alimentés par une cuve de 42 m³, extensible à 120 m³ (en prenant en compte la possibilité de puiser dans la rétention), située en partie nord-Ouest du bâtiment. Cette réserve est donc compatible des besoins internes qui seront sollicités avant l'arrivée des pompiers en cas d'incendie. Cette cuve est alimentée par la réserve incendie.

La figure ci-après présente l'architecture en alimentation en eaux incendie pour les besoins internes en configuration 125t.

Besoins internes eaux incendie (configuration 125t)

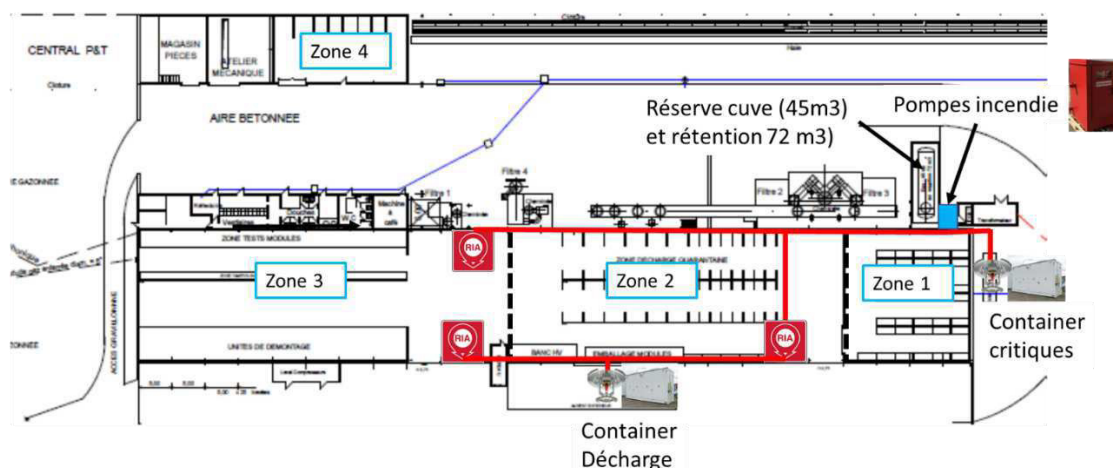


Figure 107 : Besoins internes eaux incendie (configuration 125t)

La figure ci-dessous présente l'architecture en alimentation en eaux incendie pour les besoins internes en configuration 20t.

Besoins internes eaux incendie (configuration 20t)

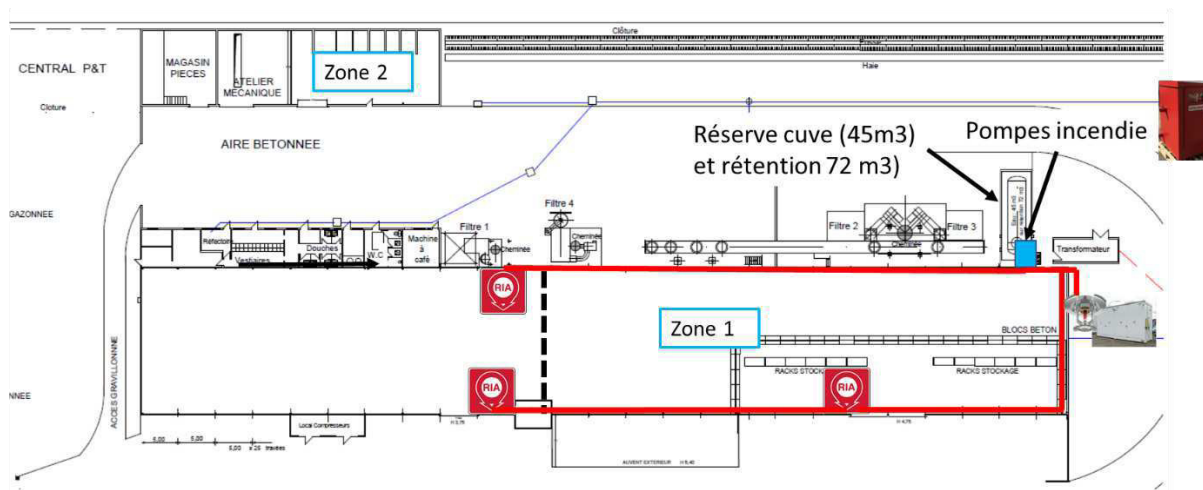


Figure 108 : Besoins internes eaux incendie (configuration 20t)

7.5.6. Collecte des eaux d'extinction incendie

Les préconisations du document technique D9a relatif au dimensionnement d'un bassin de collecte des eaux d'extinction incendie sont considérées.

Le volume à collecter est celui défini par le calcul D9 (voir ci-dessous) et celui lié aux intempéries (10l/m² de surfaces drainantes).

Dans le cadre du projet, les moyens de lutte interne (EAI, rideau d'eau, RIA, mousse...) pouvant contribuer à définir un volume d'eau sont nuls ou non significatifs (RIA) et aucune contribution n'est retenue.

La surface drainante du site est estimée à environ 12 000 m² : un volume de 120 m³ est alors désigné. Le volume d'eau extinction incendie calculé par le D9 s'établit à 480 m³. Au final le volume d'eau à collecter se porte à 600 m³.

Le bassin des eaux pluviales du site est un bassin étanche avec géomembrane de capacité 780 m³ : il accueillera les eaux d'extinction incendie et les eaux pluviales du site, dont le volume est évalué à 600 m³.

Les eaux extinction incendie seront collectées via les avaloirs et canalisations existantes (cf plans des réseaux) qui permettent leur redirection vers le bassin précité.

7.5.9. Détection incendie

L'architecture sécurité en termes de détection et alerte incendie est présentée sur le schéma ci-dessous.

Architecture détection incendie

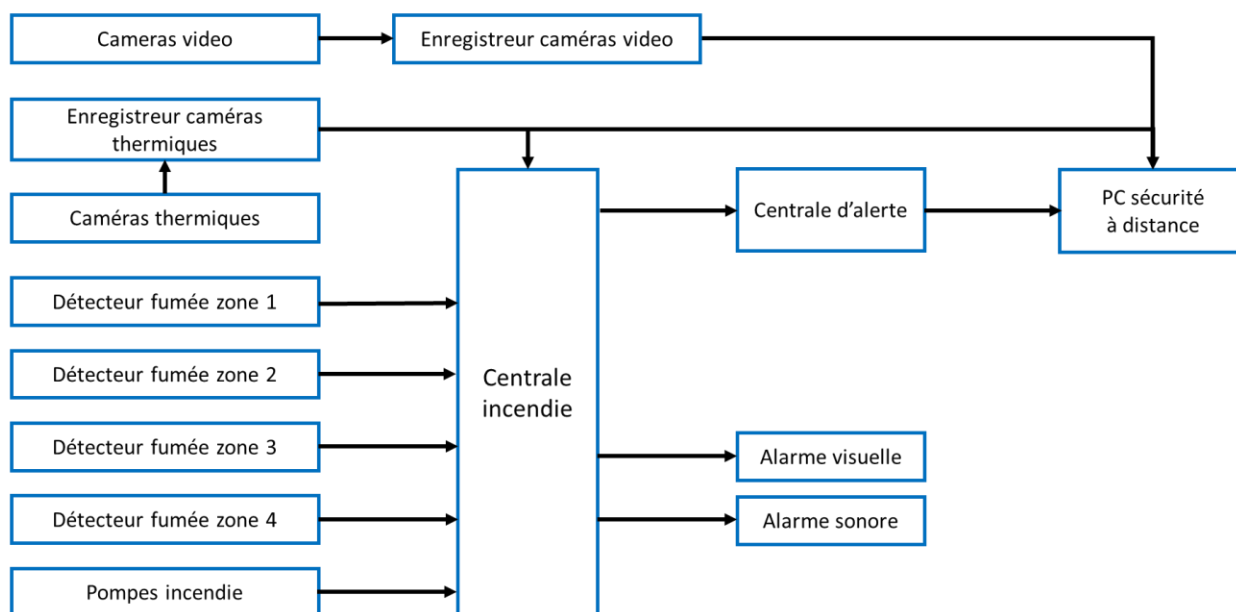


Figure 110 : Architecture générale sécurité incendie (prévisionnel)

L'ensemble de la sécurité incendie est géré par une centrale incendie située sur le site en dehors des zones critiques. Cette centrale incendie possède en entrée :

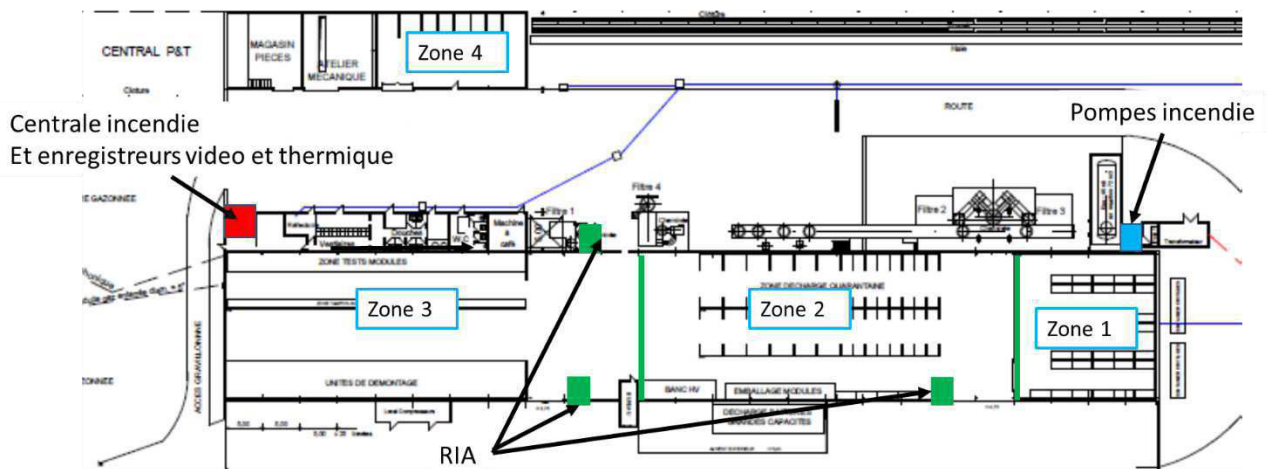
- L'enregistreur de des caméras thermiques, lui-même connecté aux diverses caméras thermiques de toutes les zones du bâtiment
- Les détecteurs de fumées. Chaque zone possède sa propre détection de fumée
- Le caisson de pompes incendie, pour un report de défauts

En sortie, la centrale incendie envoie sur bus de communication les relevés de défauts à la centrale d'alerte du bâtiment qui est reliée au PC sécurité à distance.

Pour réaliser la levée de doutes, le prestataire qui assure la surveillance du site peut prendre la main sur les caméras vidéo et caméras thermiques. Suivant le niveau d'alerte, il avertit le personnel présent sur site ou d'astreinte, pour intervention en interne ou intervention des pompiers.

Le schéma ci-dessous présente la disposition des principaux éléments participant à la sécurité incendie du bâtiment.

Zones incendie



Remarque importante : les RIA sont au nombre de 3, disposés aux entrées du bâtiment. Afin de permettre l'arrosage de tout équipement ou composant hors de batteries Lithium aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Pour les raisons indiquées ci-avant (réaction chimique avec l'eau) et pour éviter une décharge électrique par le jet direct sur pièces sous tension, il est interdit d'arroser une batterie lithium en feu.

7.6. Moyens d'intervention en cas d'incident

7.6.1. Objets

Afin de limiter les conséquences de l'occurrence d'un phénomène dangereux, il est possible d'agir à plusieurs niveaux. Les principales actions sont :

- Assurer une détection précoce du sinistre ;
- Limiter son extension ;
- Intervenir rapidement avec les moyens internes ;
- Donner l'alerte et évacuer ;
- Faire intervenir les secours extérieurs.

7.6.2. Détection précoce de l'incident

La détection précoce de tout incident est réalisée via l'instauration de mesures de prévention/protection adaptées.

En particulier la présence de personnels aux postes de travail permet une détection humaine, disposition complétée par une barrière plus robuste en l'implantation des caméras thermiques et détection automatique incendie (fumées).

La gestion à commande est complétée par des visites régulières de l'ensemble des installations pour y déceler des anomalies qui ne peuvent pas être gérées à distance. En fonctionnement, les anomalies, selon leur importance, sont signalées au poste de conduite

Des détecteurs incendie sont implantés sur site.

7.6.3. Limitation de l'extension de l'incident

L'agencement des zones d'activités a été mené pour limiter les effets dominos : aucun effet domino n'est retenu dans le cadre de l'étude de dangers du fait des dispositions d'éloignement des zones d'activités et de sectorisation de tout ou partie de ces zones.

Les consignes de sécurité sont rédigées après l'analyse des risques encourus par telle ou telle activité. Elles sont établies pour maîtriser les opérations dangereuses, faire face aux situations accidentelles, mettre en œuvre les moyens d'intervention et d'évacuation et appeler les moyens de secours extérieurs.

Toutes les zones de stockage des matières dangereuses (batteries et modules issus du démontage) ainsi que les zones de traitement (démontage, décharge batterie et modules) sont surveillées par caméras thermiques. Ces caméras (conformes aux exigences NPP) sont reliées en permanence au centre de contrôle. En cas de dépassement des seuils thermiques de danger, une alerte est déclenchée, et le processus d'intervention se met en œuvre.

Le processus de surveillance et d'intervention présenté en PJ46 § 3.2 est rappelé ci-après.

On distingue plusieurs niveaux d'alerte :

- 1/ Alerte thermique

C'est le premier niveau. Cette alerte est déclenchée par la surveillance des batteries par caméras thermiques. Les seuils de détection automatiques par logiciel de traitement d'image sont de deux sortes :

- Mesure de la température de la batterie. Elle ne doit pas être supérieure à 50°C,
- Mesure de l'écart entre la température de la batterie et la température ambiante du local, qui qui montre un échauffement anormal de la batterie. Cet écart ne doit pas être supérieur de 5 à 8°C (à paramétrer)

La surveillance 24 h/24 est assurée par un prestataire extérieur.

Le personnel d'intervention dépendra de l'activité sur site selon le tableau ci-dessous.

Situation sur site B1		Surveillance	Intervention
Heures travaillées			prestataire extérieur
Heures non travaillées			
	Heures travaillées sur site B2	personnel B2	
	Heures non travaillées sur site B2	personnel d'astreinte	

L'intervention consiste à isoler préventivement la batterie ou le module, afin de prévenir une auto-inflammation, et de le /la plonger dans l'eau pour baisser la température de celle-ci. Cette immersion doit être complète, de préférence dans de l'eau salée.

Le paramétrage des seuils de détection (éloignés des niveaux de température critiques) autorise un délai d'intervention plus long qu'une intervention incendie.

Des cuves d'immersions sont situées à l'extérieur, à proximité de la porte d'entrée de la zone de stockage, selon schéma ci-dessous. Elles sont de dimensions telles que la batterie sera immergée d'au moins 20 cm. Le volume d'eau nécessaire ne sera pas inférieur à 3 fois le volume de batterie.

Au moins 3 cuves d'immersion seront présentes sur site.

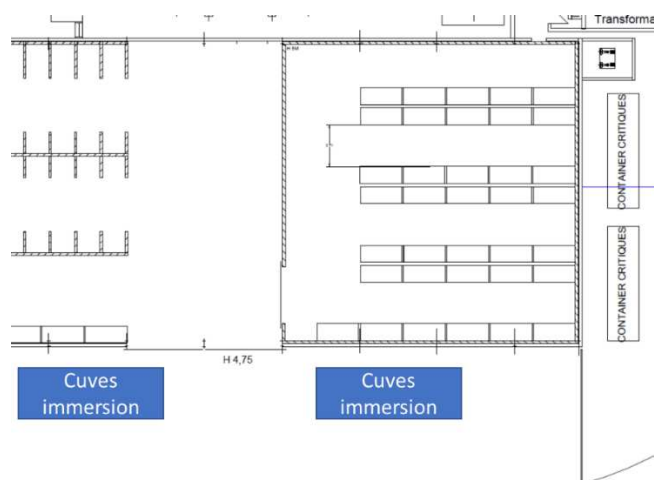


Figure 111: Cuves immersion

Ce processus est décrit dans une fiche d'intervention, dont le synoptique est présenté ci-dessous.

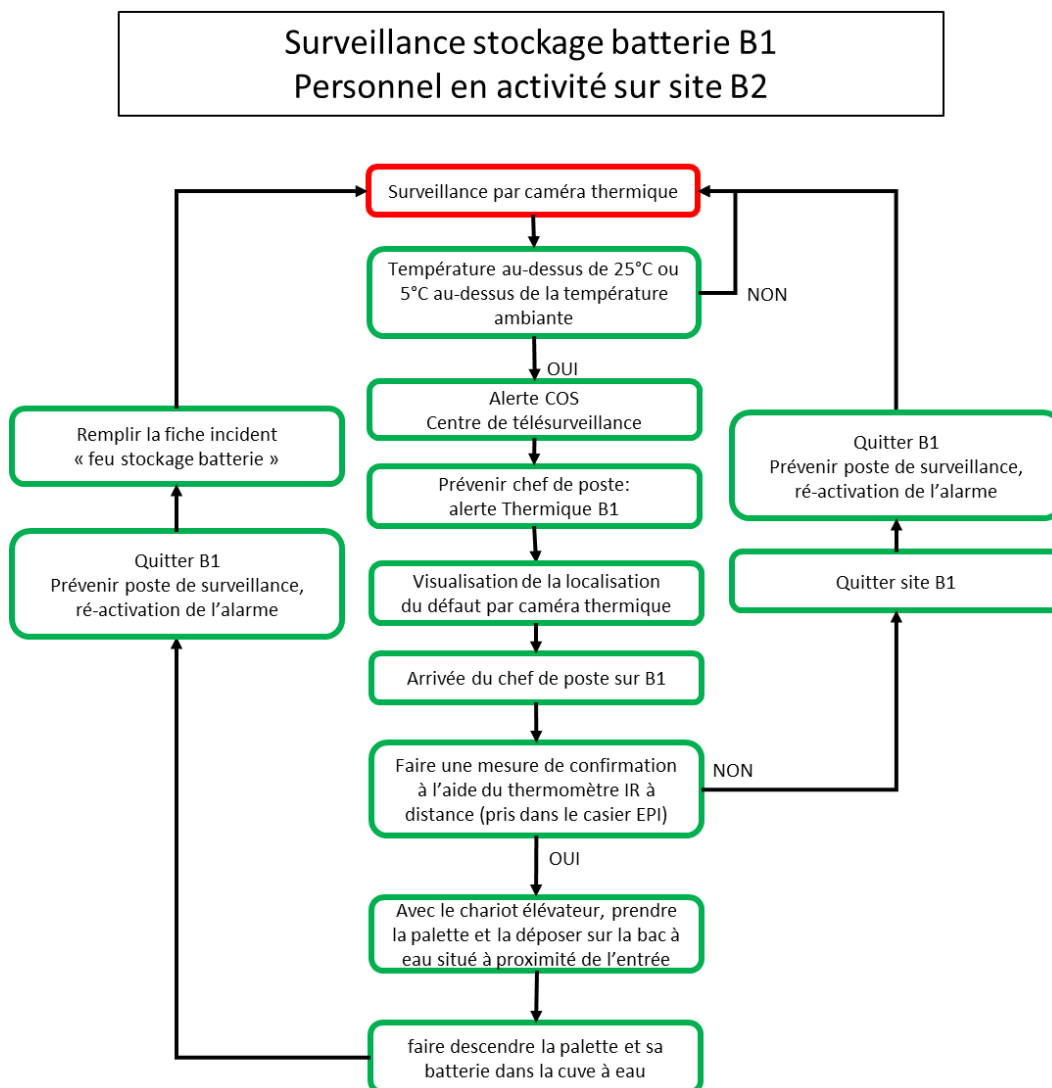


Figure 112 : Processus d'intervention en cas de dépassement des seuils des thermiques du stockage de batteries

Le même synoptique est utilisé lorsqu'il n'y a pas d'activité sur le site B2. Dans ce cas l'intervention est réalisée par le personnel d'astreinte.

- 2/ Alerte incendie.

C'est le deuxième niveau. Cette alerte est déclenchée par les capteurs de fumée, reliés à la centrale incendie du site.

Le dégagement de fumées (toxiques) est l'évènement préalable à une auto-inflammation, qui peut se produire après un temps plus ou moins long ! L'alerte va donc déclencher l'intervention des pompiers sur site.

Le processus est décrit ci-après.

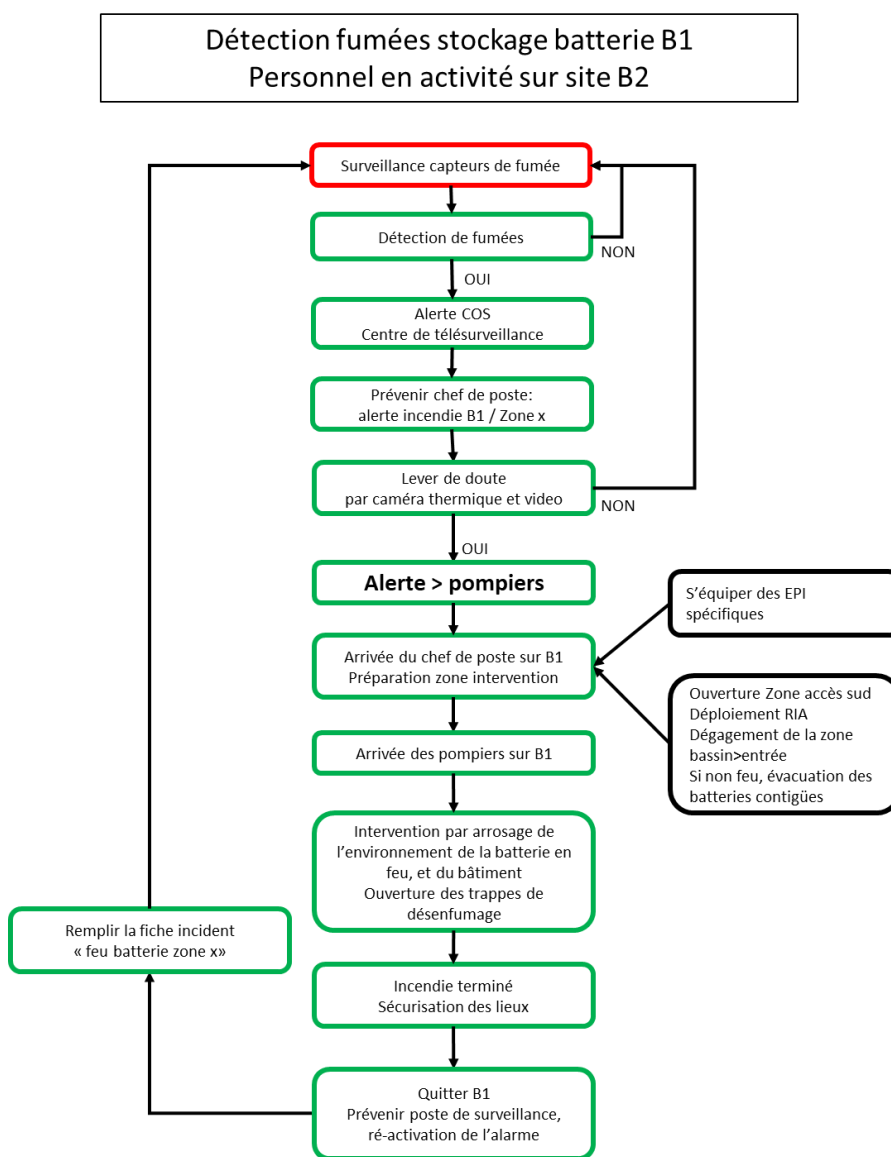


Figure 113: Processus d'intervention détection incendie

7.6.4. Moyens d'intervention internes

L'établissement est doté de moyens de lutte contre l'incendie appropriés aux risques et conformes aux normes en vigueur, notamment :

- Extincteurs : des extincteurs portatifs sont judicieusement répartis en nombre suffisant sur le site, conformément à la règle R4 de l'APSAD. Ces équipements sont situés à proximité de dégagement, bien visibles et faciles d'accès, et compatibles avec les matières stockées ; En sus d'extincteurs dits classiques de catégorie ABC, le magasin B1 et l'atelier sont équipés d'extincteurs spécifiques type F500 pour les feux de Lithium. Ci-dessous principe de fonctionnement des extincteurs de la gamme Lith-ex de la société Eurofeu.

La gamme Lith-Ex est équipée de l'agent extincteur AVD, formule développée à partir du Vermiculite, un minéral naturel. Particulièrement efficace pulvérisée sous forme de brouillard, le produit forme un film sur la surface du feu. Le film sèche instantanément puis les plaquettes de Vermiculite s'élargissent et se lient entre elles, formant une barrière contre l'oxygène ininflammable. Ce processus a un effet de refroidissement immédiat sur le combustible et, au fur et à mesure que les plaquettes de Vermiculite commencent à se former, le feu est maîtrisé. L'agent extincteur encapsule la source de combustible et isole les cellules des batteries afin de stopper l'emballement thermique : cela empêche la propagation du feu.

- RIA : 3 RIA sont implantés au niveau de chacune des 3 portes d'accès au bâtiment B1, conformément à la règle APSAD R5. Ces équipements permettent d'atteindre toute la surface du bâtiment ; Ils sont alimentés à partir de cuve située au nord ouest du bâtiment, elle-même alimentée à partir de la réserve incendie. Cette cuve d'une capacité de 45m³ est suffisamment dimensionnée pour assurer l'arrosage des éléments hors batterie pendant 4 heures.

Remarque importante : les RIA sont au nombre de 3, disposés aux entrées du bâtiment. Afin de permettre l'arrosage de tout équipement ou composant hors de batteries Lithium aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Pour les raisons indiquées ci-avant (réaction chimique avec l'eau) et pour éviter une décharge électrique par le jet direct sur pièces sous tension, il est interdit d'arroser une batterie lithium en feu.

Pour un départ de feu détecté hors zone de stockage, l'intervention du personnel interne sera réalisée à l'aide des extincteurs dédiés au risque lithium (gamme Lith-Ex).

Pour un départ de feu dans la zone de stockage, l'intervention sera réalisée par les pompiers.

7.6.5. Alerte et évacuation

L'évacuation du personnel est une priorité en ce qui concerne les mesures de prévention et de protection. Aussi, l'exploitant s'assure :

- De la précocité de la détection d'un incendie et de la transmission de l'alerte aux personnes concernées ;
- De l'instauration de mesures pour limiter la vitesse de propagation du sinistre dans la cellule concernée, pour faciliter l'évacuation des personnes ;
- De la mise en œuvre des dispositions visant à faciliter l'évacuation des personnes (exercices d'évacuation, issue de secours...).

Les personnes employées sur ce site sont informées des dispositions à adopter en cas d'incendie. Des consignes générales en cas d'incendie sont affichées.

Le personnel présent durant les heures d'ouverture peut signaler tout accident grave à l'aide des moyens de communication. L'alerte peut être donnée par appel téléphonique depuis tous les téléphones internes.

Ces éléments seront précisés dans la procédure d'évacuation.

7.6.6. Moyens d'intervention externes

Le centre de secours le plus proche est le Centre de Secours de TOURY, localisé à moins de 10 km à l'ouest de l'établissement. Le SDIS du Loiret est implanté à SEMOY, à 25 km au sud-ouest de l'établissement.

Dans le cadre d'une demande du SDIS, formulée sur la version A de la DAE, de rendre possible la circulation totale tout autour du bâtiment B1, STCM implantera un portail exclusif à une intervention secours qui sera disposé en partie ouest de l'enceinte sud du bâtiment ; une voirie de connexion entre ce portail et l'entrée sur le site B1 sera réalisée (CF PJ1 et 2 de la DAE)

8. Etude détaillée des risques (E.D.R.)

8.1. Définition

Les chapitres **4 Identification des potentiels de dangers**, **5 Estimation des conséquences de la matérialisation des dangers** et **6 Analyse des effets dominos** de l'étude de dangers ont souligné les phénomènes dangereux afférents à l'exploitation des installations qui sont implantées sur le site STCM B1.

L'évaluation des effets des phénomènes dangereux maximum a été réalisée sans prise en compte du niveau de maîtrise des risques de l'exploitant et des barrières de sécurité actives existantes, ce qui est pénalisant.

L'Etude Détaillée des Risques est une étape de l'analyse de risques. Sa finalité est de porter un examen approfondi sur les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur.

La notion d'accident majeur est définie dans la circulaire du 10 mai 2010. Elle est consolidée à l'article 2 de l'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

Accident majeur : un événement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, pour les intérêts visés au L. 511-1 du code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des mélanges dangereux.

Les phénomènes dangereux maximums n'entraînant pas d'effets létaux et significatifs aux tiers à l'extérieur des limites de propriété présenteront un risque considéré acceptable. Pour les accidents majeurs (effets à l'extérieur du site), une Etude Détaillée des Risques sera donc nécessaire afin de caractériser le risque.

8.2. Méthodologie

8.2.1. Identification des accidents majeurs

Les accidents majeurs sont les phénomènes dangereux dont les effets sortent des limites de propriété de l'établissement.

Le rapport Ω-6 de l'I.N.E.R.I.S. propose la définition suivante d'un scénario d'accident majeur : « *Séquence d'événements qui, s'ils ne sont pas maîtrisés, s'enchaînent ou se combinent jusqu'à l'apparition de dommages majeurs au niveau des cibles de l'environnement* ».

Cette définition rejoint la définition donnée dans la circulaire du 10 mai 2010 : « *Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant* ».

8.2.2. Cadre général

L'étude détaillée des risques a pour objectif de déterminer le niveau de risque de ces installations (c'est-à-dire le couple probabilité/gravité). Elle s'appuie :

- Sur l'adéquation entre les événements indésirables (conduisant à l'événement redouté) et les mesures de prévention instaurées sur le site (arbre des causes) ;
- Sur la prise en compte des mesures de sécurité visant à réduire les effets d'un phénomène dangereux libérés suite à l'occurrence de l'événement redouté (arbre des événements).

Le chapitre 7. **Description des moyens de prévention, détection, protection et d'intervention** a présenté les principaux moyens de maîtrise des risques qui sont instaurés sur le site.

L'étude détaillée des risques s'articule de la façon suivante :

- Une synthèse de l'analyse des risques : elle vise à souligner les causes pouvant conduire à l'événement redouté sélectionné ;
- L'élaboration des arbres des événements, représentation graphique permettant d'identifier les différents scénarii d'accidents une fois l'occurrence de l'événement redouté avéré ;
- L'évaluation des probabilités d'occurrence du risque brut, désigné ci-avant comme le Phénomène Dangereux Maximum ;
- La caractérisation de la gravité des effets du risque brut, donnée par l'intensité des effets et la sensibilité du milieu humain impacté ;
- La caractérisation du scénario d'accident majeur maximum : il correspond au PhDM, et considère la défaillance de l'ensemble des barrières de protection.
- L'étude du scénario d'accident majeur réduit, qui correspond au fonctionnement partiel ou total des barrières de protection.

8.2.3. Outils d'appréciation des risques

8.2.3.1. Cotation de la probabilité d'occurrence

L'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un scénario est définie par la fréquence d'occurrence de l'événement redouté central et par les probabilités de défaillances des organes de sécurité instaurés (cf. arbre des événements).

En cas de disponibilités de bases de données pertinentes quant aux probabilités d'occurrence des événements initiateurs, l'évaluation de la probabilité peut s'appuyer sur la fréquence des événements initiateurs spécifiques ou génériques et sur les niveaux de confiance des mesures de maîtrise des risques agissant en prévention ou en limitation des effets.

A défaut de données fiables, disponibles et statistiquement représentatives, il est fait usage de banques de données internationales reconnues, de banques de données relatives à des installations ou équipements similaires mis en œuvre dans des conditions comparables, et d'avis d'experts fondés et justifiés (Purple Book, ARAMIS...).

Une fois la probabilité d'occurrence de l'accident calculée, il convient d'apprécier le « degré » de l'occurrence (courante, extrêmement rare...) du scénario d'accident. L'appréciation des probabilités d'occurrence des scénarii d'accidents sera réalisée à l'aide de l'échelle d'évaluation quantitative proposée dans l'arrêté du 29 septembre 2005.

Echelle de probabilité	E	D	C	B	A
Appréciation qualitative	« événement possible mais extrêmement peu probable » : n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	« événement très improbable » : s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	« événement 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	« événement probable sur site » : s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie des installations	« événement courant » : se produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie des installations, malgré d'éventuelles mesures correctives
Appréciation quantitative (par unité et par an)	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	

Tableau 65 - Echelle de probabilités, arrêté du 29 septembre 2005

8.2.3.2. Cotation de la gravité

« La gravité des conséquences potentielles prévisibles d'un accident sur les personnes physiques, parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux, et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées à ces effets, en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et de la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'accident si la cinétique de l'accident le permet. Pour les effets toxiques, les personnes exposées se limitent aux personnes potentiellement présentes dans le panache de dispersion du toxique considéré »

Article 10 de l'arrêté du 29 septembre 2005

L'échelle de gravité retenue est celle de l'Annexe 3 de l'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 des dangers des installations classées soumises à autorisation » :

Niveaux	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
Désastreux	Plus de 10 personnes exposées	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1000 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 ».

Tableau 66 - Echelle d'évaluation de la gravité, arrêté du 29 septembre 2005

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

Les règles de comptage des cibles préconisées dans la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010 sont ici rappelées.

Pour les **logements**, il est recommandé de retenir la moyenne I.N.S.E.E. (2,5 personnes) ou de réaliser un comptage réel.

Pour les **zones d'activités** (industries et autres activités ne recevant pas habituellement de public) : prendre le nombre de salariés, le cas échéant sans compter leurs routes d'accès.

Pour les **voies de circulation automobiles**, il est recommandé de compter 0,4 personne permanente par km exposé par tranche de 100 v/j. Cependant, les voies de circulation n'ont à être prises en considération que si elles sont empruntées par un nombre significatif de personnes qui ne sont pas déjà comptées parmi les personnes exposées dans d'autres catégories d'installations.

Pour les **voies de circulation fluviales**, il est recommandé de compter 0,1 personne permanente par km exposé par péniche et par jour.

Pour les **chemins de randonnées**, il est recommandé de compter 2 personnes pour 1 km par tranche de 100 promeneurs/jour en moyenne.

Les **terrains non bâtis** sont déclinés en 3 types : non aménagés et très peu fréquentés, aménagés mais peu fréquentés et aménagés et potentiellement fréquentés ou très fréquentés. La règle de comptage préconise 1 personne pour 100 ha non aménagés, 1 personne pour 10 ha aménagés et 10 personnes à l'hectare pour un terrain très fréquenté. Au moins une personne sera considérée comme impactée dans le cas des terrains non bâtis.

L'explosion de poussières est un phénomène dangereux dont les effets sont instantanés : combustion, onde de surpression, projections,...

La cinétique du phénomène dangereux d'explosion de poussières est rapide et ne permet pas une fois l'occurrence de l'événement redouté, de mettre à l'abri les cibles potentielles. De fait, les cibles potentielles qui seront impactées par les zones d'effets de surpression seront considérées comme « *cibles exposées* », conformément à l'article 10 de l'arrêté du 29 septembre 2005.

La cinétique associée à l'incendie est considérée comme « rapide » en première approche.

8.2.3.3. Appréciation de la criticité des risques

Dans le but d'assurer une certaine cohérence des outils d'appréciation du risque, il est choisi de positionner le risque afférent aux différents scénarii d'accidents étudiés dans la grille de criticité établie dans la circulaire du 29 septembre 2005.

La circulaire est dédiée aux « *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* » : elle n'est pas applicable au site, mais constitue un outil d'analyse pertinent.

La légende est définie telle que :

- En vert, le risque est jugé acceptable ;
- En rouge, le risque est jugé inacceptable ;
- En jaune, le risque est critique : il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures compensatoires pour réduire le niveau du risque.

Gravité des conséquences sur les personnes exposées	Probabilité d'occurrence				
	E	D	C	B	A
Désastreux	Yellow	Red	Red	Red	Red
Catastrophique	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Important	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
Sérieux	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
Modéré	Green	Green	Green	Green	Yellow

Figure 114 - Grille d'appréciation des risques

La graduation des cases « *NON* » ou « *M.M.R.* » en « *rangs* », correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 4 pour les cases « *NON* » et depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « *M.M.R.* ».

Cette gradation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

8.3. Identification des scénarii d'accidents majeurs – Site STCM B1

Les tableaux ci-après présentent, pour chacun des phénomènes dangereux sélectionnés dans le cadre des activités du site, les distances d'effets relatives au Seuil des Effets Létaux Significatifs, au Seuil des Effets Létaux et au Seuil des Effets Irréversibles.

La confrontation de ces zones d'effets et de l'implantation de l'installation source du danger étudié permet de conclure quant au dépassement desdits effets des limites de propriété, et par suite, quant aux scénarii nécessitant une Etude Détaillée des Risques.

L'identification est menée sur les cartographies « brutes » élaborées, en ce sens où la présence des barrières passives que constituent les murs des bâtiments n'est pas considérée. Les effets de surpression ont été étudiés dans le cadre d'une propagation en champs libre.

L'approche se veut **dimensionnante** à ce stade de l'analyse de risques

N°	Désignation	Surpressions/ Thermiques/ Toxiques	Effets		Intensité des effets					Zones de dangers hors limites propriété		Niveau de risque
			Côté étudié		16 kW/m ² 300 mbar	S.E.L.S. 8 kW/m ² 200 mbar	S.E.L. 5 kW/m ² 140 mbar	S.E.I. 3 kW/m ² 50 mbar	20 mbar	Effets létaux	Effets irréversibles	Acceptable / E.D.R.
PhDM1	Incendie 1 batterie zone B	Thermiques	Longueur		4 m	5 m	6 m	8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur		4 m	5 m	6 m	8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM2	Incendie double rack zone B	Thermiques	Longueur, mur REI à 2,7 m		2,7 m	2,7 m	2,7 m	2,7 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, mur REI à 14,0 m		11 m	14 m	14 m	14 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur		4,8 m	4,8 m	4,8 m	4,8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM3	Incendie généralisé en zone B, configuration 125 tonnes	Thermiques	Longueur, mur REI en périphérie		Non atteint	Non atteint	Non atteint	11 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, mur REI en périphérie		Non atteint	Non atteint	Non atteint	11 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, mur REI en périphérie, face Sud, toute hauteur		Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM4	Incendie généralisé en zone B, configuration 20 tonnes	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 2 m à 9 m		Non atteint	Non atteint	9 m	9 m	9 m	Non	Non	Acceptable
			Largeur, façade nord, mur REI hauteur 2 m		Non atteint	4 m	9 m	12 m	16 m	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 2 m		Non atteint	6 m	14 m	20 m	29 m	Non	Non	Acceptable
			Largeur, façade sud, mur béton amovible REI hauteur 2,5 m		Non atteint	Non atteint	8 m	11 m	15 m	Non	Non	Acceptable
PhDM5	Incendie sur 1 poste de décharge, 1 batterie (1 box)	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3m		Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m		Non atteint	Non atteint	3 m	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, murs périphérique REI hauteur 3 m		Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m		4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM6	Incendie sur la ligne de décharge D1	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3m		Non atteint	4 m	6 m	13 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 3,2 m à 4,9 m		4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, murs périphérique REI hauteur 3 m		Non atteint	Non atteint	Non atteint	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, sans murs périphérique REI (passage chariot)		4 m	6 m	8 m	10 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM7	Incendie sur 1 poste de quarantaine, 1 batterie (1 box)	Thermiques	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3m		Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m		Non atteint	Non atteint	3 m	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, murs périphérique REI hauteur 3 m		Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m		4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable

N°	Désignation	Effets		Intensité des effets					Zones de dangers hors limites propriété		Niveau de risque
		Surpressions/ Thermiques/ Toxiques	Côté étudié	16 kW/m ² 300 mbar	S.E.L.S. 8 kW/m ² 200 mbar	S.E.L. 5 kW/m ² 140 mbar	S.E.I. 3 kW/m ² 50 mbar	20 mbar	Effets létaux	Effets irréversibles	Acceptable / E.D.R.
PhDM8	Incendie sur la ligne de quarantaine D1	Thermiques	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3,2 m	Non atteint	Non atteint	7 m	11 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 5,9 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	5,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			<i>Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)</i>	4 m	5 m	8 m	10 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM9	Incendie sur 1 poste de quarantaine, 1 batterie (1 box) en D2	Thermiques	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM10	Incendie sur la ligne de quarantaine D2 (ligne ouest)	Thermiques	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3,2 m	Non atteint	Non atteint	7 m	11 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3 m à 4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			<i>Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)</i>	4 m	5 m	8 m	10 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
	Incendie sur la ligne de quarantaine D2 (ligne est)	Thermiques	Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3 m	Non atteint	5 m	11 m	14 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade ouest, mur REI hauteur 3,2 m à 4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	4,9 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			<i>Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)</i>	4 m	5 m	8 m	10 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM11	Incendie généralisé sur un container sécurisé en zone F	Thermiques	Longueur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM12	Incendie 1 batterie sur poste démontage	Thermiques	Longueur	4 m	5 m	6 m	8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur	4 m	5 m	6 m	8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM13	Incendie sur la ligne de démontage	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 2,4 m à 7 m	7 m	7 m	7 m	7 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, mur REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 7 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable

N°	Désignation	Effets		Intensité des effets					Zones de dangers hors limites propriété		Niveau de risque
		Surpressions/ Thermiques/ Toxiques	Côté étudié	16 kW/m ² 300 mbar	S.E.L.S. 8 kW/m ² 200 mbar	S.E.L. 5 kW/m ² 140 mbar	S.E.I. 3 kW/m ² 50 mbar	20 mbar	Effets létaux	Effets irréversibles	Acceptable / E.D.R.
PhDM14	Incendie sur 1 poste de test, 1 batterie	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	3 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largeur, tout poste sauf le plus au sud et plus au nord	Non atteint	5 m	6 m	8 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, façade sud pour poste de test le plus au sud et façade nord pur poste le plus au nord	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 3 m à 5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM15	Incendie sur la ligne de test des modules	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3 m	Non atteint	4 m	7 m	12 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, mur REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 2,4 m à 5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	5,4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM16	Incendie sur stockage autres déchets	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3 m à 5 m	3 m	4 m	5 m	5 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, mur REI hauteur 3 m	Non atteint	2 m	3 m	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur RE120 hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM17	Incendie généralisé sur un container sécurisé zone L	Thermiques	Longueur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM18	Incendie sur 1 poste de travail, 1 batterie (1 box)	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 4 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, côtés séparateurs box, murs REI hauteur 2,4 m	Non atteint	Non atteint	3 m	4 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 4 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 4 m à 6 m	4 m	5 m	6 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM19	Incendie simultané sur tous les box de l'atelier M	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 4 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 4 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	Non atteint	S.O.	Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 4 m à 6 m	6 m	6 m	6 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM20	Emballage thermique sur une batterie sur un rack en zone B	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM21	Emballage thermique simultané des batteries disposées sur un double-rack en zone B	Toxiques	Sans objet	S.O.	Non atteint à hauteur d'homme < 33 m à h=33 m	Non atteint à hauteur d'homme < 35 m à h=36 m	Non atteint à hauteur d'homme < 47 m à h=40 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM22	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone en zone B	Toxiques	Sans objet	S.O.	Non atteint à hauteur d'homme 33 m à h=33 m	Non atteint à hauteur d'homme 35 m à h=36 m	Non atteint à hauteur d'homme 47 m à h=40 m	S.O.	Non	Non	Acceptable

PhDM23	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries (20 tonnes) en zone B	Toxiques	Sans objet	S.O.	Non atteint à hauteur d'homme 6 m à h=15 m	Non atteint à hauteur d'homme 6 m à h=15 m	Non atteint à hauteur d'homme 8 m à h=17 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM24	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de décharge	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM25	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en cours de décharge sur la ligne	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM26	Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine en D1	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM27	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries placées sur la ligne de boxes de quarantaine en D1	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM28	Emballage thermique sur une batterie placée en box de quarantaine en D2	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM29	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries sur 1 ligne de box quarantaine en D2	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM30	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé en zone F	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM31	Emballage thermique sur une batterie sur un poste de démontage	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM32	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries en démontage sur la ligne	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM33	Emballage thermique sur un module sur un banc de test	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM34	Emballage thermique simultané de l'ensemble des modules en cours de tests sur la ligne	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM35	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries et modules stockés sur zone	Toxiques	Sans objet	S.O.	Non atteint à hauteur d'homme 6 m à h=15 m	Non atteint à hauteur d'homme 6 m à h=15 m	Non atteint à hauteur d'homme 8 m à h=17 m	S.O.	Non	Non	Acceptable

PhDM35	Emballage thermique de l'ensemble des batteries disposées dans le container sécurisé en zone L	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM36	Emballage thermique sur une batterie dans un box dans l'atelier M	Toxiques	Sans objet	S.O.	1 m	1 m	1 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM37	Emballage thermique simultané de l'ensemble des batteries dans les boxes de l'atelier M	Toxiques	Sans objet	S.O.	4 m	5 m	6 m	S.O.	Non	Non	Acceptable
PhDM38	Inflammation retardée d'un nuage inflammable suite à dégagement de gaz sur une batterie	Suppressions	Sans objet	6 m	7 m	8 m	17 m	34 m	Non	Non	Acceptable
PhDM39	Feu de nappe GO en rétention	Thermiques	Longueur	7 m	8 m	12 m	16 m	21 m	Non	Non	Acceptable
			Largueur	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m	Non	Non	Acceptable
PhDM40	Feu de nappe GNR en rétention	Thermiques	Longueur	5 m	7 m	9 m	12 m	16 m	Non	Non	Acceptable
			Largueur	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m	Non	Non	Acceptable
PhDM41	Incendie sur l'ensemble de la zone D1	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	7 m		Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 3,2 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m		Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m		Non	Non	Acceptable
			Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	5 m	8 m	9 m	12 m		Non	Non	Acceptable
PhDM42	Incendie sur l'ensemble de la zone D2	Thermiques	Longueur, façade ouest, mur RE120 hauteur 3,2m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	6 m		Non	Non	Acceptable
			Longueur, façade est, mur REI hauteur 3m	Non atteint	Non atteint	4 m	8 m		Non	Non	Acceptable
			Largueur, murs périphérique REI hauteur 3 m	Non atteint	Non atteint	Non atteint	5 m		Non	Non	Acceptable
			Largueur, sans murs périphérique REI (passage chariot)	5 m	8 m	9 m	12 m		Non	Non	Acceptable
PhDM43	feu de nappe généralisé aux 2 rétentions GNR et GO	Thermiques	Longueur	9 m	10 m	15 m	20 m	25 m	Non	Non	Acceptable
			largeur	4 m	5 m	8 m	10 m	12 m	Non	Non	Acceptable

Tableau 67 - Identification des Scenarii d'Accidents Majeurs sur le site STCM B1

L'ensemble des phénomènes dangereux génériques identifiés et sélectionnés dans le cadre des activités exploitées sur le site STCM B1 pour le projet de transit, regroupement, tri et démontage de batteries lithium-ion est caractérisé par des zones d'effets, relatives à la maîtrise de l'urbanisation (SELS, SEL et SEI), qui sont maintenues dans les limites de propriétés de l'établissement.

L'exploitation de l'établissement n'induit pas de Scénario d'Accident Majeur.

En l'absence de scénario d'accident majeur, aucun risque ne nécessite d'être coté en probabilité et gravité (cotation afférente aux seuls effets qui sortent des limites de propriété), l'Etude Détaillée des Risques prend fin.

Annexe I : **Composition des batteries électriques acceptées sur le site**

Composition des cellules

Le tableau ci-dessous présente la répartition massique des différents composants d'une cellule de type NCA, LFP, LCO, LMO et NMC. La répartition massique prend en compte les composants inactifs (Boîtier de la cellule en acier, aluminium, cuivre, isolation, électronique). Seule la répartition massique de la batterie LCO ne prend pas en compte ces composants. Les données de ce tableau sont issues des articles ci-dessous et peuvent légèrement varier d'un fabricant à un autre.

N° CAS		Répartition massique (%)				
		NCA [6]	LFP [6]	LCO [3] (sans boîtier)	LMO [7]	NMC [8]
Cathode						
193214-24-3	Nickel Cobalt Aluminium Oxyde (NiCoAlO2)	38,3	/	/	/	/
15365-14-7	Lithium Fer Phosphate Oxyde (LiFePO4)	/	20,7	/	/	/
12190-79-3	Lithium Cobalt Oxide (LCO)	/	/	50	/	/
12057-17-9	Lithium Manganèse Oxyde (LiMn2O4)	/	/	/	33,27	/
346417-97-8	Nickel Manganèse Cobalt (NMC)	/	/	/	/	26
1333-86-4	Revêtement noir de carbone	1	1,3	/	/	/
24937-79-9	Liant (PVDF)	1	1,3	1	2	/
Anode						
7782-42-5	Graphite	24,6	12,9	10	15	15
9000-11-7	Liant (CMC)	1,3	0,7	0,5	0,5	/
Séparateur						
9002-88-4	Polyéthylène de masse molaire très élevée	1,6	/	/	/	/
9003-07-0	Polypropylène	/	2	5	1,7	2
9002-88-4	Polyéthylène	/	1	4,5	0,29	1
25038-59-9	Polyéthylène téréphtalate (PET)	/	/	/	1,2	/
Electrolyte						
96-49-1	Ethylène carbonate	1,7	4,2	5	5,3	7
616-38-6	Diméthyle carbonate	4,9	5,7	5	5,3	1
623-53-0	Éthyle méthyle carbonate	0,5	2,8	/	/	1
108-32-7	Propylène carbonate	/	1,4	/	/	/
21324-40-3	LiPF ₆	1,1	2,1	7	1,6	1
Autre composants						
7727-37-9	Boîtier en acier	12,8	27,9	/	1,4	22
7429-90-5	Aluminium	2,7	5,7	5	19	7
7440-50-8	Cuivre	6,1	10,3	5	11	17
7440-02-0	Nickel	/	/	2	/	/
/	Glycol	/	/	/	1	/
/	Isolation thermique	2,4	/	/	0,34	/
/	Electronique		/	/	1,1	/

Annexe II : **Caractérisations CREPIM**

Composition des cellules

Le tableau ci-dessous présente la répartition massique des différents composants d'une cellule de type NCA, LFP, LCO, LMO et NMC.

La répartition massique prend en compte les composants inactifs (Boîtier de la cellule en acier, aluminium, cuivre, isolation, électronique). Seule la répartition massique de la batterie LCO ne prend pas en compte ces composants.

Les données de ce tableau sont issues des articles ci-dessous et peuvent légèrement varier d'un fabricant à un autre.

N° CAS		Répartition massique (%)				
		NCA [6]	LFP [6]	LCO [3] (sans boîtier)	LMO [7]	NMC [8]
Cathode						
193214-24-3	Nickel Cobalt Aluminium Oxyde (NiCoAlO2)	38,3	/	/	/	/
15365-14-7	Lithium Fer Phosphate Oxyde (LiFePO4)	/	20,7	/	/	/
12190-79-3	Lithium Cobalt Oxide (LCO)	/	/	50	/	/
12057-17-9	Lithium Manganèse Oxyde (LiMn2O4)	/	/	/	33,27	/
346417-97-8	Nickel Manganèse Cobalt (NMC)	/	/	/	/	26
1333-86-4	Revêtement noir de carbone	1	1,3	/	/	/
24937-79-9	Liant (PVDF)	1	1,3	1	2	/
Anode						
7782-42-5	Graphite	24,6	12,9	10	15	15
9000-11-7	Liant (CMC)	1,3	0,7	0,5	0,5	/
Séparateur						
9002-88-4	Polyéthylène de masse molaire très élevée	1,6	/	/	/	/
9003-07-0	Polypropylène	/	2	5	1,7	2
9002-88-4	Polyéthylène	/	1	4,5	0,29	1
25038-59-9	Polyéthylène téréphtalate (PET)	/	/	/	1,2	/
Electrolyte						
96-49-1	Ethylène carbonate	1,7	4,2	5	5,3	7
616-38-6	Diméthyle carbonate	4,9	5,7	5	5,3	1
623-53-0	Éthyle méthyle carbonate	0,5	2,8	/	/	1
108-32-7	Propylène carbonate	/	1,4	/	/	/
21324-40-3	LiPF ₆	1,1	2,1	7	1,6	1
Autre composants						
7727-37-9	Boîtier en acier	12,8	27,9	/	1,4	22
7429-90-5	Aluminium	2,7	5,7	5	19	7
7440-50-8	Cuivre	6,1	10,3	5	11	17
7440-02-0	Nickel	/	/	2	/	/
/	Glycol	/	/	/	1	/
/	Isolation thermique	2,4	/	/	0,34	/
/	Electronique		/	/	1,1	/

Répartition massique des composants des cellules de différentes technologies.

Toxicité des fumées

Lors d'un emballage thermique d'une cellule de batterie, une grande quantité de fumée est dégagée. Cette fumée comporte des gaz toxiques pouvant avoir un impact important sur la santé. La quantité de fumée ainsi que la toxicité de ses fumées dépendent de la technologie de la cellule, de son taux de charge, de sa capacité ainsi que de sa forme.

1. Influence de la capacité – Exemple sur batterie NMC [2]

Les données ci-dessous ont été obtenues à partir d'un essai réalisé sur une cellule de technologie NMC à un taux de charge (SOC) de 100% représentant la configuration la plus critique en termes de toxicité des fumées. Les caractéristiques de la cellule testée sont données ci-dessous :

Tension nominale (V)	3,67
Masse (g)	45.3

Le tableau ci-dessous présente les quantités en ppm de plusieurs gaz présents dans la fumée provenant d'un emballage thermique et inflammation d'une cellule NMC à différentes capacités.

Capacité (Ah)	CO (ppm)	C ₁₀ H ₈ (ppm)	C ₆ H ₆ (ppm)	C ₅ H ₈ (ppm)	C ₈ H ₈ (ppm)	C ₇ H ₈ (ppm)	C ₈ H ₁₀ (ppm)	C ₉ H ₈ (ppm)
2	616	<4						
3	1100							
6,5	3900							
10	14000							
30	45500							

Composition de la fumée issue de l'emballage thermique des cellules NMC à différentes capacités.

2. Influence du taux de charge (SOC) [6]

Le tableau ci-dessous présente le pourcentage volumique de plusieurs gaz présents dans la quantité totale de fumée dégagée par 1 seule cellule en emballage thermique. Les données proviennent des essais sur cellules NCA de capacité 3.3 Ah et LFP de capacité 1.1 Ah toutes deux de formes cylindriques.

Type de cellule	SOC (%)	H ₂ (%)	CO ₂ (%)	CO (%)	CH ₄ (%)	C ₂ H ₄ (%)	C ₂ H ₆ (%)
NCA	0	1,7	94,6	1,6	1,6	0,3	0
NCA	25	15,5	62,7	5,5	8,7	7,5	0
NCA	50	17,5	33,8	39,9	5,2	3,2	0,4
NCA	75	24,2	20,8	43,7	7,5	3	0,5
NCA	100	22,6	19,7	48,9	6,6	2,4	0
LFP	0	2,7	93,5	1,8	0,7	0,7	0,7
LFP	25	7,1	85,3	3,1	1,2	3,1	0,2
LFP	50	20,8	66,2	4,8	1,6	6,6	0
LFP	75	21,8	62,6	6,4	1,9	6,3	1
LFP	100	29,4	48,3	9,1	5,4	7,2	0,5

Composition des fumées issues de l'emballage thermique des cellules NCA et LFP à différents taux de charge (SOC)

3. Influence du type de cathode – Comparaison LFP, LTO, NMC et NCA [1] [6] [18]

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des cellules dont les fumées provenant de l'emballage thermique ont été analysées.

Type de cellule	Forme	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Capacité (Ah)	Tension nominale	SOC (%)
LFP	Cylindrique	26	65	3,8	3,2	100
LTO		18	65	1,3	2,4	100
NMC		18	65	3,2	3,67	100
NCA		18	65	3,3	/	100
LCO		18	65	2.6	/	100

Caractéristiques des cellules testées

La quantité de fumée dépend de la technologie de la cellule testée. Le tableau ci-dessous présente la quantité totale de fumée en litre dégagée par les cellules durant l'emballage thermique. Cette quantité de fumée a été normalisée par rapport à la masse des cellules pour avoir la quantité de fumée dégagée par 1 Kg de cellule.

Type de cellule	Quantité de fumée dégagée (L)	Quantité de gaz dégagée normalisée (L/kg)
LFP	3,29	36,5
LTO	3,2	82,9
NMC	9,77	215,17
NCA	/	/
LCO	8	/

Quantité de fumée dégagée par chaque type de cellule lors de leur emballage thermique

Ces gaz ont été analysés à l'aide d'un chromatographe à gaz. Les résultats sont donnés en % de volume. Cela correspond au pourcentage volumique occupé par chacune des espèces présentes dans la fumée.

Type de cellule	H2 (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	CH ₄ (%)	C ₂ H ₄ (%)	C ₂ H ₆ (%)
LFP	24,34	4,5	25,39	5,9	3,26	1,29
LTO	8,41	5,3	37,6	1,23	1,38	0,4
NMC	12,39	30,3	13,22	10,5	0,1	0,16
NCA	22.6	48.9	19.7	6.6	2.4	0
LCO*	19.5	27	19	3.5	3.5	0.4

*La somme des pourcentages n'est pas égale à 100% (les quantités de gaz irritants ne sont pas indiqués)

Composition des fumées issues de l'emballage thermique des différentes technologies de cellules

4. Influence de la forme de la cellule – Exemple sur batterie NMC [10]

Le tableau ci-dessous présente le pourcentage volumique de trois gaz (CO₂, CO et H₂) ainsi que des COVs présent dans la quantité totale de fumée dégagée par une cellule de type NMC sous trois formes différentes (Cylindrique, prismatique et POUCH) à un taux de charge (SOC) de 100% et de capacité 10Ah.

	CO ₂ (%)	CO (%)	H ₂ (%)	COVs (%)
NMC cylindrique	41,2	13	30,8	15
NMC prismatique	25,2	29,7	10,4	34,6
NMC POUCH	36,6	28,4	22,3	12,4

Composition des fumées issues de l'emballage thermique des batteries NMC cylindrique, prismatique et POUCH.

5. Gaz irritant – exemple sur batterie LFP et LMO [4][16][17]

Les données ci-dessous sont données à partir d'un essai réalisé sur une cellule de technologie LFP à un taux de charge (SOC) de 100% représentant la configuration la plus critique en termes de toxicité des fumées. Les caractéristiques de la cellule testée sont données ci-dessous :

Capacité (Ah)	68
Tension nominale (V)	3.22
Masse (g)	1250
Dimensions (mm)	210 x 181 x 15

Le tableau ci-dessous présente la quantité de gaz irritant (en mg) contenu dans 1m³ de fumée éjectée par une cellule ayant subi un emballement thermique.

Batterie complète 100% SOC		
Gaz	Valeur maximale mesurée (mg/m ³)	Valeur IDLH* (mg/m ³)
HF	165	24,6
SO ₂	115	262
NO ₂	16	123
NO	11	37,6
HCL	10	74,5

Composition des gaz irritants contenus dans les fumées issues de l'emballement thermique des essais sur batterie LFP.

IDLH = Danger immédiat pour la santé ou la vie

Le tableau ci-dessous présente les résultats en ppm des essais menés sur des cellules LMO à 3 différents taux de charges.

SOC (%)	NO (ppm)	HCl (ppm)	SO ₂ (ppm)	HF (ppm)
100	20	13	375	350
50	14,5	7	30	220
0	7	6	20	150

Composition en gaz irritants contenus dans les fumées issues de l'emballement thermique des essais sur batterie LMO.

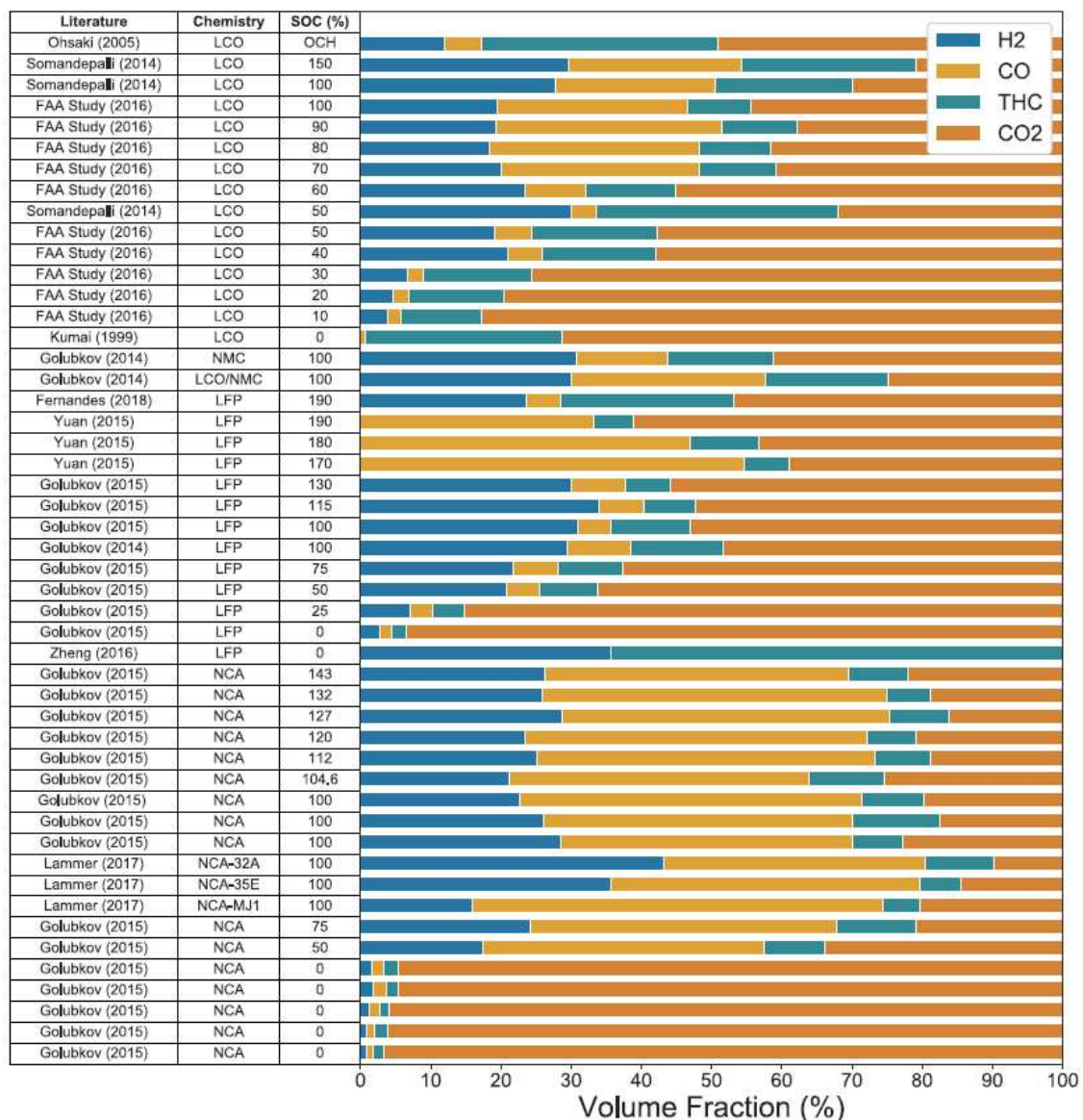
Le tableau ci-dessous présente la quantité de HF détecté en IRTF de deux types de cellules sous différentes configurations.

Type	Forme	Nombre de cellules	Capacité énergétique (Wh)	HF détecté en IRTF (mg/Wh)
LCO	Prismatique	5	128	25
LFP	Pouch	2	128	198
LFP	Pouch	5	112	160
LFP	Cylindrique	9	92	24
LFP	Cylindrique	5	132	52

Le tableau ci-dessous présente la quantité de HF libérée durant l'emballage thermique d'une cellule LFP Pouch, de capacité 7Ah.

Type	SOC (%)	Quantité de HF libérée (g)	Quantité de HF libérée normalisée (mg/Wh)
LFP	100	5,6	50
	50	14	120
	0	11	100

6. Données supplémentaires [15]



100 % SOC	80	6660	2,1	23,9
-----------	----	------	-----	------

l'inflammation d'une cellule LFP à différents taux de charge.

Pic de débit calorifique mesuré sur des cellules LFP entrées en emballage thermique à différents taux de charge

HRR = Débit calorifique

THR = Quantité totale de chaleur émise

HRR normalisée = Pic débit calorifique divisé par la surface de la cellule

2. Exemple sur batterie LMO [12]

La cellule testée dispose d'une capacité de 2.9 Ah, d'une tension nominale de 3.80 V et d'une masse de 95g. Le tableau ci-dessous présente le pic de débit calorifique mesurée avant et après normalisation. L'énergie libérée par la combustion d'1kg de cellule est estimée à 4.03 MJ/kg.

SOC (%)	Pic HRR (kW)	HRR normalisée (MW/m ²)
100	21	1,7
50	13	1,03
0	2,6	0,22

Pic de débit calorifique mesuré lors de l'emballage thermique d'une cellule LMO à différents taux de charge

A titre de comparaison, le débit calorifique normalisé de l'essence est estimé à 2.2 MW/m².

3. Technologie multiple [11] [12] [13][14]

Le tableau ci-dessous présente le pic de débit calorifique mesuré de plusieurs technologies de cellules.

SOC (%)	Forme	Dimensions (mm)	Cathode	Anode	Capacité (Ah)	Pic HRR (kW)
100	Cylindrique	18 (diamètre) 65 (hauteur)	NMC	Carbone	2,25	1,1
			NMC	Graphite	3,2	1,3
			NMC	Graphite	2	3,75
			LCO	Graphite	2,6	4,1
			LCO	Graphite	2,6	6,8
			LCO	Carbone	2,6	1,5
			LFP	Graphite	1,3	6,8
			LFP	Carbone	1,5	1,3
			LMO	Graphite	2,9	21
	Prismatique	148,3 x 26,7 x 98	NMC	Graphite	50	37,08
	353 x 100 x 28	LFP	Graphite	50	64,32	

Tableau résumé du pic calorifique mesuré de plusieurs technologies de cellules entrées en emballage thermique.

4. Exemple sur batterie LCO – Impact du nombre de cellules

Les données d'apport énergétique peuvent varier selon le nombre de cellules. Les données ci-dessous présentent le flux thermique émis par des batteries cylindriques de type LCO, d'une capacité de 2.6 Ah, 3.7 tension nominale et de 45g. Le taux de charge des batteries est de 80%. L'essai 1 a été réalisé avec 36 cellules, et l'essai B avec 100 cellules.

Essai	Nbre cellules	Flux thermique (kW/m ²)
1	36	5,9
2	100	10,9

Flux thermique mesuré lors de l'emballage thermique de deux modules de batteries contenant 36 et 100 cellules LCO

5. Données supplémentaires [16]

Le tableau ci-dessous présentent des données de Pic de débit calorifique et d'énergie total libérée normalisée par rapport à la capacité énergétique.

Type	Forme	Nombre de cellules	Capacité énergétique (Wh)	Peak HRR normalisé (W/Wh)	THR normalisé (kJ/Wh)
LCO	Prismatique	5	128	729	19
LFP	Pouch	2	128	633	50
LFP	Pouch	5	112	491	75
LFP	Cylindrique	9	92	315	30
LFP	Cylindrique	5	132	235	50

Sources bibliographiques

- [1] Process Safety and Environmental Protection, *Experimental study on thermal runaway and vented gases of lithium-ion cells*, Liming Yuan, 2020
- [2] Nano Energy, *Toxicity, a serious concern of thermal runaway from commercial Li-ion battery*, Jie Sun, 2016
- [3] *Journal of Power Sources*, *Gas release rates and properties from Lithium Cobalt Oxide lithium ion battery arrays*, Robert W. Kennedy, 2021
- [4] *Journal of Hazardous Materials*, *A comprehensive investigation on the thermal and toxic hazards of large format lithium-ion batteries with LiFePO4 cathode*, Yang Peng, 2020
- [5] *Polymer Testing*, *Toxicity analysis of second use lithium-ion battery separator and electrolyte*, Yu Qiao, 2020
- [6] *Journal of Energy Storage*, *Flammability characteristics of the battery vent gas: A case of NCA and LFP lithium-ion batteries during external heating abuse*, Weifeng Li, 2019
- [7] *Material and Energy Flows in the materials production, Assembly, and End-of-life stages of the Automotive Lithium-Ion Battery Life Cycle*, J.B. Dunn, June 2012
- [8] *Thermal-runaway experiments on consumer Li-ion batteries with metal-oxide and olivin-type cathodes*, Andrey W. Golubkov, 26th November 2013
- [9] *Electrochimica Acta*, *Thermal analysis of a cylindrical lithium-ion battery*, Xiongwen Zhang, 2011
- [10] *eTransportation*, *Detection of Li-ion battery failure and venting with Carbon Dioxide sensors*, Ting Cai, 2021
- [11] *Journal of Power Source*, *An experimental study on thermal runaway characteristics of lithium-ion batteries with high specific energy and prediction of heat release rate*, Haodong Chen, 2020
- [12] *Energy & Environmental Science*, *Investigation on the fire-induced hazards of Li-ion battery cells by fire calorimetry*, Perrine Ribière, 2011
- [13] *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, *Combustion behavior of lithium iron phosphate battery induced by external heat radiation*, Qingsong Wang, 2017
- [14] *Journal of Hazardous Materials*, *Thermal runaway and fire behaviors of large-scale lithium ion batteries with different heating methods*, Zhi Wang, 2019
- [15] *Journal of Power Sources*, *Explosion hazards from lithium-ion battery vent gas*, Austin R. Baird, 2020
- [16] *Scientific reports*, *Toxic fluoride gas emissions from lithium-ion battery fires*, Fredrik Larsson, 2017
- [17] *Fires in Vehicles - FIVE 2014, 2014*, Petra Andersson
- [18] *Lithium Battery Thermal Runaway Vent Gas Analysis*, 2016

Annexe III : **Cartographies des effets des phénomènes dangereux**

**Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum**

PhDM4 :

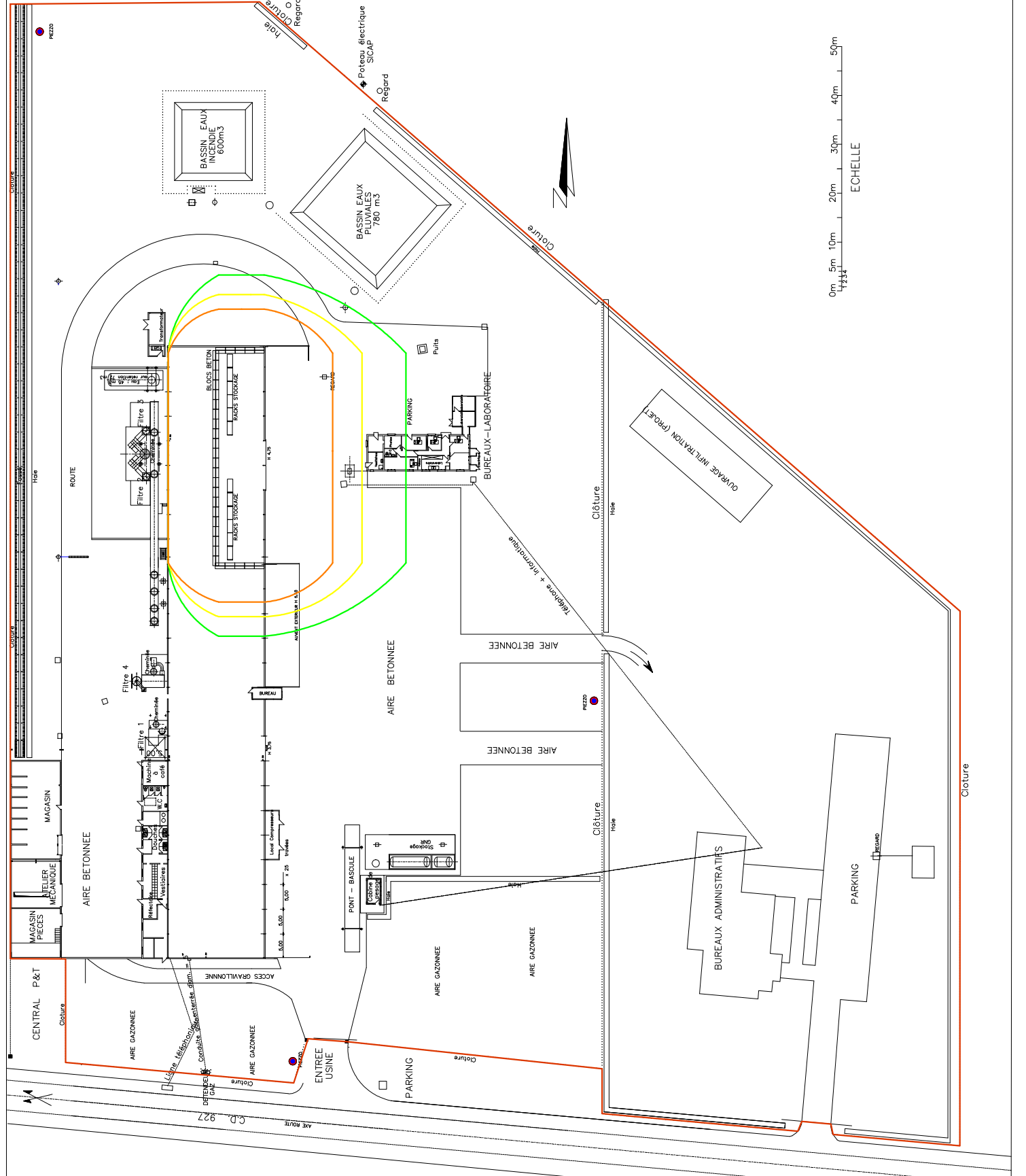
Incendie généralisé du stockage
de batteries et modules en zone B,
en configuration 20 tonnes

Effets thermiques :

- 8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs
- 5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux
- 3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

— Limites de propriété

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



**Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum**

PhDM6 :
Incendie simultané
sur la ligne de décharge
des batteries

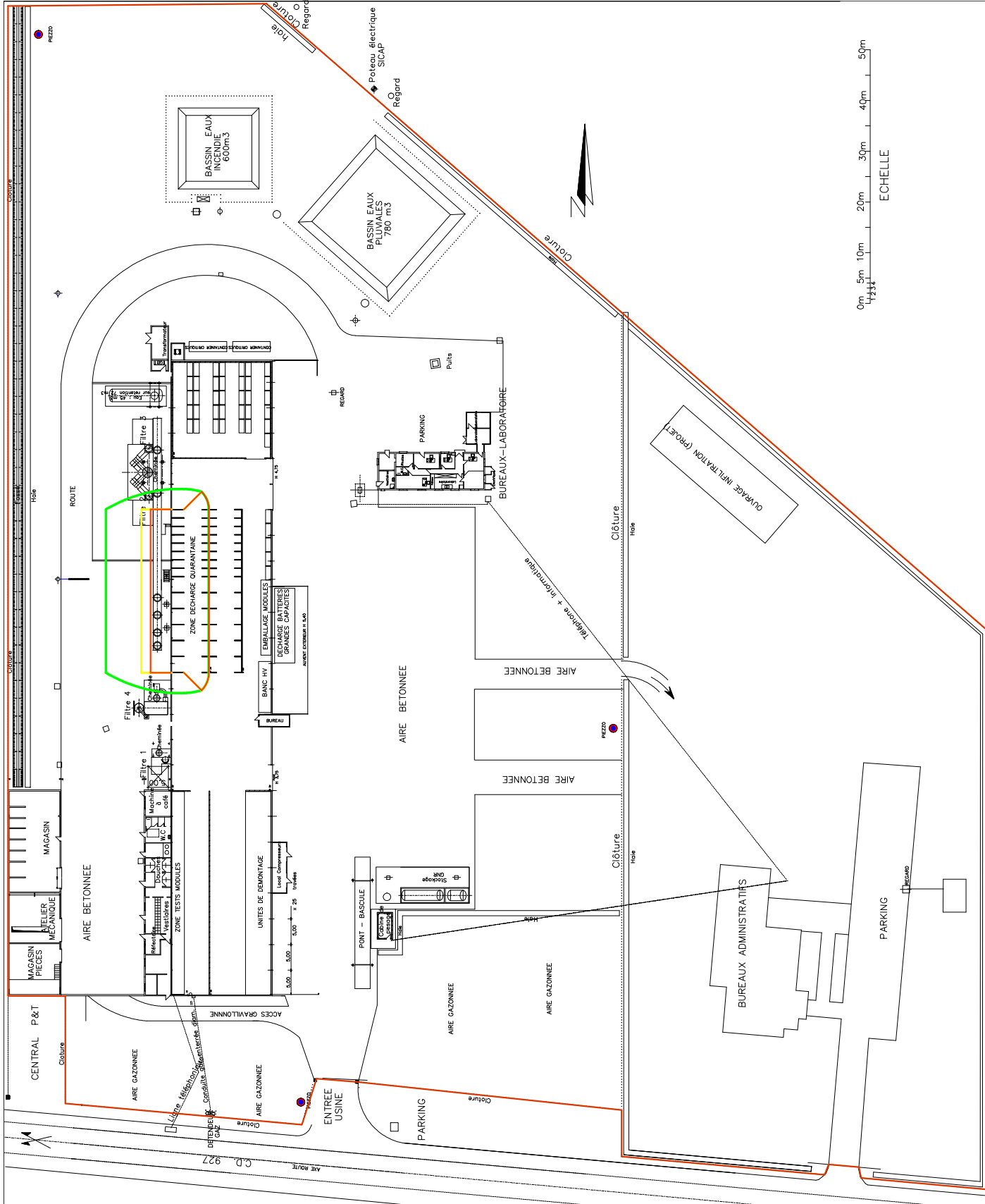
Effets thermiques :

- 8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs
- 5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux
- 3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles
- Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bd Duhamel du Monceau
F-93002 La Plaine St-Denis
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



0m 5m 10m 20m 30m 40m 50m
ECHELLE

Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM10-1 :
Incendie simultané
sur la ligne de quarantaine Est
des batteries de la zone D2

Effets thermiques :

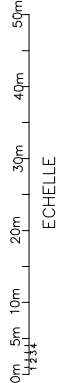
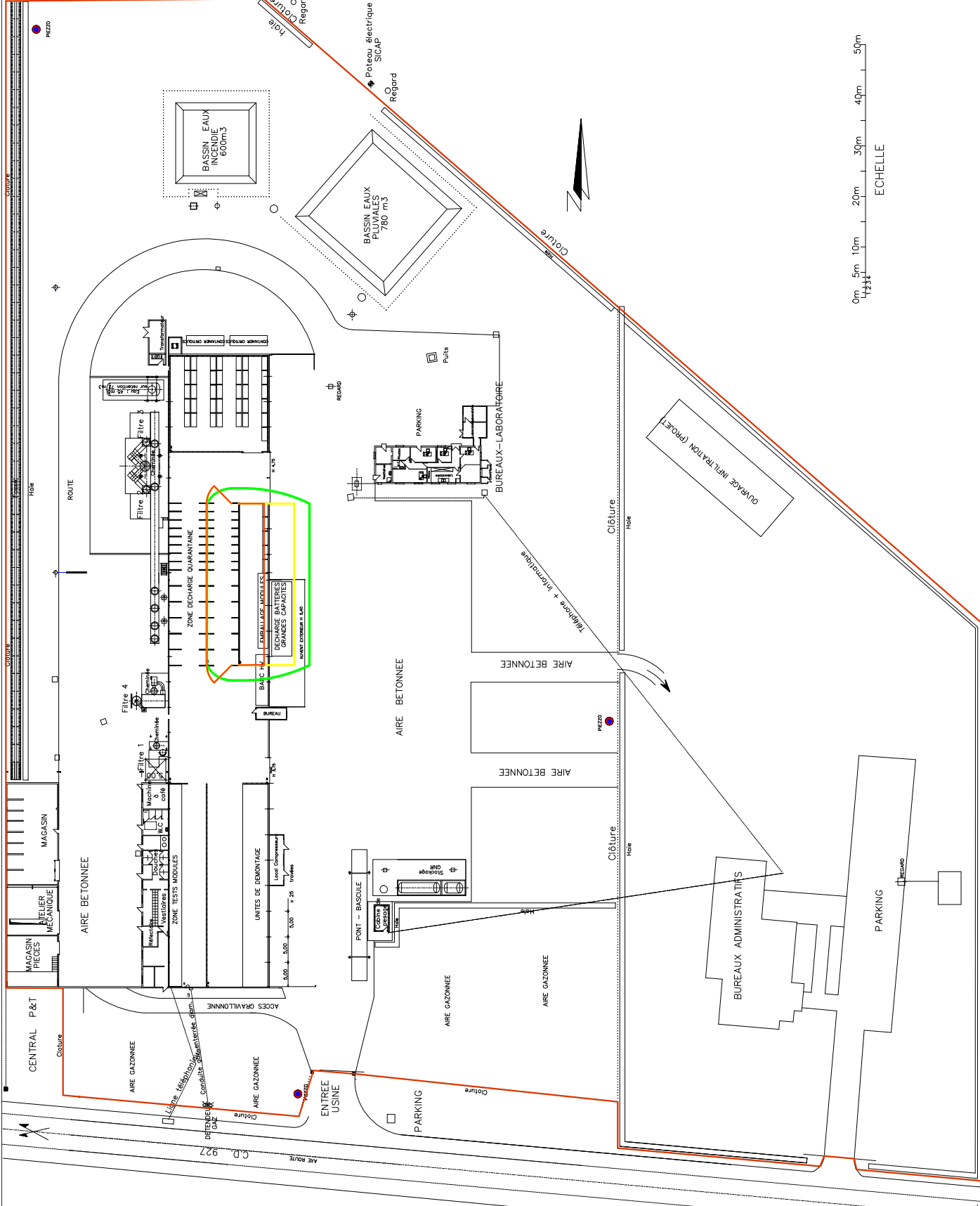
8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs

5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux

3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Etablissement STCM B1 (45)

Cartographies des effets des Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM10-2 :
Incendie simultané
sur la ligne de quarantaine Ouest
des batteries de la zone D2

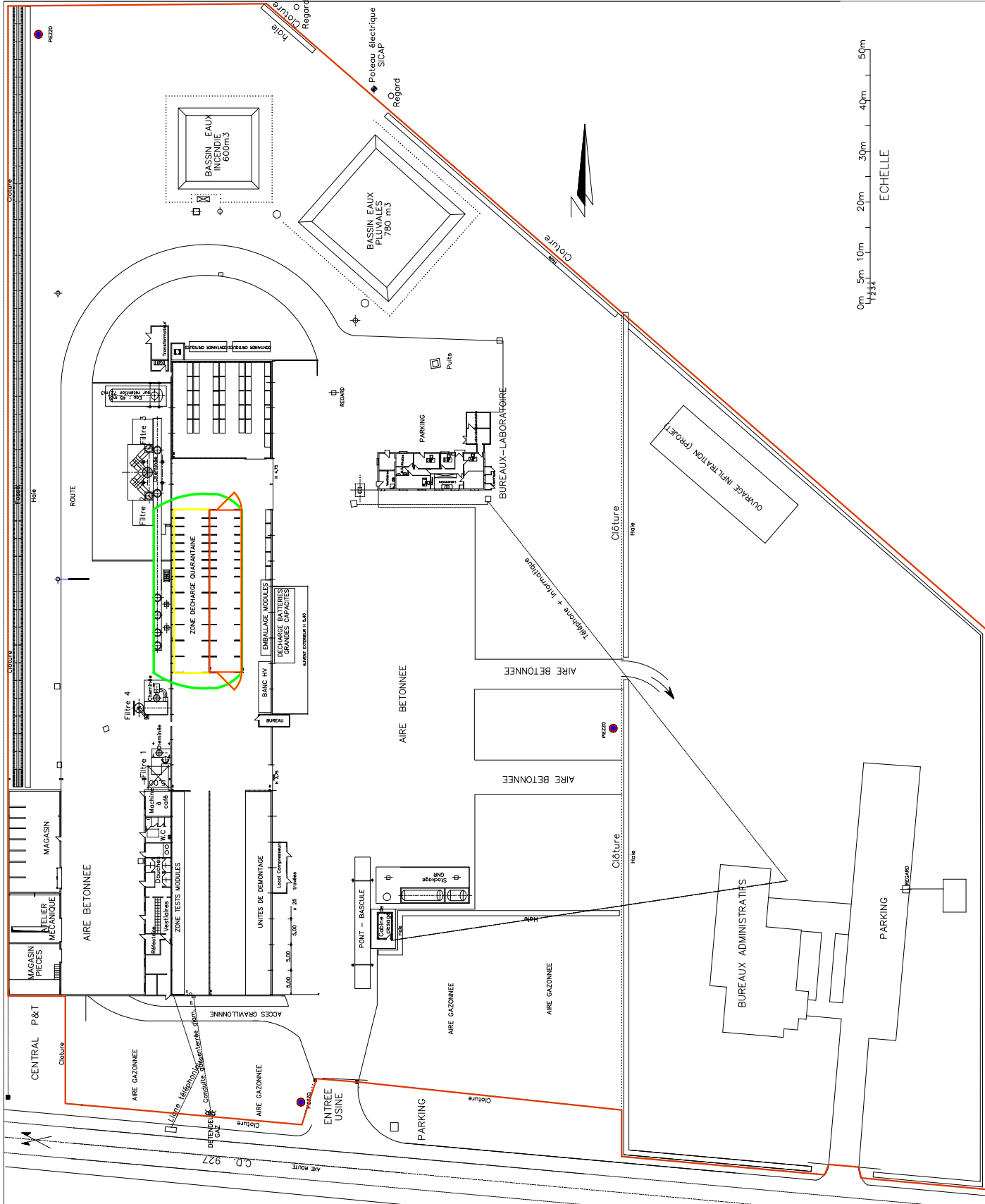
Effets thermiques :

- 8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs
- 5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux
- 3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles
- Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bd Duhamel du Monceau
FR 93008 - Paris - France
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM13 :

Incendie simultané
sur la ligne de démontage
des batteries de la zone G

Effets thermiques :

8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs

5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux

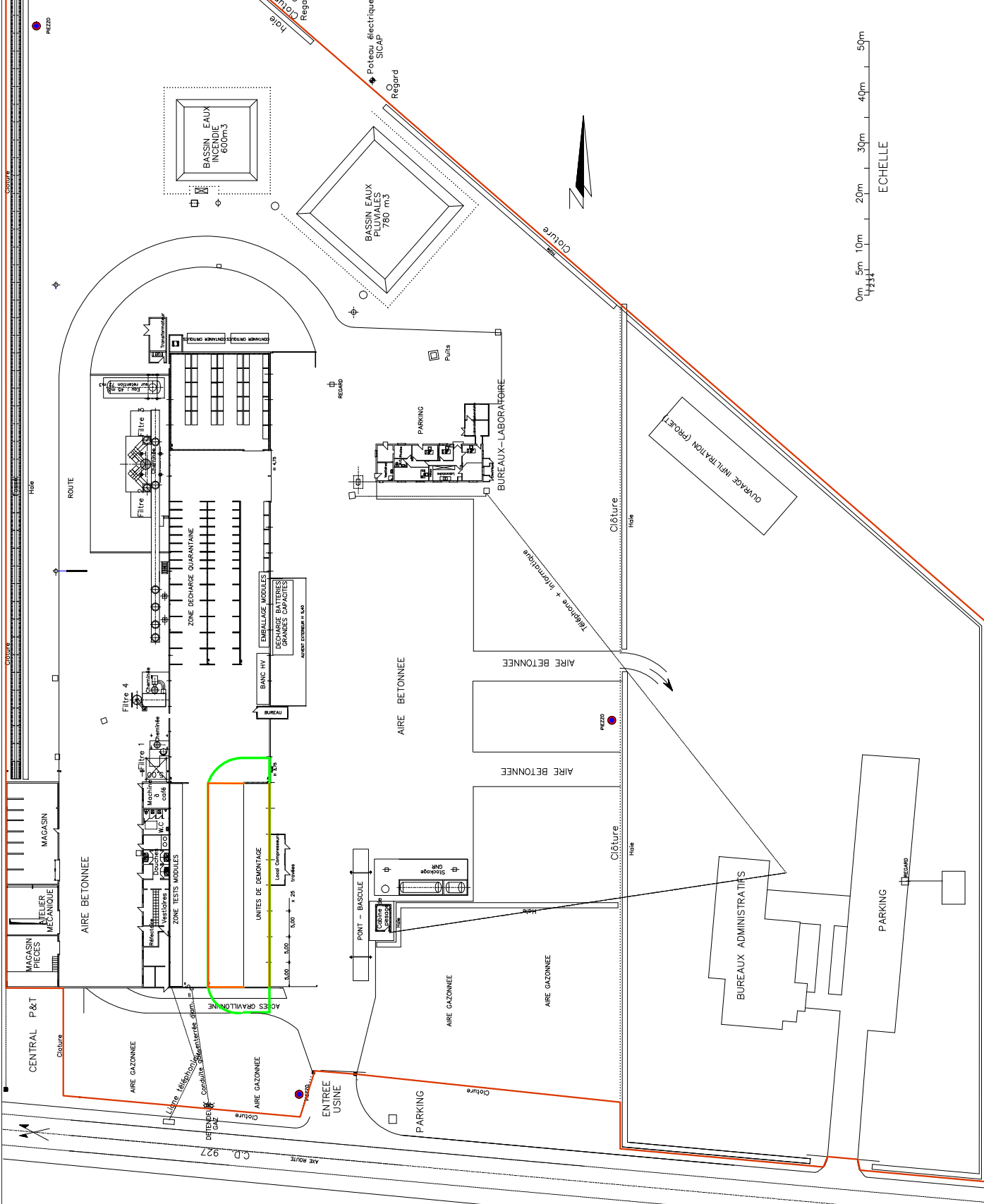
3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bd Duhamel du Monceau
CS 30075 - 93000 Levallois-Perret
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



0m 5m 10m 20m 30m 40m 50m
ECHELLE

Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM15 :

Incendie simultané
sur la ligne de tests
des modules de la zone H

Effets thermiques :

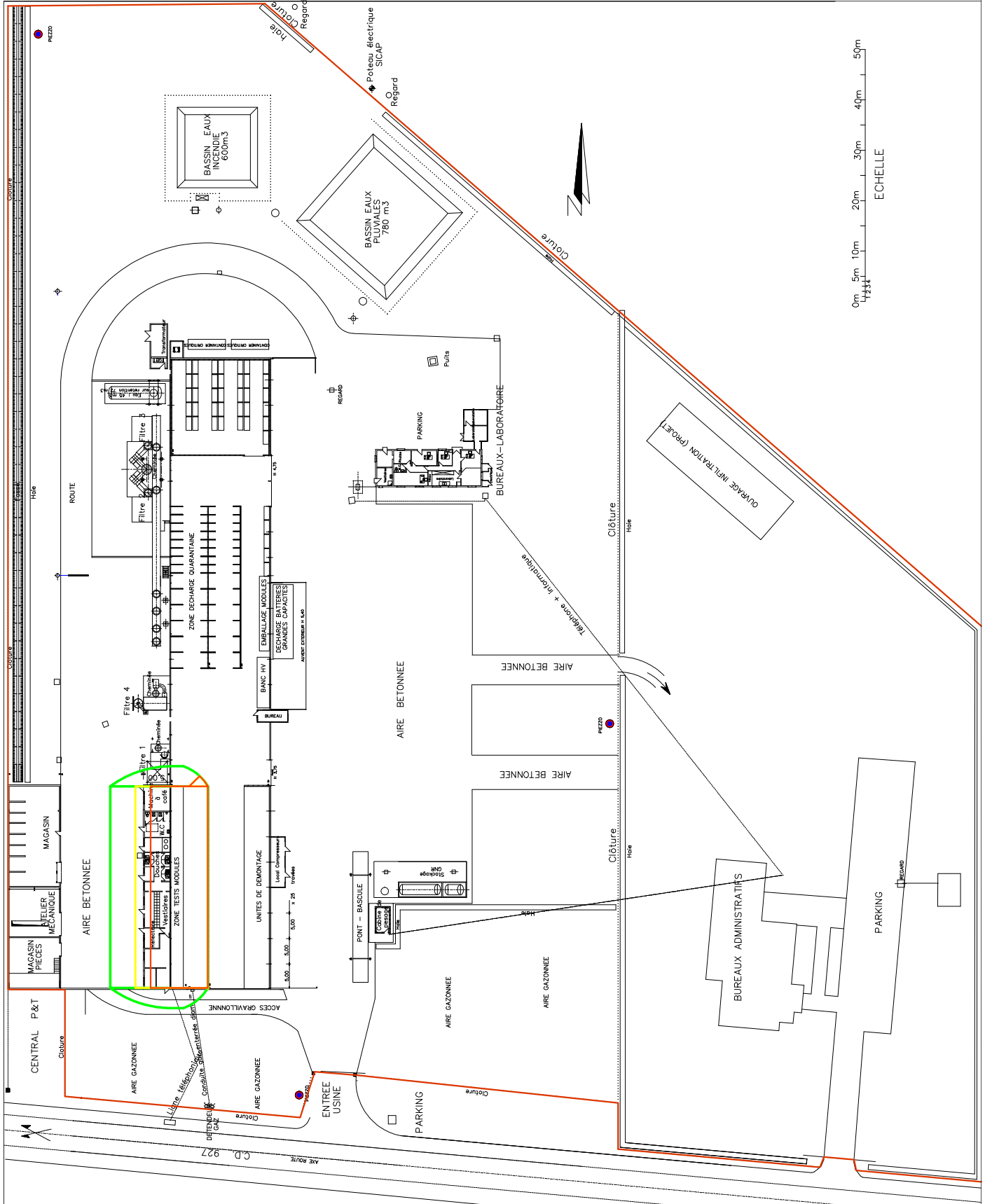
- 8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs
- 5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux
- 3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bd Duhamel du Monceau
FR 59000 Lille - France
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM19 :

Incendie simultané
sur les box de l'atelier
de préparation de la zone M

Effets thermiques :

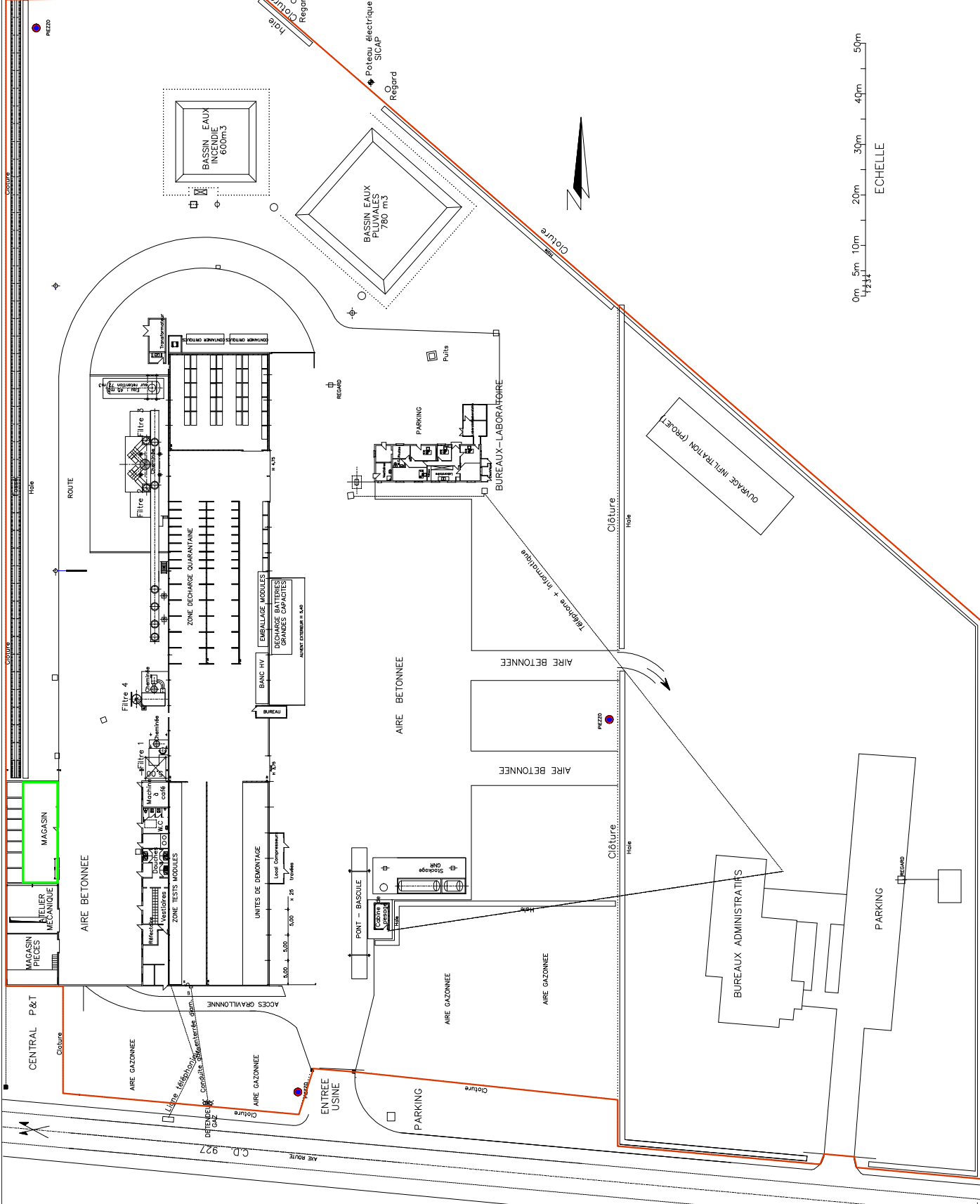
8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs

5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux

3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PHDM25 :
Incendie simultané
sur la ligne de décharge
des batteries

Effets toxiques:

Seuil des Effets Létaux Significatifs

Seuil des Premiers Effets Létaux

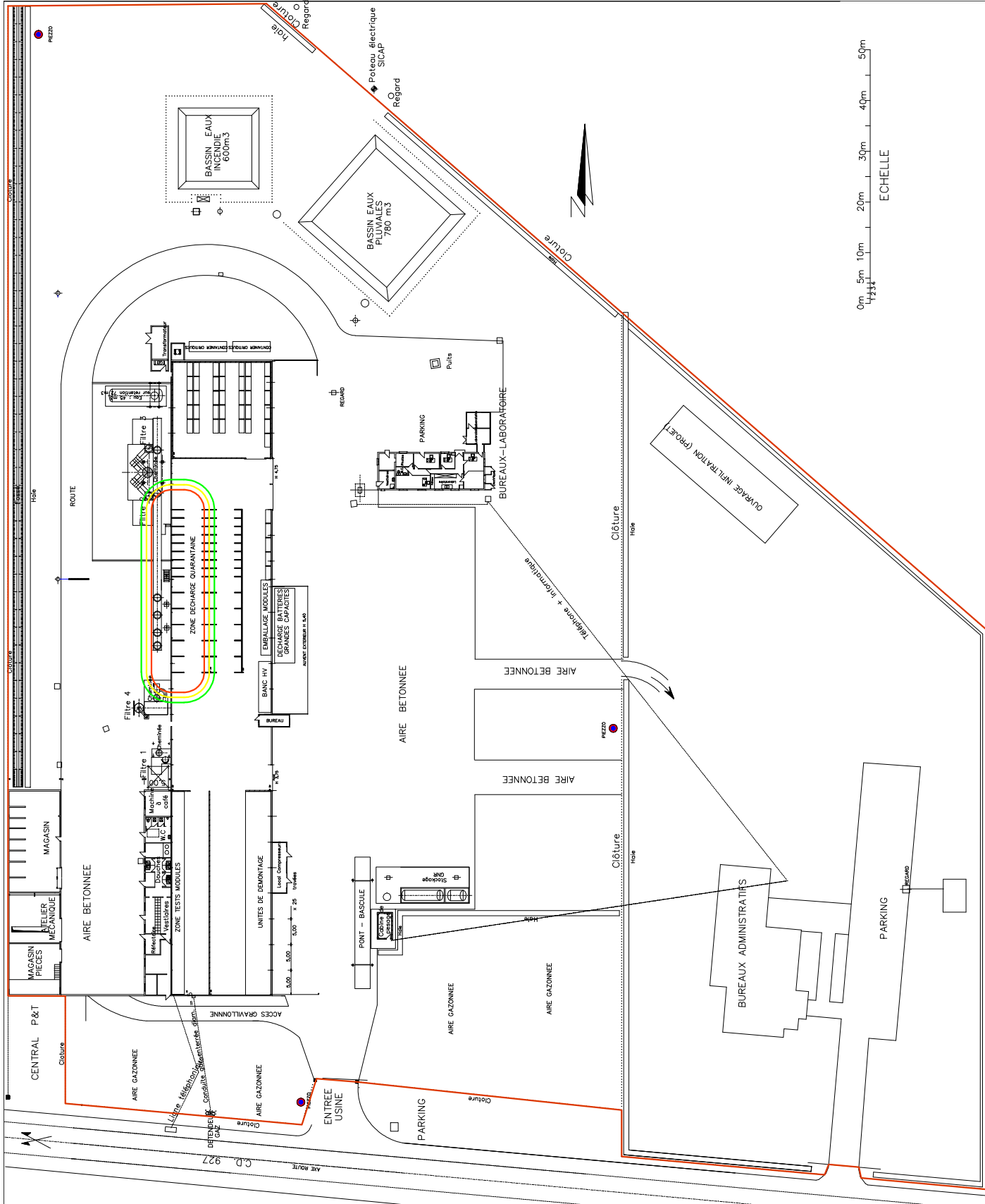
Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bld Duhamel du Monceau
91300 Evry-Courcouronnes
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Etablissement STCM B1 (45)

Cartographies des effets des Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM27 :

Incendie simultané
sur la ligne de quarantaine
des batteries en zone D1

Effets toxiques:

Seuil des Effets Létaux Significatifs

Seuil des Premiers Effets Létaux

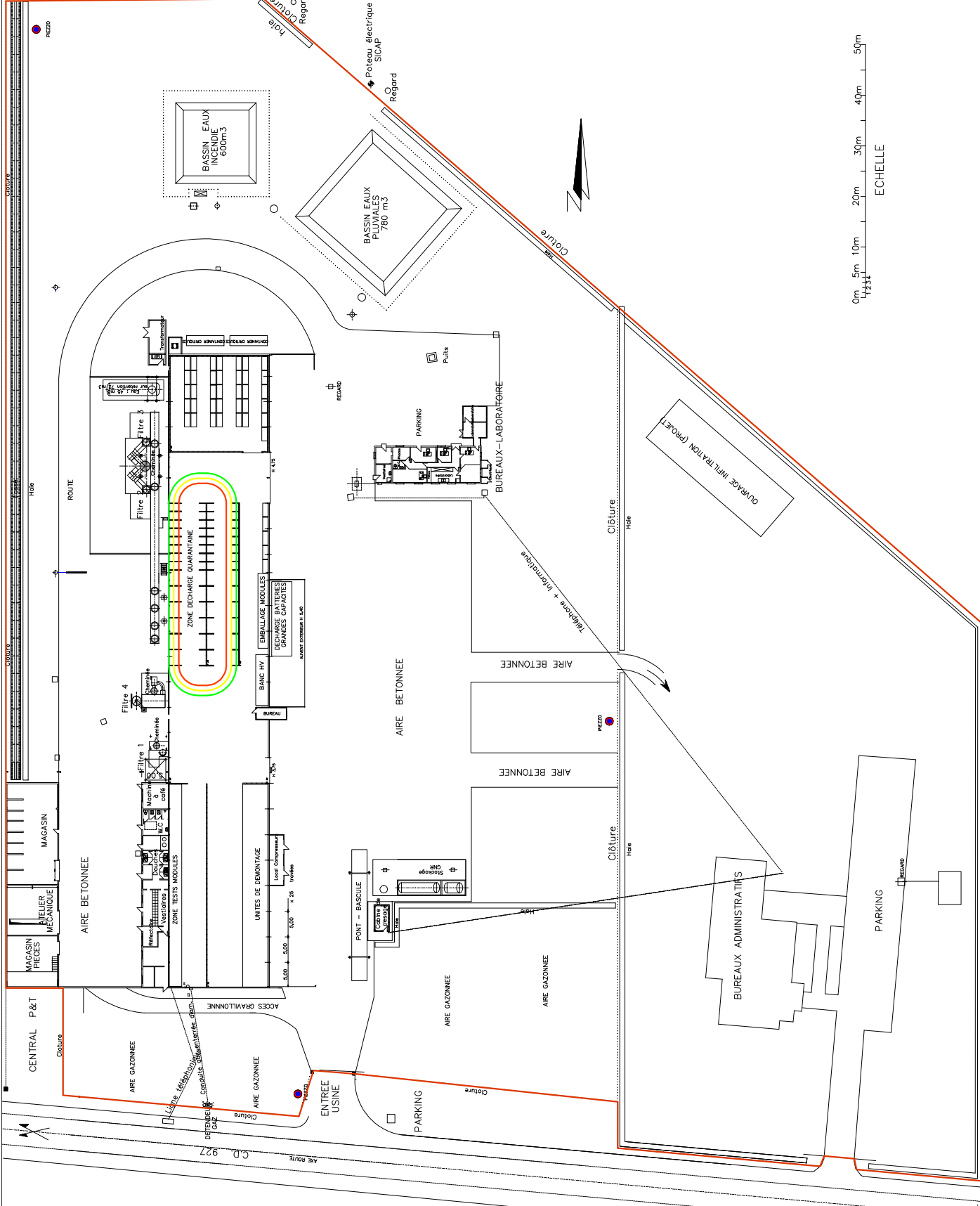
Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bld Duhamel du Monceau
FR 92087 - Paris - France
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



**Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum**

PhDM29 :
Incendie simultané
sur 1 ligne de quarantaine
(Est ou Ouest)
des batteries en zone D2

Effets toxiques:

Seuil des Effets Létaux Significatifs

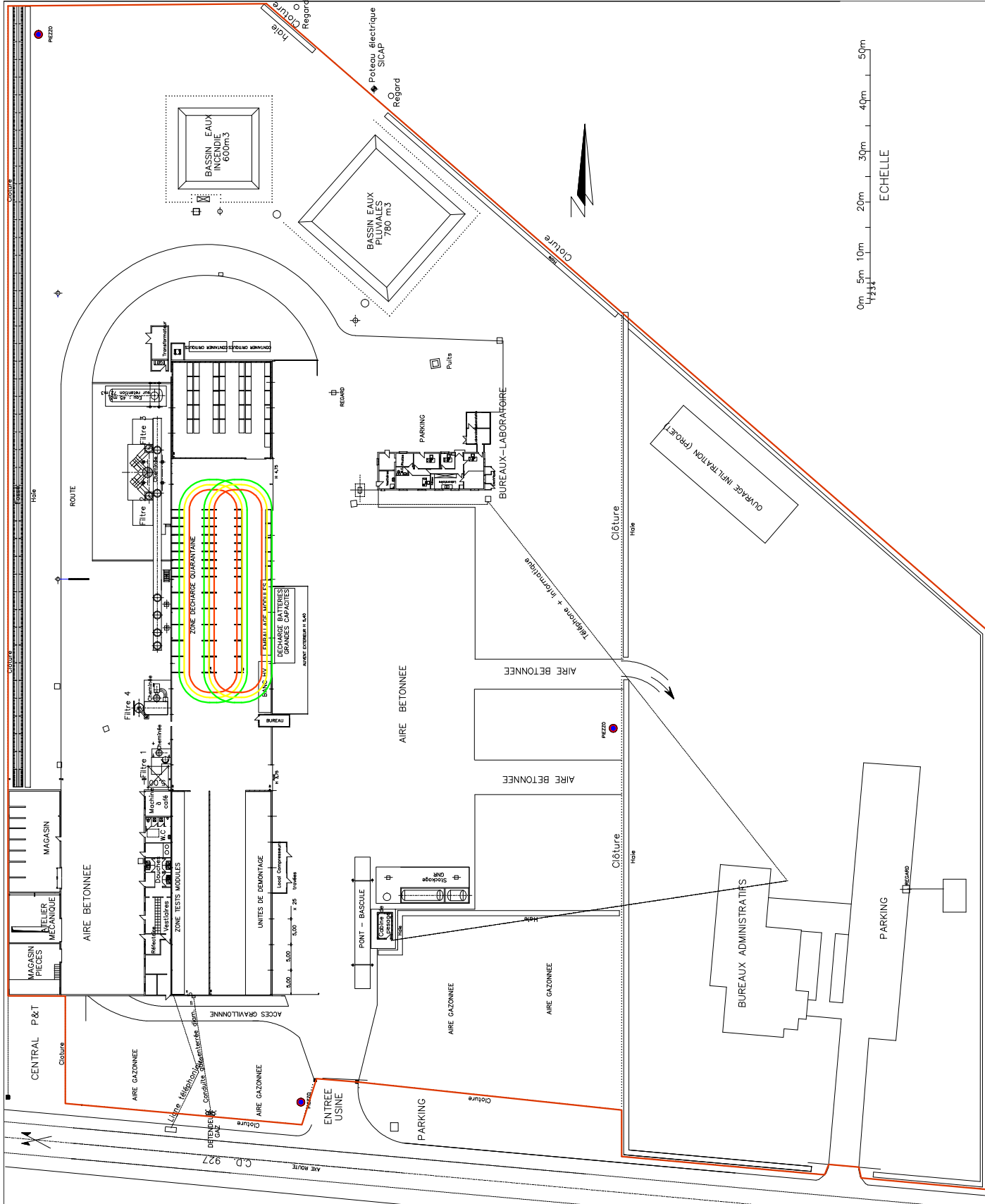
Seuil des Premiers Effets Létaux

Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PHDM34 :
Incendie simultané
sur la ligne de tests des modules

Effets toxiques:

Seuil des Effets Létaux Significatifs

Seuil des Premiers Effets Létaux

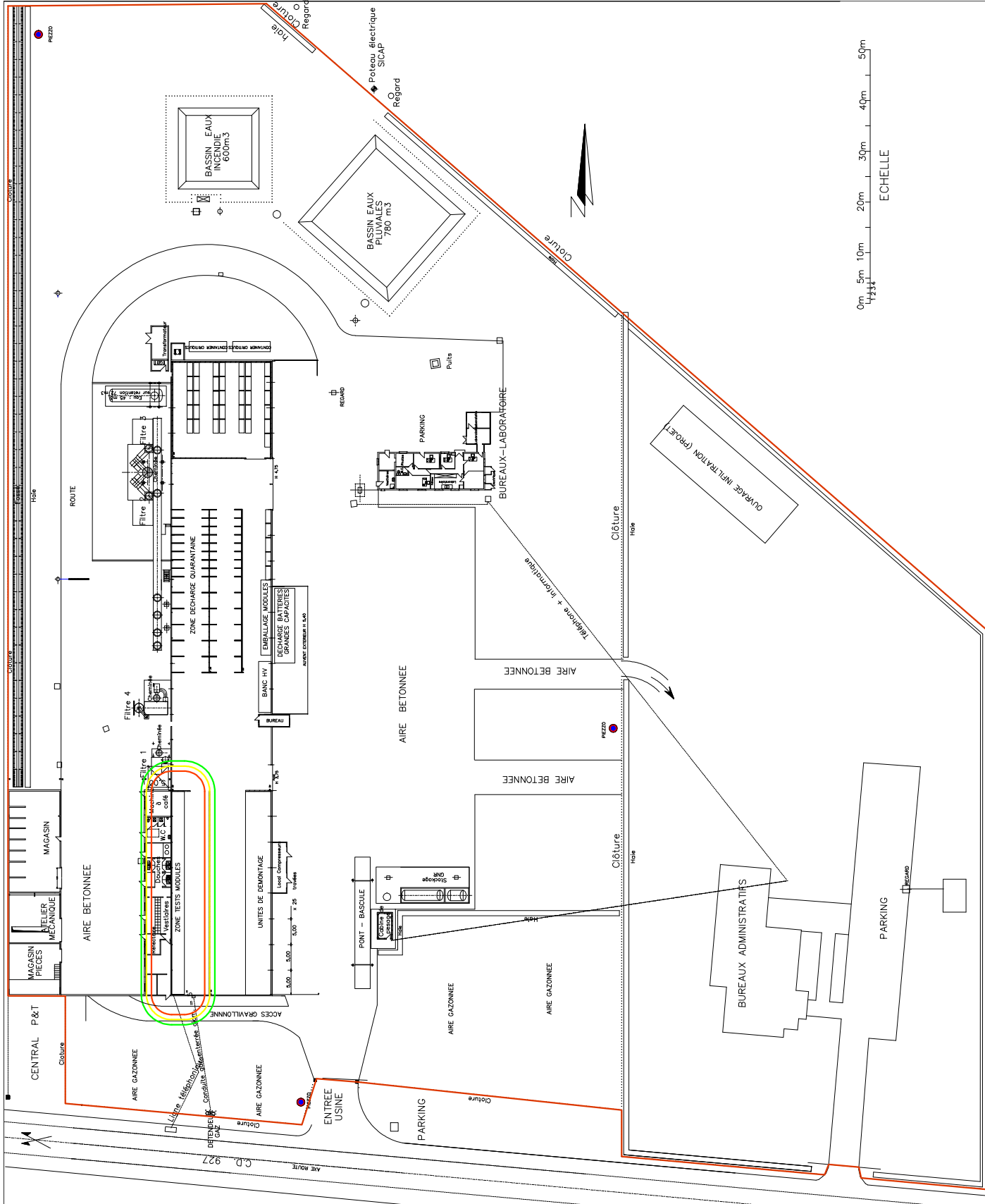
Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, Bld Duhamel du Monceau
91300 Evry-Courcouronnes
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg



0m 5m 10m 20m 30m 40m 50m
ECHELLE

Etablissement STCM B1 (45)

Cartographies des effets des Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM38 :

Explosion d'un nuage de gaz
suite à dégagement
depuis une batterie
en emballage thermique
en zone B de stockage

Effets surpressions (en champ libre) :

200 mbar : Seuil des Effets Létaux Significatifs

140 mbar : Seuil des Premiers Effets Létaux

50 mbar : Seuil des Effets Irréversibles

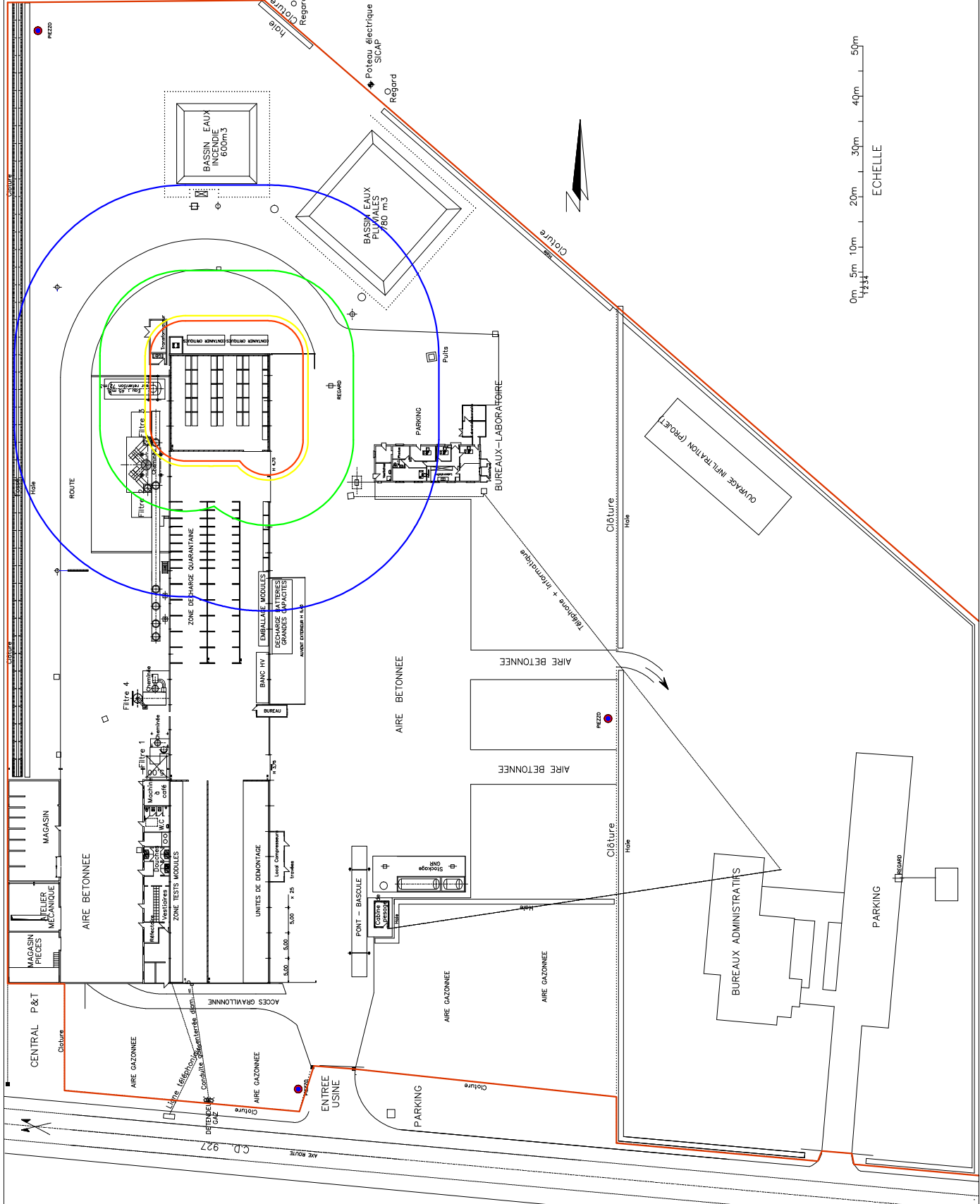
20mbar : bris de vitres

Limites de propriété



ANTEA
Infrastructures
803, bd Duhamel du Monceau
CS 30602 - 45166 Olivet cedex
Tél : 02 38 23 23 57 - Fax : 02 38 23 23 79

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Désignation
Type de document : A4			
Identification : Cartographies			
Fichier : Cartographies_PhDM.dwg			



0m 5m 10m 20m 30m 40m 50m
ECHELLE

Cartographies des effets des
Phénomènes Dangereux Maximum

PhDM42 :
Incendie simultané
suite effets dominos
sur l'ensemble
de la zone D2

Effets thermiques :

8 kW/m² : Seuil des Effets Létaux Significatifs

5 kW/m² : Seuil des Premiers Effets Létaux

3 kW/m² : Seuil des Effets Irréversibles

Limites de propriété

B	14.10.2021	C.S.	ELP
A	07.06.2021	C.S.	ELP
Rév.	Date	Auteur	Visé
Type de document : A4			Désignation
Partie : 1 / 1			Identification : Cartographies
			Fichier : Cartographies_PhDM.dwg

