

Siège social : 7 Rue du Bon Puits, 49480 Verrières-en-Anjou

Adresse du projet : ZA Anjou ACTIPARC, Les Petites Beillardières, 49430 DURTAL



DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE ICPE

PIECE JOINTE N°7.1 : ÉTUDE DE DANGER

CREATION D'UN CENTRE DE STOCKAGE
DE BATTERIES AU LITHIUM

VERSION 2 – 26 MAI 2025

Ce dossier a été réalisé avec le concours de l'Unité Conseil



APAVE EXPLOITATION FRANCE
5 rue de la Johardière - CS 20289
44803 SAINT HERBLAIN CEDEX

VALIDATION

REDACTEUR(S)	FONCTION(S) / QUALITE(S) / QUALIFICATION(S)	DATE DE REDACTION
Clara SAID OMAR	Ingénieur Environnement APAVE EXPLOITATION FRANCE Agence de Saint Herblain	22/10/2024
VERIFICATEUR(S)	FONCTION(S) / QUALITE(S) / QUALIFICATION(S)	DATE DE VERIFICATION
Emmanuelle MARQUETTE	Chef de projet Environnement APAVE EXPLOITATION FRANCE Agence de Saint Herblain	13/12/2024/10/2024
APPROBATEUR(S)	FONCTION(S) / QUALITE(S) / QUALIFICATION(S)	DATE D'APPROBATION
François MALLET Krystal ZAOUANE Fabienne TREGAROT	SOCIETE VOLTR	16/12/2024

SUIVI DES MODIFICATIONS

VERSION	DATE DE REVISION	OBJET DE LA MODIFICATION
0	22/11/2024	Création du document
1	16/12/2024	Relecture VoltR
1	31/01/2025	Remarques phase amont DREAL
2	26/05/2025	Remarques instruction

Pièce jointe n°49¹**ETUDE DE DANGERS**

SOMMAIRE

1	RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS	7
1.1	PREAMBULE	7
1.2	CONTEXTE	9
1.2.1	<i>Activités de l'établissement et/ou des installations objet de l'étude</i>	<i>9</i>
1.2.2	<i>Environnement</i>	<i>9</i>
1.3	POTENTIELS DE DANGERS	11
1.4	ÉTUDE DETAILLEE DES RISQUES	12
1.4.1	<i>Evaluation de l'intensité des phénomènes dangereux</i>	<i>12</i>
1.4.2	<i>Evaluation de la gravité des accidents</i>	<i>13</i>
1.4.3	<i>Cinétique des accidents identifiés</i>	<i>13</i>
1.4.4	<i>Evaluation de la probabilité des accidents</i>	<i>13</i>
1.5	MESURES DE MAITRISE DES RISQUES	14
1.6	CARTOGRAPHIES RELATIVES AUX EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX	15
1.6.1	<i>Cartographies des zones d'effets du rayonnement thermique incendie d'un poids lourds</i>	<i>15</i>
1.6.2	<i>Cartographies des zones d'effets du rayonnement thermique incendie d'un auvent disposant de 6 alvéoles 15</i>	
1.7	CONCLUSION	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2	OBJET, OBJECTIFS ET CHAMP DE L'ETUDE DES DANGERS	18
2.1	OBJET DE L'ETUDE DES DANGERS	18
2.2	OBJECTIFS DE L'ETUDE	18
2.3	CONTEXTE ET CHAMP DE L'ETUDE	18
3	DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT	19
3.1	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	19
3.1.1	<i>Localisation de l'implantation de l'établissement</i>	<i>19</i>
3.1.2	<i>Environnement naturel</i>	<i>20</i>
3.1.3	<i>Environnement humain</i>	<i>20</i>
3.2	DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT	20
3.2.1	<i>Présentation de l'établissement, des activités et utilités</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Organisation de l'établissement</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Gestion des risques</i>	<i>22</i>
3.3	DESCRIPTION DES MOYENS GENERAUX DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION	25
3.3.1	<i>Mesures générales de prévention</i>	<i>25</i>
3.3.2	<i>Mesures de protection</i>	<i>26</i>
3.3.3	<i>Moyens d'intervention</i>	<i>29</i>
4	CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS	37
4.1	DANGERS LIES AU STOCKAGE DES BATTERIES	37
4.1.1	<i>Définition des batteries</i>	<i>37</i>
4.1.2	<i>Incendie lié à l'emballement thermique</i>	<i>37</i>
4.2	DANGERS LIES AUX ACTIVITES ANNEXES DU SITE	38
4.2.1	<i>Risques liés aux conditions opératoires</i>	<i>38</i>
4.2.2	<i>Risques liés aux équipements et installations</i>	<i>39</i>
4.3	POTENTIELS DE DANGERS DU SITE VOLTR	39
4.4	REDUCTION/JUSTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS	40
5	RETOUR D'EXPERIENCE : ACCIDENTOLOGIE	41
5.1	ACCIDENTOLOGIE DES ACTIVITES	41
5.1.1	<i>Répartition des accidents en fonction de leur typologie</i>	<i>41</i>
5.1.2	<i>Répartition en fonction des conséquences des accidents</i>	<i>42</i>
5.1.3	<i>Répartition en fonction de la cause des accidents</i>	<i>43</i>

5.2	PUBLICATIONS SPECIFIQUES DU BARPI.....	44
5.2.1	FLASH ARIA.....	44
5.2.2	Synthèse sur l'implication des batteries Lithium-ion dans l'accidentologie hors secteurs d'activités des déchets.....	45
6	ANALYSE DES AGRESSIONS POTENTIELLES.....	48
6.1	SOURCES POTENTIELLES D'AGRESSIONS EXTERNES.....	48
6.1.1	Traitement spécifique de certains événements initiateurs.....	48
6.1.2	Événements d'origine naturelle.....	49
6.1.3	Événements d'origine humaine.....	54
6.2	SOURCES POTENTIELLES D'AGRESSIONS INTERNES.....	56
6.2.1	Perte d'utilités.....	56
6.2.2	Circulation interne au site.....	56
6.3	CONCLUSION.....	57
7	ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES.....	58
7.1	PRESENTATION DE LA METHODE.....	58
7.2	ANALYSE DES RISQUES.....	58
7.2.1	Groupe de travail.....	58
7.2.2	Tableau d'analyse des risques.....	59
7.3	SELECTION DES PHENOMENES DANGEREUX.....	63
7.3.1	Phénomènes dangereux retenus.....	63
8	EVALUATION DE L'INTENSITÉ DES EFFETS DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX ET CARACTÉRISATION DE LA GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES.....	65
8.1	VALEURS DE REFERENCE RELATIVES AUX SEUILS D'EFFETS REGLEMENTAIRES.....	65
8.1.1	Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques.....	65
8.2	ÉVALUATION DES EFFETS THERMIQUES.....	66
8.2.1	Méthodes de modélisation.....	66
8.2.2	Modélisation des Phénomènes dangereux retenus.....	66
8.3	EVALUATION DE LA GRAVITE DES ACCIDENTS MAJEURS POTENTIELS.....	75
8.3.1	Méthodologie.....	75
8.3.2	Phénomènes dangereux concernés.....	75
8.3.3	Hypothèses d'évaluation de la gravité et résultats.....	76
8.4	SYNTHESE DES PRINCIPAUX RESULTATS / LISTE DES ACCIDENTS MAJEURS.....	76
9	CARACTERISATION DE LA CINETIQUE DES ACCIDENTS.....	77
9.1	INTRODUCTION.....	77
9.2	CINETIQUE DES ACCIDENTS CONSIDERES.....	77
10	CARACTERISATION DE LA PROBABILITE D'OCCURRENCE DES ACCIDENTS.....	78
10.1	PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE.....	78
10.2	ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES.....	78
10.2.1	Définitions.....	78
10.2.2	Sélection des mesures de maîtrise des risques.....	80
10.2.3	Justification de la performance des mesures de maîtrise des risques.....	81
10.3	DETERMINATION DE LA PROBABILITE D'OCCURRENCE ANNUELLE DES ACCIDENTS MAJEURS.....	83
11	SYNTHESE DE LA COTATION DES ACCIDENTS MAJEURS EN PROBABILITE, CINETIQUE, INTENSITE ET GRAVITE.....	83
12	RECAPITULATIF DES MESURES SUPPLEMENTAIRES DE MAITRISE DES RISQUES PREVUES, ISSUES DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	84
13	CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS.....	85

ANNEXES.....	86
ANNEXE 1 : LISTE DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET DOCUMENTS DE REFERENCE	87
ANNEXE 2 : LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	89
ANNEXE 3 : GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC	90
ANNEXE 4 : METHODOLOGIE RETENUE DANS L'ETUDE DE DANGERS	98
ANNEXE 5 : ÉVALUATION DES EFFECTIFS DE POPULATION.....	104
ANNEXE 6 : NOTE RELATIVE A CARACTERISATION EN GRAVITE ET EN PROBABILITE DES PHENOMENES DANGEREUX	106
ANNEXE 7 : EXCLUSIONS DE CERTAINS PHENOMENES DANGEREUX OU D'EFFETS PARTICULIERS	107
ANNEXE 8 : PLAN DE DEFENSE INCENDIE	108
ANNEXE 9 : ANALYSE DU RISQUE Foudre	109
ANNEXE 10 ACCIDENTOLOGIE	110
ANNEXE 11 : ÉTUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE SUR 6 ALVEOLES (STOCKAGE EN 3 NIVEAUX)	111
ANNEXE 12 : ÉTUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE D'UN CAMION CHARGE EN BATTERIES	112

1 RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

1.1 PREAMBULE

Conformément à l'article L.181-25 du Code de l'Environnement, l'étude de dangers précise les risques auxquels une installation classée peut exposer, directement ou indirectement, son environnement industriel, naturel et humain, 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.

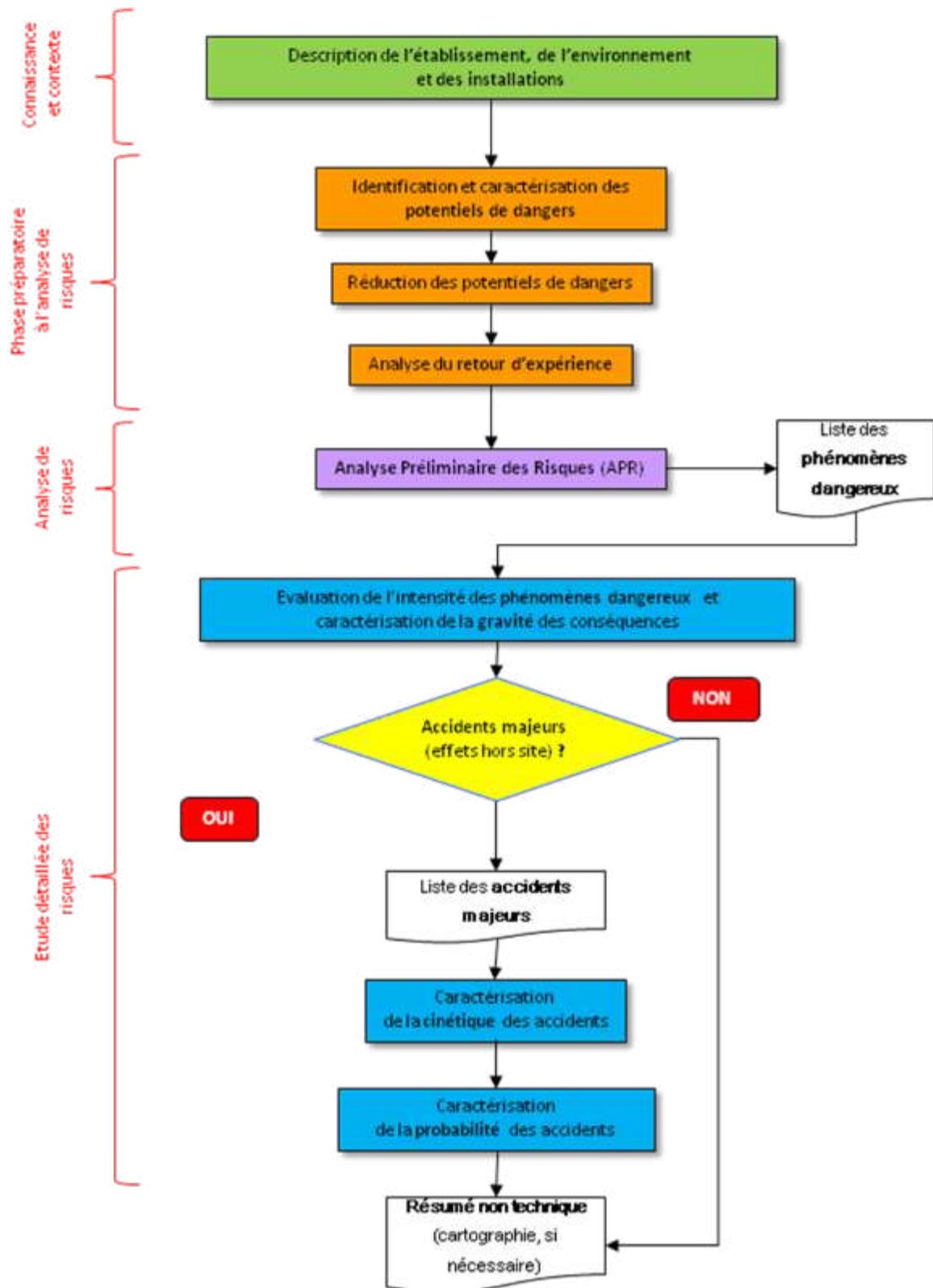
Cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.

Le présent document a donc pour objet de rendre compte de l'examen effectué par l'exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques de l'installation étudiée.

L'article D.181-15-2.III du Code de l'Environnement prévoit par ailleurs que : *"l'étude des dangers 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"*.

La méthodologie utilisée pour la présente étude de dangers est résumée dans le schéma ci-après.



1.2 CONTEXTE

1.2.1 Activités de l'établissement et/ou des installations objet de l'étude

La société VOLTR créée en 2023 est spécialisée dans le reconditionnement de batteries lithium ionique de différentes chimies (NMC, NCA, LFP... Pas de batteries Lithium Métal). Elle réalise la collecte, le tri et le démantèlement manuel de ces batteries.

Les batteries sont constituées d'un assemblage de cellules montées en série et en dérivation. Actuellement il suffit qu'une cellule ou qu'un groupe de cellules (module) soit défectueux pour que les performances de l'ensemble de la batterie chutent. L'activité de la société consiste à récupérer ces modules de cellules, les tester et les affecter à de nouvelles batteries, pour un usage différent de leur première vie.

Afin de débiter l'activité de la société au plus vite tout en respectant un seuil de stockage inférieur à 1 t de batterie, un permis de construire et un dossier de déclaration ICPE ont été réalisés en septembre 2024. Ainsi, le site est actuellement soumis au régime de la déclaration avec contrôle périodique au titre de la rubrique 2718-2 de la Nomenclature des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement.

Ainsi dans le cadre de l'augmentation prévue du gisement de collecte, la société VOLTR souhaite augmenter sa capacité de stockage de batterie sur son site de Durtal (49). Elle souhaite passer de 1 tonne à 49,9 tonnes de batteries stockées à moins de 1h du site de production. La société sera donc soumise au régime de l'autorisation au titre de la rubrique 2718-1.

1.2.2 Environnement

Le site de stockage de batteries est localisé sur la commune de Durtal dans le département de Maine et Loire (49). Elle est située au Nord-Est de la commune, le long de l'autoroute A11, et fait partie de la Zone d'activités de l'Anjou Actiparc « Les portes de l'Anjou ».

L'entreprise est bordée par :

- Au Nord : des zones d'habitation de la commune de Durtal ;
- A l'Ouest : des zones d'habitation de la commune de Durtal ;
- Au Sud-Ouest : l'entreprise Wienerberger de la zone d'activité de l'Anjou Actiparc ;
- Au Sud-Est : des entreprises de la zone d'activité commerciale « Les Ormeaux » et des zones d'habitations de la commune de Durtal ;
- A l'Est : l'autoroute A1, une habitation et par des parcelles agricoles.

La carte ci-dessous permet de localiser le voisinage immédiat de l'établissement.

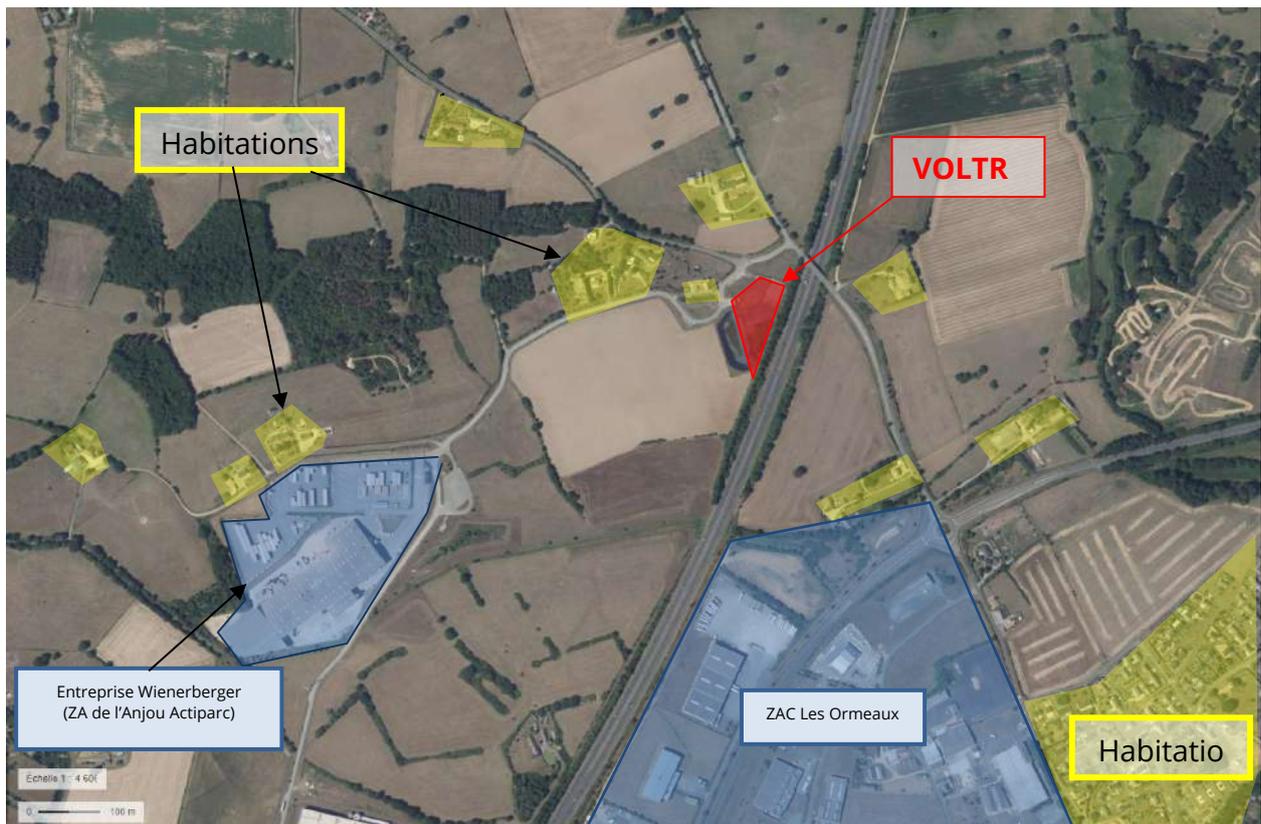


Figure 1 : Localisation de l'environnement de l'établissement

1.2.3 Historique du site

Le site était auparavant une friche industrielle, utilisé en partie pour stocker du grain sur une zone d'enrobé. Celui-ci ne faisait usage d'aucune rubrique ICPE.

1.3 POTENTIELS DE DANGERS

L'analyse des risques a conduit à l'identification des phénomènes dangereux suivants susceptibles de se produire à la suite du dysfonctionnement des mesures de maîtrise des risques mises en œuvre pour prévenir les causes internes ou externes à l'installation et/ou réduire leurs effets éventuels. :

PhD n°	Potentiel de dangers	Localisation	Phénomènes dangereux redoutés
1	Aire de réception et de contrôle des batteries : Poids lourd rempli de batteries	Auvent A	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
2	Zone de stockage des batteries sur rack (« batteries usagées » ; « batteries en quarantaine »)	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent C1) Batteries usagées = 16 alvéoles (auvents C1, C2, D et E) Total de 17 alvéoles	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
3	Zone de stockage des batteries en containers ("batteries neuves" ; "batteries en quarantaine")	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent D) Batteries neuves = 2 alvéoles (auvent D) Total de 3 alvéoles	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
4	Chute de batteries lors de la manutention	Ensemble du site	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
5	Charge du chariot de manutention	Auvent A	Incendie (effet thermique)

Tableau 1 : Synthèse des potentiels de dangers

1.4 ÉTUDE DÉTAILLÉE DES RISQUES

1.4.1 Evaluation de l'intensité des phénomènes dangereux

Chacun des phénomènes dangereux identifiés a fait l'objet d'une évaluation de l'intensité de ses effets sur l'environnement qu'ils soient de nature toxiques, thermiques, ou de surpression. Cette évaluation permet d'établir si les effets sont susceptibles de dépasser les limites de l'établissement.

Dans ce cas, le phénomène dangereux sera considéré comme un accident majeur potentiel.

Sa gravité, sa probabilité d'occurrence, et sa cinétique doivent alors être étudiées.

Les résultats des effets des phénomènes dangereux identifiés sont synthétisés dans le tableau suivant. Ils mettent en évidence :

Les accidents majeur potentiel identifiés sur le site concernent :

- ⇒ **Phénomène 1 : incendie d'un poids lourds rempli de batteries**
- ⇒ **Phénomènes 2 et 3 : incendie des auvents de stockage C2 et D, situé au Nord du site.**

Phénomène dangereux		Effets sur les personnes (Distances maxi par rapport aux installations)		
		Létaux significatifs	Létaux	Irréversibles
Ph 1	Incendie d'un poids lourd rempli de batteries	10 m	11 m	14 m
PhD 2 et 3	Incendie des auvents D et C2	5 m	10 m	12 m

SELS seuil des effets létaux significatifs délimitant la "zone des dangers très graves pour la vie humaine"
SEL seuil des effets létaux délimitant la "zone des dangers graves pour la vie humaine"
SEI seuil des effets irréversibles délimitant la "zone des dangers significatifs pour la vie humaine"

Tableau 2 : Evaluation de l'intensité de l'accident majeur potentiel

PhD 1 : La zone de chargement / déchargement des poids lourds sera située à plus de 10 m des auvents de stockage. De plus elle sera située à plus de 14 m des limites de propriété.

PhD 2 : Chaque auvent sera séparé des autres par une distance de 5 m ce qui permettra de respecter la distance liée aux effets dominos.

1.4.2 Evaluation de la gravité des accidents

La gravité des accidents est évaluée sur la base du comptage du nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans les zones d'effets et par l'utilisation de l'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations, donnée par l'arrêté du 29/09/2005.

Cette échelle comporte cinq niveaux de gravité : niveau I (modéré), niveau II (sérieux), niveau III (important), niveau IV (catastrophique), niveau V (désastreux).

N°	Phénomène dangereux	Gravité
PhD 2 et 3	Incendie des auvents D et C2	Sérieux (II)

Tableau 3 : Évaluation de la gravité de l'accident majeur potentiel

1.4.3 Cinétique des accidents identifiés

Le tableau suivant présente la cinétique associée à chacun des accidents identifiés :

Type de phénomène dangereux	Cinétique	Argumentaire
Incendie des auvents D et C2	Lente	En présence de dispositif particulier ralentissant la généralisation de l'incendie (compartimentage coupe-feu, extinction automatique...), l'incendie est considéré de cinétique lente.

Tableau 4 : Évaluation de la cinétique de l'accident majeur potentiel

1.4.4 Evaluation de la probabilité des accidents

L'évaluation de la probabilité des accidents majeurs potentiels a été réalisée en utilisant une approche qualitative se basant en particulier sur le retour d'expérience et sur les pratiques dans les domaines d'activité considérés.

La probabilité retenue tient compte de l'évaluation des mesures de maîtrise des risques en matière d'efficacité, de cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, de tests et de maintenance.

Pour chaque phénomène dangereux, une classe de probabilité a été attribuée selon la grille de probabilité de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005. Celle-ci comporte cinq classes de probabilité d'événements : A (courant), B (probable), C (improbable), D (très improbable), E (possible mais extrêmement peu probable).

Phénomène dangereux	Mesures de prévention et de protection	Probabilité
Incendie des auvents D et C2	<ul style="list-style-type: none"> Maîtrise des sources d'ignition : interdiction de fumer, permis de feu, ... Isolement des stockages : 6 bacs par alvéoles / jusqu'à 6 alvéoles dans les auvents C2 et D. 	Très peu probable (C)

Phénomène dangereux	Mesures de prévention et de protection	Probabilité
	<ul style="list-style-type: none"> • Auvent D : 3 alvéoles disposant de 3 conteneurs =>détecteurs incendie et extincteurs à proximité • Auvent C2 et D dont les stockages sont réalisés en racks => Détecteurs et extinction incendie pour chaque bac de stockage • Isolement de chaque alvéole par des parois-feu 2h (REI 120) d'une hauteur de 4m (non modélisé dans l'étude de flux thermique) et une couverture Broof T3 • Détecteur et arrivée d'eau indépendante par bac ADR sur rack • Lors de la détection de fumée ou d'élévation anormale de température dans un bac, le système s'actionne et vient à l'aide d'une électrovanne, noyer le bac impacté afin de contenir l'emballement thermique et/ou le départ de feu • Moyens d'extinction sur site 24h/24 pour intervention sur départ incendie • Présence de plots béton REI 120 en limite de propriété limitant la propagation des flux thermiques en dehors des limites du terrain 	

Tableau 5 : Evaluation de la probabilité de l'accident majeur potentiel

1.5 MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

Les principales mesures de prévention et de protection incendie sont les suivantes :

- Maîtrise des sources d'ignition : interdiction de fumer, permis de feu,...
- Isolement des stockages : 6 bacs par alvéoles / jusqu'à 6 alvéoles dans les auvents C2 et D.
- Auvent D : 3 alvéoles disposant de 3 conteneurs =>détecteurs incendie et extincteurs à proximité
- Auvent C1, C2 , D et E dont les stockages sont réalisés en racks => Détecteurs et extinction incendie pour chaque bac de stockage
- Isolement de chaque alvéole par des parois coupe-feu 2h (REI 120) d'une hauteur de 4 m (non modélisé dans l'étude de flux thermique) et une couverture Broof T3
- Système d'extinction automatique incendie : Lors de la détection de fumée ou d'élévation anormale de température dans un bac, le système s'actionne et vient à l'aide d'une électrovanne, noyer le bac impacté afin de contenir l'emballement thermique et/ou le départ de feu
- Détecteur et arrivée d'eau indépendante par bac ADR sur rack
- Moyens d'extinction sur site 24h/24 pour intervention sur départ incendie
- Ensemble du site disposant d'une rétention des eaux d'extinction d'incendie (ou de confinement lors de déversement accidentel hors des zones de dépotage), d'un volume de 400 m³.
- Présence de plots béton REI 120 en limite de propriété limitant la propagation des flux thermiques en dehors des limites du terrain

1.6 CARTOGRAPHIES RELATIVES AUX EFFETS DES PHENOMENES DANGEREUX

1.6.1 Cartographies des zones d'effets du rayonnement thermique incendie d'un poids lourds



Figure 2 : Débit calorifique d'incendie retenu pour le poids lourd

1.6.2 Cartographies des zones d'effets du rayonnement thermique incendie d'un auvent disposant de 6 alvéoles

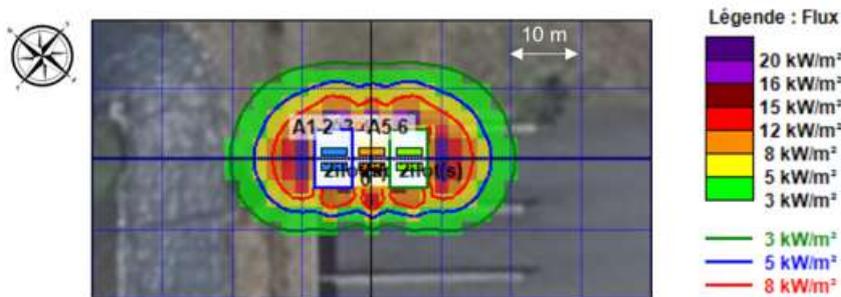


Figure 3 : Débit calorifique d'incendie retenu pour un auvent de 6 alvéoles contenant des caisses ADR stockées sur 3 niveaux (hypothèses maximalistes)

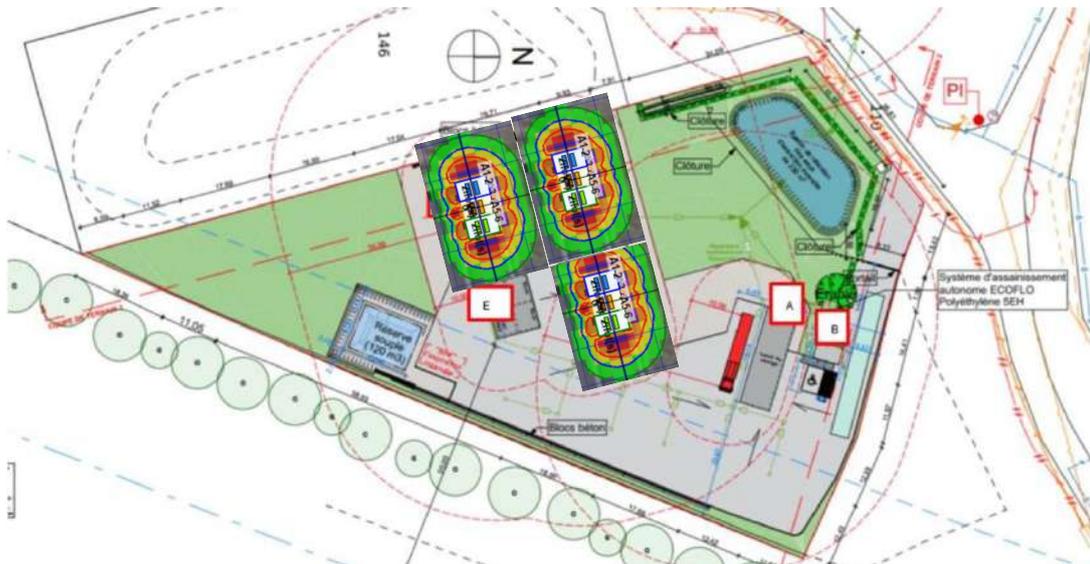


Figure 4 : Cartographie du site (hypothèses maximalistes)

1.7 DISTANCES D'EFFETS DE TOXICITE AIGÛE DU AUX FUMÉES

1.7.1 Distances d'effets de toxicité aigüe dû aux fumées incendie d'un poids lourds

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	2,5 m	5,5 m
	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Figure 5 : Distances d'effets de toxicité aigüe pour le scénario d'incendie d'un poids lourds

1.7.2 Distances d'effets de toxicité aigüe dû aux fumées incendie d'un auvent disposant de 6 alvéoles

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	1,5 m	3,0 m
	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Figure 6 : Distances d'effets de toxicité aigüe pour le scénario d'incendie d'un auvent disposant de 6 alvéoles

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25 Page 17 sur 112
---	-------------------------	-------------------------------

1.8 CONCLUSION

En conclusion, sur le site de ce projet, au regard des mesure de prévention et de protection réalisées ou à venir, permettant de réduire la criticité des accidents, le niveau de risque des accidents envisagés a été considéré comme acceptable.

2 OBJET, OBJECTIFS ET CHAMP DE L'ETUDE DES DANGERS

2.1 OBJET DE L'ETUDE DES DANGERS

L'étude des dangers s'inscrit dans la démarche de maîtrise des risques qu'un exploitant de site industriel doit mettre en place en vue d'obtenir, après un processus administratif impliquant l'instruction par les services de l'État et la consultation du public, une autorisation d'exploiter dans les conditions décrites dans cette étude de dangers et pour les différents risques qui y sont exposés.

Réalisée sous la responsabilité de l'exploitant, elle s'attache principalement à démontrer explicitement la maîtrise des risques d'accidents majeurs associés aux installations et activités industrielles.

Comme le mentionne l'article L. 181-25 du Code de l'environnement (CE) :

"L'étude de dangers précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts visés au 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 selon une méthodologie qu'elle explicite.

Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents".

Elle a donc pour objet de rendre compte de l'examen effectué par l'exploitant pour caractériser, analyser, évaluer, prévenir et réduire les risques d'une installation ou d'un groupe d'installations situé dans un environnement industriel, naturel et humain défini, autant que technologiquement réalisable et économiquement acceptable, que leurs causes soient intrinsèques aux substances ou matières utilisées, liées aux procédés mis en œuvre dans l'installation, à la gestion de l'établissement ou dues à la proximité d'autres risques d'origine interne ou externe à l'installation.

2.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'étude des dangers doit permettre d'autoriser et réglementer la ou les installations dont elle est l'objet.

L'étude de dangers peut également servir de base :

- À l'information préventive sur les risques des tiers et des exploitants des installations classées voisines (pour la prise en compte d'éventuels effets dominos), ainsi qu'à la consultation du CSE (Comité Social et Économique) ;
- À la définition de règles d'urbanisation ;
- À l'élaboration des plans d'urgence interne.

2.3 CONTEXTE ET CHAMP DE L'ETUDE

Le projet de stockage de batteries est localisé sur la commune de Durtal dans le département de Maine et Loire (49). Elle est située au Nord-Est de la commune, le long de l'autoroute A11, et fait partie de la Zone d'activités de l'Anjou Actiparc « Les portes de l'Anjou ».

Ce projet est soumis à autorisation au titre de la Législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sous la rubrique 2718 et doit respecter les exigences de l'arrêté ministériel du 22 décembre 2023

Le projet de centre de stockage de batteries usagées de la société VoltR prend également en compte les prescriptions des arrêtés ministériels suivants :

- **L'arrêté du 2 février 1998**, modifié, relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées soumises à autorisation. Les dispositions de cet arrêté sont appliquées pour la gestion des eaux pluviales, la rétention des eaux d'extinction (bassin de 400 m³), l'absence de rejet permanent d'effluents liquides industriels et le principe de non-mélange des eaux.
- **L'arrêté du 4 octobre 2010**, modifié, relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances dangereuses dans les ICPE soumises à autorisation. L'analyse des risques accidentels développée dans l'étude de dangers respecte les prescriptions méthodologiques de cet arrêté, notamment l'identification des phénomènes dangereux, leur cotation (intensité, gravité, cinétique, probabilité) et la justification des mesures de maîtrise des risques (MMR).

Les mesures techniques et organisationnelles mises en œuvre sont décrites dans le présent dossier et permettent d'assurer la conformité du projet avec ces deux textes de référence.

L'étude de dangers est à réaliser dans le cadre de la constitution du dossier d'autorisation d'exploiter.

3 DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT

3.1 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

Ce chapitre a pour objectif de décrire l'environnement dans la zone d'étude des installations objet de l'étude, afin d'identifier les principaux intérêts à protéger (enjeux) et les facteurs de risque que peut représenter l'environnement vis-à-vis de l'installation (agresseurs potentiels).

3.1.1 Localisation de l'implantation de l'établissement

Le projet de stockage de batteries est localisé sur la commune de Durtal dans le département de Maine et Loire (49). Elle est située au Nord-Est de la commune, le long de l'autoroute A11, et fait partie de la Zone d'activités de l'Anjou Actiparc « Les portes de l'Anjou ».

La carte ci-dessous permet de localiser l'environnement de l'établissement

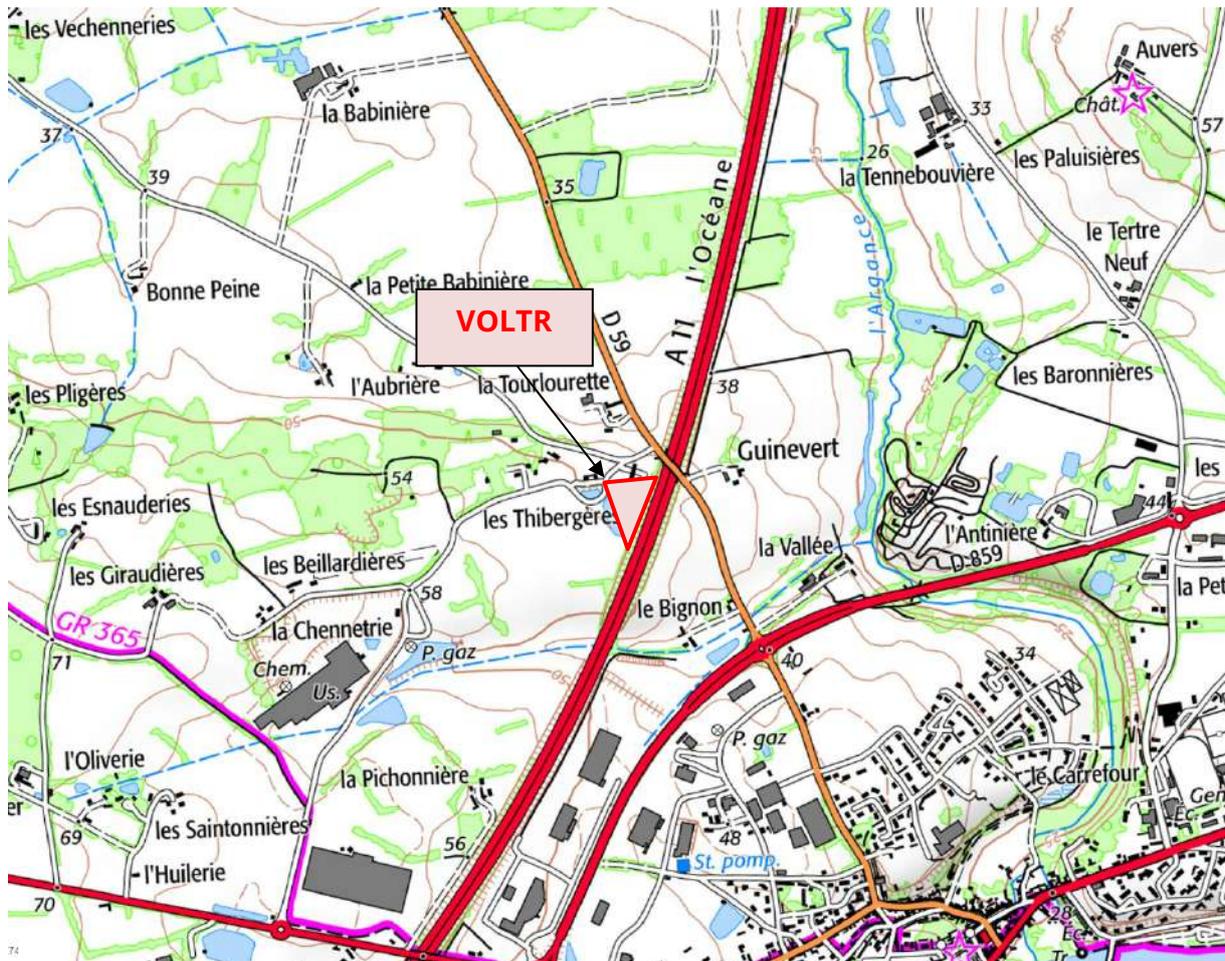


Figure 7 : Localisation du site de VOLTR

3.1.2 Environnement naturel

La description de l'environnement naturel est présentée dans la PJ 6.6.

3.1.3 Environnement humain

La description de l'environnement humain est présentée dans la PJ6.6.

3.2 DESCRIPTION DE L'ETABLISSEMENT

3.2.1 Présentation de l'établissement, des activités et utilités

La description de l'établissement, des activités et des utilités est présentée dans la PJ 3.1.

3.2.2 Organisation de l'établissement

3.2.2.1 Organisation générale, responsabilités

Le directeur d'activité gère l'ensemble des activités de la société VoltR (site de stockage et site de production) et sera chargé de la sécurité sur le site. Il sera aidé dans sa mission par le responsable QSE et le responsable ICPE.

Une surveillance du site sera mise en place par report d'alarme vers un télésurveilleur pour une levée de doute et/ou appel aux services d'incendie et de secours.

3.2.2.2 Effectifs et horaires de fonctionnement de l'établissement

Le nombre de salariés envisagé sur le site à moyen terme sera de 1 salarié opérant en tant qu'agent de manutention.

Le site sera ouvert 5 jours sur 7, du lundi au vendredi, de 08h00 à 17h30. Le nombre de jours travaillé sera de 240 jours par an.

3.2.2.3 Contrôle d'accès, surveillance et gardiennage

La protection du site contre les intrusions et la malveillance sera assurée en premier lieu par la présence d'une clôture métallique de 1,80 m sur la totalité du périmètre et d'un portail d'accès fermé en dehors des horaires d'ouverture. Une haie sera plantée au nord-ouest du site afin de doubler la clôture et créer un écran végétal.

L'accès aux alvéoles de stockage ne sera permis qu'aux personnes autorisées (fermeture à clé).

En dehors des horaires d'ouvertures, une télésurveillance sera assurée par un organisme externe.

A chaque fin de poste le personnel sur site réalisera une ronde. La procédure sera la suivante :

1. Vérification de la centrale incendie – absence de défauts, s'assurer que tout est bien sous détection
2. Vérification de la fermeture de tous les containers
3. Vérification du container « quarantaine » : vérification de la température à l'aide d'une caméra thermique.
4. Le rondier signera la feuille d'émargement après sa ronde de fin de poste

3.2.3 Gestion des risques

3.2.3.1 Prévention des risques professionnels

En ce qui concerne les phénomènes dangereux dont les zones d'effets ne débordent pas des limites de l'établissement, et sous réserve qu'ils ne génèrent aucun effet domino interne, ils ne seront pas classés en gravité au titre de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005 [R2].

En effet, les dangers et risques associés seront étudiés dans le cadre de l'évaluation des risques professionnels et du document unique.

3.2.3.2 Formation du personnel à la sécurité

- Tout nouvel embauché sera informé des règles applicables en termes de sécurité, qualité, hygiène et environnement dans l'entreprise via le livret d'accueil ;
- Le personnel sera formé à son poste de travail ; Des causeries sécurité seront organisées en cas d'incidents afin de définir les actions amenant à la réduction des risques.
- Formation secouristes du travail selon le besoin des activités et en fonction du code du travail ;
- Révision annuelle du plan d'intervention incendie (présence d'un unique salarié sur le site) ;
- Plan indiquant les voies d'accès des secours ou pompiers en cas de sinistre et le sens de circulation sur le site ;
- Formation première intervention incendie avec manipulation des extincteurs et RIA, extinction sur feux réels ;

3.2.3.3 Maîtrise des procédés, maîtrise d'exploitation

L'activité disposera d'une procédure de réception des batteries. Cette procédure est rappelée ci-dessous (cf. PJ 3.1) :

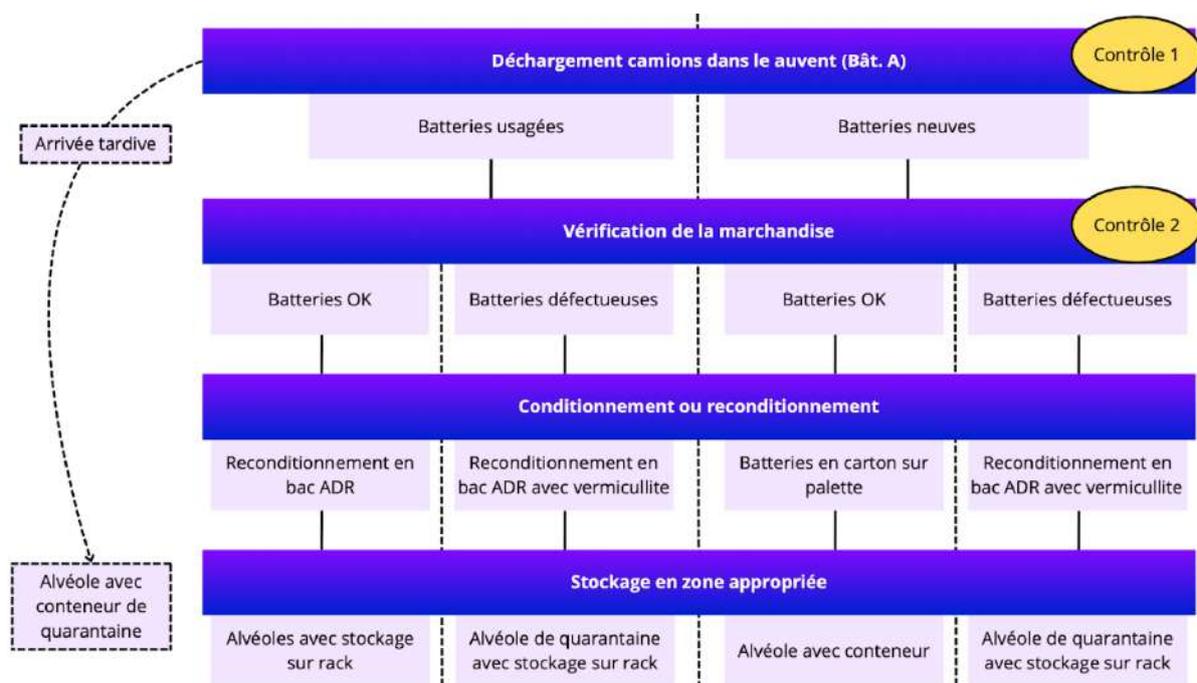


Figure 8 : Procédure de réception des batteries

3.2.3.4 Maintenance et travaux (gestion de la sous-traitance)

- Inspections régulières des installations par l'ensemble des salariés ;
- Nettoyage régulier des extérieurs et des locaux.

3.2.3.5 Contrôles liés à la sécurité

Dispositif	objet du contrôle	Fréquence vérification
Détecteurs de fumée et d'élévation anormale de la température dans un bac de stockage ADR sur les racks		Vérification annuelle par installateur ou organisme agréé
Détecteurs de fumée et d'élévation anormale de la température dans les 3 containers (auvent D)		Vérification annuelle par installateur ou organisme agréé
Extincteurs mobiles appropriés aux risques		Vérification annuelle par installateur qualifié ou par organisme vérificateur qualifié
Installation d'extinction automatique incendie sur chaque alvéole avec stockage en rack		Types et fréquence des vérifications et essais définis par le référentiel de conception retenu
Contrôle par thermographie infrarouge à chaque livraison		Non défini à ce jour

Tableau 6 : Mesures de contrôle de la sécurité

3.2.3.6 Gestion des situations d'urgence

La gestion des situations d'urgence s'effectue selon les modalités et avec les moyens définis dans le Plan de Défense Incendie.

Les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les moyens d'intervention, les scénarios accidentels identifiés sont décrits dans ce document qui est présenté en annexe 8.

Le Plan de Défense Incendie comporte les éléments suivants :

1. Présentation du site.
2. Mise en œuvre du PDI - Fiches "réflexe" et "récapitulatives".
3. Renseignements organisationnels.
4. Renseignements techniques.
5. Éléments contractuels concernant la défense incendie.

Un exercice sera organisé tous les ans sur un des scénarios accidentels identifiés avec le concours de pompiers. Un compte rendu d'exercice sera rédigé systématiquement et le PDI amélioré en fonction des conclusions de l'exercice. En effet le document présenté en annexe 8 est une version projet contenant l'ensemble des informations disponible à ce jour. IL sera mis à jour lors de la réception du site et régulièrement mis à jour.

3.2.3.7 Investissements en faveur de la prévention des accidents majeurs

Les batteries seront stockées dans des auvents de stockages qui seront chacun constitués de 6 ou 2 alvéoles : Au total le site disposera de 20 alvéoles correspondant à tout au plus 50 tonnes de batteries. La répartition du stockage s'organisera comme suit :

- 16 alvéoles de stockage sur racks « batteries usagées »
- 2 alvéoles de stockage « batteries mises en quarantaine » (Sous le auvent C1 et D)
- 2 alvéoles de stockage en containers pour les "batteries neuves" (Auvent D)

Chaque alvéole sera entourée de mur béton REI 120 d'une hauteur de 4 m.

Chacune de ces alvéoles accueillera un système de racks sur 2 étages pouvant contenir 6 bacs ADR de dimensions L.1200xl.1000xH.820mm dans lesquels seront stockées les batteries. Ces racks seront pourvus d'un système de détection et d'extinction incendie permettant de noyer le ou les bacs touchés par un emballage thermique de batterie en moins d'une minute.

Chaque emplacement de bac ADR sera équipé d'un détecteur de fumée et d'élévation de température ainsi que d'une électrovanne permettant le noyage indépendant des bacs selon le fonctionnement suivant :

N°	Étape	Condition	Action	Résultat
1	Batterie défectueuse dans un bac	Présence de batterie défectueuse	-	Augmentation de température ou dégagement de fumée
2	Détection d'une anomalie	Température élevée ou fumée détectée	Détecteur activé	Anomalie signalée
3	Activation de l'alarme et du système d'extinction	Signal du détecteur reçu	Alarme déclenchée, pompe démarrée, et électrovanne du bac concerné activée	Avertissement sonore et début du processus de noyage
4	Noyage du bac	Électrovanne ouverte et pompe en fonctionnement	Eau versée dans le bac concerné	Bac immergé en moins d'une minute
5	Fermeture de l'électrovanne	Volume d'eau nécessaire atteint	Électrovanne fermée	Volume d'eau utile déversé, extinction réussie

Tableau 7 : Mesures de contrôle de la sécurité au niveau des emplacements des bacs ADR

3.3 DESCRIPTION DES MOYENS GENERAUX DE PREVENTION, DE PROTECTION ET D'INTERVENTION

3.3.1 Mesures générales de prévention

3.3.1.1 Maîtrise du risque incendie

Le site disposera d'une détection automatique d'incendie associé au système d'extinction automatique des alvéoles de stockage des batteries. Lors de la détection de fumée ou d'élévation anormale de température dans un bac, le système s'activera et le bac impacté sera noyé afin de contenir l'emballage thermique et/ou le départ de feu.

Afin de prévenir la malveillance le site disposera :

- D'une vidéosurveillance
- D'un portail fermé hors des horaires d'ouverture du site
- Chaque alvéole de stockage sera fermée à clé

Remarque : une boîte à clé sera mise à disposition à l'entrée du portail manuel à l'entrée du site. Le code pour l'ouvrir sera disponible sur l'application et la base de données BatiFire en flashant le QR Code affiché.

3.3.1.2 Prévention des risques d'explosion à l'échelle du site

Conformément au Code du Travail, la démarche de prévention des risques d'explosion du site comprend :

- La définition, détermination et réduction des zones présentant un risque d'apparition d'atmosphère explosive (ATEX) en fonctionnement normal
- L'évaluation du risque d'explosion en tenant compte de la probabilité d'apparition d'une source d'inflammation. Cette phase d'évaluation intègre la vérification de conformité du matériel en zone ATEX
- La mise en place de procédures opérationnelles permettant de prévenir le risque d'explosion

Au vu de l'activité du site, le risque d'explosion est écarté.

3.3.1.3 Prévention des risques d'incendie à l'échelle du site

- Conformité et contrôle des installations électriques
- Mise à la terre
- Interdiction des feux
- Permis de feu demandé aux prestataires
- Ensemble du système de détection et d'extinction automatique
- Utilisation de caméras thermiques pour le contrôle à la réception

3.3.1.4 Prévention du vieillissement des installations industrielles (PMII)

Les installations de l'établissement n'entrent pas dans le champ du périmètre du Plan de Modernisation des Installations Industrielles (PMII) et ne sont pas soumises aux prescriptions des arrêtés ministériels du 03/10/2010 et du 04/10/2010 pris pour l'application de ce plan.

3.3.1.5 Consigne d'exploitation et de sécurité

Conformément à l'article 59 de l'arrêté ministériel du 4/10/2010, l'exploitant a établi des consignes d'exploitation pour l'ensemble des installations comportant explicitement les vérifications à effectuer, en conditions d'exploitation normale, en périodes de démarrage, de dysfonctionnement ou d'arrêt momentané de façon à permettre en toutes circonstances le respect des dispositions du présent arrêté ainsi que de l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Ces consignes d'exploitation précisent :

- Les mesures des arrivées sur site : entreposage des livraisons en attente de caractérisation / contrôle conformité dans une zone de quarantaine éloigné des bâtiments de stockage
- Les vérifications à effectuer, en particulier pour s'assurer périodiquement de l'étanchéité des dispositifs de rétention, préalablement à toute remise en service après arrêt d'exploitation, et plus généralement aussi souvent que le justifieront les conditions d'exploitation ;
- L'obligation du " permis d'intervention " pour les parties concernées de l'installation ;
- Les conditions de stockage des produits,
- L'ensemble des contrôles, vérifications, les opérations d'entretien menés sont notées sur un ou des registres spécifiques.
- Mise en place de consignes particulières pour l'immersion des batteries en cas d'incendie

L'exploitant établit par ailleurs des consignes de sécurité, qui indiquent :

- L'interdiction d'apporter du feu sous une forme quelconque, notamment l'interdiction de fumer dans les zones présentant des risques d'incendie ou d'explosion, sauf cas spécifique d'une intervention dûment encadrée par un permis d'intervention ;
- Les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité de l'installation (électricité, réseaux de fluides) ;
- Les modalités de mise en œuvre des moyens d'intervention et d'évacuation ainsi que les moyens d'extinction à utiliser en cas d'incendie ;
- Les modalités de mise en œuvre des dispositifs d'isolement du réseau de collecte ;
- La procédure d'alerte avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services d'incendie et de secours, etc... ;
- L'organisation de l'exploitant en cas d'incident ou de sinistre ;
- L'obligation d'informer l'inspection des installations classées en cas d'accident.

3.3.2 Mesures de protection

3.3.2.1 Détection incendie

Chaque emplacement de bac ADR sera équipé d'un détecteur de fumée et d'élévation de température ainsi que d'une électrovanne permettant le noyage indépendant des bacs. De cette façon, les alvéoles de stockage seront protégées par une installation d'extinction automatique d'incendie.

Toutes les alarmes incendie seront reportées au télésurveilleur avec disponibilité permanente (24 h / 24 et 365 j / an) assurée. Les alarmes seront gérées dans le cadre de consignes et du plan de défense incendie de l'établissement (cf. annexe 8).

Ces détecteurs feront l'objet de vérifications annuelles par des sociétés spécialisées. L'intervention comprendra la vérification des remontées d'alarmes au télésurveilleur.

Conformément à l'article 55 de l'arrêté ministériel du 04/10/2010 modifié, l'exploitant tient à jour la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité, détermine et met en œuvre les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps.

3.3.2.2 Protection incendie

Les auvents sont réalisés avec une couverture classée Broof T3, conformément aux exigences de réaction au feu en cas de rayonnement thermique et chaque alvéole de stockage disposera de parois REI 120 d'une hauteur de 4 m.



Figure 5 : Alvéoles de stockage

17 alvéoles (dont 1 alvéole dédiée aux batteries mises en quarantaine) sur les 20 dédiées au stockage de batteries, accueilleront un système de racks sur 2 étages pouvant contenir 6 bacs ADR de dimensions L.1200xl.1000xH.820mm dans lesquels seront stockées les batteries. Ces racks seront pourvus d'un système de détection et d'extinction incendie permettant de noyer le ou les bacs touchés par un emballage thermique de batterie en moins d'une minute.

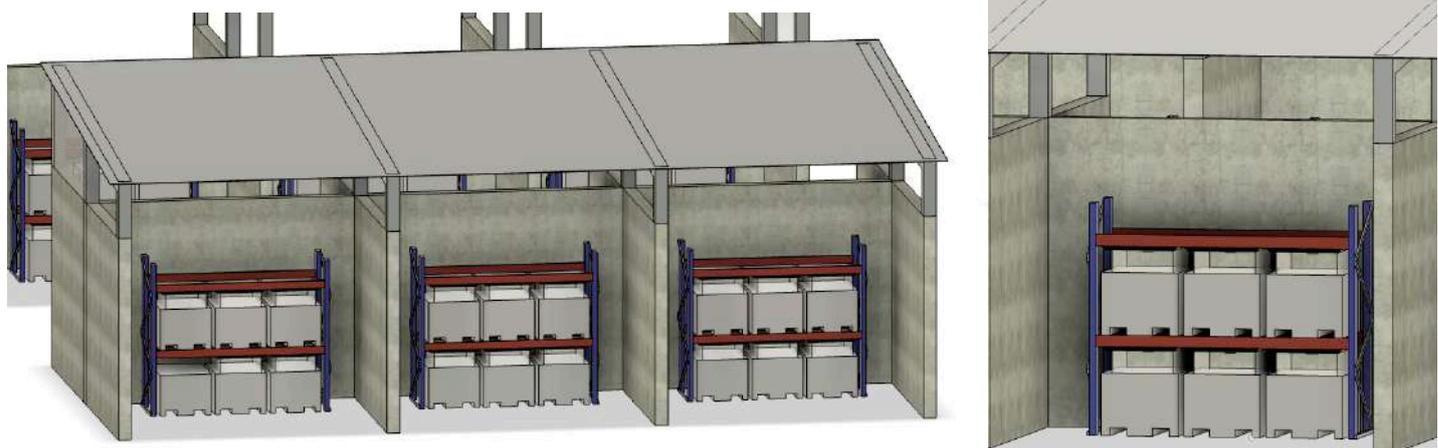


Figure 6 : Alvéoles de stockage pourvues de racks

Les 3 autres alvéoles seront dédiés à du stockage de batteries en container de 10 pieds (L.2991xl.248xH.2380mm). Ces containers seront pourvus d'un système de détection incendie (détecteur de fumée et/ou de température) au plafond qui sera relié à la centrale incendie.



Figure 9 : Composition des alvéoles de stockage pourvu de containers

La classification relative à la résistance au feu d'un élément de construction est basée sur les symboles et critères suivants :

Symbole R pour "capacité portante".

Le critère de résistance (R) signifie que l'élément continue d'assurer sa fonction résistante pendant la durée indiquée (120 mn, 60 mn, 30 mn ...).

Symbole E pour "étanchéité au feu".

Le critère d'étanchéité (E) signifie que l'élément considéré est étanche aux flammes, gaz inflammables et fumées.

Symbole I pour "isolation thermique".

Le critère d'échauffement fait référence à l'échauffement de la face opposée à celle exposée au feu qui ne doit pas excéder 140 °C en moyenne et doit rester inférieur à 180 °C en tous ses points.

Les désignations R, RE et REI ont remplacé les termes "stable au feu", "pare-flamme" et "coupe-feu".

- Désenfumage des bâtiments

Les dispositifs d'évacuation naturelle de fumées et de chaleur (DENFC) permettent de limiter, dans les locaux de grandes dimensions, l'extension du sinistre en cas d'incendie par la propagation des fumées chaudes de combustion.

Les zones de stockages des batteries ne seront pas situées dans des bâtiments mais sous des auvents ventilés en permanence.

3.3.2.3 Rétentions associées aux capacités contenant des produits liquides polluants

Absence de stockage de produits liquides sur le site. Le projet ne concerne que le stockage de batteries. Ces batteries seront transférées sur le site de traitement de la société VOLTR dans un second temps.

3.3.3 Moyens d'intervention

3.3.3.1 Dispositif d'extinction automatique

- Secteurs protégés

La protection contre l'incendie des zones de stockage sera assurée au moyen d'une installation d'extinction automatique. Chaque rack de stockage sera pourvu d'un système de détection et d'extinction incendie permettant de noyer le ou les bacs touchés par un emballage thermique de batteries en moins d'une minute.

- Caractéristiques principales de l'installation d'extinction automatique

Le système de sécurité incendie de la société sera conforme à la norme EN54. Il sera composé :

- D'un Équipement de Contrôle et de Signalisation (ECS) avec afficheur placé dans le local technique (bâtiment unité mobile), sur lequel est raccordé :
 - ✓ Des détecteurs multi-capteurs double optique thermique IQ8Quad O²T adressable, afin de détecter l'éclosion d'un feu à l'intérieur de chaque bac ADR et dans le container
 - Bacs ADR noyables : 1 détecteur placé au-dessus de chaque bac sur rack
 - Container simple : 1 détecteur placé au plafond du container
 - ✓ Un déclencheur manuel par alvéole
- D'un Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie (CMSI) avec afficheur placé dans le local technique, qui permet :
 - ✓ De Piloter automatiquement la vanne correspondante à la zone en alarme afin de procéder à l'extinction par eau du bac ADR en feu
 - ✓ De piloter manuellement les vannes d'extinction depuis le local technique
 - ✓ D'activer le diffuseur sonore forte puissance placé à l'extérieur du local technique afin d'avertir le personnel sur site
 - ✓ D'actionner la vanne guillotine pour fermer le bassin de rétention des eaux d'extinction
- Un transmetteur avec alimentation de secours (12h minimum) permettant de transmettre alarmes et défauts vers un télésurveilleur APSAD P3 minimum
 - Levée de doute par un télésurveilleur et appel SDIS
 - L'ensemble des informations sera disponible par l'intermédiaire de l'application BatiFire utilisée par le SDIS 49

Le système d'extinction automatique est assuré au moyen de canalisations reliant la pompe à chaque bac ADR indépendamment des autres.

La pompe est implantée dans un local technique hors d'eau et hors d'air situé sous l'auvent E. Celle-ci est directement alimentée par une cuve de 30m³ se trouvant dans une alvéole sous l'auvent E. Les caractéristiques techniques de la pompe et de la cuve sont les suivantes :

- une pompe électrique;
- une cuve d'eau cylindrique verticale de 30 m³
- Maintenance et vérifications de l'installation d'extinction automatique

La maintenance sera réalisée par le fournisseur

3.3.3.2 Évaluation des besoins en eau pour la lutte contre l'incendie

Le dimensionnement des besoins en eau pour la lutte contre l'incendie est réalisé sur la base du Guide² Pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie D9 de juin 2020.

La méthode est mise en œuvre pour chacun des secteurs non recoupés listés ci-après.

Le calcul est effectué à partir des hypothèses suivantes :

- La hauteur de stockage ;
- La stabilité au feu de la construction abritant l'installation ;
- Le type d'intervention interne disponible (accueil 24 h / 24, détection incendie avec report d'alarme, service de sécurité incendie 24 h / 24) ;
- La surface de référence du risque ;
- La catégorie du risque ;
- La présence ou non d'un dispositif d'extinction automatique incendie.

L'évaluation est réalisée en retenant, dans l'annexe 1 du guide, relative au classement des activités et stockages, le fascicule S "activité lié aux déchets" . Au vu de la spécificité du stockage que représente les batteries au lithium il a été retenu un niveau de risque 3.

Sur le site, la surface la plus grande sera celle d'une alvéole de stockage, soit 132 m².

Les hypothèses prises en compte sont présentées dans le tableau suivant :

Hauteur de stockage	Jusqu'à 3 m
Stabilité au feu	Alvéole R60
Matériaux aggravant	Non
Intervention interne	Absence de gardiennage 24h/24 Présence de DAI généralisée reportée 24/24 Absence d'équipe de seconde intervention
Activité	Pas de référence exacte Fascicule S : Activités liées aux déchets
Surface	132 m ²

Tableau 8 : Hypothèses de calculs D9

L'application de la méthode proposée par le document D9 conduit, pour la lutte contre l'incendie, à un débit d'eau de 60 m³/h à mettre à disposition pour assurer la protection des installations, le besoin à retenir est de 120 m³ sur 2 heures.

La société VOLTR prévoit de mettre en place une réserve en eau (bâche) de 120 m³.

A noter également la présence d'un hydrant à l'entrée du site dont le débit est de 53 m³/h. Ainsi, les besoins en eau du site sont satisfaits.

La note de calcul réalisée est présentée ci-dessous.

² Guide pratique élaboré à l'initiative du ministère de l'Intérieur, du ministère de la Transition écologique, de la Fédération française de l'assurance (FFA) et de CNPP.



Dimensionnement des besoins en eau pour la défense extérieure contre l'incendie selon le guide D9

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE			
Désignation des bâtiments, locaux ou zones constituant la surface de référence			
Principales activités			
Stockages (quantité et nature des principaux matériaux combustibles/inflammables)			
CRITERES	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE Stockage	COMMENTAIRES/ JUSTIFICATIONS
HAUTEUR DE STOCKAGE ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾ - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12 m - Jusqu'à 30 m - Jusqu'à 40 m - Au delà de 40 m	0 + 0,1 + 0,2 + 0,5 + 0,7 + 0,8	0	hauteur de stockage max : 3 m
TYPE DE CONSTRUCTION ⁽⁴⁾ - Résistance mécanique de l'ossature ≥ R 60 - Résistance mécanique de l'ossature ≥ R 30 - Résistance mécanique de l'ossature < R 30	- 0,1 0 + 0,1	- 0,1	Alvéoles séparées par des paroi R120 d'une hauteur de 4 m
MATERIAUX AGGRAVANTS Présence d'au moins un matériau aggravant ⁽⁵⁾	+ 0,1	0	non
TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES - Accueil 24h/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24h/24 7j/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24h/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels ⁽⁶⁾ - Service sécurité incendie 24h/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24h/24 ⁽⁷⁾	- 0,1 - 0,1 - 0,3	0 - 0,1 0	détection incendie + caméras thermique
Σ des Coefficients		- 0,2	
1 + Σ des Coefficients		0,8	
Surface (S en m²)		132	un auvent comportant 6 alvéoles
$Q_i = 30 \times \frac{S}{500} \times (1 + \sum coeff)$ ⁽⁸⁾		6,336	
Catégorie de risque ⁽⁹⁾ Risque faible : $Q_{RF} = Q_i \times 0,5$ Risque 1 : $Q_1 = Q_i \times 1$ Risque 2 : $Q_2 = Q_i \times 1,5$ Risque 3 : $Q_3 = Q_i \times 2$		3 12,672	Pas de référence exacte Fascicule S : Activités liées aux déchets
Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau ⁽¹⁰⁾ : Q_{RF}, Q_1, Q_2 ou $Q_3 \div 2$		OUI 6,336	
DÉBIT CALCULÉ ⁽¹¹⁾ (Q en m³/h)		44,01	
DÉBIT RETENU ^{(12) (13)(14)}		60	Nota (12)

NB : Résultat arrondi au multiple de 30 m³/h le plus proche

Tableau 9 : Note de calcul D9

3.3.3.3 Moyens matériels à disposition

- Extinction automatique incendie

Les alvéoles seront protégés par une installation d'extinction automatique par aspersion d'eau. Les caractéristiques de cette installation ont été données ci-avant.

- Extincteurs mobiles

Le site sera pourvu d'un parc d'extincteurs mobiles répartis dans l'ensemble des locaux, installés conformément à la règle APSAD R4.

Ces équipements seront contrôlés annuellement par un organisme vérificateur. Ils seront disposés de façon visible et leur accès maintenu constamment dégagé.

Le type et la capacité des extincteurs seront adaptés à la nature des risques présentés. On trouvera sur le site des extincteurs CO₂, des extincteurs à eau pulvérisée de 9L et 50L ainsi que des extincteurs spécifiques lithium.

- Fûts remplis d'eau

Des fûts remplis d'eau permettant d'immerger rapidement les batteries à risque seront disposés sur l'ensemble du site, notamment sous le auvent A ainsi que proche des alvéoles de stockage en conteneurs.

- Ressource en eau pour la lutte extérieure contre l'incendie (poteaux incendie, réserve d'eau)

Les moyens à disposition pour la défense extérieure contre l'incendie se composeront d'une réserve d'eau (capacité 120 m³) maintenue remplie en permanence et équipée d'une plate-forme stabilisée permettant le positionnement d'un véhicule équipé d'une motopompe (1 aire de pompage).

L'emplacement de la réserve d'eau et du poteau incendie peut-être visualisés sur le plan ci-dessous :

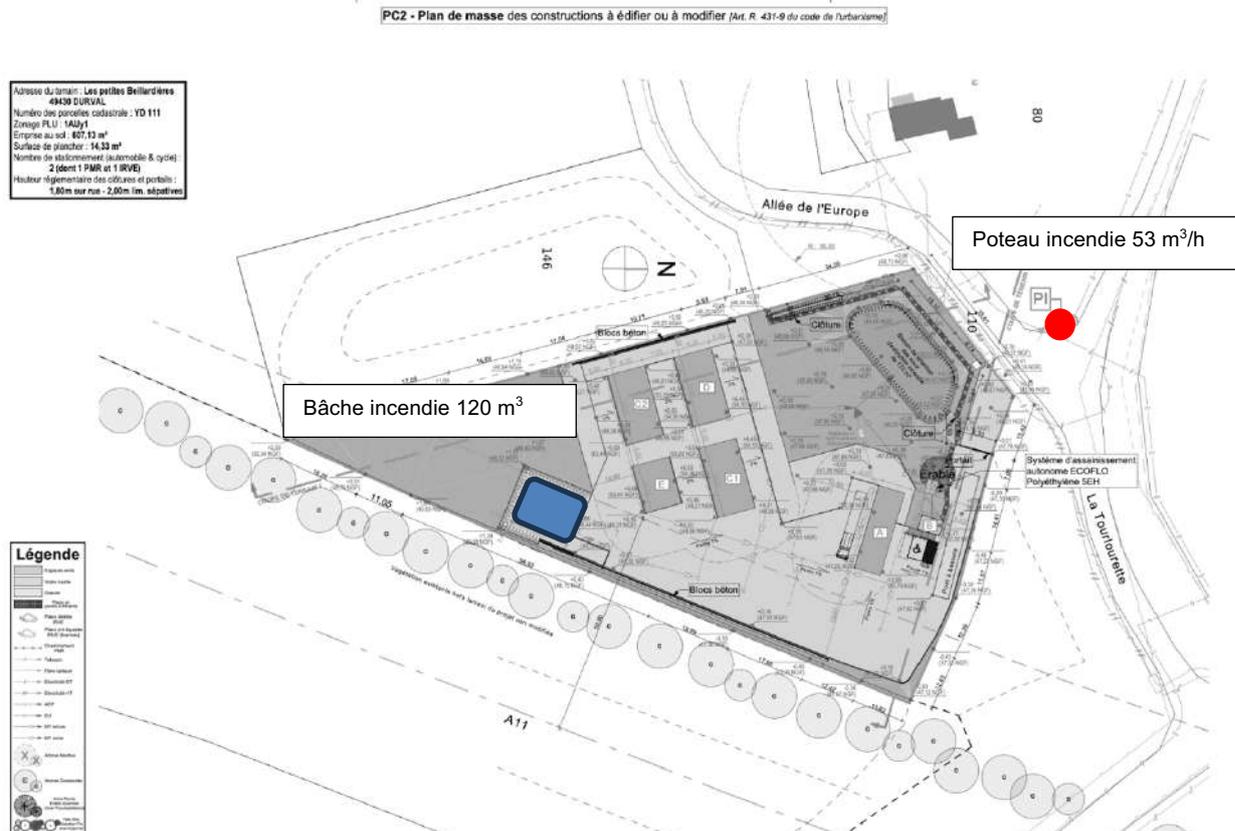


Figure 10 : Emplacement des réserves en eau

Les moyens à disposition, compte tenu de leurs caractéristiques, permettent de couvrir le besoin en eau pour la défense extérieure contre l'incendie précédemment évalué à 60 m³/h (pendant 2 heures).

Les moyens à disposition pour la lutte contre l'incendie sont donc en adéquation avec les besoins.

3.3.3.4 Moyens humains (ressources internes)

Le personnel de l'entreprise sera formé à la mise en œuvre des moyens de premier secours (extincteurs). Cette formation sera assurée par un organisme spécialisé.

Équipe de première intervention

Les équipiers de première intervention (EPI) seront constitués de tous les membres du personnel. L'ensemble du personnel est également formé au maniement des extincteurs. Cette formation sera dispensée chaque année par un formateur en première intervention et évacuation. Les EPI seront chargés d'avertir et d'intervenir immédiatement avec les moyens disponibles sur place (extincteurs). Cela concerne tous les salariés de VoltR présents sur le site de stockage et de production.

3.3.3.5 Moyens de secours externes

L'établissement relève du centre de secours de DURTAL.

Une présentation du projet a été présentée au SDIS le 30/10/2024 dans le cadre de la rédaction de ce dossier.

Le site disposera d'un unique accès utilisable par les services de secours (voiries aménagées pour le transit de poids lourds).

Des exercices visant à tester la mise en œuvre du Plan de Défense Incendie (PDI) seront régulièrement réalisés annuellement avec les pompiers.

3.3.3.6 Rétention des eaux d'extinction en cas d'incendie

Le dimensionnement du volume de rétention des eaux d'extinction a été réalisé sur la base du guide³ pratique de dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction D9A de juin 2020

Ce dimensionnement a été effectué à partir des hypothèses suivantes :

- Estimation des besoins en eau d'extinction d'incendie pour chacun des secteurs non recoupés considérés (cf. § 3.4.3.1 "évaluation des besoins en eau pour la lutte contre l'incendie" ci-après).
- Durée d'extinction en cas de sinistre : une durée d'extinction de 2 h est retenue.
- Protection de bâtiments par installation fixe de lutte contre l'incendie de type "sprinklers" : le volume d'eau amené par la lutte intérieure par sprinklers est pris en compte en considérant le volume de la source principale, soit 30 m³.
- Surfaces de drainage du site : 3478,10 m². (surfaces bâties : 705,70 m² et surfaces imperméables : 2072 m²).
- Volume des produits liquides stockés : nul (absence de produits liquides stockés)

Le tableau ci-après présente l'estimation des besoins en rétention d'eau d'extinction incendie pour chacun des bâtiments retenus dans le cadre du calcul effectué ci-après au § 3.4.3.1.

³Document technique à l'initiative du ministère de l'Intérieur, du ministère de la Transition écologique, de la Fédération française de l'assurance (FFA) et de CNPP.

Besoins pour la lutte extérieure		Résultat guide pratique D9 : (Besoins x 2 h au minimum)	120	
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale <u>ou</u> besoins x durée théorique maximale de fonctionnement	30	
	Rideau d'eau	Besoins x 90 min	0	
	RIA	A négliger	0	
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en général 15-25 min)	0	
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0	
	Colonne humide	Débit x temps de fonctionnement requis	0	
Volumes d'eau liés aux intempéries		10 l/m ² de surface de drainage	37 m ³	
Présence stock de liquide		20 % du volume contenu dans le local contenant le plus grand volume	0	
Volume total de liquide à mettre en rétention (m³)			186,78	

Tableau 10 : Note de calcul D9A

Le site sera équipé d'un bassin de confinement de 400 m³ étanche et maintenu vide en permanence (vidange régulière des eaux pluviales par ouverture manuelle d'une vanne). Ce volume prend en compte les besoins en eaux d'extinction ainsi que les eaux pluviales conformément à la note hydraulique. La capacité de 400 m³ procurée par ce bassin est donc suffisante au regard des besoins estimés.

La figure suivante présente l'implantation du bassin de confinement des eaux d'extinction d'incendie :

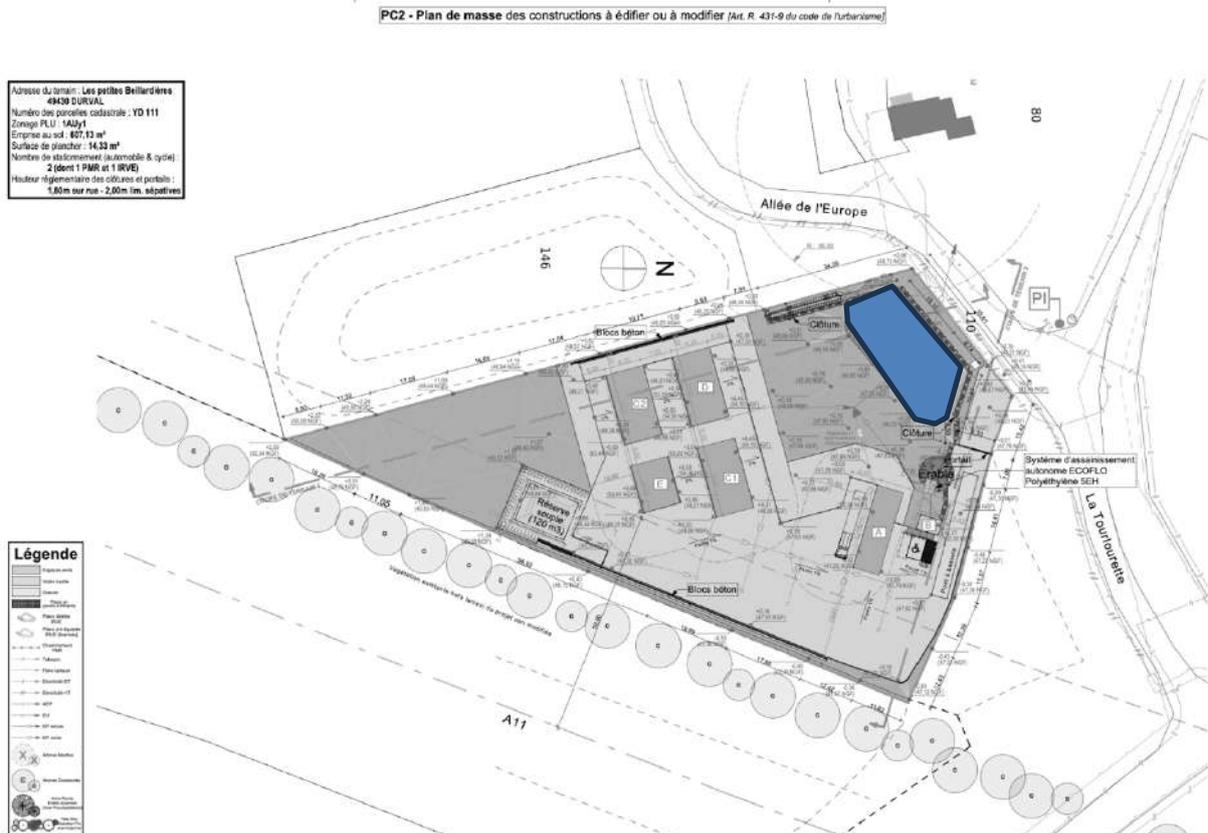


Figure 11 : Emplacement de la rétention des eaux d'extinction d'incendie de 400 m³

4 CARACTERISATION ET REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

4.1 DANGERS LIES AU STOCKAGE DES BATTERIES

4.1.1 Définition des batteries

L'activité du site sera dédiée uniquement au regroupement, au tri et au stockage des batteries au Lithium de différentes chimie (NMC, LFP, lithium polymère). Il n'y aura pas d'activité de démantèlement sur le site de Durtal.

La société VOLTR est en contact avec des éco-organismes et des clients (acteurs de la micromobilité, des magasins de bricolage, des reconditionneurs informatiques, des industriels, des centres hospitaliers et des centres de tri de déchets) afin d'approvisionner le site de stockage, en batterie en fin de première vie.

Ces dernières seront par la suite acheminées vers l'usine de production afin d'être testées et reconditionnées pour un nouvel usage.

Les batteries au lithium, constituent le seul produit qui sera stocké sur le site. Les potentiels de dangers liés à ce stockage seront caractérisés ci-après.

Le Lithium

Le Lithium est substance qui représente « un concentré de potentiels de danger », d'après le Flash ARIA de septembre 2018. Le Lithium réagit fortement avec l'air et est dangereux pour l'environnement.

Ces potentiels de danger s'expriment lorsqu'il y a perte de confinement de l'enveloppe des P&A, et potentiellement fuite d'électrolyte (lithium ionisé), ou lorsque ceux-ci sont pris dans un incendie

La batterie au Lithium

Les batteries sont constituées d'un assemblage de cellules en série et en dérivation. Il existe différentes géométries et différents types de cellules mais on retrouve le même phénomène dans toutes les batteries : il suffit qu'une cellule ou qu'un groupe de cellules (module) soit défectueux pour que les performances de l'ensemble de la batterie chutent.

4.1.2 Incendie lié à l'emballage thermique

D'après l'accidentologie réalisée dans le chapitre suivant, le principal danger identifié pour le stockage de batteries Lithium est le danger lié à l'incendie avec un phénomène d'emballage thermique.

Définition de l'emballage thermique (montée en température)

Emballage thermique sur batteries lithium sera caractérisé par des effets thermiques (rayonnements 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
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'emballage thermique.

Les événements initiateurs identifiés lors de l'analyse de l'accidentologie et pouvant conduire au phénomène d'emballage thermique, sont les suivants :

- Mauvaise manipulation : La batteries peuvent se détériorer suite à un choc, une chute, un écrasement. Cela peut alors entraîner un écoulement de l'électrolyte, des réactions de

suppression avec soufflage des produits en réaction gazeux, des départs de feux ou un violent éclatement.

- Détérioration mécanique : Des batteries défectueuses peuvent entraîner des courts-circuits internes. Un court-circuit peut engendrer un emballement thermique qui peut conduire à une explosion ou un incendie.
- Charge thermique secondaire : Un rayonnement thermique en cas d'incendie peut entraîner sur des batteries au lithium la fonte des différents composants et ainsi un court-circuit interne à la cellule qui peut causer un incendie.
- Court-circuit externe : peut se produire lorsqu'il y a un contact polaire des deux côtés
- Court-circuit interne : dû à une erreur de fabrication des cellules au lithium. Par exemple, si 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, puis quasi exponentielle, de la température due au court-circuit pouvant évoluer vers un emballement de la cellule.
- Conditions météorologiques : un impact foudre sur une batterie, des fortes pluies ou des fortes chaleurs peuvent entraîner des réactions exothermiques dans la batterie, conduisant à un emballement thermique et un incendie.

4.2 DANGERS LIES AUX ACTIVITES ANNEXES DU SITE

4.2.1 Risques liés aux conditions opératoires

Le stockage de batterie n'engendrera aucune opération. Lorsque les batteries seront stockées dans les alvéoles de stockage, elles ne seront plus manipulées. Il n'y aura pas d'activités démantèlement sur le site.

Le stockage sera réalisé dans des alvéoles fermées, situées sous abri (auvent métallique) et isolées par des parois béton REI 120.

Les batteries seront à nouveau manipulées lorsqu'elles seront chargées dans les camions afin d'être transférer vers l'usine de démantèlement.

La manutention des batteries peut conduire à une chute ou un endommagement de la batterie pouvant entraîner un écoulement de l'électrolyte, des départs de feu...

Le risque de chute lors de la manipulation des batteries peut constituer une situation dangereuse. Les conditions opératoires sont retenues en tant que potentiels de dangers.

4.2.2 Risques liés aux équipements et installations

La répartition du stockage s'organisera comme suit :

- 16 alvéoles de stockage sur racks « batteries usagées »
- 2 alvéoles de stockage « batteries mises en quarantaine »
- 2 alvéoles de stockage en containers pour les batteries neuves.

Soit un total de 20 alvéoles

Chaque auvent disposera de parois béton REI120 d'une hauteur de 4 m et d'une couverture Broof t3. Les installations et équipements ne présenteront pas de potentiels de dangers significatifs.

4.3 POTENTIELS DE DANGERS DU SITE VOLTR

Sur le site de VOLTR, pour son activité de stockage de batteries au Lithium, le potentiel de dangers identifié est l'incendie de batteries. Ce phénomène pourrait se produire dans différentes zones de l'installation :

Le tableau ci-dessous fait une synthèse des potentiels de dangers liés aux activités du site.

PhD n°	Potentiel de dangers	Localisation	Phénomènes dangereux redoutés
1	Aire de réception et de contrôle des batteries : Poids lourd rempli de batteries	Auvent A	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
2	Zone de stockage des batteries sur rack (« batteries usagées » ; « batteries en quarantaine »)	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent C1) Batteries usagées = 16 alvéoles (auvents C1, C2, D et E)	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
3	Zone de stockage des batteries en containers ("batteries neuves" ; "batteries en quarantaine")	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent D) Batteries neuves = 2 alvéoles (auvent D) Total de 3 alvéoles	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
4	Chute de batteries lors de la manutention	Ensemble du site	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
5	Charge du chariot de manutention	Auvent A	Incendie (effet thermique)

Tableau 11 : Synthèse des potentiels de dangers

4.4 REDUCTION/JUSTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS

Principes de réduction des potentiels de dangers	Application à l'établissement
<p><u>Principe de substitution</u> - remplacement d'un produit présentant des risques par un autre produit pouvant présenter des risques moindres.</p>	<p>Il n'est pas possible de substituer les batteries usagées réceptionnées, l'objet de l'activité étant de stocker ces batteries au lithium.</p>
<p><u>Principe d'intensification</u> - intensifier l'exploitation afin de réduire les stockages.</p>	<p>Ce principe d'intensification est mis en œuvre par la minimisation des quantités de substances dangereuse.</p> <p>Au niveau des stockages, ce principe passe par l'optimisation et la limitation des quantités de batteries entreposés, au regard d'un double objectif : sécurité d'une part, économique d'autre part</p> <p>Le suivi est destiné à vérifier le non dépassement des quantités maximales de stockage (<50t)</p>
<p><u>Principe d'atténuation</u> – définir des conditions opératoires ou de stockage moins dangereuses.</p>	<p>Ce principe, qui vise à définir des conditions opératoires moins dangereuses, est notamment mis en œuvre par le biais de :</p> <p><u>Conduite des installations</u> : toutes les opérations sont suivies. Cela diminue grandement les risques d'erreur humaine.</p> <p><u>Mesures de prévention</u> via le système de détection et d'extinction automatique incendie</p>
<p><u>Principe de limitation des effets</u> à partir de la conception des équipements.</p>	<p>Les principales mesures en vigueur sur le site, relatives à la limitation des effets en cas d'événement accidentel consistent en :</p> <p><u>Protection des installations par extinction automatique incendie</u> : la protection de caisses de stockage au moyen d'un dispositif d'extinction automatique d'incendie permet de limiter et de maîtriser les effets liés au rayonnement thermique en cas d'incendie.</p> <p><u>Découplage des installations</u> : le découplage des installations les unes par rapport aux autres par le biais de paroi coupe-feu de 4 m de haut entre chaque alvéole ou d'une distance d'isolement permet de limiter le risque de propagation d'un incendie par effet domino.</p> <p><u>Rétention des écoulements accidentels</u> : les rétentions des aires affectées au stockage sont raccordées au bassin de confinement des eaux d'extinction d'incendie.</p> <p><u>Incidence du choix du mode de stockage</u> : les caisses de stockages sont positionnées dans des alvéoles disposant de parois REI120.</p>

Tableau 12 : Réduction/ justification des potentiels de dangers

5 RETOUR D'EXPERIENCE : ACCIDENTOLOGIE

L'analyse de l'accidentologie complète le travail de caractérisation des potentiels de danger mené précédemment au chapitre 4.

Elle ramène des informations sur les phénomènes dangereux représentatifs des installations étudiées, sur les causes les plus fréquentes, les conséquences et le fonctionnement ou non des barrières de sécurité.

5.1 ACCIDENTOLOGIE DES ACTIVITES

Une recherche a été effectuée le 05 avril 2024 en utilisant le mot-clé « lithium » et la catégorie de matériel « Batteries/piles (251) ».

Les résultats de la recherche permettent de constater que 92 accidents en lien avec le stockage de batteries lithium-ion ont été recensés entre 2004 et 2023. Une synthèse est présentée ci-après.

Le descriptif de chacun des 92 accidents est présenté en annexe 10.

5.1.1 Répartition des accidents en fonction de leur typologie

Le diagramme suivant présente l'occurrence des accidents en fonction de leurs typologies.

Dans 70% des cas, les accidents issus d'une batteries/piles lithium-ion engendrent un incendie, mais seulement 14% des cas engendrent une explosion. Et environ 20% des cas engendrent un dégagement de fumées noires ou blanches.

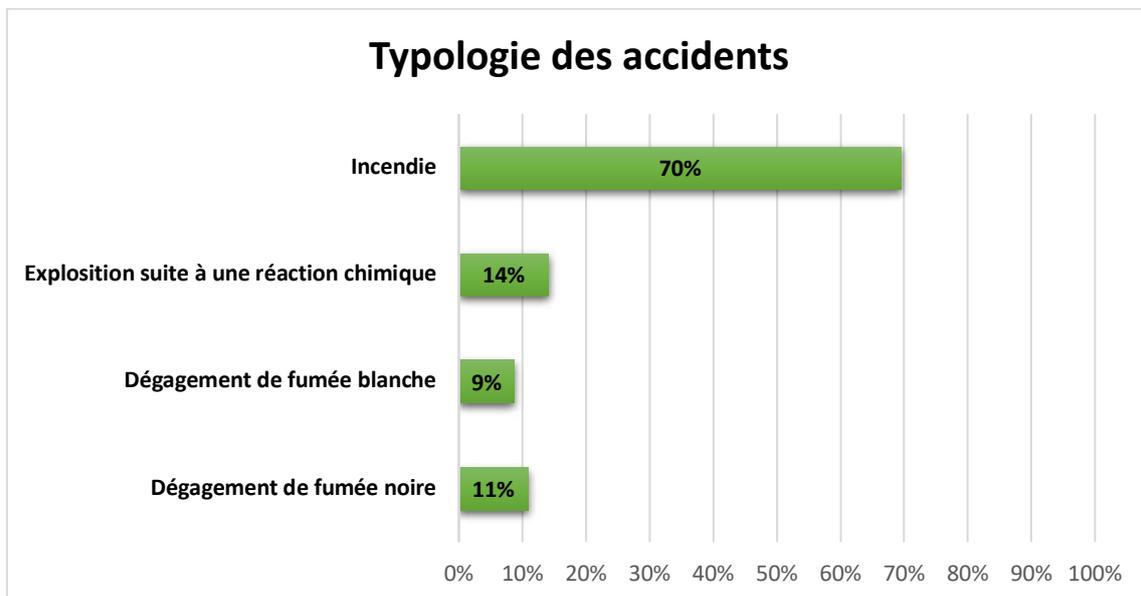


Figure 12 : Diagramme représentant la répartition des accidents en fonction de leurs typologies

5.1.2 Répartition en fonction des conséquences des accidents

Le diagramme suivant présente l'occurrence des accidents en fonction de leurs conséquences.

Dans 46% des cas, les conséquences sont de la dégradation de matériels liés à un incendie ou une explosion. Lorsque les accidents deviennent plus importants, la population et/ou les entreprises à proximité sont confinées (10% des cas) et la circulation routière peut également être bloquée temporairement (3% des cas).

En ce qui concerne les conséquences au niveau de l'humain, 14% des cas ont engendré une incommodation des employés et/ou non employés avec un transfert à l'hôpital, après une exposition aux fumées. Et 2 % des cas ont engendré la mort d'un employé ou d'un pompier.

A noter que 22% des accidents restent sans conséquences dû au fait que les salariés ont pu intervenir à temps afin de maîtriser l'accident.

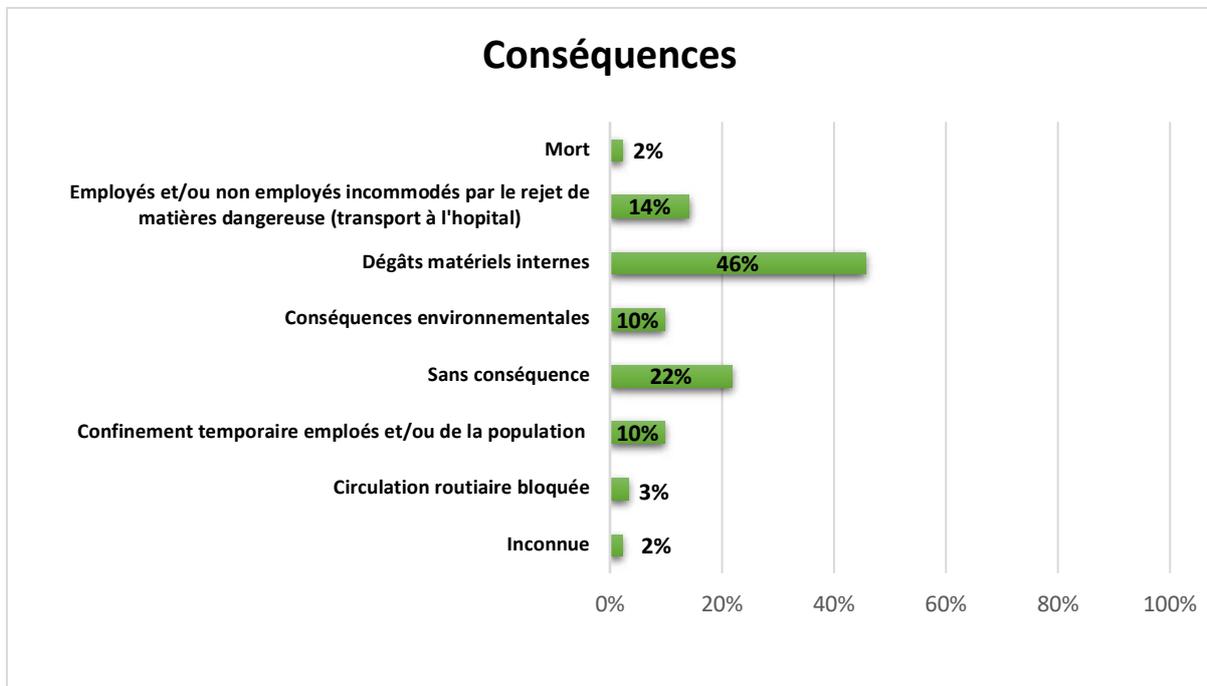


Figure 13 : Diagramme représentant la répartition des accidents en fonction de leurs conséquences

5.1.3 Répartition en fonction de la cause des accidents

Le diagramme suivant présente l'occurrence des accidents en fonction de leurs causes. Plusieurs causes peuvent intervenir pour un même accident.

- A noter que dans 33% des cas, les causes ne sont pas recensées
- 24% des cas sont dû à une défaillance matérielle (exemple : dysfonctionnement d'un accumulateur monté en batterie)
- 13% des cas sont dû à une défaillance humaine (exemple : erreur de tri, consigne de stockage non respecté, acceptation de déchets non conforme, pas de consignes mises en place, choc avec un engin accident)
- 12% des cas sont dû à un court-circuit qui engendre un emballement thermique de la batterie (exemple : mauvaise fabrication, fuite de liquide de refroidissement qui engendre un court-circuit, mise en liaison accidentelle anode-cathode, introduction de fluide diélectrique dans les modules).
- 8 % des cas sont dû à un mauvais conditionnement (exemple : pas assez de vermiculite, conditions de stockage non respecté pendant le transport, stockage à l'air libre).
- 4% des cas sont dû à une mauvaise manipulation (exemple : choc avec un engin, chute de la cellule).
- 3% des cas sont dû aux conditions météorologiques (exemple : fortes chaleurs, orage, fortes pluies, impact foudre sur l'emprise du site ou dans un rayon de 2km à proximité du site).
- 1% des cas dû aux chargements/déchargement (exemple : chute de batterie lors du déchargement)

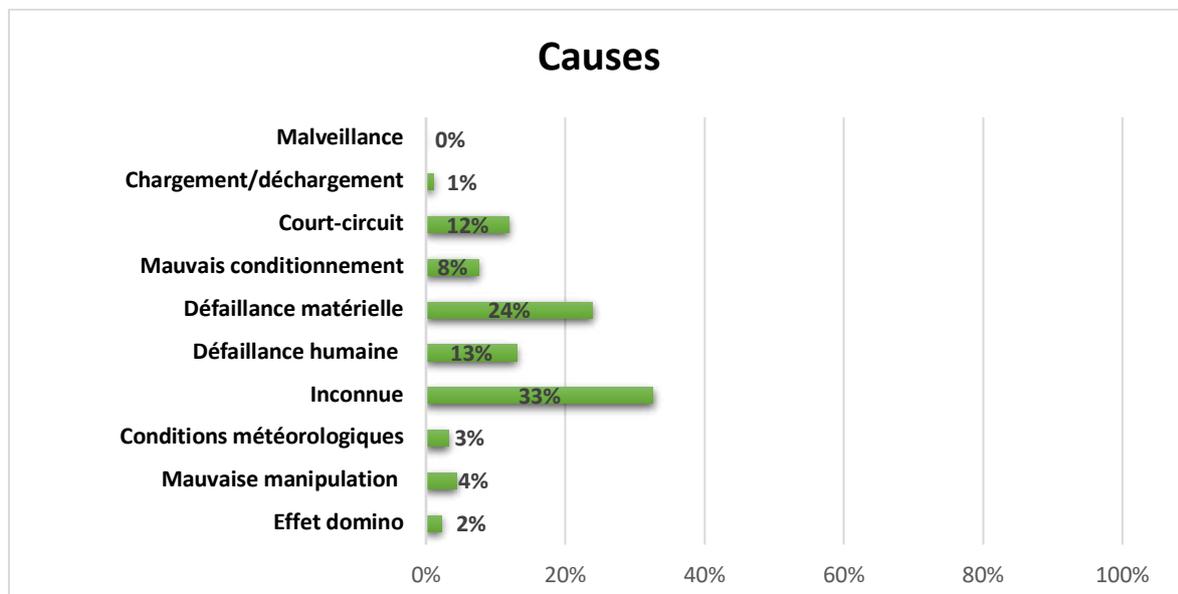


Figure 14 : Diagramme représentant la répartition des accidents en fonction de la cause

5.1.4 Prise en compte de l'accidentologie du secteur déchets

L'analyse des retours d'expérience (REX) en provenance de la base ARIA du BARPI, des rapports de l'INERIS, de l'ADEME, ainsi que des remontées opérationnelles de services d'incendie (SDIS), met en évidence une augmentation notable des événements accidentels liés au traitement, au stockage et au transport de batteries lithium, en particulier dans les filières déchets (déchetteries, plateformes de regroupement, sites de transit).

Typologie des accidents recensés :

- Incendies spontanés de bacs ou contenants de batteries usagées, souvent dus à des courts-circuits provoqués par l'empilement, la présence de batteries endommagées ou de polarités non isolées.
- Échauffements progressifs ou dégagements gazeux non détectés en phase précoce, faute de capteurs ou d'intervention rapide.
- Déclenchement de feux en mélange avec d'autres flux de déchets non compatibles (ex : batteries mélangées à D3E, plastiques, papiers...).
- Mauvaise identification (absence d'étiquetage, détérioration des marquages) ayant mené à des erreurs de traitement.
- Accidents de manutention ou de transport, en particulier lors de la mise en benne ou du transfert entre installations.

Données chiffrées (sources BARPI & INERIS) :

- Le nombre d'incendies en lien avec des batteries lithium a été multiplié par 4 entre 2016 et 2022 dans les installations de gestion de déchets (hors centre de tri automatique).
- Plus de 60 % des départs de feu documentés sont dus à un défaut d'identification ou à une défaillance de stockage.

5.2 PUBLICATIONS SPECIFIQUES DU BARPI

5.2.1 FLASH ARIA

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 ! ». Cette étude est présentée en annexe 10.

Une synthèse des points à retenir est proposée ci-après.

Le lithium réagit fortement avec l'eau et avec l'air et est dangereux pour l'environnement. Ces potentiels de danger s'expriment lorsqu'il y a perte de confinement de l'enveloppe des P&A, 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)*

Les quelques points de vigilance et les consignes de sécurité que préconise le BARPI sont les suivantes.
Pour le transport :

- *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).

Pour le Stockage/Tri/traitement :

- 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 PA des appareils électroniques avant leur 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) ;
- Être 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).

5.2.2 Synthèse sur l'implication des batteries Lithium-ion dans l'accidentologie hors secteurs d'activités des déchets

Le BARPI a publié une synthèse en janvier 2022 « Implication des batteries Lithium-ion dans l'accidentologie hors secteurs d'activités des déchets ». Cette étude est présentée en annexe 10.

Il s'agit d'une synthèse de l'ensemble des événements impliquant des batteries Li-ion depuis les années 2000 et survenu hors secteurs d'activité des déchets et hors utilisation par des particuliers (téléphonies et ordinateurs portables, électromobilité).

Une synthèse des points à retenir est proposée ci-après :

- Analyse réalisée sur les 36 événements survenus depuis les années 2000
- Les activités de fabrication ou de recherche et développement concentrent plus de 60%
- 62% des événements sont survenus dans des ICPE (autorisation, déclaration ou déclaration avec contrôle périodique)
- Typologie des accidents : L'incendie est le phénomène prédominant (33 cas) et l'explosion est survenu dans 8 cas
- Les conséquences des accidents :
 - o 33% des accidents ont entraîné des conséquences humaines (blessés graves et décès)
 - o 95% des accidents ont entraîné des conséquences économiques (dégâts matériels internes et/ou externes et pertes d'exploitation internes et/ou externes)
 - o 39% des accidents ont entraîné des conséquences sociales (chômage technique, population évacuée ou confinée, périmètre de sécurité/ interruption du trafic)
 - o 35% des accidents ont entraîné des conséquences environnementales (pollution atmosphérique)
- Le taux de connaissance des perturbations avérée ou supposées concernant les événements étudiés s'établit autour de 61%
- L'analyse des causes montre la prédominance des défauts matériels, suivi des pertes de contrôle de procédé (emballage thermique).

- La recherche de cause profonde : Le BARPI a réalisé la recherche de causes profonde afin de permettre de corriger les facteurs, de mettre en place les mesures organisationnelles et humaines afin de réduire l'occurrence des phénomènes dangereux. La recherche des causes profondes appliquée à l'analyse de l'évènement ci-après a permis de dégager les facteurs ayant conduit à l'emballlement thermique.

Fuite enflammée sur un pack de batteries Li-ion

ARIA 54261 – 26/08/2019 – Chasseneuil-du-Poitou (86)
Naf 27.20 : Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

Un pack de batteries lithium s'enflamme dans un bâtiment du service après-vente d'une usine de production de batteries. Une flamme de 3 à 4 m se crée pendant 10 s. Les 50 salariés présents sont évacués. Une équipe de 1^{ère} intervention du site tente de circonscrire 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. La production reprend au bout de 4 jours.

Figure 15 : Evènement type pour la recherche de cause profonde

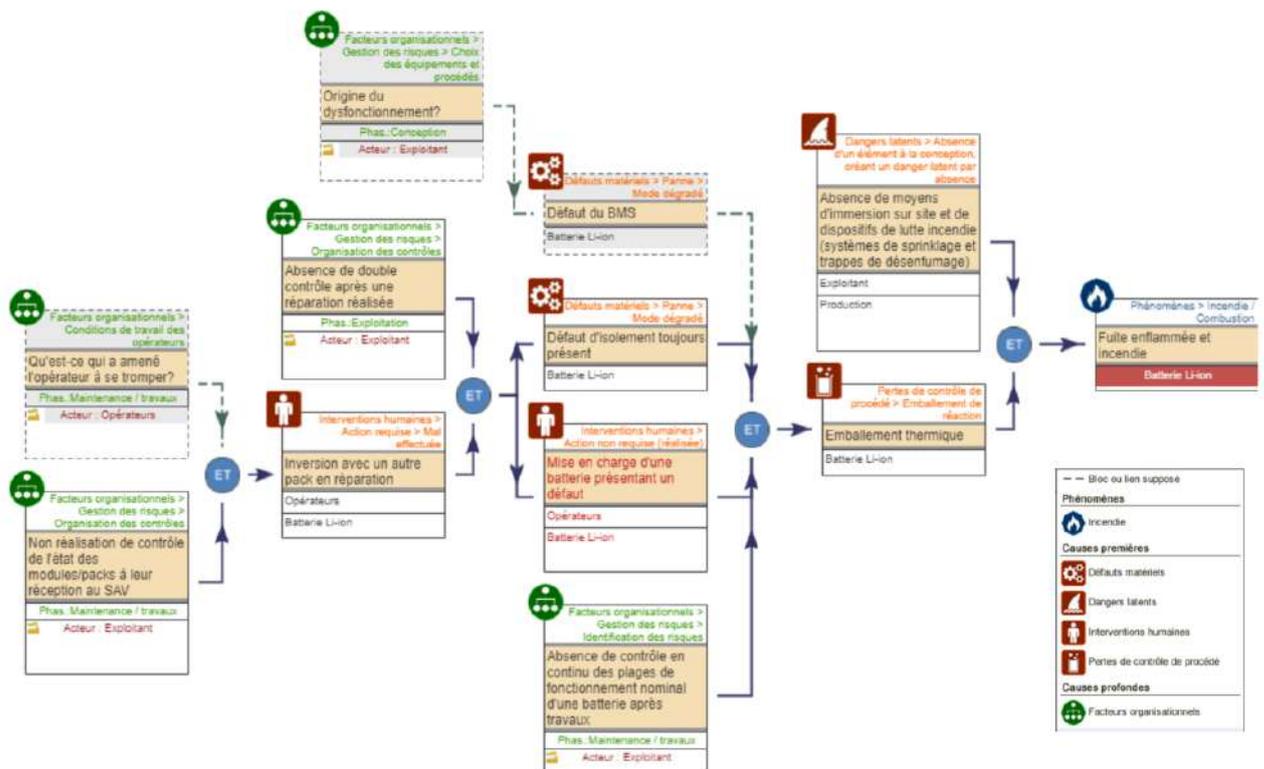


Figure 16 : Synoptique de recherche de la cause profonde ayant conduit à un emballement thermique

- Le phénomène d'emballlement thermique est le risque le plus redouté avec les batteries Lithium
- Sur les évènements analysés, les dispositifs de prévention et de protection incendie des locaux où sont stockés les batteries ne paraissent pas adaptés :
 - o Dispositif de désenfumage inexistant ou inefficace,
 - o Moyen d'extinction inefficace,

- Dispositifs d'immersion des batteries Li-ion en cas d'emballage thermique non disponibles sur site
- Difficulté pour les pompiers de connaître la nature des batteries prises dans un incendie et donc les moyens à mettre en œuvre (eau proscrite sur un feu de batteries Lithium Métal Polymère)

6 ANALYSE DES AGRESSIONS POTENTIELLES

6.1 SOURCES POTENTIELLES D'AGRESSIONS EXTERNES

6.1.1 Traitement spécifique de certains événements initiateurs

Pour mémoire, pour les établissements SEVESO, l'annexe 2 de l'arrêté du 26/05/2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement établit une liste d'événements externes susceptibles de conduire à des accidents majeurs pouvant ne pas être pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques.

Il s'agit des causes suivantes :

- Chute de météorite ;
- Séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations classées considérées ;
- Crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur ;
- Événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- Chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome (> 2000 m de tout point des pistes de décollage et d'atterrissage) ;
- Rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'Environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R.214-113 de ce même code ;
- Actes de malveillance.

Les événements initiateurs (ou agressions) externes ci-dessus seront donc exclus de l'analyse des risques.

Pour ce qui concerne les événements initiateurs (ou agressions) externes suivants :

- Séisme
- Effets directs de la foudre
- Crue
- Neige et vent (pour les chutes et ruines de structures)

La circulaire du 10 mai 2010 exige leur prise en compte dans l'analyse de risques ainsi que la ou les mesures de maîtrise des risques, en l'occurrence le respect de la réglementation correspondante, aux côtés d'autres éventuelles mesures de maîtrise des risques.

En revanche, la probabilité d'occurrence de l'événement initiateur n'est pas évaluée et il n'est pas tenu compte de cet événement initiateur dans la probabilité du phénomène dangereux, de l'aléa ou de l'accident correspondant.

6.1.2 Événements d'origine naturelle

6.1.2.1 Séisme

L'arrêté ministériel du 04/10/2010 modifié "relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation" fixe, dans sa section II, les dispositions relatives aux règles parasismiques applicables à certaines installations.

« L'ensemble des installations classées soumises à autorisation respectent les dispositions prévues pour les bâtiments, équipements et installations de la catégorie dite « à risque normal » par les arrêtés pris en application de l'article R. 563-5 du code de l'environnement dans les délais et modalités prévus par lesdits arrêtés.

L'installation se situe dans la zone sismique de catégorie 2, conformément au décret du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

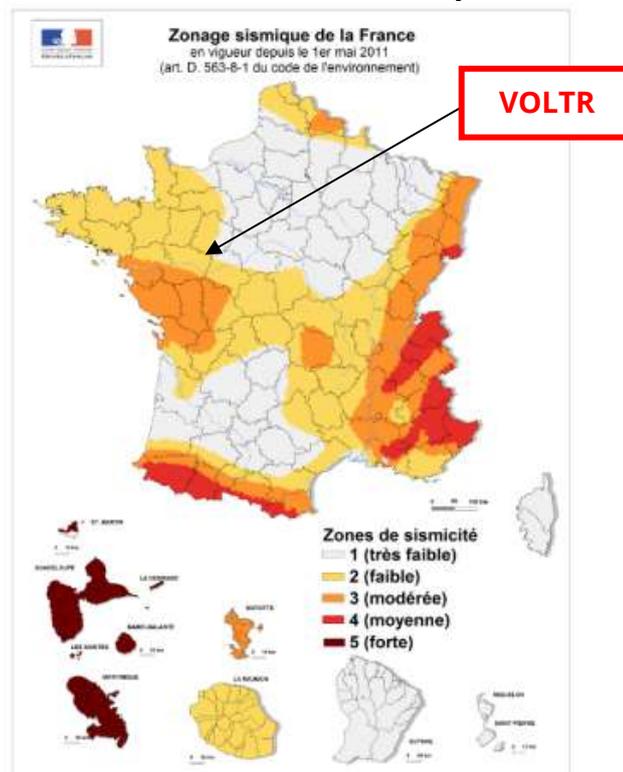


Figure 17 : Zonage sismique

Les installations étudiées entrent dans la catégorie du « risque normal ».

L'établissement se situant dans une zone de sismicité 2, les nouveaux bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle étant classés en catégorie d'importance III, une mission PS de contrôle technique est obligatoire.

Une première attestation a donc été établie par le contrôleur technique précisant que le bureau de contrôle a fait connaître au maître d'ouvrage son avis sur la prise en compte des règles parasismiques de construction. Une seconde attestation est prévue lors de la déclaration d'achèvement de travaux, précisant que le maître d'ouvrage a tenu compte des avis du bureau de contrôle.

Le respect 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 » permet de ne pas retenir la cause « séisme » dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux potentiels (pour l'acceptabilité du risque et la maîtrise de l'urbanisation)

6.1.2.2 Phénomènes climatiques extrêmes

○ Neige et vent

Les nouveaux bâtiments respectent les règles en vigueur qui fixent les valeurs des charges climatiques que sont la neige et le vent pour évaluer la résistance d'aménagements extérieurs à ces intempéries.

Il s'agit des règles et normes suivantes :

- NF EN 1991-1-3 : Eurocode 1 - Actions sur les structures – Partie 1-3 : actions générales – Charges de neige. (avril 2004)
- NF EN 1991-1-4 : Eurocode 1 : actions sur les structures – Partie 1-4 : actions générales – Actions du vent (novembre 2005)

Elles s'appliquent en fonction des zonages de vent et de charge de neige du territoire national.

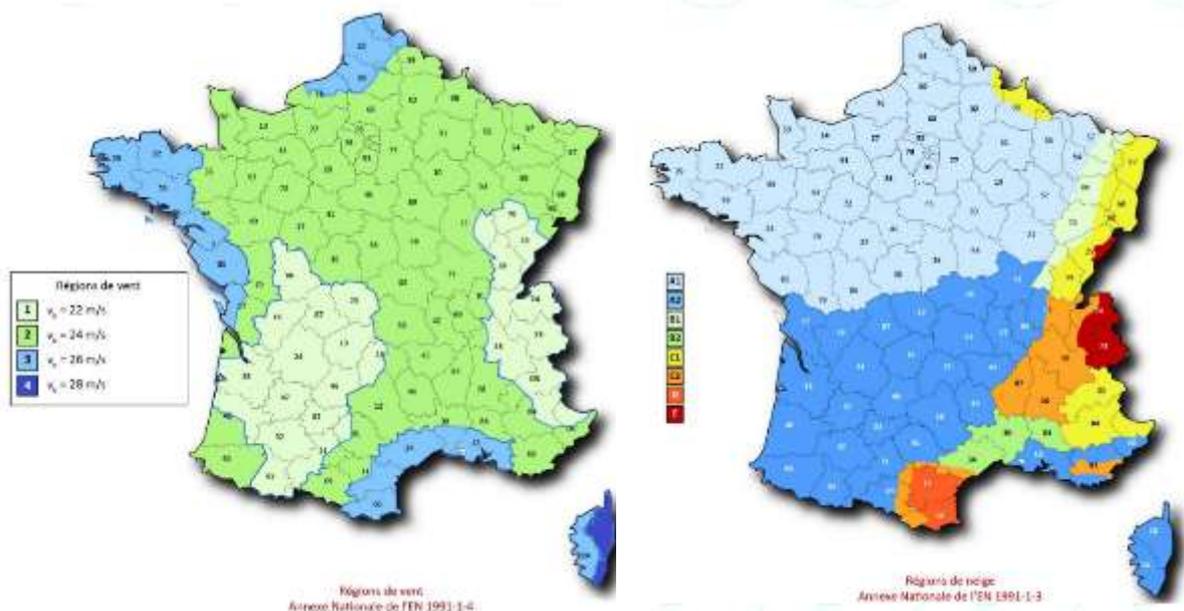


Figure 18 : Zonage de neige et zones de vent NV65 (DTU P06-002)

L'établissement est situé :

- En zone de vent : 2
- En zone de charge de neige : A1

Conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R9] récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers (...), le respect des réglementations en vigueur permet de ne pas retenir la cause « neige et vents » dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux potentiels.

○ **Foudre**

La foudre est une décharge électrique aérienne pouvant constituer dans certains cas un danger d'incendie et d'explosion pour les installations industrielles. La sévérité orageuse d'une région peut être caractérisée par le nombre de jours d'orage.

Cependant, ce critère ne caractérise pas l'importance des orages. En effet, un impact de foudre isolé ou un orage violent sont comptabilisés de la même façon.

La meilleure représentation de l'activité orageuse est la densité d'arcs (Da) qui est le nombre d'arcs de foudre au sol par km² et par an. La valeur moyenne de densité d'arcs, en France, est de 1,53 arcs/km²/an. Sur la commune de Durtal, elle est de 0,5 par an et par km² (Donnée Météorage à partir des données du réseau de localisation de la foudre pour la période 2014-2023).



Figure 19 : Statistiques du foudroiement dans la commune de Durtal (source : Météorage)

La densité de flash (Df) peut être déduite de la densité d'arcs par la formule ci-après.

$$Df = Da / 2,1 \text{ soit } Df = 0,23 \text{ pour Durtal.}$$

L'énergie libérée par la foudre est capable de porter à haute température les équipements qu'elle pourrait toucher. Le nombre de jours d'orage est de 11 par an.

On notera que les densités d'arcs sur la commune de Durtal sont inférieures à la valeur moyenne de la densité d'arcs en France. L'activité orageuse sur le secteur est donc jugée faible par rapport aux moyennes nationales, mais les effets de la foudre sont tels que le risque ne doit pas être négligé.

La section III "dispositions relatives à la protection contre la foudre" de l'arrêté ministériel du 04/10/2010 modifié "relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation" est applicable à l'établissement.

L'établissement relevant notamment de la rubrique n° 2718 sous le régime d'autorisation au titre des ICPE, les dispositions de cet arrêté lui sont donc applicables. L'établissement va faire réaliser une analyse du risque foudre (ARF).

La réalisation de cette étude nécessite les éléments suivants :

- Plan de masse des réseaux enterrés (électrique et fluides), précisant leur rôle et leur nature ;
- Plan du réseau de terre prévue de chaque structure et/ou de l'ensemble de l'établissement ;
- Le ou les dossier(s) de description des installations techniques (électricité, fluides, foudre), tel que des "CCTP"

Ces éléments n'étant pas disponibles à ce jour, l'analyse sera réalisée et le rapport fourni dans un second temps. A noter que les recommandations qui seront précisées dans l'ARF seront mises en œuvre avant l'exploitation du site.

Conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R9] récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers (...), du fait des mesures mises en œuvre par l'exploitant, la cause « foudre » peut ne pas être retenue dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux potentiels.

6.1.2.3 Inondations

La hauteur annuelle moyenne des précipitations dans le secteur est de 709,3 mm (Données sources station à Angers Beaucouzé sur la période de 1991 à 2020).

La commune de DURTAL est concernée par le Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles Inondation dans la Vallée du Loir, approuvé par arrêté préfectoral le 29 novembre 2005.

D'après le site Géorisques, pour le risque inondation, la commune de DURTAL est classée comme suit :

- La rivière LE LOIR est classée dans l'atlas des zones inondables (AZI) ;
- Le commun bénéficie d'un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) dont l'identifiant est 49DREAL2020001. Il couvre les aléas et les sous-aléas : inondation par ruissellement et coulée de boue, inondation par une crue à débordement lent de cours d'eau ;
- Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé la commune de DURTAL à risque pour les aléas et sous-aléas : inondation par une crue à débordement lent de cours d'eau.

Conformément au paragraphe 1.2.1 de la circulaire du 10 mai 2010 [R9] récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers (...), du fait des mesures mises en œuvre par l'exploitant, la cause « inondations » peut ne pas être retenue dans l'évaluation de la probabilité des phénomènes dangereux potentiels.

6.1.2.4 Retrait gonflement des sols argileux

Concernant l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est localisé dans une zone d'aléa important. Sur l'échelle réglementaire le risque est de 3/3. Le risque d'inondation par remontée de nappe est donc important.

La carte du zonage du risque retrait gonflement des sols argileux est présenté ci-après.



Figure 20 : Zonage d'aléa retrait gonflement des argiles

Le risque d'inondation par débordement et par remontée de nappe est retenu comme cause d'accident potentiel sur le site VOLTR.

Pour limiter les effets du RGA, le projet prévoit de suivre les recommandations suivantes données dans l'étude géotechnique :

- une purge systématique des remblais,
- une dalle sur terre-plein reposant sur une couche de forme insensible à l'eau.

Ces dispositions permettent de réduire considérablement le risque de déformation différentielle lié au RGA.

6.1.2.5 Mouvement de terrain

Selon le site <http://www.georisques.gouv.fr>, aucune cavité et aucun mouvement de terrain ne sont recensés à proximité du site d'étude.

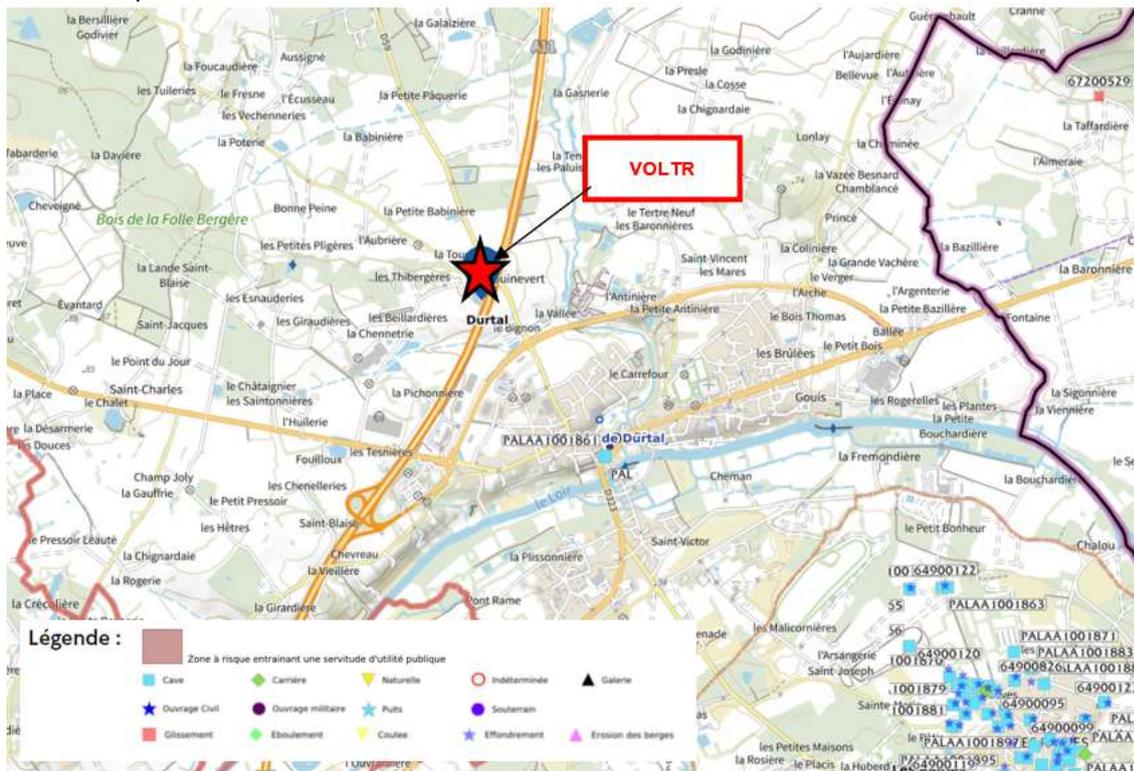


Figure 21 : Périmètre des servitudes d'utilité publique et localisation des cavités et indices de mouvements de terrain

Les risques liés à des mouvements de terrains et des cavités souterraines ne sont pas retenus comme cause d'accident potentiel.

6.1.3 Événements d'origine humaine

6.1.3.1 Circulation extérieure

a) Voies terrestres de communication (route, voie ferrée)

Du fait de l'éloignement des voies ferroviaires et maritimes, seul le transport routier est considéré. Le risque Transport de Matières Dangereuses est présent sur tout le territoire du département. Pour le transport par route, la commune de Durtal est concernée par le risque TMD par la route. L'autoroute A11 est située en bordure immédiate du site.



Figure 22 : Localisation du site et de l'autoroute A11

Le risque routier est retenu comme cause d'accident potentiel.

b) Trafic aérien

Les aéroports et/ou aérodromes les plus proches du site sont les suivants :

- L'aérodrome de la Flèche-Thorée-Les-Pins, localisé à environ 19 km à l'Est du site ;
- L'aérodrome d'Angers Marcé localisé à environ 14 km au sud du site ;
- L'aérodrome de Soucelles localisé à environ 16,60 km au sud du site ;
- L'aérodrome du Mans Arnage, situé à environ 45 km au Nord du site.

La chute d'un avion ne sera pas retenue comme cause d'accident potentiel sur le site de VOLTR.

6.1.3.2 Voisinage industriel

La base de données des installations classées a été consultée et a permis d'identifier les installations classées implantées à moins de 3 km de la zone d'implantation du site de VOLTR.

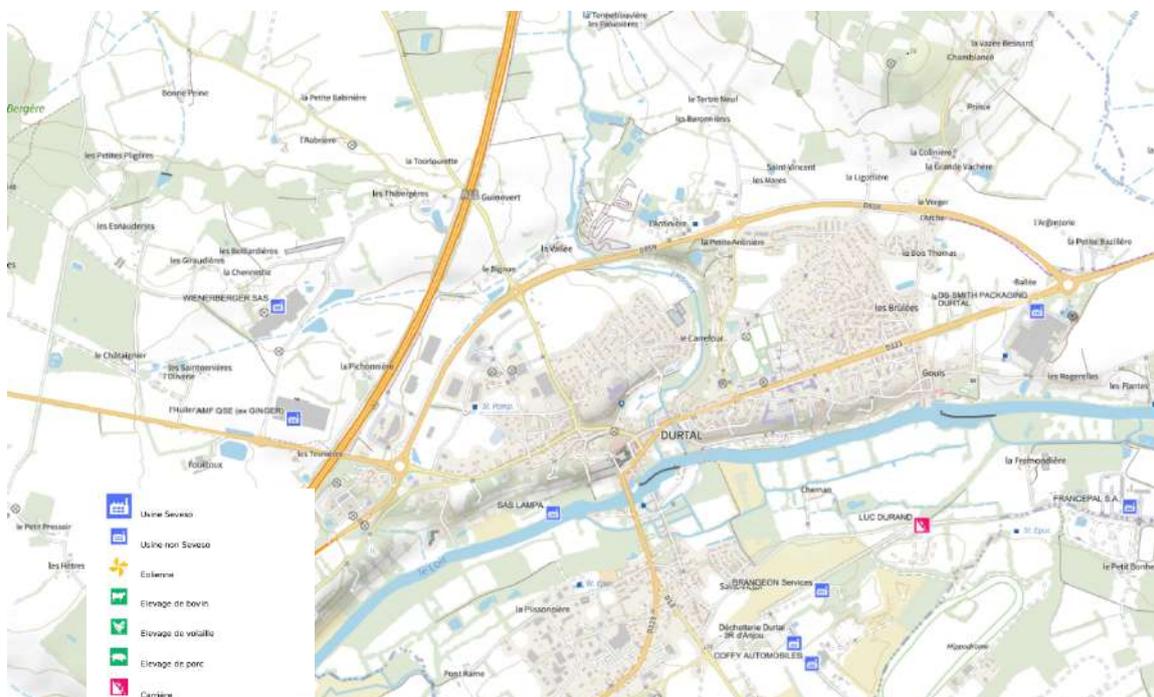


Figure 23 :: Localisation des installations répertoriées sur la base des ICPE

Les installations recensées sont présentées dans le tableau ci-après.

Entreprises	Activité principale	Régime ICPE	Commune	Adresse
WIENERBERGER SAS	23 - Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	Autorisation IED	49430 Durtal	Parc d'activités des Portes de l'Anjou
AMF QSE (ex GINGER)	68 - Activités immobilières	Autorisation	49430 Durtal	ZID des Portes de l'Anjou - 47 allée de l'Europe
SAS LAMPA	35 - Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné	Enregistrement	49430 Durtal	Les Landes
BRANGEON Services	38 - Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	Enregistrement	49430 Durtal	La Carrière
Déchetterie Durtal - 3R d'Anjou	38 - Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	Autorisation	49430 Durtal	Les Malicornières
COFFY AUTOMOBILES	46 - Commerce de gros, à l'exception des automobiles et des motocycles	Enregistrement	49430 Durtal	La Carrière
LUC DURAND	43 - Travaux de construction spécialisés	Autorisation	49430 Durtal	La Carrière
FRANCEPAL S.A.	16 - Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège, à l'exception des meubles ; fabrication d'articles en vannerie et sparterie	Enregistrement	49430 Durtal	La Bouchardière - Route de Chalou

Entreprises	Activité principale	Régime ICPE	Commune	Adresse
DS SMITH PACKAGING DURTAL	17 - Industrie du papier et du carton	Enregistrement	49430 Durtal	ZA La Fontaine

Tableau 13 : Liste des ICPE à proximité du site

A noter que l'établissement n'est pas compris dans un périmètre faisant l'objet d'un plan de prévention des risques technologiques.

La société la plus proche est située à 750 du site (WIENERBERGER SAS), le risque lié au voisinage industriel n'est pas retenu.

6.2 SOURCES POTENTIELLES D'AGRESSIONS INTERNES

6.2.1 Perte d'utilités

La seule utilité concernée par la présente étude concerne les installations électriques. Les installations électriques peuvent être à l'origine d'un incendie. Par ailleurs, il est constaté par retour d'expérience, que la perte de certaines utilités peut également être à l'origine d'accidents industriels.

Concernant les installations de la société VOLTR, la perte d'électricité engendrera un arrêt de la charge de l'engin de manutention, sans forcément engendrer de risque particulier. L'installation de charge de batterie de l'engin de manutention sera reliée à l'électricité. (Sous le auvent A)

Le système de détection incendie sera relié à l'électricité et à une batterie de secours.

La perte de l'alimentation électrique n'engendrera donc pas de dommages ni de perte du niveau de sécurité des installations du site.

6.2.2 Circulation interne au site

Le transport des batteries sur le site, sera réalisé par un engin de manutention électrique. Une mauvaise utilisation de cet engin de manutention pourrait occasionner le risque de chute de la batterie et un endommagement mécanique, pouvant entraîner un écoulement de l'électrolyte, des départs de feu...

Les risques de chute de batterie/ heurt de batterie/ collision lors de la manœuvre de batteries via les engins de manutention sont retenues en tant que potentiels de dangers.

6.2.3 Gestion des eaux en cas de sinistre

Vanne de confinement – fonctionnement et vérification

Le site sera équipé d'un bassin de confinement d'un volume de 400 m³, destiné à recueillir les eaux d'extinction et les eaux pluviales.

Ce bassin sera relié à une vanne automatique de confinement, qui est :

- asservie au système de détection incendie (CMSI). Elle se ferme automatiquement en cas de détection de feu sur l'une des alvéoles ;
- connectée à une alarme technique permettant de signaler toute défaillance.

La vanne sera également manœuvrable manuellement en cas de besoin ou de défaillance du CMSI.

Le dispositif fait l'objet d'un programme de maintenance préventive, incluant :

- Une vérification mensuelle automatique du retour d'information (position ouverte/fermée),
- Un test semestriel de manœuvre réelle (simulation de déclenchement incendie via CMSI),
- Un contrôle annuel par le prestataire de maintenance SSI avec rapport consigné dans le registre d'exploitation.

Gestion des eaux d'extinction

En cas de sinistre localisé (conteneur ou alvéole), les eaux générées seront :

- dirigées automatiquement par les caniveaux vers le bassin de confinement de 400 m³,
- contenues temporairement dans les bacs ou containers étanches si le sinistre reste confiné,
- évacuées en filière agréée déchets dangereux après pompage (aucun rejet dans le réseau public).

Cette gestion est conforme aux prescriptions de l'ARS et à la doctrine DREAL sur les eaux polluées par incendie sur batteries lithium.

6.3 CONCLUSION

La démarche a conduit à retenir 3 sources d'agression potentielles (risque remontée de nappe, risque routier lié à la proximité de l'autoroute, risque lié la circulation interne du site) : elles sont reprises en tant qu'événements initiateurs dans les tableaux d'analyse de risques du chapitre 7.

7 ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

7.1 PRESENTATION DE LA METHODE

La méthode d'analyse retenue (Analyse Préliminaire des Risques) se fonde sur un découpage fonctionnel des installations.

Pour chaque fonction et sous-fonction, la démarche consiste à :

- Identifier de façon exhaustive l'ensemble des événements pouvant conduire à la survenue d'un phénomène dangereux (événements dénommés ERC "événement redouté central", soit un événement situé au centre de l'enchaînement accidentel).
- Identifier l'ensemble des causes possibles (événements initiateurs et intermédiaires).
- Identifier les phénomènes dangereux susceptibles de se produire, directement ou indirectement (par effet domino).
- Pour chaque enchaînement événements initiateurs / intermédiaire / redouté central – phénomène dangereux donné : mettre en évidence les mesures de prévention et de protection⁴ existantes et proposer le cas échéant des mesures supplémentaires pour améliorer le niveau de sécurité de l'installation.

7.2 ANALYSE DES RISQUES

7.2.1 Groupe de travail

L'analyse des risques a été réalisée dans le cadre d'un groupe de travail multidisciplinaire lors de réunions de travail.

Ce groupe de travail, piloté par le consultant APAVE missionné par la société VOLTR pour la réalisation de l'étude des dangers, était constitué des représentants des fonctions suivantes :

- Fabienne TREGAROT, Responsable QSE, société VOLTR
- Krystal ZAOUANE, Cheffe de projet ICPE, société VOLTR
- François BESNARD, Expert incendie et prévention, IGNICITE

Lors des réunions, le groupe de travail a dans un premier temps défini le découpage fonctionnel des installations puis recensé l'ensemble des événements accidentels susceptibles de se produire, directement ou par effet-domino.

Les tableaux d'analyse des risques ont ensuite été successivement renseignés après avoir identifié pour chaque événement l'ensemble des causes possibles, les phénomènes dangereux et les conséquences en découlant ainsi que les mesures de maîtrise des risques.

⁴ Barrières de sécurité techniques, humaines, organisationnelles.

7.2.2 Tableau d'analyse des risques

Le tableau ci-dessous fait une synthèse des potentiels de dangers liés aux activités du site.

PhD n°	Potentiel de dangers	Localisation	Phénomènes dangereux redoutés
1	Aire de réception et de contrôle des batteries : Poids lourd rempli de batteries	Auvent A	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
2	Zone de stockage des batteries sur rack (« batteries usagées » ; « batteries en quarantaine »)	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent C1) Batteries usagées = 16 alvéoles (auvents C1, C2, D et E)	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
3	Zone de stockage des batteries en containers (« batteries neuves » ; « batteries en quarantaine »)	Batteries en quarantaine = 1 alvéole (Auvent D) Batteries neuves = 2 alvéoles (auvent D) Total de 3 alvéoles	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
4	Chute de batteries lors de la manutention	Ensemble du site	Incendie (effet thermique et effet toxique des fumées)
5	Charge du chariot de manutention	Auvent A	Incendie (effet thermique)

Tableau 14 : Synthèse des potentiels de dangers

N°	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Phénomène dangereux	Mesures de prévention	Mesures de protection	Phénomène dangereux retenu
1	<ul style="list-style-type: none"> Malveillance Impact foudre Effets dominos Mauvais conditionnement Mauvaise manipulation Erreur humaine 	<p>Aire de réception et de contrôle des batteries</p> <p><u>Poids lourd rempli de batteries</u></p>	Incendie / Emballément thermique de batteries au Lithium	<p>Mesures de prévention ensemble du site</p> <ul style="list-style-type: none"> Site clôturé Vidéosurveillance Interdiction de fumer sur le site, rappelée au moyen d'affichages Prévention du risque lié à la foudre (analyse du risque foudre réalisée et mesures en place) Pratique systématique du plan de prévention, et du permis de feu lors de travaux susceptibles de créer des points chauds Consignes d'exploitation : Affichage sur la face avant de l'enceinte de stockage des interdictions et des consignes de sécurité <p>Mesures de prévention déchargement des poids lourds</p> <ul style="list-style-type: none"> Opérations réalisées dans le cadre d'une procédure de réception et déchargement Caisses ADR Caisses remplies de vermiculites Aire de réception et de contrôle des batteries éloignée des alvéoles de stockage Utilisation de caméras thermiques pour la vérification de la conformité des batteries à réception 	<p>Réserve incendie</p> <p>Fûts d'eau</p> <p>Extincteurs</p> <p>Bassin de rétention des eaux d'extinction d'incendie</p>	OUI
2	<ul style="list-style-type: none"> Malveillance Impact foudre Effets dominos Mauvais conditionnement Mauvaise manipulation Erreur humaine 	<p><u>Zone de stockage des batteries sur rack</u> (batteries « acceptées » ; batteries « en quarantaines ou défectueuses »)</p>	Incendie / Emballément thermique de batteries au Lithium	<p>Mesures de prévention ensemble du site</p> <ul style="list-style-type: none"> Site clôturé Vidéosurveillance Interdiction de fumer sur le site, rappelée au moyen d'affichages Prévention du risque lié à la foudre (analyse du risque foudre réalisée et mesures en place) Pratique systématique du plan de prévention, et du permis de feu lors de travaux susceptibles de créer des points chauds Consignes d'exploitation : Affichage sur la face avant de l'enceinte de stockage des interdictions et des consignes de sécurité <p>Mesures de prévention zones de stockage en racks</p> <ul style="list-style-type: none"> Stockage disposé dans des alvéoles grillagée, d'accès contrôlé (porte fermée à clés avec fermeture tricoise) Stockage limité à 6 caisses ADR dans chaque alvéole Conditionnement en caisses ADR (+ vermiculite pour les batteries en quarantaine) Chaque alvéole dispose d'une paroi REI 120 d'une hauteur de 4 m 	<p>Dispositif de détection incendie sur l'ensemble des zones de stockage qui déclencherai la fermeture du bassin de rétention via une vanne automatique et qui déclencherait le système d'extinction automatique</p> <p>Plots bétons assimilables à des plots REI 120 situés en limites de propriété au Nord du site</p> <p>Moyens de lutte contre l'incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> Alvéoles de stockage protégées par un système d'extinction automatique d'incendie : chaque bac de stockage dispose d'un système de détection incendie Réserve incendie de 120 m³ Poteau incendie à l'entrée du site (53m³/h) Extincteurs Confinement des eaux d'extinction en cas d'incendie, bassin d'un volume de 400 m³ 	OUI

N°	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Phénomène dangereux	Mesures de prévention	Mesures de protection	Phénomène dangereux retenu
3	<ul style="list-style-type: none"> Malveillance Impact foudre Effets dominos Mauvais conditionnement Mauvaise manipulation Erreur humaine 	<p><u>Zone de stockage des batteries en conteneurs</u> (batteries « neuves » et « mise en quarantaine suite à arrivée tardive)</p>	Incendie / Emballage thermique de batteries au Lithium	<p>Mesures de prévention ensemble du site</p> <ul style="list-style-type: none"> Site clôturé Vidéosurveillance Interdiction de fumer sur le site, rappelée au moyen d'affichages Prévention du risque lié à la foudre (analyse du risque foudre réalisée et mesures en place) Pratique systématique du plan de prévention, et du permis de feu lors de travaux susceptibles de créer des points chauds Consignes d'exploitation : Affichage sur la face avant de l'enceinte de stockage des interdictions et des consignes de sécurité <p>Mesures de prévention zones de stockage en conteneurs</p> <ul style="list-style-type: none"> Fermeture sécurisée des conteneurs Stockage limité à 4 palettes dans chaque conteneur Conditionnement en palettes ou en fûts Chaque alvéole dispose d'une paroi REI 120 d'une hauteur de 4m Stockage de batteries neuves dont le risque est moindre 	<p>Dispositif de détection incendie sur l'ensemble des zones de stockage qui déclencherai la fermeture du bassin de rétention via une vanne automatique</p> <p>Plots bétons assimilables à des plots REI 120 situés en limites de propriété au Nord du site</p> <p>Moyens de lutte contre l'incendie :</p> <ul style="list-style-type: none"> Alvéoles de stockage protégées par un système de détection incendie Réserve incendie de 120 m³ Poteau incendie à l'entrée du site (53m³/h) Extincteurs Confinement des eaux d'extinction en cas d'incendie, bassin d'un volume de 400 m³ 	OUI
4	<ul style="list-style-type: none"> Malveillance Impact foudre Effets dominos Mauvais conditionnement Mauvaise manipulation Erreur humaine 	Chute de batteries lors de la manutention	Incendie / Emballage thermique de batteries au Lithium	<p>Mesures de prévention ensemble du site</p> <ul style="list-style-type: none"> Site clôturé Vidéosurveillance Interdiction de fumer sur le site, rappelée au moyen d'affichages Prévention du risque lié à la foudre (analyse du risque foudre réalisée et mesures en place) Pratique systématique du plan de prévention, et du permis de feu lors de travaux susceptibles de créer des points chauds Consignes d'exploitation : Affichage sur la face avant de l'enceinte de stockage des interdictions et des consignes de sécurité 	<p>Réserve incendie</p> <p>Fûts d'eau</p> <p>Extincteurs</p> <p>Bassin de rétention des eaux d'extinction d'incendie</p>	NON

N°	Évènement initiateur	Évènement redouté central	Phénomène dangereux	Mesures de prévention	Mesures de protection	Phénomène dangereux retenu
5	<ul style="list-style-type: none"> Malveillance Impact foudre Effets dominos Mauvais conditionnement Mauvaise manipulation Erreur humaine Surcharge, généralement en fin de cycle 	<p><u>Charge du chariot de manutention :</u> Dégagement d'hydrogène et accumulation en présence d'une source d'inflammation</p>	Incendie	<p>Mesures de prévention ensemble du site</p> <ul style="list-style-type: none"> Site clôturé Vidéosurveillance Interdiction de fumer sur le site, rappelée au moyen d'affichages Prévention du risque lié à la foudre (analyse du risque foudre réalisée et mesures en place) Pratique systématique du plan de prévention, et du permis de feu lors de travaux susceptibles de créer des points chauds Consignes d'exploitation : Affichage sur la face avant de l'enceinte de stockage des interdictions et des consignes de sécurité <p>Mesures spécifiques à la zone de charge de l'engin de manutention</p> <ul style="list-style-type: none"> Présence d'un seul chargeur Contrôle annuel des installations électriques par organisme agréé Isolement du poste de charge par rapport aux zones de stockage Poste munis de dispositifs de coupure automatique en fin de charge ou de temporisation Ventilation permanente du local de charge 	Réserve incendie Fûts d'eau Extincteurs Bassin de rétention des eaux d'extinction d'incendie	NON

Tableau 15 : Tableau d'analyse préliminaire des risques

7.3 SELECTION DES PHENOMENES DANGEREUX

7.3.1 Phénomènes dangereux retenus

L'analyse préliminaire des risques menée au chapitre précédent a permis d'identifier, pour les installations considérées, les différents phénomènes dangereux retenus susceptibles de se produire : Incendie des zones de stockage des batteries.

Certains de ces phénomènes dangereux, du fait de leur intensité, sont susceptibles d'atteindre des enjeux situés au-delà des limites de l'établissement (directement ou par effets domino) c'est-à-dire de conduire à un accident majeur : l'intensité de leurs effets est estimée par la modélisation afin de déterminer ou non la présence de seuils d'effets réglementaires au-delà des limites de l'établissement.

Les critères pris en compte pour établir la liste des phénomènes dangereux en question sont les suivants :

- La faisabilité de modéliser les phénomènes dangereux (phénomènes "modélisables") ;
- Les notions de quantité de matières présentes au niveau d'un stockage et de caractéristiques d'équipement ;
- La proximité des stockages / installations vis à vis des limites de l'établissement ;
- La possibilité d'effet dominos ;
- La possibilité d'effets sur les accès et les équipements de sécurité de l'établissement.

La liste des phénomènes dangereux pour lesquels une évaluation de l'intensité des effets va être réalisée par la modélisation est la suivante :

Type	PhD ⁽²⁾ n°	Phénomènes dangereux	Effets estimés	Modélisation (*) Oui/Non
Incendie	1	Aire de réception et de contrôle des batteries : poids lourds livrant les batteries	Thermiques	OUI
	2	Zone de stockage des batteries sur rack		OUI
	3	Zone de stockage des batteries en containers		OUI

(*) La justification de la non sélection des phénomènes dangereux pour la modélisation quantitative de leurs effets est fournie ci-après

Tableau 16 : Liste des phénomènes dangereux pour lesquels une évaluation de l'intensité des effets va être réalisé

Ils vont faire l'objet d'une caractérisation dans les paragraphes suivants.

Les objectifs sont les suivants :

- La caractérisation des effets sur l'homme ;
- La caractérisation des effets sur les structures ;
- La mise en évidence d'effets sur les équipements de sécurité de l'établissement ;
- La mise en évidence d'effets dominos éventuels ;
- L'évaluation des distances d'atteinte dans l'environnement, au-delà des limites d'établissement, des seuils d'effets réglementaires pour les phénomènes dangereux considérés.

Cas des phénomènes dangereux faisant l'objet d'une évaluation qualitative des effets (non retenus pour la modélisation)

Certains phénomènes, répertoriés ci-avant dans la liste des phénomènes dangereux, n'ont pas été modélisés : ils concernent en particulier la chute de batteries lors des opérations de manutention et le local de charge pour lesquels une première approche montre que les phénomènes dangereux génèrent des effets de faible ampleur, ne sortant pas des limites de propriété. Ils sont pris en compte dans l'étude en tant qu'événements initiateurs de phénomènes dangereux modélisés par ailleurs.

8 EVALUATION DE L'INTENSITÉ DES EFFETS DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX ET CARACTÉRISATION DE LA GRAVITÉ DES CONSÉQUENCES

8.1 VALEURS DE RÉFÉRENCE RELATIVES AUX SEUILS D'EFFETS RÉGLEMENTAIRES

Les valeurs de référence mentionnées dans les tableaux qui suivent sont issues 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 de dangers des installations classées soumises à autorisation".

Parmi les valeurs de référence relatives aux différents effets, seules sont reprises celles qui sont utilisées pour l'évaluation de l'intensité des phénomènes dangereux étudiés.

8.1.1 Valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques

L'intensité des effets du phénomène dangereux "incendie" est définie par rapport à des valeurs de référence exprimées sous forme de seuils d'effets thermiques pour les hommes et les structures.

Pour les effets sur l'homme

Seuils	Effets sur l'homme
3 kW/m ² ou 600 ((kW/m ²) ^{4/3}).s	seuil des effets irréversibles délimitant la "zone des dangers significatifs pour la vie humaine"
5 kW/m ² ou 1 000 ((kW/m ²) ^{4/3}).s	seuil des effets létaux délimitant la "zone des dangers graves pour la vie humaine" mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement
8 kW/m ² ou 1 800 ((kW/m ²) ^{4/3}).s	seuil des effets létaux significatifs délimitant la "zone des dangers très graves pour la vie humaine" mentionnée à l'article L. 515-16 du code de l'environnement

Pour les effets sur les structures

Seuils	Effets sur les structures
5 kW/m ²	seuil des destructions de vitres significatives
8 kW/m²	seuil des effets domino ⁽¹⁾ et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures
16 kW/m ²	seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures, hors structures béton
20 kW/m ²	seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton
200 kW/m ²	seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes

(1) Seuil à partir duquel les effets domino doivent être examinés. Une modulation est possible en fonction des matériaux et structures concernés.

8.2 ÉVALUATION DES EFFETS THERMIQUES

8.2.1 Méthodes de modélisation

8.2.1.1 Feux de solides combustibles

Pour les feux de solides combustibles, la modélisation des effets du rayonnement thermique est réalisée au moyen de la méthode de calcul FLUMILOG qui concerne principalement les entrepôts entrant dans les rubriques 1510 ; 1511 ; 1530 ; 2662 et 2663 de la nomenclature ICPE et plus globalement les rubriques relatives aux combustibles solides.

Cet outil a été construit sur la base d'une confrontation des différentes méthodes utilisées par trois centres techniques (INERIS, CTICM et CNPP- auxquels sont venus ensuite s'associer l'IRSN et Effectifs France), et de campagnes d'essais à moyenne échelle avec un essai à grande échelle.

La méthode développée permet de modéliser l'évolution de l'incendie depuis l'inflammation jusqu'à son extinction par épuisement du combustible.

Elle prend en compte le rôle joué par la structure et les parois tout au long de l'incendie : d'une part lorsqu'elles peuvent limiter la puissance de l'incendie en raison d'un apport d'air réduit au niveau du foyer et d'autre part lorsqu'elles jouent le rôle d'écran thermique plus ou moins important au rayonnement avec une hauteur qui peut varier au cours du temps.

Les flux thermiques sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans la cellule et de l'état de la couverture et des parois.

La méthode permet de calculer les flux thermiques associés à l'incendie de plusieurs cellules dans le cas où le feu se propagerait au-delà de la cellule où l'incendie a débuté. En effet, en fonction des caractéristiques des cellules, des produits stockés et des murs séparatifs, il est possible que l'incendie généralisé à une cellule se propage aux cellules voisines.

La méthode de modélisation est décrite dans le document intitulé :

"FLUMILOG – Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt - Partie A -Version 2 du 04/09/2011".

8.2.2 Modélisation des Phénomènes dangereux retenus

Au vu de la spécificité de l'activité de VOLTR, les modélisations ont été réalisées par l'INERIS. Le rapport complet est présenté en annexe 11.

8.2.2.1 Phénomène dangereux n° 1 : Incendie d'un poids lourds rempli de batteries Li-ion chargées à 100%

a) Hypothèses

Dans ce scénario, l'Ineris a considéré l'incendie généralisé d'un poids lourd, remplie de batteries Li-ion (hors LMP), chargées à 100%. Les conséquences de ce scénario sont alors liées non seulement à la charge calorifique liée au tracteur proprement dit mais aussi à l'emballement thermique de son chargement. Le nombre maximal de caisses ADR pouvant être transporté par ce poids lourd est de 26 ce qui correspond à une capacité maximale de 520 kWh

b) Caractérisation du terme source

L'INERIS a utilisé le logiciel Flumilog pour ce scénario en considérant deux cellules : l'une correspondante au tracteur et l'autre au chargement situé dans la remorque (cf. figure ci-après).

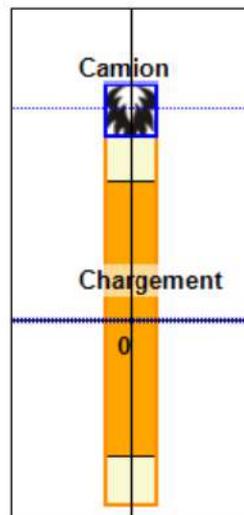


Figure 24 : Modèle Flumilog du scénario n°2

Les caractéristiques principales de chaque cellule sont présentées ci-dessous :

Caractéristique	Chargement	Tracteur
Dimensions (m)	Longueur : 17,5 Largeur : 2,5 Hauteur : 2,9	Longueur : 2,5 Largeur : 2,5 Hauteur : 3,5
Elévation (m)	1,3	0,0
Parois	Métalliques avec une résistance de 5 min	Métalliques avec une résistance de 5 min

Tableau 17 : Caractéristiques des cellules du scénario n°2

Définition des caractéristiques de la cellule lié au poids lourd

La contribution du poids lourd (non chargé) au débit calorifique de l'incendie est déterminée à partir des données du guide du CETU9. La Figure 21 montre que le profil de puissance d'un poids lourd atteint un pic d'environ 30 MW et que la durée du feu est d'environ 90 min. Dans l'outil Flumilog, cette contribution à la puissance totale de l'incendie est considérée en modélisant l'incendie d'une deuxième cellule composée de liquides inflammables.

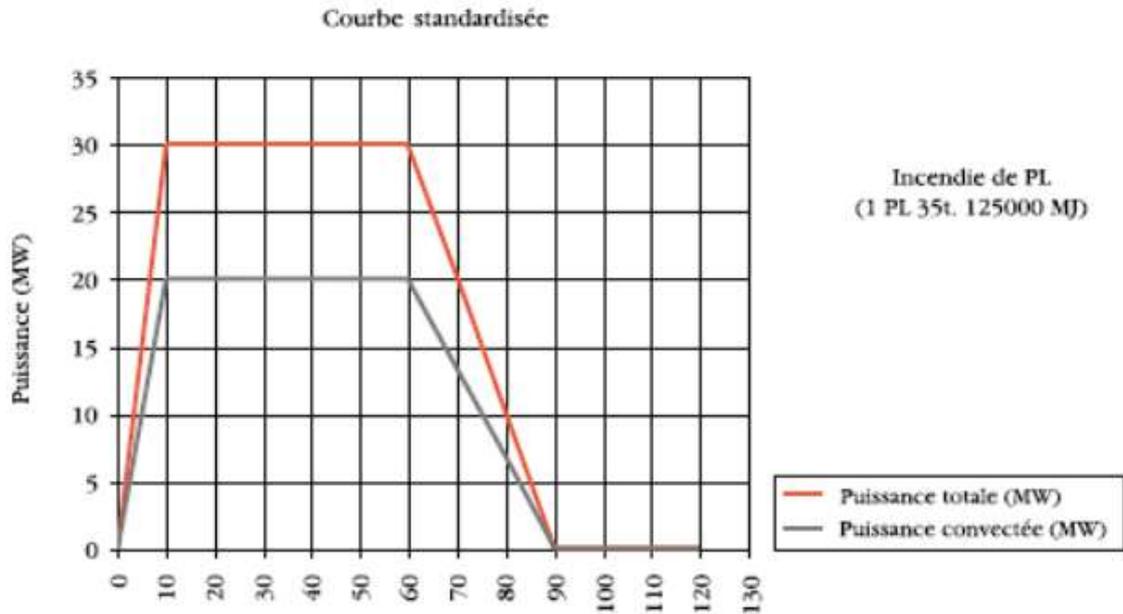


Figure 25 : Débit calorifique d'incendie retenu pour le poids lourd

En effet, l'INERIS a assimilé le feu du poids lourd à un feu de liquide inflammable en jouant sur la vitesse de combustion et la quantité de ce liquide pour reproduire au mieux le profil donné de la figure ci-dessus.

Définition des caractéristiques de la cellule lié au chargement

En cas de remplissage total, le véhicule est capable de transporter 26 caisses ADR avec des batteries de 20 kWh. La charge calorifique de ce stockage est représentée par un stockage en masse (1 îlot) selon les caractéristiques indiquées ci-dessous :

- Longueur de l'îlot : 13,0 m,
- Largeur de l'îlot : 2,4 m,
- Hauteur de l'îlot : 0,8 m,
- Nombre de niveaux : 1.

c) Résultats du calcul

La figure ci-dessous présente la cartographie des flux thermiques attribués à l'incendie du poids lourd. Les paramètres de modélisation sont détaillés en annexe 12.

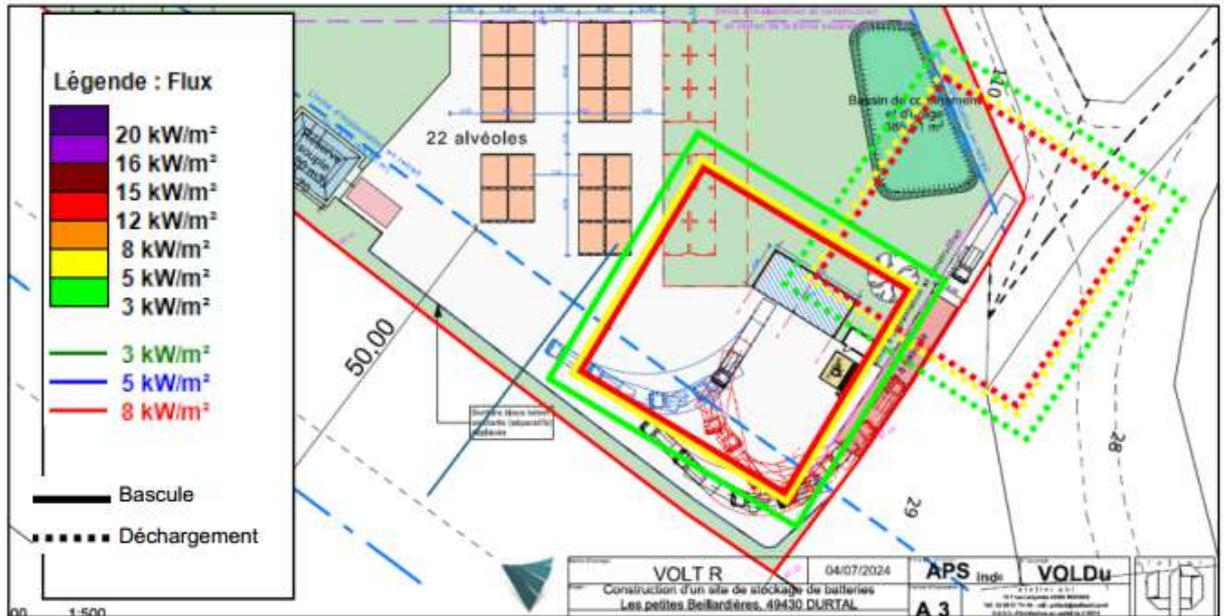


Figure 26 : Cartographie des flux thermiques du scénario n°2

La durée estimée pour l'incendie est d'environ 90 min et les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale (m)
SEI (3 kW/m ²)	14,0
SEL (5 kW/m ²)	11,0
SELS (8 kW/m ²)	10,0

Tableau 18 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario n°2 à hauteur d'homme

d) Distances d'effets de toxicité aiguë

La modélisation des fumées d'incendie donne les distances d'effets de toxicité aiguë ci-dessous :

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	2,5 m	5,5 m
	Létaux	Au niveau du foyer	
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Tableau 19 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario d'incendie d'un poids lourds

A hauteur d'homme, ces effets ne sont jamais atteints et sont à une distance faible du foyer en hauteur.

e) Analyse des effets et des conséquences

La zone de chargement / déchargement des poids lourds sera située à plus de 10 m des auvents de stockage. De plus elle sera située à plus de 14 m des limites de propriété.

8.2.2.2 Phénomène dangereux n°2 et n°3 : incendie d'un auvent de stockage (6 alvéoles)

a) Hypothèses

Dans ce scénario, l'Ineris a considéré l'incendie généralisé d'un auvent de 6 alvéoles. Dans la modélisation de l'INERIS il a été considéré la présence de 3 niveaux de stockage, cependant la société VOLTR va stocker les batteries sur 2 niveaux de stockage afin de limiter les risques liés aux hauteurs de stockage.

Dans son évaluation des conséquences, il faut préciser que l'INERIS n'a pas tenu compte d'un quelconque effet des caisses ADR sur la cinétique de propagation de l'incendie. L'outil FLUMILOG ne permet pas à ce jour d'intégrer ce niveau de détail dans les modélisations. De plus, compte tenu des spécificités du feu de batteries (projection de matières en feu, forte émittance, ...) et du degré d'ouverture des alvéoles, l'INERIS a considéré que la propagation était possible malgré la présence des parois REI 120. Toutes ces hypothèses permettent d'avoir une évaluation prudente et majorante des distances de sécurité.

b) Caractérisation du terme source

L'Ineris a utilisé le logiciel Flumilog pour simuler l'incendie dans les alvéoles de stockage. Comme le logiciel ne permet de modéliser que 3 cellules de stockage en simultanément, l'INERIS a donc réalisé sa mise en donnée de la façon suivante :

Chaque cellule modélisée ci-dessous correspond à 2 alvéoles.

La puissance totale modélisée dans ce scénario (1 auvent de 6 alvéoles) correspond à une puissance de 378 kW/h.

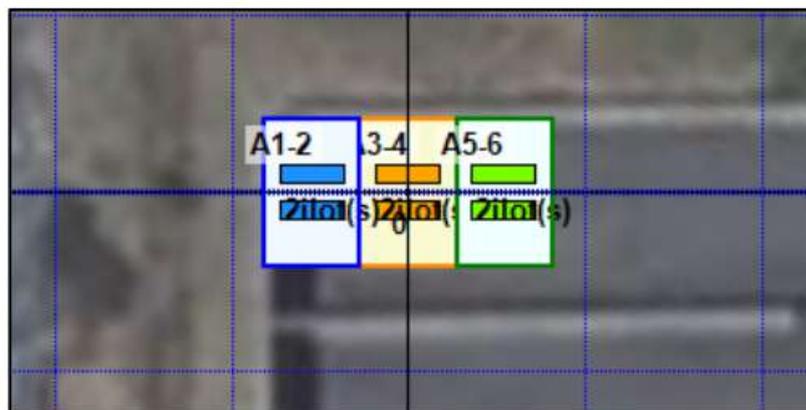


Figure 27 : Modèle Flumilog du scénario d'incendie de 6 alvéoles de stockage sous 1 auvent

Les débits calorifique associés aux caisses ADR avec des batteries de 7 et de 9 kWh ont été déterminés avec le modèle de propagation décrit dans l'Annexe 1. L'utilisation de ce modèle a permis d'établir les profils présentés ci-dessous :

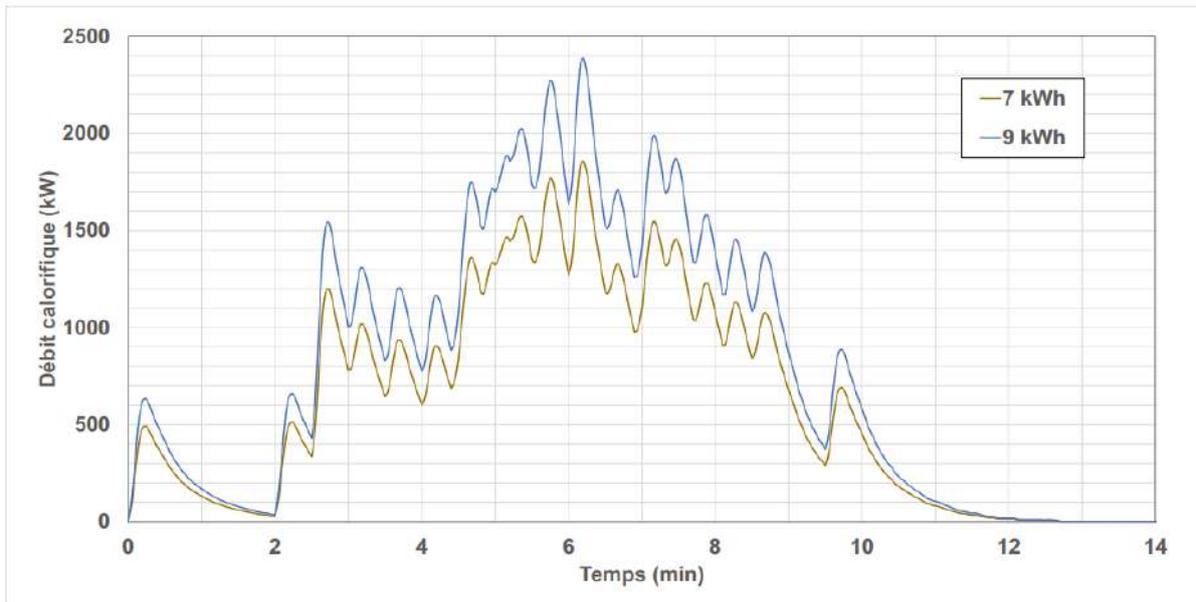


Figure 28 : Débit calorifique obtenu pour un stockage total de batteries de 7 et de 9 kW

c) Résultats du calcul

La Figure suivante présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie du bâtiment constitué de 6 alvéoles avec des caisses de 7 kWh, telle que prédite par le logiciel Flumilog. Pour rappel, cette cartographie est obtenue sans la prise en compte des paroi REI 120 d'une hauteur de 4 m séparant chaque alvéole.

La figure ci-dessous présente la cartographie des flux thermiques attribués à l'incendie d'un auvent de stockage, les paramètres de modélisation sont détaillés en annexe 11.

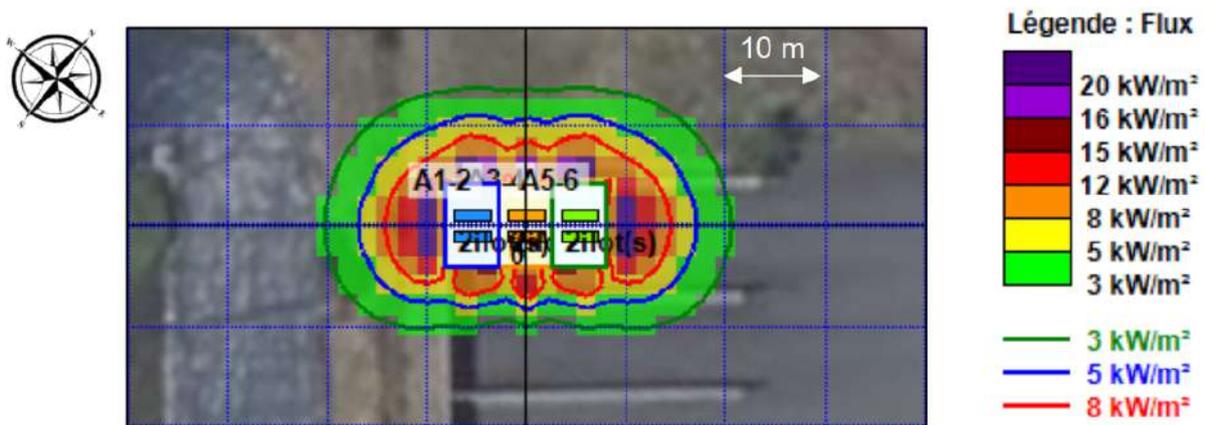


Figure 29 : Cartographie des flux thermiques du scénario d'incendie de 6 alvéoles pour des caisses ADR remplies de batteries ayant une capacité totale de 7 kW

Les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Energie stockée	Seuil d'effets	Distance maximale vers le Nord-Est (m)	Distance maximale vers le Nord-Ouest (m)	Distance maximale vers le Sud-Est (m)	Distance maximale vers le Sud-Ouest (m)
63 kWh (7 kWh par caisse ADR)	SEI (3 kW/m ²)	12,0	10,0	10,0	12,0
	SEL (5 kW/m ²)	10,0	10,0	10,0	10,0
	SELS et effets domino (8 kW/m ²)	5,0	5,0	5,0	5,0

Figure 30 : Distances maximales des flux thermiques – débit calorifique de 7 kW

La cartographie ci-dessous représente l'incendie des 3 auvents de stockage disposant chacun de 6 flots de stockage :

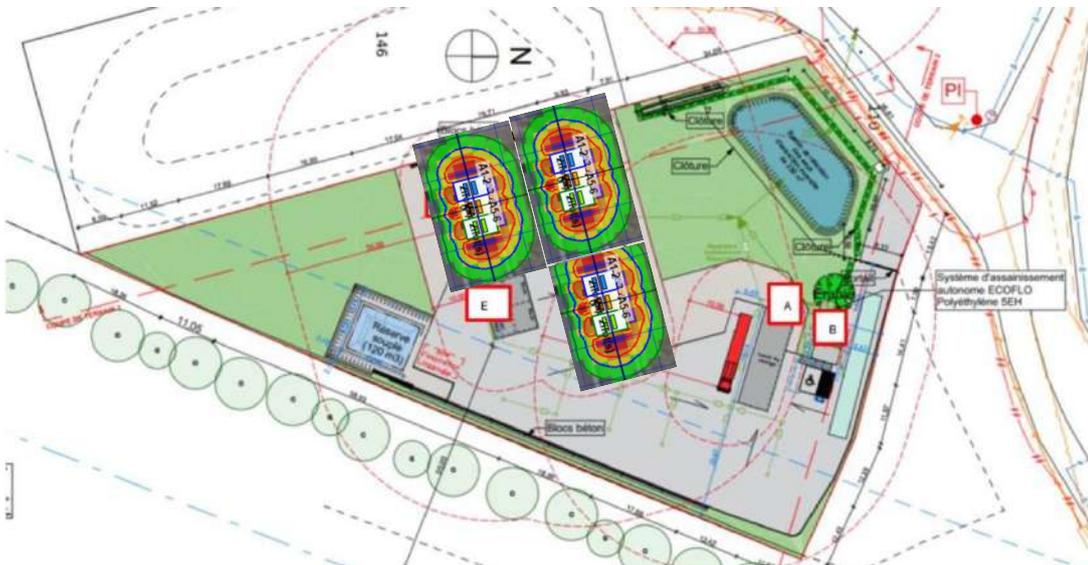


Figure 31 : Cartographie du site (hypothèses maximalistes)

c) Distances d'effets de toxicité aigüe

La modélisation des fumées d'incendie donne les distances d'effets de toxicité aigüe ci-dessous :

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	1,5 m	3,0 m
	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Tableau 20 : Distances d'effets de toxicité aigüe pour le scénario d'incendie d'un auvent comprenant 6 alvéoles

A hauteur d'homme, ces effets ne sont jamais atteints et sont à une distance faible du foyer en hauteur.

d) Analyse des effets et des conséquences

Chaque auvent sera séparé des autres par une distance de 5 ou 7m ce qui permettra de respecter la distance liée aux effets dominos. De même, une distance de 5m sépare la limite de propriété ouest aux auvents de stockage et l'installation de murs coupe-feu en limite de propriété à l'ouest permettra de contenir les flux sur le site. Enfin, la zone de déchargement se situe bien à plus de 10m de la zone de stockage.

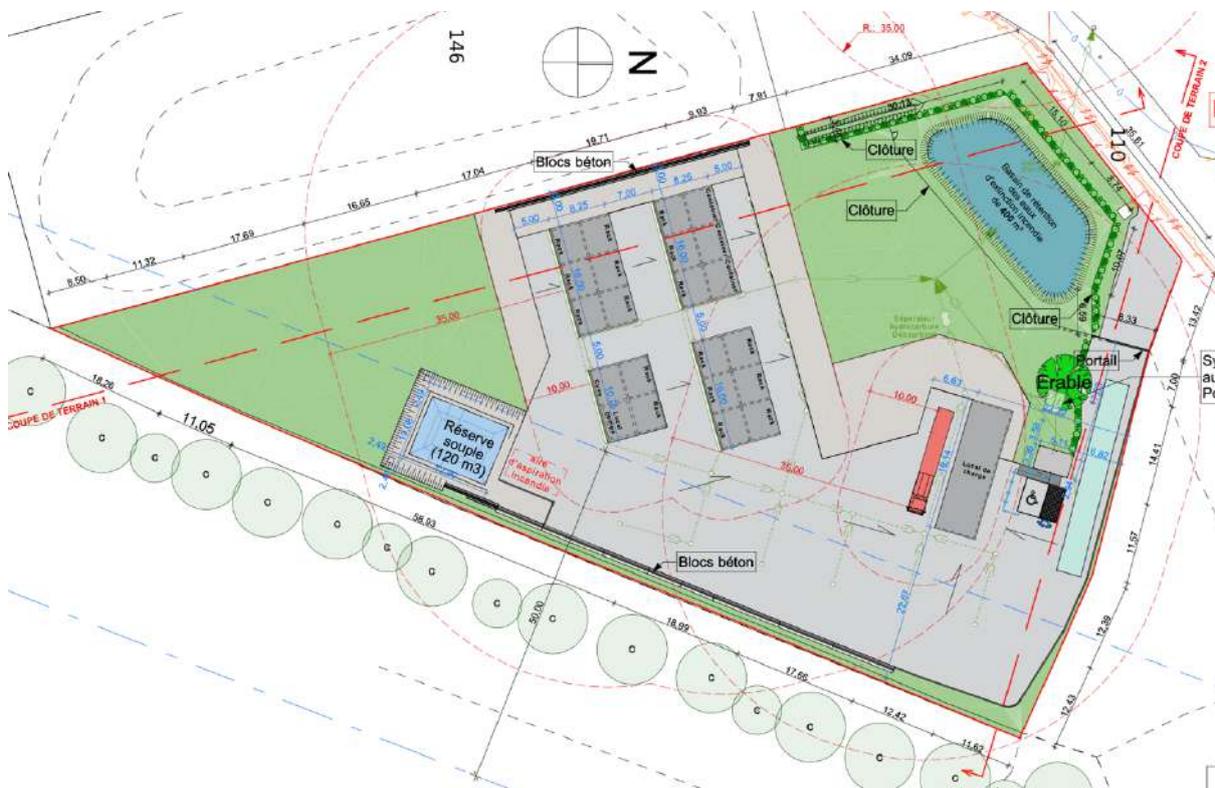


Figure 32 : Plan du site avec distances

Remarques importantes :

Les modélisations réalisées par l'INERIS en annexe 11 ne prennent pas en compte les dispositifs suivants mis en place permettant de réduire le danger :

- La modélisation a été effectuée sur un groupe de 6 alvéoles de stockage comportant chacune un rack sur 3 niveaux (hauteur = 3m30) pouvant accueillir jusqu'à 9 bacs ADR. En réalité un groupe de 6 alvéoles comportera chacune un rack sur 2 niveaux (hauteur = 2 m) pouvant accueillir jusqu'à 6 bacs ADR
- L'INERIS a considéré l'incendie généralisé d'un auvent de 6 alvéoles remplis de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 %. En réalité la plupart des batteries seront déchargées
- La modélisation ne prend pas en compte un quelconque effet des caisses ADR sur la cinétique de propagation de l'incendie
- La modélisation ne prend pas en compte les parois REI120 situées entre chaque alvéole
- La modélisation ne prend pas en compte la présence de plots REI120 situés en limite Nord du site
- La modélisation a été faite sans prendre en compte la cuve de 30m3 présente dans l'une des alvéoles de l'auvent E. L'impact sur cette dernière est limité car située dans une alvéole avec parois REI 120 également.

8.3 EVALUATION DE LA GRAVITE DES ACCIDENTS MAJEURS POTENTIELS

8.3.1 Méthodologie

Une fois les distances des zones d'effets estimées, la gravité des conséquences est évaluée sur la base du comptage du nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans les zones d'effets et par l'utilisation de l'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations, donnée par l'arrêté du 29/09/2005.

Niveau de gravité des conséquences		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
V	Désastreux	Plus de 10 personnes exposées ⁽¹⁾	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées
IV	Catastrophique	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
III	Important	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
II	Sérieux	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
I	Modéré	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à "une personne"

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

Tableau 21 : Echelles d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur des installations

L'évaluation du nombre de personnes susceptibles d'être exposées est réalisée selon la méthodologie de comptage énoncée sur la fiche n°1 "Éléments pour la détermination de la gravité des accidents" du paragraphe 1.1.1 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"*.

8.3.2 Phénomènes dangereux concernés

N°	Phénomène dangereux (PhD)	Seuils d'effets atteints
Effets thermiques		
PhD 2 et 3	Incendie des auvents D et C2 (stockage en rack et stockage en conteneurs)	SEI et SEL

Tableau 22 : Phénomènes dangereux générant des effets des effets au-delà des limites de l'établissement.

8.3.3 Hypothèses d'évaluation de la gravité et résultats

Le détail du calcul de la gravité des effets associés aux phénomènes dangereux initiaux considérés est fourni dans les tableaux ci-dessous.

Ensembles homogènes identifiés dans les zones d'effets	Impacts des ensembles			Observation
	SELS	SEL	SEI	
Terrains non bâtis	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Terrains non accessible disposant d'un bassin de rétention des eaux pluviales communal Règle de comptage : 1 personne par tranche de 10 hectares

(1) Lorsque les maisons d'habitation sont comptabilisées, les terrains attenants ne sont pas pris en compte.

Tableau 23 : Evaluation de la gravité de l'accident majeur potentiel

Avec un nombre de personnes susceptibles d'être exposées au SELS inférieur à 1, le niveau de gravité retenu pour le phénomène dangereux 2 et 3 est II "Sérieux".

8.4 SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS / LISTE DES ACCIDENTS MAJEURS

Les phénomènes dangereux issus des installations E, D ou NC non nécessaires au fonctionnement de l'installation autorisée, dont les effets sortent des limites de l'établissement peuvent ne pas être déterminés, si les conditions d'exclusion définies dans la note de l'annexe 8 sont remplies. *Le site ne dispose d'aucune installation E, D ou NC.

9 CARACTERISATION DE LA CINETIQUE DES ACCIDENTS

9.1 INTRODUCTION

Lors de l'évaluation des conséquences d'un accident, sont prises en compte :

- D'une part, la cinétique pré-accidentelle qui correspond à la durée nécessaire pour aboutir à l'événement redouté central ou encore la phase antérieure à la libération du potentiel de danger,
- D'autre part, la cinétique post-accidentelle qui est déterminée par la dynamique du phénomène dangereux et l'exposition des cibles. Seule la cinétique post-accidentelle est prise en considération pour l'élaboration des plans d'urgence.

Ces derniers éléments de cinétique dépendent des conditions d'exposition des intérêts à protéger, et notamment de leur possibilité de fuite ou de protection.

Selon l'arrêté du 29 septembre 2005, "la cinétique de déroulement d'un accident est qualifiée de lente, dans son contexte, si elle permet la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux".

Par opposition, une cinétique sera qualifiée de rapide si elle ne permet pas la mise en œuvre de mesures de sécurité suffisantes, dans le cadre d'un plan d'urgence externe, pour protéger les personnes exposées à l'extérieur des installations objet du plan d'urgence avant qu'elles ne soient atteintes par les effets du phénomène dangereux.

9.2 CINETIQUE DES ACCIDENTS CONSIDERES

Le tableau suivant présente la cinétique relative au phénomène dangereux précédemment étudié :

Type de phénomène dangereux	Cinétique	Argumentaire
Incendie de bâtiment de stockage de matières combustibles	Lente	En présence de dispositif particulier ralentissant la généralisation de l'incendie (compartimentage coupe-feu, extinction automatique...), l'incendie est considéré de cinétique lente.

Tableau 24 : Evaluation de la cinétique de l'accident majeur potentiel

10 CARACTERISATION DE LA PROBABILITE D'OCCURRENCE DES ACCIDENTS

10.1 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE

Seul le phénomène dangereux susceptible de conduire à un accident majeur (c'est-à-dire ceux pour lesquels des seuils d'effets réglementaires sont atteints hors des limites d'établissement) nécessitent d'être caractérisés en probabilité d'occurrence.

Seul l'incendie des auvents de stockage D et C2 situés au Nord du site est concerné.

L'évaluation de leur probabilité d'occurrence est réalisée selon une approche qualitative en se basant en particulier sur le retour d'expérience et sur les pratiques dans les domaines d'activité considérés.

Une classe de probabilité leur est ainsi attribuée en se basant sur le classement des défaillances en cinq niveaux de probabilité, défini par l'arrêté ministériel⁵ du 29 septembre 2005.

	Événement	Appréciation qualitative	Appréciation quantitative
E	POSSIBLE MAIS EXTREMEMENT PEU PROBABLE	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années de l'installation	$< 10^{-5}/\text{an}$
D	TRES IMPROBABLE	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	$10^{-5}/\text{an} < P < 10^{-4}/\text{an}$
C	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	$10^{-4}/\text{an} < P < 10^{-3}/\text{an}$
B	PROBABLE	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-3}/\text{an} < P < 10^{-2}/\text{an}$
A	COURANT	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives	$P > 10^{-2}$

Tableau 25 : Echelle de probabilité (selon l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005).

10.2 ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

10.2.1 Définitions

Les mesures de maîtrise des risques (MMR) doivent répondre à l'article 4 de l'arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation :

"Pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement précité."

⁵ Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation.

Certaines MMR sont des MMRI. Une MMRI est une MMR faisant appel à de l'instrumentation de sécurité et constituée d'un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité.

Une MMRI est constituée par une chaîne de traitement comprenant une prise d'information (capteur, détecteur...), un système de traitement (automate, calculateur, relais...) et une action (actionneur avec ou sans intervention d'un opérateur).

10.2.2 Sélection des mesures de maîtrise des risques

Peut être qualifiée de mesure de maîtrise des risques une barrière choisie parmi les barrières de sécurité destinées à prévenir l'occurrence ou à limiter les conséquences d'un événement redouté central (perte de confinement ou d'intégrité physique) susceptible de conduire à un accident majeur. Le tableau suivant liste, pour chacun des scénarii susceptibles de conduire à un accident majeur, les fonctions de sécurité agissant en prévention et / ou en protection.

Cette liste est établie à partir des données de description des scénarios accidentels issues du chapitre 7 "Analyse préliminaire des risques" et des résultats des modélisations issue du chapitre 8 "Évaluation de l'intensité des effets des phénomènes dangereux". La justification de la performance de ces MMR est donnée dans le paragraphe qui suit.

Scénario d'accident majeur	Phénomènes dangereux associés	Désignation MMR	N°	Fonction	Type de MMR
Incendie d'une alvéole de stockage	Incendie	Détecteur de fumée au-dessus de chaque caisse ADR de stockage	1	Détecter de façon précoce un départ de feu dans les caisses de stockage	MMRI comportant : - Détecteurs - Actions de sécurité, alarmes sonores et visuelles + déclenchement de l'électrovanne de fermeture du bassin de rétention des eaux d'extinction d'incendie
		Extinction automatique en cas d'augmentation anormale de la température au niveau de chaque caisse ADR	2	Éviter la propagation d'un incendie	
		Parois REI120 entre chaque alvéole sur une hauteur de 4 m	3	Éviter la propagation d'un incendie	
		Plots REI 120 d'une hauteur de 2 m en limite de propriété Nord	4	Éviter la propagation d'un incendie	
		Surveillance par caméra thermiques	5	Détecter de façon précoce un départ de feu dans les caisses de stockage	

10.2.3 Justification de la performance des mesures de maîtrise des risques

Tableau 26 : évaluation des mesures de maîtrise des risques (MMR)

MMR	Indépendance (1)	Temps de réponse / cinétique du phénomène dangereux (2)	Efficacité (3) : - Dimensionnement adapté - Résistance aux contraintes spécifiques - Détection et traitement de l'information	Gestion de la défaillance du MMR (6)	Tests (4)	Maintenance/contrôle (5)	MMR prise en compte dans l'évaluation de la probabilité (Oui/Non)
MMR 1 Détection de fumée	Oui : dispositif autonome	Adapté (type et positionnement des têtes)	100% Cf. note de dimensionnement sprinkler (à joindre à l'EDD)	Alerte si défaillance SSI sur batterie		Contrôles et maintenance annuel	Oui
MMR 2 Détection et extinction automatique (caisses)	Oui : dispositif autonome		Capteurs spécifiques, alarme sonore et lumineuse audible,	Alerte si défaillance SSI sur batterie		Contrôles et maintenance annuel	Oui
MMR 3 Détection incendie (conteneurs)	Oui : dispositif autonome		Capteurs spécifiques, alarme sonore et lumineuse audible,	Alerte si défaillance SSI sur batterie		Contrôles et maintenance annuel	Oui
MMR 4 Parois REI 120 entre chaque alvéole	Oui : dispositif autonome					Contrôle de non détérioration de la paroi	Oui

MMR	Indépendance (1)	Temps de réponse / cinétique du phénomène dangereux (2)	Efficacité (3) : - Dimensionnement adapté - Résistance aux contraintes spécifiques - Détection et traitement de l'information	Gestion de la défaillance du MMR (6)	Tests (4)	Maintenance/contrôle (5)	MMR prise en compte dans l'évaluation de la probabilité (Oui/Non)
MMR 5 Plots REI 120 au Nord du site en limite de propriété	Oui : dispositif autonome					Contrôle de non détérioration de la paroi	Oui
MMR 6 Caméra thermiques		Oui : dispositif autonome		Alerte si défaillance SSI sur batterie		Contrôles et maintenance annuel	Oui

(1) Indépendance (« oui » ou « non ») : faculté à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres barrières, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence

(2) Temps de réponse / cinétique du phénomène dangereux : Il s'agit ici de vérifier que la mesure de maîtrise des risques agira « à temps » pour prévenir ou pour limiter les accidents majeurs. Donner un temps de réponse estimé et vérifier son adéquation avec la cinétique de l'accident et le cas échéant la réglementation

(3) Efficacité (100% ou 0%) : capacité de la mesure de maîtrise des risques à remplir la fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation

(4) Tests : tests/essais qui seront réalisés sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation ou aux règles de l'art. Type de test et périodicité à renseigner

(5) Maintenance : maintenance réalisée sur les mesures de maîtrise des risques. Conformément à la réglementation ou aux règles de l'art. Type de maintenance et périodicité à renseigner

(6) Conditions et modalités de maintien en sécurité des installations en cas de défaillance ou d'anomalie des barrières de sécurité agissant sur des phénomènes dangereux

10.3 DETERMINATION DE LA PROBABILITE D'OCCURRENCE ANNUELLE DES ACCIDENTS MAJEURS

Pour chacun des accidents majeurs potentiels identifiés dans le cadre de l'étude, les classes de probabilité suivantes sont retenues, selon l'approche qualitative définie dans le tableau ci-après.

Phénomène dangereux	Classe de probabilité	Commentaires	Justification
Incendie d'une alvéole de stockage	C	Installation conforme avec mesures de maîtrise des risques efficaces	Le système d'extinction automatique permet de passer dans au moins une classe de probabilité inférieure Les parois séparatives REI 120

La probabilité des accidents majeurs identifiés dans le cadre de l'étude est donc la suivante :

Phénomène dangereux	Mesures de maîtrise des risques prises en compte dans l'évaluation de la probabilité	Probabilité
PhD n°2 et 3 Incendie d'une alvéole de stockage (en rack ou en conteneurs)	Isolement des alvéoles par parois REI 120 Système d'extinction automatique pour le stockage en racks Extincteurs sur la globalité du site notamment au niveau des conteneurs de stockage Détection de fumée Caméra thermique	Très peu probable (C)

11 SYNTHÈSE DE LA COTATION DES ACCIDENTS MAJEURS EN PROBABILITE, CINÉTIQUE, INTENSITE ET GRAVITE

N° du PhD	Commentaire	Gravité	Proba Indice	Type d'effet	Effet Très Grave	Effet Grave	Effet Significatif	Bris de Vitres	Cinétique
2 et 3	Incendie d'une alvéole de stockage (en rack ou en conteneurs)	II	C	Thermique	150	250	/	/	Lente

12 RECAPITULATIF DES MESURES SUPPLEMENTAIRES DE MAITRISE DES RISQUES PREVUES, ISSUES DE L'ANALYSE DES RISQUES

Tableau 27 : Récapitulatif des mesures supplémentaires de maîtrise des risques prévues (sera complété ultérieurement)

Mesures supplémentaires de maîtrise des risques prévues	Montant prévisionnel	Échéance
<p><u>Maîtrise du risque de pollution accidentelle par les eaux d'extinction en cas d'incendie</u></p> <p>Création d'un bassin de confinement des eaux d'extinction d'incendie de 400 m³</p> <p>Ce volume prend en compte les besoins en eaux d'extinction ainsi que les eaux pluviales conformément au guide D9A</p> <p>Le bassin est pourvu d'une vanne asservie avec le système de détection du site permettant de bloquer les eaux d'extinction en cas de sinistre</p>		
<p><u>Maîtrise du risque lié à la foudre</u></p> <p>Réalisation d'une étude technique des moyens de protection contre la foudre et mise en place des moyens de protection requis par l'ARF</p>		
<p>Détection incendie</p> <p>Système d'extinction automatique pour chaque caisse de stockage sur racks</p>		
<p>Caméra thermographie</p>		
<p>Extincteurs sur l'ensemble du site (spécial lithium, CO2, eau)</p>		
<p>Bacs ADR → Conseillé sur le transport de matières dangereuses</p>		

13 CONCLUSION DE L'ETUDE DE DANGERS

Les différentes formes que pourrait prendre un accident significatif sur ce projet ont été recensées et analysées.

Au regard de l'accidentologie et de l'Evaluation Préliminaire des Risques menée précédemment, les événements redoutés centraux identifiés ne concernent que le risque d'emballement thermique des batteries.

Ainsi, par l'organisation de la production, l'organisation interne de la sécurité, les équipements et les moyens mis en œuvre, le projet porté par la société VOLTR assurera un haut niveau de sécurité acceptable vis-à-vis des tiers et de l'environnement pour l'exploitation de l'ensemble de son site sur la commune de DURTAL (49).

Concernant la préservation de l'environnement, les moyens mis en œuvre en fonctionnement normal sont largement satisfaisants.

En fonctionnement dégradé, les besoins en eau à proximité sont suffisants (Présence d'un poteau incendie à l'entrée du site, et d'une réserve incendie de 120 m³).

Les principales mesures de prévention et de protection incendie sont les suivantes :

- Maîtrise des sources d'ignition : interdiction de fumer, permis de feu,...
- Isolement des stockages : 6 bacs par alvéoles / jusqu'à 6 alvéoles dans le auvent C2 et 4 alvéoles dans le auvent D.
- Isolement de chaque alvéole par des parois coupe-feu 2h (REI 120) d'une hauteur de 4 m (non modélisé dans l'étude de flux thermique)
- Système d'extinction automatique incendie : Lors de la détection de fumée ou d'élévation anormale de température dans un bac, le système s'actionne et vient à l'aide d'une électrovanne, noyer le bac impacté afin de contenir l'emballement thermique et/ou le départ de feu
- Détecteur et arrivée d'eau indépendante par bac ADR sur rack
- Moyens d'extinction sur site 24h/24 pour intervention sur départ incendie
- Ensemble du site disposant d'une rétention des eaux d'extinction d'incendie (ou de confinement lors de déversement accidentel hors des zones de dépotage), d'un volume de 400 m³.
- Stockage dans les auvents C1, C2, D et E : système de détection et d'extinction automatique incendie

En conclusion, sur le site de ce projet, au regard des mesure de prévention et de protection réalisées ou à venir, permettant de réduire la criticité des accidents, le niveau de risque des accidents envisagés a été considéré comme acceptable.

ANNEXES

- ANNEXE 1 : LISTE DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET DOCUMENTS DE REFERENCE**
- ANNEXE 2 : LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES**
- ANNEXE 3 : GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC**
- ANNEXE 4 : METHODOLOGIE RETENUE DANS L'ETUDE DE DANGERS**
- ANNEXE 5 : ÉVALUATION DES EFFECTIFS DE POPULATION**
- ANNEXE 6 : NOTE RELATIVE A LA CARACTERISATION EN GRAVITE ET EN PROBABILITE DES PHENOMENES DANGEREUX ISSUS DES INSTALLATIONS E, D OU NC AU SEIN DES ETABLISSEMENTS SOUMIS A AUTORISATION NON SEVESO**
- ANNEXE 7 : EXCLUSIONS DE CERTAINS PHENOMENES DANGEREUX OU D'EFFETS PARTICULIERS**
- ANNEXE 8 : PLAN DE DEFENSE INCENDIE**
- ANNEXE 9 : ANALYSE DU RISQUE Foudre**
- ANNEXE 10 : ACCIDENTOLOGIE**
- ANNEXE 11 : ETUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE DE 6 ALVEOLES**
- ANNEXE 12 : ETUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE D'UN CAMION CHARGE DE BATTERIES**

ANNEXE 1 : LISTE DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET DOCUMENTS DE REFERENCE

- [R1] Loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

Arrêtés

- [R2] Arrêté du 29/09/2005 dit arrêté "PCIG" 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 soumises à autorisation.
- [R3] Arrêté du 03/10/2010 relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés exploités au sein d'une installation classée soumise à autorisation au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n° 1436, 4330, 4331, 4722, 4734, 4742, 4743, 4744, 4746, 4747 ou 4748, ou pour le pétrole brut au titre de l'une ou plusieurs des rubriques n° 4510 ou 4511.
- [R4] Arrêté du 04/10/2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.
- [R5] Arrêté du 22/10/2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite "à risque normal".
- [R6] Arrêté du 26/05/2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre Ier du livre V du code de l'environnement.
- [R7] Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les ICPE soumises à autorisation
- [R8] Arrêté du 2 février 1998 modifié fixant les prescriptions générales relatives aux rejets aqueux des ICPE

Circulaires

- [R9] Circulaire du 4 mai 2007 relative au porter à la connaissance "risques technologiques" et maîtrise de l'urbanisation autour des installations classées.
- [R10] Circulaire du 17/07/2008 relative aux règles pour le classement au titre de la nomenclature des installations classées des réservoirs mobiles quasi-permanents sur les sites.
- [R11] 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.

Décrets

- [R12] Décret n° 2010-1255 du 22/10/2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

Guides de référence

- [R13] Rapport d'étude INERIS du 01/07/2015 "Étude de dangers d'une installation classée Ω 9".
- [R14] Rapport d'étude INERIS du 13/10/2006 "Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle Ω 7".
- [R15] Rapport d'étude INERIS du 23/05/2018 "Évaluation de la performance des barrières techniques de sécurité Ω 10".
- [R16] Rapport d'étude INERIS du 21/09/2009 "Démarche d'évaluation des Barrières Humaines de Sécurité Ω 20".
- [R17] Rapport d'étude INERIS du 11/07/2022 « Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie » Ω 16.

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 88 sur 112

[R18] Rapport d'étude INERIS du 30/11/2010 "Bonnes pratiques pour l'utilisation des seuils de toxicité aiguë par inhalation dans le cadre des études réglementaires".

ANNEXE 2 : LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

APR	Analyse Préliminaire des Risques
ATEX	ATmosphère EX plosive
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles
DPPR	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
E_i	Évènement Indésirable
EI	Évènement Initiateur
EIPS	Élément Important Pour la Sécurité
EM	Évènement Majeur
ERC	Évènement Redouté Central
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des Risques
MEEDDAT	Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire
MMR	Mesure de Maîtrise des Risques
PhD	Phénomène Dangereux
POI	Plan d'Opération Interne
PPAM	Politique de Prévention des Accidents Majeurs
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
SDIS	Service Départemental d'Incendie et de Secours
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seuil des Effets Létaux
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs
SER	Seuil des Effets Réversibles
SGS	Système de Gestion de la Sécurité

ANNEXE 3 : GLOSSAIRE TECHNIQUE ET GRAND PUBLIC

Ce glossaire est un document indicatif visant à éclairer la lecture des études de dangers et à harmoniser le vocabulaire utilisé dans ces études.

Source : circulaire du 10 mai 2010 (partie 3) [R9] 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.

1. Notions de dangers, risques et corollaires

Terme	Définition - Notions de dangers, risques et corollaires
Aléa	Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple (Probabilité d'occurrence x Intensité des effets). Il est spatialisé et peut être cartographié. (Circulaire du 02/10/03 du MEEDDAT sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées). NB : Notion utilisée principalement pour les PPRT (Plan de Prévention des Risques Technologiques)
Acceptation du risque	« Décision d'accepter un risque ». L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision [1] (ISO/CEI 73). Le regard porté par cette personne tient compte du « ressenti » et du « jugement » qui lui sont associés. NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines ou à l'étranger.
Danger	Cette notion définit une propriété intrinsèque à un substance (butane, chlore,...), à un système technique (mise sous pression d'un gaz,...), à une disposition (élévation d'une charge),..., à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable » [sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux etc... inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger] ;
Potentiel de danger	Système (naturel ou créé par l'homme) 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.
Réduction du risque	Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux. [FD ISO/CEI Guide 73]. Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité : - Réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de

Terme	Définition - Notions de dangers, risques et corollaires
	<p>sécurité - Réduction de l'intensité : par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des quantités mises en œuvre, atténuation des conditions de procédés (T°, P...), simplification du système.... la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation (ex : rideau d'eau pour abattre un nuage toxique, limitant son extension à des concentrations dangereuses) La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source », ou réduction de l'aléa. Réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, dont PPRT, ou par les plans d'urgence externes).</p>
<p>Risque toléré</p>	<p>La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients (dont les risques) liés à une situation, situation qui sera soumise à révision régulière afin d'identifier, au fil du temps et chaque fois que cela sera possible, les moyens permettant d'aboutir à une réduction du risque. La norme EN 61508 - 5 en son annexe A (§A2) indique « la détermination du risque tolérable pour un événement dangereux a pour but d'établir ce qui est jugé raisonnable eu égard à la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et à ses conséquences spécifiques. Les systèmes relatifs à la sécurité sont conçus pour réduire la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et/ou les conséquences de l'événement dangereux ».</p> <p>NB : Notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisé dans d'autres domaines.</p>
<p>Risque</p>	<p>« Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51). 1/ 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. 2 / Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier. Le risque est le produit de l'aléa par la vulnérabilité [ISO/CEI Guide 51] □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). Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) : Intensité x Vulnérabilité = gravité des dommages ou conséquences Intensité x Probabilité = aléa Risque = Intensité x Probabilité x Vulnérabilité = Aléa x Vulnérabilité = Conséquences x Probabilité Dans les analyses de risques et les études de dangers, le risque est généralement qualifié en Gravité (des Conséquences) x Probabilité, par exemple dans une grille P x G, alors que pour les PPRT, il l'est selon les deux composantes Aléa x Vulnérabilité (par type d'effet : thermique, toxique, surpression et projection).</p>

Terme	Définition - Notions de dangers, risques et corollaires
Sécurité – Sûreté	Dans le cadre des installations classées, on parle de sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires (type malveillance ou attentat) des intrusions malveillantes et de la malveillance interne. Par parallèle avec le secteur nucléaire, on utilise parfois l'expression « sûreté de fonctionnement » dans les installations classées, qui se rapporte en fait à la maîtrise des risques d'accident, donc à la sécurité des installations.

Événements et accidents

Terme	Définition – Evenements et accidents
Accident	Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/ dommages vis à vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène. Ex : accident : « N blessés et 1 atelier détruit suite à l'incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fuel ».
Cinétique	Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables. Cf. articles 5 à 8 de l'arrêté du 29/09/2005.
Effets dominos	Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène. [effet domino = « accident » initié par un « accident »].
Effets d'un phénomène dangereux	Ce terme décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques,... associés à un phénomène dangereux concerné : flux thermique, concentration toxique, surpression....
Éléments vulnérables (ou enjeux)	Éléments tels que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Le terme de « cible » est parfois utilisé à la place d'élément vulnérable. Cette définition est à rapprocher de la notion « d'intérêt à protéger » de la législation sur les installations classées (art. L.511-1 du Code de l'Environnement).
Événement initiateur	Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe. Dans la représentation en « nœud papillon » (ou arbre des causes), cet événement est situé à l'extrémité gauche.
Événement redouté central	Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».

Terme	Définition – Evenements et accidents
Gravité	<p>On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets. La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises 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.</p> <p>Exemple d'intensité (ou gravité potentielle) : le flux thermique atteint la valeur du seuil d'effet thermique léthal à 50m de la source du flux.</p> <p>Exemple de gravité : 3 morts et 16 blessés grièvement brûlés par le flux thermique</p>
Intensité des effets d'un phénomène dangereux	<p>Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, toxique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables [ou cibles] tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29/09/2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.</p>
Phénomène dangereux (ou phénomène redouté)	<p>Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29/09/2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages » (ISO/CEI 51)</p> <p>Note : un phénomène est une libération de tout ou partie d'un potentiel de danger, la concrétisation d'un aléa.</p> <p>Ex 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, feu torche, BLEVE, Boil Over, explosion, (U)VCE, dispersion d'un nuage de gaz toxique...</p>
Probabilité d'occurrence	<p>Au sens de l'article L.512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.</p>
Scénario d'accident (majeur)	<p>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.». Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.</p>

Terme	Définition – Evenements et accidents
Vulnérabilité	<p>1/« vulnérabilité d'une cible à un effet x » (ou « sensibilité ») : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.</p> <p>2/« vulnérabilité d'une zone » : appréciation de la présence ou non de cibles ; vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.</p> <p>La vulnérabilité d'une zone ou d'un point donné est l'appréciation de la sensibilité des éléments vulnérables [ou cibles] présents dans la zone à un type d'effet donné. Par exemple, on distinguera des zones d'habitat, des zones de terres agricoles, les premières étant plus vulnérables que les secondes face à un aléa d'explosion en raison de la présence de constructions et de personnes. (Circulaire du 02/10/03 du MEEDDAT sur les mesures d'application immédiate introduites par la loi n° 2003-699 en matière de prévention des risques technologiques dans les installations classées). NB : zone d'habitat et zone de terres agricoles sont deux types d'enjeux. On peut différencier la vulnérabilité d'une maison en parpaings de celle d'un bâtiment largement vitré.</p>

3. Fonctions de sécurité

Terme	Définition – Fonctions de sécurité
Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation	Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière de sécurité. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.
Fonction de sécurité	Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques de sécurité, de barrières humaines (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.
Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques	Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.
Mesure de maîtrise des risques (ou barrières de sécurité)	Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois : Les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux. Les mesures (ou barrières) de protection : mesure visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.
Mesure « complémentaires » « supplémentaires »	Dans les textes réglementaires, on distingue les mesures de sécurité complémentaires, mises en place par l'exploitant à sa charge dans le cadre de l'application normale de la réglementation, des mesures supplémentaires éventuellement mises en place dans le cadre des PPRT, faisant l'objet d'un financement tripartite tel que mentionné à l'article L.515-19 du code de l'environnement.
Niveau de confiance	Le niveau de confiance est l'architecture (redondance éventuelle) et la classe de probabilité, inspirés des normes NF EN 61-508 et CEI 61-511, pour qu'une barrière, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette classe de probabilité est déterminée pour une efficacité et un temps de réponse donnés. Ce niveau peut être déterminé suivant les normes NF EN 61-508 et CEI 61-511 pour les systèmes instrumentés de sécurité (Cf. rapport INERIS Ω-10)
Prévention	Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.

Terme	Définition – Fonctions de sécurité
Protection	Mesures visant à limiter l'étendue ou/et la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant. NB : des mesures de protection peuvent être mises en œuvre « à titre préventif », avant l'accident, comme par exemple un confinement. La maîtrise de l'urbanisation, visant à limiter le nombre de personnes exposées aux effets d'un phénomène dangereux, et les plans d'urgence visant à mettre à l'abri les personnes sont des mesures de protection.
Redondance	Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise (CEI6271-1974)
Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)	Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser. Ex : Un rideau d'eau alimenté par un réseau, avec vanne pneumatique/motorisée asservie à une détection ammoniac, dont la fonction de sécurité est d'abattre 80% de la fuite d'ammoniac a un temps de réponse égal à la durée séparant l'envoi de la commande à la vanne du moment où le rideau fonctionne en régime permanent (en supposant qu'il est correctement dimensionné pour abattre 80% de la fuite réelle). Sur cet exemple, la cinétique de mise en œuvre correspond à l'ensemble de la durée entre l'apparition de la fuite, sa détection, le traitement du signal de détection ajouté au temps de réponse.

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 98 sur 112

ANNEXE 4 : METHODOLOGIE RETENUE DANS L'ETUDE DE DANGERS

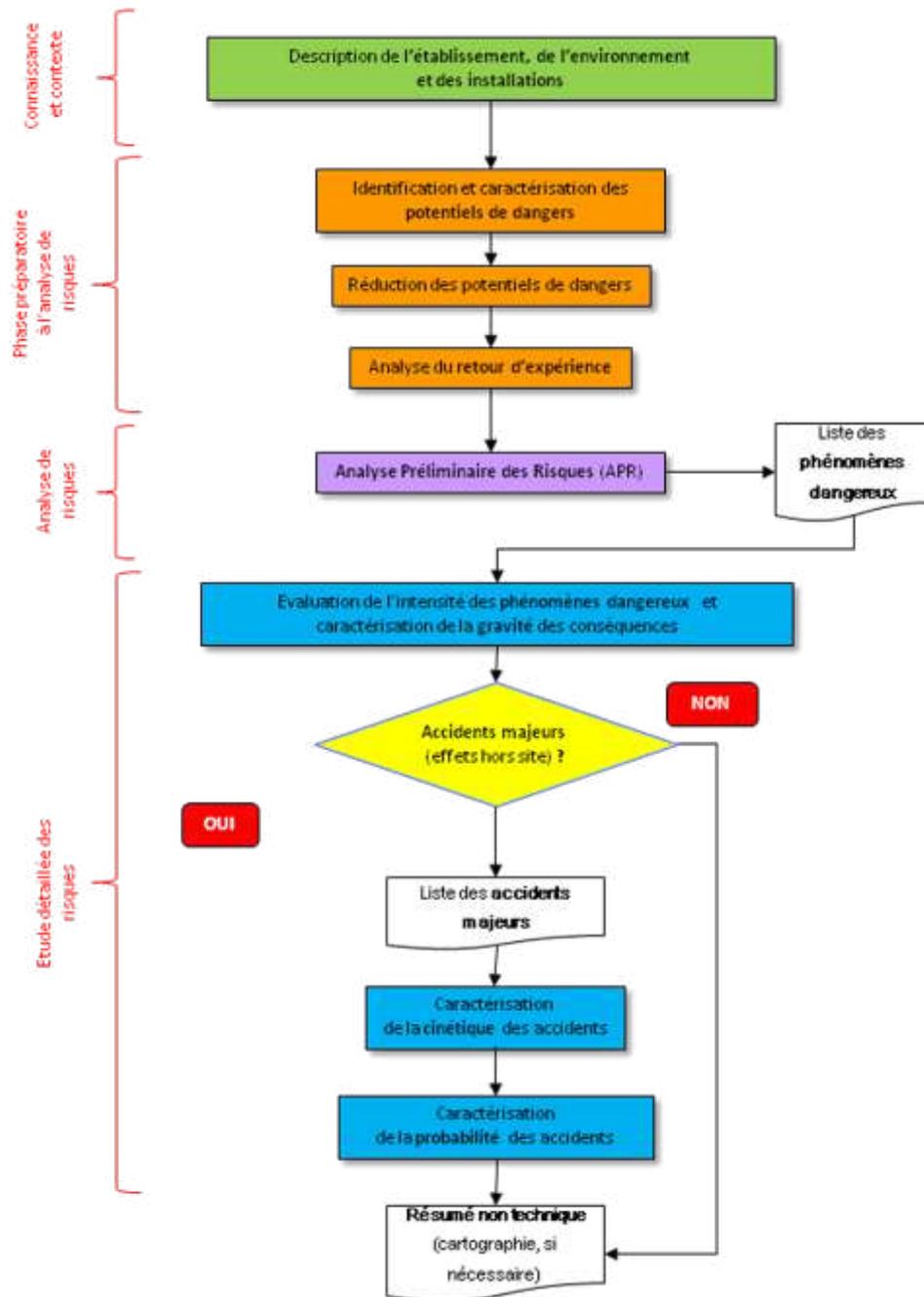
1. Principes généraux de l'élaboration de l'étude de dangers

Au-delà des critères réglementaires, le plan de l'étude de dangers pour les installations à simple autorisation a été établi sur la base :

- du rapport d'étude INERIS n° DRA-15-148940-03446A du 01/07/2015 "Étude de dangers d'une installation classée Ω 9".
- du guide technique pour l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre des parcs éoliens - Mai 2012
- du guide pour la rédaction des études de dangers des installations de réfrigération à l'ammoniac (DRA 71- opération A2) du 27/02/2015

Il se base sur une partie du logigramme représentant le processus de réalisation d'une Étude de dangers pour les installations classées présenté dans ce rapport d'étude.

Le logigramme ici retenu est le suivant :



La méthodologie retenue prend bien en compte bien le principe de proportionnalité édicté à l'article L.181-25 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."

2. Méthodologie retenue pour l'analyse des risques

2.1. Présentation de la méthode d'analyse des risques

Source : rapport d'étude INERIS n° DRA-35 du 13/10/2006 "Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle Ω 7"

La méthode d'analyse retenue (Analyse Préliminaire des Risques) vise tout d'abord à identifier les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens.

Réalisée sur la base d'un découpage fonctionnel des installations, l'analyse des risques permet :

- de recenser les sources de dangers et les situations associées qui peuvent conduire à des dommages sur les personnes, l'environnement ou les biens ;
- d'en déterminer l'ensemble des causes possibles ;
- d'identifier les phénomènes dangereux susceptibles de se produire, directement ou indirectement (par effet domino), ainsi que les conséquences associées ;
- de mettre en lumière les barrières de sécurité existantes en vue de prévenir l'apparition d'une situation dangereuse (barrières de prévention) ou d'en limiter les conséquences (barrières de protection) ;
- d'évaluer les risques afin de permettre leur hiérarchisation et la mise en place le cas échéant d'un plan d'actions.

Cette évaluation est réalisée à partir :

- d'un niveau de probabilité que le dommage survienne ;
- d'un niveau de gravité de ce dommage.

Pour les phénomènes dangereux respectant les conditions suivantes :

- effets contenus à l'intérieur des limites de l'établissement ;
- absence d'effets dominos ;
- absence d'effets sur les dispositifs de sécurité,

seul un tableau présentant les événements, les causes, les conséquences et les moyens mis en œuvre pour les supprimer – prévention / protection (principe de proportionnalité) est jugé suffisant.

Ces phénomènes dangereux ne sont pas considérés comme accidents majeurs (cf. définition glossaire technique) et leur probabilité d'occurrence et leur cinétique ne seront donc pas étudiés dans la suite de l'étude.

Les phénomènes dangereux présentant des effets dominos ou des effets sur les dispositifs de sécurité sont intégrés à l'analyse des accidents majeurs en tant qu'événement initiateur.

L'intensité des effets des phénomènes dangereux issus des installations soumises à enregistrement, à déclaration ou non classées dans les établissements soumis à autorisation **non SEVESO** est calculée ou estimée en vue de déterminer **exclusivement** les conséquences sur la ou les installations soumises à autorisation (effets dominos sur les potentiels de dangers et/ou effets sur les dispositifs de sécurité associés).

En effet, le niveau de gravité des conséquences des phénomènes dangereux issus des installations E, D ou NC non nécessaires au fonction de l'installation autorisée dont les effets sortent des limites de l'établissement pourra ne pas être déterminé, et leur probabilité non prise en compte, s'ils satisfont aux critères de la note fournie en annexe 6.

Enfin, comme rappelé au chapitre de la circulaire du 10 mai 2010 consacré aux événements initiateurs spécifiques, les événements externes suivants susceptibles de conduire à des accidents majeurs ne sont pas pris en compte dans l'étude de dangers en l'absence de règles ou instructions spécifiques :

- chute de météorite ;
- séismes d'amplitude supérieure aux séismes maximums de référence éventuellement corrigés de facteurs, tels que définis par la réglementation, applicable aux installations considérées .
- crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, selon les règles en vigueur .
- événements climatiques d'intensité supérieure aux événements historiquement connus ou prévisibles pouvant affecter l'installation, selon les règles en vigueur ;
- chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport ou aérodrome, c'est-à-dire à plus de 2000 mètres de tout point des pistes de décollage et d'atterrissage ;
- rupture de barrage de classe A ou B au sens de l'article R. 214-112 du code de l'environnement ou d'une digue de classe A, B ou C au sens de l'article R. 214-113 de ce même code ;
- actes de malveillance.

2.2. Grille de cotation des risques (grille de probabilité et de gravité suivant AM du 29/09/2005)

GRILLE DE PROBABILITÉ (suivant l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

Conformément à l'article 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] 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 :

« La probabilité peut être déterminée selon trois types de méthodes : de type qualitatif, semi-quantitatif ou quantitatif. Ces méthodes permettent d'inscrire des phénomènes dangereux et accidents potentiels sur l'échelle de probabilité à cinq classes définie en annexe 1 de l'arrêté ».

Classes de probabilité		Qualitative	Quantitative
E	POSSIBLE MAIS EXTREMEMENT PEU PROBABLE	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années de l'installation	$< 10^{-5}/\text{an}$
D	TRES IMPROBABLE	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	$10^{-5}/\text{an} < P < 10^{-4}/\text{an}$

C	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	$10^{-4}/\text{an} < P < 10^{-3}/\text{an}$
B	PROBABLE	S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation	$10^{-3}/\text{an} < P < 10^{-2}/\text{an}$
A	COURANT	S'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives	$P > 10^{-2}/\text{an}$

NOTA :
Approche qualitative :

Cette approche est limitée aux sites **non SEVESO**

Pour les ICPE soumises à autorisation simple, pour chacun des accidents majeurs potentiels identifiés dans le cadre de l'étude, les classes de probabilité sont retenues selon une approche qualitative sous réserve de la conformité des installations à la réglementation applicable en matière d'ICPE et sous réserve de la justification de la performance des mesures de maîtrise des risques.

L'analyse des risques se limitera dans ce cas à l'APR telle que définie au chapitre 7, complétée par l'évaluation de la classe de probabilité des accidents majeurs potentiels (chapitre 9) accompagnée de la justification de la performance des mesures de maîtrise des risques prises en compte dans cette évaluation.

CLASSES DE GRAVITE (suivant l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005)

L'échelle d'appréciation de la gravité des conséquences humaines d'un accident, à l'extérieur des installations, figure en annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] 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.

L'article 10 de l'arrêté du 29 septembre 2005 [R4] définit le niveau de gravité des phénomènes dangereux pour les effets sur les personnes physiques. Il n'existe pas d'échelle réglementaire d'appréciation de la gravité des effets sur l'environnement naturel. A minima, les conséquences éventuelles d'un accident ayant des effets sur le milieu naturel seront décrites et les moyens de prévention et de protection décrits et justifiés dans l'étude de dangers.

Cette approche reste cohérente avec l'article L. 181-25 du Code de l'environnement :

*"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."*

Classes de gravité		Effets létaux significatifs	Effets létaux	Effets irréversibles
V	DESASTREUX	Plus de 10 personnes exposées (1)	Plus de 100 personnes exposées	Plus de 1 000 personnes exposées

IV	CATASTROPHIQUE	Moins de 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
III	IMPORTANT	Au plus 1 personne exposée	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées
II	SERIEUX	Aucune personne exposée	Au plus 1 personne exposée	Moins de 10 personnes exposées
I	MODERE	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		Présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à « une personne »

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

Pour le comptage des personnes exposées, application de la fiche 1 "Éléments pour la détermination de la gravité dans les études de dangers" de la circulaire du 10 mai 2010 [R9].

2.3. Définition de la cinétique des phénomènes dangereux

La cinétique des phénomènes est qualifiée de lente ou rapide sachant que s'il n'est pas possible de mettre à l'abri les personnes, la cinétique est considérée comme rapide (cf. partie 2 de la circulaire du 10 mai 2010 [R9]).

Il convient de retenir que la gravité doit être évaluée en tenant compte, le cas échéant, des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent (cf. grille de gravité de l'arrêté ministériel du 29 septembre 2005).

ANNEXE 5 : ÉVALUATION DES EFFECTIFS DE POPULATION

Phénomène dangereux	Descriptif	Effets	Distance (m)	Hors des limites de l'établissement ?	Nombre de personnes										Justification	Niveau de gravité	Niveau de gravité finale	
					ERP de cat. 1 à 4	Industries	Commerces (hors cat.1 à 4)	Logements	Voies de circulation automobiles	Voies ferroviaires	Voies navigables	Chemins et voies piétonnes	Terrains non bâtis	Entreprises sur la même plateforme industrielle				TOTAL
A7	Incendie sur l'aire de dépotage d'huile aminée	Effets létaux significatifs	22	non											0,00		-	modéré
		Effets létaux	32	non											0,00		-	
		Effets irréversibles	45	oui	0	0	0	0	0	0,96	0	0	0	0	0,96	Effet impactant la voie ferrée (0,4pers/km/train jour) sur environ 40 m, soit avec 60 trains par jour -> 0,04x0,4x60 < 1 personne soit un total < 1 personne	modéré	
A15	Dispersion d'un nuage toxique suite à une décomposition thermique dans le concentrateur de NASC	Effets létaux significatifs	30	non											0,00		-	modéré
		Effets létaux	33	non											0,00		-	
		Effets irréversibles	41	oui	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	La zone des effets irréversibles sort des limites de l'établissement de quelques mètres, atteint une zone interdite d'accès à proximité de la voie ferrée et n'atteint pas la voie ferrée elle-même soit un total < 1 personne	modéré	

Phénomène dangereux	Descriptif	Effets	Distance (m)	Hors des limites de l' établissement ?	Nombre de personnes										Justification	Niveau de gravité	Niveau de gravité finale	
					ERP de cat. 1 à 4	Industries	Commerces (hors cat.1 à 4)	Logements	Voies de circulation automobiles	Voies ferroviaires	Voies navigables	Chemins et voies piétonnes	Terrains non bâtis	Entreprises sur la même plateforme industrielle				TOTAL
B1 (B4)	Dispersion d'un nuage toxique d'ammoniac suite à une fuite lors du dépotage (ou sur le stockage)	Effets létaux significatifs	31	non											0,00		-	sérieux
		Effets létaux	33	oui											0,00		-	

ANNEXE 6 : NOTE RELATIVE A CARACTERISATION EN GRAVITE ET EN PROBABILITE DES PHENOMENES DANGEREUX

Cette note porte sur les installations E, D ou NC au sein des établissements non SEVESO comprenant une installation soumise à autorisation.

L'article L 181-12 du Code de l'Environnement prévoit que les prescriptions fixées par l'autorisation environnementale peuvent « *porter sur les équipements et installations déjà exploités et les activités déjà exercées par le pétitionnaire ou autorisés à son profit lorsque leur connexité les rend nécessaires aux activités, installations, ouvrages et travaux soumis à autorisation ou dont la proximité est de nature à en modifier notablement les dangers ou inconvénients* ».

Dans la même logique, l'article 1^{er} de l'arrêté "PCIG" du 29/09/2005 indique que les études de dangers portent « *sur l'ensemble des installations et équipements exploités ou projetés par le demandeur qui, par leur proximité ou leur connexité avec l'installation soumise à autorisation, sont de nature à en modifier les dangers ou inconvénients* ».

Enfin, l'article R 512-46-2 relatif aux installations soumises à enregistrement indique que :

« *Lorsque l'installation, par sa proximité ou sa connexité avec une installation soumise à autorisation ayant le même exploitant, est de nature à en modifier les dangers ou inconvénients, la demande adressée au préfet est conforme aux exigences de l'article R. 181-46 et est instruite dans les conditions prévues par cet article.* »

La logique suivante est donc adoptée, pour les établissements non SEVESO :

Il est possible d'exclure de la caractérisation en gravité et en probabilité les phénomènes dangereux d'installation E, D ou NC, non nécessaire au fonctionnement de l'installation autorisée et dont les effets sortent des limites de l'établissement, si et seulement si toutes les conditions suivantes sont remplies :

- a) aucun phénomène dangereux de l'installation autorisée ne constitue un événement initiateur du phénomène dangereux de l'installation E, D ou NC,
- b) le phénomène dangereux de l'installation E, D ou NC ne constitue pas un événement initiateur du phénomène dangereux de l'installation autorisée, OU il le constitue, mais l'installation autorisée ne génère pas de phénomène dangereux dont les effets sortent des limites de l'établissement.
- c) l'installation E, D ou NC respecte la réglementation qui lui est applicable (arrêté ministériel de prescriptions générales ou arrêté spécifique pouvant exister pour les installations NC - stockages de gaz ou d'hydrocarbures par exemple).

Si ces conditions sont remplies, alors on considère que le phénomène dangereux de l'installation E, D ou NC n'est pas de nature à modifier les dangers de l'installation autorisée.

Par conséquent :

- la gravité et la probabilité du phénomène dangereux issu de l'installation E, D ou NC ne sont pas évaluées,
- les causes et moyens de prévention/protection du phénomène dangereux sont analysés dans l'analyse préliminaire des risques, et doivent être conformes aux exigences réglementaires qui s'appliquent.

Dans le cas contraire, le phénomène dangereux fait l'objet d'une caractérisation en probabilité et gravité, au même titre que pour les phénomènes dangereux de l'installation autorisée.

Une analyse de la conformité des installations par rapport aux arrêtés ministériels applicables devra toutefois être réalisée.

NOTA : Cette démarche ne s'applique qu'aux établissements non SEVESO.

ANNEXE 7 : EXCLUSIONS DE CERTAINS PHENOMENES DANGEREUX OU D'EFFETS PARTICULIERS

Les événements initiateurs mentionnés dans le tableau ci-après font l'objet d'une réglementation déterministe par ailleurs (arrêté ministériel pour la plupart).

En cohérence avec cette approche déterministe, il est considéré que le respect strict, intégral et justifié de cette réglementation permet de considérer qu'une démarche de maîtrise des risques importants a été menée et qu'il n'est pas opportun de les conserver pour mener la démarche d'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source.

L'analyse de risques prendra en compte cet événement initiateur ainsi que la ou les mesures de maîtrise des risques, en l'occurrence le respect de la réglementation correspondante, aux côtés d'autres éventuelles mesures de maîtrise des risques.

En revanche, la probabilité d'occurrence de l'événement initiateur ne sera pas évaluée et il ne sera pas tenu compte de cet événement initiateur dans la probabilité du phénomène dangereux, de l'aléa ou de l'accident correspondant.

Enfin, bien qu'ils soient physiquement possibles, il peut être considéré comme non opportun de conserver certains phénomènes dangereux pour base des décisions en matière d'appréciation de la démarche de maîtrise du risque à la source, sous réserve de la mise en place de garanties raisonnables par l'exploitant sur les modalités de conception, d'exploitation et de surveillance / maintenance des équipements concernés au regard de ces risques.

Les phénomènes dangereux concernés figurent également dans le tableau ci-après.

Source : Circulaire du 10 mai 2010 (partie 4) [R9] 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.

Type d'évènements / d'installations	Référence Paragraphe circulaire du 10 mai 2010
Effets de projection hors installations pyrotechniques	1.2.2, 2.2.2, 3.2.5
Ruines citernes transportant certains produits toxiques (pour une partie des événements initiateurs).	1.2.3, 2.2.3, 3.2.6
Ruines métallurgiques des tuyauteries d'usine d'un diamètre supérieur à 25 mm transportant des gaz et liquides toxiques (pour une partie des événements initiateurs).	1.2.4, 2.2.4, 3.2.7
Fuite massive de GNL de longue durée (> 30 minutes)	1.2.5, 2.2.5, 3.2.4
Phénomènes sur un véhicule de transport d'explosifs stationné à titre exceptionnel sur site	1.2.7, 2.2.6, 3.2.10
Pressurisation d'un bac de liquide inflammable lorsque les événements sont correctement dimensionnés	1.2.8, 2.2.7, 3.2.11
Rupture soudaine de bac de liquides inflammables (par vieillissement) et effet de vague	1.2.8, 2.2.7, 3.2.11
BLEVE d'un réservoir de GPL sous talus par effet domino externe	1.2.9, 2.2.8, 3.2.12
Rupture franche tuyauterie sur un stockage souterrain de gaz naturel	1.2.10, 2.2.9, 3.2.13
Effondrement localisé d'un stockage souterrain de gaz	1.2.10, 2.2.9, 3.2.13
Effondrement généralisé d'un stockage souterrain de gaz	1.2.10, 2.2.9, 3.2.13

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 106 sur 110

ANNEXE 8 : PLAN DE DEFENSE INCENDIE

Plan de défense incendie SITE DE STOCKAGE DURTAL



OBJET DU PLAN DE DÉFENSE INCENDIE

VoltR a établi son Plan de Défense Incendie en application des exigences de l'arrêté ministériel du 22 décembre 2023 relatif à la prévention du risque d'incendie au sein des installations soumises à autorisation au titre des rubriques 2710 (installations de collecte de déchets apportés par le producteur initial), 2712 (moyens de transport hors d'usage), 2718 (transit, regroupement ou tri de déchets dangereux), 2790 (traitement de déchets dangereux) ou 2791 (traitement de déchets non dangereux) de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Le document présenté est une version projet avec l'ensemble des informations disponibles à ce jour. Il sera mis à jour lors de la réception du site.

	Rédaction	Vérification	Approbation
Fonction	 	Directeur ... Technicien ... Responsable...	Directeur ...
Nom et visa	Ignicité : François BESNARD VoltR : Krystal ZAOUANE	Prénom NOM Prénom NOM Prénom NOM	Prénom NOM
Date	13/12/2024	JJ/MM/AAAA	JJ/MM/AAAA

Diffusion ou mise à disposition	Interne	Externe
	<input checked="" type="checkbox"/> Site <input checked="" type="checkbox"/> Service...	<input checked="" type="checkbox"/> SDIS 49 <input checked="" type="checkbox"/> DREAL

Régime de confidentialité de la diffusion	<input checked="" type="checkbox"/> Restreinte	<input type="checkbox"/> Libre
--	--	--------------------------------

Indice	Motif d'évolution et modifications apportées
1	Création
2	Remarques instruction dossier ICPE

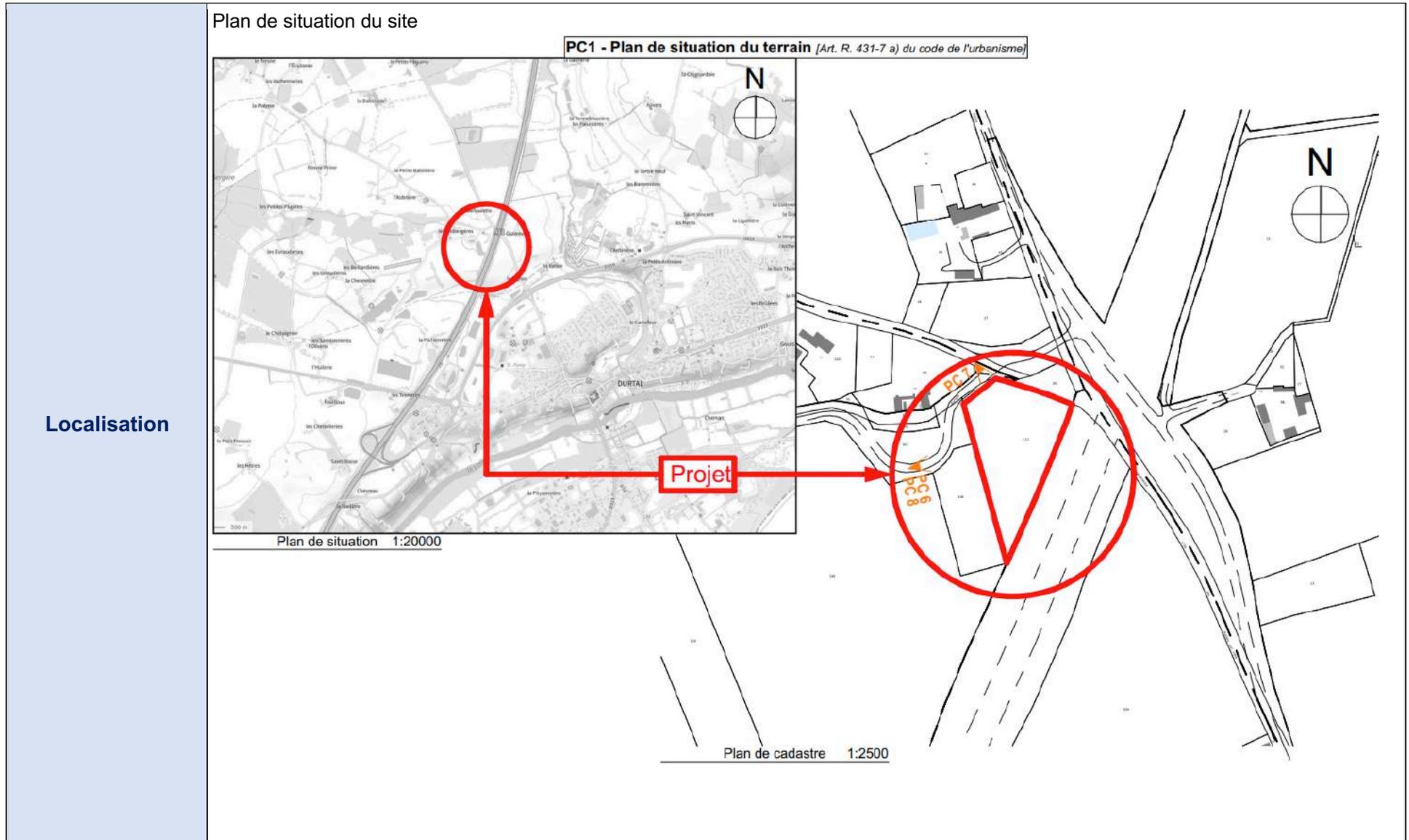
SOMMAIRE

	OBJET DU PLAN DE DÉFENSE INCENDIE	2
	FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE	4
	FICHE 2 : CLASSEMENT ICPE DU SITE.....	11
	FICHE 3 : PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS	12
	FICHE 4 : MOYENS DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION INCENDIE	15
	FICHE 5 : LOCALISATION DES PRINCIPAUX MOYENS INCENDIE	17
	FICHE 6 : MESURES RELATIVES À LA MAINTENANCE	18
	FICHE 7 : FORMATIONS ET COMPÉTENCES	19
	FICHE 8 : SCÉNARIO INCENDIE DANS UNE ALVÉOLE.....	20
	Actions réflexes en cas d'incendie	23
	Mises en sécurité.....	24
	Surveillance du bon fonctionnement du système de noyage en cas d'incendie	25
	Précautions relatives à l'arrêt des postes de noyage	25
	Informations sur le risque.....	26

FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

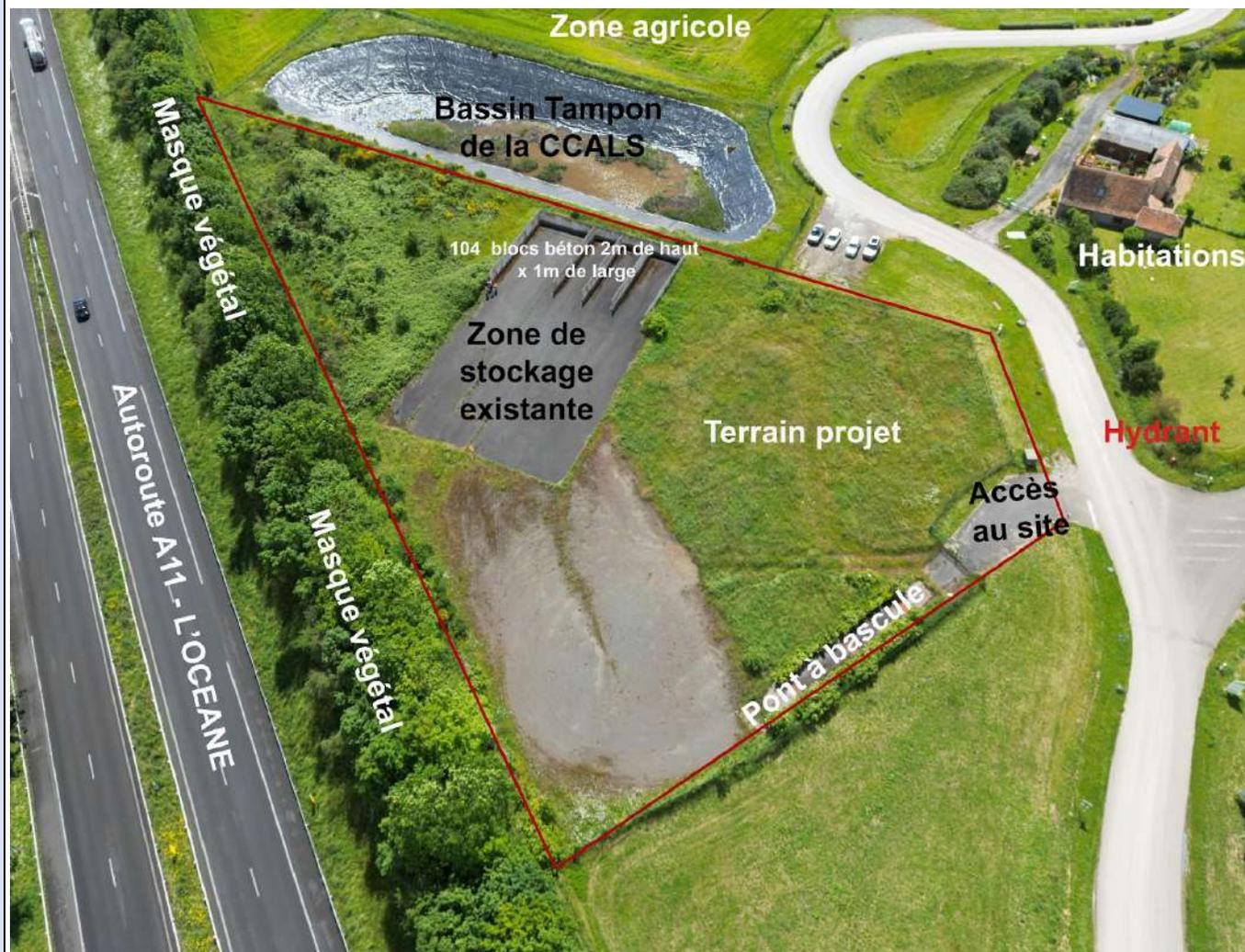
Dénomination ou raison sociale de l'établissement	VoltR
Forme juridique	Société par actions simplifiée Société à mission
Adresse du site	Les Thibergères, 49430 Durtal
Adresse du siège social	7 Rue du Bon Puits, 49480 VERRIERES EN ANJOU
Représentants	REGNIER Alban BLESKINE Maxime MAUFRONT Thibaud MALLET François
Activité principale	Traitement, tri, revalorisation, réparation, reconditionnement, assemblage et vente de batteries, cellules, accumulateurs électriques
Effectif	40 personnes totalité de la société dont une personne responsable ICPE et une personne responsable QSE / 1 personne sur le site de stockage
Occupation du site	1 personne de façon ponctuelle selon les besoins de l'activité du lundi au vendredi de 8h à 17h30
Télésurveillance	Société de télésurveillance avec vidéo surveillance (ERYMA)

FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE



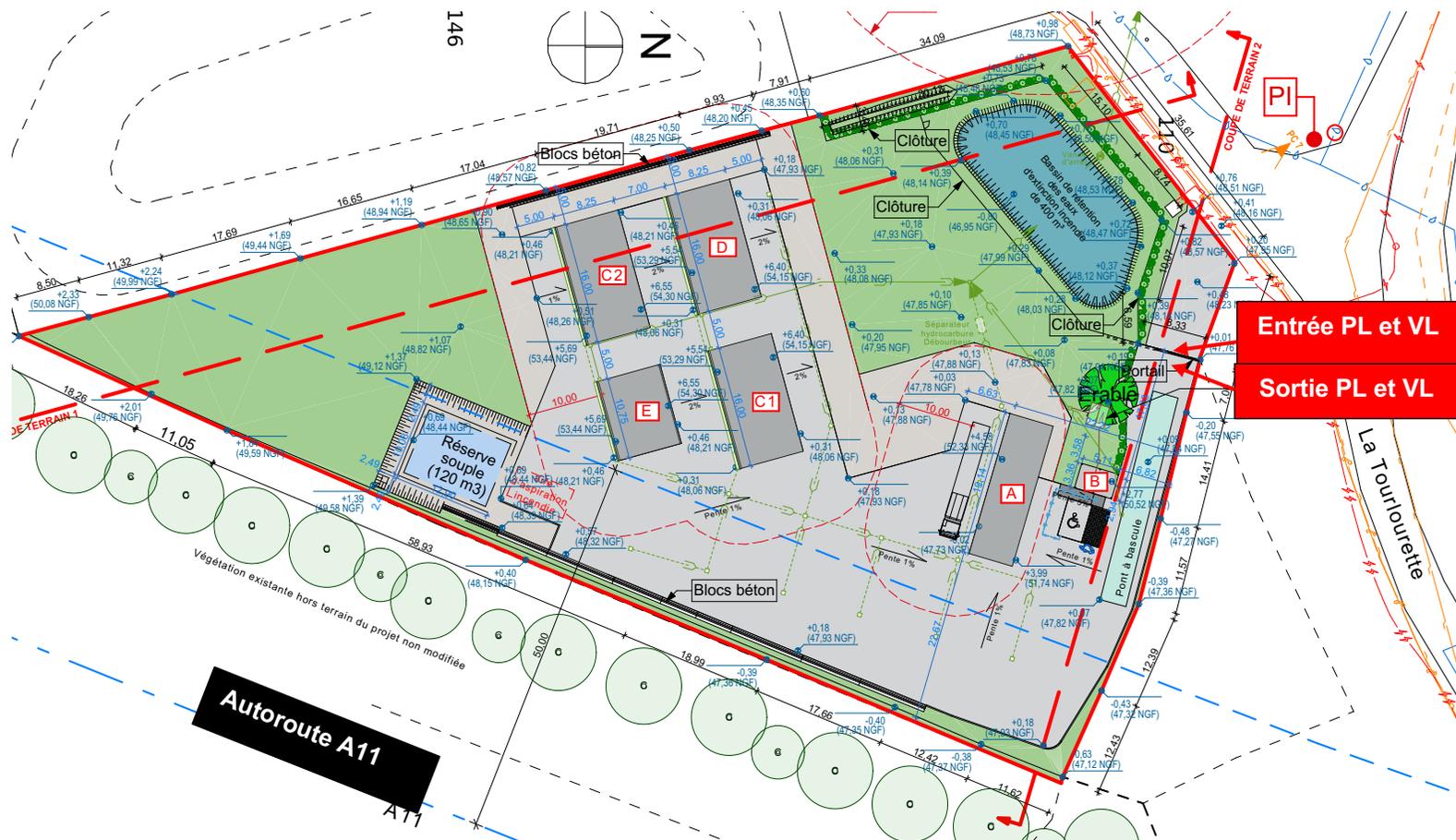
FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

Plan du site actuel



FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

Plan de masse du site projeté



FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

<p style="text-align: center;">Accès Sapeurs-pompiers Au site</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 20%;"> <p>Les Petites Beillardières 49430, DURTAL GPS : 47.680, -0.254</p> </div> <div style="width: 60%; text-align: center;"> </div> <div style="width: 15%; border: 1px solid purple; padding: 5px;"> <p>A : Auvent de déchargement B : Modulaire bureau et sanitaires C1, C2, D, E : Alvéoles de stockage en racks avec système d'extinction automatisé D : Alvéoles de stockage en conteneur E : Local technique avec pompe et cuve</p> </div> <div style="width: 10%; border: 1px solid purple; padding: 5px;"> <p>LÉGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> Entrée principale Extincteur à eau Extincteur CO2 Extincteur spécial lithium Arrêt d'urgence extinction automatisée Piste de circulation Point de retournement Clôture Portail Murs de protection Cuve - Bassin </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">Accès VL et PL : <u>Rue Les Thibergières</u> Site clôturé – 1 entrée pour parvenir sur le site par 1 portail manuel pouvant être déverrouillé par une clé disponible dans la boîte à clés à proximité du portail.</p>
<p>Contrôle d'accès</p>	<p>Portes verrouillées : → Accès principal par un portail manuel</p>

FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

<p>Accueil des services de secours en périodes ouvrées et non ouvrées</p>	<p>En présence de personnel : l'accueil des sapeurs-pompiers se fera au portail d'accès rue les Thibergères</p> <p>En l'absence de personnel : Une boîte à clé sera mise à disposition à l'entrée du portail manuel à l'entrée du site. Le code pour l'ouvrir et récupérer les clés, sera disponible sur l'application et la base de données BatiFire en flashant le QR code affiché.</p>	
<p>Organisation permettant d'assurer l'accessibilité du site pour les sapeurs-pompiers</p>	<p>En présence de personnel</p>	<p>En absence de personnel</p>
	<p>Les sapeurs-pompiers seront accueillis par du personnel puis accompagnés sur le site par une personne disposant de clés d'accès à l'ensemble des locaux.</p>	<p>Les services de secours pourront récupérer les clés d'accès à l'ensemble des locaux du site dans la boîte à clé disposée à l'entrée du site et dont le code sera fourni par l'application BatiFire.</p>
	<p>Accès</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accès personnel et poids lourds régulé pour des livraisons ponctuelles. Ouverture par prise de contact au téléphone avec le personnel sur place ou par ouverture avec la clé disponible dans la boîte à clé. <p>Voies de circulation pompiers :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Libre en permanence et dédiée à l'accès pompiers. <u>Les voies engins sont matérialisées en rouge</u> sur le plan ci-dessus. <p>Voies de circulation PL et VL</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lors de l'intervention pompier, le site sera fermé à la circulation PL et VL. <p>Aires de pompage : Réserve souple de 120m³ disponible. Aire d'aspiration règlementaire de 8m/4m situé à proximité de la réserve</p> <p>Portes d'accès aux différents points du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> → Porte du local technique : ouverture avec clés sur le trousseau dans la boîte à clé du portail → Accès aux alvéoles de stockage par un grillage aux portes coulissantes pouvant s'ouvrir avec clé tricoise. → Accès aux conteneurs de stockage fermés par des chaînes et cadenas → Accès au modulaire/bureau : ouverture avec clés sur le trousseau dans la boîte à clé du portail 	

FICHE 1 : PRÉSENTATION DU SITE

Interlocuteurs internes	Noms / contact	Fonctions
	M Alban REGNIER	Président
	M Maxime BLESKINE	Directeur général
	M François MALLET	Directeur des opérations
	Mme Fabienne TREGAROT	Responsable Qualité, Sécurité et Environnement
	Mme Krystal ZAOUANE	Cheffe de projet ICPE – Stockage batteries usagées
Interlocuteurs externes Sera complété au démarrage de l'activité	Noms	Compétences
	<i>DREAL Région / Inspecteur UD de : numéro d'astreinte</i>	<i>Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement</i>
	<i>VOISINS : société XX XX XX XX XX / société XX XX XX XX XX / société S XX XX XX XX XX</i>	
	<i>Mairie :</i>	<i>Maintenance portes et barrières / 00 00 00 00 00</i>
	<i>SDIS 49 :</i>	<i>Maintenance Y / 00 00 00 00 00</i>
	<i>NOM / Responsable :</i>	<i>Maintenance Z / 00 00 00 00 00</i>
	<i>NOM / Responsable :</i>	<i>Maintenance Sprinkleur / 00 00 00 00 00</i>
<i>NOM / Responsable :</i>	<i>Télésurveilleur / 00 00 00 00 00</i>	

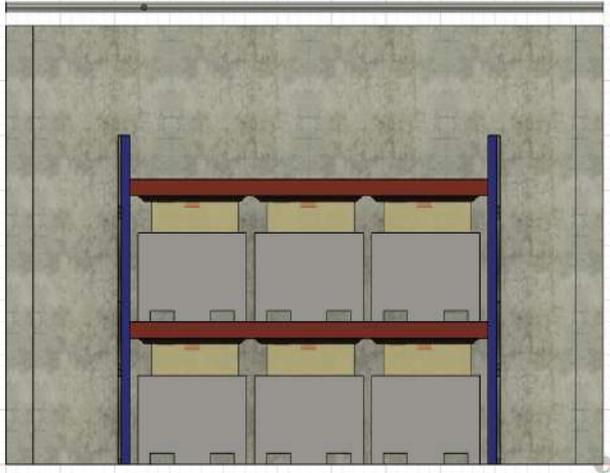
FICHE 2 : CLASSEMENT ICPE DU SITE

Rubriques	Désignation	Régime	Capacité
2718	Installation de transit, regroupement ou tri de déchet dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2719, 2792 et 2793	AUTORISATION	7 901 m3

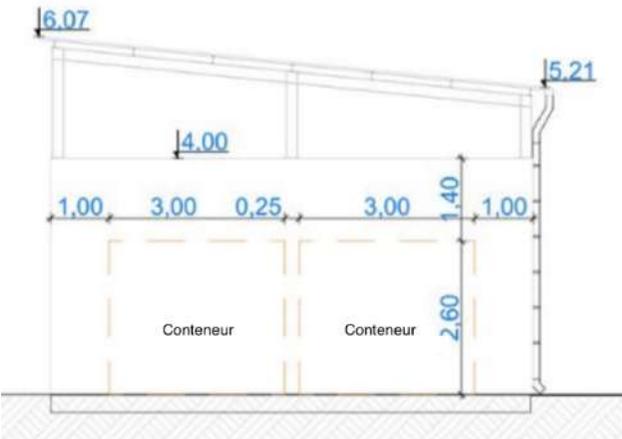
FICHE 3 : PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS

	Affectation	Surface au sol	Description	Caractéristiques		
				Murs	Structure	Toiture
Caractéristiques installations et dispositions constructives	B : Bâtiment unité mobile	15 m ²	Le local de gardiennage, surveillance, contrôle des entrées et sorties, vérification, sanitaires...	Acier galvanisé, revêtu de plastisol teinte RAL 7035	Châssis : Huisserie en PVC Ral 5007	Toiture sèche avec isolation par mousse polymère sans CFC, couverture en acier galvanisé résistant aux chocs teinte RAL 7035 aspect mat
	A : Bâtiment auvent de vérification	105,27 m ²	Vérification de la conformité des batteries	Bardage métallique vertical RAL 7035		Étanchéité multicouche sur support bac acier RAL 7035 aspect mat
	C1, C2, D, E Alvéoles de stockage	439 m ²	Blocs d'alvéoles composé de 20 alvéoles de stockage muni de conteneurs ou d'un système de détection et d'extinction automatique sur racks	Mur béton REI 120 RAL 7035	Structure métallique RAL 7035 Ces alvéoles seront entourées de murs béton REI 120	Bac acier RAL 7035 aspect mat Classe Broof t3
	E : Local technique	43 m ²	Bâtiment technique avec pompe et cuve pour alimenter le système de détection et extinction incendie dans les alvéoles	Mur béton REI 120 RAL 7035		Étanchéité multicouche sur support bac acier RAL 7035 Classe Broof t3
	Caractéristiques alvéoles : <ul style="list-style-type: none"> • Longueurs : 4m • Largeurs : 5m • Hauteurs : murs de 4m / point bas toiture 5,69m / Faitage 6,55m 					
Chauffage des locaux	<ul style="list-style-type: none"> • Chauffage dans le local technique : pompe mise en hors gel 					

FICHE 3 : PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS

Locaux électriques	1 armoire électrique : situé dans l'unité modulaire (A) 1 armoire électrique pour le système de pompe : Local technique (E)	
Stockage engin de manutention	Un engin de manutention type chariot élévateur sera stocké et chargé sous l'auvent de réception des marchandises (A)	
Alvéole	<ul style="list-style-type: none"> • 17 alvéoles de stockage sur rack muni d'un système de détection et d'extinction d'incendie automatique • 3 alvéoles de stockage en conteneur muni d'un système de détection incendie. 	
Alvéole stockage sur racks	17 alvéoles de stockage de dimensions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • 4m de longueur / 5m de largeur / hauteur murs 4m Racks sur 2 niveaux jusqu'à une hauteur maximale de 3m permettant l'entreposage de 6 bacs ADR de dimensions : <ul style="list-style-type: none"> • 1,2m de longueur / 1m de largeur / hauteur 0,82m Stockage de : <ul style="list-style-type: none"> • Batteries lithium sous statut de déchets Parmi les 17 alvéoles, l'une d'entre elle sera réservée à l'entreposage de batteries mises en quarantaine.	

FICHE 3 : PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS

<p style="text-align: center;">Alvéole stockage en conteneurs</p>	<p>3 alvéoles de stockage de dimensions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4m de longueur / 5m de largeur / hauteur murs 4m <p>Emplacement d'un conteneur 10 pieds par alvéole avec au moins 1m de dépassement du mur REI120 au-dessus du conteneur.</p> <p>Stockage de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batteries lithium sous statut de déchets en arrivage tardif n'ayant pas eu le temps d'être vérifiées, conditionnées en caisse ADR ou fûts métalliques (quarantaine) • Batteries lithium neuves n'ayant jamais servi et en arrivage conditionnés sur palettes 	
--	--	---

FICHE 4 : MOYENS DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION INCENDIE

<p>SSI / Détection automatique Incendie</p>	<p>Sur l'ensemble du site. Centrale SSI située dans l'unité modulaire (Bât. A).</p>
<p>Extinction automatique à Eau Description système</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Protection des alvéoles de stockage sur rack : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un détecteur et arrivée d'eau indépendante par bac ADR sur rack. ▪ Lors de la détection de fumée ou d'élévation anormale de température dans un bac, le système s'actionne et vient – à l'aide d'une électrovanne – noyer le bac impacté afin de contenir l'emballage thermique et/ou le départ de feu. ▪ Après remplissage du bac par le volume utile défini, la vanne se referme <ul style="list-style-type: none"> • Pompes : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 pompe dans le local technique (E) • Réserve d'eau : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuve cylindrique de 30m³ ▪ Dans une alvéole près du local technique (E) ▪ Surveillance du niveau de la cuve par alerte de niveau • Protection des alvéoles de stockage en container <ul style="list-style-type: none"> ▪ Installation de détecteurs incendies reliés à la SSI • Conformité de l'installation : Système de détection SSI certifié APSAD • Maintenance par prestataire : ERYMA pour la détection, SALEC pour l'automatisme et STIA pour l'extinction (pompe et tuyauterie) • Mesures conservatoires en cas d'indisponibilité système d'extinction automatique : Mise en place d'une astreinte de gardiennage le temps de remettre en état le système.

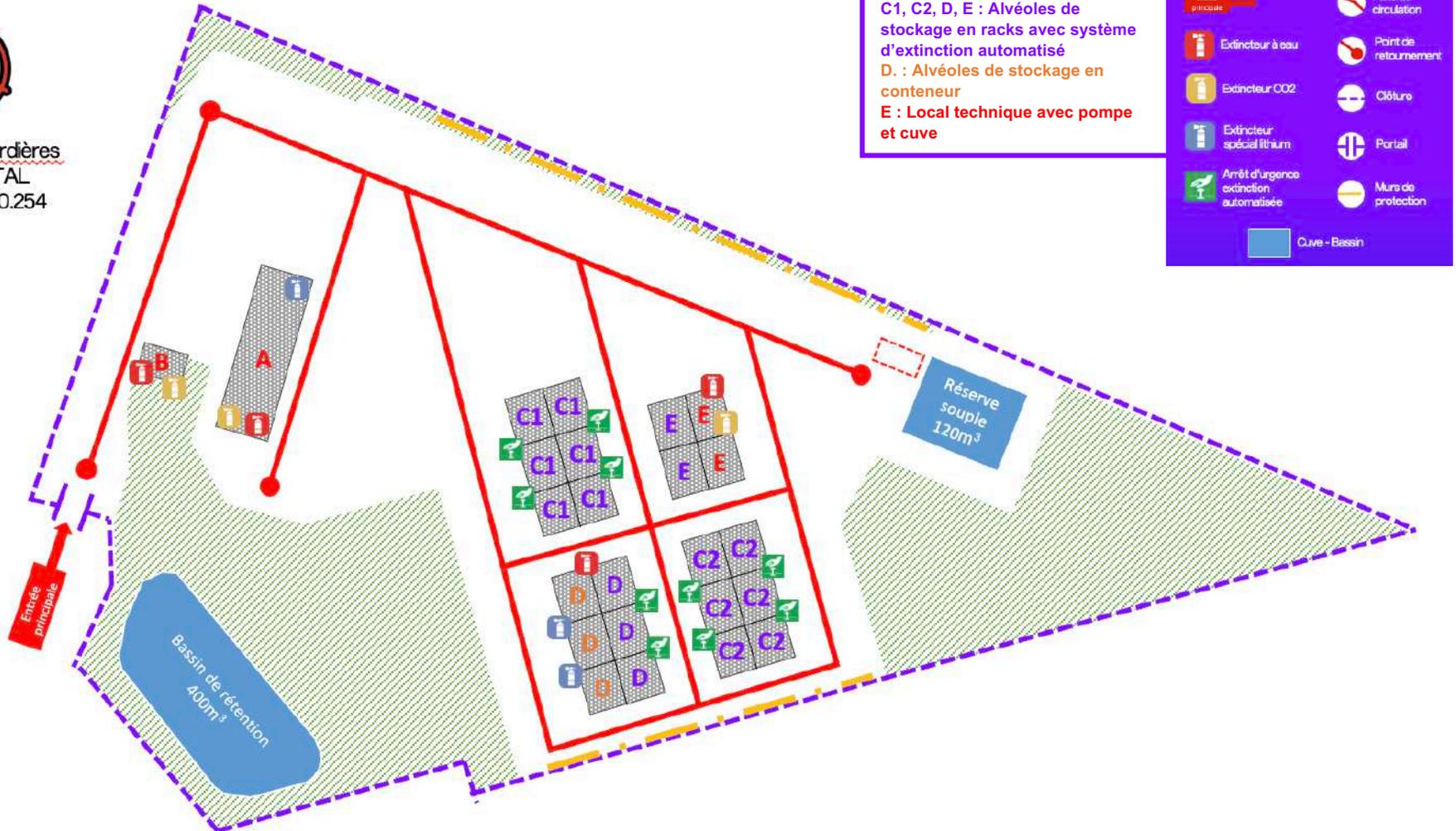
FICHE 4 : MOYENS DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION INCENDIE

<p>Rétention des eaux incendie</p>	<p>Volumes disponibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 bassin accueille les réseaux d'eaux pluviales de voiries et de toiture de 400 m³ • Ce même bassin sert de bassin de rétention des eaux incendies : il sera muni d'une vanne de fermeture automatique 			
<p>DECI et ressources en eau</p>	<p>2 poteaux incendie alimentés par le réseau d'eau de la ville sur la voie publique.</p> <p>Création d'une réserve souple de 120m³</p>	<p><i>Identification</i></p>	<p><i>Identification SDIS 49</i></p>	<p><i>Débit maximum</i></p>
		<p>1</p>	<p>5430</p>	<p>53 m³/h</p>
		<p>2</p>	<p>5442</p>	<p>80 m³/h</p>
				

FICHE 5 : LOCALISATION DES PRINCIPAUX MOYENS INCENDIE



Les Petites Beillardières
49430, DURTAL
GPS : 47.680, -0.254



FICHE 6 : MESURES RELATIVES À LA MAINTENANCE

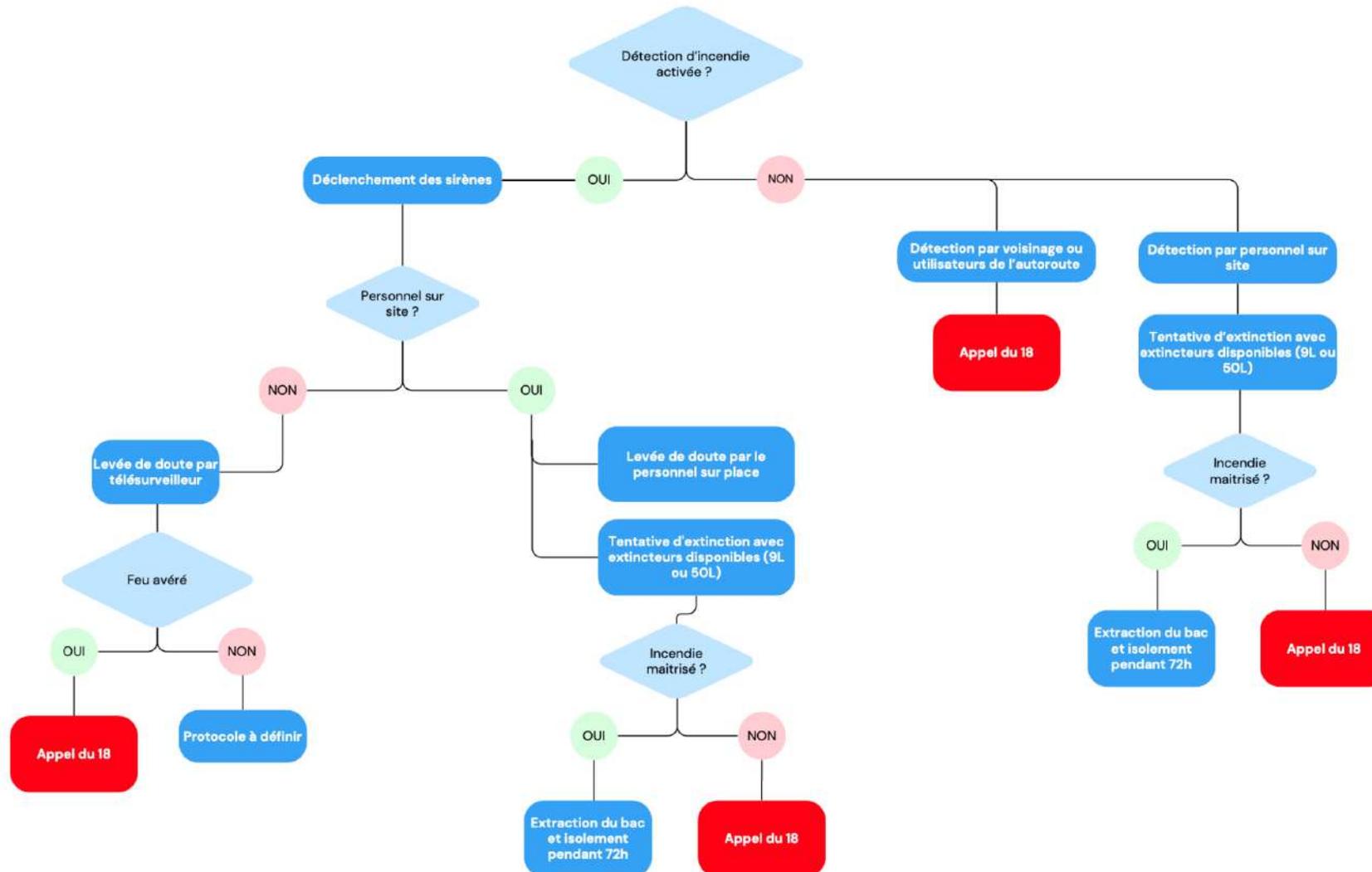
Matériels de sécurité et de lutte contre incendie	Extincteurs	Vérification annuelle par prestataire
	Détection /SSI / Extinction automatique	
Appareil de chauffage	Vérification annuelle par le prestataire	
Installations électriques	Vérification annuelle par bureau de contrôle – délivrance du Q18 Contrôle par thermographie infrarouge – délivrance du Q19	
Les éventuelles non-conformités seront levées et gérées en interne (maintenance)		

FICHE 7 : FORMATIONS ET COMPÉTENCES

Organisation à la première intervention	Tous les personnels évoluant sur le site seront formés et sensibilisés aux différents systèmes spécifiques du site (détection et extinction) Les nouveaux embauchés sont formés dans les mois qui suivent leur arrivée.
Évacuation	Accueil nouvel arrivant ; formation spécifique

FICHE 8 : SCÉNARIO INCENDIE DANS UNE ALVÉOLE

2. Incendie dans une alvéole de stockage en conteneurs



Actions réflexes en cas d'incendie	
Présence de personnel	Absence de personnel
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Assurer l'accueil des sapeurs-pompiers <input type="checkbox"/> Transmettre les informations relatives au système de détection et extinction automatisé <input type="checkbox"/> S'assurer de la mise en sécurité de toutes les personnes présentes sur site (visiteurs, chauffeurs, prestataires compris) <input type="checkbox"/> Vérifier que le site est en rétention // action à réaliser (manuelle ou automatique) <input type="checkbox"/> Définir les actions de mises en sécurité à réaliser en lien avec les sapeurs-pompiers : <ul style="list-style-type: none"> ☞ Action sur système d'extinction ☞ Extraction du bac (par SP ou personnel) ☞ ... <input type="checkbox"/> Interdire l'accès des véhicules sur le site et définir avec les sapeurs-pompiers les conditions de départ des véhicules présents. Mettre en place un contrôle. <input type="checkbox"/> Suivre le bon fonctionnement du système de détection et d'extinction automatisé 	<p>Intervention des SP ?</p> <p>L'ensemble des informations sera disponible par l'intermédiaire de l'application BatiFire utilisée par le SDIS49.</p> <p>Un QR Code sera affiché sur le portail d'entrée du site.</p>

Sera à revalider lors de la réception du site

FICHE 8 : SCÉNARIO INCENDIE D'UNE ALVÉOLE

Mises en sécurité		
Organisation/ astreintes	<i>Mise en place d'une télésurveillance avec un organisme externe</i>	
Électrique	<i>En attente des prestataires</i>	
Mise en rétention des eaux incendie	<p>Lors du déclenchement de la détection automatique d'incendie, fermeture <u>automatique</u> de la vanne isolant le bassin de rétention intérieur</p> <p>Si absence de détection : action manuelle à prévoir (personnel/télésurveilleur/SP)</p> <p>Réouverture manuelle</p>	<p><i>Dispositif de fermeture manuelle</i> <i>Dispositif de réouverture manuelle</i></p> <p><i>Photo de la vanne de sectionnement</i> <i>Protocole à définir</i></p>

FICHE 8 : SCÉNARIO INCENDIE D'UNE ALVÉOLE

Surveillance du bon fonctionnement du système de noyage en cas d'incendie

Système de noyage = démarrage automatique de la motopompe lors de l'ouverture des électrovannes par différence de pression dans les canalisations

Précautions relatives à l'arrêt des postes de noyage

<i>Risques liés à l'arrêt du système</i>	<i>Processus d'arrêt du système</i>	<i>Situations pouvant conduire à l'arrêt du système</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Augmentation exponentielle de l'intensité d'un incendie si celui-ci n'est pas éteint</i> ▪ <i>Risque de propagation aux bacs adjacents</i> ▪ <i>En cas de mise hors service du système, une procédure sera définie prenant en compte des mesures compensatoires (présence agent SSIAP/ rondes avec caméra thermique/ intervention au moyen des extincteurs 50L)</i> ▪ <i>Perte de la protection incendie de la zone entière</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Arrêt automatique en fonction d'une sonde de niveau d'eau ou relative au volume utile du bac ADR</i> ▪ <i>En cas de dysfonctionnement de l'arrêt automatique : Arrêt manuel</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Déclenchement intempestif : donc mesures compensatoires... En attente prestataires</i>

FICHE 8 : SCÉNARIO INCENDIE D'UNE ALVÉOLE

Informations sur le risque

Mettre une estimation majorante de la quantité (masse et puissance) par bac et par alvéole

Information sur le risque lié aux batteries Li-ion

FDS : chimie des batterie Li-ion

Préciser que présence unique de Li-ion

A préciser à l'ouverture du site

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 107 sur 110

ANNEXE 9 : ANALYSE DU RISQUE Foudre



RAPPORT

Analyse du Risque Foudre en référence à l'arrêté du 04/10/2010 modifié

Projet d'extension du site de stockage VOLTR à Durtal (49)



N° de rapport : 134629927-001-1

Date : 12 mars 2025



Lieu d'intervention :

VOLTR
7 RUE DU BON PUIITS
49480 - VERRIERES
EN ANJOU

Destinataire du rapport :

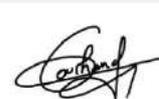
krystal.zaouane@voltr.tech
fabienne.tregarot@voltr.tech

Date d'intervention :

du 02/12/2024 au
12/03/2025

Intervenant :

GOURHAND ANTHONY
anthony.gourhand@apave.com



Avec observation

SOMMAIRE

1. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	3
1.1 Structures à protéger	3
1.2 Équipements et fonctions à protéger	3
1.3 Résultat de l'analyse du risque foudre	3
1.4 Moyens existants ou à mettre en œuvre pour informer les intervenants des situations dangereuses	4
2. MISSION	5
2.1 Objet	5
2.2 Objectif	5
2.3 Périmètre d'application de l'ARF	5
2.4 Référentiels applicables	5
2.5 Limites d'intervention	6
2.6 Documents examinés	6
2.7 Outils informatiques	6
2.8 Abréviations	6
3. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DU SITE	7
3.1 Activité de l'établissement	7
3.2 Situation géographique	7
3.3 Incidents / accidents dus à la foudre	7
3.4 Densité de foudroiement au sol "Ng"	7
3.5 Résistivité du sol	8
4. PROCESSUS D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre	9
4.1 Objectif de l'évaluation du risque	9
4.2 Procédure pour évaluer le risque foudre et le besoin de protéger	9
4.3 Identification de la structure et des pertes	10
4.4 Évaluation des risques	10
4.5 Calcul des composantes des risques	12
5. INSTALLATIONS CLASSEES SOUMISES A L'ARF	13
6. ANALYSE DÉTAILLÉE DES STRUCTURES	14
6.1 Auvent de réception/contrôle des batteries et modulaire - Bâtiments A et B	16
6.2 Auvents de stockage des batteries sur racks ou à l'intérieur de containers - Bâtiments C1, C2, D et E ..	2
7. ANNEXES	2
7.1 Plan de masse et d'élévations des structures de l'établissement	2
7.2 Densité de foudroiement de la commune de Durtal	2

1. SYNTHÈSE DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

1.1 STRUCTURES A PROTEGER

Une structure est à protéger contre la foudre lorsque la probabilité d'occurrence R_1 , relative à la perte de vie humaine, est supérieure à 10^{-5}

Indépendamment de l'évaluation du risque R_1 , les Équipements Importants Pour la Sécurité, pouvant être affectés par les effets de la foudre, seront à protéger.

STRUCTURE	RISQUE R_1		RENOIS N°
	VALEUR SANS PROTECTION	VALEUR AVEC PROTECTION	
Bâtiments A et B	1,28 10^{-4}	6,97 10^{-6}	1
Bâtiments C1, C2, D et E	7,33 10^{-5}	5,60 10^{-6}	

1.2 ÉQUIPEMENTS ET FONCTIONS A PROTEGER

Les **Éléments Important Pour la Sécurité (E.I.P.S)** ou **Mesures de Maîtrise du Risque (M.M.R)** relevées dans l'étude de dangers de l'établissement (§10.2.2) sont les suivants :

E.I.P.S ou M.M.R	CONSTAT	RENOIS N°
Système de détection incendie automatique, par détection de fumées ou caméra thermique, des auvents de stockages et du auvent de réception	A protéger	1
Système d'extinction automatique incendie, à eau, des auvents de stockages, asservi au système de détection incendie <i>Complément : ce système asservi un dispositif d'alerte sonore et lumineuse et actionne une(des) électrovanne(s), permettant le remplissage en eau du(des) bac(s) concerné(s) par la détection incendie.</i>	A protéger	1
Ligne(s) de communication des défauts/alarmes des systèmes cités ci-dessus et du transmetteur téléphonique, en destination d'un établissement de télésurveillance	A protéger	1

Nota : Cuve de stockage eau du système d'extinction des auvents implantée à l'intérieur de la cellule E. Le système de vidéo surveillance de l'établissement n'est pas déclaré M.M.R.

1.3 RESULTAT DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

N°	EXPRESSION DU BESOIN DE PREVENTION ET DE PROTECTION
1	<p>Le risque de perte de vie humaine est réduit à un niveau inférieur au risque tolérable ($R_1 < RT$) pour un niveau de protection IV.</p> <p>En conséquence, cette installation doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La protection contre l'effet direct de la foudre des bâtiments A et B ; - La protection contre les effets indirect de la foudre des liaisons/entrantes (Cf. §6.1 et 6.2) ; - La protection des mesures de maîtrise des risques présents au sein de ce bâtiment (Cf. §1.2) et ; - La mise en place de mesures de prévention (Cf. §1.4). <p>L'étude technique foudre est requise. Celle-ci devra la protection de ces bâtiments et installations citées ci-dessus et énoncer les mesures de prévention à mettre en place.</p>

Étude Technique à réaliser par un Organisme Qualifié

Une structure existante, dont certaines dispositions de prévention et de protection contre la foudre sont prises en compte dans l'ARF ou éventuellement dans l'EDD, **doit faire l'objet d'une Étude technique.**

1.4 MOYENS EXISTANTS OU A METTRE EN ŒUVRE POUR INFORMER LES INTERVENANTS DES SITUATIONS DANGEREUSES

■ Système de détection d'orage

L'établissement ne possède pas de système de détection particulier.
Aucun système n'est à mettre en place.

■ Dispositions particulières en période orageuse

L'établissement ne possède pas de disposition particulière lors de période orageuse.
Mettre en place, lors de périodes orageuses, les mesures organisationnelles suivantes :

- *Interdire la circulation de personnes à proximité de la(des) future(s) installation(s) extérieure(s) de protection foudre ;*
- *Interdire les travaux sur les installations électriques de puissance et de communication.*

■ Moyens mise en œuvre pour informer les intervenants

L'établissement ne possède pas de moyen d'information permettant la protection des personnes contre le risque d'électrisation d'origine atmosphérique.

Mettre en place les moyens d'information aux personnes suivants :

- *Plan de prévention et autorisations de travail mis en place lors de périodes orageuses ;*
- *Affichage, au niveau de chaque point d'accès aux toitures équipées d'une installation extérieure de protection contre la foudre, interdisant leur accès lors de périodes orageuses ;*



Affiche type

- *Affichage, au niveau de chaque bas de descente de la(des) future(s) installation(s) extérieure(s) de protection foudre, indiquant aux personnes de respecter une distance avec celles-ci.*



Affiches type

2. MISSION

2.1 OBJET

Tel que prévu au contrat, la **mission d'Analyse du Risque Foudre** (ARF) porte sur sur le(s) bâtiments et structure(s) suivante(s) :

- Site de stockage de batteries, du futur site de VoltR, implanté au lieu dit Les petites Beillardières à DURTAL.

2.2 OBJECTIF

L'objectif de la mission est de réaliser une **Analyse du Risque Foudre** (ARF) conformément à l'article 18 de 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** (ICPE) soumises à autorisation, et conclure sur la nécessité de protéger ou non le site concerné contre la foudre.

2.3 PERIMETRE D'APPLICATION DE L'ARF

L'ARF consiste à identifier " les équipements et les installations dont une protection doit être assurée " en application de l'article 16 de l'arrêté.

L'analyse **prend en compte** les effets de la foudre suivants:

- ✓ les **effets directs** relatifs à **l'impact direct du coup de foudre sur la structure** ; les **conséquences** en sont principalement **l'incendie** ou **l'explosion** ;
- ✓ les **effets indirects** causés par **les phénomènes électromagnétiques** et par la circulation du courant de foudre ; ces phénomènes provoquent des montées de potentiel qui se propagent à l'intérieur de la structure et conduisent à des surtensions dans les parties métalliques et les installations électriques ; elles sont à l'origine des **défaillances des équipements et des fonctions de sécurité**.

L'**ARF** devra être tenue en permanence à la disposition de l'inspection des ICPE. Elle sera systématiquement **mise à jour** à l'occasion de modifications notables des installations nécessitant le **dépôt d'une nouvelle autorisation** et à chaque **révision de l'étude de dangers** ou pour toute **modification des installations** qui peut avoir des répercussions sur les données d'entrée de l'ARF.

La mission concerne exclusivement les installations pour lesquelles une agression par la foudre est susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement et à la sécurité des personnes.

L'évaluation des pertes économiques et financières sont exclues de la mission. Cette mission ne comprend pas la réalisation de l'étude technique au sens de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

La responsabilité d'APAVE ne saurait être recherchée si les déclarations et informations fournies par l'Exploitant se révèlent incomplètes ou inexactes, ou si des installations ou procédés n'ont pas été présentés, ou s'ils ont été présentés dans des conditions différentes des conditions réelles de fonctionnement, ou en cas de modification postérieure à notre mission.

Les informations prises en compte sont celles établies à la date du rapport.

2.4 REFERENTIELS APPLICABLES

Cette mission est effectuée en référence aux textes réglementaires et normes suivants :

- ✓ **Arrêté 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.
 - Section III : Dispositions relatives à la protection contre la foudre et à ses articles 16 et 18
- ✓ Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'arrêté du 4 octobre modifié.
- ✓ Norme **NF EN 62305-2** de décembre 2012.

2.5 LIMITES D'INTERVENTION

Cette présente analyse du risque foudre à été réalisée sur la fourniture de documents. Aucune visite sur site n'a été envisagée (stade étude de projet).

2.6 DOCUMENTS EXAMINES

TITRE DU DOCUMENT	REFERENCE	ORGANISME	DATE *
Dossier d'autorisation environnementale ICPE <i>Pièce jointe n°7.1 : Étude de Danger</i>	C23114869	APAVE EXPLOITATION FRANCE	31/01/2025
Plan de masse de l'établissement	PC2.2	ATELIER PHI	Nov. 2024
Plan d'élévation des structures de l'établissement	PC5.1	ATELIER PHI	Nov. 2024
Plan de masse de la toiture des structures de l'établissement	PC5.2	ATELIER PHI	Nov. 2024
Procédures d'exploitation	/	/	/

(*) La source et le titre des documents présentés sont identifiés avec leurs références et datés.

2.7 OUTILS INFORMATIQUES

- Logiciel **DEHN Support** version 3.260
- Application **Google Earth Pro** version 7.3.6.10201

2.8 ABREVIATIONS

ARF	Analyse du risque foudre
EDD	Étude de dangers
ICPE	Installation classées pour l'environnement
EIPS	Élément(s) important(s) pour la sécurité
ETF	Étude technique foudre
EXP	Exploitant des Installations classées
NPF	Niveau de protection contre la foudre
PCI	(méthode des) Pouvoirs calorifiques inférieurs
SPF	Système de protection contre la foudre

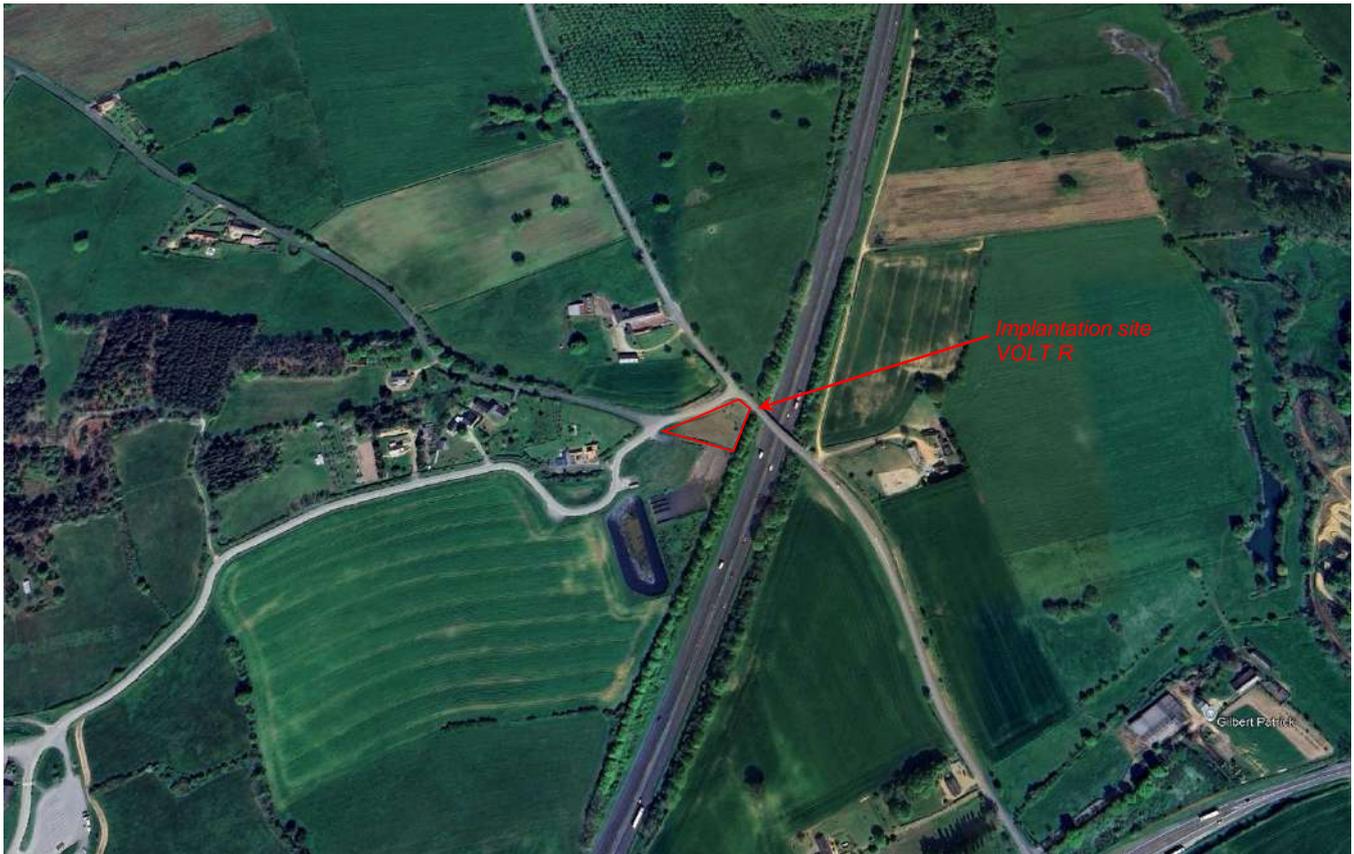
3. CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU SITE

3.1 ACTIVITE DE L'ETABLISSEMENT

L'activité de la société consiste à récupérer des batteries usagées au lithium, les tester et les reconditionner, pour un usage différent de leur première vie.

3.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le site est implanté en zone : industrielle urbaine suburbaine rurale



3.3 INCIDENTS / ACCIDENTS DUS A LA Foudre

Les incidents significatifs : aucun.

3.4 DENSITE DE FoudreIEMENT AU SOL "Ng"

La valeur de la densité de foudreIement retenue :

Ng = 0,50 impacts/km²/an

Nota : La valeur de Ng a été obtenue à partir de la densité des points de contact de foudre au sol "Nsg" pour la commune de Durtal.

Nsg = 0,50 contacts/km²/an

délivrée par la base de données de METEORAGE au 02/12/2024.

déterminée à partir de la densité de flash : Ng = Densité de flash , tel que Ng = NSG

3.5 RESISTIVITE DU SOL

La valeur de la résistivité du sol, appliquée pour le calcul du risque R1, est de **400 ohm-mètres** conformément à la prescription de la EN 62305-2.

4. PROCESSUS D'ÉVALUATION DU RISQUE Foudre

4.1 OBJECTIF DE L'ÉVALUATION DU RISQUE

Un **coup de foudre** à proximité ou sur la structure ¹ et les services ² peut être à l'**origine** de **pertes dues** :

- ✓ à des **blessures des êtres vivants** ;
- ✓ à des **dommages physiques** affectant la structure et son contenu ;
- ✓ à des **défaillances des réseaux électriques et électroniques dédiés à la sécurité**.

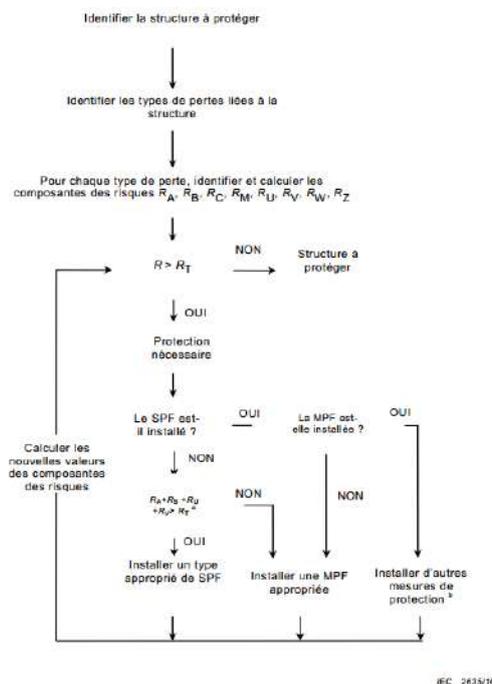
Les effets consécutifs de ces pertes, lorsqu'elles s'étendent à proximité immédiate de la structure, impliquent les autres structures ou l'environnement du site.

L'objectif de l'**évaluation du risque** de pertes consiste :

- ✓ soit de **s'assurer** que les mesures de protection de la structure et des services sont suffisantes pour que le **risque** reste **acceptable** à une valeur **tolérée** ;
- ✓ soit de **déterminer le besoin** de mettre en œuvre **des mesures de prévention et de protection**.

4.2 PROCEDURE POUR EVALUER LE RISQUE Foudre ET LE BESOIN DE PROTEGER

L'**arrêté du 4 octobre 2010 modifié** et sa circulaire précisent que **seul le risque R_1 « risque de perte de vie humaine » défini par la EN 62305-2 est évalué** pour l'analyse du risque foudre. Cette évaluation est relative aux caractéristiques de la structure et aux pertes.



Légende

* Si $R_A + R_B < R_T$, un SPF complet n'est pas nécessaire ; auquel cas un ou des parafuldres conformes à l'EN 62305-3 sont suffisants.

*) Voir Tableau 3.

Figure 1 – Procédure pour la décision du besoin de protection et pour le choix des mesures de protection

Procédure pour la décision du besoin de protéger (Cf. Fig. 1 de EN 62305-2).

Le risque R_1 retenu doit être **inférieur ou égal** au risque tolérable R_T (**1,00 E-05**) (Cf. tableau § 1).

¹ La structure est un ouvrage ou un bâtiment conformément à la norme.

² Les services sont des éléments métalliques conducteurs tels que réseaux de puissance, lignes de communication, canalisations, connectés à une structure.

4.3 IDENTIFICATION DE LA STRUCTURE ET DES PERTES

Une **structure** est constituée par :

- ✓ un **bâtiment**, un **local**, un **ouvrage**, un **édifice**, etc. ; partitionné en zones si nécessaire ;
- ✓ des **contenus** : substances, procédés de fabrication, installations, équipements, éléments importants pour la sécurité, etc. ;
- ✓ des **personnes** à l'intérieur ou à moins de 3 mètres à l'extérieur ;
- ✓ un **environnement** proche, extérieur à la structure ou du site.

Les **services** connectés à la structure sont **identifiés** et déterminés.

Les informations relatives à la structure sont données par l'Etude de dangers ou communiquées par l'Exploitant des Installation classées.

4.4 EVALUATION DES RISQUES

L'évaluation initiale du risque **R1** de la structure est effectuée en faisant **abstraction** de tout **Système de protection contre la foudre (PB = 1)**. Lorsque **R1 > RT**, d'autres évaluations sont effectuées afin de déterminer les besoins de prévention et de protection et de limiter le risque au **RT** ; la prescription des **besoins de prévention et de protection** est **indiquée** au § 1. Synthèse de l'évaluation du risque foudre.

Les **données** en entrée sont **qualitatives** pour caractériser les **paramètres** définis par la **EN 62305-2**. Ces paramètres sont **récapitulés** ci-après, **identifiés** et **renseignés** dans le corps du rapport, puis **valorisés** dans les tables de calcul ; le domaine des valeurs probables est compris entre 0 et 1.

CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE	
L, W, H	Dimensions extérieures de la structure
C_D	Facteur d'emplacement de la structure
K_{S1}	Facteur d'efficacité de l'écran assuré par la structure en propre
N_g	Densité de foudroiement
P_B	Mesures de protection qui évitent des dommages physiques à la structure (<i>relatif au niveau de protection contre la foudre</i>)

PERTES HUMAINES RELATIVES A LA STRUCTURE	
R_T	Risque de perte tolérable indiqué par la EN 62305-2 (1,00E-05)
L_T	Pertes de victimes dues aux blessures par tensions de contact et de pas
L_F	Pertes de victimes blessées dans la structure dues aux dommages physiques de la structure
L_O	Pertes de victimes blessées dues aux défaillances des réseaux internes
L_{FE}	Pertes de victimes blessées dues aux dommages physiques à l'extérieur de la structure
t_e	Temps pendant lequel les personnes sont présentes à l'extérieur de la structure
n_t	Nombre total attendu de personnes dans la structure (<i>donnée si plusieurs zones</i>)

DANGERS CARACTERISTIQUES DANS UNE ZONE DE LA STRUCTURE	
P_{TA}	Mesures de réduction de P_A en fonction des protections qui limitent les tensions de contact et de pas
K_{S2}	Facteur d'efficacité des écrans et blindages internes
r_t	Facteur de réduction suivant la nature du sol
r_f	Facteur de réduction relatif au risque d'incendie ou d'explosion
r_p	Facteur de réduction des pertes suivant les dispositions prises contre l'incendie (<i>manuelles / automatiques</i>)
h_z	Facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger particulier
n_z	Nombre de personnes potentiellement en danger (<i>donnée si plusieurs zones</i>)
t_z	Temps de présence des personnes à un emplacement dangereux (<i>donnée si plusieurs zones</i>)

CARACTERISTIQUES DE LA LIGNE DE PUISSANCE / DE COMMUNICATION

L_J, W_J, H_J	Dimensions extérieures de la structure adjacente (à l'autre extrémité de la ligne concernée)
C_{DJ}	Facteur d'emplacement de la structure adjacente (à l'autre extrémité de la ligne concernée)
L_L	Longueur du service de la ligne électrique
ρ	Résistivité du sol en ohms-mètres
C_I	Facteur d'installation de service aérien / enterré
C_E	Facteur d'environnement de service
C_T	Facteur de présence d'un transformateur HTA / BT
C_{LD}	Facteur relatif aux conditions de blindage, de mise à la terre, d'isolation du service (coup de foudre sur le service)
C_{LI}	Facteur relatif aux conditions de blindage, de mise à la terre, d'isolation du service (à proximité du service)
K_{S3}	Facteur associé au type de câblage (présence d'écran, précautions prises pour diminuer les effets dus aux boucles d'induction)
U_W	Tension de tenue aux chocs du réseau (kV)
K_{S4}	Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau
$P_{\text{parafoudre}}$	Mesures de réduction de P_C, P_M, P_W, P_Z en présence de parafoudres coordonnés
P_{EB}	Mesures de réduction de P_U, P_V , en fonction des caractéristiques du service et de la tenue en tension du matériel avec liaison équipotentielle
P_{TU}	Mesures de réduction de P_U , pour limiter les tensions de contact en présence de personnes
P_{LD}	Mesures de réduction de P_U, P_V, P_W , suivant les caractéristiques du service et de la tenue en tension du matériel
P_{LI}	Mesures de réduction de P_Z , suivant les caractéristiques du service et de la tenue en tension du matériel

VALEURS RESULTANTES DES RISQUES

A_D	Surface d'exposition équivalente aux coups de foudre sur la structure
A_M	Surface d'exposition équivalente aux coups de foudre à proximité de la structure
A_L	Surface d'exposition équivalente aux coups de foudre sur un service
A_I	Surface d'exposition équivalente aux coups de foudre à proximité d'un service
A_{DJ}	Surface d'exposition équivalente aux coups de foudre sur une structure adjacente
N_D	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur la structure
N_M	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité de la structure
N_L	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur un service
N_I	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre à proximité d'un service
N_{DJ}	Fréquence des événements dangereux dus aux coups de foudre sur une structure adjacente
P_A	Mesures de prévention pour éviter des tensions contact et de pas à l'extérieur de la structure
P_C	Mesures de protection des réseaux internes dues aux coups de foudre sur la structure
P_M	Mesures de protection des réseaux internes dues aux coups de foudre à proximité de la structure
P_U	Mesures de prévention pour éviter des tensions de contact à l'intérieur de la structure
P_V	Mesures de protection sur un service connecté à la structure qui évitent des dommages physiques à la structure
P_W	Mesures de protection des réseaux internes dues aux coups de foudre sur un service connecté à la structure
P_Z	Mesures de protection des réseaux internes dues aux coups de foudre à proximité d'un service connecté

4.5 CALCUL DES COMPOSANTES DES RISQUES

Les composantes des risques R_x et la probabilité de l'agression de la structure par foudre sont calculées.

RISQUE	DEFINITION
R_A	Impact sur la structure : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas dans les zones jusqu'à 3 m à l'extérieur de la structure.
R_B	Impact sur la structure : Composante liée aux dommages physiques d'un étincelage dangereux dans la structure entraînant un incendie ou une explosion pouvant produire des dangers pour l'environnement.
R_C	Impact sur la structure : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.
R_M	Impact à proximité de la structure : Composante liée aux défaillances des réseaux internes causées par l'IEMF.
R_U	Impact sur un service : Composante liée aux blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur de la structure en raison du courant de foudre injecté dans une ligne entrante.
R_V	Impact sur un service : Composante liée aux dommages physiques (incendie ou explosion dus à un étincelage dangereux entre une installation extérieure et les parties métalliques généralement situées au point de pénétration de la ligne dans la structure) dus aux courants de foudre transmis dans les lignes entrantes.
R_W	Impact sur un service : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.
R_Z	Impact à proximité d'un service : Composante liée aux défaillances des réseaux internes en raison des surtensions induites sur les lignes entrantes et transmises à la structure.

5. INSTALLATIONS CLASSEES SOUMISES A L'ARF

■ ICPE du site directement soumises par la réglementation à une ARF

Une ICPE est définie par son activité, sa rubrique, et son régime de classement : non classé (NC) ; déclaration (D) ; déclaration avec contrôle (DC) ; enregistrement (E) ; **autorisation** (A) ; **autorisation avec servitude** (AS). Un arrêté préfectoral peut demander une ARF.

■ Le site est soumis à autorisation d'exploiter au titre des rubriques des ICPE suivantes :

L'ARF est déterminée en référence : aux **rubriques des ICPE soumises à l'arrêté** du 04/10/2010 modifié, à la **prescription d'un arrêté ministériel** dédié à une rubrique ICPE, à un **arrêté préfectoral**, au **principe de connexité** qui amène à considérer les autres ICPE, aux **éléments de sécurité d'une ICPE** soumise à l'ARF et déportés dans une autre structure.

Table des structures soumises à l'ARF en référence au tableau ci-après, extrait de l'étude de dangers :

Rubriques	Désignation	Régime	Capacité
2718	Installation de transit, regroupement ou tri de déchet dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2719, 2792 et 2793	AUTORISATION	7 901 m3

■ Identification des évènements redoutés

Le **danger** et la **défaillance** potentielle **des équipements de sécurité** conduit à identifier les évènements redoutés retenus par l'**Étude de dangers** ou par défaut, ceux délivrées par l'**Exploitant**.

Le **risque maîtrisé** conduit à des dispositions particulières afin d'éliminer la source du danger dû à la foudre.

Le **facteur déclenchant ou aggravant** d'un événement redouté est initié par les effets directs dus à la foudre ou indirects dus à l'Impulsion électromagnétique de la foudre.

STRUCTURE	DANGERS <i>Causes potentielles</i>			DEFAILLANCES <i>Causes potentielles</i>	
	INCENDIE	EXPLOSION	PERTE DE CONFINEMENT	EIPS	PERTE D'UTILITE
	<i>Point chaud ou étincelle en présence de produit combustible sur impact de foudre</i>	<i>Point chaud ou étincelle en présence d'atmosphère explosive sur impact de foudre</i>	<i>Dégâts et percements sur les enveloppes, tuyauteries ou capacités</i>	<i>Défaillance d'un équipement sensible important pour la sécurité</i>	<i>Arrêt de l'alimentation électrique en cas de coup de foudre sur site ou à proximité</i>
Bâtiments A et B	FD [Etude de dangers_ §7.2.2]	NR [Etude de dangers_ §3.3.1.2]	FD [Toiture du l'auvent A en bardage métallique simple, pouvant générer des étincelles et/ou point chaud à la zone intérieur du bâtiment]	FA [Etude de dangers_ §10.2.2]	NR [Etude de dangers_ §6.2.1]
Bâtiments C1, C2, D et E	FD [Etude de dangers_ §7.2.2]	NR [Etude de dangers_ §3.3.1.2]	FD [Toiture des auvanets en bardage métallique simple, pouvant générer des étincelles et/ou point chaud à la zone intérieur du bâtiment]	FA [Etude de dangers_ §10.2.2]	RM [Etude de dangers_ §6.2.1]

Légende : **RM** : risque maîtrisé **FD** : facteur déclenchant **FA** : facteur aggravant **NR** : risque non retenu;

6. ANALYSE DETAILLEE DES STRUCTURES

■ Analyse des structures

Les **données en entrée** de l'analyse sont **qualitatives**. Les données en entrée et les valeurs correspondantes affectées des paramètres de la norme sont renseignées pour évaluer un risque.

■ Evaluation du risque

L'**évaluation initiale** du risque R_1 prend en compte les éléments de construction de la structure qui participent à la protection contre la foudre, à l'exception du SPF. Lorsque $R_1 > R_T$, d'autres évaluations sont effectuées pour déterminer si le besoin de prévention et de protection permettent de limiter le risque au R_T .

Les données d'entrée pour évaluer le risque sont des paramètres définis par la EN 62305-2. Ces **données identifiées et renseignées sont justifiées** dans le corps du rapport et récapitulées dans le tableau suivant.

Caractéristiques de la structure	
L_b, W_b, H_b	Dimensions extérieures des bâtiments
H_{pb}	Hauteurs des protubérances du bâtiment (mesurée à partir du sol)
C_{db}	Facteur d'emplacement du bâtiment
P_B	Probabilité de dommages physiques (relatif au niveau de protection contre la foudre)
K_{s1}	Écran assuré par la structure
N_g	Densité de foudroiement
n_t	Nombre total de personnes (donnée si plusieurs zones)

Caractéristiques de la ligne de puissance / de communication	
ρ	Résistivité du sol en ohms-mètres
L_c	Longueur de la ligne concernée
H_c	Hauteur des conducteurs de la ligne (0 = conducteurs enterrés ou sur racks métalliques)
C_t	Présence d'un transformateur HTA / BT
C_d	Facteur d'emplacement du service
C_e	Facteur d'environnement de ligne
U_w	Tension de tenue aux chocs du réseau en kV
K_{s3}	Type de câblage (présence d'écran, précautions prises pour diminuer les effets dus aux boucles d'induction)
K_{s4}	Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau
P_{LD}	Prise en compte de la qualité des écrans des câbles (câbles écrantés uniquement)
P_{LI}	Prise en compte du raccordement des écrans
P_{SPD}	Présence de parafoudres sur le service concerné
C_{da}	Facteur d'emplacement du bâtiment à l'autre extrémité de la ligne concernée
L_a, W_a, H_a	Dimensions extérieures du bâtiment à l'autre extrémité de la ligne concernée
H_{pa}	Hauteur des protubérances du bâtiment à l'autre extrémité de la ligne concernée

Caractéristiques de la zone	
r_u	Prise en compte des planchers à l'intérieur de la structure (risques de tension de pas)
P_U	Mesures de préventions des risques liés aux tensions de pas à l'intérieur de la structure
r_a	Prise en compte des sols à l'extérieur de la structure (risques de tension de pas)
P_A	Mesures de préventions des risques liés aux tensions de pas à l'extérieur de la structure
K_{s2}	Écrans internes à la structure
r_p	Dispositions contre l'incendie (manuelles / automatiques)
r_f	Risque d'incendie ou d'explosion
n_p	Nombre de personnes en danger dans la structure (donnée si plusieurs zones)

Pertes humaines	
L_t	Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas
L_f	Pertes dues aux dommages physiques sur la structure
h_z	Prise en compte des dangers particuliers
L_o	Pertes dues aux défaillances des réseaux internes
R_T	Risque tolérable indiqué par la EN 62305-2 (1,00E-05)



Vue de l'établissement, en 3 dimensions

6.1 AUVENT DE RECEPTION/CONTROLE DES BATTERIES ET MODULAIRE - BATIMENTS A ET B

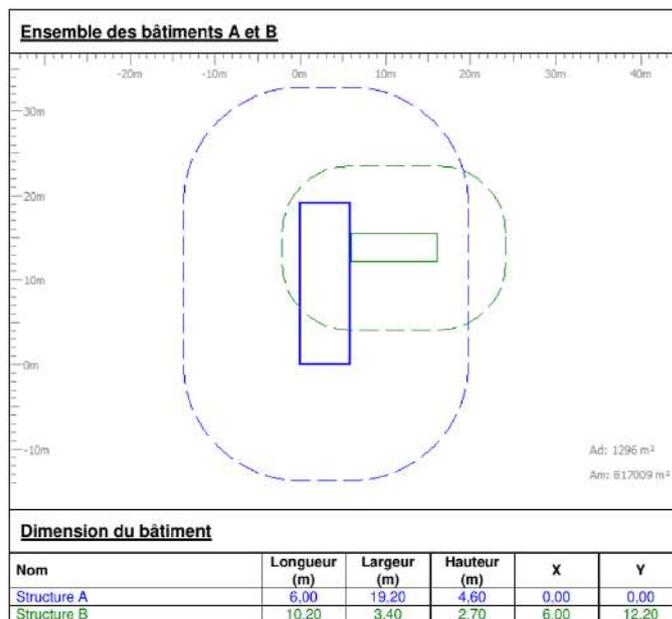
6.1.1 Description des risques

■ Activité(s) dans la structure ou bâtiment

Auvent de réception et de contrôle des batteries et modulaire de bureaux.

■ Caractéristiques de la structure

Localisation à une distance de 3 x hauteur	Les structures de ce bâtiment sont entourées par des structures majoritairement de hauteurs plus petites. Conformément au tableau A.2 de la norme NF EN 62305-2 et au regard de cet environnement, le facteur « C_d » est pris à 1.
Éléments attractifs et point haut, à une distance de 3 x hauteur	<ul style="list-style-type: none"> - Toitures des bâtiments - Candélabre d'éclairages des alvéoles de stockage - Arbres
Type de structure, à une distance de 3 x hauteur	<ul style="list-style-type: none"> - Structure à charpente métallique avec habillage, des façades et en toiture, en bardage simple, pour le bâtiment A. Structure préfabriqué métallique, pour le bâtiment B - Sol « intérieur » : Béton - Sol « extérieur » : Asphalte
Dimensions approximatives (L x l x h) en m	Se reporter à la modélisation ci-dessous



■ Détermination des pertes

- Blessures
- Dommages physiques
- Défaillance des réseaux (si besoin)
- nb de personnes au total (si besoin)

$L_t = 10^{-2}$: Tout type

$L_f = 2 \times 10^{-2}$: Industrielle

$L_o =$ sans objet

$n_t = 1$ personne, exposée sur un temps de présence de **2600** heures/an (8h00/18h00, 5 jours par semaine et 52 semaines par an).

Nota: Valeurs retenu par l'exploitant

■ Risques d'incendie et/ou d'explosion

- ✓ Niveau du risque d'incendie : **Elevé**
- ✓ Niveau du risque d'explosion : **Aucun**
- ✓ $r_f = 0,01$

Le niveau du risque d'incendie est déterminé par le calcul de la charge calorifique des produits inflammable présents dans une structure, dont le pouvoir calorifique inférieur est fourni par l'exploitant. Dans notre cas et pour l'ensemble des auvents de stockage, il nous à pas été communiqué une quantité maximale de 15 tonnes de batteries, pour un pouvoir calorifique maximum de 0,9 MJ/kg. En conséquence, le niveau de ce risque à été considéré ordinaire.

Charge calorifique des auvents de stockage C1/C2, D et E			
PCI = Pouvoir calorifique inférieur			
Produits présents dans la zone étudiée	Poids en tonne	PCI MJ/kg	MJ
Batteries lithium ionique	15	0,9	13 500
TOTAL			13 500
Surface totale de la structure étudiée en m ²			17
Charge calorifique (MJ/m²)			794
Risque d'incendie de l'esemble des auvents :			Ordinaire

Aucun risque d'explosion n'est retenu, à l'échelle de l'établissement et suivant le paragraphe 3.3.1.2 de l'étude de dangers. En conséquence, ce risque n'a pas été pris en compte et la valeur de r_f à été déterminée au regard du niveau du risque d'incendie.

■ Risque en cas d'évacuation

- ✓ $r_p = 0,5$

Les moyens de réduction des conséquences du feu de la structure sont :

- Système de détection incendie automatique, par détection de fumées ou caméra thermique ;
- Extincteurs.

■ Risque de perte en présence d'un danger particulier

- ✓ $h_z = 1$

Aucun risque de panique et/ou d'évacuation n'a été considéré pour cette structure

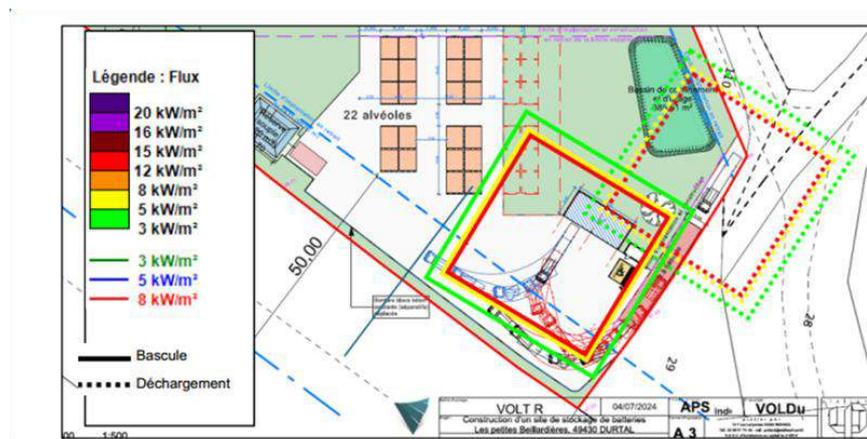
■ Risque de dommage sur une structure environnante ou sur l'environnement

- ✓ $t_e/8760 = 0,1$ soit $t_e = 876$ heures
- ✓ $L_{FE} = 0,05$

Suivant l'étude de dangers de l'établissement (§7.2.2 et 8.2.2), l'exploitation de réception des batteries usagées, dans le bâtiment A, engendre des effets thermiques qui sortent de celui-ci sans impacter les autres structures de l'établissement et l'environnement du site. Nous considérons donc un risque pour l'environnement. En conséquence et suivant la note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre F2C (tableaux extraits, ci-dessous et ci-après), les valeurs de t_e et L_{FE} ont été déterminées ainsi.

TYPE D'ENVIRONNEMENT	$f_e / 8\ 760$
Voies navigables	0,1
Utilisation temporaire	0,1
Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0,25
Voies ferrées	0,25
Terrain non bâti et zones peu fréquentées (champs, prairies, forêts, terrains vagues, marais, jardins horticoles, jardins, vignes, zones de pêche, gare de marchandises et de triage...)	0,25
Présence de public	0,5
Zones fréquentées et très fréquentées (parking, parcs, zone de baignade surveillée, terrains de sport, etc.)	0,5
Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas en général du public)	0,75
Chemins et chemins piétonniers	0,75
Site avec rondiers ou fonctionnement du site avec plus d'une équipe (2x8 ou 3x8)	1
Résidences	1
Voies de circulation automobiles (départementales, nationales, voies rapides, périphériques et autoroutes)	1

RISQUE ENVIRONNEMENTAL	Scénarios	VALEURS DE L_{FE}	
		restant dans les limites du site	sortant des limites du site
Explosion et surpression	la surpression > 50 hPa	0,25	0,5
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m ²	0,05	0,1
Fumées toxiques (1)		0,1	1,0
Pollution du sol (1)		0,1	0,5
Pollution de l'eau (1)		0,25 (2)	2,5
Matière radioactive (1), (3), (4)		0,5	5



Modélisation des effets thermique, extraite du §1.6.1 de l'étude de dangers

6.1.2 Installation extérieure du système de protection contre la foudre

■ Dispositifs de capture

Aucun.

6.1.3 Installation intérieure du système de protection contre la foudre

Le parcours sur le site, des services de cette structure, rencontre des structures. Ceux-ci se trouvent dans un environnement type urbain et le facteur « C_e » est donc pris à **0,1**, pour les canalisations internes au site, et dans un environnement type rural et le facteur « C_e » est donc pris à **1**.

■ Services de puissance entrants / sortants

Description sommaire :

- Une canalisation d'alimentation BT de l'établissement, non écrantée et cheminant en enterrée (depuis le distributeur) ;
- Une canalisation BT des appareils d'éclairage sur candélabre de la zone des auvents de stockage, non écrantée et cheminant en enterrée ;
- Une canalisation BT des appareils d'éclairage des auvents de stockage, non écrantée et cheminant en enterrée ;
- Une canalisation BT de pilotage des vannes des auvents de stockage, non écrantée et cheminant en enterrée.

Parafoudre BT

- | | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| - sur les tableaux | <input checked="" type="checkbox"/> Non prévu | <input type="checkbox"/> Type 1 | <input type="checkbox"/> Type 2 |
| - sur les équipements | <input checked="" type="checkbox"/> Non prévu | <input type="checkbox"/> Type 1 | <input type="checkbox"/> Type 2 |

Maillage du réseau de terre Prévu mais sans information Oui

Alimentation secourue Non Oui

■ Services de communication entrants / sortants

Description sommaire :

- Une canalisation d'alimentation en télécommunication, non écrantée et cheminant en enterrée (depuis le distributeur) ;
- Une canalisation de communication des caméras de vidéosurveillance des auvents de stockage, écrantée et cheminant en enterrée ;
- Une canalisation de communication du système anti intrusion des auvents de stockage, écrantée et cheminant en enterrée ;
- Une canalisation de communication du système incendie des auvents de stockage, écrantée et cheminant en enterrée.

Parafoudres Non prévu Type 1

■ Canalisations métalliques entrantes / sortantes

Canalisations et conduits métalliques	Constat
Une canalisation d'eau potable	Canalisation type PE <i>Non sensibles à l'effet indirect de la foudre</i>
Canalisations d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées	Canalisations type PVC <i>Non sensibles à l'effet indirect de la foudre</i>

6.1.4 Évaluation initiale

Bâtiments A et B

Caractéristiques de la structure et de son environnement

N _G :	0,5	L :	0	A _D :	1466	K _{S1} :	1
W :	0	A _M :	817009	K _{S2} :	1		
H :	0			K _{S3} :	1		
H _p :	0	P _B :	1				
C _D :	1	P _{EB} :	1				

Pertes et mesures de protection

r _t :	0,01	t ₂ :	2600	r _p :	0,5	L _F :	0,02
		r _r :	0,01	L _D :	0		
		h ₂ :	1	L _{FE} :	0,05		
				t _e :	876		

Résultats du risque :

R1 - Vie humaine

RT	1,283 %
R1	1,28E-04
	1E-5

**La valeur du risque "R1" est supérieure à celle du risque tolérable "RT".
En conséquence, un système de protection foudre est à metre en place.**

Liaisons entrantes/sortantes

	Canalisation alimentation puissance	Canalisation alimentation télécommunication	Canalisation communication anti intrusion auvents stockage	Canalisation communication détection incendie auvents stockage	Canalisation communication vidéosurveillance auvents stockage	Canalisation puissance écl. auvents stockage	Canalisation puissance écl. sur candélabre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L _i :	100	80	70	70	70	70	100	70	0	0	0	0	0	0	0	0
C _i :	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0
C _r :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C _e :	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
A _i :	400000	320000	280000	280000	280000	280000	400000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0
L _j :	2	500	37	37	37	37	0,5	37	0	0	0	0	0	0	0	0
W _j :	2	0,2	23,5	23,5	23,5	23,5	0,5	23,5	0	0	0	0	0	0	0	0
H _j :	2	7	6,1	6,1	6,1	6,1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{pj} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _{Dj} :	165	22385	4028	4028	4028	4028	1385	4028	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{Dj} :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
C _{LD} :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LI} :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

L _i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _r :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _e :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{pj} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _{Dj} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{Dj} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LD} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LI} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.1.5 Évaluation avec protection

Bâtiments A et B

Caractéristiques de la structure et de son environnement

N_G : 0,5	L : 0	A_0 : 1466	K_{S1} : 1
	W : 0	A_M : 817009	K_{S2} : 1
	H : 0		K_{S3} : 1
	H_p : 0	P_B : 0,2	
	C_D : 1	P_{EB} : 0,05	

Pertes et mesures de protection

r_t : 0,01	t_z : 2600	r_p : 0,5	L_F : 0,02
		r_f : 0,01	L_D : 0
		h_z : 1	L_{FE} : 0,05
			t_e : 876

Résultats du risque :

Avec protection/état recherché	
RT	6,97E-06
R1	1E-5

La valeur du risque "R1" est réduite inférieure à celle du risque tolérable "RT" par la mise en place d'un système de protection foudre ede niveau IV. Egalement des M.M.R sont à protéger contre les effets indirects.

Liaisons entrantes/sortantes

	Canalisation alimentation puissance	Canalisation alimentation télécommunication	Canalisation communication anti intrusion auvents stockage	Canalisation communication détection incendie auvents stockage	Canalisation communication vidéosurveillance auvents stockage	Canalisation puissance écl. auvents stockage	Canalisation puissance écl. sur candélabre										
L_L :	100	80	70	70	70	70	100	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_i :	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_T :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_e :	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_L :	400000	320000	280000	280000	280000	280000	400000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L_j :	2	500	37	37	37	37	0,5	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W_j :	2	0,2	23,5	23,5	23,5	23,5	0,5	23,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_j :	2	7	6,1	6,1	6,1	6,1	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_{p1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{D1} :	165	22385	4028	4028	4028	4028	1385	4028	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{D1} :	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{LD} :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{L1} :	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L_L :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_T :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_e :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_L :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L_j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W_j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H_{p1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A_{D1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{D1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{LD} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_{L1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.2 AUVENTS DE STOCKAGE DES BATTERIES SUR RACKS OU A L'INTERIEUR DE CONTAINERS - BATIMENTS C1, C2, D ET E

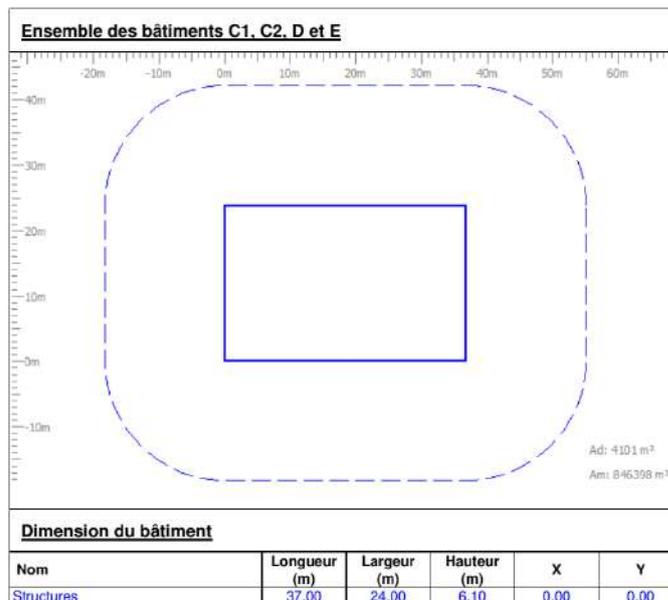
6.2.1 Description des risques

■ Activité(s) dans la structure ou bâtiment

Auvents de stockage de batteries usagées et/ou reconditionnées.

■ Caractéristiques de la structure

Localisation à une distance de 3 x hauteur	Les structures de ce bâtiment sont entourées par des structures majoritairement de hauteurs plus petites. Conformément au tableau A.2 de la norme NF EN 62305-2 et au regard de cet environnement, le facteur « C_d » est pris à 1.
Éléments attractifs et point haut, à une distance de 3 x hauteur	<ul style="list-style-type: none"> - Toitures des auvents - Projecteur sur candélabres - Arbres
Type de structure, à une distance de 3 x hauteur	<ul style="list-style-type: none"> - Structure à charpente métallique avec habillage, des façades et en toiture, en bardage simple - Sol « intérieur » : Béton - Sol « extérieur » : Asphalte
Dimensions approximatives (L x l x h) en m	Se reporter à la modélisation ci-dessous



■ Détermination des pertes

- Blessures
- Dommages physiques
- Défaillance des réseaux (si besoin)
- nb de personnes au total (si besoin)

$L_t = 10^{-2}$: Tout type

$L_f = 2 \times 10^{-2}$: Industrielle

$L_o =$ sans objet

$n_t = 1$ personne, exposée sur un temps de présence de **2600** heures/an (8h00/18h00, 5 jours par semaine et 52 semaines par an).

Nota : Valeurs retenues par l'exploitant

■ Risques d'incendie et/ou d'explosion

- ✓ Niveau du risque d'incendie : **Faible**
- ✓ Niveau du risque d'explosion : **Aucun**
- ✓ $r_f = 0,001$

Le niveau du risque d'incendie est déterminé par le calcul de la charge calorifique des produits inflammable présents dans une structure, dont le pouvoir calorifique inférieur est fourni par l'exploitant. Dans notre cas et pour l'ensemble des auvents de stockage, il nous à pas été communiqué une quantité maximale de 20 tonnes de batteries, pour un pouvoir calorifique maximum de 0,9 MJ/kg. En conséquence, le niveau de ce risque à été considéré faible.

Charge calorifique des auvents de stockage C1/C2, D et E			
PCI = Pouvoir calorifique inférieur			
Produits présents dans la zone étudiée	Poids en tonne	PCI MJ/kg	MJ
Batteries lithium ionique	20	0,9	18 000
TOTAL			18 000
Surface totale de la structure étudiée en m ²			485
Charge calorifique (MJ/m ²)			37
Risque d'incendie de l'esemble des auvents :			Faible

Aucun risque d'explosion n'est retenu, à l'échelle de l'établissement et suivant le paragraphe 3.3.1.2 de l'étude de dangers. En conséquence, ce risque n'a pas été pris en compte et la valeur de r_f à été déterminée au regard du niveau du risque d'incendie.

■ Risque en cas d'évacuation

- ✓ $r_p = 0,2$

Les moyens de réduction des conséquences du feu de la structure sont :

- Système de détection incendie automatique, par détection de fumées ou caméra thermique ;
- Système d'extinction automatique incendie, à eau ;
- Extincteurs.

■ Risque de perte en présence d'un danger particulier

- ✓ $h_z = 1$

Aucun risque de panique et/ou d'évacuation n'a été considéré pour cette structure

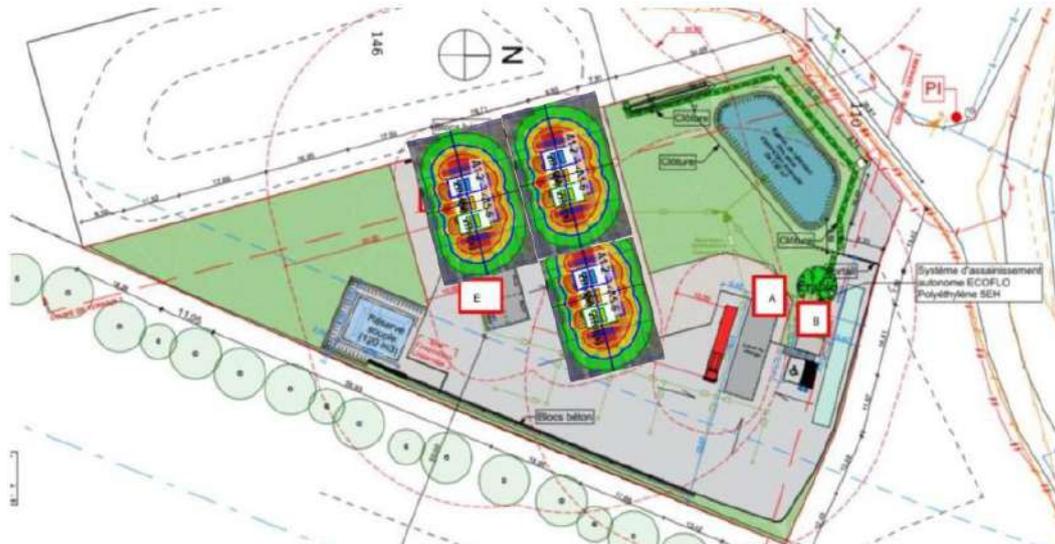
■ Risque de dommage sur une structure environnante ou sur l'environnement

- ✓ $t_e/8760 = 0,25$ soit $t_e = 2190$ heures
- ✓ $L_{FE} = 0,05$

Suivant l'étude de dangers de l'établissement (§8.2.2), l'exploitation de réception des batteries usagées, dans le bâtiment A, engendre des effets thermiques qui sortent de celui-ci sans impacter les autres structures de l'établissement et l'environnement du site. Nous considérons donc un risque pour l'environnement. En conséquence et suivant la note d'information aux professionnels de la protection contre la foudre F2C (tableaux extraits, ci-dessous et ci-après), les valeurs de t_e et L_{FE} ont été déterminées ainsi.

TYPE D'ENVIRONNEMENT	$k_p / 8780$
Voies navigables	0,1
Utilisation temporaire	0,1
Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0,25
Voies ferrées	0,25
Terrain non bâti et zones peu fréquentées (champs, prairies, forêts, terrains vagues, marais, jardins horticoles, jardins, vignes, zones de pêche, gare de marchandises et de triage...)	0,25
Présence de public	0,5
Zones fréquentées et très fréquentées (parking, parcs, zone de baignade surveillée, terrains de sport, etc.)	0,5
Zones d'activités (industries et autres activités ne recevant pas en général du public)	0,75
Chemins et chemins piétonniers	0,75
Site avec rondiers ou fonctionnement du site avec plus d'une équipe (2x8 ou 3x8)	1
Résidences	1
Voies de circulation automobiles (départementales, nationales, voies rapides, périphériques et autoroutes)	1

RISQUE ENVIRONNEMENTAL		VALEURS DE L_{FE}	
Scénarios		restant dans les limites du site	sortant des limites du site
Explosion et surpression	la surpression > 50 hPa	0,25	0,5
Flux thermique	le flux thermique par surface > 3 kW/m ²	0,05	0,1
Fumées toxiques (1)		0,1	1,0
Pollution du sol (1)		0,1	0,5
Pollution de l'eau (1)		0,25 (2)	2,5
Matière radioactive (1), (3), (4)		0,5	5



Modélisation des effets thermique, extraite du §1.6.2 de l'étude de dangers

6.2.2 Installation extérieure du système de protection contre la foudre

■ Dispositifs de capture

Aucun.

6.2.3 Installation intérieure du système de protection contre la foudre

Le parcours sur le site, des services de cette structure, rencontre des structures. Ceux-ci se trouvent dans un environnement type urbain et le facteur « C_e » est donc pris à **0,1**.

■ Services de puissance entrants / sortants

Description sommaire :

- Une canalisation BT des appareils d'éclairage sur candélabre de la zone des auvents de stockage, non écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B) ;
- Une canalisation BT des appareils d'éclairage des auvents de stockage, non écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B) ;
- Une canalisation BT de pilotage des vannes des auvents de stockage, non écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B).

Parafoudre BT

- | | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| - sur les tableaux | <input checked="" type="checkbox"/> Non prévu | <input type="checkbox"/> Type 1 | <input type="checkbox"/> Type 2 |
| - sur les équipements | <input checked="" type="checkbox"/> Non prévu | <input type="checkbox"/> Type 1 | <input type="checkbox"/> Type 2 |

Maillage du réseau de terre Prévu mais sans information Oui

Alimentation secourue Non Oui

■ Services de communication entrants / sortants

Description sommaire :

- Une canalisation de communication des caméras de vidéosurveillance des auvents de stockage, écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B) ;
- Une canalisation de communication du système anti intrusion des auvents de stockage, écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B) ;
- Une canalisation de communication du système incendie des auvents de stockage, écranée et cheminant en enterrée (depuis le bâtiment B).

Parafoudres Non prévu Type 1

■ Canalisations métalliques entrantes / sortantes

Canalisations et conduits métalliques	Constat
Canalisations d'évacuation des eaux pluviales	Canalisations type PVC <i>Non sensibles à l'effet indirect de la foudre</i>

6.2.4 Évaluation initiale

Bâtiment C1, C2, D et E

Caractéristiques de la structure et de son environnement

$N_G : 0,5$ $L : 37$ $A_D : 4135$ $K_{S1} : 1$
 $W : 23,5$ $A_M : 845898$ $K_{S2} : 1$
 $H : 6,1$ $K_{S3} : 1$
 $H_p : 0$ $P_B : 1$
 $C_D : 1$ $P_{EB} : 1$

Pertes et mesures de protection

$r_t : 0,01$ $t_z : 2600$ $r_p : 0,2$ $L_F : 0,02$
 $r_f : 0,001$ $L_D : 0$
 $h_z : 1$ $L_{FE} : 0,05$
 $t_c : 2190$

Résultats du risque :

R1 - Vie humaine

**La valeur du risque "R1" est supérieure à celle du risque tolérable "RT".
En conséquence, un système de protection foudre est à metre en place.**

Liaisons entrantes/sortantes

	Canalisation communication anti intrusion auvents stockage	Canalisation communication détection incendie auvents stockage	Canalisation communication vidéosurveillance auvents stockage	Canalisation puissance écl. auvents stockage	Canalisation puissance écl. sur candélabre	Canalisation puissance vannes auvents stockage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_L :$	70	70	70	70	70	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_G :$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_F :$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_E :$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_L :$	280000	280000	280000	280000	280000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$W_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$H_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$H_{p1} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{D1} :$	1296	1296	1296	1296	1296	1296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{D1} :$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{LD} :$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{L1} :$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$L_L :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_G :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_F :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_E :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_L :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$L_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$W_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$H_j :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$H_{p1} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$A_{D1} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{D1} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{LD} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$C_{L1} :$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6.2.5 Évaluation avec protection

Bâtiment C1, C2, D et E

Caractéristiques de la structure et de son environnement

$N_G : 0,5$ $L : 37$ $A_D : 4135$ $K_{S1} : 1$
 $W : 23,5$ $A_M : 845898$ $K_{S2} : 1$
 $H : 6,1$ $K_{S3} : 1$
 $H_p : 0$ $P_B : 0,2$
 $C_D : 1$ $P_{EB} : 0,05$

Pertes et mesures de protection

$r_t : 0,01$ $t_z : 2600$ $r_p : 0,2$ $L_F : 0,02$
 $r_f : 0,001$ $L_D : 0$
 $h_z : 1$ $L_{EE} : 0,05$
 $t_e : 2190$

Résultats du risque :

Avec protection/état recherché

RT	
R1	5,60E-06
	1E-5

La valeur du risque "R1" est réduite inférieure à celle du risque tolérable "RT"
 par la mise en place d'un système de protection foudre ede niveau IV.
 Egalement des M.M.R sont à protéger contre les effets indirects.

Liaisons entrantes/sortantes

	Canalisation communication anti intrusion auvents stockage	Canalisation communication détection incendie auvents stockage	Canalisation communication vidéosurveillance auvents stockage	Canalisation puissance écl. sur candélabre	Canalisation puissance vannes auvents stockage												
L _i :	70	70	70	70	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _i :	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _T :	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _E :	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _L :	280000	280000	280000	280000	280000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{pp} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _{D1} :	1296	1296	1296	1296	1296	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{D1} :	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LD} :	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LI} :	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

L _i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _i :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _T :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _E :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _L :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _j :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H _{pp} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A _{D1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{D1} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LD} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C _{LI} :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7. ANNEXES

7.1 PLAN DE MASSE ET D'ELEVATIONS DES STRUCTURES DE L'ETABLISSEMENT

PC2 - Plan de masse des constructions à édifier ou à modifier [Art. R. 431-9 du code de l'urbanisme]

Adresse du terrain : Les petites Beillardières
49430 DURVAL
Numéro des parcelles cadastrale : YD 111
Zonage PLU : 1AUy1
Emprise au sol : 607,13 m²
Surface de plancher : 14,33 m²
Nombre de stationnement (automobile & cycle) :
2 (dont 1 PMR et 1 IRVE)
Hauteur réglementaire des clôtures et portails :
1,80m sur rue - 2,00m lim. séparatives

- Légende**
- Espaces verts
 - Voies bordes
 - Gravier
 - Places en pavés interlards
 - Place dédiée IRVE
 - Place pré-décliquée IRVE (bournais)
 - Cheminement PMR
 - Telecom
 - Fibre optique
 - Electricité BT
 - Electricité HT
 - AEP
 - EU
 - EP totale
 - EP voisie
 - Adresse Abattus
 - Adresse Conservés
 - Autre Plante
 - Ecole système
 - (voir Plan de stationnement)
 - Haie bois
 - (voir Plan de stationnement)

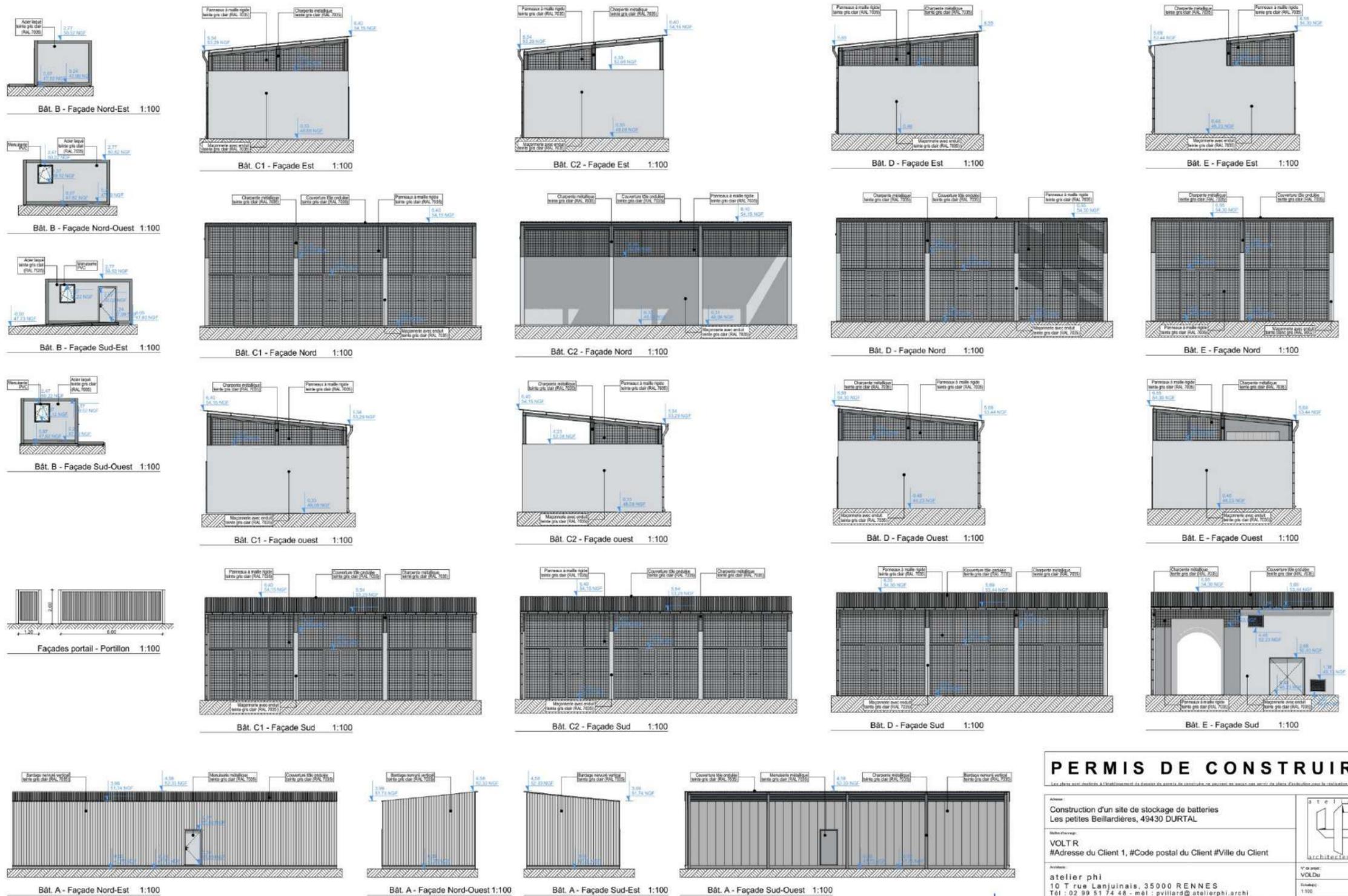


Les plans sont destinés à l'établissement du dossier de permis de construire et ne peuvent en aucun cas servir de plans d'exécution pour la réalisation de l'ouvrage.

<p>atelier phi S.A.S.U. d'Architecture Ordre des Architectes : 31543 Siège : 81133 AMARVALS TVA : FR 2755566 10 - rue L'Epine - 49000 RENNES</p>	<p>VOLTR Nov. 2024 Construction d'un site de stockage de batteries Les petites Beillardières, 49430 DURVAL PC2.2 Plan de masse projeté -1:500</p>	<p>PERMIS DE CONSTRUIRE A 2</p>	<p>VOLDU atelier phi 10 rue L'Epine 49000 RENNES Tél : 02 99 03 74 46 - mail : contact@atelierphi.com S.A.S.U. d'Architecture au capital de 2 500 € 807 780 868 R.C.S. Rennes Inscription au Tableau de l'Ordre des Architectes sous le N°1518828</p>
--	--	--	--

Ces documents sont la propriété de la société atelier phi Architectes et ne peuvent être reproduits sans son autorisation.

PC5 - Plan des façades et des toitures [Art. R. 431-10 a) du code de l'urbanisme]



Façades portail - Portillon 1:100

PERMIS DE CONSTRUIRE

Les plans sont destinés à l'édification et ne peuvent en aucun cas servir de base d'adjudication pour la réalisation de l'ouvrage.

Asses: Construction d'un site de stockage de batteries
Les petites Beillardières, 49430 DURTAL

Maître d'œuvre: VOLTR
#Adresse du Client 1, #Code postal du Client #Ville du Client

Architecte: atelier phi
10 T rue Lanjuinais, 35000 RENNES
Tél : 02 99 51 74 48 - m@p: p.villard@atelierphi.archi
S.A.S.U. d'Architecture au capital de 2 000 € - 827 785 618 R.C.S. Rennes
Inscription au Tableau de l'Ordre des Architectes sous le N°181828

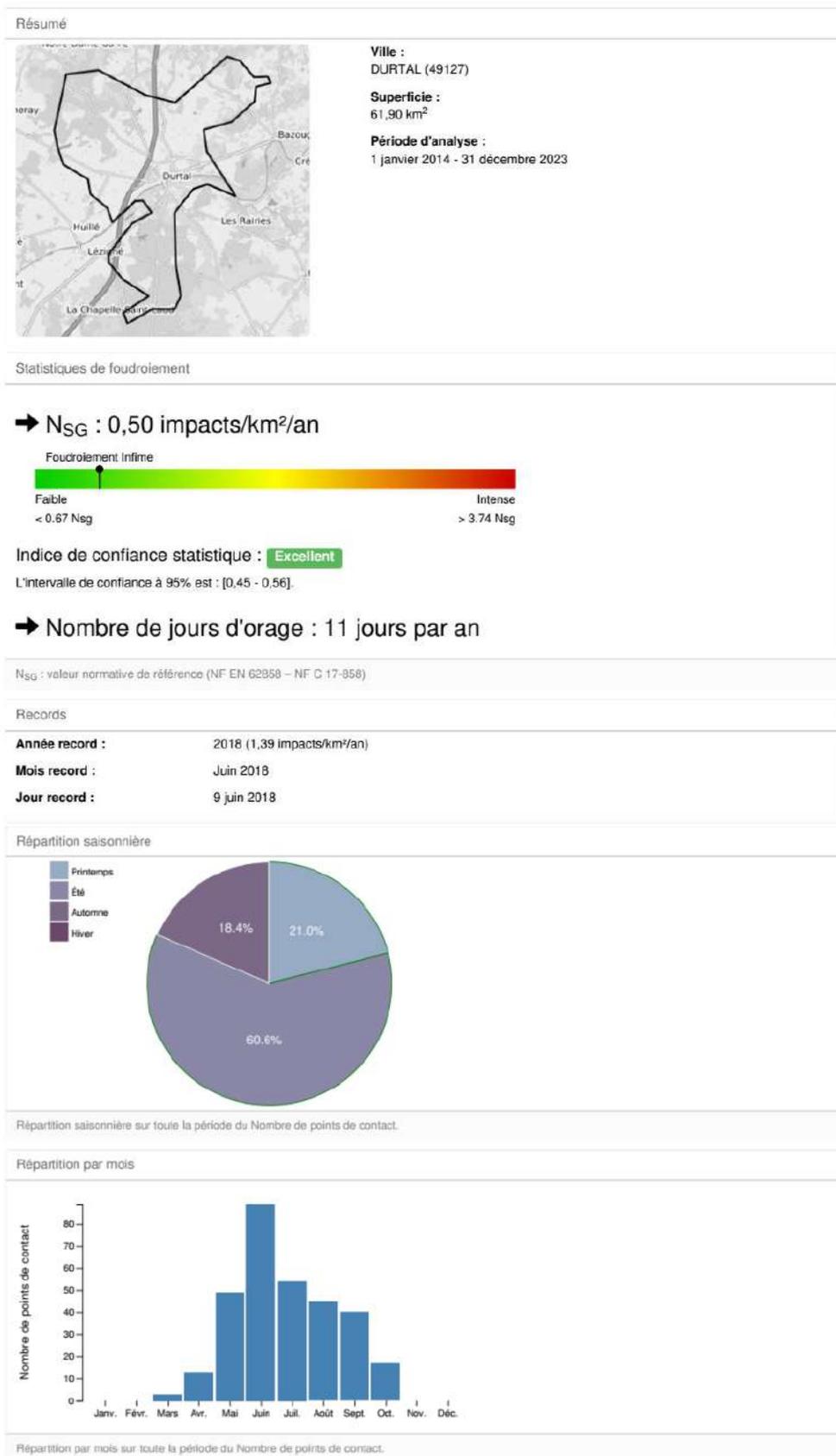
N° de permis: VOLDu
Date: Nov. 2024

Objet: Façades

Des documents sont la propriété de la société atelier phi Architectes et ne peuvent être reproduits sans son autorisation.

PC5.1 A 1

7.2 DENSITE DE FOUDROIEMENT DE LA COMMUNE DE DURTAL



	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 108 sur 110

ANNEXE 10 ACCIDENTOLOGIE

Résultats de la recherche "Batteries lithium" sur la base de données ARIA - État au 05/04/2024

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif et ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs.

Les informations (résumés d'accidents et données associées, extraits de publications) contenues dans le présent export sont la propriété du BARPI. Aucune modification ou incorporation dans d'autres supports ne peut être réalisée sans accord préalable du BARPI. Toute utilisation commerciale est interdite.

Malgré tout le soin apporté à la réalisation de nos publications, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : barpi@developpement-durable.gouv.fr

Liste de(s) critère(s) pour la recherche "Batteries lithium":

- Contient : lithium

Accident

Dégagement de fumée sur des fûts de piles lithium en mélange dans un centre de tri de DEEE

N° 60222 - 12/05/2022 - FRANCE - 39 - BLETTERANS .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60222/>



A 15h30, des bruits et un dégagement de fumée se produisent au niveau d'un fût métallique de piles boutons lithium en mélange situé en extérieur dans un centre de récupération, tri et valorisation de piles. Le fût est inséré dans une coque en béton et recouvert intégralement de poudre de ciment pour couper l'alimentation du feu en oxygène et étouffer l'incendie. Un second fût se comporte de la même manière et d'autres, qui commencent à monter en température, sont sécurisés par ajout de vermiculite avant stockage dans un conteneur dédié. Au total, 6 fûts font l'objet d'un départ de feu et sont étouffés sous ciment. L'exploitant se réapprovisionne en poudre de ciment au cours de l'intervention chez un vendeur de matériaux à proximité. Après sécurisation, vers 20 h, une surveillance de la température des fûts est mise en place pendant 3 h jusqu'à une baisse significative de la température constatée. Une dizaine de jours plus tard, plus aucun fût n'étant sous pression, le lot est retiré.

Les opérations de sécurisation ont nécessité l'emploi de 5 m³ de vermiculite et 1 100 kg de poudre de ciment.

Le lot concerné, composé de 64 fûts de piles en mélange, 22 fûts, étiquetés comme contenant des afficheurs de prix, étaient en fait composés de piles boutons lithium écrasées, voire ouvertes, issues du broyage des étiquettes portes-prix. Parmi ceux-ci, 8 fûts présentaient de la vermiculite en surface, mais aucune couche de vermiculite en profondeur. Devant la dangerosité du contenu, de la vermiculite a été insérée pour le sécuriser, puis les fûts ont été refermés et cerclés. Lors du contrôle de fin de poste, aucune anomalie n'a été constatée. Le lendemain, certains fûts font état de mise sous pression. Un doute sur la montée en température conduit à ouvrir et transvaser les contenus pour rajouter de la vermiculite. Cette sécurisation a nécessité des opérations de transvasement qui ont conduit à l'échauffement des piles encore actives.

L'exploitant signale qu'il n'acceptera plus de recevoir de lot présentant les mêmes caractéristiques de dangerosité. Pour empêcher que de tels événements se reproduisent, il met en place :

- un rappel des consignes, de la vigilance sur la manipulation des piles lithium et de la conduite à tenir devant une non-conformité constatée à l'ouverture des fûts ;
- la rédaction de la procédure d'isolement des fûts sous coque béton ;
- la formation de tout nouvel arrivant sur les risques liés à l'activité tri de piles (formation réalisée par le responsable atelier avec rappel des EPI) ;
- une formation sécurité incendie (choix et utilisation des extincteurs en fonction du feu, évacuation..) ;
- des exercices à la suite de déclenchement d'alarme incendie ;
- la mise à disposition d'une tenue étanche d'approche complète dont la mise en oeuvre est présentée en formation sécurité incendie et de masques de protection contre les émanations de vapeurs et gaz des opérateurs potentiellement exposés ;
- le renfort du stock de ciment et de vermiculite.

Accident

Incendie de conteneurs d'un système de stockage d'énergie (ESS) lithium-ion

N° 59570 - 30/07/2021 - AUSTRALIE - 00 - NC .

YYY - Activité indéterminée

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59570/>



Vers 10 h, lors de la préparation du démarrage d'un centre de stockage d'énergie (ESS) par batteries lithium-ion (LI-ion), un incendie se produit sur l'un des conteneurs. Le centre est constitué de 212 conteneurs dans lesquels sont installées des batteries Li-ion pour une puissance totale de 300 MW/450 MWh. La journée est consacrée à une phase de test de la moitié des conteneurs. A 7h20, l'un d'entre eux, ne faisant pas partie du lot testé, est mis à l'arrêt manuellement en le coupant des sources d'énergie. A 10 h, le personnel sur site constate des émissions de fumées depuis ce conteneur. Le personnel isole électriquement l'ensemble des conteneurs et appellent les pompiers. A leur arrivée, ils établissent un périmètre de sécurité de 25 m et refroidissent la zone proche du conteneur. A 10h30, des flammes sont observées sur le conteneur et, vers 12 h, celles-ci gagnent un conteneur voisin, situé à 15 cm de l'autre. Sur recommandation du constructeur des batteries, les pompiers n'attaquent pas le feu et continuent à refroidir les conteneurs alentours. L'incendie est maîtrisé 6 h après l'apparition des fumées. Une surveillance est mise en place durant 3 jours à l'aide de caméras thermiques et drones.

Le constructeur émet, comme origine la plus probable du départ de feu, une fuite du liquide de refroidissement provoquant un arc électrique et un court-circuit puis un emballement thermique. Le système de contrôle et d'acquisition de données en temps réel (SCADA) nécessite de fonctionner durant 24 h pour remonter correctement les données. Celui du conteneur où est parti l'incendie a été mis à l'arrêt au bout de 13 h, ne permettant donc pas aux mesures de sécurité de se déclencher lors de la fuite du liquide de refroidissement. La distance de 15 cm entre les 2 conteneurs avait été validée lors de tests de certification. Les flammes sortant du toit du premier conteneur ont atteint le second, aidées par des rafales de vent importantes. La partie supérieure du toit thermique du 2e conteneur a enflammé les composants internes, notamment le système d'éclairage ainsi que des événements de surpression en plastique, fournissant un chemin direct aux flammes et aux gaz chauds pour pénétrer dans le compartiment des batteries. Celles-ci étant exposées à des températures supérieures aux températures déclenchant l'emballement thermique (139 °C), l'incendie s'est développé au 2e conteneur.

L'exploitant revoit :

- l'assemblage et la vérification des équipements du circuit de refroidissement ;
- les alarmes pour prévenir le risque de fuite de liquide de refroidissement ;
- le temps de connexion nécessaire à la remontée des informations du SCADA de 24 h à 1 h ;
- le design des événements de surpression sur le toit des conteneurs pour qu'ils soient résistants thermiquement. Dans ces conditions, les essais ne remettent pas en cause l'espacement de 15 cm entre 2 conteneurs.

Accident

Incendie de cellules de batterie Li-ion défectueuses

N° 61025 - 08/08/2023 - FRANCE - 72 - LE MANS .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/61025/>



Vers 20 h, un feu se déclare une zone extérieure où sont stockés sur des palettes plastiques 9 modules de chacun 15 cellules lithium-ion au sein d'une entreprise de fabrication de piles et batteries. Un passant donne l'alerte. Les sirènes d'incendie du site retentissent. Le gaz et les fumées produites dans l'atmosphère propagent la chaleur aux autres cellules situées à proximité. La chaleur du foyer fait exploser les vitres du bâtiment laissant la fumée pénétrer à l'intérieur. Les pompiers éteignent l'incendie. La zone d'incendie est nettoyée. Les restes de palettes plastiques fondues et de cellules incendiées sont recyclés auprès d'un organisme agréé.

45 cellules lithium fer phosphate ont été impactées et le volume de gaz émis est estimé à 3 600 l (mélange de H₂, CO₂, CO, CH₄, C₂H₄ et autres C_xH_x).

Les batteries impactées sont des batteries défectueuses de 100 Ah qui proviennent du désassemblage de batteries retournées par un client dans le cadre d'un service après-vente. Le jour de l'incendie, les modules défectueux ont été démontés de leur pack batterie et ainsi retirés de leur enveloppe mécanique de protection pour analyse, puis entreposés à l'extérieur du bâtiment. Ces modules étaient désolidarisés et déconnectés électriquement du reste de la batterie. Un court-circuit électrique serait à l'origine de l'emballement thermique d'une des cellules. Celui-ci a provoqué une émission de gaz et de fumée dans l'atmosphère, ainsi que l'emballement des autres cellules à proximité.

L'exploitant prévoit de :

- déconnecter électriquement les batteries retour client avec des cellules défectueuses ;
- stocker ces dernières dans des bacs en acier dans l'attente de leur recyclage ;
- effectuer une expertise des risques incendies liés aux cellules lithium-ion défectueuses ;
- adapter des moyens de stockage et de procédures.

Accident

Incendie dans un centre de traitement de DEEE

N° 53158 - 29/01/2019 - FRANCE - 39 - LONS-LE-SAUNIER .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53158/>



Vers 7 h, dans un centre de traitement de DEEE (déchets des équipements électriques et électroniques), un feu se déclare dans une cellule de stockage de PAM (petit électroménager) broyé (avant passage sur la ligne de tri optique). Le système de détection incendie se déclenche et alerte le personnel qui intervient avec un extincteur à poudre. Le personnel est évacué. Dans l'attente de l'arrivée des secours, les conducteurs d'engins sortent les déchets de la cellule et les arrosent à l'aide d'un RIA. Les pompiers, arrivés sur le site à 7h25, éteignent l'incendie en 10 minutes avec de l'eau et de la mousse.

La quantité de déchets impactée est estimée à 15 m³. Les eaux d'extinction sont confinées dans une cuve de rétention puis pompées par une entreprise spécialisée.

Un court-circuit dû à une pile lithium-ion ayant reçu un choc serait à l'origine du sinistre.

L'exploitant réalise une réunion avec les employés sur les procédures d'intervention et d'évacuation en cas d'incendie.

Plusieurs incendies impliquant des piles et batteries sont déjà survenus sur le site (ARIA

52395, 52396, 52397, 52398).

Accident

Incendie de DEEE dans une entreprise de recyclage des métaux

N° 52856 - 05/01/2019 - FRANCE - 59 - MARQUETTE-LEZ-LILLE .

E38.31 - Démantèlement d'épaves

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52856/>

Un samedi vers 10 h, dans une entreprise de recyclage des métaux, un feu se déclare sur un tas de 100 m³ de déchets d'équipements électriques et électroniques (PAM : petit électroménager) en attente de dépollution. Un important panache de fumées noires se dégage et est visible depuis les communes environnantes. Les pompiers interviennent en 20' au moyen de 3 lances. Les employés les assistent en séparant et étalant le tas à l'aide d'une pelle hydraulique. Cinq personnes restent confinées à leur domicile. La circulation routière à proximité est coupée. L'incendie est maîtrisé vers 12 h. Une surveillance renforcée est mise en place au niveau du stock de PAM pour repérer une éventuelle reprise du feu pendant le week-end.

La moitié du tas de PAM est détruit. Les eaux d'extinction sont confinées.

L'incendie est survenu alors que le site était fermé. L'exploitant suppose qu'une batterie de lithium a pu être cassée lors d'un déchargement et serait à l'origine du départ de feu. Une autre hypothèse est celle d'une pièce en équilibre qui aurait généré un court-circuit en tombant. Le feu aurait couvé toute la nuit, le dernier déchargement ayant eu lieu la veille à 15 h.

Le conditionnement des PAM en vrac a contribué à la propagation du feu. L'exploitant demande à l'eco-organisme de collecte des DEEE de revoir le mode de conditionnement. Par ailleurs, il étudie la mise en place d'un système de détection thermique extérieur. Enfin, un point est fait avec les pompiers sur le retour d'expérience de l'intervention.

Un incendie a déjà eu lieu sur ce site en 2016, mobilisant 60 pompiers en pleine nuit et détruisant 100 t de déchets (ARIA 48141).

Accident

Incendie de DEEE dans un centre de traitement de déchets

N° 52946 - 28/09/2018 - FRANCE - 33 - MERIGNAC .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52946/>



Vers 18h45, dans un centre de tri et traitement de déchets, un feu se déclare dans une benne de 40 m³ contenant 9 t de déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE) de type petits appareils ménagers (PAM) non traités. L'alerte est donnée par le personnel qui observe un dégagement de fumées. Les pompiers arrosent la benne de l'extérieur puis ouvrent ses portes. Le sinistre est maîtrisé vers 22 h. Les eaux d'extinction sont confinées. La benne de 40 m³ est détruite. La perte économique pour l'entreprise est estimée à 4 700 EUR.

L'accident est survenu alors que le site était en activité. L'incendie serait lié à la présence de batteries au lithium qui auraient été endommagées lors de la collecte des DEEE ou du chargement de la benne, avant son arrivée sur le site de traitement.

Plusieurs mesures de maîtrise des risques existantes ont permis de limiter les conséquences de l'accident :

- pas de stockage prolongé de PAM non traité : traitement en flux tendu au fur et à mesure des arrivées sur site ;
- entreposage de la benne en attente de caractérisation dans une zone de quarantaine, éloignée des bâtiments et cases de stockage.

Suite à l'évènement, une formation sécurité renforcée sur le risque incendie, ainsi qu'une formation à l'identification des batteries au lithium dans les déchets entrants, sont dispensées au personnel. L'exploitant souhaite également sensibiliser ses clients fournisseurs de déchets (les sites de collecte de DEEE) sur les risques liés aux piles et accumulateurs au lithium et sur les précautions à prendre lors de leur manipulation pour éviter la dégradation des PAM.

Le site a déjà connu des incendies en 2017 (ARIA 49520 et 49606).

Accident

Incendie sur un site de traitement d'accumulateurs électriques usagés

N° 60840 - 04/06/2023 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-FALLAVIER .

C24.45 - Métallurgie des autres métaux non ferreux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60840/>



Vers 3h20, lors d'une ronde de nuit, la société de gardiennage constate un départ de feu à proximité d'un chapiteau de stockage de piles et d'accumulateurs dans une usine de traitement d'accumulateurs électriques usagés. Les pompiers et la direction sont alertés. Le feu est éteint à l'aide de mousse. L'intervention se termine vers 5h45. Les débris générés par l'incendie sont récupérés dans un rayon de 50 m autour du site et mis en sécurité dans une zone sous détection incendie. Ces derniers sont traités sur place. Les eaux d'extinction et la mousse utilisées sont confinées dans le bassin de rétention du site puis rejetées après l'analyse de la DBO5.

L'incendie impacte un lot de piles/packs en mélange et un lot de piles alcalines/salines. Ces produits contiennent plusieurs métaux lourds (Cadmium, Nickel, zinc, Cobalt, Lithium, etc). Les analyses des fumées réalisées par la cellule chimique ne montrent pas d'incidences sur la qualité de l'air. De plus, les préleveurs de qualité d'air extérieur en fonctionnement le jour de l'incident, ne montrent pas d'impact de métaux. Les installations de production ne sont pas impactées. Seuls un coffret de commande des pompes de relevage des eaux pluviales ainsi que le bardage d'un des bâtiments de stockage sont touchés.

Le jour de l'évènement, le site était à l'arrêt. Le départ de feu pourrait être dû :

- aux fortes chaleurs, orages (le télécompteur foudre ne montre pas d'impact de foudre sur l'emprise du site mais de nombreux impacts dans un rayon de 2 km autour du site) et fortes pluies ;
- à la présence de lithium primaire dans le lot ;
- au déplacement du lot, 2 jours plus tôt pour palier à l'affaissement des palettes, qui auraient pu provoquer un court-circuit par la mise en contact de 2 éléments,
- ou à un acte de malveillance, le lieu du sinistre étant à quelques mètres de la limite de propriété.

À la suite de cet évènement, l'exploitant :

- décide de modifier les emballages à réception pour favoriser la réception des produits en emballages incombustibles (tous les déchets touchés étaient dans des emballages plastiques) ;
 - met en place la qualification des produits à réception et si besoin reconditionne les déchets à leur arrivée sur site ;
 - sensibilise le personnel aux bonnes pratiques de stockage notamment lames d'air, gerbage, triangle du feu/les mécanismes du feu ;
 - met en place la surveillance vidéo du site ;
 - met en place la protection physique de la station de relevage.
-

Accident

Incendie dans un centre de recyclage de DEEE

N° 59337 - 23/05/2022 - FRANCE - 10 - SAINT-THIBAULT .

E38.31 - Démantèlement d'épaves

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59337/>

Vers 23 h, un feu se déclare au niveau d'une zone de stockage de déchets en transit dans une usine spécialisée dans le recyclage de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE). La ligne est à l'arrêt. Les pompiers maîtrisent l'incendie à 1h30. Les eaux d'extinction sont dirigées vers un bassin de rétention, dont la vanne est fermée. Elles sont analysées avant évacuation.

Le départ de feu est dû à une pile au lithium dans des déchets restants dans une zone de stockage pour le transit. Un déblayage avait été réalisé, mais il était insuffisant. La zone où se trouvait la pile était inaccessible avec la chargeuse. Le risque d'incendie sur ce stock en transit réduit avait été sous-évalué.

L'exploitant prévoit de :

- ajouter une caméra thermique sur cette zone tampon ;
- déblayer complètement la zone en fin de poste ;
- poursuivre les formations d'équipiers d'intervention.

Le PPI étant obsolète, il est remis à jour en collaboration avec les pompiers.

Accident

Incendie dans une installation de stockage de déchets non dangereux

N° 55344 - 08/04/2020 - FRANCE - 02 - GRISOLLES .

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55344/>

Vers 11 h, lors du compactage de déchets, un feu se déclare dans une alvéole de stockage dans une installation de stockage de déchets non dangereux. Les employés étouffent les flammes avec de la terre.

Une batterie au lithium d'un ordinateur jetée dans un sac poubelle d'ordures ménagères résiduelles (OMR) est à l'origine de l'incendie. L'incendie se produit en période de confinement liée à la Covid-19. Seul le ramassage des OMR reste assuré. Il n'y a pas d'accès aux déchetteries, ni de collecte sélective et l'accès aux points de collecte en magasins est restreint.

A la suite de l'incendie, l'exploitant informe les collectivités en charge des collectes pour renforcer la communication sur ce que sont les ordures ménagères résiduelles et la gestion des déchets pendant cette période.

Accident

Incendie d'un fût de piles au lithium (DEEE)

N° 53841 - 29/05/2019 - FRANCE - 39 - BLETTERANS .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53841/>



Vers 9h30, dans une installation de transit et tri de DEEE, un feu se déclare dans un fût contenant 40 kg de piles boutons au lithium. L'alarme incendie se déclenche. Les salariés du site et des entreprises voisines sont évacués. Après avoir attaqué le fût avec des extincteurs à poudre, l'exploitant saisit le fût à l'aide d'un chariot élévateur et l'évacue hors du bâtiment. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité. Les pompiers étouffent les flammes avec du sable. Ils noient le fût dans un sarcophage en béton afin de le refroidir efficacement. Une buse en ciment est déposée sur le fût, comblée avec de la poudre de ciment. Les employés regagnent les locaux vers 15h30. Les piles sont remises dans le circuit une fois sorties du sarcophage béton et débarrassées du sable.

Un membre du personnel ayant inhalé de la fumée lors de l'incendie est transporté à l'hôpital.

D'après la presse, le feu serait d'origine accidentelle. Les piles incriminées, encore actives, faisaient partie d'un lot trié après arrivage sur le site. Ce lot avait été placé dans le fût 3 h avant l'incendie. Les piles étaient censées être conditionnées selon les bonnes pratiques : ensachage dans un sac plastique pour éviter les contacts entre les piles et le fût métallique, alternance de couches de piles et de couches de vermiculite pour éviter les courts-circuits et éviter la propagation à l'ensemble du fût en cas d'un tel court-circuit, cerclage du fût. L'ensemble de ces règles n'auraient pas été respectées.

Suite à l'évènement, l'exploitant rappelle aux salariés le risque de court-circuit en cas d'absence de barrière entre les piles ou entre les piles et le fût. Il interdit la manipulation des piles après 14 h afin de limiter tout départ de feu en cas d'absence du personnel. Il prévoit d'acheter une caméra thermique afin d'identifier précocement les échauffements.

Accident

Incendie dans un centre de tri

N° 53958 - 15/05/2019 - FRANCE - 39 - LONS-LE-SAUNIER .

E38.11 - Collecte des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53958/>



Vers 15 h, dans un centre de tri de déchets, un feu se déclare au milieu de la dalle de réception des apports de collecte sélective. Un conducteur d'engin donne l'alerte. Il extrait la matière en feu avec la chargeuse et isole l'engin à l'extérieur. L'alarme du site est déclenchée, les trappes de désenfumage sont ouvertes. Le personnel est regroupé au point de rassemblement. Le chef d'équipe éteint l'incendie avec un RIA avant l'arrivée des pompiers. Des contrôles sont effectués à la caméra thermique pour vérifier l'absence de point chaud. Vers 16 h, l'intervention est terminée. Les 3,5 t de déchets incendiés sont traités par incinération.

Selon les pompiers, l'incendie serait dû à la présence d'une pile au lithium issue d'une erreur de tri de la part d'un habitant.

En janvier 2019, un accident similaire a déjà eu lieu sur ce site (ARIA 53156).

Neuf jours après l'incendie, l'exploitant organise une réunion de débriefing avec ses équipes. L'exploitant prévoit de :

- augmenter la vigilance des opérateurs lors des déchargements sur la dalle afin d'identifier des déchets indésirables ;
- dédier une journée au risque incendie ;
- réaliser un exercice avec une mise en situation et manipulation des RIA ;
- installer des alarmes incendie manuelles dans le centre de tri.

Accident

Incendie sur la presse à paquets dans un centre de tri

N° 58911 - 03/02/2022 - FRANCE - 45 - SARAN .

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58911/>

Vers 10h30, un feu se déclare sur la presse à paquets dans un centre de tri des déchets. Le chef d'équipe, sortant du magasin avec un stagiaire, aperçoit des flammes sortir de la presse à paquets. Il coupe l'installation via l'arrêt d'urgence et percute un extincteur sur le bac de rétention contenant de l'huile. Le stagiaire percute à son tour un extincteur sur le tunnel de sortie de la presse. Les flammes sont éteintes en quelques minutes.

Un objet non conforme, de type pile au lithium écrasé par la presse, serait à l'origine du départ de feu.

A la suite de l'événement, l'exploitant met en place un détecteur de flammes. Il vérifie la quantité d'extincteurs à proximité et l'accès au déclencheur manuel dans la zone. Il revoit la communication entre chef de quart et chef d'équipe lors d'un départ de feu et celle sur l'évacuation générale du centre de tri.

Accident

Feu dans un entrepôt abritant des batteries au lithium

N° 58361 - 14/12/2021 - FRANCE - 31 - COLOMIERS .

H52.21 - Services auxiliaires des transports terrestres

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58361/>



Vers 0h10, une sourde explosion suivie d'un incendie se produisent dans un entrepôt dont une partie contient des vélos et scooters électriques et un conteneur de recharge de batteries Lithium-ion (Li-ion). Les pompiers reçoivent plus de 40 appels de riverains. L'entrepôt de 4 800 m² est composé de plusieurs cellules ("coques vides") louées à des entreprises et des associations, séparées par des murs coupe-feu 1 h ou 2 h. 1h30 sont nécessaires aux pompiers pour identifier l'origine du feu. L'incendie concerne 2 cellules de 1 225 m² et un conteneur de 15 m² assurant la recharge de 144 batteries (puissance de 120 kVA). Trois habitations situées dans un rayon de 100 m sont évacuées, les autres confinées. Les pompiers mettent en oeuvre 6 lances et un réseau de mesures atmosphériques (compteur à particule et détecteur portatif électrochimique) avec recherche de particules et acides fluorhydrique (HF) et chlorhydrique (HCl). L'incendie est maîtrisé vers 4 h. Des emballages thermiques sur batteries sous l'enchevêtrement de tôles réactive le feu. L'incendie est définitivement éteint le lendemain vers 15 h.

La présence significative de particules au niveau des habitations ainsi qu'à 1 km dans le

sens du vent est relevée vers 3 h, tandis que les mesures en HF et HCl sont en dessous du seuil de détection. Les relevés en particules sont non significatifs vers 4 h. Des prélèvements dans les eaux sont réalisés étant donné que le site n'est pas sur rétention. Le bâtiment est détruit. Un arrêté de péril imminent est signé par le maire. 3 000 vélos et 250 scooters électriques sont hors d'usage. Le volet roulant plastique d'une maison située à 25 m est retrouvé déformé par le rayonnement thermique (supérieur à 170 °C). Des éléments de batteries sont retrouvés à plus de 40 m de l'entrepôt dans les jardins de riverains. Une piscine gonflable est notamment crevée par un élément de batterie. Aucune rétention n'est présente sur le site. Un décapage de la terre sur 20 m autour du bâtiment et une épaisseur de 20 cm est réalisé. Aucune analyse de celle-ci n'a été réalisée.

Une enquête est effectuée. Deux ans plus tôt, le conteneur assurant la recharge des batteries Li-ion était à l'origine d'un départ de feu (ARIA 54538). A la suite du sinistre, des réorganisations de cellule avaient été effectuées et le conteneur avait été muni d'une caméra thermique (sans système de détection incendie). Les recommandations des assureurs et pompiers (dispositif fixe d'extinction automatique sur le conteneur, raccord pour permettre le noyage du conteneur, rétention) n'avaient pas été mises en oeuvre. Lors de ce nouvel incendie, les pompiers ont eu des difficultés pour connaître le nom de l'entreprise impactée et les produits/matériaux stockés (délai supérieur à 2 h). Les murs coupe-feu 1 h ou 2 h entre les cellules n'ont pas assuré leur rôle. Ils se sont avérés non étanche aux fumées et des pans de murs incandescents se sont effondrés.

Accident

Incendie de piles au lithium dans un centre de tri et démantèlement de DEEE

N° 51459 - 25/01/2018 - FRANCE - 39 - BLETTERANS .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51459/>



Vers 18h20, dans un centre de tri et démantèlement de DEEE (déchets des équipements électriques et électroniques), un feu se déclare dans un fût métallique de piles boutons au lithium. En évacuant le fût à l'extérieur, un cariste percute 2 extincteurs. Le reste du personnel est évacué. Les pompiers étouffent l'incendie avec du sable stocké à proximité. L'atelier est désenfumé.

Le lot de piles concerné avait fait l'objet d'une fiche de non-conformité à son arrivée car les piles étaient conditionnées en vrac sans blister plastique, sans vermiculite et avec de l'humidité (cartons détremés). Or, dans cette configuration de conditionnement en vrac, l'absence de barrière entre les piles augmente le risque de court-circuit. Les piles avaient donc été reconditionnées le matin en alternant une couche de piles et une couche de 10 cm de vermiculite.

Suite à l'accident, l'exploitant rappelle les règles de conditionnement aux clients envoyant leurs déchets. Le producteur de déchets impliqué dans l'événement informe que les piles n'étaient pas conditionnées sous blisters plastiques en raison d'une rupture de stock chez son fournisseur.

L'exploitant dispense des formations sur le risque incendie à l'ensemble des agents en charge du tri des piles. Il décide par ailleurs d'interdire la manipulation des piles au lithium à moins d'une heure de la fermeture du site.

Accident

Incendie sur un centre de tri, transit, regroupement de déchets non dangereux

N° 60591 - 18/04/2023 - FRANCE - 92 - NANTERRE .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60591/>

À 6h20, un feu se déclare sur un centre de tri, transit, regroupement de déchets non dangereux. Un employé et un agent de gardiennage constatent l'incident. Ils contactent les secours et utilisent les RIA du site pour éteindre l'incendie de métaux. Le feu est maîtrisé avant l'arrivée des pompiers. Ces derniers étouffent les fumées restantes pendant que l'exploitant isole certains déchets pour éviter une propagation du sinistre. La vanne de sectionnement du réseau est fermée.

Des batteries au lithium serait à l'origine du départ de feu. Ces déchets ne devraient pas être présents sur le site.

L'exploitant s'engage à mettre en place les améliorations suivantes :

- formation du personnel de gardiennage à l'utilisation la caméra thermique ;
- relier cette dernière à un système de SMS automatique lors de la détection d'un point chaud ;
- recensement du nouveau poteau incendie présent dans l'enceinte de l'exploitation sur le plan établissement répertorié ;
- renforcement de l'étanchéité de la vanne de sectionnement réseau.

La bonne réactivité du personnel sur place a permis d'éteindre le feu rapidement.

Accident

Incendie dans une benne de stockage de batteries au plomb

N° 60617 - 16/01/2023 - FRANCE - 95 - HERBLAY-SUR-SEINE .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60617/>



Vers 10 h, un feu se déclare dans la benne de stockage des batteries au plomb d'un centre de traitement de véhicules hors d'usage. Un employé, qui détecte de la fumée blanche, avertit ses collègues avant d'utiliser un extincteur à poudre pour neutraliser le départ de feu dans la benne métallique. Le dégagement de fumée s'arrête.

Une petite batterie au lithium est découverte dans la benne de batteries au plomb. Celle-ci pourrait être à l'origine du dégagement de fumée. Elle est isolée et remise avec les autres batteries au lithium.

Afin de prévenir un incendie lié à une batterie de ce type, l'exploitant met en place un dispositif de réception de ces batteries dans un conteneur clos et couvert, entouré de méga blocs béton avec un extincteur à proximité immédiate et visible. Il ajoute une signalétique sur le conteneur qui est contrôlé fréquemment, et optimise la fréquence de collecte des batteries lithium.

Accident

Incendie dans un centre de tri et transit des déchets dangereux

N° 58346 - 11/09/2021 - FRANCE - 35 - SAINT-JACQUES-DE-LA-LANDE .

E38.12 - Collecte des déchets dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58346/>

A 8h33, un feu se déclare au niveau de 6 caisses de palettes de batteries en plomb dans une entreprise de tri et transit de déchets dangereux. L'alerte est donnée par la télésurveillance via les caméras thermique. Vers 9 h, le feu est maîtrisé par les pompiers. Les déchets brûlés sont placés en benne et noyés en attente de leur élimination. Les eaux d'extinction sont confinées sur le site.

L'exploitant suspecte un court-circuit entre les bornes de deux batteries au plomb ou une présence d'une batterie au lithium potentiellement défectueuse, comme pouvant être à l'origine de l'incendie.

Les caisses-palettes de batteries au plomb réceptionnées sur site en provenance de déchèteries ou de clients industriels ne font pas l'objet d'un contrôle exhaustif pour vérifier, d'une part, que les batteries sont correctement agencées pour éviter tout court-circuit, et d'autre part, qu'aucune batterie au lithium ne se trouve au milieu des batteries au plomb. Un mauvais empilement des batteries ou la présence fortuite d'une batterie au lithium au coeur ou au fond du contenant peut donc ne pas être identifié si l'aspect visuel du dessus du chargement de la caisse-palette est satisfaisant.

A la suite de l'événement, l'exploitant met en place les actions suivantes :

- un rappel des consignes de tri et de conditionnement à l'ensemble des clients ;
- un contrôle à 100 % des caisses/palettes de batteries a plomb.

Accident

Feu dans un centre de cassage et de tri de batteries

N° 59107 - 29/01/2021 - FRANCE - 59 - ESCAUDOEUVRES .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59107/>



Un vendredi en fin de journée, dans un centre de cassage et de tri de batteries, un feu se déclare sur un stock de batteries. La société de surveillance alerte l'exploitant après le déclenchement d'une alarme incendie. Environ 400 t de batteries sont présents dans le hall dont 30 t dans la zone concernée. 25 min plus tard, un opérateur utilise la chargeuse pour étaler le tas et isoler la partie soumise aux flammes. Deux foyers de flammes distants d'environ 2 m sont détectés. Lorsque les batteries sont étalées et refroidies à l'eau, les flammes disparaissent. Les eaux d'extinction et de refroidissement rejoignent les eaux de procédé qui sont neutralisées, passent par un filtre presse puis sont réutilisées dans le procédé sans être rejetées.

Le sinistre concerne 1 à 2 t de batteries, qui sont passées dans le concassage comme prévu. Seul le plastique des batteries a fondu et non le métal, l'exploitant conclut qu'il s'agit d'un feu de faible intensité. L'exploitant réalise des mesures sur les jauges Owen et les partisols afin de vérifier l'absence de métaux tels que le nickel, cadmium et lithium.

La réception de batteries non conformes comme des batteries Ni-Cd ou des batteries au lithium, qui ne sont pas autorisées sur le site, pourrait être à l'origine de l'événement. Le jour du sinistre, le site a reçu une benne non conforme et dans laquelle 400 à 500 kg de batteries Ni-Cd ont été retirés. Quelques batteries de ce type pourraient ne pas avoir été repérées et se seraient retrouvées dans le stock du hall.

L'exploitant est tenu de réaliser un réexamen de sa méthodologie de tri afin d'étudier la faisabilité d'évacuer rapidement une benne non conforme.

Accident

Incendie dans un centre de traitement de DEEE

N° 52395 - 01/10/2017 - FRANCE - 39 - LONS-LE-SAUNIER .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52395/>

Dans un centre de tri, transit et traitement de DEEE (déchets des équipements électriques et électroniques), un feu se déclare suite au déchargement de petit électroménager en mélange (PAM). L'incendie est maîtrisé avec les moyens internes.

Selon l'exploitant, le départ de feu serait lié à une batterie au lithium (lithium-ion). Des actions correctives sont mises en place :

- réorganisation des livraisons, afin de ne plus décharger de PAM après 16 h sur le site et de permettre une période de surveillance avant la fermeture ;
- réorganisation des stockages de PAM en 2 cellules distinctes afin de limiter les risques de propagation.

Accident

Feu de batterie électrique dans un centre d'essai

N° 50033 - 21/07/2017 - FRANCE - 60 - VERNEUIL-EN-HALATTE .

M71.20 - Activités de contrôle et analyses techniques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50033/>

A 18h20, un feu se déclare dans une cellule d'essai thermique de 14 m² d'un centre d'essais industriels. Un essai de court-circuit sur une batterie lithium-ion démarre à 14h30 dans la cellule. Durant l'essai, la température monte à 400 °C. Celui-ci prend fin à 15h30. A 17 h, la température descend en dessous de 50 °C. L'essai prévoit un monitoring de plusieurs paramètres pendant 24 h : mesures en continu de la température, tension et teneur en gaz. Un enregistrement vidéo de la cellule permet de déterminer la chronologie de l'évènement. Un emballement thermique de la batterie se produit à 18h07. L'incendie démarre à 18h20, entraînant le déclenchement de la détection incendie à 18h45. Le POI est activé. L'exploitant coupe les énergies de l'établissement. Les pompiers éteignent le sinistre. Le caisson de batteries est évacué à l'air libre. Le local est ventilé.

Les dégâts matériels sont importants : intérieur de la cellule thermique calciné, fissures sur la façade de la cellule d'essai, analyseurs de gaz hors service, dispositif d'extinction à eau hors service, instrumentations de la cellule détruits. Le laveur de gaz, les gaines d'extraction et le palan situé au-dessus de la cellule doivent être expertisés.

L'emballement s'est produit 2h30 après la fin de l'essai alors que la température, 1h30 après l'essai, était inférieure à 50 °C. Un emballement aussi tardif n'avait jamais été répertorié. L'exploitant cherche à déterminer les causes de cet emballement tardif.

Une cellule de crise interne pour la gestion de la situation post accident est mise en place le 24/07. Suite au retour d'expérience réalisé le 27/07, plusieurs pistes d'amélioration sont identifiées :

- redéfinition du dimensionnement maximal des essais ;
- réflexion sur le réaménagement de la cellule (système d'extinction automatique sur commande, etc..) ;
- réflexion sur une possible connexion à distance pour accéder aux caméras installées dans la cellule ;
- révision des consignes associées à ces essais.

En 2013, un feu de batterie électrique a déjà eu lieu sur ce site (Aria 44622).

Accident

Incendie de batteries au lithium sur une ancienne usine automobile

N° 50152 - 13/03/2017 - FRANCE - 93 - AULNAY-SOUS-BOIS .

C29.10 - Construction de véhicules automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50152/>



Vers 4 h, un feu de batteries au lithium endommagées se déclare sur le parking extérieur d'une usine automobile en cessation d'activité. Les batteries sont stockées en palette par une entreprise voisine. Les pompiers interviennent dans un premier temps avec des extincteurs à poudre puis laissent les batteries brûler sous surveillance. Après l'incendie, l'exploitant réalise des sondages pour déterminer si le sol est pollué. Les analyses montrent que ce n'est pas le cas. Une entreprise spécialisée enlève et traite les batteries incendiées.

Les batteries impliquées avaient été retirées de véhicules électriques incendiés. La société en charge du traitement de ces batteries les avait stockées sur cet emplacement sans autorisation de l'exploitant du site. Ce type de batteries, lorsque endommagées, est sensible aux mouvements et changements météorologiques. Elles peuvent notamment être dangereuses en cas d'introduction d'eau ou d'air. Le vent ou la rosée pourraient donc avoir déclenché l'incendie.

Après l'accident, l'exploitant met au point une procédure pour le transport des batteries au lithium endommagées :

- manipulation à -20 °C pour figer les liquides à l'intérieur ;
- stockage en nombre moindre.

Accident

Incendie suite à un emballage thermique de piles au lithium

N° 32208 - 14/05/2006 - FRANCE - 31 - TOULOUSE .

C29.31 - Fabrication d'équipements électriques et électroniques automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/32208/>



Dans une usine de fabrication de matériels électriques pour véhicules, un feu se déclare à 4 h dans l'alvéole de stockage des piles et batteries au niveau d'un conteneur stockant un mélange non trié de piles au lithium rebutées et de piles alcalines. Le lieu de stockage des déchets comporte des compartiments dans lesquels sont stockés des produits de natures différentes. Le non-cloisonnement des alvéoles permet la propagation de l'incendie qui embrase le centre de stockage de déchets. Les matières inflammables (solvants) et les combustibles (palettes) situés à proximité sont atteints par les flammes. Alertés par le personnel de sécurité de l'usine, les pompiers maîtrisent le sinistre. Les réseaux d'eaux pluviales sont obturés pour isoler les eaux d'extinction. Cet incendie est le 3ème sinistre en 5 semaines, ayant nécessité l'intervention des pompiers.

Le stockage de piles au lithium serait à l'origine d'un échauffement puis d'un emballage thermique. Les piles bouton (lithium) rebutées de la fabrication sont munies de languettes métalliques soudées respectivement à leur pôle positif et négatif. Un très léger choc suffit à déformer ces languettes et à les mettre en contact. La pile au lithium se retrouve alors en court-circuit. Auto-protégées contre les court-circuits, la pile n'est pas à l'abri d'une défaillance de son système d'auto-protection induisant un accroissement rapide de sa

température. Cette défaillance peut être à l'origine de l'apparition d'une étincelle d'énergie suffisante pour enflammer une micro atmosphère composée d'hydrogène provenant de l'oxydation des différentes piles ou de la fuite de batterie de véhicule entreposées verticalement à quelques centimètres des piles. Un incident similaire avec une pile au lithium s'est produit sur un poste d'assemblage de l'usine quelques mois auparavant. La pile se trouvait en vrac dans un petit bac avec quelques dizaines d'autres piles. En éclatant, la pile s'est projeté jusqu'au plafond de l'usine.

L'exploitant diffuse en interne des consignes d'urgence concernant le tri et le stockages des piles usagées. A moyen terme, il s'engage à respecter la réglementation concernant les distances de sécurité, à construire des parois coupe feu autour du stockage de palettes, à déplacer la zone charge de batterie à l'entrée de la déchetterie, à isoler la zone de stockage des piles dans une construction fermée coupe feu en parois, à installer des dispositifs de détection et d'extinction manuelle et automatique d'incendie.

Accident

Explosion de batteries Lithium-ion dans un parc photovoltaïque

N° 61022 - 29/09/2023 - FRANCE - 972 - SAINT-ESPRIT .

A01 - Culture et production animale, chasse et services annexes

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/61022/>



Peu après 18 h, une explosion suivie d'un incendie se produisent dans un conteneur de batteries lithium-ion associé à une installation photovoltaïque dans une exploitation d'élevage de volailles (capacité de 40 000 volailles). Le conteneur contient 400 batteries au lithium-ion de 50 kg susceptible d'emmagasiner 1,4 MW.

L'incendie émet une importante fumée noire visible à plusieurs kilomètres et la surpression est ressentie dans les habitations aux alentours (200 m). L'entreprise de fourniture d'électricité procède à la coupure de l'alimentation électrique du quartier. Huit personnes d'une même famille sont prises en charge par les secours avant de rejoindre leur habitation. Avec l'accord de l'exploitant, les pompiers ne procèdent pas en premier lieu à une tentative d'extinction des batteries en ignition mais au refroidissement du conteneur et à l'abattage des gaz nocifs au moyen de lances à queue de paon. Une surveillance est mise en place pour la nuit en lien avec la présence d'un technicien et des relevés de températures sont effectués toutes les 20 minutes pour mesurer l'évolution. Le lendemain matin, les pompiers procèdent à la phase d'extinction par jet diffusé d'eau pulvérisée pendant plusieurs heures. Le feu est déclaré éteint vers 14 h.

700 personnes sont privées d'électricité pendant 1 h. L'explosion détruit une bache d'eau de 180 m³ et souffle les vitres des habitations à proximité. Le dispositif de stockage de l'énergie produit par les panneaux photovoltaïques est détruit dans l'incendie. Les pertes financières sont estimées à 1 000 000 d'euros.

L'incendie serait dû à la surchauffe d'une des batteries qui a généré un phénomène d'emballement thermique et une production d'hydrogène en milieu clos.

Du fait de sa destruction lors de l'explosion, liée à son mauvais positionnement (à quelques mètres du conteneur), la bache d'eau n'a pas pu être mobilisée pour lutter contre l'incendie, de même que plusieurs cuves à eau de 5 m³ sur lesquelles les secours n'avaient pas de possibilité de branchement.

Accident

Incendie d'un bus alimenté par batteries LMP

N° 58857 - 04/04/2022 - FRANCE - 75 - PARIS .

H49.31 - Transports urbains et suburbains de voyageurs

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58857/>



Vers 16h15, un feu se déclare sur un bus de transport urbain à énergie électrique alimenté par 6 batteries Lithium Métal Polymère (LMP "tout solide", capacité totale de 441 kWh) alors que ce dernier vient de se stopper à un arrêt en ville. Un passant voyant une fumée s'échapper en partie haute du véhicule alerte le conducteur. Ce dernier évacue l'ensemble de ses passagers avant que les flammes ne gagnent tout l'habitacle. Une épaisse colonne de fumée noire s'élève dans le ciel. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité. Les pompiers éteignent l'incendie vers 17 h. Le sinistre se propage à un abri bus. Vers 20h30, les pompiers interviennent pour des foyers résiduels, au niveau des 2,5 t de batteries lithium-ion sans aucune possibilité d'extinction. Ils mettent en place 2 lances queue de paon en protection. Un périmètre de sécurité est mis en place. La circulation est interrompue sur le boulevard et la station de métro à proximité est fermée. L'hôtel proche de l'incendie évacue 13 personnes.

Le véhicule est détruit. Vers 2h45, la carcasse du bus est transportée dans les ateliers du transporteur pour expertise. Une entreprise spécialisée récupère les batteries. Deux personnes blessées sont transportées à l'hôpital.

Des témoins signalent avoir vu des gerbes d'étincelles s'échapper des batteries installées sur le toit du bus. Le dernier contrôle technique du véhicule datait d'un mois et demi. 25 jours plus tard, un incendie se produit sur un bus de la même série (ARIA 58953). Par mesure de précaution, la régie des transports parisiens retire de la circulation 149 bus de la même série (soit 30 % de sa flotte de bus électriques) et demande au fournisseur des véhicules une expertise complète pour déterminer l'origine des incendies. Le Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) effectue une enquête.

Accident

Incendie de batteries au lithium

N° 58516 - 14/01/2022 - FRANCE - 91 - MONTLHERY .

C33.14 - Réparation d'équipements électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58516/>



Vers 10h40, un emballage thermique et un incendie se produisent lors du redémarrage d'un groupe électrogène et de batteries Lithium-ion n'ayant pas été en service depuis près de 2 ans. La batterie au lithium de 5 kW/h est stockée dans un conteneur de 30 m³ avec 11 autres batteries de même technologie toutes raccordées à une installation de panneaux photovoltaïques au sol. Le conteneur se situe à l'extérieur d'une entreprise spécialisée dans la réparation d'équipements électriques. Les 13 personnes présentes dans le bâtiment contigu sont évacuées et 9 salariés de 2 sociétés exposés aux fumées potentiellement toxiques sont confinés. Les fumées restent au droit du site. Les pompiers éteignent l'incendie au bout de plusieurs heures au moyen de 250 kg de poudre. La batterie est refroidie à l'aide d'une lance à eau, puis immergée dans un réservoir rempli d'eau pendant 24 h. Les températures relevées sur les 11 batteries restantes sont de 13 °C maximum. Le bâtiment contigu est ventilé.

Les dégâts sont estimés à 125 kEUR de dommages matériels et 36 kEUR pour la perte d'un contrat. Une entreprise spécialisée pompe 2,53 t d'eaux souillées par les eaux

d'extinction pour traitement physico-chimique avant élimination.

Les batteries avaient été redémarrées par le personnel compétent suivant la procédure fournie par le fabricant des batteries. Après 2h30, l'une des 12 batteries a explosé et pris feu. Le fabricant évoque un possible court-circuit de la batterie lié à des dendrites de lithium qui aurait mis en contact l'anode et la cathode de la batterie.

Accident

Incendie d'un stockage de résidus de broyage de DEEE

N° 57018 - 28/03/2021 - FRANCE - 59 - HALLUIN .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57018/>

Un dimanche vers 11h10, un feu se déclare sur un tas extérieur de résidus de broyage issus des DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques) dans une usine spécialisée dans la récupération de déchets triés. Ces stockages sont constitués de fractions grossières de déchets non ferreux tels que plastique, cuivre et caoutchouc qui proviennent d'un lot reçu de l'extérieur pour traitement. L'établissement étant situé sur la frontière franco-belge, les secours français et belges sont alertés. L'exploitant intervient vers 11h30, mais l'incendie ne peut déjà plus être maîtrisé en première intervention. Il déclenche son POI. Les pompiers français et belges arrosent les massifs de déchets à l'aide de 7 lances canon jusqu'à 15 h. Le personnel prend le relais en étalant les déchets à l'aide d'une grue et de chargeuses et en les arrosant. Un important panache de fumées se dégagent pendant 4 h et se dirigent en direction de la Belgique. Une ronde est effectuée à 19h30 pour s'assurer de l'absence de reprise de sinistre.

Les eaux d'extinction sont collectées dans un décanteur pour traitement par la station d'épuration interne du site avant rejet dans la LYS. Les résidus de broyage étant des déchets à valeurs positives, ceux impactés ne pourront pas être valorisés. Un gros volume est envoyé au broyeur alors que les autres fractions sont traitées sur la ligne de tri des résidus de broyage. L'incendie endommage un local pont-bascule. La chaleur émise détruit certains équipements. La réception de résidus de broyage est interrompue pendant plusieurs jours, le temps de traiter le massif affecté.

La présence d'une pile au lithium dans les déchets serait à l'origine du départ de feu. Les DEEE font l'objet d'une dépollution avant broyage et envoi sur le site mais celle-ci a pu être incomplète. Un choc léger a pu générer la surchauffe de la pile et l'embrasement des déchets. Aucune détection n'étant en place sur les stockages extérieurs, l'incendie n'était plus maîtrisable en première intervention lors de leur arrivée.

Accident

Incendie de batteries lithium-ion sur un poste de transformation électrique

N° 56442 - 01/12/2020 - FRANCE - 09 - PERLES-ET-CASTELET .

D35.12 - Transport d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56442/>



Vers 9h20, un feu se déclare dans un conteneur de 30 m² abritant des batteries Lithium-ion et des supercondensateurs au niveau d'un poste de transformation électrique (puissance délivrée de 1 MW en AC et 3x500 kW en DC). Vers 8h30, les installations sont mises sous tension. Vers 9 h, alors que les batteries sont raccordées au convertisseur de puissance, un défaut de tension génère une alarme. Un dégagement de fumées blanches et âcres, à l'extérieur du conteneur, est visible . Vers 9h50, une explosion ouvre les portes du

conteneur et entraîne un incendie. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité et interrompent la circulation sur la route départementale adjacente. La cellule d'assistance aux situations d'urgence est sollicitée pour avis sur la stratégie incendie et sur la possible présence d'acide fluorhydrique (HF) dans les fumées. Les 4 habitants d'une maison située à 50 m sont évacués. Les services préfectoraux conseillent aux habitants alentours d'éviter toute activité physique dans un rayon de 100 m. Les pompiers, équipés de ARI, utilisent des extincteurs à poudre et CO2 tant que le courant n'est pas coupé mais sans grande efficacité. Les services de l'électricité coupent 2 lignes haute tension de 20 kV et 63 kV, ainsi qu'un transformateur alimentant une usine classée Seveso et une usine hydroélectrique, les obligeant à basculer sur leur poste de secours, limitant leurs capacités d'alimentation. La lutte contre l'incendie doit prendre en compte les bouteilles de gaz de réfrigération (équipements sous pression) dans le conteneur situé au sol. Les pompiers attaquent l'incendie à l'aide de lances à eau. Les relevés atmosphériques concernant l'HF sont nuls sur la zone. Vers 20h50, des points chauds notamment derrière les racks de batteries et les condensateurs sont présents. Le conteneur est manutentionné au sol. A 11 h du matin le lendemain, des points chauds à 30 °C subsistent. La surveillance dure pendant 72 h. La quantité d'eau estimée pour la gestion du sinistre est estimée à 180 m³/h.

L'incendie trouve sa source à l'intérieur du conteneur. L'origine d'un point chaud est indéterminées. Si les moyens de détection incendie ont fonctionné, le système d'extinction automatique du conteneur s'est avéré inefficace (diffusion rapide de sel de potassium depuis le plafond).

Le BEA-RI effectue une enquête et fait réaliser un examen des modules de batteries et de supercondensateurs ainsi que des enregistrements des paramètres de fonctionnement. Il émet l'hypothèse d'un défaut d'isolement au niveau des liaisons électriques qui traversent les supports de racks de batteries. Les causes de ce défaut d'isolement demeurent inconnues.

Accident

Incendie d'un stockage DEEE de dans une usine de recyclage

N° 60765 - 09/04/2023 - FRANCE - 62 - HARNES .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60765/>



Vers 10 h un dimanche, un feu se déclare dans une caisse palette de DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques) à 1,50 m du bardage de l'auvent extérieur sur un site de tri, transit et regroupement des déchets. La société de vidéosurveillance détecte le départ de feu par la caméra thermique à 10h06 et alerte les pompiers, le gardien et les 2 directeurs d'agence. Arrivés à 10h16, les pompiers étalent les déchets au sol. L'incendie est maîtrisé à 10h30 à l'aide d'une lance alimentée par réserve d'eau sur 1 camion. Les pompiers quittent le site vers 11h30. Une surveillance est mise en place pendant tout le week-end avec arrosage régulier des déchets brûlés et prise de température via caméra thermique portable. La quantité d'eau utilisée étant faible, aucun pompage n'est nécessaire.

Des batteries et des piles lithium présentes dans les déchets électroniques seraient à l'origine du départ de feu.

L'exploitant décide de stocker ce type de déchets à une distance plus éloignée des bâtiments et d'une source inflammable, en étant dans le champ des caméras thermiques du site.

Accident

Incendie dans un centre de récupération de déchets triés

N° 58430 - 31/07/2021 - FRANCE - 30 - AUBORD .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58430/>



Vers 20h50, un feu se déclare au niveau d'une batterie au lithium dans une alvéole de ferrailles d'un centre de récupération de déchets triés. L'alerte est donnée par la caméra thermique. Les employés maîtrisent l'incendie, avant l'arrivée des pompiers.

L'incendie est lié à un impact de foudre sur une batterie au lithium.

A la suite de l'événement, l'exploitant diffuse une lettre d'information concernant les batteries au lithium. De plus, une deuxième caméra est achetée.

Accident

Incendie dans un centre de traitement de déchets

N° 53538 - 28/03/2019 - FRANCE - 76 - LE GRAND-QUEVILLY .

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53538/>



Vers 16 h, dans un centre de tri (dans un centre de traitement de déchets), un feu se déclare dans l'alvéole de stockage des déchets papiers et cartons triés. L'alvéole est située sous la cabine de tri manuel et constitue le point de chute des déchets triés avant leur mise en balles. L'alerte est donnée par les agents travaillant dans la cabine de tri manuel, qui commençait à être enfumée. Les employés maîtrisent les flammes à l'aide d'une lance avant l'arrivée des pompiers. Ces derniers éteignent le feu couvant en vidangeant progressivement l'alvéole. Ils quittent les lieux vers 18 h.

Les déchets brûlés sont incinérés sur site. Une entreprise spécialisée pompe les eaux d'extinction.

D'après l'exploitant, deux hypothèses sur la cause possible de l'incendie sont retenues :

- des frottements mécaniques causés par un blocage au niveau d'une bande transporteuse ;
- la combustion d'une pile au lithium qui aurait pu être coincée sur la bande et écrasée ; le feu se serait alors propagé aux déchets papiers. Cette 2ème hypothèse est plus probable, l'exploitant indiquant observer régulièrement des départs de feu au niveau de la presse à métaux lors du compactage accidentel de piles au lithium. Ces piles se retrouvent de manière intempestive dans les déchets ménagers recyclables en raison d'un non respect des consignes de tri par les particuliers.

La détection incendie du bâtiment de tri ne s'est déclenchée qu'une dizaine de minutes après le début de l'incendie en raison du positionnement des alvéoles de stockage sous la cabine de tri et les chaînes de tri. Une réflexion est menée sur l'implantation d'une caméra thermique au niveau des alvéoles de déchets triés afin de garantir une détection rapide d'un départ de feu en dehors des horaires d'exploitation.

Un incendie est déjà survenu sur ce site en 2018 (ARIA 52973).

Accident

Incendie dans un centre de tri de déchets issus de la collecte sélective

N° 54334 - 11/01/2019 - FRANCE - 92 - NANTERRE .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54334/>

A 21h50, lors d'un déchargement d'une benne de collecte sélective, un feu se déclare dans un stock de papier/emballage dans un centre de tri de déchets. Un employé intervient à l'aide d'un RIA. Deux autres employés activent un second RIA pour éteindre les fumerolles. La durée de l'incendie est de 3 minutes.

L'incendie serait dû à la présence d'une batterie au lithium ou d'un mégot dans le lot de déchets.

Suite à l'incendie, l'exploitant met en place les mesures suivantes :

- ajout d'un RIA ;
- réalisation d'un devis pour installer des sprinklers dans le toit du hangar ;
- mise en place d'un réservoir d'eau à proximité des stocks de déchets ;
- remontée des informations au syndicat en charge de la gestion des déchets ;
- réalisation d'un 1/4 d'heure sécurité pour tous les employés.

Accident

Emballage d'une batterie au lithium dans une usine automobile

N° 46083 - 29/12/2014 - FRANCE - 91 - VIRY-CHATILLON .

C29.10 - Construction de véhicules automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/46083/>



Une batterie lithium-ion est à l'origine d'un violent départ de feu dans une usine automobile. Suite au constat par un opérateur de la hausse anormale de température de la batterie au moment de sa mise en place sur son moyen d'essai, la batterie a été transportée dans une zone sécurisée et immergée dans un grand volume d'eau prévu à cet effet. Cette immersion a généré une détonation sourde et un violent départ de feu qui n'a fait aucun blessé. Les 40 employés évacuent les lieux.

L'analyse de l'accident montre que le circuit de refroidissement par eau de la batterie accidentée présentait un défaut d'étanchéité. A la mise en eau, un court-circuit interne a engendré un emballement thermique sur une ou plusieurs cellules. En parallèle, l'eau d'immersion était chargée en sel afin d'accroître la décharge de la batterie noyée. Il semblerait que l'eau salée ait amplifié le phénomène d'emballement thermique et généré un fort dégagement d'hydrogène à l'origine de la détonation et de l'inflammation de vapeurs à la surface de l'eau. Par ailleurs aucun dégagement de fluorure d'hydrogène n'a été constaté.

A la suite de cet accident, les dispositions suivantes ont été prises :

- refonte des procédures d'urgence en cas d'incident sur une batterie ;
- optimisation/renforcement des processus qualité de vérification d'une batterie en fin de cycle de fabrication et avant essai ;
- suppression de l'apport de sel dans l'eau d'immersion des batteries ;
- fourniture de détecteurs portatifs d'acide fluorhydrique gazeux, à utiliser avant toute manipulation d'une batterie incidentée ou douteuse ;
- mise en place d'extracteurs d'air spécifiques dans les laboratoires batterie (zones

sécurisées ou les batteries sont manipulées en cas d'incident ou de démontage).

Accident

Incendie de véhicule hybride

N° 60880 - 07/06/2023 - FRANCE - 62 - ANNEZIN .

000.00 - Particuliers

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60880/>

À 9h05, un départ de feu se déclare au niveau d'une voiture hybride de type « essence rechargeable » dans un rond-point. Un voyant s'allume sur le tableau de bord et une odeur se fait ressentir. La conductrice stoppe son véhicule sur le bord de la route, évacue son enfant et alerte les secours. À leur arrivée les pompiers constatent une fumée blanche sortant du véhicule. La police établit un périmètre de sécurité de 100 m autour du véhicule et 6 maisons ainsi qu'un garage automobile, totalisant 8 personnes, sont confinés. En raison du type hybride du véhicule, la batterie de celui-ci peut s'enflammer sur une très longue période après la surchauffe. Un expert d'un garage automobile est dépêché sur place par la police et indique qu'il s'agit d'une batterie lithium-ion. Les pompiers équipés de masques à gaz tentent, en vain, d'accéder à la batterie. Ils refroidissent en continu la batterie à l'aide de 3 lances, nécessitant une importante quantité d'eau. Trois heures après le début de l'événement, les batteries du véhicule s'enflamment subitement, alors qu'aucun point chaud n'est détecté et que la température relevée au moment de l'embrasement est de 16 °C. Les pompiers éteignent l'incendie. Aucune trappe de noyage des batteries n'étant présente sur ce véhicule, la solution d'immersion totale est alors actée. Par manque d'équipement dédié, une solution est mise en place avec l'emploi d'un camion disposant d'une benne étanchéifiée dans laquelle la voiture est immergée à l'aide d'une grue.

Ayant inhalé des fumées, les occupants de la voiture sont pris en charge sur place, mais aucun transport à l'hôpital n'est nécessaire.

L'expert automobile dépêché sur place confirme que l'évènement provient bien d'un problème au niveau des batteries lithium-ion du véhicule.

Accident

Incendie de batteries lithium dans une usine de fabrication de batteries

N° 60285 - 08/02/2023 - FRANCE - 73 - EPIERRE .

C26.12 - Fabrication de cartes électroniques assemblées

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60285/>



Vers midi, un feu, accompagné d'explosions, se déclare au niveau d'une batterie lithium "retour client" dans un local d'une usine de 1 500 m² spécialisée dans la fabrication de cartes électroniques et de batteries. Les flammes impactent la chaîne de montage voisine, ainsi qu'un stock de batteries prêtes à l'expédition. Un panache de fumée se dégage au-dessus de la zone. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité et une cinquantaine d'employés de la zone industrielle est évacuée. L'électricité et l'alimentation en eau potable de l'usine sont coupées. Les pompiers, travaillant dans des conditions de visibilité très faible, maîtrisent l'incendie, en début d'après-midi, à l'aide de 3 lances dont une sur échelle. Les secours placent 53 batteries au lithium dans des grands bacs d'eau salées sous surveillance pendant quelques jours pour les stabiliser avant évacuation ou recyclage. Six batteries non impactées sont laissées dans le bâtiment et balisées avec de la rubalise. Le bâtiment est ventilé manuellement. Des contrôles sont effectués à la caméra thermique pour s'assurer de la bonne extinction et de l'absence de points chauds. Les relevés toxicologiques se révèlent négatifs.

Un des ouvriers blessé à la main lors de l'évacuation et un pompier intoxiqué par les fumées suite au dysfonctionnement de son ARI sont transportés à l'hôpital. L'eau d'extinction utilisée est confinée sur la dalle du bâtiment, formant rétention. Les dégâts matériels étant importants sur l'outil industriel (100 m² détruits dans la zone production et l'ensemble de cette zone est impactée par l'eau et les fumées), 30 salariés sont en chômage technique pour une durée indéterminée. Les dégâts sont estimés à plus de 3 MEUR.

Accident

Explosion et incendie d'un conteneur de batteries au lithium dans une usine d'accumulateurs électriques

N° 60049 - 23/12/2022 - FRANCE - 63 - LEMPDES .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60049/>



Vers 21 h, un feu se déclare sur un caisson en plastique de 1 m³ contenant 500 à 600 kg d'éléments de batteries lithium-ion situés sur le parking extérieur d'une usine spécialisée dans la fabrication de batteries lithium à partir de cellules, et dans l'électrification de véhicules thermiques. Pendant 15 min, des flammes de couleur très vive se dégagent du fait du dégazage et de la combustion des cellules lithium. Les pompiers éteignent l'incendie. La chaleur dégagée affecte les batteries et les cellules présentes dans 2 conteneurs maritimes métalliques proches. Lors de son ouverture par les pompiers, le conteneur le plus proche explose. L'incendie est éteint après noyage à l'eau dopée avec du mouillant, ce qui empêche tout emballement thermique. Une société privée assure la surveillance du site pour la nuit. Une odeur âcre est ressentie dans la zone artisanale.

Le conteneur de 1 m³ est entièrement détruit. Les 3 pompiers blessés par l'explosion, dont un gravement, sont transportés à l'hôpital.

Les pompiers rencontrent des difficultés d'intervention en raison de l'absence de :

- étiquetage signalant le contenu des conteneurs ;
- dispositif d'évacuation des surpressions dans les conteneurs ;
- moyens d'extinction actifs ou passifs dans les conteneurs.

Accident

Incendie d'un bus alimenté par batteries LMP

N° 58953 - 29/04/2022 - FRANCE - 75 - PARIS .

H49.31 - Transports urbains et suburbains de voyageurs

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58953/>



Vers 8 h, un feu se déclare sur un bus de transport urbain alimenté par 6 batteries Lithium Métal Polymère (LMP "tout solide", capacité totale de 441 kWh) en ville. L'incendie se propage en façade d'un immeuble de 8 étages à usage mixte de commerces et de bureaux, dont 50 personnes sont évacuées. Les pompiers éteignent l'incendie avant 10 h à l'aide de 4 lances dont 2 de grande puissance et

Les batteries lithium sont de plus en plus répandues et équipent la plupart des appareils portables, la quasi-totalité des véhicules électriques, les moyens de mobilités douces et sont utilisées pour stocker les énergies renouvelables notamment. Les piles lithium sont régulièrement à l'origine d'un feu lorsqu'elles sont stockées en vrac dans un contenant (fût, caisse, etc... en déchèterie, industriels...), lors de charge prolongée (trottinette, vélo, téléphone...), après avoir subi un choc (accident VL, chute de Vélo...) ou soumis à une source de chaleur

2 queues de paon peu. Le bus est levé pour évacuation. Les batteries figées dans le bitume sont récupérées en début d'après-midi. Le tout est transporté sous escorte dans une zone de quarantaine des transports parisiens.

Le véhicule est détruit et la façade endommagée sur 35 m². La station de métro et de bus est non desservie pendant 2 h.

Sur des vidéos prises par des témoins, une explosion se produit sur le toit du bus où sont situées les batteries LMP, suivie de flammes qui s'étendent à toute la carrosserie. Un incendie s'est déjà produit sur un bus de la même série au début du mois (ARIA 58857). Par mesure de précaution, la régie des transports parisiens retire de la circulation 149 bus de la même série (soit 30 % de sa flotte de bus électriques) et demande au fournisseur des véhicules une expertise complète pour déterminer l'origine des incendies. Le Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) effectue une enquête.

(190°C/200°C) comme un incendie (cas du container) notamment. L'emballage thermique peut intervenir plusieurs jours après un choc. On retrouve plusieurs technologies des électrolytes : Lithium, Lithium-ion, Lithium Métal polymère (LMP)...

(Source : Partage d'expérience n°01-2023 - SDIS 63)

Accident

Incendie d'un bus à énergie électrique

N° 58951 - 29/04/2022 - FRANCE - 11 - CARCASSONNE .

H49.31 - Transports urbains et suburbains de voyageurs

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58951/>



Vers 8h45, un bus de transport urbain à énergie électrique, sans usagers (en cours d'essai), prend feu après avoir heurté un pont de voies de transports ferroviaires. Le bus est alimenté par des batteries Lithium-ion (Li-ion, capacité totale de 220 kWh, 5 packs de 44 kw).

Le chauffeur tente d'éteindre l'incendie sans succès, il sort du véhicule et alerte les pompiers. De la fumée noire se dégage. La circulation ferroviaire et fluviale est interrompue. Des moyens poudre en provenance de l'aéroport sont utilisés pour éteindre l'incendie. Vers 12h30, le feu est éteint. Le bus est évacué par un transporteur sur une zone libre de tout obstacle sur 30 m. En raison de la présence d'une irisation sur le canal, le gestionnaire du réseau fluvial est alerté. Après la réalisation d'une expertise, le pont est de nouveau ouvert à la circulation en début d'après-midi.

La cause de l'incendie est l'inflammation des batteries lithium-ion situées en partie haute du bus après le choc avec le pont.

Accident

Incendie et explosion dans un système de stockage d'énergie par batteries lithium

N° 59571 - 16/04/2021 - CHINE - 00 - PEKIN .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59571/>



Vers 12h15, un feu se produit au niveau d'une station électrique située sur le toit d'un centre commercial. Vers 14h15, alors que les pompiers interviennent sur l'incendie, une

explosion se produit au niveau du système de stockage d'énergie par batterie lithium-fer-phosphate. Le système de stockage d'énergie (25 MWh), connecté à une installation de panneaux solaires, vise à mettre à disposition de l'électricité pour des bornes de recharge pour des véhicules électriques. L'explosion tue deux pompiers et en blesse un. Un employé est porté disparu. L'incendie est éteint à 23h40.

Accident

Auto-échauffement d'une batterie lithium-ion

N° 54573 - 23/10/2019 - FRANCE - 86 - CHASSENEUIL-DU-POITOU .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54573/>



Vers 23h50, un fort dégagement de fumée se produit sur une batterie constituée de 176 cellules dans une entreprise spécialisée dans la fabrication de piles et d'accumulateurs électriques. L'alerte est donnée par les employés. Ils évacuent la batterie avec un transpalette. L'extinction est réalisée par les salariés avant l'arrivée des secours au moyen d'un extincteur, puis d'un RIA. Les employés sont évacués. Les fumées incommodent 12 personnes dont 9 personnes sont transportées à l'hôpital pour des examens. La batterie est immergée dans une benne de 50 m³ pour finaliser le refroidissement.

Un emballement thermique s'est produit sur une batterie de 7 kWh. L'incendie s'est propagé aux batteries à proximité. Les pompiers notent une bonne collaboration avec l'exploitant facilitée par les exercices réalisés en partenariat avant l'accident. Ils relèvent quelques difficultés et notamment :

Un emballement thermique de batterie Li-ion s'apparente à une fuite de gaz enflammée avec ou sans pression, selon le modèle de batterie concerné (puissance, cellules utilisés, nature de l'enveloppe du pack, taux de charge...). Un dégagement d'acide fluorhydrique se produit. Une batterie ayant subi un emballement thermique peut se ré-inflammer après un délai de 24 heures.

- un manque de maîtrise de la procédure intervention en cas d'incendie de la part de l'exploitant ;
- l'absence d'EPI adaptés ;
- l'absence de zone d'immersion immédiate pour les batteries ;
- l'absence de moyens de désenfumage propre à l'entreprise rendant plus difficile leur mise en oeuvre.

Une fois la batterie complètement refroidi et l'échauffement terminé, l'exploitant procède à une investigation. Il remarque que les conducteurs de courant ont été arrachés et mis à nu. Il soupçonne que ces désordres ont été occasionnés lors de la descente avec le palan du carter de protection sur le châssis de la batterie. Ces fils mis à nu ont pu provoquer, en se touchant entre eux, un court-circuit externe d'une ou plusieurs cellules.

L'exploitant prévoit de :

- modifier l'ordre de chargement des packs sur le châssis dans le mode opératoire pour diminuer le risque d'arrachement les câbles ;
- mettre des capots de protection pour protéger la sortie des faisceaux.

Accident

**Explosion dans un conteneur d'un système de stockage d'énergie (ESS) lithium-ion
N° 54822 - 19/04/2019 - ETATS-UNIS - 00 - SURPRISE .**

D35.13 - Distribution d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54822/>



Une violente explosion survient sur un conteneur d'un système de stockage d'énergie (ESS) lithium-ion. L'ESS, installé en plein désert en 2017 et d'une puissance totale de 2 MW AC/2,16 MWh, est connecté à un parc solaire. Il est composé d'un conteneur en acier (dimension 15x4x4 m) muni de 27 racks, constitués chacun de 14 modules de batterie, eux-mêmes constitués de 28 cellules de batterie lithium-ion NMC (nickel manganèse cobalt).

L'ESS est surveillé à distance via une communication sans fil. Vers 17 h, alors que les modules sont chargés à 90 %, le système relève une chute anormale de tension des cellules d'un module, accompagnée d'une élévation de température de 10 °C en moins d'une minute. La détection de fumée déclenche l'ouverture du système d'extinction (solution gazeuse stockée sous pression). Des opérateurs sont envoyés sur place. Ils alertent les pompiers vers 17h40 du fait de la présence, entre 60 cm et 1 m du sol, d'un nuage de couleur blanche/grise et d'odeurs âcres, autour du conteneur. Deux routes à proximité sont coupées. La supervision à distance de l'ESS n'est plus fonctionnelle. L'arrêt d'urgence de l'ESS est actionné. Les pompiers prennent connaissance du plan d'intervention d'urgence de l'exploitant. Aucune recommandation relative à un emballement thermique en cascade, un incendie ou des informations sur le potentiel d'un risque d'explosion n'y est mentionnée. Les pompiers attendent que la température à proximité de l'ESS ainsi que les concentrations en cyanure d'hydrogène (HCN) et monoxyde de carbone (CO) diminuent. Le conteneur ne dispose d'aucun moyen de ventilation manoeuvrable à distance. Vers 20 h, du fait de la baisse des concentrations de gaz, les pompiers ouvrent l'une des 2 portes du conteneur. A l'intérieur, la température est de 40 °C, sans feu actif ni arc visible. Soudain, une violente explosion, accompagnée de flammes de plus de 20 m de long et 6 m de haut, se produit à l'extérieur de l'ESS par la porte. Après l'explosion, aucun feu n'est détecté dans l'ESS.

L'explosion arrache la porte en métal du conteneur et propulse certains pompiers à plus de 20 m de l'ESS. 8 pompiers sont blessés, dont 4 grièvement, ainsi qu'un policier légèrement.

L'origine de l'emballement thermique est dû à un défaut interne d'une cellule. Si l'agent extincteur utilisé permet l'extinction d'un départ de feu, il ne peut empêcher l'emballement thermique en cascade aux autres cellules, modules et racks. L'accumulation des gaz et vapeurs inflammables émis lors de l'emballement thermique en cascade dans l'ESS confiné, associée à l'apport d'oxygène lors de l'ouverture du conteneur et la rencontre avec une source de chaleur ou une étincelle, ont pu réunir les conditions de l'explosion. Il n'existait pas de procédure d'urgence relative aux opérations d'extinction, de ventilation et d'entrée dans le conteneur pour les pompiers.

Accident

Incendie de batterie Li-ion

N° 59633 - 06/09/2022 - FRANCE - 04 - GREOUX-LES-BAINS .

C30.12 - Construction de bateaux de plaisance

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59633/>



Vers 10h30, un feu de batteries lithium-ion (Li-ion) se déclare dans un box de récupération de 1 m³ contenant 43 batteries Li-ion reformées dans une usine de construction de bateaux

de plaisance. L'exploitant recouvre le réservoir avec 3 godets de sable. Un périmètre de sécurité de 50 m est mis en place. La société qui gère la récupération des batteries conseille d'immerger la totalité du box, cependant la bâche qui aurait pu être utilisée présente une légère fuite. Devant le risque de pollution de sol, cette solution est écartée. Les regards de récupération des eaux pluviales sont obturés. Les 3 autres box situés à côté de celui concerné par l'incendie sont extraits et mis en sécurité. Les pompiers et des membres du personnel sous appareils respiratoires isolants retirent un maximum de sable, puis les batteries non touchées par l'incendie. Les 31 batteries ayant des températures supérieures à 30 °C sont immergées dans des conteneurs plastiques remplis d'eau. Ces batteries, qui servent en usage normal à alimenter les bateaux électriques, sont des batteries capables de résister à 1 h d'immersion. L'exploitant les maintient sous l'eau entre 48 et 72 h sur site.

Les 3 batteries qui ont le plus chauffé sont transférées dans des sarcophages vers le fabricant allemand qui traite aussi le recyclage. Les autres sont renvoyées au recyclage sous le conditionnement habituel. L'eau de refroidissement des bacs est prise en charge par la filière dédiée. Onze personnes sont en chômage technique pendant 2 jours.

Accident

Incendie de remorque de DEEE

N° 58785 - 22/12/2021 - FRANCE - 76 - GONFREVILLE-L'ORCHER .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58785/>

Vers 14h30, un feu se déclare dans une remorque de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) stocké dans une usine de récupération de déchets triés. Le chauffeur aperçoit de la fumée blanche au-dessus. Sachant que la prise de feu peut être rapide avec ce type de déchets, le responsable d'exploitation tente d'étouffer l'incendie avec 3 extincteurs. Le feu se calme quelque temps avant de reprendre et la fumée se fait de plus en plus épaisse. Un employé alerte les pompiers. Le personnel présent est évacué. Les pompiers obstruent les avaloirs d'eaux de pluie, puis le collecteur par un coussin gonflable au niveau du regard. Les côtés de la remorque sont brisés pour faciliter l'arrosage. Les pompiers maîtrisent l'incendie avec 2 lances à mousse peu avant 18 h. Ils restent sur place jusqu'à 19h/19h30 pour s'assurer, avec caméra thermique, que tout est éteint sans reprise possible. Une société spécialisée pompe les eaux d'incendie pour traitement en filière dédiée. Le lendemain matin, le site est balayé et les matières sont rassemblées autour de la remorque sinistrée. L'activité du site reprend vers 8 h. Une remorque vide est remise en place dans l'après-midi.

L'exploitant balise la remorque sinistrée, pour éviter les interactions avec l'activité, en attendant l'enlèvement des PAM (petits appareils en mélange) vers un centre de stockage et traitement des déchets non dangereux et l'expertise de la remorque par l'assurance des transports.

La présence de piles et batteries lithium contenues dans les PAM notamment dans les trottinettes électriques est à l'origine du départ de feu. Les petits appareils sont empilés dans des remorques, ce qui détériore les appareils et les batteries et augmente le risque d'incendie. Le directeur du site indique que la profession est consciente du problème et a décidé de remplacer les cages métalliques en déchetterie par des cages plastiques avec couvercles qui seront empilées lors des opérations de massification sur les sites de regroupement.

Accident

Explosion d'un cabanon contenant des batteries de lithium

N° 56894 - 10/03/2021 - FRANCE - 02 - BERNY-RIVIERE .

I55.30 - Terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56894/>



Vers minuit, un cabanon explose à l'intérieur d'un camping. Le cabanon, de 6 m³, contient des batteries au lithium servant au fonctionnement des petites voitures électriques. Le propriétaire décède. Des débris sont visibles sur 200 m².

Accident

Incendie dans un centre de regroupement et de prétraitement de déchets dangereux

N° 53859 - 01/09/2004 - BELGIQUE - 00 - NC .

E38.22 - Traitement et élimination des déchets dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53859/>



Dans un centre de regroupement et de prétraitement des déchets dangereux, un feu se déclare dans un fût de 60 l réservé contenant des piles au lithium. Des flammes sortent du fût ; les piles sont projetées hors du fût vers le plafond. Le sprinklage de mousse se déclenche automatiquement ainsi que la fermeture des portes coupe-feu.

L'incendie pourrait être lié à un court-circuit (mise en liaison accidentelle anode/cathode) au sein des piles contenues dans le fût ou à une réaction entre les piles au lithium et des résidus acides.

Suite à l'incendie, une série de recommandations sont formulées afin d'éviter un nouvel accident :

- réaliser une analyse de risques spécifiques au poste de tri des piles ;
- trier les piles dans de petits récipients reliés à la terre puis les vider dans un fût de plus grande contenance également relié à la terre ;
- mettre en place une procédure pour que le personnel vide, chaque fin de journée, les piles triés dans un armoire extérieure spécifique ;
- placer un agent extincteur à côté du poste de tri ;
- interdire toute utilisation d'eau à proximité des fûts (le lithium réagissant avec l'eau ou l'air humide) ;
- veiller à éliminer les résidus acides (piles qui coulent) et à nettoyer les piles au lithium souillées à l'aide d'un chiffon.

Accident

Incendie de batteries au lithium et de pneumatiques dans un entrepôt

N° 60243 - 16/01/2023 - FRANCE - 76 - GRAND-COURONNE .

H52.10 - Entreposage et stockage

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60243/>



Vers 16h20, un feu se déclare dans une des 4 cellules d'un entrepôt de 26 000 m². Cette cellule de 6 000 m² appartient à une entreprise de transport et de logistique spécialisée dans le stockage de produits divers, essentiellement des équipements automobiles, et stocke 12 250 batteries automobiles au lithium (technologie lithium polymère métal).

Celles-ci sont des pièces usagées destinées à être diagnostiquées en vue d'une décision de maintenance. Certaines sont stockées depuis 4 ans. Un cariste préparant des expéditions pour le lendemain entend des bruits d'explosion. Il se déplace mais le feu est trop important pour intervenir avec les extincteurs. L'alarme sonore incendie se déclenche lorsque le personnel présent s'approche de la porte de sortie de la cellule, soit 5 min après le début du sinistre. Les employés des différentes cellules sont évacués. L'incendie se propage à la cellule attenante de 6 000 m², appartenant à un grossiste en pneumatiques et pièces détachées automobiles, qui stocke 70 000 pneus, et à une troisième cellule contenant du textile et des cartons. Un épais panache de fumée noire se dégage et des explosions sont entendues. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité. La combustion du lithium entraînant un dégagement gazeux d'acide fluorhydrique, les pompiers utilisent des équipements de sécurité spécifiques et sortent les aérosols de la 4^{ème} cellule. Ils circonscrivent l'incendie aux 3 premières cellules vers 23h30 à l'aide de lances dont certaines sur échelle. L'exploitant met en place un gardiennage visant à prévenir toute intrusion sur le site. L'opération d'extinction se prolonge à l'aide d'eau additivée et de mousse sur les pneus. L'incendie est déclaré neutralisé deux jours plus tard à 22h30. Les pompiers quittent le site après une semaine d'intervention. Un groupe motopompe branché est laissé sur place en cas de reprise de feu.

L'accès au bâtiment sinistré est interdit. Toutes les activités sont mises à l'arrêt et 165 personnes sont en chômage technique. Les mesures de qualité de l'air se révèlent nulles sur l'ensemble des substances recherchées. Une société spécialisée pompe les eaux d'extinction confinées dans une rétention pour les évacuer en filière adaptée, ce qui nécessite une noria de camions et dure 15 jours. L'intégralité des marchandises des 3 cellules concernées est détruite. Le système de désenfumage de la 1^{ère} cellule n'a pas fonctionné. Une opération de ramassage des débris générés par l'incendie est menée et concerne également l'extérieur du site (mise en place d'un numéro d'appel d'urgence pour les riverains).

L'inspection des installations classées relève des non-conformités notamment sur l'incompatibilité et les conditions de stockage. Les systèmes d'extinction et de désenfumage avaient été contrôlés et ne présentaient pas de non-conformités.

Le BEA-RI réalise une enquête pour en extraire un retour d'expérience sur les risques liés au stockage de batteries au lithium.

Accident

Incendie de fûts de piles lithium en mélange dans un centre de tri de DEEE

N° 60223 - 05/07/2022 - FRANCE - 39 - BLETTERANS .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60223/>



Vers 20h30, un feu se déclare au niveau d'un fût métallique de piles boutons lithium en mélange stocké dans un local dédié d'un centre de récupération, tri et valorisation de piles. La détection incendie se déclenche avec report d'alarme sur le personnel d'astreinte. Arrivé avant 21 h, ce dernier appelle les secours après levée de doute. Les pompiers sortent du local les fûts en combustion et les disposent sur un parking extérieur au site de manière à réduire les risques de propagation du feu. Ils utilisent des extincteurs spécifiques aux matériaux stockés pour éteindre l'incendie. La zone d'entreposage des fûts est balisée de manière à éviter un suraccident. Une fois refroidi, l'exploitant évacue l'ensemble des fûts de la zone extérieure publique et ramasse les piles éparpillées au sol.

Dans le local de stockage, l'incendie endommage un détecteur de fumée, les installations

électriques, ainsi que la porte.

La procédure d'alerte alarme incendie à la suite de l'incident 2 mois plus tôt (ARIA 60223) a correctement été mise en oeuvre. Depuis ce même incident, les piles au lithium ne sont plus triées à partir de 14 h pour éviter tout départ d'incendie. Des contrôles de température (thermomètre laser) sont prévus dans la check-list (tour du soir) pour détecter tout échauffement et sécuriser le stockage pendant la nuit. Le plan d'évacuation avec le descriptif des dangers a permis au secours de localiser rapidement la zone concernée.

Accident

Explosion d'une batterie Li-ion dans un conteneur

N° 59568 - 15/09/2020 - ROYAUME-UNI - 00 - LIVERPOOL .

YYY - *Activité indéterminée*

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59568/>



Vers 1 h, une explosion, suivie d'un incendie, se produit sur l'un des quatre conteneurs de batterie lithium-ion faisant partie d'un ensemble d'une puissance de 20 MW/10 MWh sur un site de stockage d'énergie de 0,4 ha. La population est invitée à rester à l'abri. Hors heures ouvrées, aucun personnel n'était sur site. La porte du conteneur où s'est produit l'explosion est retrouvée à 6 m de son emplacement.

A la suite de leur intervention survenue après l'explosion, les pompiers concluent :

- les informations sur les risques et dangers associés à ces capacités de stockage d'énergie sont lacunaires ;
 - la gestion du site à distance, depuis le Danemark, a retardé la mise hors tension et les mesures de sécurité électrique, en coordination avec le fournisseur d'électricité local ;
 - il n'a pas pu être évité l'emballement thermique des cellules Li-ion ;
 - les systèmes d'alarme et d'extinction incendie automatique par injection d'agent inerte se sont déclenchés, mais n'ont pas permis d'empêcher l'explosion du nuage de vapeurs inflammables au sein du conteneur puis de son incendie ;
 - les eaux d'incendie était chargées en acide fluorhydrique (HF).
-

Accident

Incendie dans une entreprise de recherche en batteries lithium-ion et panneaux photovoltaïques

N° 54703 - 15/11/2019 - FRANCE - 38 - BERNIN .

C29.10 - *Construction de véhicules automobiles*

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54703/>



Vers 10h30, un feu se déclare dans un bâtiment de 1 000 m² abritant une entreprise de recherche sur les batteries lithium-ion et les panneaux photovoltaïques. L'important dégagement de fumée est visible dans une grande partie de la métropole. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité autour de l'entrepôt et ferme la sortie d'autoroute à proximité. Ils évacuent une vingtaine de salariés de l'établissement et en confinent 300 d'une usine voisine. Dans l'attente des résultats des premiers relevés atmosphériques, le maire demande le confinement de 1 200 personnes parmi les établissements recevant du public à proximité et des salariés des 2 entreprises les plus proches. Des explosions sont entendues dans l'entrepôt. Les pompiers éteignent l'incendie à l'aide de 5 lances. Ils retirent du bâtiment 3 bouteilles de gaz (1 m³ argon + CO₂, 1 l O₂,

2 l de propane). Les mesures effectuées dans l'air ne révèlent pas la présence de polluants tels que SO₂, NO₂, NO et NH₃. Les eaux d'extinction à pH élevé sont stockées dans le bassin de rétention du site. Le bâtiment est détruit. Un prestataire, brûlé aux mains et au visage, est transporté à l'hôpital.

Lors d'une mesure de tension sur une batterie en fin de fabrication, un arc électrique se serait produit, provoquant le départ du feu.

Accident

Incendie dans un conteneur de chargement de batteries Lithium-ion

N° 54538 - 17/10/2019 - FRANCE - 31 - COLOMIERS .

H52.21 - Services auxiliaires des transports terrestres

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54538/>



Vers 16h30, un feu se déclare dans un conteneur de 13 m² utilisé pour la recharge de batteries Lithium-ion de vélos électriques dans l'entrepôt d'un opérateur de vélos en libre service. Le conteneur est muni de 8 chariots sur chacun desquels reposent 12 batteries en cours de chargement. Le conteneur est situé à plus de 25 m de l'entrée principale de l'entrepôt où sont stockés des scooters et vélos électriques, des batteries d'autres technologies ainsi que du matériel divers (pneus, pièces mécaniques...). A l'arrivée des pompiers, l'ensemble du personnel de l'entrepôt a été évacué, l'alimentation électrique coupée et les exutoires de l'entrepôt ont été refermés pour une raison inconnue. Les fumées sont très importantes en plafond bas (inefficacité des "skydômes" présents) et des explosions sont entendues. Ni l'entrepôt, ni le conteneur ne sont munis de système d'extinction automatique. Lors de l'ouverture de la porte du conteneur, plusieurs explosions et projections surviennent. Les pompiers et l'entrepôt ne dispose pas de moyens de noyage et/ou d'immersion. Les pompiers décident de refermer la porte et de réaliser, à l'aide de disqueuse, un accès en haut des portes du conteneur afin de pouvoir y passer des lances incendies. L'extinction est difficile et le feu est auto-entretenu par la reprise de combustion spontanée des batteries en fusion, engendrant des projections de matières. Les batteries étant sur des chariots roulants, les pompiers entreprennent leur déplacement vers l'extérieur de l'entrepôt. Des torchères depuis les batteries sont visibles. Les pompiers refroidissent les batteries à l'extérieur de l'entrepôt.

Accident

Incendie sur une rampe d'essais d'accumulateurs lithium-ion d'un fabricant de batteries

N° 54531 - 15/10/2019 - FRANCE - 86 - POITIERS .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54531/>



Peu après minuit, un feu se déclare sur un lot d'accumulateurs au lithium-ion (sous forme de piles rechargeables) au niveau d'une rampe d'essais. Le lot en combustion, constitué de 20 à 50 piles plates, était en phase de test dans un bâtiment dédié aux essais. Le système d'extinction automatique par sprinklage du bâtiment se déclenche durant 1 h (2 m³ d'eau). Les vannes de rétention sont fermées dès le début du sinistre et les eaux d'extinction confinées sur le site. Lors de l'arrivée des pompiers, l'incendie est maîtrisé. Un dernier point chaud à 50 °C est relevé vers 2 h. Le bâtiment est ventilé. Aucun employé n'était présent dans le bâtiment d'essai au moment de l'incendie. Selon les procédures de test, ces phases peuvent s'étendre sur plusieurs jours et ne nécessitent pas la présence de

personnel.

Une société spécialisée pompe les eaux d'extinction confinées sur le site.

Le départ de feu serait lié à un dysfonctionnement d'un accumulateur monté en batterie.

L'exploitant prévoit pour les prochains tests d'isoler les batteries en test (boîtes dédiées) afin de compartimenter au plus près. Des travaux sont prévus sur la sécurisation des accumulateurs au niveau des isolants internes.

Accident

Incendie dans un bâtiment abritant des batteries lithium-ion

N° 54498 - 08/10/2019 - FRANCE - 69 - VILLEURBANNE .

G47.91 - Vente à distance

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54498/>



Vers 7 h, un feu se déclare dans un bâtiment de 10 000 m² accueillant 55 start-up dont une spécialisée dans le reconditionnement de batteries de vélo au lithium. Les secours mettent en place un périmètre de sécurité de 50 m. La circulation sur le périphérique à proximité est bloquée pendant un temps. Les pompiers protègent une installation classée voisine de 70 m. En raison des fumées, les enfants sont confinés dans les écoles à proximité avant levée de doute quant à la toxicité du panache. Les pompiers circonscrivent l'incendie vers 9h30 et le maîtrisent vers 11h15. Un épais panache de fumée noire est visible sur tout l'est de l'agglomération lyonnaise.

Les résultats des mesures effectuées pendant l'incendie sur les polluants prélevés (ammoniac, acide chlorhydrique, hydrogène sulfuré, dichlore, monoxyde de carbone, monoxyde d'azote, acide cyanhydrique) n'indiquent aucune valeur atypique sur le site. A la demande des services de l'Etat, l'association de surveillance de la qualité de l'air régionale déploie un dispositif en complément de l'observatoire permanent de surveillance, pour mesurer les concentrations de polluants dans l'air et dans les retombées sur le territoire susceptible d'être impacté par l'incendie. Si certains polluants nécessitent une analyse différée en laboratoire (dioxines/furanes, hydrocarbures aromatiques polycycliques, éléments traces métalliques, composés organiques volatils), après prise d'échantillon, d'autres sont mesurés par des analyseurs automatiques, ce qui permet de connaître leur concentration en temps réel, notamment les particules, le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote. Une élévation ponctuelle des taux de particules dans l'air est relevée le jour de l'incendie sur plusieurs sites de l'agglomération lyonnaise, sans toutefois que le seuil d'information et de recommandations, fixé à 50 µg/m³ en moyenne journalière, n'ait été dépassé. Concernant d'autres polluants ayant pu être émis, à savoir le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ammoniac, aucune valeur atypique n'a été mesurée. Concernant les composés organiques volatils, les résultats issus des prélèvements effectués entre le jour de l'incendie et le lendemain, ne mettent en évidence aucune valeur atypique.

L'incendie détruit 5 000 m² du bâtiment. Les 500 m³ d'eaux d'extinction sont traitées par les stations d'épuration du secteur.

Accident

Incendie dans une usine de traitement de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)

N° 52020 - 01/08/2018 - FRANCE - 03 - DOMERAT .

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/52020/>

A 14h30, dans une entreprise de recyclage de déchets des équipements électriques et électroniques (DEEE), un feu se déclare dans une alvéole en béton située à l'extérieur et contenant 500 t de déchets de type PAM (petit électroménager en mélange), composés principalement de plastique. Une épaisse fumée noire se dégage. 140 pompiers interviennent avec plus de 50 engins. Les conditions météorologiques caniculaires rendent l'intervention difficile. Les salariés sont évacués. Vers 15 h, en raison du vent important, l'incendie se propage aux autres cellules de stockage extérieures. Les déchets entreposés présentent un fort potentiel calorifique et fumigène. La réserve d'eau incendie du site (bassin de 2 000 m³) est inadaptée en raison de la présence d'algues rendant l'aspiration difficile. Des lignes sont mises en place à partir d'un canal situé à 2,7 km pour réalimenter le bassin. Les pompiers protègent le bâtiment de 15 000 m² situé à proximité contenant la chaîne de traitement. Une mission de reconnaissance a lieu en raison de la présence 27 bouteilles de propane à proximité du foyer.

Le jour même, un arrêté de mesures d'urgence est prescrit à l'exploitant pour réaliser des mesures de qualité de l'air et de retombées dans l'environnement du site. Les moyens de surveillance d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes sont déployés dès le lendemain.

Vers 20h30, les pompiers rencontrent un problème de production de mousse. A 20h45, une fois le problème résolu, une attaque massive à l'eau et à l'émulseur est effectuée. Vers minuit, le feu est circonscrit mais non maîtrisé. L'incendie impacte 4 000 m². Le lendemain vers 5 h, le feu a baissé d'intensité. Un engin de manutention est réquisitionné pour retirer les déchets. Une surveillance est maintenue jusqu'au lendemain 16 h.

Les mesures de qualité de l'air ne mettent pas en évidence de dépassement des normes. L'ensemble des eaux d'extinction sont confinées dans le bassin de rétention de l'entreprise et celui de la zone d'activité sans rejet au milieu naturel et ont pu être traitées par la suite.

Une batterie au lithium pourrait être à l'origine du sinistre.

Le site avait déjà connu en 2014 un incendie de plus faible ampleur. Suite à cet événement, l'exploitant avait éloigné les cellules de stockage de 20 m de plus par rapport au bâtiment. Cette mesure a contribué à la préservation du bâtiment lors de ce nouvel accident.

Accident

Incendie de batteries au lithium

N° 61079 - 18/10/2023 - FRANCE- 12 - VIVIEZ .

C24.45 - Métallurgie des autres métaux non ferreux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/61079/>



Vers 6 h, un feu se déclare à l'intérieur d'une batterie lithium-ion de véhicule électrique lors du démontage des capots de protection inférieur/supérieur dans une usine de traitement des métaux. Les opérateurs maîtrisent le départ de feu grâce à l'utilisation de sable et de vermiculite. Ils sortent la batterie à l'extérieur du bâtiment pour évacuer la fumée et reprennent l'opération de démontage et de sécurisation de la batterie. La batterie se ré-enflamme 45 min plus tard. Les employés tentent, en vain, d'éteindre l'incendie à l'aide de vermiculite en granulés, mais les flammes persistent. A leur arrivée, les pompiers arrosent abondamment la batterie avec de l'eau qui vient se mélanger à la vermiculite et dont une partie se déverse dans l'ENNE. Une légère pollution par de la vermiculite est constatée à 500 m en aval sur ce ruisseau qui est attenante au site. Les secours mettent en place 2-3 barrages. L'entreprise récupère une partie de la vermiculite qui s'est répandue

dans le milieu naturel. Une fois l'incendie éteint, la batterie de 2 m sur 1,2 m est immergée dans l'eau pour un refroidissement en profondeur.

50-60 kg de vermiculite sont récupérés dans le ruisseau grâce aux barrages. La densité de cette matière est comparable à celle du liège ce qui la rend flottante et récupérable plus facilement.

Un opérateur a échappé un outil qui est tombé à l'intérieur de la batterie, provoquant un court-circuit à l'origine du départ de feu.

Accident

Incendie dans un centre de tri, transit de déchets non dangereux

N° 60336 - 27/02/2023 - FRANCE - 78 - ABLIS .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60336/>

Vers 11 h, lors du vidage d'une benne remplie de cartons pour réaliser un tri manuel, un feu se déclare dans un centre de tri, transit de déchets non dangereux. En raison des conditions climatiques (vent important), l'utilisation des extincteurs par les opérateurs est inefficace. Ils évacuent la zone et appellent les pompiers. Ces derniers arrosent les déchets séparés en tas à l'aide d'une pelle.

Une batterie au lithium d'un outil portatif est découverte dans la benne, probablement jetée par une personne sur un chantier. Le feu a été activé quand les cartons ont été ramassés dans la benne à l'aide de la pelle et par le vent tourbillonnant.

L'exploitant met en place un mur de séparation entre les tas de déchets non dangereux et les cartons.

Accident

Explosion déchets piles lithium dans un centre commercial

N° 59944 - 23/11/2022 - FRANCE - 18 - SAINT-DOULCHARD .

G47.11 - Commerce de détail en magasin non spécialisé à prédominance alimentaire

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59944/>



Vers 11 h, une explosion se produit au niveau d'un bac de stockage de piles au lithium dans les réserves d'un supermarché. Le magasin, soit 250 personnes, est évacué pendant une heure. A leur arrivée, les pompiers ne détectent pas de feu ni de flammes. Ils entreprennent l'immersion du bac incriminé.

Les fumées incommodent un agent de sécurité et 3 employés. Deux d'entre eux sont transportés à l'hôpital.

L'exploitant remplaçait les piles au lithium nécessaires aux étiquettes électroniques et 15 000 de ces piles étaient stockées dans deux bacs de 200 l entreposés dans le local déchets de la réserve, hors zone commerciale. Une société spécialisée prend en charge ces piles.

Accident

Incendie dans un centre de tri de déchets

N° 59933 - 04/10/2022 - FRANCE - 60 - PONT-SAINTE-MAXENCE .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59933/>



Vers 20h50, un feu se déclare dans une alvéole de stockage extérieure de petits appareils en mélange, non dépollués pouvant contenir des indésirables, dans un centre de tri. Cette activité destinée à la collecte et au recyclage des déchets d'équipement électrique et électronique (DEEE) est en cours de rangement et de maintenance. Un léger dégagement de fumées est visible. Les employés éteignent l'incendie à l'aide d'un RIA en 9 minutes. Les pompiers, prévenus par un tiers, constatent que l'incendie est maîtrisé à leur arrivée. Les déchets sont traités sur la chaîne de tri. Une ronde de surveillance avec caméra thermique est mise en oeuvre toute la nuit. La quantité d'eau très faible utilisée ne nécessite de gestion particulière de rétention et de traitement.

La présence d'une pile au lithium dans un DEEE stocké dans l'alvéole est à l'origine du départ de feu.

Accident

Fuite chimique lors de tests de résistance sur une batterie Lithium-ion

N° 57677 - 28/07/2021 - FRANCE - 91 - LINAS .

M71.12 - Activités d'ingénierie

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57677/>



Vers 16 h, dans un centre de recherche, une fuite de produit chimique se produit à la suite de tests d'écrasement réalisés sur une batterie Lithium-Ion de 400 V chargée (12kW), destinée à l'équipement de véhicules légers. Les pompiers refroidissent la batterie à l'aide d'une lance à eau avant de l'immerger dans un bac d'eau isolé. Après 24 heures, une entreprise spécialisée évacue la batterie.

A la suite de l'essai, une période d'observation de la réaction de la batterie est réalisée. Un sifflement se produit avec un léger gonflement de la batterie alertant les personnes en charge de l'essai. Ceux-ci se réfugient dans un abri à proximité. Un emballement thermique de la batterie se déclenche avec émanation de fumées et de flamme pendant 15 à 20 minutes. Les personnes à l'abri sont sorties après avoir constaté des flammes moins importantes mais deux personnes se sont approchés trop près et ont été légèrement impactées.

Deux employés blessés sont transportés à l'hôpital. L'incident n'impacte pas l'activité du site. Les mesures effectuées dans le bac d'évacuation des eaux usées ne montrent pas de pollution.

Accident

Incendie dans un centre de collecte des déchets

N° 56578 - 07/12/2020 - FRANCE - 06 - GRASSE .

E38.11 - Collecte des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56578/>



Vers 15h15, un feu se déclare à la suite d'un court-circuit généré par le contact entre des piles au lithium à la suite d'un déconditionnement de celles-ci dans un fût spécifique équipé d'un sac dans l'atelier de tri / déconditionnement des piles. Le sac en plastique s'enflamme

en générant une fumée importante, perceptible par les plus proches voisins industriels. Les équipiers de première intervention éteignent l'incendie à l'aide d'extincteurs poudre. L'activité du site reprend 10 minutes plus tard après débriefing de l'incident auprès des collaborateurs.

Accident

Incendies suite à l'explosion de batteries portables dans un centre de tri

N° 56330 - 25/09/2020 - FRANCE - 29 - PLOUEDERN .

E38.21 - Traitement et élimination des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56330/>



En une semaine, 4 incendies se produisent dans un centre de tri des emballages ménagers recyclables à cause de l'explosion de batteries portatives présentes dans les déchets.

L'exploitant signale que ces batteries, que l'on trouve aussi bien dans les téléphones portables, les voitures ou les appareils de bricolage, n'ont rien à faire dans les poubelles jaunes. Il appelle les habitants à se responsabiliser et à évacuer ces batteries en déchetteries ou organismes agréés pour traitement spécifique.

Cette erreur de tri entraîne la mise en danger du personnel de l'usine, l'arrêt de l'usine le temps de l'intervention avec une surveillance accrue lors de la remise en route, une surveillance des zones de stockage et le risque de destruction de l'outil industriel.

Lors de la réception des bacs jaunes, individuels ou collectifs, la collecte arrive sur un même tapis. La machine perfore les bouteilles en plastique et si elle perfore une batterie au lithium, celle-ci peut exploser et prendre feu immédiatement ou couvrir.

Accident

Fumées dans une entreprise de stockage de batteries

N° 54742 - 25/11/2019 - FRANCE - 06 - PEGOMAS .

G46.49 - Commerce de gros d'autres biens domestiques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54742/>



Vers 13 h, un dégagement important de fumées s'échappe d'un site de stockage de batteries. Les pompiers étouffent les flammes au moyen de ciment prélevé sur place. Une société spécialisée prend en charge 40 batteries dans des fûts adaptées. Un périmètre de sécurité de 150 m est mis en place et touche 8 entreprises.

L'origine de la fumée est due à l'échauffement des batteries au lithium suite à une réaction exothermique. Cette réaction a été provoquée par une entrée en contact avec de l'eau des batteries stockées à l'extérieur consécutive aux fortes pluies survenues les jours précédents.

Accident

Explosion de piles au lithium dans un boîtier électronique

N° 50925 - 11/01/2018 - FRANCE - 18 - BOURGES .

C25.40 - Fabrication d'armes et de munitions

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50925/>



Vers 14h40, 2 piles au lithium du commerce reliées à une carte électronique éclatent dans un atelier non pyrotechnique d'études électroniques d'une usine. Sur les 3 personnels présents à proximité, l'un fait l'objet d'un contrôle qui montre l'absence de conséquences auditives (aucune surpression ne s'étant produite) et le second doit prendre une douche afin d'éliminer la poussière noire libérée lors de l'éclatement (constituée des produits de décomposition de la pile et non de lithium pur).

Il n'y a eu aucun effet à l'extérieur du local d'études, hormis une odeur ayant occasionné l'évacuation préventive des personnels présents sur un plateau de bureaux situé à proximité, ceci afin d'éviter toute gêne olfactive.

Un court-circuit serait à l'origine de l'incident.

Accident

Incendie d'un stockage de batteries au lithium et de batteries classiques au plomb N° 60658 - 24/05/2023 - FRANCE - 14 - DEMOUVILLE .

G45.32 - Commerce de détail d'équipements automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60658/>



Vers 7 h, un feu se déclare au niveau d'un stockage de 100 batteries lithium et de 1 500 batteries plomb-acide dans un magasin de 2 000 m² spécialisé dans la vente et la réparation de batteries pour des véhicules, des engins de chantier ou encore des appareils électroniques. Un ancien employé, circulant à proximité, alerte les secours. L'incendie se propage à l'entreprise voisine. Un panache de fumées noires se dégage des bâtiments et est visible depuis l'A13. Les flammes atteignent deux à trois mètres de haut. L'électricité du bâtiment est coupée. Dans la zone industrielle, 20 personnes sont confinées. Les pompiers maîtrisent l'incendie à l'aide de 4 lances. Un poste d'acétylène découvert dans le bâtiment est sorti et refroidi dans un bac. La particularité de l'intervention réside dans le fait que les batteries dégagent du plomb lors de leur combustion. Des pompiers, spécialisés en risques chimiques, effectuent des relevés de toxicité qui se révèlent négatifs. Les locaux sont ventilés pour permettre des reconnaissances à l'intérieur de la structure. Des contrôles sont effectués à la caméra thermique à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de stockage où étaient situées les batteries pour s'assurer de l'extinction complète. Le bâtiment est déblayé à partir de 10h30.

Une partie des eaux d'extinction s'écoule dans le réseau d'eaux pluviales. Plus de la moitié du bâtiment, zone dédiée au stockage et aux bureaux, est détruite. Les 22 salariés des deux entreprises sont en chômage technique pour une durée indéterminée.

Accident

Feu de bâtiment contenant 1 200 batteries au lithium et un datacenter

N° 60457 - 28/03/2023 - FRANCE - 01 - SAINT-TRIVIER-SUR-MOIGNANS .

G47.41 - Commerce de détail d'ordinateurs, d'unités périphériques et de logiciels en magasin spécialisé

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60457/>



Vers 9h50, un feu se déclare dans un bâtiment de 800 m² supportant des panneaux photovoltaïques dans une société spécialisée dans l'hébergement de données informatiques. Le bâtiment est divisé en 4 cellules, dont une à usage de data center et une autre comportant un stockage de 1 200 batteries au lithium. Le feu démarre au niveau du

local des batteries des panneaux photovoltaïques dans la partie Nord-Est du bâtiment. Ces batteries, prévues pour stockées l'énergie des panneaux photovoltaïques des parkings au sud de 2 500 m², ne sont pas encore en service ni même branchées. Le local des batteries comprend 1 700 batteries carrées et 29 000 petites batteries. Un panache de fumée est visible sur plusieurs kilomètres. Le site est évacué. L'incendie se propage à l'ensemble du bâtiment. Un périmètre de sécurité de 500 m est mis en place induisant l'évacuation de 10 personnes de leur maison. Les pompiers établissent une lance et réalisent des analyses de l'air. La circulation routière est coupée. Un pompier est brûlé aux mains. L'incendie est circonscrit vers midi et maîtrisé à 13h25. Les habitants regagnent leur logement. Les secours pénètrent dans la salle totalement enfumée pour des reconnaissances avec caméra thermique et désenfumage à pression positive par ventilateurs. Vers 14h20, le feu est éteint. Une surveillance des éventuelles reprises de points chauds est mise en place. Vers 22h20, l'intervention est terminée.

Des prélèvements sont effectués pour évaluer l'impact des fumées sur les terres agricoles et jardins avoisinants.

L'incendie a détruit uniquement l'installation électrique et une partie des câbles de fibre optique, mettant à l'arrêt le datacenter et privant les clients du site d'accès internet et à leurs données. La salle des serveurs n'a toutefois pas été touchée par les flammes. Les données n'ont pas été perdues, mais les fumées abondantes ont recouvert de suie une partie des baies et des serveurs ; 1 300 clients publics et entreprises, dont 40 serveurs publics, sont impactés.

Un défaut matériel sur les batteries ou les régulateurs BMS (système de gestion de batterie) serait à l'origine du sinistre.

Accident

Feu d'un conteneur de batteries Lithium-ion dans un parc photovoltaïque

N° 59149 - 03/06/2022 - FRANCE - 2B - POGGIO-DI-NAZZA .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59149/>



Vers 19h50, un feu se déclare au niveau d'un conteneur de 60 m³ contenant des batteries Lithium-ion (340 modules de 50 kg, capacité de 3,75 MWh), ainsi qu'un transformateur fonctionnant à l'huile minérale (800 kg). Le transformateur est isolé des batteries par une paroi coupe-feu. Le conteneur se situe au sein d'un parc photovoltaïque d'une puissance de 4,88 MWc. Vers 20 h, l'exploitant déclenche un inertage à l'azote dans le conteneur. Un dégagement de fumées est visible et une odeur âcre est ressentie par la population. Les premières habitations sont situées à 400 m. Un périmètre de sécurité est mis en place. Des solutions alternatives d'extinction sont envisagées après prise de contact des pompiers avec la cellule d'appui aux situations d'urgence. Une extinction massive à l'eau ou le recouvrement des batteries par du sable ne sont pas possibles car cela impliquerait la découpe du conteneur. En effet, le conteneur est totalement clos, son toit non frangible et n'est pas sur rétention. Le feu se réactive le lendemain matin. Les pompiers décident de laisser brûler. Ils disposent des queues de paon afin de rabattre les fumées. Une surveillance et une protection des installations contiguës sont mises en place. Le lendemain, vers 18 h, le dégagement de fumées est terminé. Le sol est contaminé par des coulées de lithium, du fait du percement du plancher. Aucune propagation au local transformateur n'est constatée. Trois jours plus tard, la température baisse progressivement.

Le relevé de mesures de toxicité réalisé par les pompiers autour de la zone du conteneur

sur un rayon de 3 à 4 km dans l'axe des fumées ne révèle pas de résultat préoccupant.

Une enquête du BEA-RI est réalisée.

Accident

Incendie d'un entrepôt contenant des batteries électriques

N° 59006 - 11/05/2022 - FRANCE - 45 - BOISMORAND .

M71.12 - Activités d'ingénierie

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59006/>



Vers 7h30, un feu se déclare dans un entrepôt de 1 000 m² au sein d'une usine spécialisée dans la fabrication de petits véhicules utilitaires électriques. Le bâtiment contient des véhicules légers, des batteries électriques de technologie acide/plomb), des bouteilles de gaz et des bouteilles d'acétylène. L'établissement n'est pas une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

Un important dégagement de fumées s'élève dans le ciel. Les pompiers sont appelés par les salariés à leur arrivée sur site. Les secours limitent, sans la couper, la circulation sur la route départementale voisine. Les pompiers mettent en sécurité 13 véhicules neufs stockés le long du bâtiment. Malgré des difficultés d'alimentation en eau, ils éteignent l'incendie à l'aide de 3 lances dont une sur échelle. Une rétention est mise en place pour collecter les eaux d'extinction. Des contrôles de points chauds sont réalisés à l'aide d'un drone. La cellule d'appui aux situations d'urgence (CASU) de l'institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) est sollicitée par la DREAL afin d'apprécier les concentrations des fumées en fonction de la distance au foyer.

Les quantités de batteries prises dans l'incendie se répartissent ainsi :

- 1 tonne de batteries neuves plomb gel ;
- 1 tonne de batteries usagées plomb gel ;
- 720 kg de batteries lithium fer phosphate ;
- 400 kg batteries lithium manganèse cobalt ;
- 800 kg de batteries plomb à remplissage acide.

Le bâtiment est détruit et 10 employés sont en chômage technique. Les analyses de l'air réalisée révèlent l'absence de risque sanitaire. Les autorités recommandent, par mesure de précaution, à tous les habitants dans un rayon de 3 km de laver les surfaces à grande eau et d'éplucher et laver les légumes du jardin, à l'eau claire. Selon les pompiers, le feu aurait couvé durant la nuit.

Accident

Feu sur une batterie lithium-ion de 1,7 t

N° 56182 - 07/10/2020 - FRANCE - 38 - MOIRANS .

M74.90 - Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques n.c.a.

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56182/>

Vers 9h30, un feu se déclare sur une batterie lithium-ion de 1,7 t et de 150 kW dans une entreprise d'assemblage de modules de batteries lithium-ion à partir d'accumulateurs unitaires. Le bâtiment de 500 m² dans lequel se trouve cette batterie ainsi que 8 fûts de fluide diélectrique (non inflammable, non toxique), des accumulateurs et quelques produits finis est totalement embrasé. Les 15 salariés sont évacués. Un important panache de fumées se dégage. Les pompiers sous ARI attaquent l'incendie à l'aide de 4 lances. Il n'est

pas détecté de Cl₂, SO₂ et HCN dans les mesures atmosphériques réalisées. L'incendie est maîtrisé vers 11h30.

Les bâtiments des sociétés de la zone d'activité ne sont pas menacés. Les 150 m³ d'eau d'extinction utilisés et retenues en grande partie sur le site sont pompées par la communauté d'agglomération. Il n'est pas détecté de pollution visuelle ni mortalité de poisson dans le POMARIN. A la suite de l'extinction de 3 foyers persistants, le feu est considéré comme éteint le lendemain à 22 h. En raison de son instabilité, une entreprise de travaux publics détruit le bâtiment.

Le départ de feu se serait produit à la suite de l'introduction du fluide diélectrique (servant de liquide de refroidissement) dans les modules de batteries. L'exploitant émet l'hypothèse d'un possible entraînement de corps "étrangers" lors du remplissage, entraînant un court-circuit et l'inflammation de la batterie.

Accident

Explosion d'un wagon transportant des batteries au lithium

N° 49589 - 23/04/2017 - ETATS-UNIS - 00 - HOUSTON .

H49.20 - Transports ferroviaires de fret

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49589/>



Vers 18 h, l'un des wagons d'un train de marchandises explose. Ce wagon transporte des batteries Lithium-Ion usagées en vue de leur recyclage. L'explosion est ressentie à 2 km. Un feu se déclare sur le wagon. Le conducteur arrête le train et prévient les pompiers. Ceux-ci éteignent l'incendie. Le wagon impliqué est séparé du train qui repart vers son point d'origine.

Un bâtiment d'habitation est endommagé par le souffle et les éclats projetés. Situé à 100 m de l'accident, ses vitres sont brisées et des fissures se forment dans les murs. Les riverains indiquent avoir senti une odeur acre après l'explosion, mais les mesures effectuées par les pompiers ne montrent pas de présence d'un nuage toxique.

Un court-circuit entraînant un échauffement et une réaction incontrôlée pourrait être à l'origine de l'incident. Les batteries au lithium ne sont pas classées comme des matières dangereuses aux États-Unis. Le transporteur indique cependant que le rail est le moyen le plus sûr pour le transport de matières dangereuses.

Accident

Incendie d'une batterie dans un centre VHU illégal

N° 56673 - 06/07/2020 - FRANCE - 41 - ROMORANTIN-LANTHENAY .

E38.31 - Démantèlement d'épaves

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/56673/>



Vers 10 h, lors de l'évacuation de véhicules hors d'usage (VHU), des étincelles sont observées sur une batterie lithium dans un centre VHU. Le chargement est interrompu. Avant l'arrivée des pompiers, la batterie est retirée du véhicule et isolée.

La batterie, qui n'avait pas été retirée, a été détériorée alors que le véhicule était chargé au grappin. De plus, l'entreprise exploite une installation de stockage de VHU en défaut d'agrément.

Accident

Incendie dans une usine de fabrication de batteries lithium métal polymère

N° 55301 - 26/03/2020 - FRANCE - 29 - ERGUE-GABERIC .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55301/>



Vers 17 h, dans une entreprise spécialisée dans la production de batteries électriques au lithium métal polymère, un feu se déclare sur 2 packs de batteries de 40 kg dans un local de 10 m² abritant un banc de test. Ce local, séparé d'un entrepôt de 300 m² par 2 murs coupe-feu, dispose d'un système d'auto-arrosage quand l'alarme se déclenche. Le personnel évacue le site. Les pompiers refroidissent la structure et contrôlent la température par caméra thermique. Le local est ventilé. Les batteries sont évacuées. Les pompiers quittent les lieux vers 22 h.

Soumis aux fumées, 2 pompiers sont décontaminés avant de rentrer au centre de secours. Une importante fumée s'est dégagée du local. Les eaux d'extinction sont confinées et sont pompées le lendemain par une entreprise spécialisée.

Selon un responsable du site, l'incendie serait parti d'un court-circuit sur un prototype présent dans le local.

Accident

Fumées sur une batterie lithium dans un centre de véhicules hors d'usage

N° 55226 - 23/09/2019 - FRANCE - 09 - VARILHES .

E38.32 - Récupération de déchets triés

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55226/>



Dans un centre de véhicules hors d'usage, la batterie lithium d'un véhicule électrique brûlé est isolée avant récupération par le garage propriétaire. Lors du chargement de la batterie sur le camion du garage, le grappin de la grue provoque, lors du serrage, une connexion interne, puis un dégagement de fumée blanche. L'exploitant prévient les pompiers. La batterie fume pendant 30 à 40 minutes.

Accident

Incendie chez un fabricant d'alarme incendie

N° 53977 - 10/07/2019 - FRANCE - 38 - CROLLES .

C26.30 - Fabrication d'équipements de communication

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53977/>



Vers 19h15, un feu se déclare dans un bâtiment de 1 000 m² abritant un magasin de stockage comprenant 5 t de piles alcalines et lithium, une cuve de fioul de 1?000 l et 2 bouteilles de propane chez un fabricant d'alarme incendie. Pendant l'intervention des 89 pompiers, plusieurs détonations sont entendues. L'entreprise ne dispose pas de bassin de rétention. Les eaux d'extinction incendie sont rejetées dans l'ISERE. Les pompiers maîtrisent l'incendie vers 0h40. Le dispositif est levé à 12h10 au lendemain du départ de feu. Pendant 1 semaine, 370 employés sont en chômage technique. Cependant 270 le restent pour une durée indéterminée.

Accident

Incendie dans une société de réparation d'équipements de communication

N° 53830 - 19/06/2019 - FRANCE - 60 - BEAUVAIS .

S95.12 - Réparation d'équipements de communication

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/53830/>



Vers 16h35, un feu se déclare sur un fût métallique de 200 l rempli de batteries de lithium-ion, stocké à l'air libre, dans une entreprise de collecte et de destruction de batteries de téléphone. L'incendie menace de se propager aux fûts voisins ayant un contenu similaire. L'intervention de l'exploitant au moyen d'un extincteur à poudre n'est pas efficace. Les 20 salariés présents sont mis en sécurité. Les gendarmes régulent le trafic à proximité du site. Les pompiers déplacent sous appareil respiratoire le fût avec un transpalette. Ils le refroidissent et le remplissent d'eau. Le fût est ensuite vidé afin de permettre une extinction complète. Des relevés de températures sont effectués au moyen d'une caméra thermique. Par précaution, un second fût est également déplacé et refroidi à l'eau.

Accident

Incendie de batteries dans une centrale électrique

N° 50643 - 11/11/2017 - BELGIQUE - 00 - DROGENBOS .

D35.1 - Production, transport et distribution d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50643/>



Un feu se déclare dans un conteneur abritant des batteries lithium-ion dans une centrale électrique. Ces batteries, présentes en vue d'un test de stockage d'électricité à grande échelle, ne sont pas en service. Un dégagement de fumée âcre et légèrement toxique est présent. Les batteries sont isolées. Les pompiers remplissent le conteneur d'eau pour en réduire la température. L'une des portes du conteneur ferme difficilement, rendant la tâche des pompiers difficile. Le plan d'urgence communal est déclenché. Les habitants sont confinés. Durant l'intervention, la circulation routière est fermée. Vers 16 h, les pompiers parviennent à maîtriser l'incendie.

D'après la presse, l'incendie serait dû à un échauffement, provoqué par un court-circuit, sur une des batteries.

Accident

Incendie dans un centre de coliposte

N° 49658 - 12/05/2017 - FRANCE - 77 - MOISSY-CRAMAYEL .

H52.10 - Entreposage et stockage

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49658/>

A 2h30, un feu se déclare sur un colis contenant des batteries d'outillage dans un entrepôt de 33 000 m² stockant des colis postaux (autorisation 1510). Une épaisse fumée est visible suivie d'un violent embrasement. L'alerte est déclenchée manuellement. Le trieur est arrêté, le personnel est évacué. A l'arrivée des pompiers, l'incendie est déjà maîtrisé par le personnel à l'aide d'extincteurs à poudre. Ils ouvrent les trappes de désenfumage.

Le sinistre entraîne une perte d'exploitation de 20 000 colis triés.

Un pack de batteries lithium-ion composé de 156 cellules est à l'origine du départ de feu. Certaines cellules de ce pack se sont violemment enflammées suite à leur chute sur le tapis

d'un retourne conteneur. Une dizaine de secondes après la chute, les flammes atteignaient plus de 3 m de haut.

Accident

Feu de sous-plafond dans une usine de piles thermiques

N° 48365 - 28/07/2016 - FRANCE - 18 - BOURGES .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48365/>



Vers 7h30, dans une entreprise fabriquant des piles thermiques, un feu se déclare lors d'une opération de neutralisation de résidus d'alliage de lithium sur plaque graphite. Le départ de feu proviendrait d'une projection incandescente de résidus d'alliage lors de l'arrosage des plaques, dans les sous-plafonds du toit du bâtiment voisin. Le POI est déclenché. Les pompiers éteignent l'incendie à l'aide d'un extincteur à poudre. Ils retirent une dalle plafond et 1 m³ de laine de verre.

Accident

Feu de batterie dans un centre de recherche

N° 45807 - 02/10/2014 - FRANCE - 69 - SOLAIZE .

M72.19 - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/45807/>



Un feu se déclare vers 11 h sur un ensemble de batteries au lithium de 300 kg en cours d'essai dans un centre de recherche. Le sinistre émet une importante fumée. Les 80 employés évacuent le site. Le POI de l'établissement est déclenché. Les pompiers refroidissent les batteries. Ils éteignent l'incendie à 15h40 avec 2 lances à mousse. Puis ils ventilent les locaux. Les mesures atmosphériques ne relèvent pas de dangers. L'inspection des installations classées est informée.

Accident

Incendie de conteneurs remplis de transformateurs photovoltaïques

N° 60624 - 06/05/2023 - FRANCE - 972 - LE DIAMANT .

D35.11 - Production d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60624/>



Vers 14h30, un feu se déclare au niveau de plusieurs conteneurs de transformateurs photovoltaïques avec batteries au lithium d'une ferme solaire. La présence de batteries au lithium complique l'intervention des secours. L'incendie se propage à deux autres conteneurs. Les pompiers tentent, en vain, de maîtriser l'incendie à l'aide d'une lance à mousse. L'alimentation électrique est coupée. Les conteneurs sont ouverts pour parfaire l'extinction. Les fumerolles sont refroidies. L'incendie est éteint en fin de journée.

Les deux conteneurs sont détruits.

Accident

Incendie d'un conteneur de batteries lithium-ion sur un poste de transformation d'électricité

N° 57740 - 11/08/2021 - FRANCE - 87 - BELLAC .

D35.12 - Transport d'électricité

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57740/>



Un feu se déclare dans un conteneur renfermant des modules de batteries Lithium/ions sur un poste de transformation électrique alimenté par une ligne haute tension de 90 KV. L'alarme incendie du poste de transformation se déclenche à 13h40. Les pompiers sont alertés. Le constructeur des batteries est contacté. Après reconnaissance, ils identifient le départ de feu au niveau d'un conteneur renfermant 26 modules de batteries Lithium/ions. Le site comprend 12 conteneurs, tous équipés d'un dispositif d'extinction azote/argon et d'un système de sprinklers alimenté à sec par les secours. L'incendie est maîtrisé. L'événement redouté est une augmentation et une propagation de la température aux autres modules. Un contrôle continu de la température est mis en place. Le système de sprinklage alimenté par une réserve de 70 m³ d'eau est mis en marche. A 17h20, le constructeur des batteries arrive sur place. La température à l'intérieur du conteneur étant de 20 °C, le constructeur ouvre le conteneur sous protection d'une lance incendie en aspersion. Le module à l'origine du départ de feu est extrait et stocké en sécurité sur le site. L'intervention se termine peu avant 19 h.

Accident

Incendie dans une usine de traitement d'accumulateurs électriques usagés

N° 60847 - 15/06/2023 - FRANCE - 38 - SAINT-QUENTIN-FALLAVIER .

C24.45 - Métallurgie des autres métaux non ferreux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60847/>



Vers 18h15, un feu se déclare sur un fût de piles boutons lithium primaires stocké à proximité d'une machine de tri de piles en mélange dans une usine de traitement d'accumulateurs électriques usagés. Les flammes se propagent jusqu'au toit et déclenchent l'ouverture de la trappe de désenfumage. Le dégagement de fumées à l'extérieur est aperçu par le personnel de la société voisine qui appelle les pompiers. À leur arrivée, l'incendie est déjà maîtrisé par les employés. Les eaux d'extinction sont confinées et envoyées vers la cuve servant à l'arrosage des fours. Le lendemain, les filtres à air type HVS sont relevés afin de mesurer l'impact du panache de fumées sur la qualité d'air extérieur.

Accident

Incendie dans une benne de batteries au lithium

N° 60307 - 20/02/2023 - FRANCE - 62 - AVION .

E38.31 - Démantèlement d'épaves

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/60307/>



Vers 20 h, un feu se déclare dans une benne contenant 6 m³ de batteries au lithium stockée en extérieur d'un site de récupération et de traitement des fers et métaux. Un employé est légèrement blessé après avoir inhalé de la fumée et est transporté à l'hôpital. Six habitations individuelles, soit 27 personnes, sont confinées pendant 1h30. Les pompiers noient la benne à l'aide de lances et réalisent des mesures atmosphériques. Vers 22h30, le feu baisse en intensité avec un relevé de 150 °C au coeur du foyer. Vers minuit, les dernières températures relevées sont de 45 °C. Un agent de sécurité reste sur place en

surveillance, doublée par la société de surveillance vidéo.

Accident

Explosion dans la presse à balle d'un centre de tri

N° 58270 - 19/10/2021 - FRANCE - 06 - CANNES .

E38.11 - Collecte des déchets non dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58270/>

Vers 15h40, une explosion se produit dans la presse à balles d'un centre de tri. L'explosion engendre un incendie. Le sprinklage de la presse à balles fonctionne. En parallèle, les équipiers de 1ère intervention interviennent. A 15h44, le feu est éteint.

Le départ de feu est dû à la présence d'une pile au lithium.

Accident

Incendie d'une cellule de stockage de déchets de piles lithium

N° 55282 - 20/03/2020 - FRANCE - 57 - DIEUZE .

E38.22 - Traitement et élimination des déchets dangereux

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55282/>



Vers 4h30, un feu se déclare dans une cellule de stockage de 25 m² de fûts de déchets de piles lithium organiques et primaires dans un bâtiment de 1 700 m² d'un centre de traitement de déchets dangereux. L'incendie se propage à 4 big-bags contenant du broyage de déchets de piles situés à l'extérieur. Les secours maîtrisent l'incendie des big-bags à l'aide de 2 lances. A l'intérieur de la cellule, l'incendie est maîtrisé grâce au système d'extinction automatique. La température est contrôlée dans la cellule impactée.

Aucun impact ni dégât n'est à déplorer sur la production. Les eaux d'extinction sont récupérées par le système de rétention des eaux incendie de l'alvéole et des eaux usées du site.

Accident

Incendie d'un stockage de batteries

N° 54866 - 30/12/2019 - FRANCE - 34 - MONTPELLIER .

G47.42 - Commerce de détail de matériels de télécommunication en magasin spécialisé

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54866/>



Peu avant 23h30, un feu se déclare sur 140 m² abritant 1 bureau et un local de stockage d'une centaine de batteries lithium dans un bâtiment industriel de 800 m² répartis en 4 entreprises. Les pompiers éteignent l'incendie à l'aide d'une lance, puis ventilent les locaux. Un gardiennage est mis en place pour sécuriser et surveiller le bâtiment. Deux personnes de la société sont en chômage technique.

L'incendie serait parti des locaux administratifs avant de se propager au local de stockage des batteries.

Accident

Explosion de batteries au lithium sur un site industriel

N° 49708 - 22/05/2017 - SUISSE - 00 - YVERDON-LES-BAINS .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49708/>



Un incendie a lieu à 11h30 dans une usine de batteries et accumulateurs au lithium. Il est suivi de plusieurs explosions. Le sinistre concerne un ensemble de batteries au lithium d'un tiers à l'entreprise. Les pompiers sont prévenus et se rendent sur place. Le feu produit une épaisse fumée. Une cinquantaine de personnes est évacuée du site, des bâtiments industriels voisins et d'une école proche. Treize personnes sont transportées à l'hôpital pour être examinées. Parmi elles se trouve un pompier blessé par électrisation durant l'intervention. Les lieux de l'incendie sont inspectés pour les sécuriser et déterminer les causes de l'accident.

Accident

Une batterie au lithium génère un incendie dans une usine automobile

N° 48187 - 17/06/2016 - FRANCE - 85 - FONTENAY-LE-COMTE .

C29.10 - Construction de véhicules automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48187/>



Un feu se déclare vers 22 h dans une usine automobile fabriquant des véhicules électriques. Les pompiers éteignent l'incendie six heures plus tard. Le sinistre détruit 400 m² de bâtiment. Sept employés sont en chômage technique.

Selon la presse, une batterie au lithium défectueuse est à l'origine du sinistre.

Accident

Feu de batteries dans un garage automobile

N° 48170 - 17/06/2016 - FRANCE - 78 - BUC .

G45.20 - Entretien et réparation de véhicules automobiles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/48170/>



Vers 10h45, dans un garage automobile de 1 300 m², un feu se déclare dans un local technique de 400 m².

Des informations contradictoires parviennent aux pompiers avec tout d'abord la mention de la présence de 12 batteries Lithium-ion. Finalement, devant la projection de matière en fusion, il est confirmé qu'il s'agit d'un stockage de batteries Lithium Métal Polymère (LMP) de 450 kg. Le bâtiment est embrasé. Le personnel est évacué. Les batteries sont déplacées à l'extérieur à l'aide d'un charriot élévateur, puis mises en quarantaine sous bâche. Des queues de paons pour dissiper les fumées sont positionnées. Aucun agent extincteur solide ou liquide n'est utilisé. L'incendie s'éteint vers 14h30. Une ronde est mise en place pour éviter tout nouveau départ de feu. Le lendemain, des fumées au niveau des batteries apparaissent. Une surveillance est mise en place pour contrôler la température des batteries jusqu'à leur enlèvement. Des prélèvements d'air sont réalisés. Deux personnes sont légèrement intoxiquées.

Accident

Explosion d'une batterie de lithium

N° 55142 - 27/02/2020 - FRANCE - 13 - ROUSSET .

G46.69 - Commerce de gros d'autres machines et équipements

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55142/>



Vers 15 h, une batterie de lithium de 100 kg explose dans une entreprise située dans une zone industrielle. L'entreprise est en charge de tests sur la résistance des matériaux. La batterie qui explose est une ogive destinée à l'alimentation de batteries pour pipelines situées en fond marin. Une personne est légèrement blessée. Les pompiers vérifient si une seconde ogive a été endommagée par l'explosion.

Accident

Explosion d'une batterie au Lithium

N° 50009 - 18/07/2017 - FRANCE - 94 - IVRY-SUR-SEINE .

000.00 - Particuliers

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/50009/>



Une batterie au Lithium équipant un scooter électrique explose vers 8h30 lors de son chargement. La batterie se serait embrasée pour une raison inexpliquée. Deux personnes sont blessées lors de l'événement.

Accident

Incendie de batteries dans un centre d'études nucléaires

N° 49811 - 19/06/2017 - FRANCE - 38 - GRENOBLE .

M72.19 - Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49811/>



Vers 11h30, un feu se déclare sur des batteries au lithium au sein d'un centre d'études nucléaires. L'alimentation électrique du site est coupée. Les pompiers du site gèrent l'extinction de l'incendie, étouffé par du sable, puis les batteries sont immergées dans des bacs d'eau salée. Les locaux sont ventilés. Sur les 20 batteries du site, 2 sont brûlées et 8 autres sont noircies. L'électricité est rétablie vers 12h40.

Accident

Incendie de batteries au lithium

N° 49516 - 10/04/2017 - FRANCE - 77 - LE MESNIL-AMELOT .

H52.10 - Entreposage et stockage

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/49516/>



Vers 8 h, les batteries au lithium d'un chariot élévateur prennent feu à l'extérieur des cellules d'un entrepôt soumis à autorisation (rubrique 1510). Le personnel éteint l'incendie à l'aide d'extincteurs avant l'arrivée des pompiers. Le chariot élévateur est expertisé.

Accident

Explosion de piles

N° 45383 - 18/06/2014 - FRANCE - 86 - POITIERS .

C27.20 - Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/45383/>



Vers 4 h, une explosion se produit lorsqu'une pile au lithium se coince dans un convoyeur d'un atelier d'une usine de piles électriques. Un dégagement de fumées est constaté dans le bâtiment et 14 personnes évacuent pour se mettre à l'abri dans une salle annexe. Une concentration de 0,5 ppm de chlore est mesurée lors des opérations de ventilation. La machine incriminée est mise à l'arrêt mais aucun chômage technique n'est envisagé.

Accident

Incendie de véhicule électrique en charge

N° 59745 - 25/09/2022 - FRANCE - 76 - OISSEL .

000.00 - Particuliers

<https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/59745/>

Vers 9h30, la batterie d'une voiture électrique en charge explose au niveau d'une borne de recharge sur un parking. Un feu se déclare sur le véhicule. Les pompiers isolent électriquement la voiture et éteignent l'incendie à l'aide d'une lance. Plusieurs véhicules stationnés à proximité sont détériorés.

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 109 sur 110

ANNEXE 11 : ETUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE SUR 6 ALVEOLES (STOCKAGE EN 3 NIVEAUX)



(ID Modèle = 454988)

Ineris - 230901 - 2817820 - v1.0

04/12/2024

Modélisation d'un scénario d'incendie dans 6 alcôves de stockage de batteries Li-ion

MECAWARE

PRÉAMBULE

Le présent document a été établi sur la base des informations transmises à l'Ineris. La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations fournies.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du présent document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La prestation ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser le document après cette date.

L'établissement du présent document et la prestation associée sont réalisés dans le cadre d'une obligation de moyens.

Au vu de la mission qui incombe à l'Ineris au titre de l'article R131-36 du Code de l'environnement, celui-ci n'est pas décideur. Ainsi, les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre de cette prestation ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur. Par conséquent la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du présent document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour toute utilisation du document en dehors de son objet.

En cas de contradiction entre les conditions générales de vente et les stipulations du présent préambule, les stipulations du présent préambule prévalent sur les stipulations des conditions générales de vente.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION INCENDIE DISPERSION EXPLOSION

Rédaction : MURILLO-RUEDA Carlos

Vérification : GENTILHOMME OLIVIER

Approbation : Document approuvé le 04/12/2024 par PIQUETTE BERNARD

Table des matières

1	Introduction.....	5
2	Méthodologie de travail	6
2.1	Evaluation des effets thermiques.....	6
2.1.1	Outil de modélisation	6
2.1.2	Choix des seuils thermiques étudiés	6
3	Modélisation de l'incendie d'un bâtiment de 6 alcôves stockant des batteries Li-ion chargées à 100 %	7
3.1	Description du scénario	7
3.1.1	Groupes d'alcôves	7
3.1.2	Caisses ADR pour le stockage de batteries Li-ion	7
3.2	Evaluation des effets thermiques.....	8
3.2.1	Caractérisation du terme source.....	8
3.2.2	Evaluation des effets thermiques.....	10
4	Conclusions	12
5	Annexes.....	13

Table des illustrations

Figure 1	: Zone de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49).....	5
Figure 2	: Zone de stockage des batteries Li-ion	7
Figure 3	: Alcôves de stockage des batteries Li-ion.....	7
Figure 4	: Configuration du stockage du site avec 9 caisses ADR dans chaque alcôve.....	8
Figure 5	: Modèle Flumilog du scénario d'incendie de 6 alcôves.....	9
Figure 6	: Débit calorifique obtenu pour un stockage total de batteries de 7 et de 9 kWh (24 cellules – 12 cellules/module)	9
Figure 7	: Cartographie des flux thermiques du scénario d'incendie de 6 alcôves pour des caisses ADR remplies de batteries ayant une capacité totale de 7 kWh.....	10
Figure 8	: Cartographie des flux thermiques du scénario d'incendie de 6 alcôves pour des caisses ADR remplies de batteries ayant une capacité totale de 9 kWh.....	10
Figure 9	: Détermination du débit calorifique émis lors de l'emballage thermique du pack batterie .	14
Figure 10	: Décomposition macroscopique des contributions calorifiques lors de l'emballage thermique d'une cellule Li-Ion.....	15
Figure 11	: Propagation au sein d'un module.....	17
Figure 12	: Propagation au sein d'un pack batterie	17
Figure 13	: Débit calorifique par kJ électrique	18
Figure 14	: Deux agencement de cellules différents dans un module.....	18
Figure 15	: Deux points d'inflammation différents dans un module.....	18

Liste des tableaux

Tableau 1	: Distances maximales des flux thermiques pour le scénario d'incendie à hauteur d'homme (6 alcôves).....	11
Tableau 2	: Distances maximales des flux thermiques à hauteur d'homme	12
Tableau 3	: Paramètres retenus pour la détermination du débit calorifique d'un pack de batteries.....	19

Pour citer ce document :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Modélisation d'un scénario d'incendie dans 6 alcôves de stockage de batteries Li-ion, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 230901 - 2817820 - v1.0, 04/12/2024.

Mots-clés :

Incendie, Flumilog, Batteries Li-ion.

1 Introduction

La société VOLTR souhaite implanter un site de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49), à proximité de l'autoroute A11. Ce site de stockage sera situé dans la zone délimitée en rouge sur la Figure 1.

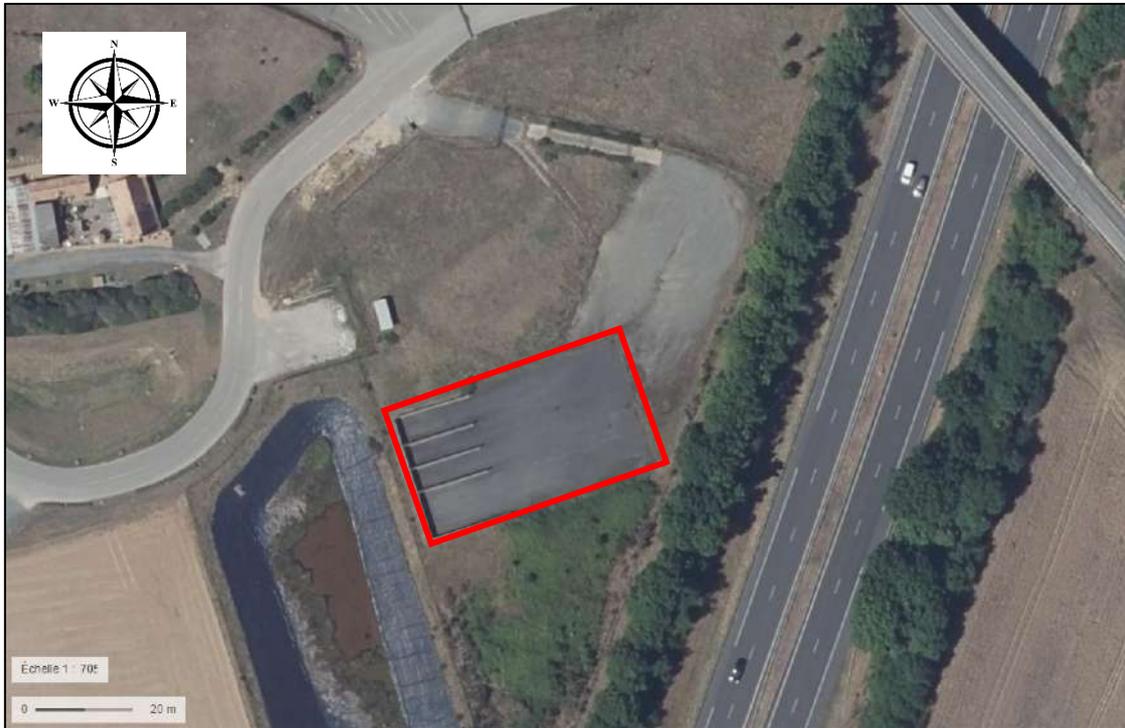


Figure 1 : Zone de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49)

Les batteries, de technologie Li-ion, arrivent et sont stockées sur site dans des caisses ADR (1,2 m x 1,0 m x 0,8 m) fabriquées en plastique (PEHD). Le poids à vide d'une caisse ADR est de 50,4 kg. Chacune de ces caisses peut stocker des batteries de capacités différentes qui constituent un stockage total de 7 ou 9 kWh.

Pour établir son dossier de demande d'autorisation à exploiter, la société VOLTR souhaite évaluer les effets thermiques d'un incendie d'un groupe de 6 alcôves dédié au stockage de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 %.

2 Méthodologie de travail

2.1 Evaluation des effets thermiques

2.1.1 Outil de modélisation

Les effets thermiques de l'incendie d'un stockage de batteries ont été évalués à l'aide du logiciel *FLUMilog*. Ce logiciel permet normalement de modéliser l'évolution de l'incendie déclaré dans un entrepôt logistique depuis l'inflammation jusqu'à son extinction. Il prend en compte le rôle joué par la nature du stockage et par sa compacité. Les flux thermiques sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans le stockage. La méthode de calcul de *FLUMilog* est décrite en détail dans le document de référence Ineris-204476-2728180-v1.0¹.

La méthode Flumilog a été utilisée dans sa version disponible au public pour les stockages de batteries à petite échelle. Il est toutefois nécessaire de noter que cette version ne permet pas de modéliser l'incendie d'un stockage de batteries à l'échelle d'un entrepôt car il n'a pas été développé pour prendre en compte les mécanismes de transfert de chaleur spécifiques à l'emballage thermique des batteries susceptibles de se produire à grande échelle.

2.1.2 Choix des seuils thermiques étudiés

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005², l'Ineris a déterminé les distances d'effets thermiques pour les seuils suivants :

- SEI : Seuil des Effets Irréversibles au 3 kW/m² correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- SEL : Seuil des premiers Effets Létaux au 5 kW/m² correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- SELS : Seuil des Effets Létaux Significatifs au 8 kW/m² correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine. Ce seuil correspond également au critère de propagation du feu (effet domino).

¹ Rapport final 13/01/2023 Ineris 204476 2728180 v1.0 - FLUMILOG - Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt.

² Arrêté du 29/09/05 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.

3 Modélisation de l'incendie d'un bâtiment de 6 alcôves stockant des batteries Li-ion chargées à 100 %

3.1 Description du scénario

3.1.1 Groupes d'alcôves

Le stockage des batteries Li-ion s'effectuera dans 22 alcôves selon le schéma présenté dans la Figure 2 :

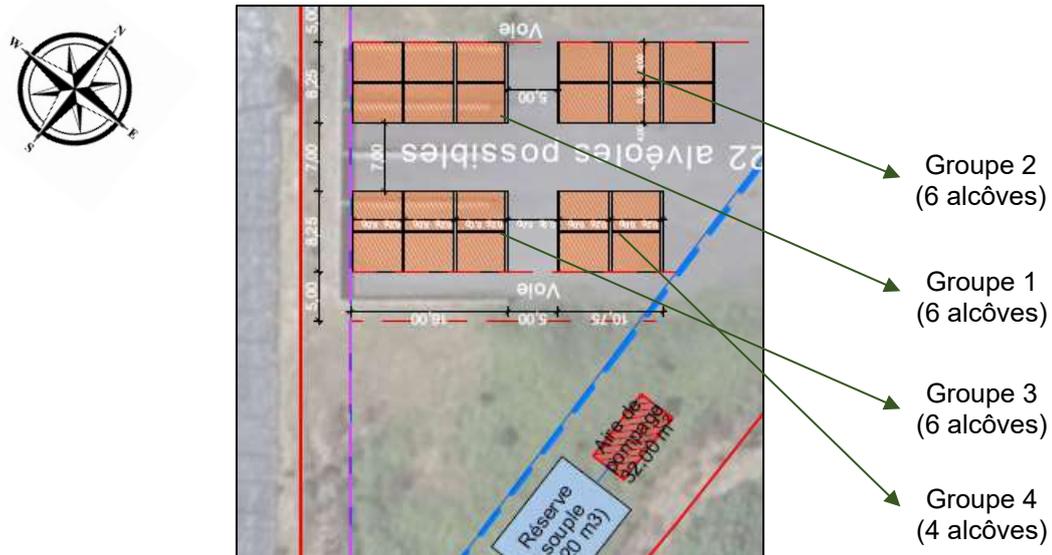


Figure 2 : Zone de stockage des batteries Li-ion

La Figure 2 établit que la distance qui sépare le premier groupe de 6 alcôves du deuxième groupe localisé au nord-est de seulement 5 m. De la même manière, le troisième groupe est situé à une distance de 7 m vers le sud-ouest du premier groupe.

3.1.2 Caisses ADR pour le stockage de batteries Li-ion

Toutes les alcôves sont construites de la même façon (cf. Figure 3). Elles sont constituées de 3 parois REI 120 et, à une certaine hauteur au-dessus de ces parois, d'une toiture en acier. Comme on peut le constater sur cette figure, chaque alcôve est donc relativement ouverte vers l'extérieur et vers les alcôves adjacentes.

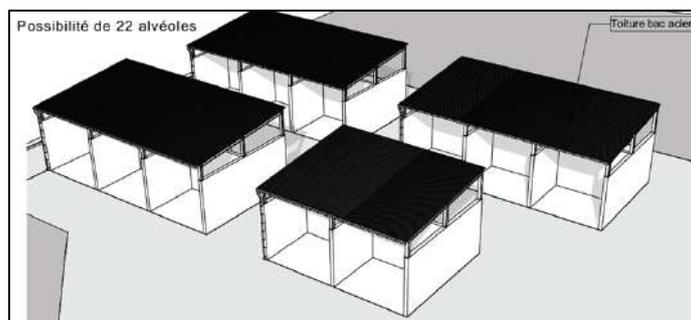


Figure 3 : Alcôves de stockage des batteries Li-ion

Pour limiter le risque de propagation thermique, les batteries sont d'abord stockées dans une caisse ADR, puis 9 de ces caisses ADR sont ensuite positionnées dans une alcôve. Dans chaque alcôve, les 9 caisses ADR sont positionnées sur 3 niveaux à proximité des murs de séparation de l'alcôve attenante (cf. Figure 4). Ainsi, on peut avoir deux capacités maximales en batteries :

- 9 caisses ADR de 7 kWh chacune, soit un stockage total de 63 kWh,
- 9 caisses ADR de 9 kWh chacune, soit un stockage total de 81 kWh.

Pour chaque caisse ADR, la capacité totale stockée est représentée par un pack composé de 2 modules dont chaque module est constitué par 12 cellules. Ainsi, une caisse ADR de 7 kWh considère une capacité unitaire de 0,292 kWh/cellule tandis que la caisse ADR de 9 kWh considère une capacité de 0,375 kWh/cellule.

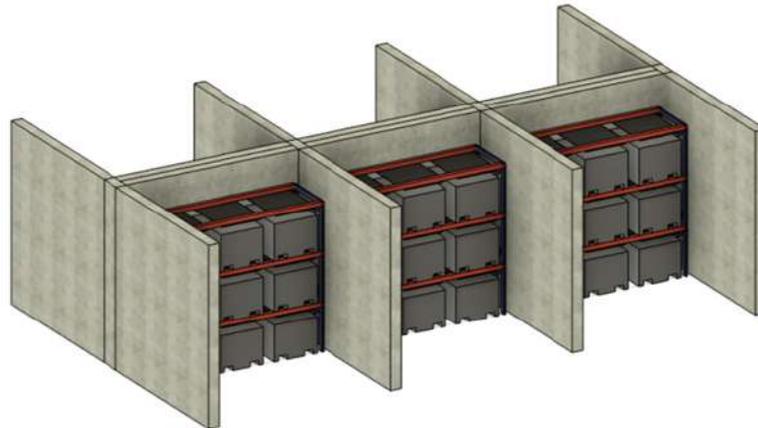


Figure 4 : Configuration du stockage du site avec 9 caisses ADR dans chaque alcôve

Dans ce scénario, l'Ineris a considéré l'incendie généralisé d'un bâtiment de 6 alcôves. Les conteneurs sont remplis de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 % et le départ de feu pourrait être lié à l'emballement thermique d'une des batteries stockées dans une caisse ADR.

Dans son évaluation des conséquences, il faut préciser que l'Ineris n'a pas tenu compte d'un quelconque effet des caisses ADR sur la cinétique de propagation de l'incendie. De plus, compte tenu des spécificités du feu de batteries (projection de matières en feu, forte émittance, ...) et du degré d'ouverture des alcôves, l'Ineris a considéré que la propagation était possible malgré la présence des parois REI 120. Toutes ces hypothèses permettent d'avoir une évaluation prudente des distances de sécurité.

3.2 Evaluation des effets thermiques

3.2.1 Caractérisation du terme source

Comme indiqué précédemment, l'Ineris a utilisé le logiciel Flumilog pour simuler l'incendie dans les alcôves de stockage. Comme le logiciel ne permet de modéliser que 3 cellules de stockage en simultané, l'Ineris a donc réalisé sa mise en donnée de la façon suivante :

1 bâtiment (6 alcôves) : chaque cellule du logiciel correspond à 2 alcôves. Dès lors, dans chaque cellule, $2 \times 9 = 18$ caisses ADR de batteries sont présentes (cf. Figure 5).



Figure 5 : Modèle Flumilog du scénario d'incendie de 6 alcôves

Les débits calorifique associés aux caisses ADR avec des batteries de 7 et de 9 kWh ont été déterminés avec le modèle de propagation décrit dans l'Annexe 1. L'utilisation de ce modèle a permis d'établir les profils présentés ci-dessous :

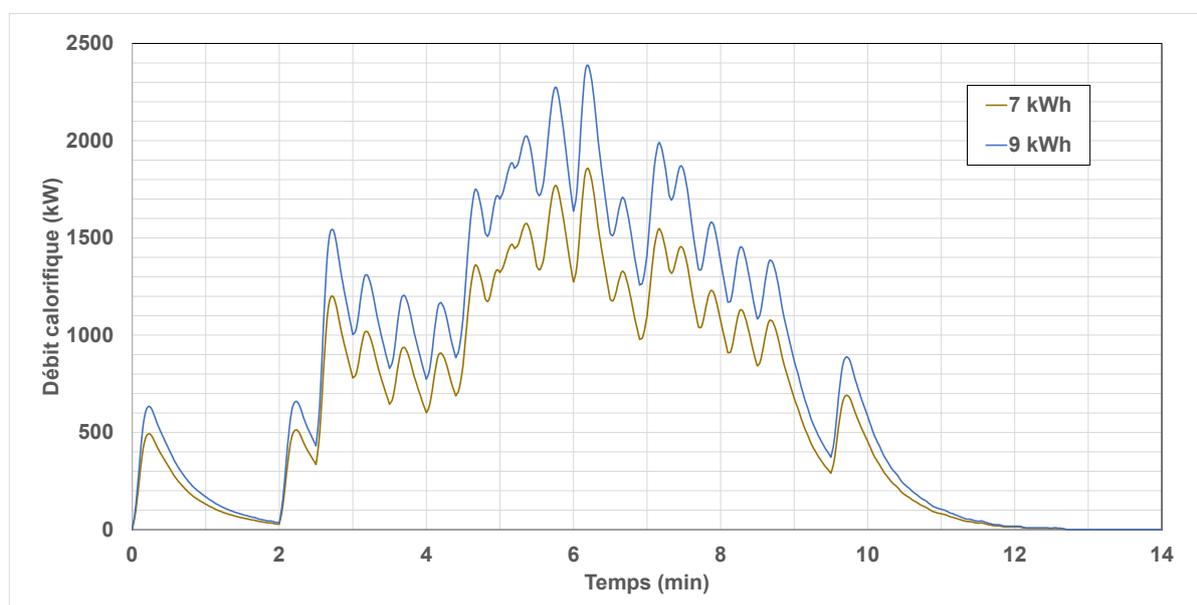


Figure 6 : Débit calorifique obtenu pour un stockage total de batteries de 7 et de 9 kWh (24 cellules – 12 cellules/module)

Selon les prédictions obtenues, le pic de puissance atteint une valeur maximale de 1,84 MW pour le stockage de 7 kWh et de 2,35 MW pour le stockage de 9 kWh. Dans les deux cas, la puissance du feu de la caisse ADR remplie de batteries est augmentée par la contribution de la combustion du plastique de la caisse ADR (estimée à 720 kW). Ainsi, les valeurs qui ont été utilisées pour la mise en données du logiciel Flumilog correspondent à une puissance de 2,56 MW pour le stockage de 7 kWh et de 3,07 MW pour le stockage de 9 kWh. De la même manière, une durée de combustion de 12,5 min est retenue pour chaque configuration.

La contribution de la combustion du plastique est considérée uniquement pendant la durée de combustion du pack de batteries (12,5 min). Cette condition établit qu'environ 27 % du plastique brûle de façon simultanée avec les cellules Li-ion et 73 % est consommé ultérieurement. Ainsi, la puissance du feu de la caisse ADR sera réduite de façon importante après la période d'emballement thermique.

Etant donné que les cartographies et distances d'effets thermiques sont déterminées à partir des flux maximums, l'évaluation de ces effets considère uniquement la période de puissance élevée correspondant à la combustion des cellules et du plastique de façon simultanée.

3.2.2 Evaluation des effets thermiques

3.2.2.1 Stockage de 63 kWh par alcôve (7 kWh par caisse ADR)

La Figure 7 présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie du bâtiment constitué de 6 alcôves avec des caisses de 7 kWh, telle que prédite par le logiciel Flumilog. Pour rappel, cette cartographie est obtenue sans la prise en compte des murs REI 120 (cf. § 3.1).

Les paramètres de modélisation sont détaillés dans l'Annexe 2.

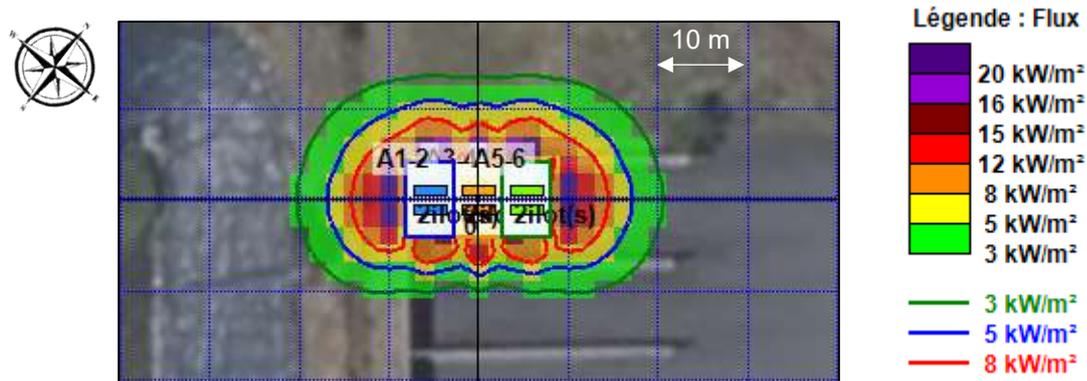


Figure 7 : Cartographie des flux thermiques du scénario d'incendie de 6 alcôves pour des caisses ADR remplies de batteries ayant une capacité totale de 7 kWh

3.2.2.2 Stockage de 81 kWh par alcôve (9 kWh par caisse ADR)

La Figure 8 présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie du bâtiment constitué de 6 alcôves avec des batteries de 9 kWh, telle que prédite par le logiciel Flumilog. Pour rappel, cette cartographie est obtenue sans la prise en compte des murs REI 120 (cf. § 3.1).

Les paramètres de modélisation sont détaillés dans l'Annexe 3.

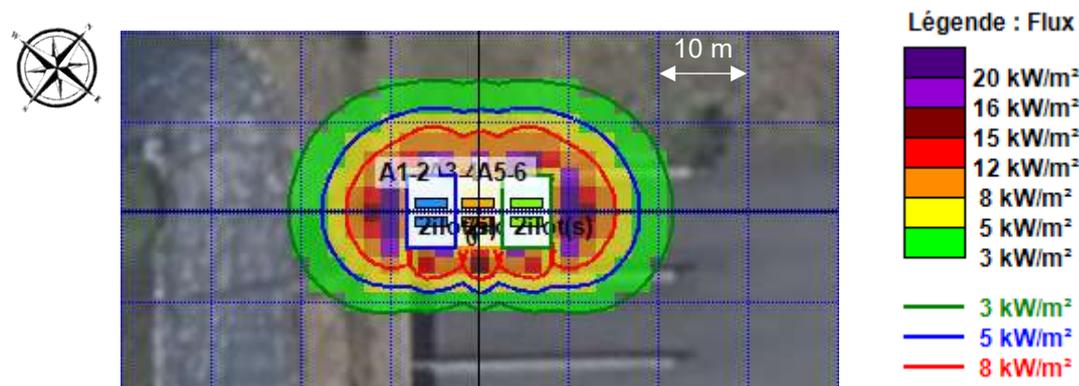


Figure 8 : Cartographie des flux thermiques du scénario d'incendie de 6 alcôves pour des caisses ADR remplies de batteries ayant une capacité totale de 9 kWh

3.2.2.3 Présentation des distances d'effets thermiques

Les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Energie stockée	Seuil d'effets	Distance maximale vers le Nord-Est (m)	Distance maximale vers le Nord-Ouest (m)	Distance maximale vers le Sud-Est (m)	Distance maximale vers le Sud-Ouest (m)
63 kWh (7 kWh par caisse ADR)	SEI (3 kW/m ²)	12,0	10,0	10,0	12,0
	SEL (5 kW/m ²)	10,0	10,0	10,0	10,0
	SELS et effets domino (8 kW/m ²)	5,0	5,0	5,0	5,0
81 kWh (9 kWh par caisse ADR)	SEI (3 kW/m ²)	13,0	10,0	10,0	13,0
	SEL (5 kW/m ²)	10,0	10,0	10,0	10,0
	SELS et effets domino (8 kW/m ²)	10,0	5,0	5,0	10,0

Tableau 1 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario d'incendie à hauteur d'homme (6 alcôves)

En se basant sur la Figure 2, qui présente le positionnement relatif des différentes alcôves, le Groupe 2 est éloigné du Groupe 1 d'une distance de 5 m. Et le Groupe 3 est situé à une distance de 7 m du Groupe 1.

Selon les résultats présentés dans le Tableau 1, et en basant sur le seuil réglementaire, des effets domino sont possibles jusqu'à une distance de 10 m pour une capacité de 81 kWh par alcôve et de 5 m pour une capacité de 63 kWh par alcôve. Compte tenu de l'éloignement actuel des alcôves les unes par rapport aux autres, il paraît nécessaire de limiter cette capacité à 63 kWh. Dans une démarche plus prudente, et dans la mesure du possible, il serait aussi souhaitable d'augmenter la largeur de la voie secondaire, actuellement fixée à 5 m.

4 Conclusions

La société VOLTR souhaite implanter un site de stockage de batteries Li-ion (déchets) dans la région de Durtal (49). Pour établir son dossier de demande d'autorisation à exploiter, la société VOLTR souhaite évaluer les effets thermiques liés au scénario d'incendie de 6 alcôves de stockage.

Pour ces scénarios, les distances d'effets thermiques sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale (m)	
	63 kWh par alcôve (7 kWh par caisse ADR)	81 kWh par alcôve (9 kWh par caisse ADR)
SEI (3 kW/m ²)	12,0	13,0
SEL (5 kW/m ²)	10,0	10,0
SELS (8 kW/m ²)	5,0	10,0

Tableau 2 : Distances maximales des flux thermiques à hauteur d'homme

En se basant sur le seuil réglementaire de 8 kW/m² pour évaluer les effets dominos, il paraît nécessaire de limiter la capacité stockée dans chaque alcôve à 63 kWh. L'agrandissement de la largeur de la voie secondaire, actuellement fixée à 5 m, serait souhaitable.

5 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Caractérisation de l'emballage thermique d'une batterie – 6 pages,
- Annexe 2 : Note de calcul Flumilog du scénario d'incendie de 6 alcôves avec chute des parois – 12 pages.

ANNEXE 1 : Caractérisation de l'emballage thermique d'une batterie – 6 pages

Dans le cadre de cette étude, le pack batterie testé au sein de l'enceinte climatique est le déclencheur de l'incendie. Une attention particulière a donc été portée à la détermination de son débit calorifique en cas d'emballage thermique.

La démarche adoptée consiste en la détermination d'un terme source caractérisant l'emballage thermique d'une cellule Li-ion seule. Ensuite, le terme source niveau pack est obtenu en sommant les contributions calorifiques successives des cellules Li-ion. Ce terme source d'emballage thermique au niveau du pack est ensuite consolidée par comparaison à des résultats expérimentaux obtenus sur les plateformes d'essai de l'Ineris.

Détermination
niveau cellule



Transposition
niveau pack



Validation / fit
sur essais pack



Figure 9 : Détermination du débit calorifique émis lors de l'emballage thermique du pack batterie

Le paragraphe ci-dessous détaille l'établissement du terme source au niveau cellule Li-ion. La transposition de ce terme source au niveau pack et sa validation sur essai sont détaillées au paragraphe suivant.

1 Détermination du terme source « emballage thermique cellule Li-ion »

1.1 Hypothèses

1.1.1 Technologies et énergies des pack batterie

Les packs batterie Li-ion testés pour le développement de la méthode implémentée correspondent aux technologies suivantes :

- cathode : NMC et NCA ;
- anode : Graphite et LTO.

1.1.2 Etat de charge des pack batterie

Un pack batterie peut être stocké à différents niveaux de charge. Il convient donc de considérer que son état de charge est à 100 % au moment de l'emballage thermique.

1.2 Dégagement d'énergie au niveau de la cellule

La détermination du terme source de l'emballlement thermique de la cellule Li-ion s'appuie sur un travail de fond de plus grande ampleur, effectué au sein de l'Ineris.

Ce travail a consisté à exploiter les résultats /d'essais abusifs au niveau cellule réalisés à l'Ineris depuis plusieurs années, et d'en déduire des tendances en fonction des technologies de cellule Li-ion. Cette approche expérimentale est complétée par une recherche bibliographique permettant de renforcer les éléments sur lesquels l'Ineris ne dispose pas d'assez de données expérimentales.

L'approche retenue a pour objectif d'intégrer à ce terme source toutes les contributions thermiques existantes, représentées sur la Figure 10.

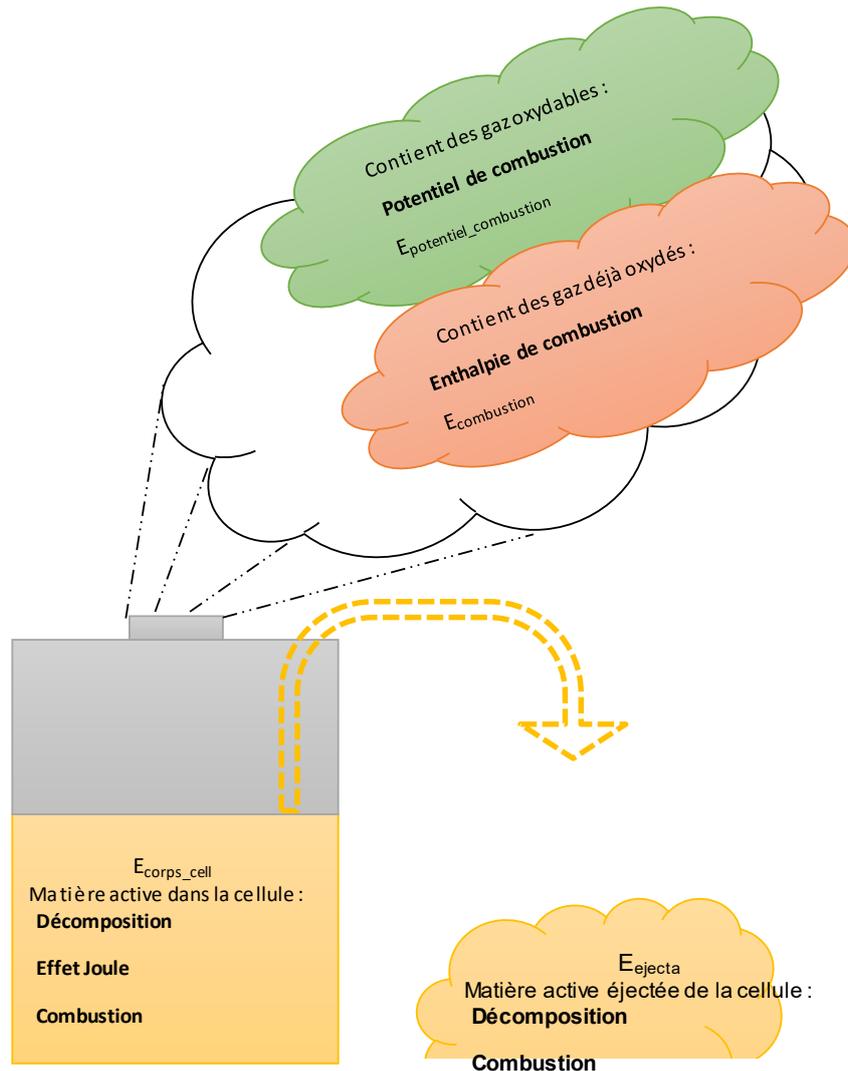


Figure 10 : Décomposition macroscopique des contributions calorifiques lors de l'emballlement thermique d'une cellule Li-Ion

1.2.1 Energie libérée par les matières actives

L'intérieur de la cellule contient de nombreux constituants pouvant dégager de la chaleur par différents mécanismes, principalement par :

- effet Joule (court-circuit interne créant un courant électrique au sein de la cellule, et donc un échauffement par effet Joule) ;
- réactions exothermiques de dégradation/décomposition des différents constituants internes (SEI, anode, cathode, sels LiPF_6) ;
- combustion des constituants carbonés.

L'emballage thermique entraînant une réaction violente avec perte de confinement de la cellule, il est très courant qu'une partie des constituants internes de la cellule soit éjectée à l'extérieur de la cellule. Les réactions décrites ci-dessus peuvent donc avoir lieu à l'intérieur comme à l'extérieur de la cellule.

La part de l'énergie libérée dans la cellule est notée $E_{\text{corps_cell}}$ et celle dégagée à l'extérieur de la cellule est notée E_{ejecta} .

1.2.2 Energie libérée par les gaz ventés

Lors de l'emballage thermique, les différentes réactions chimiques internes de la cellule vont générer des gaz et des vapeurs. Quand la pression est trop importante, la cellule perd son confinement : les gaz sont ventés à l'extérieur de la cellule.

Certains des gaz ventés sont inflammables. Toutefois, compte tenu de la cinétique très rapide de libération de ces gaz, l'oxydation des gaz libérés est généralement partielle et peut varier significativement d'un essai à l'autre. Cette libération d'énergie est donc décomposée en deux parties :

- « Enthalpie de combustion » $E_{\text{combustion}}$, rassemblant l'énergie supposée effectivement libérée par les gaz issus d'un processus d'oxydation ;
- « Potentiel de combustion » $E_{\text{potentiel_combustion}}$, quantifiant l'énergie qui pourrait encore être libérée si la combustion des gaz ventés était complète.

Dans une démarche prudente, le terme source considérera que la combustion est complète. L'analyse de nos données d'essai montre que la réalité peut s'approcher de cette hypothèse (jusqu'à 99% de combustion déjà observée).

L'enthalpie de combustion $E_{\text{combustion}}$ peut être estimée, avec quelques précautions, par les méthodes habituelles en calorimétrie incendie en se basant sur le principe dit de Thornton³:

- méthode OC (Oxygen Consumption), basée sur la consommation d'oxygène ;
- principe CDG (Carbon Dioxide Generation), reliant la puissance libérée par combustion aux débits de production d'oxydes de carbone (CO et CO_2).

Le potentiel de combustion $E_{\text{potentiel_combustion}}$ peut, quant à lui, être estimé par quantification des gaz oxydables libérés par la cellule au cours de son emballage thermique (hydrocarbures, carbonates, CO et H_2) mais qui n'ont pas encore été complètement oxydés lors de l'essai. Le potentiel de combustion $E_{\text{potentiel_combustion}}$ est obtenu en multipliant chaque quantité de gaz mesurée par l'enthalpie de combustion propre de ce gaz.

³ W. M. Thornton, « XV. The relation of oxygen to the heat of combustion of organic compounds », *Lond. Edinb. Dublin Philos. Mag. J. Sci.*, vol. 33, n° 194, p. 196-203, févr. 1917, doi: 10.1080/14786440208635627.

1.3 Modèle de développement de l'incendie au sein de la batterie

Il s'agit d'évaluer la cinétique de propagation du feu dans un module ou un pack batterie suite à l'emballement thermique d'une cellule.

La méthodologie pour calculer la puissance totale émise par l'incendie d'un module ou d'un pack batterie consiste à sommer les débits calorifiques des différents éléments composant le pack en considérant que la propagation de l'incendie s'effectue d'un élément enflammé à celui ou ceux directement adjacent(s).

La Figure 11 présente un exemple de configuration de propagation au sein d'un module et la Figure 12 au sein d'un pack batterie.

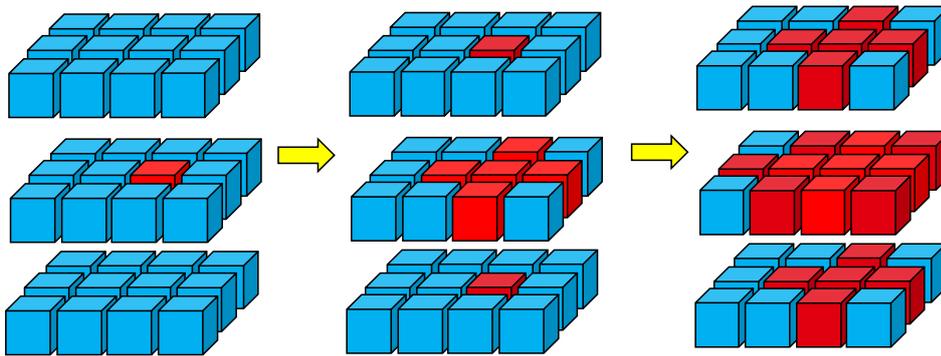


Figure 11 : Propagation au sein d'un module

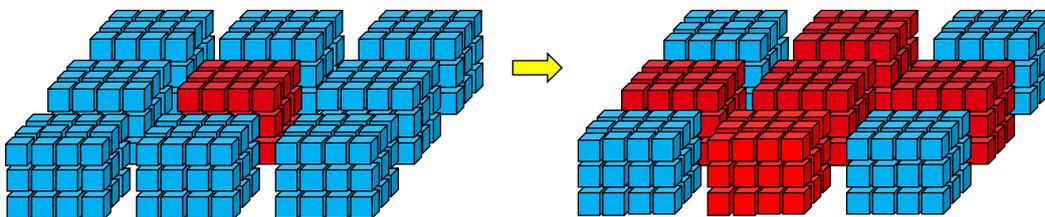


Figure 12 : Propagation au sein d'un pack batterie

Les principaux paramètres régissant le comportement global de l'incendie au sein du pack batterie sont les suivants :

- capacité électrique d'une cellule ;
- débit calorifique unitaire d'une cellule enflammée ;
- agencement des cellules dans le module et des modules dans le pack ;
- position de la zone d'inflammation,
- fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale disponible dans une cellule ;
- délai de propagation de l'incendie entre les cellules et entre les modules.

Ils sont décrits dans les paragraphes suivants.

1.3.1 Ajustement des paramètres

1.3.1.1 Débit calorifique unitaire

Le débit calorifique fixé par kJ électrique est rappelé sur la Figure 13. Le débit calorifique d'une cellule est donc obtenu en multipliant la courbe jaune du graphe par l'énergie électrique de la cellule.

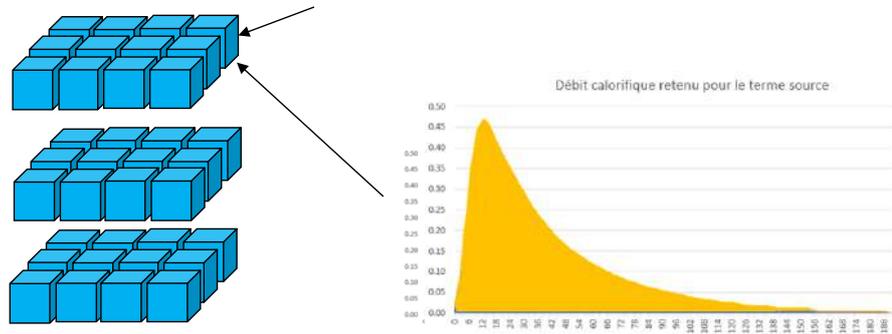


Figure 13 : Débit calorifique par kJ électrique

1.3.1.2 Agencement des cellules et des modules dans le pack et zone d'inflammation

La vitesse de propagation de l'incendie au sein du module et du pack dépendra de l'agencement des cellules dans le module, de l'agencement des modules dans le pack, et de la position de la zone d'inflammation.

La Figure 14 présente deux agencements de cellules différents dans le module et la Figure 15 présente deux points d'inflammation différents pour une même géométrie de module.

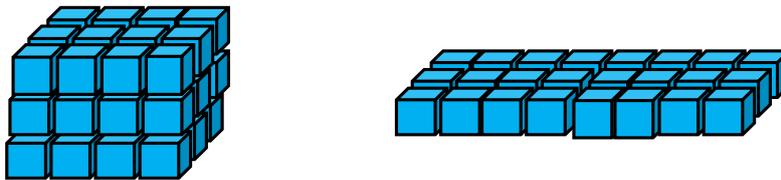


Figure 14 : Deux agencement de cellules différents dans un module

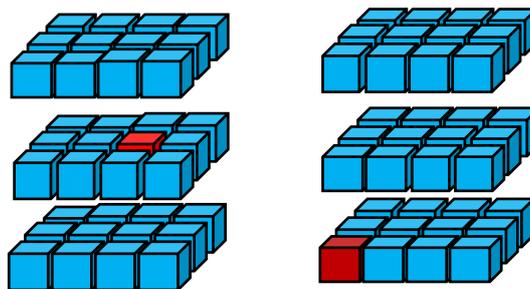


Figure 15 : Deux points d'inflammation différents dans un module

Il est évident que l'agencement en cube des cellules dans un module et un point d'inflammation au centre (configurations de gauche sur les Figure 14 et Figure 15) conduiront à un développement plus rapide de l'incendie. Ce sont donc ces deux paramètres qui seront retenus dans le modèle.

1.3.1.3 Fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale disponible dans une cellule

La fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale contenue dans une cellule est fixée sur la base des observations expérimentales.

D'après le retour d'expérience, on montre que cette fraction dépend du mode d'agression de la batterie.

Quel que soit le type de déclencheur (brûleur, feu englobant, échauffement localisé), les essais réalisés par l'Ineris⁴ montrent que l'énergie libérée peut dans certain cas atteindre 82 % de l'énergie disponible évaluée avec la méthode décrite dans le paragraphe 3.1 (hors énergie libérée par les matières actives non mesurables par les méthodes de mesures utilisées).

Toutefois, ne pouvant pas garantir que toute l'énergie disponible ne soit pas émise pendant la combustion, et dans une approche sécuritaire, il est considéré dans les modélisations que 100 % de l'énergie disponible est libérée en cas d'emballement thermique de la batterie.

1.3.1.4 Délais de propagation de l'incendie entre les cellules et entre les modules

Les délais de propagation de l'incendie aux éléments adjacents sont également fixés sur la base des observations expérimentales en fonction de la nature de l'agression initiale.

Ces délais dépendent, d'une part, de la compacité des cellules dans les modules et des modules dans les packs batterie, et d'autre part, de la nature des matériaux composant les casings des cellules et des modules.

Une valeur moyenne sera retenue pour les modules et pour les cellules, en accord avec les essais réalisés par l'Ineris⁵, les valeurs n'étant pas fortement dispersées.

1.3.2 Synthèse

Le Tableau 3 synthétise les paramètres pris en compte dans le modèle de propagation.

Paramètres	Valeur retenue	Commentaire
Débit calorifique unitaire d'une cellule	En fonction du temps	<p>Débit calorifique retenu pour le terme source</p>
Agencement des cellules et des modules	En blocks	Pour favoriser le développement du feu dans l'élément
Zone d'inflammation	Le cas échéant, au centre d'une cellule située elle-même au centre du pack batterie	Idem
Fraction d'énergie libérée par rapport à l'énergie disponible	100 %	
Délai de propagation entre les cellules	120 s	Cette valeur est donnée par l'observation expérimentale
Délai de propagation entre les modules	150 s	Cette valeur est donnée par l'observation expérimentale

Tableau 3 : Paramètres retenus pour la détermination du débit calorifique d'un pack de batteries

⁴ FAA, "Flammable Gas Analysis," in Flammable Gas Analysis, April 2021

⁵ FAA, "Flammable Gas Analysis," in Flammable Gas Analysis, April 2021

ANNEXE 2

**Note de calcul Flumilog du scénario d'incendie de 6 alcôves avec
chute des parois**

12 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV6.0.3

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	6_alveoles
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	13/11/2024 à 16:08:47 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	13/11/24

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

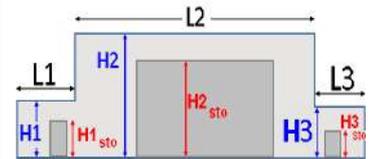
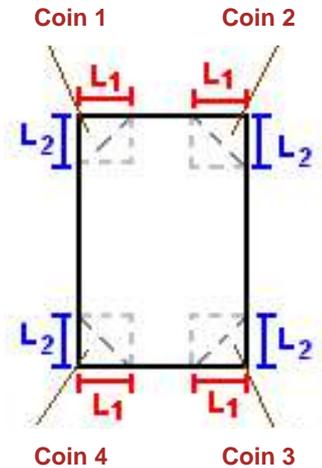
Hauteur de la cible : **1.8** m

Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **1** min ; REI C1/C3 : **1** min

Géométrie Cellule1

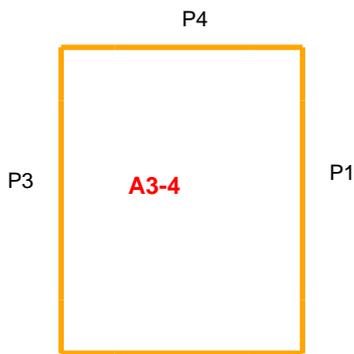
Nom de la Cellule :A3-4			
Longueur maximum de la cellule (m)	8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)	5.4		
Hauteur maximum de la cellule (m)	5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A3-4



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	4.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	0.0
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	0.0
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

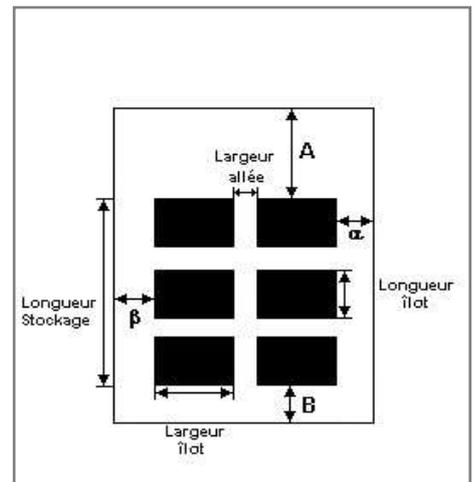
Stockage de la cellule : A3-4

Mode de stockage

Masse

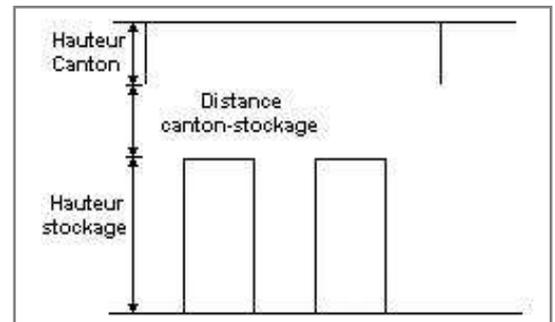
Dimensions

Longueur de préparation A	2.6 m
Longueur de préparation B	2.7 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	0.8 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	2
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	3.6 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	2.4 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A3-4

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 7 kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	12.5 min
Puissance dégagée par la palette :	2564.0 kW

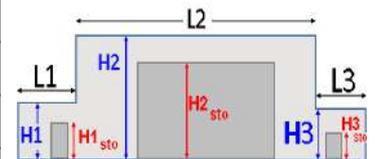
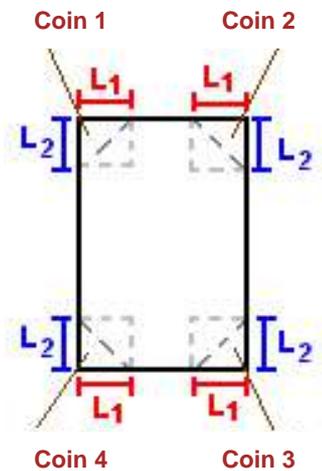
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8** m

Géométrie Cellule2

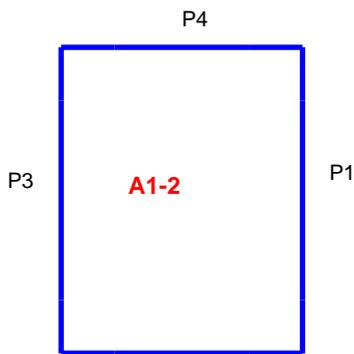
Nom de la Cellule :A1-2				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		5.4		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A1-2



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

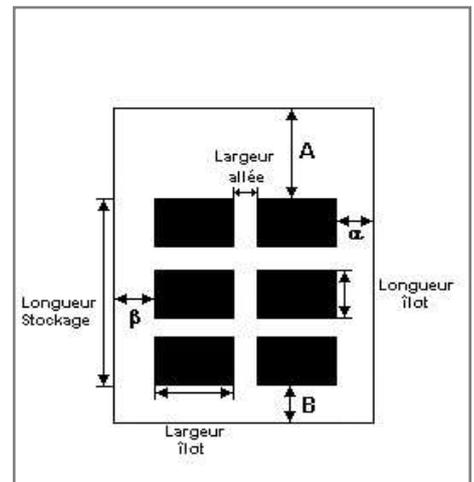
Stockage de la cellule : A1-2

Mode de stockage

Masse

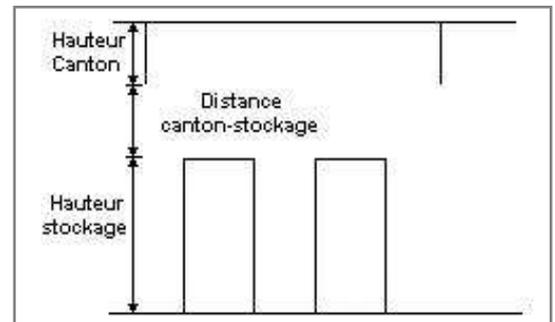
Dimensions

Longueur de préparation A	2.6 m
Longueur de préparation B	2.7 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	0.8 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	2
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	3.6 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	2.4 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A1-2

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 7 kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	12.5 min
Puissance dégagée par la palette :	2564.0 kW

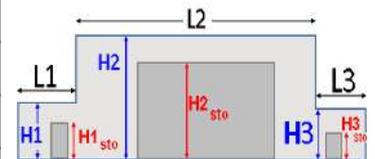
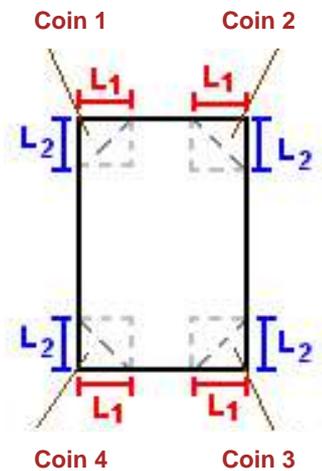
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule3

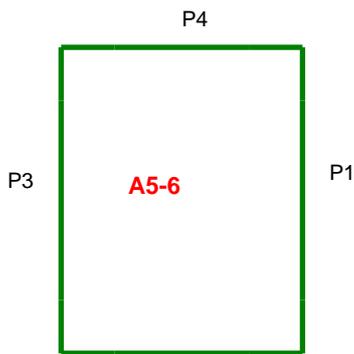
Nom de la Cellule :A5-6				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		5.4		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A5-6



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

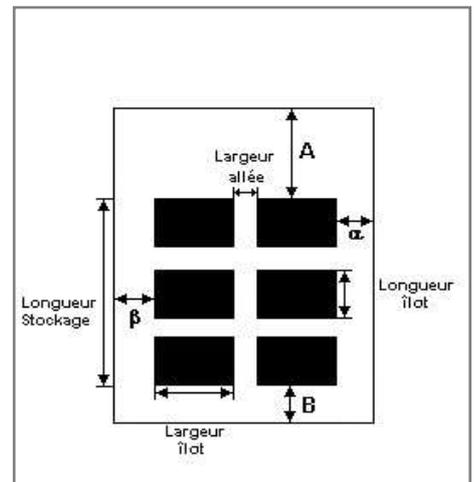
Stockage de la cellule : A5-6

Mode de stockage

Masse

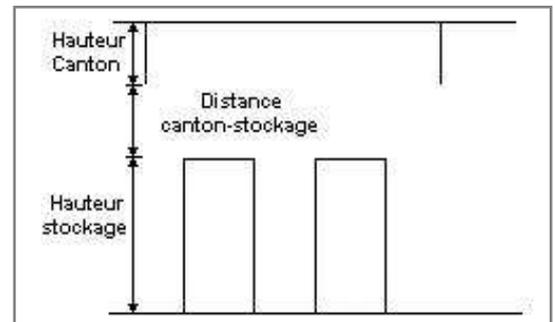
Dimensions

Longueur de préparation A	2.6 m
Longueur de préparation B	2.7 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	0.8 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	2
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	3.6 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	2.4 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A5-6

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 7 kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	12.5 min
Puissance dégagée par la palette :	2564.0 kW

II. RESULTATS :

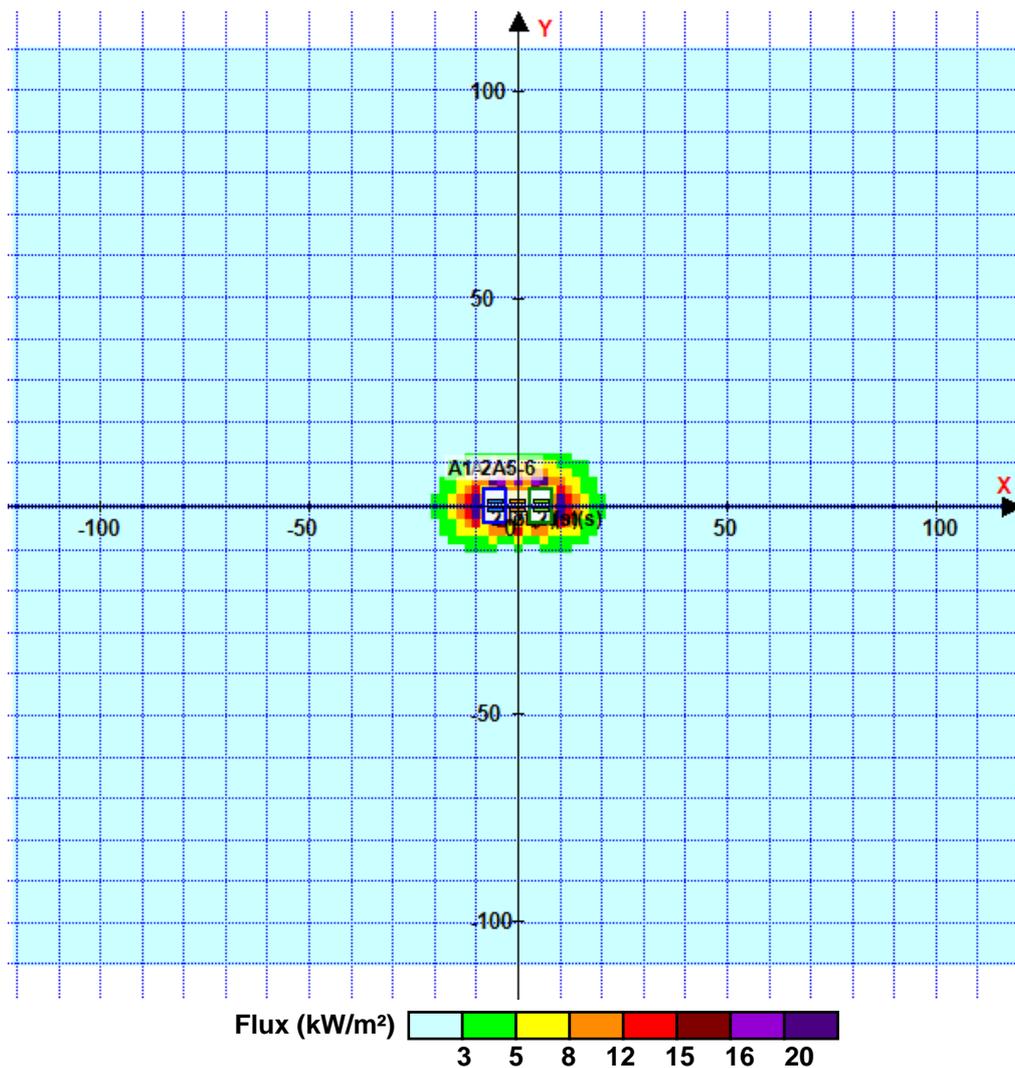
Départ de l'incendie dans la cellule : **A3-4**

Durée de l'incendie dans la cellule : A3-4 **46.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A1-2 **46.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A5-6 **46.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

	<i>ETUDE DE DANGERS</i>	juillet 25
		Page 110 sur 110

ANNEXE 12 : ETUDE DE FLUX THERMIQUE INERIS – INCENDIE D’UN CAMION CHARGE EN BATTERIES



(ID Modèle = 454988)

Ineris - 229583 - 2803739 - v1.0

19/09/2024

Modélisation de scénarios d'incendie dans un camion et un groupe de conteneurs

VOLTR

PRÉAMBULE

Le présent document a été établi sur la base des informations transmises à l'Ineris. La responsabilité de l'Ineris ne peut pas être engagée, directement ou indirectement, du fait d'inexactitudes, d'omissions ou d'erreurs ou tous faits équivalents relatifs aux informations fournies.

L'exactitude de ce document doit être appréciée en fonction des connaissances disponibles et objectives et, le cas échéant, de la réglementation en vigueur à la date d'établissement du présent document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La prestation ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser le document après cette date.

L'établissement du présent document et la prestation associée sont réalisés dans le cadre d'une obligation de moyens.

Au vu de la mission qui incombe à l'Ineris au titre de l'article R131-36 du Code de l'environnement, celui-ci n'est pas décideur. Ainsi, les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre de cette prestation ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur. Par conséquent la responsabilité de l'Ineris ne peut pas se substituer à celle du décideur qui est donc notamment seul responsable des interprétations qu'il pourrait réaliser sur la base de ce document. Tout destinataire du document utilisera les résultats qui y sont inclus intégralement ou sinon de manière objective. L'utilisation du présent document sous forme d'extraits ou de notes de synthèse s'effectuera également sous la seule et entière responsabilité de ce destinataire. Il en est de même pour toute autre modification qui y serait apportée. L'Ineris dégage également toute responsabilité pour toute utilisation du document en dehors de son objet.

En cas de contradiction entre les conditions générales de vente et les stipulations du présent préambule, les stipulations du présent préambule prévalent sur les stipulations des conditions générales de vente.

Nom de la Direction en charge du rapport : DIRECTION INCENDIE DISPERSION EXPLOSION

Rédaction : MURILLO-RUEDA Carlos

Vérification : GENTILHOMME OLIVIER; LEROY GUILLAUME

Approbation : Document approuvé le 19/09/2024 par PIQUETTE BERNARD

Table des matières

1	Introduction	7
2	Méthodologie de travail	8
2.1	Evaluation des effets thermiques	8
2.1.1	Outil de modélisation	8
2.1.2	Choix des seuils thermiques étudiés	8
2.2	Evaluation des effets de toxicité aiguë	8
2.2.1	Caractérisation du terme source	8
2.2.2	Outil de modélisation	9
2.2.3	Conditions atmosphériques	9
2.2.4	Choix des seuils toxiques étudiés	10
2.3	Détermination des distances de visibilité	10
3	Scénario N°1 : modélisation de l'incendie d'un bâtiment d'alcôves stockant des batteries Li-ion chargées à 100%.....	12
3.1	Description du scénario	12
3.2	Evaluation des effets thermiques	13
3.2.1	Caractérisation du terme source	13
3.2.2	Présentation des distances d'effets.....	14
3.2.3	Propagation de l'incendie (22 alcôves)	16
3.3	Evaluation des effets de toxicité aiguë pour un groupe de 6 et de 12 alcôves	17
3.3.1	Caractérisation du terme source	17
3.3.2	Dispersion des fumées	20
3.3.3	Distances d'effets de toxicité aiguë	22
3.4	Détermination des distances de visibilité	23
4	Scénario N°2 : Modélisation de l'incendie d'un poids lourd rempli de batteries Li-ion chargées à 100%.....	26
4.1	Description du scénario	26
4.2	Evaluation des effets thermiques	26
4.2.1	Caractérisation du terme source	26
4.2.2	Présentation des distances d'effets.....	28
4.3	Evaluation des effets de toxicité aiguë	28
4.3.1	Caractérisation du terme source	28
4.3.2	Dispersion des fumées	30
4.3.3	Distances d'effets de toxicité aiguë	32
4.4	Détermination des distances de visibilité	32
5	Conclusions	34
6	Annexes.....	36

Table des illustrations

Figure 1 : Zone de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49)	7
Figure 2 : Zone de stockage des batteries Li-ion	12
Figure 3 : Alcôves de stockage des batteries Li-ion.....	12
Figure 4 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (sous-scénario de 6 alcôves).....	13
Figure 5 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (sous-scénario de 12 alcôves).....	13
Figure 6 : Débit calorifique obtenu pour une batterie de 20 kWh (60 cellules – 12 cellules/module) ...	14
Figure 7 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°1 (sous-scénario de 6 alcôves)	14
Figure 8 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°1 (sous-scénario de 12 alcôves).....	15
Figure 9 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (10 alcôves)	16
Figure 10 : Cartographie des flux thermiques du scénario de propagation	16
Figure 11 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer développé).....	20
Figure 12 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)	21
Figure 13 : Panaches de dispersion (SEL) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)	21
Figure 14 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°1 (12 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)	22
Figure 15 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 6 alcôves (foyer développé).....	23
Figure 16 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 6 (foyer en phase d'extinction)	23
Figure 17 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 12 alcôves (foyer développé).....	24
Figure 18 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 12 alcôves (foyer en phase d'extinction).....	24
Figure 19 : Modèle Flumilog du scénario N°2	26
Figure 20 : Débit calorifique d'incendie retenu pour le poids lourd	27
Figure 21 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°2	28
Figure 22 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer développé).....	30
Figure 23 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction).....	31
Figure 24 : Panaches de dispersion (SEL) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction).....	31
Figure 25 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour l'incendie d'un poids lourd chargé de batteries (foyer développé).....	32
Figure 26 : Concentration maximale de CO ₂ à hauteur d'homme pour l'incendie d'un poids lourd chargé de batteries (foyer en phase d'extinction)	33
Figure 27 : Détermination du débit calorifique émis lors de l'emballage thermique du pack batterie	37
Figure 28 : Décomposition macroscopique des contributions calorifiques lors de l'emballage thermique d'une cellule Li-Ion	38
Figure 29 : Propagation au sein d'un module.....	40
Figure 30 : Propagation au sein d'un pack batterie.....	40
Figure 31 : Débit calorifique par kJ électrique	41
Figure 32 : Deux agencement de cellules différents dans un module	41
Figure 33 : Deux points d'inflammation différents dans un module	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Hypothèses sur le devenir des éléments présents dans les combustibles.....	9
Tableau 2 : Hypothèses sur le devenir des éléments et des sources potentielles de nuisance	10
Tableau 3 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°1 à hauteur d'homme (6 alcôves)	15
Tableau 4 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°1 à hauteur d'homme (12 alcôves)	15
Tableau 5 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario de propagation à hauteur d'homme	17
Tableau 6 : Taux d'émission des polluants émis par l'emballage thermique de batteries de technologie NMC	18
Tableau 7 : Composition massique des fumées pour le scénario N°1 (6 alcôves).....	19
Tableau 8 : Composition massique des fumées pour le scénario N°1 (12 alcôves).....	19
Tableau 9 : Caractéristiques du terme source pour les fumées pour le scénario N°1.....	19
Tableau 10 : Seuils de toxicité aiguë pour les effets irréversibles (SEI) et les premiers effets létaux (SEL) (valeurs issues du site www.ineris.fr/susstances).....	20
Tableau 11 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°1 (6 alcôves)	22
Tableau 12 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°1 (12 alcôves)	22
Tableau 13 : Distances de visibilité du scénario N°1	25
Tableau 14 : Caractéristiques des cellules du scénario N°2.....	26
Tableau 15 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°2 à hauteur d'homme	28
Tableau 16 : Matériaux combustibles identifiés en proportions majeures dans un véhicule	29
Tableau 17 : Composition massique des fumées pour le scénario N°2	29
Tableau 18 : Caractéristiques du terme source pour les fumées pour le scénario N°2.....	30
Tableau 19 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°2	32
Tableau 20 : Distances de visibilité du scénario N°2	33
Tableau 21 : Distances maximales des flux thermiques à hauteur d'homme.....	34
Tableau 22 : Distances d'effets de toxicité aiguë	34
Tableau 23 : Distances maximales de visibilité	35
Tableau 24 : Paramètres retenus pour la détermination du débit calorifique d'un pack de batteries ...	42

Pour citer ce document :

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, Modélisation de scénarios d'incendie dans un camion et un groupe de conteneurs, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 229583 - 2803739 - v1.0, 19/09/2024.

Mots-clés :

Conteneurs, semi-remorque, batteries Li-ion.

1 Introduction

La société VOLTR souhaite implanter un site de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49), à proximité de l'autoroute A11. Ce site de stockage sera situé dans la zone délimitée en rouge sur la Figure 1.



Figure 1 : Zone de stockage de 50 t de batteries « déchets » dans la région de Durtal (49)

Les batteries, de technologie Li-ion, arrivent et sont stockées sur site dans des caisses ADR (1,2 m x 1,0 m x 0,8 m) fabriquées en plastique (PEHD). Le poids à vide d'une caisse ADR est de 50,4 kg. Chacune de ces caisses peut stocker des batteries de capacités différentes qui constituent un stockage d'environ 20 kWh, soit une masse de 600 kg. Le poids d'une caisse pleine est donc d'environ 650 kg au maximum.

Pour établir son dossier de demande d'autorisation à exploiter, la société VOLTR souhaite évaluer les effets thermiques et de toxicité aigüe des 2 scénarios suivants :

- Scénario N°1 : incendie d'un groupe d'alcôves dédié au stockage de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 % ;
- Scénario N°2 : incendie d'un poids-lourd de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 %.

2 Méthodologie de travail

2.1 Evaluation des effets thermiques

2.1.1 Outil de modélisation

Les effets thermiques de l'incendie d'un stockage de batteries ont été évalués à l'aide du logiciel *FLUMillog*. Ce logiciel permet normalement de modéliser l'évolution de l'incendie déclaré dans un entrepôt logistique depuis l'inflammation jusqu'à son extinction. Il prend en compte le rôle joué par la nature du stockage et par sa compacité. Les flux thermiques sont donc calculés à chaque instant en fonction de la progression de l'incendie dans le stockage. La méthode de calcul de *FLUMillog* est décrite en détail dans le document de référence Ineris-204476-2728180-v1.0¹.

La méthode Flumilog a été utilisée dans sa version disponible au public pour les feux de camions transportant des batteries et les stockages de batteries à petite échelle. Il est toutefois nécessaire de noter que cette version ne permet pas de modéliser l'incendie d'un stockage de batteries à l'échelle d'un entrepôt car il n'a pas été développé pour prendre en compte les mécanismes de transfert de chaleur spécifiques à l'emballage thermique des batteries susceptibles de se produire à grande échelle.

2.1.2 Choix des seuils thermiques étudiés

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005², l'INERIS a déterminé les distances d'effets thermiques pour les seuils suivants :

- SEI : Seuil des Effets Irréversibles au 3 kW/m² correspondant à la zone des dangers significatifs pour la vie humaine ;
- SEL : Seuil des premiers Effets Létaux au 5 kW/m² correspondant à la zone des dangers graves pour la vie humaine ;
- SELS : Seuil des Effets Létaux Significatifs au 8 kW/m² correspondant à la zone des dangers très graves pour la vie humaine. Ce seuil correspond également au critère de propagation du feu (effet domino).

2.2 Evaluation des effets de toxicité aigüe

2.2.1 Caractérisation du terme source

Sauf pour les batteries pour lesquelles l'Ineris s'est appuyé sur des données expérimentales, la composition des fumées émises à l'atmosphère est basée sur la composition et la quantité des combustibles pris dans l'incendie.

Le Tableau 1 résume alors les hypothèses prises par l'Ineris sur le devenir des éléments présents dans ces combustibles :

¹ Rapport final 13/01/2023 Ineris 204476 2728180 v1.0 - FLUMILOG - Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt.

² Arrêté du 29/09/05 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.

Élément	Hypothèses de base sur les rapports molaires
Carbone	Foyer pleinement développé : CO/CO ₂ = 0,10 Foyer en phase d'extinction : CO/CO ₂ = 0,25
Chlore	Cl → 100 % HCl
Souffre	S → 100 % SO ₂
Azote	N → 40 % en (NO ₂ + HCN) et 60 % N ₂

Tableau 1 : Hypothèses sur le devenir des éléments présents dans les combustibles

Les caractéristiques d'émission des fumées (vitesse et hauteur d'émission, débit des fumées) ont été déterminées à l'aide de la corrélation de Heskestad. Pour plus d'information sur cette corrélation, le lecteur pourra se référer au rapport Omega-16³ de l'Ineris.

2.2.2 Outil de modélisation

La modélisation atmosphérique du panache de fumées est réalisée avec PHAST v8.4 pour les conditions météorologiques définies pour les rejets en hauteur (cf. § 2.2.3).

PHAST est un code de dispersion atmosphérique du type intégral. D'un niveau de complexité moindre que les modèles 3D mais plus précis que les modèles purement gaussiens, il permet de résoudre les équations de la mécanique des fluides de manière paramétrique. La dispersion du polluant toxique peut être traitée par 4 modules ayant chacun ses propres spécificités, à savoir :

- Un premier module lorsque l'énergie cinétique du rejet domine la dispersion (cas des rejets de gaz sous forte pression) ;
- Un second module lorsque la dispersion est dominée à la fois par l'énergie cinétique du rejet et des effets de gravité ;
- Un troisième pour les calculs de dispersion des gaz lourds ;
- Un quatrième modélisant plus particulièrement la dispersion gaussienne qui s'applique à tout type de polluant émis dès lors que celui-ci adopte un comportement « dynamique passif » au sein du milieu ambiant (cas des rejets fortement dilués par exemple).

Parmi les limites de PHAST, on peut indiquer que :

- Le terrain est considéré comme plat, de rugosité uniforme ($z_0 = 183$ mm) et non encombré d'obstacles de taille significative ;
- Les conditions météorologiques sont considérées invariables tout au long de l'incendie et de la dispersion dans l'atmosphère.

2.2.3 Conditions atmosphériques

Pour rappel, les conditions météorologiques sont issues de la classification de Pasquill, la première lettre correspondant à la stabilité atmosphérique (de A – très instable – à F – très stable) et le second chiffre à la vitesse de vent (exprimée en m/s) prise à la hauteur de référence de 10 m. A noter que ces valeurs ne sont pas complètement indépendantes l'une de l'autre et le choix du couple n'est donc pas arbitraire

³ OMEGA 16 - Recensement des substances toxiques (ayant un impact potentiel à court, moyen et long terme) susceptibles d'être émises par un incendie - Ω 16. Ineris - 203887 - 2079442 - v4.0

Pour des rejets en hauteur, et conformément à la circulaire du 10 mai 2010⁴, l'Ineris a étudié les conditions météorologiques suivantes :

Type de rejet	Stabilité atmosphérique	Vitesses du vent considérées (m/s)
Rejet horizontal au niveau du sol	D F	5 (conditions médianes) 3 (conditions défavorables)
Rejet en altitude ou rejet vertical ou rejet de gaz léger	A	3
	B	3 et 5
	C	5 et 10
	D	5 et 10
	E	3
	F	3

Tableau 2 : Hypothèses sur le devenir des éléments et des sources potentielles de nuisance

2.2.4 Choix des seuils toxiques étudiés

Conformément à l'arrêté du 29 septembre 2005, l'Ineris a étudié les seuils suivants :

- SEI : Seuil des Effets Irréversibles (dangers significatifs) ;
- SEL : Seuil des premiers Effets Létaux (dangers graves) correspondant à une létalité moyenne de 1 % observée sur la population exposée.

2.3 Détermination des distances de visibilité

L'opacité des fumées est estimée à partir de l'approche utilisée dans les tunnels, faute de disposer de meilleures alternatives. Cette approche est issue du guide du Centre d'Etudes des Tunnels (CETU)⁵ fascicule 4. Il s'agit d'évaluer la distance de visibilité à partir de la fraction volumique de CO₂ dans l'espace.

L'équation suivante est utilisée :

$$K = 83000 \frac{C_{CO_2}}{T_g}$$

Avec :

K : Coefficient d'extinction [m⁻¹] ;

T_g : température du mélange gazeux en un point de l'espace, fixée ici à la température ambiante [K] ;

C_{CO_2} : concentration de CO₂ au même point [m³ de CO₂ / m³ de fumées].

⁴ Circulaire du 10 mai 2010. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement 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

⁵ Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers – Les études spécifiques de danger, septembre 2003.

La distance de visibilité est alors donnée par :

$$d = \frac{C}{K}$$

où C est un coefficient adimensionnel qui prend en compte le contraste d'éclairement. En extérieur, il est communément admis que C est égal à 2 pour prendre en compte les conditions nocturnes.

3 Scénario N°1 : modélisation de l'incendie d'un bâtiment d'alcôves stockant des batteries Li-ion chargées à 100%

3.1 Description du scénario

Le stockage des batteries Li-ion s'effectuera dans 22 alcôves selon le schéma présenté dans la Figure 2 :

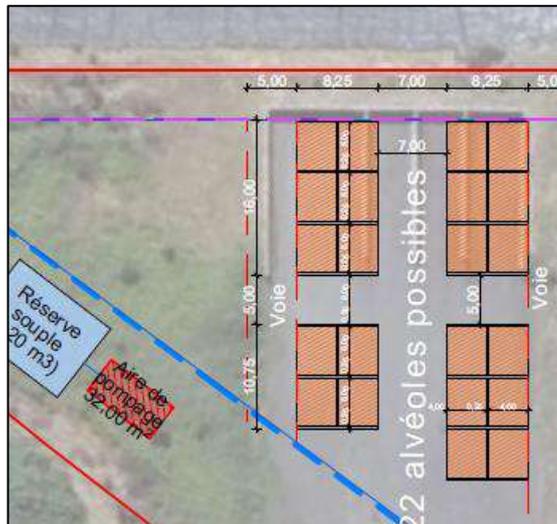


Figure 2 : Zone de stockage des batteries Li-ion

Toutes les alcôves sont construites de la même façon (cf. Figure 3a). Elles sont constituées de 3 parois REI 120 et, à une certaine hauteur au-dessus de ces parois, d'une toiture en acier (cf. Figure 3b). Comme on peut le constater sur cette figure, chaque alcôve est donc relativement ouverte vers l'extérieur et vers les alcôves adjacentes. Pour limiter le risque de propagation thermique, les batteries sont d'abord stockées dans une caisse ADR, puis 4 de ces caisses ADR sont ensuite positionnées dans un conteneur et ce conteneur est lui-même placé dans une alcôve. Dans chaque alcôve, on peut donc avoir une capacité maximale en batteries de 80 kWh.

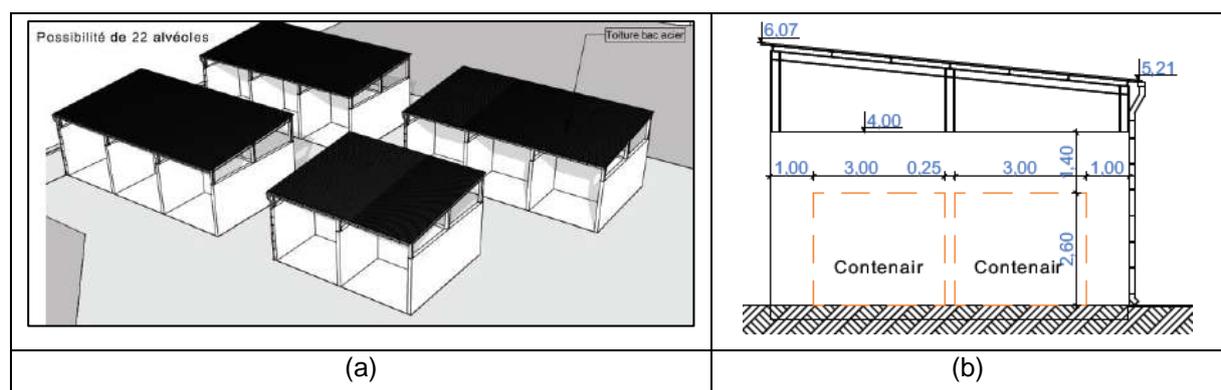


Figure 3 : Alcôves de stockage des batteries Li-ion

Dans ce scénario, l'Ineris a considéré l'incendie généralisé d'un ou deux bâtiments de 6 alcôves. Dans chaque sous-scénario, les conteneurs sont remplis de batteries Li-ion (hors LMP) chargées à 100 % et le départ de feu pourrait être lié à l'emballement thermique d'une des batteries stockées dans une caisse ADR.

Au global, l'incendie de 6 alcôves mobilise 24 caisses ADR et une capacité totale de batteries de 480 kWh. Ces quantités sont dupliquées pour le groupe de 12 alcôves.

L'Ineris tient à faire les remarques suivantes :

- Dans son évaluation des conséquences, l'Ineris n'a pas tenu compte d'un quelconque effet des caisses ADR et du container sur la cinétique de propagation de l'incendie. De plus, compte tenu des spécificités du feu de batteries (projection de matières en feu, forte émittance...) et du degré d'ouverture des alcôves, l'Ineris a considéré que la propagation était possible malgré la présence des parois REI 120. Toutes ces hypothèses permettent d'avoir une évaluation prudente des distances de sécurité ;
- Les effets de l'incendie du plus grand bâtiment couvriront ceux du même scénario impactant les 10 alcôves.

3.2 Evaluation des effets thermiques

3.2.1 Caractérisation du terme source

Comme indiqué précédemment, l'Ineris a utilisé le logiciel Flumilog pour simuler l'incendie dans les alcôves de stockage. Comme le logiciel ne permet de modéliser que 3 cellules de stockage en simultanément, l'Ineris a donc réalisé sa mise en donnée de la façon suivante :

- 1 bâtiment (6 alcôves) : chaque cellule du logiciel correspond à 2 alcôves. Dès lors, dans chaque cellule, $2 \times 4 = 8$ caisses ADR de batteries sont présentes (cf. Figure 4).



Figure 4 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (sous-scénario de 6 alcôves)

- 2 bâtiments (12 alcôves) : chaque cellule du logiciel correspond à 4 alcôves. Dès lors, dans chaque cellule, $4 \times 4 = 16$ caisses ADR de batteries sont présentes (cf. Figure 5).



Figure 5 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (sous-scénario de 12 alcôves)

Le débit calorifique associé à une caisse ADR de batteries de 20 kWh au maximum a été déterminé avec le modèle de propagation décrit dans l'Annexe 1. L'utilisation de ce modèle a permis d'établir le profil présenté sur la Figure 6. Selon les prédictions obtenues, le pic de puissance atteint une valeur maximale de 3,8 MW et la durée de l'incendie est d'environ 16 min. Ce sont ces valeurs qui ont notamment été utilisées pour la mise en données du logiciel Flumilog.

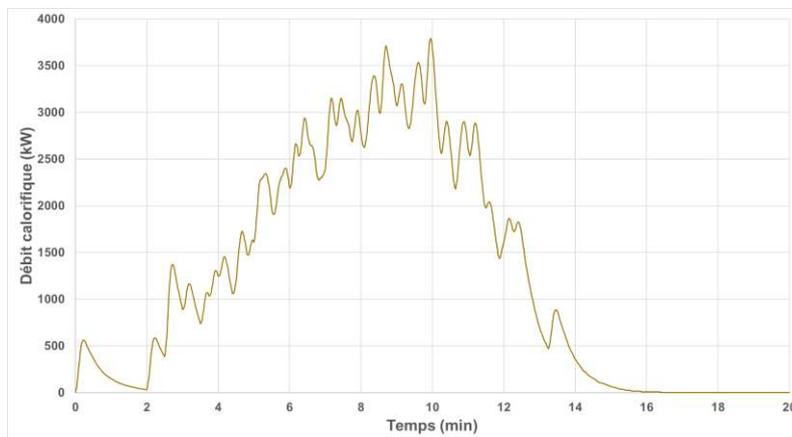


Figure 6 : Débit calorifique obtenu pour une batterie de 20 kWh (60 cellules – 12 cellules/module)

3.2.2 Présentation des distances d'effets

3.2.2.1 1 bâtiment (6 alcôves)

La Figure 7 présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie du bâtiment constitué de 6 alcôves, telle que prédite par le logiciel Flumilog. Pour rappel, cette cartographie est obtenue sans la prise en compte des murs REI 120 (cf. §3.1). Les paramètres de modélisation sont détaillés dans l'Annexe 2.

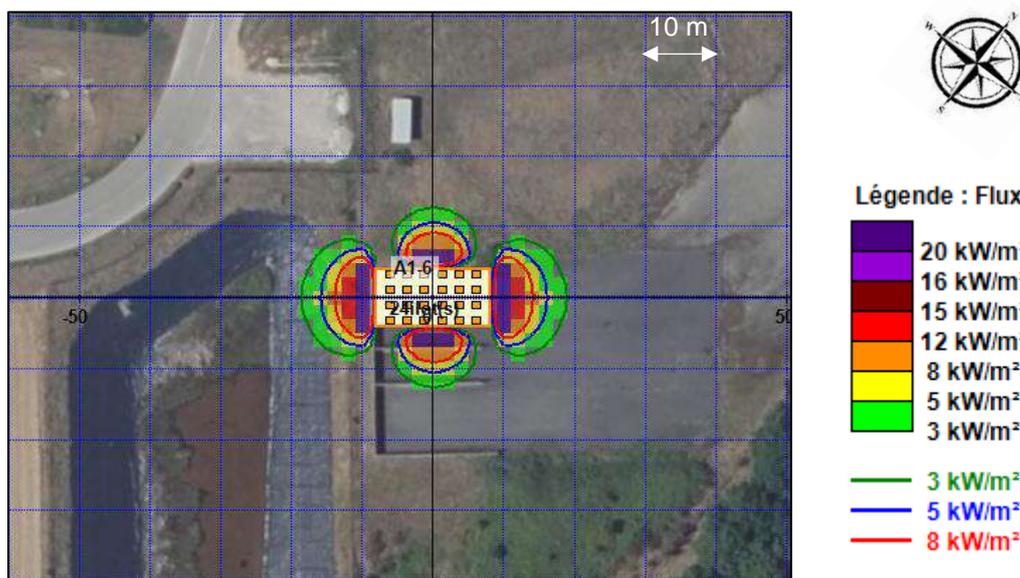


Figure 7 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°1 (sous-scénario de 6 alcôves)

La durée estimée pour l'incendie généralisé d'un bâtiment de 6 alcôves est d'environ 50 min et les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale vers le Nord (m)	Distance maximale vers le Sud (m)	Distance maximale vers l'Est (m)	Distance maximale vers l'Ouest (m)
SEI (3 kW/m ²)	10,0	10,0	11,0	11,0
SEL (5 kW/m ²)	10,0	10,0	10,0	10,0
SELS (8 kW/m ²)	5,0	5,0	5,0	5,0

Tableau 3 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°1 à hauteur d'homme (6 alcôves)

3.2.2.2 2 bâtiments (12 alcôves)

La Figure 8 présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie de deux bâtiments tel que prédit par le logiciel Flumilog. Pour rappel, cette cartographie est obtenue sans la prise en compte des murs REI 120 (cf. §3.1). Les paramètres de modélisation sont détaillés dans l'Annexe 3.

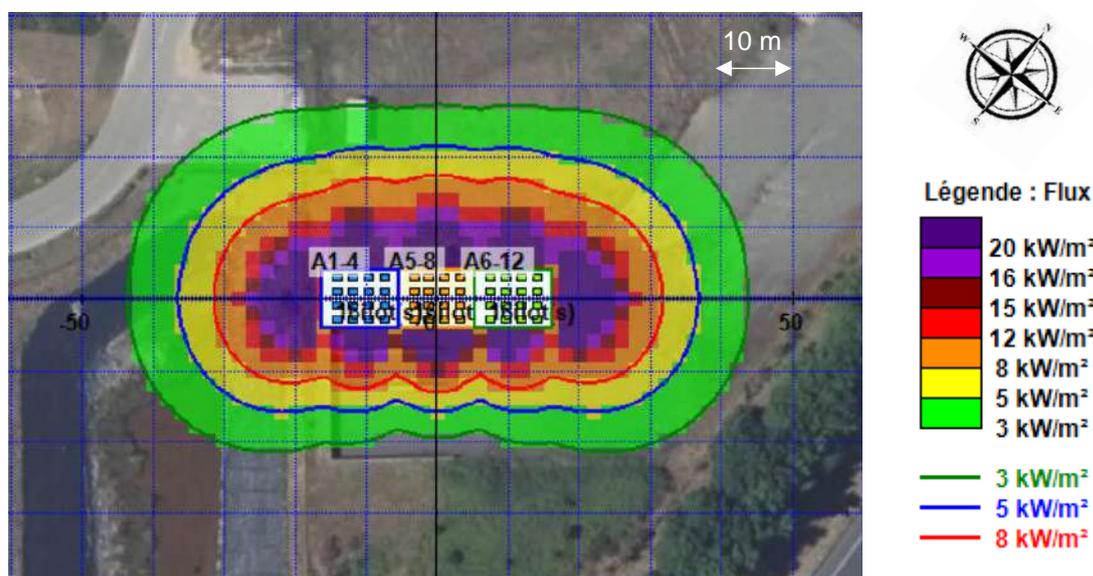


Figure 8 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°1 (sous-scénario de 12 alcôves)

La durée estimée pour l'incendie généralisé de deux bâtiments (12 alcôves) est d'environ 50 min et les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale vers le Nord (m)	Distance maximale vers le Sud (m)	Distance maximale vers l'Est (m)	Distance maximale vers l'Ouest (m)
SEI (3 kW/m ²)	21,0	17,0	24,0	24,0
SEL (5 kW/m ²)	17,0	11,0	18,0	18,0
SELS (8 kW/m ²)	13,0	9,0	12,0	12,0

Tableau 4 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°1 à hauteur d'homme (12 alcôves)

Remarque : à titre d'information, dans l'Annexe 4, l'Ineris présente la cartographie des flux thermiques de ce même scénario d'incendie dans le cas il est démontré que les parois REI 120 résistent à la sollicitation thermique du feu de batteries.

3.2.3 Propagation de l'incendie (22 alcôves)

La Figure 2 montre que la distance qui sépare les groupes de 12 et de 10 alcôves est de seulement 7 mètres. Dès lors, le deuxième bâtiment est localisé dans la zone des effets domino ou de flux thermiques égaux ou supérieurs à 8 kW/m^2 (cf. Tableau 4). En conséquence, l'Ineris a considéré le scénario d'incendie généralisé aux deux bâtiments.

La Figure 9 présente le modèle correspondant au deuxième bâtiment. Ce modèle a été construit selon les critères définis pour le grand bâtiment de 12 alcôves. Les résultats obtenus pour ce bâtiment sont présentés dans l'Annexe 5.



Figure 9 : Modèle Flumilog du scénario N°1 (10 alcôves)

La Figure 10 présente la cartographie des flux thermiques en cas d'incendie des 22 alcôves présentes dans la zone de stockage. Cette cartographie est obtenue à partir de la somme des flux thermiques émis par chaque bâtiment (cf. Figure 8 et Annexe 5).

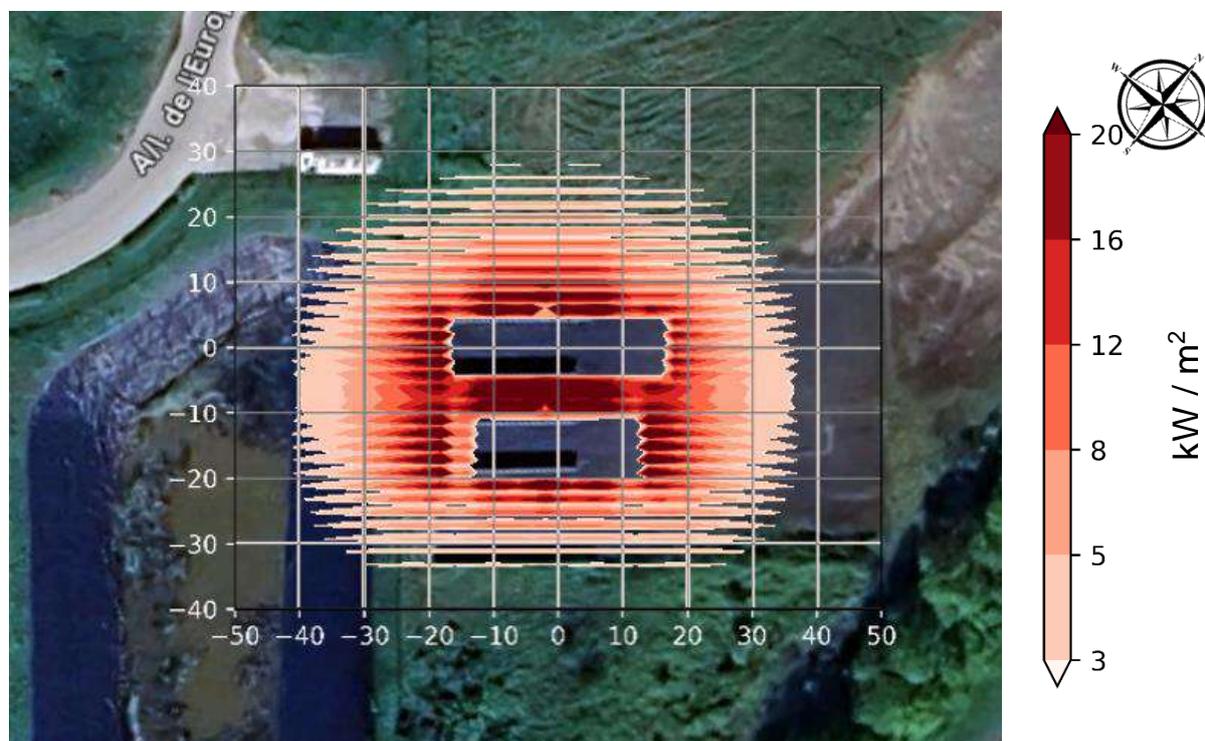


Figure 10 : Cartographie des flux thermiques du scénario de propagation

La durée estimée pour l'incendie généralisé aux 22 alcôves est d'environ 50 min et les distances d'effets du scénario de propagation sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale vers le Nord (m)	Distance maximale vers le Sud (m)	Distance maximale vers l'Est (m)	Distance maximale vers l'Ouest (m)
SEI (3 kW/m ²)	26,0	17,0	17,0	23,0
SEL (5 kW/m ²)	23,0	14,0	12,0	16,0
SELS (8 kW/m ²)	18,0	9,0	10,0	12,0

Tableau 5 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario de propagation à hauteur d'homme

3.3 Evaluation des effets de toxicité aigüe pour un groupe de 6 et de 12 alcôves

3.3.1 Caractérisation du terme source

L'évaluation des effets de toxicité aigüe considère les 2 sous-scénarios de 6 et de 12 alcôves. Pour le premier scénario, cette évaluation prend en compte l'émission des polluants générés par la combustion de l'ensemble des caisses ADR (soit $6 \times 4 = 24$ au total) et ceux générés par l'emballage thermique des batteries (soit une capacité maximale de $6 \times 4 \times 20 = 480$ kWh). Ces quantités sont dupliquées pour le groupe de 12 alcôves.

Dans cette évaluation, il n'est pas tenu compte des gaz émis lors de la combustion des conteneurs et de la structure des alcôves.

3.3.1.1 Composition des fumées pour les caisses ADR

Pour ce scénario, l'Ineris a considéré que la masse de PEHD présente dans chaque caisse ADR est de 50,4 kg. La composition du panache résultant de la combustion de ce plastique a ensuite été déterminée en appliquant les règles de conversion détaillée dans le §2.2.1.

3.3.1.2 Composition des fumées pour les batteries Li-ion

En cas d'emballage thermique d'une batterie Li-ion de chimie NMC, des essais précédemment réalisés par l'Ineris ont montré que les gaz listés ci-dessous pouvaient être émis en cas d'incendie :

- CO : Monoxyde de carbone,
- CO₂ : Dioxyde de carbone,
- HF : Fluorure d'hydrogène,
- POF₃ : Fluorure de phosphoryle,
- CH₂O : Formaldéhyde,
- CH₄ : Méthane,
- C₂H₄ : Ethylène,
- Carbonates :
 - EC : Carbonate d'éthylène,
 - EMC : Ethylméthyl carbonate,
 - DMC : Diméthyl carbonate,
- NO_x : Oxydes d'azote (assimilés à NO₂).

Parmi ces gaz émis :

- Le CH₄ et le C₂H₄ ne sont pas considérés comme des gaz toxiques ;
- Concernant les carbonates (EC, EMC, DMC), il n'existe pas de Valeurs Seuils de Toxicité Aigüe Françaises (VSTAF). Selon la note Ineris⁶, il conviendrait de prendre les Acute Exposure Guideline Level (AEGL) ou Emergency Response Planning Guideline (ERPG) mais de telles valeurs ne semblent pas exister pour les composés en question. Toutefois, dans un feu bien ventilé, les carbonates auront tendance à brûler pour donner du CO et CO₂ ;
- Selon les sources consultées par l'Ineris, le POF₃ réagit avec l'eau pour donner de l'acide phosphorique (H₃PO₄) et du fluorure d'hydrogène (HF) en plusieurs réactions successives selon l'équation générale : $POF_3 + 3H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 3HF$. Pour la suite de cette étude, il a été considéré que la réaction du POF₃ avec l'humidité de l'air ambiante était totale et immédiate⁷. L'acide phosphorique n'a été pris en compte ici du fait de sa propension à se solidifier dès lors que la température ambiante est inférieure à 42,3°C.

Les taux d'émission pour polluants retenus pour l'évaluation des effets de toxicité aigüe sont présentés dans le Tableau 6 :

Polluant	Facteur d'émission (mg/Wh)
CO ₂	3936
CO	28
HF	11,3
CH ₂ O	0,1
NO ₂	7,9
Autres gaz (Hydrogène, méthane, éthylène et carbonates) :	110,2
Total	4 093,5

Tableau 6 : Taux d'émission des polluants émis par l'emballage thermique de batteries de technologie NMC⁸

3.3.1.3 Caractéristiques des termes source

Les tableaux ci-dessous présentent la composition massique des termes source, déduits des éléments présentés ci-avant, et utilisés par la suite pour la simulation des dispersions atmosphériques. Il faut préciser que la somme des pourcentages n'est pas égale à 100%. En effet, le complément correspond à l'air ambiant entraîné dans les fumées toxiques.

⁶ Ineris, « Guide pratique de choix des valeurs seuils de toxicité aigüe en cas d'absence de valeurs françaises », DRC-08-94398-02798B, 18/02/2009.

⁷ Kawamura, T., Okada, S., & Yamaki, J. (2006). Decomposition reaction of LiPF₆-based electrolytes for lithium-ion cells. *Journal of Power Sources*, 156(2), 547-554.

⁸ Bordes, A., Marlair, G., Zantman, A., Herreyre, S., Papin, A., Desprez, P., & Lecocq, A. (2022). New insight on the risk profile pertaining to lithium-ion batteries under thermal runaway as affected by system modularity and subsequent oxidation regime. *Journal of Energy Storage*, 52, 104790.

Cellule	Pourcentage molaire des polluants toxiques dans les fumées								
Polluant	CO ₂	CO	HF	CH ₂ O	NO ₂	HCl	HCN	SO ₂	Autres gaz
Foyer développé	0,83	0,06	1,75x10 ⁻⁵	1,04x10 ⁻⁷	5,33x10 ⁻⁶	0,00	0,00	0,00	4,24x10 ⁻⁵
Foyer en extinction	1,53	0,25	3,51x10 ⁻⁵	2,08x10 ⁻⁷	1,07x10 ⁻⁶	0,00	0,00	0,00	8,51x10 ⁻⁵

Tableau 7 : Composition massique des fumées pour le scénario N°1 (6 alcôves)

Cellule	Pourcentage molaire des polluants toxiques dans les fumées								
Polluant	CO ₂	CO	HF	CH ₂ O	NO ₂	HCl	HCN	SO ₂	Autres gaz
Foyer développé	0,57	0,03	1,81x10 ⁻⁵	1,07x10 ⁻⁷	5,5x10 ⁻⁶	0,00	0,00	0,00	4,38x10 ⁻⁵
Foyer en extinction	1,08	0,13	3,62x10 ⁻⁵	2,14x10 ⁻⁷	1,1x10 ⁻⁵	0,00	0,00	0,00	8,77x10 ⁻⁵

Tableau 8 : Composition massique des fumées pour le scénario N°1 (12 alcôves)

Les caractéristiques d'émission des termes source sont calculées à partir de la puissance maximale de l'incendie, elle-même évaluée à l'aide de l'outil Flumilog. Selon les prédictions de l'outil, cette puissance atteint un pic d'environ 38,6 MW pour un incendie de 6 alcôves et 74,7 MW pour un incendie de 12. Le Tableau 9 présente les caractéristiques ainsi déterminées pour chaque terme source émis à l'atmosphère.

Nombre d'alcôves	Caractéristique	Foyer pleinement développé avec puissance maximale de l'incendie (P_{max})	Foyer en extinction avec moitié de la puissance maximale de l'incendie ($P_{max}/2$)
		Verticale	
6	Direction du rejet	Verticale	
	Hauteur d'émission (m)	9,5	7,2
	Vitesse des fumées (m/s)	7,1	6,2
	Débit des fumées (kg/s)	125,1	62,5
12	Direction du rejet	Verticale	
	Hauteur d'émission (m)	12,4	9,4
	Vitesse des fumées (m/s)	8,1	7,0
	Débit des fumées (kg/s)	242,1	121,0

Tableau 9 : Caractéristiques du terme source pour les fumées pour le scénario N°1

3.3.2 Dispersion des fumées

3.3.2.1 Seuils de toxicité

Connaissant la composition des fumées, il est possible de déterminer le seuil équivalent de toxicité de ce mélange gazeux en appliquant la démarche présentée dans le rapport Omega-16 et en utilisant les Valeurs Seuils de Toxicité Aiguë par inhalation Française (VSTAF) reprises dans le Tableau 10 :

Polluant	Exposition de 60 min	
	SEI (ppm)	SEL (ppm)
CO ₂	50000	100000
CO	800	3200
HF	100	189
CH ₂ O	10	25
NO ₂	40	70
HCl	30	240
HCN	41	41
SO ₂	81	725

Tableau 10 : Seuils de toxicité aigüe pour les effets irréversibles (SEI) et les premiers effets létaux (SEL) (valeurs issues du site www.ineris.fr/substances)

3.3.2.2 Sous-scénario de 6 alcôves

Pour une durée d'exposition de 60 min, on obtient les seuils équivalents suivants :

- Combustion avec un foyer pleinement développé :
 - SEI : 810 751 ppm,
 - SEL : ~1 000 000 ppm.
- Combustion avec un foyer en phase d'extinction :
 - SEI : 240 427 ppm,
 - SEL : 768 327 ppm.

La modélisation de la dispersion de fumées a été effectuée avec le logiciel PHAST dans sa version 8.4. Les résultats pour cette situation sont présentés sur les figures ci-dessous :

Foyer développé :

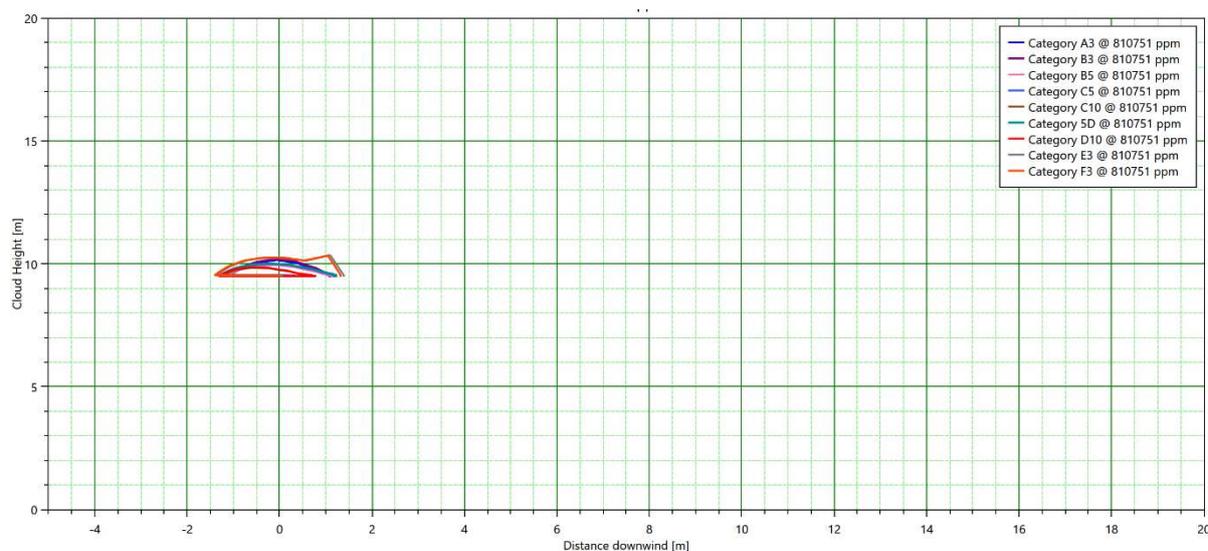


Figure 11 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer développé)

Compte tenu de la valeur calculée pour le seuil des effets létaux (SEL), on peut établir que ces effets seront observés seulement au niveau du foyer de l'incendie.

Foyer en phase d'extinction :

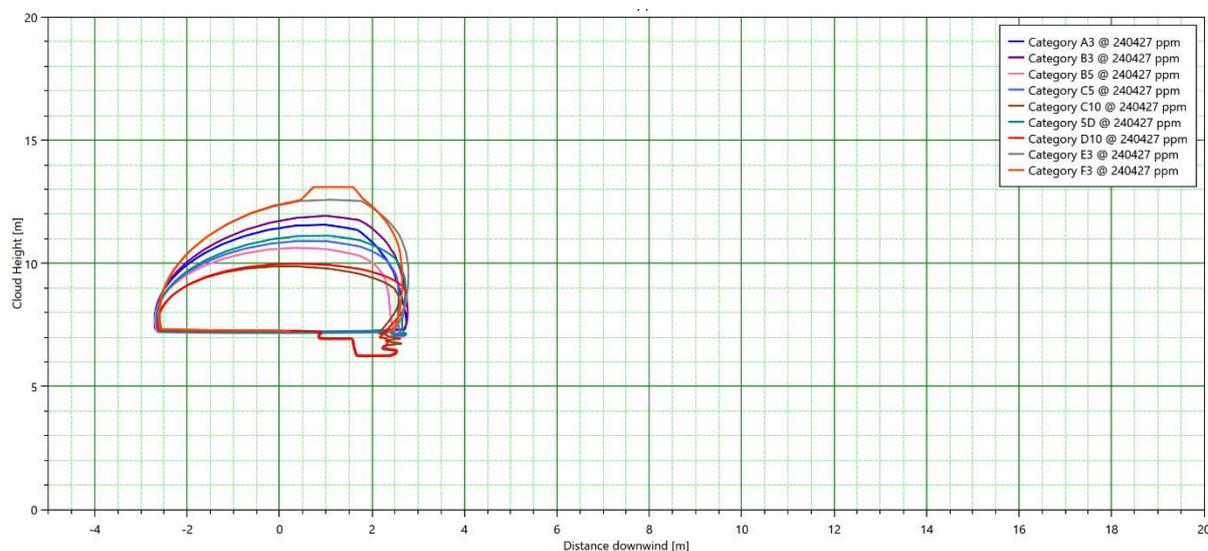


Figure 12 : Panaches de dispersion (SEL) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)

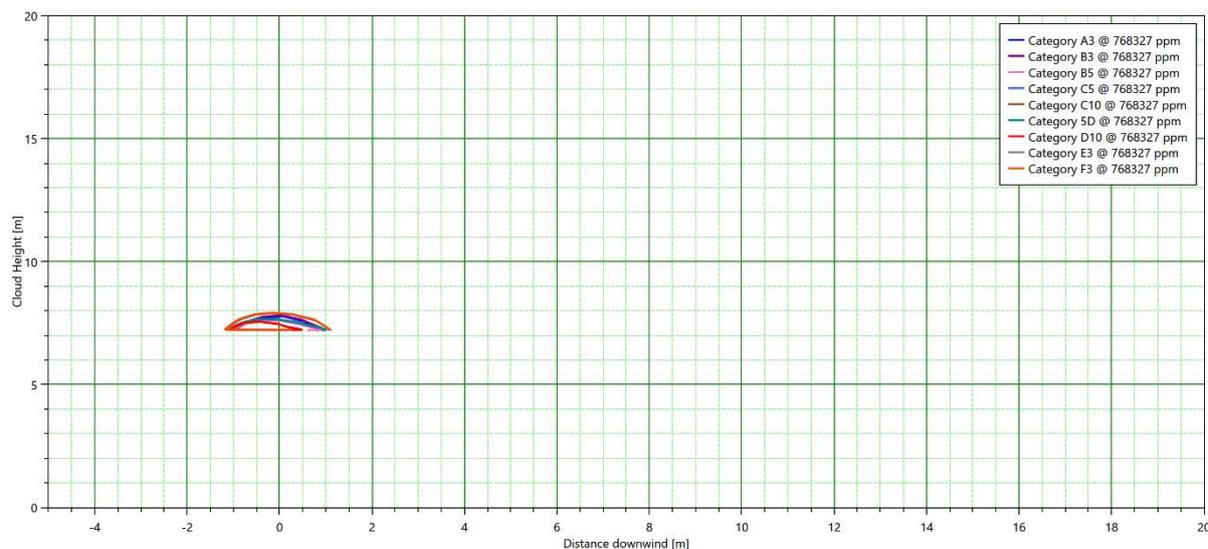


Figure 13 : Panaches de dispersion (SEL) du scénario N°1 (6 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)

3.3.2.3 Sous-scénario de 12 alcôves

Pour une durée d'exposition de 60 min, on obtient les seuils équivalents suivants :

- Combustion avec un foyer pleinement développé :
 - SEI : ~1 000 000 ppm,
 - SEL : ~1 000 000 ppm.
- Combustion avec un foyer en phase d'extinction :
 - SEI : 388 716 ppm,
 - SEL : ~1 000 000 ppm.

Compte tenu des valeurs calculées pour les seuils équivalents, on peut d'ores et déjà indiquer que les effets létaux (SEL) seront observés seulement au niveau du foyer de l'incendie. C'est le cas aussi pour les effets irréversibles (SEI) lorsque le foyer est pleinement développé. En revanche, un calcul de dispersion atmosphérique s'avère nécessaire pour les effets irréversibles (SEI) lorsque le foyer est en phase d'extinction. Comme indiqué précédemment, cette modélisation a été effectuée avec le logiciel PHAST dans sa version 8.4. Les résultats pour cette situation sont présentés sur la Figure 14.

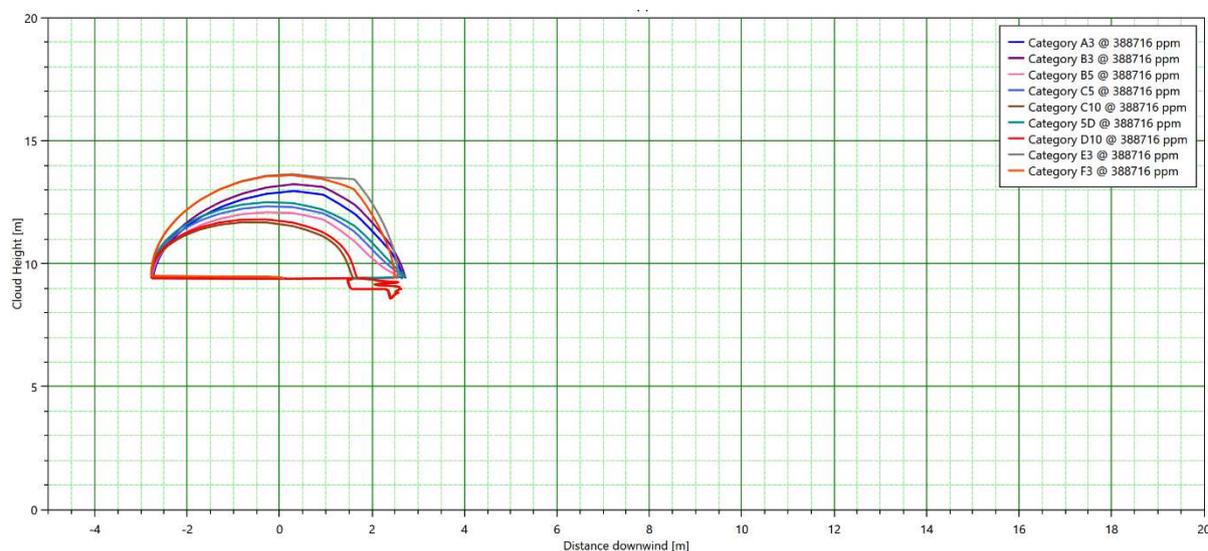


Figure 14 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°1 (12 alcôves) pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)

3.3.3 Distances d'effets de toxicité aiguë

Les distances d'effets toxiques du scénario N°1 sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	1,5 m	3,0 m
	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Tableau 11 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°1 (6 alcôves)

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	Au niveau du foyer	2,5 m
	Létaux	Au niveau du foyer	
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Tableau 12 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°1 (12 alcôves)

Les résultats obtenus montrent que l'augmentation du débit calorifique en raison d'un nombre supérieur d'alcôves ne modifie pas les distances d'effets de toxicité aiguë de manière significative. Pour cette raison, le scénario de propagation à 22 alcôves n'est pas retenu dans cette analyse.

3.4 Détermination des distances de visibilité

Les figures ci-dessous montrent la concentration maximale de CO₂ entre les alcôves de stockage et la route A11, laquelle se situe à une distance d'environ 70 m.

6 alcôves :

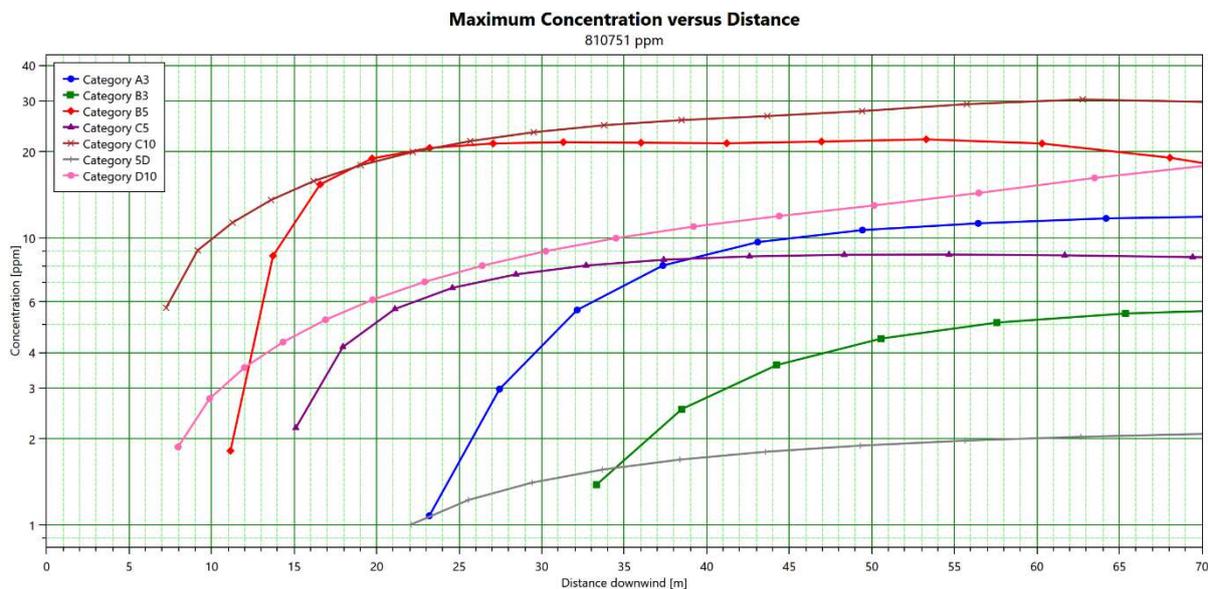


Figure 15 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 6 alcôves (foyer développé)



Figure 16 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 6 (foyer en phase d'extinction)

12 alcôves :

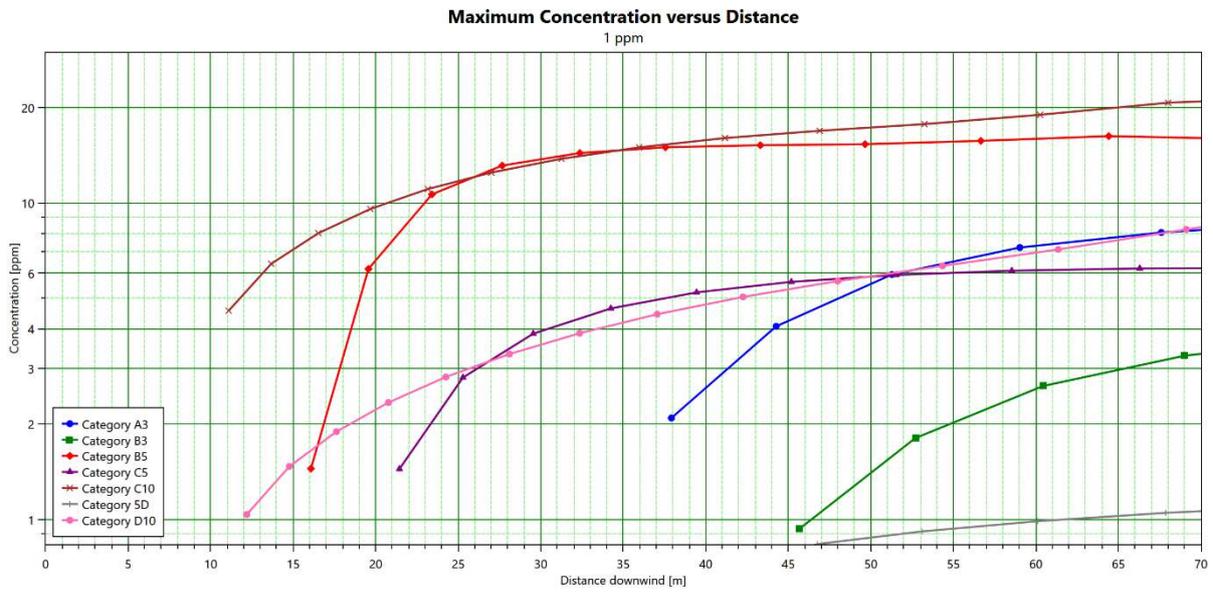


Figure 17 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 12 alcôves (foyer développé)

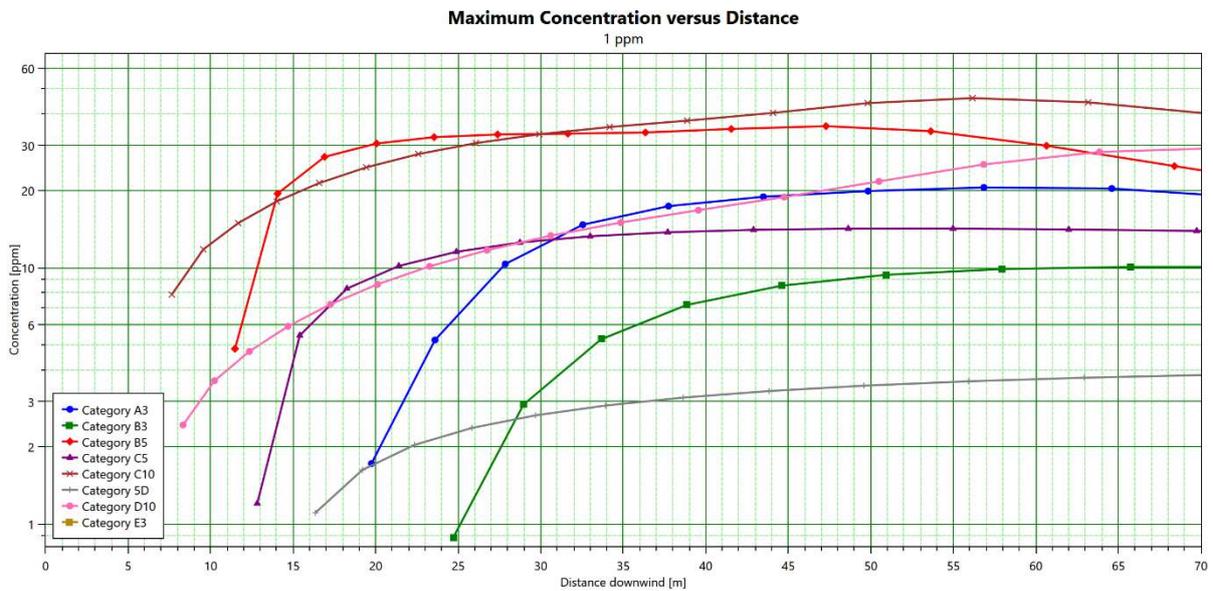


Figure 18 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour un incendie de 12 alcôves (foyer en phase d'extinction)

Le Tableau 13 présente les distances maximales estimées pour les concentrations de CO₂ calculées à hauteur d'homme :

Nombre d'alcôves	Phase de l'incendie	Concentration maximale de CO ₂ pour les distances inférieures à 70 m	Distance maximale de visibilité (m)
6	Foyer pleinement développé	47 ppm	153
	Foyer en extinction	30 ppm	240
12	Foyer pleinement développé	21 ppm	342
	Foyer en extinction	46 ppm	156

Tableau 13 : Distances de visibilité du scénario N°1

4 Scénario N°2 : Modélisation de l'incendie d'un poids lourd rempli de batteries Li-ion chargées à 100%

4.1 Description du scénario

Dans ce scénario, l'Ineris a considéré l'incendie généralisé d'un poids lourd, remplie de batteries Li-ion (hors LMP), chargées à 100 %. Les conséquences de ce scénario sont alors liées non seulement à la charge calorifique liée au tracteur proprement dit mais aussi à l'emballage thermique de son chargement. Le nombre maximal de caisses ADR pouvant être transporté par ce poids lourd est de 26 ce qui correspond à une capacité maximale de 520 kWh.

4.2 Evaluation des effets thermiques

4.2.1 Caractérisation du terme source

L'Ineris a utilisé le logiciel Flumilog pour ce scénario en considérant deux cellules : l'une correspondante au tracteur et l'autre au chargement situé dans la remorque (cf. Figure 19).

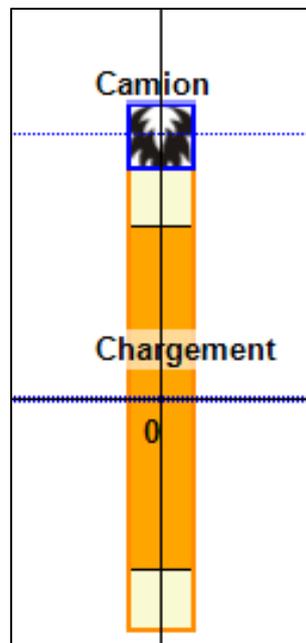


Figure 19 : Modèle Flumilog du scénario N°2

Les caractéristiques principales de chaque cellule sont présentées ci-dessous :

Caractéristique	Chargement	Tracteur
Dimensions (m)	Longueur : 17,5 Largeur : 2,5 Hauteur : 2,9	Longueur : 2,5 Largeur : 2,5 Hauteur : 3,5
Elévation (m)	1,3	0,0
Parois	Métalliques avec une résistance de 5 min	Métalliques avec une résistance de 5 min

Tableau 14 : Caractéristiques des cellules du scénario N°2

4.2.1.1 Définition des caractéristiques de la cellule lié au poids lourd

La contribution du poids lourd (non chargé) au débit calorifique de l'incendie est déterminée à partir des données du guide du CETU⁹. La Figure 20 montre que le profil de puissance d'un poids lourd atteint un pic d'environ 30 MW et que la durée du feu est d'environ 90 min. Dans l'outil Flumilog, cette contribution à la puissance totale de l'incendie est considérée en modélisant l'incendie d'une deuxième cellule composée de liquides inflammables.

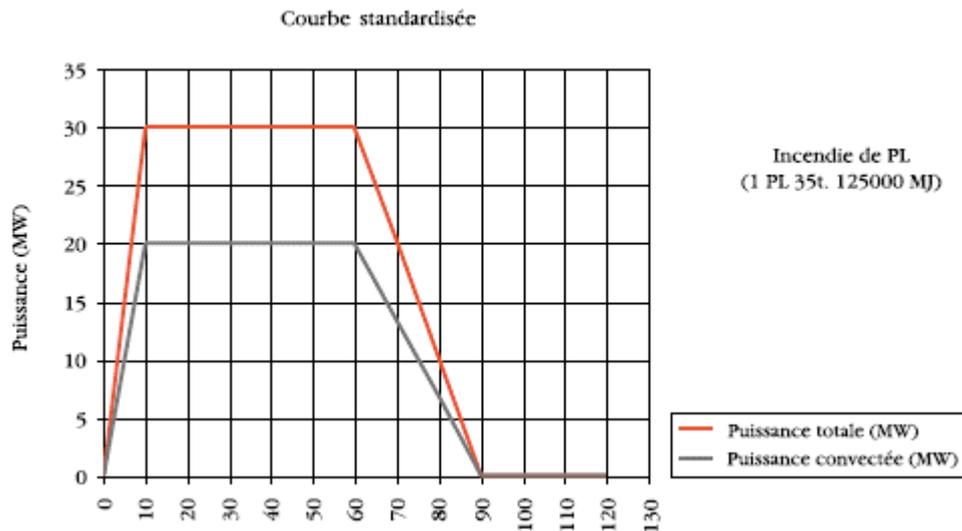


Figure 20 : Débit calorifique d'incendie retenu pour le poids lourd

En effet, l'Ineris a assimilé le feu du poids lourd à un feu de liquide inflammable en jouant sur la vitesse de combustion et la quantité de ce liquide pour reproduire au mieux le profil donné de la Figure 20. Pour cette conversion, l'Ineris s'est appuyé sur les équations suivantes :

$$P = m'' \times \Delta H \times S_{cellule}$$

$$t_c = \frac{m}{m'' \times S_{cellule}}$$

Avec :

- Paramètres figés :
 - P : Puissance de l'incendie dans la cellule (30 MW),
 - t_c : Durée de l'incendie dans la cellule (90 min),
 - $S_{cellule}$: Surface au sol de la cellule (6,2 m²),
- Paramètres ajustés :
 - m'' : Vitesse de combustion du liquide inflammable (80 g/m²/s),
 - ΔH : Chaleur de combustion du liquide inflammable (60 MJ/kg),
 - m : Masse stockée de liquide inflammable (2 700 kg).

4.2.1.2 Définition des caractéristiques de la cellule lié au chargement

En cas de remplissage total, le véhicule est capable de transporter 26 caisses ADR avec des batteries de 20 kWh. La charge calorifique de ce stockage est représentée par un stockage en masse (1 îlot) selon les caractéristiques indiquées ci-dessous :

⁹ Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers – Les études spécifiques de danger, septembre 2003.

- Longueur de l'îlot : 13,0 m,
- Largeur de l'îlot : 2,4 m,
- Hauteur de l'îlot : 0,8 m,
- Nombre de niveaux : 1.

4.2.2 Présentation des distances d'effets

La Figure 21 présente la cartographie des flux thermiques attribués à l'incendie du poids lourd. Les paramètres de modélisation sont détaillés dans l'Annexe 6.

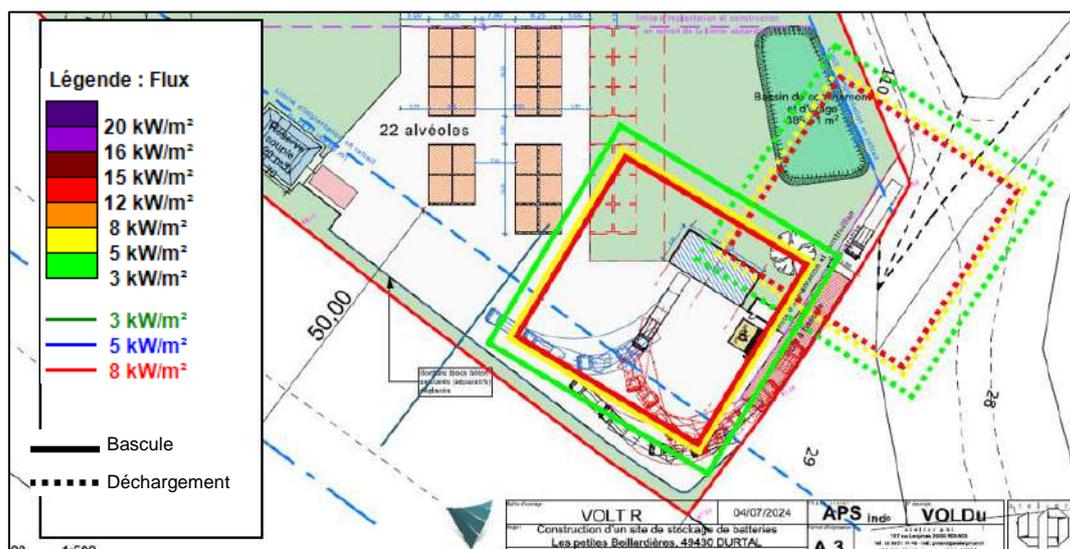


Figure 21 : Cartographie des flux thermiques du scénario N°2

La durée estimée pour l'incendie est d'environ 90 min et les distances d'effets sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale (m)
SEI (3 kW/m ²)	14,0
SEL (5 kW/m ²)	11,0
SELS (8 kW/m ²)	10,0

Tableau 15 : Distances maximales des flux thermiques pour le scénario N°2 à hauteur d'homme

4.3 Evaluation des effets de toxicité aiguë

4.3.1 Caractérisation du terme source

Le scénario d'incendie considère l'émission des polluants générés par la combustion du poids lourd et ceux générés par l'emballage thermique des batteries stockées à l'intérieur (capacité maximale de 520 kWh).

4.3.1.1 Composition des fumées pour le poids lourd

Le poids lourd est composé de plusieurs éléments combustibles avec des compositions chimiques variables. Le Tableau 16 permet de lister les principaux d'entre eux :

Composant du véhicule	Matériau combustible
Compartment du moteur	Polypropylène
Sièges	Polyuréthane
Console centrale	Polychlorure de vinyle
Pneus	Caoutchouc

Tableau 16 : Matériaux combustibles identifiés en proportions majeures dans un véhicule¹⁰

Les quantités de matériaux combustibles sont déterminées à partir des valeurs moyennes reportées dans le rapport Transportation Energy Data Book (TEDB)¹¹ :

- 115 kg de carburant et de revêtements (assimilés à gasoil) ;
- 364 kg de pneus (caoutchouc) ;
- 45 kg de polyuréthane ;
- 25 kg de textiles (polyester) ;
- 150 kg de plastiques (polypropylène et polychlorure de vinyle).

La composition du panache résultant de la combustion de ces matériaux a ensuite été déterminée en appliquant les règles de conversion détaillée dans le § 2.2.1.

4.3.1.2 Composition des fumées pour les caisses ADR et pour les batteries Li-ion

L'approche adoptée ici reste la même que celle décrite dans le §3.3.1 avec un inventaire toutefois différent pour les caisses (1 310,4 g de PEHD au lieu de 2 419,2 kg) et les batteries (capacité limitée à 520 kWh au lieu de 960 kWh).

4.3.1.3 Pour l'incendie au global

Le Tableau 17 présente la composition massique du terme source, déduit des éléments présentés ci-avant, et utilisée par la suite pour la simulation de la dispersion atmosphérique. Il faut préciser que la somme des pourcentages n'est pas égale à 100%. En effet, le complément correspond à l'air ambiant entraîné dans les fumées toxiques.

Cellule	Pourcentage molaire des polluants toxiques dans les fumées								
	CO ₂	CO	HF	CH ₂ O	NO ₂	HCl	HCN	SO ₂	Autres gaz
Foyer développé	0,91	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Foyer en extinction	1,67	0,30	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01

Tableau 17 : Composition massique des fumées pour le scénario N°2

Les caractéristiques d'émission du terme source sont calculées à partir de la puissance maximale de l'incendie, elle-même évaluée à l'aide de l'outil Flumilog. Selon les prédictions de l'outil, cette puissance atteint un pic d'environ 30,7 MW. Les caractéristiques du terme source sont présentées dans le Tableau 18.

¹⁰ Terziev, A. (2019). Study of the fire dynamics in a burning car and analysis of the possibilities for transfer of fire to a nearby vehicle. *E3S Web of Conferences*, 112, 01015.

¹¹ Dai, Q., Kelly, J., & Elgowainy, A. (2016). *Vehicle Materials: Material Composition of U.S. Light-duty Vehicles*. Argonne National Laboratory.

Caractéristique	Foyer pleinement développé avec puissance maximale de l'incendie ($Puissance_{max}$)	Foyer en phase d'extinction avec moitié de la puissance maximale de l'incendie ($Puissance_{max}/2$)
Direction du rejet	Verticale	Verticale
Hauteur d'émission (m)	8,7	6,6
Vitesse des fumées (m/s)	6,8	5,9
Débit des fumées (kg/s)	99,6	49,8

Tableau 18 : Caractéristiques du terme source pour les fumées pour le scénario N°2

4.3.2 Dispersion des fumées

Connaissant la composition des fumées, il est possible de déterminer le seuil équivalent de toxicité de ce mélange gazeux en appliquant la démarche présentée dans le rapport Omega-16 et en utilisant les valeurs de toxicité du Tableau 10.

Pour une durée d'exposition de 60 min, on obtient les seuils équivalents suivants :

- Combustion avec un foyer pleinement développé :
 - SEI : 430 777 ppm,
 - SEL : ~1 000 000 ppm.
- Combustion avec un foyer en phase d'extinction :
 - SEI : 149 992 ppm,
 - SEL : 569 938 ppm.

L'Ineris a modélisé la dispersion atmosphérique des polluants avec le logiciel PHAST dans sa version 8.4. Les profils des panaches SEI et SEL, présentés ci-dessous, correspondent aux instants où le foyer est pleinement développé et où le foyer est en phase d'extinction :

Foyer pleinement développé :

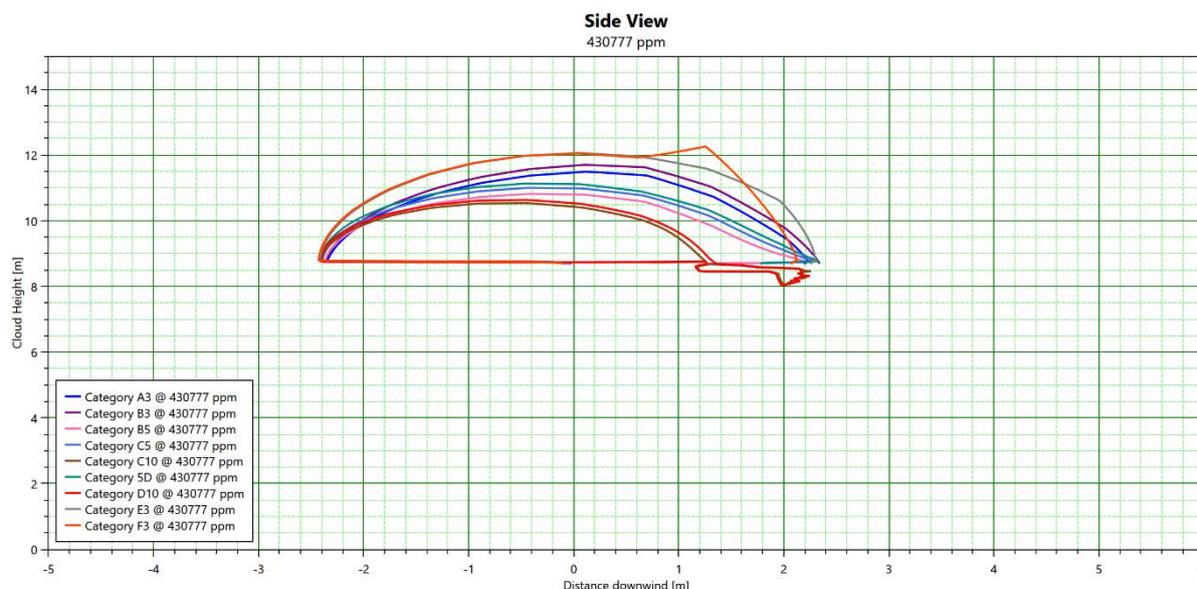


Figure 22 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer développé)

Pour la combustion avec un foyer pleinement développé, les effets létaux sont localisés au niveau du foyer.

Foyer en phase d'extinction :

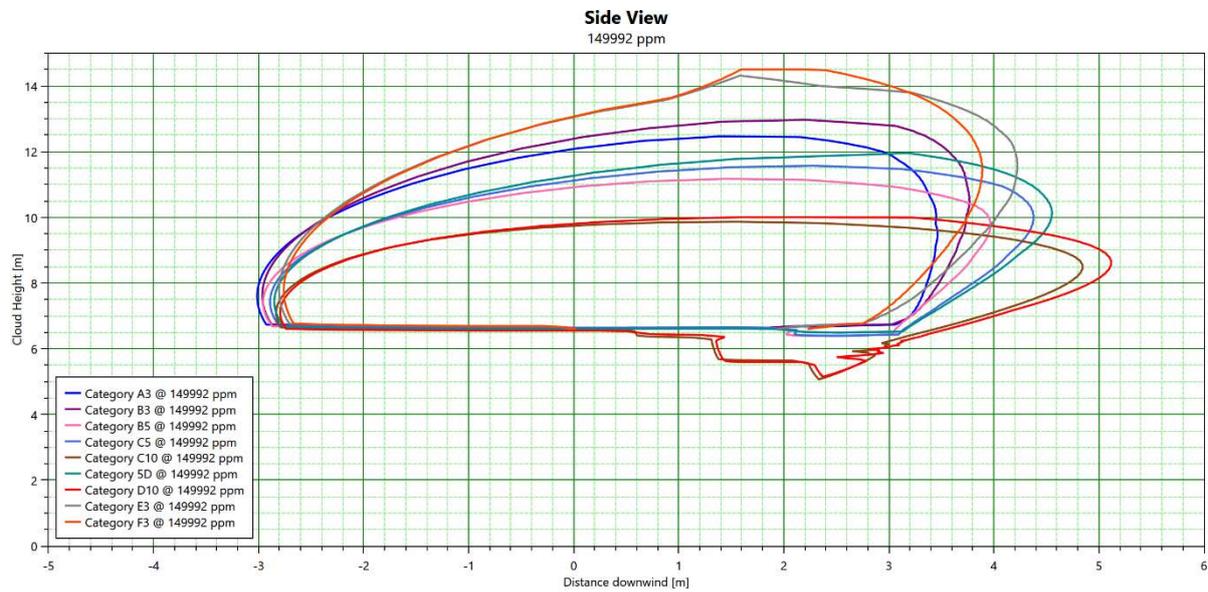


Figure 23 : Panaches de dispersion (SEI) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)

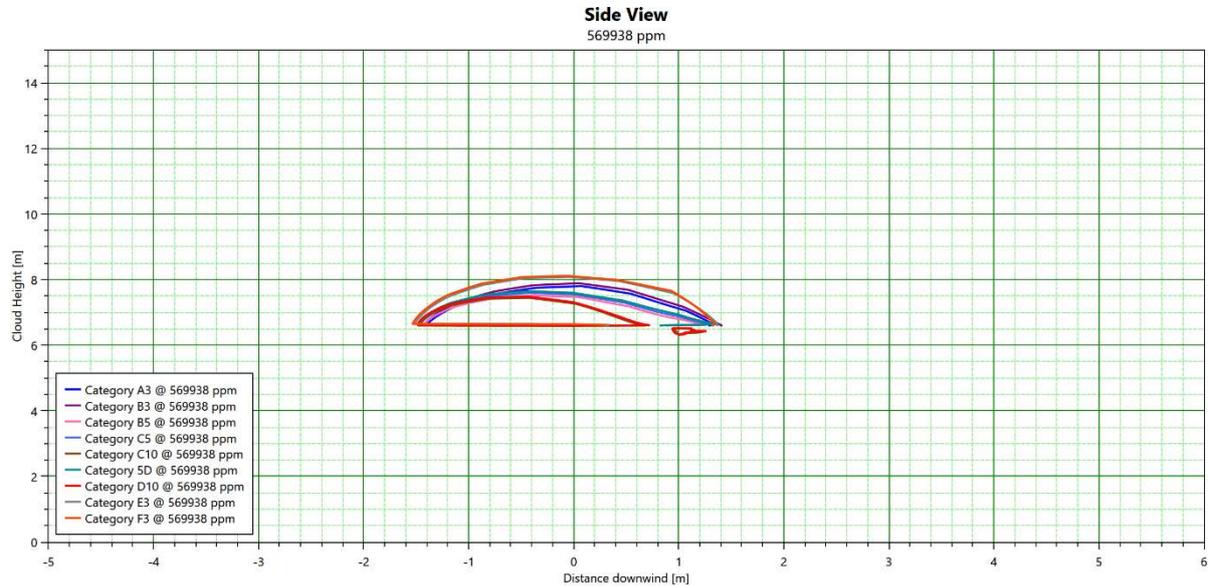


Figure 24 : Panaches de dispersion (SEL) du scénario N°2 pour une exposition de 60 min (foyer en phase d'extinction)

4.3.3 Distances d'effets de toxicité aiguë

Les distances d'effets toxiques du scénario N°2 sont présentées dans le Tableau 19 :

Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
En hauteur	Irréversibles	2,5 m	5,5 m
	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
	Létaux	Non atteint	

Tableau 19 : Distances d'effets de toxicité aiguë pour le scénario N°2

4.4 Détermination des distances de visibilité

Les figures ci-dessous montrent la concentration maximale de CO₂ calculées à hauteur d'homme jusqu'à une distance de 50 m de l'incendie.

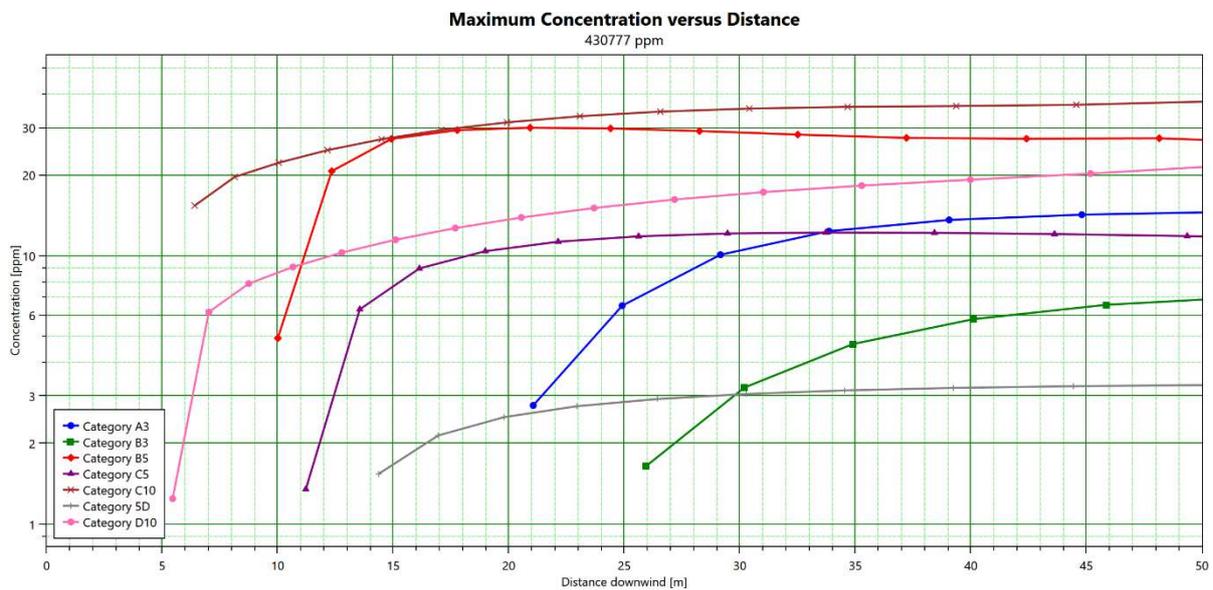


Figure 25 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour l'incendie d'un poids lourd chargé de batteries (foyer développé)

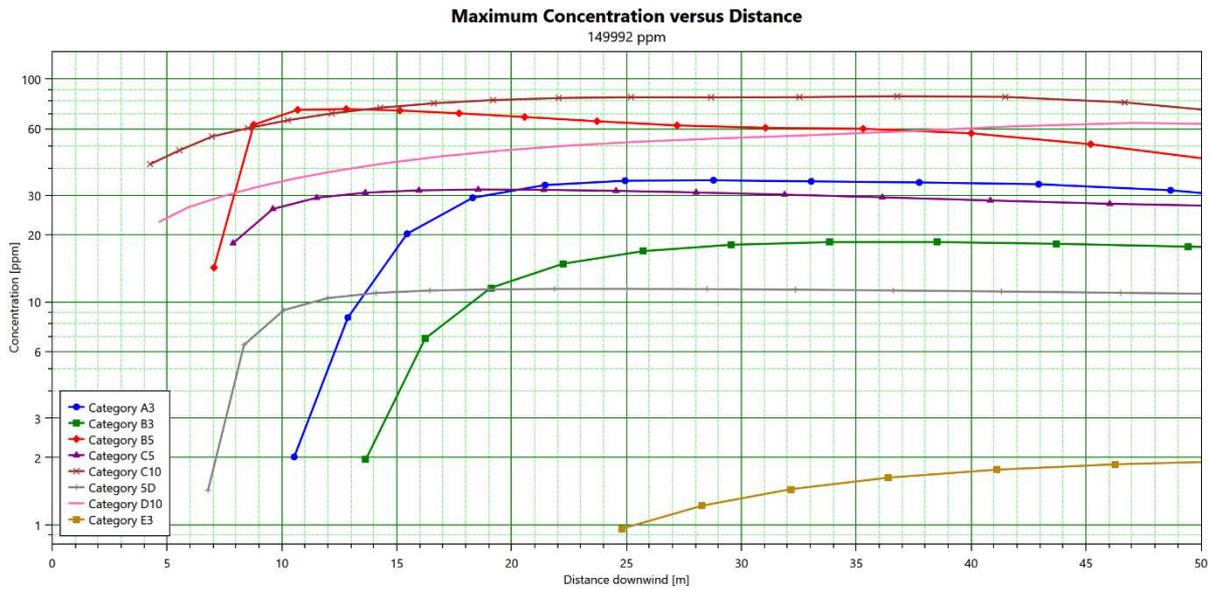


Figure 26 : Concentration maximale de CO₂ à hauteur d'homme pour l'incendie d'un poids lourd chargé de batteries (foyer en phase d'extinction)

Le Tableau 20 présente les distances maximales estimées pour les concentrations de CO₂ calculées à hauteur d'homme :

Scénario	Phase de l'incendie	Concentration maximale de CO ₂ pour les distances inférieures à 70 m	Distance maximale de visibilité (m)
Poids lourd	Foyer pleinement développé	37 ppm	194
	Foyer en extinction	84 ppm	86

Tableau 20 : Distances de visibilité du scénario N°2

Ces résultats indiquent que l'opacité des fumées au niveau de la route A11 représente une réduction de la visibilité à moins de 100 mètres seulement pendant la phase d'extinction de l'incendie.

5 Conclusions

La société VOLTR souhaite implanter un site de stockage de batteries Li-ion (déchets) dans la région de Durtal (49). Pour établir son dossier de demande d'autorisation à exploiter, la société VOLTR souhaite évaluer les effets thermiques et de toxicité aigüe liés à 2 scénarios :

- Scénario N°1 : incendie d'un groupe d'alcôves dédiés au stockage de batteries chargées à 100 % ;
- Scénario N°2 : incendie d'un poids lourd rempli de batteries chargées à 100 %.

Pour ces scénarios, les distances d'effets thermiques sont présentées ci-dessous :

Seuil d'effets	Distance maximale (m)			
	Scénario N°1 (6 alcôves)	Scénario N°1 (12 alcôves)	Scénario N°1 (incendie généralisé aux 22 alcôves)	Scénario N°2
SEI (3 kW/m ²)	11,0	24,0	26,0	14,0
SEL (5 kW/m ²)	10,0	18,0	23,0	11,0
SELS (8 kW/m ²)	5,0	12,0	18,0	10,0

Tableau 21 : Distances maximales des flux thermiques à hauteur d'homme

Ensuite, l'étude des effets de toxicité aigüe liés à l'émission de fumées a permis d'estimer les distances présentées ci-dessous :

Scénario	Position	Effets	Foyer pleinement développé	Foyer en extinction
Scénario N°1 (6 alcôves)	En hauteur	Irréversibles	1,5 m	3,0 m
		Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
	Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
		Létaux	Non atteint	
Scénario N°1 (12 alcôves)	En hauteur	Irréversibles	Au niveau du foyer	2,5 m
		Létaux	Au niveau du foyer	
	Hauteur d'homme	Irréversibles	Non atteint	
		Létaux	Non atteint	
Scénario N°2	En hauteur	Irréversibles	2,5 m	5,5 m
	En hauteur	Létaux	Au niveau du foyer	1,5 m
	Hauteur d'homme	Irréversibles	Au niveau du foyer	
	Hauteur d'homme	Létaux	Au niveau du foyer	

Tableau 22 : Distances d'effets de toxicité aigüe

Enfin, l'étude sur l'opacité des fumées a permis d'estimer les distances de visibilité présentées ci-dessous :

Scénario	Phase de l'incendie	Distances analysées	Concentration maximale de CO ₂	Distance maximale de visibilité (m)
Scénario N°1 (6 alcôves)	Foyer pleinement développé	Inférieures à 70 m	47 ppm	153
	Foyer en extinction	Inférieures à 70 m	30 ppm	240
Scénario N°1 (12 alcôves)	Foyer pleinement développé	Inférieures à 70 m	21 ppm	342
	Foyer en extinction	Inférieures à 70 m	46 ppm	156
Scénario N°2	Foyer pleinement développé	Inférieures à 50 m	37 ppm	194
	Foyer en extinction	Inférieures à 50 m	84 ppm	86

Tableau 23 : Distances maximales de visibilité

6 Annexes

Liste des annexes :

- Annexe 1 : Caractérisation de l'emballage thermique d'une batterie – 6 pages,
- Annexe 2 : Note de calcul Flumilog du scénario N°1 (6 alcôves avec chute des parois) – 12 pages,
- Annexe 3 : Note de calcul Flumilog du scénario N°1 (12 alcôves avec chute des parois) 12 pages,
- Annexe 4 : Note de calcul Flumilog du scénario N°1 (12 alcôves sans chute des parois) 12 pages,
- Annexe 5 : Note de calcul Flumilog du scénario N°1 (10 alcôves) – 12 pages,
- Annexe 6 : Note de calcul Flumilog du scénario N°2 – 9 pages.

ANNEXE 1

Caractérisation de l'emballage thermique d'une batterie – 6 pages

Dans le cadre de cette étude, le pack batterie testé au sein de l'enceinte climatique est le déclencheur de l'incendie. Une attention particulière a donc été portée à la détermination de son débit calorifique en cas d'emballage thermique.

La démarche adoptée consiste en la détermination d'un terme source caractérisant l'emballage thermique d'une cellule Li-ion seule. Ensuite, le terme source niveau pack est obtenu en sommant les contributions calorifiques successives des cellules Li-ion. Ce terme source d'emballage thermique au niveau du pack est ensuite consolidée par comparaison à des résultats expérimentaux obtenus sur les plateformes d'essai de l'Ineris.

Détermination
niveau cellule



Transposition
niveau pack



Validation / fit
sur essais pack



Figure 27 : Détermination du débit calorifique émis lors de l'emballage thermique du pack batterie

Le paragraphe ci-dessous détaille l'établissement du terme source au niveau cellule Li-ion. La transposition de ce terme source au niveau pack et sa validation sur essai sont détaillées au paragraphe suivant.

1 Détermination du terme source « emballage thermique cellule Li-ion »

1.1 Hypothèses

1.1.1 Technologies et énergies des pack batterie

Les packs batterie Li-ion testés pour le développement de la méthode implémentée correspondent aux technologies suivantes :

- cathode : NMC et NCA ;
- anode : Graphite et LTO.

1.1.2 Etat de charge des pack batterie

Un pack batterie peut être stocké à différents niveaux de charge. Il convient donc de considérer que son état de charge est à 100 % au moment de l'emballage thermique.

1.2 Dégagement d'énergie au niveau de la cellule

La détermination du terme source de l'emballage thermique de la cellule Li-ion s'appuie sur un travail de fond de plus grande ampleur, effectué au sein de l'Ineris.

Ce travail a consisté à exploiter les résultats /d'essais abusifs au niveau cellule réalisés à l'Ineris depuis plusieurs années, et d'en déduire des tendances en fonction des technologies de cellule Li-ion. Cette approche expérimentale est complétée par une recherche bibliographique permettant de renforcer les éléments sur lesquels l'Ineris ne dispose pas d'assez de données expérimentales.

L'approche retenue a pour objectif d'intégrer à ce terme source toutes les contributions thermiques existantes, représentées sur la Figure 28.

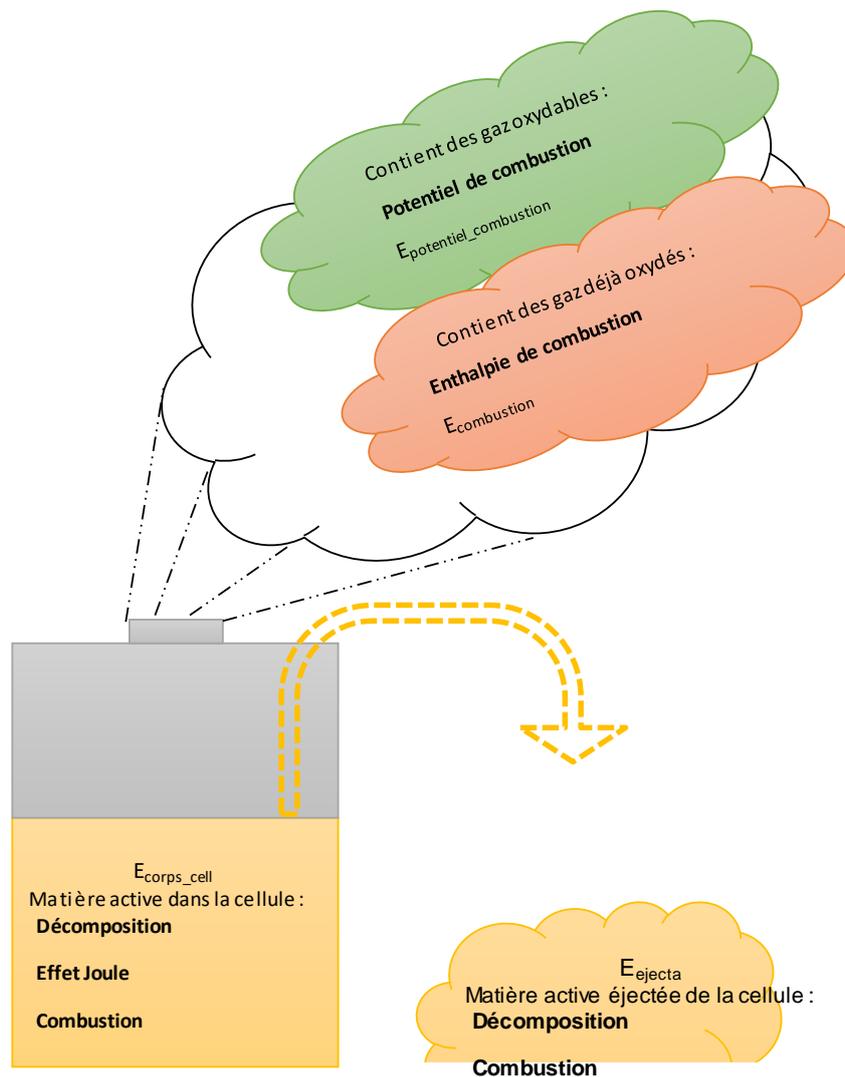


Figure 28 : Décomposition macroscopique des contributions calorifiques lors de l'emballage thermique d'une cellule Li-ion

1.2.1 Energie libérée par les matières actives

L'intérieur de la cellule contient de nombreux constituants pouvant dégager de la chaleur par différents mécanismes, principalement par :

- effet Joule (court-circuit interne créant un courant électrique au sein de la cellule, et donc un échauffement par effet Joule) ;
- réactions exothermiques de dégradation/décomposition des différents constituants internes (SEI, anode, cathode, sels LiPF_6) ;
- combustion des constituants carbonés.

L'emballage thermique entraînant une réaction violente avec perte de confinement de la cellule, il est très courant qu'une partie des constituants internes de la cellule soit éjectée à l'extérieur de la cellule. Les réactions décrites ci-dessus peuvent donc avoir lieu à l'intérieur comme à l'extérieur de la cellule.

La part de l'énergie libérée dans la cellule est notée $E_{\text{corps_cell}}$ et celle dégagée à l'extérieur de la cellule est notée E_{ejecta} .

1.2.2 Energie libérée par les gaz ventés

Lors de l'emballage thermique, les différentes réactions chimiques internes de la cellule vont générer des gaz et des vapeurs. Quand la pression est trop importante, la cellule perd son confinement : les gaz sont ventés à l'extérieur de la cellule.

Certains des gaz ventés sont inflammables. Toutefois, compte tenu de la cinétique très rapide de libération de ces gaz, l'oxydation des gaz libérés est généralement partielle et peut varier significativement d'un essai à l'autre. Cette libération d'énergie est donc décomposée en deux parties :

- « Enthalpie de combustion » $E_{\text{combustion}}$, rassemblant l'énergie supposée effectivement libérée par les gaz issus d'un processus d'oxydation ;
- « Potentiel de combustion » $E_{\text{potentiel_combustion}}$, quantifiant l'énergie qui pourrait encore être libérée si la combustion des gaz ventés était complète.

Dans une démarche prudente, le terme source considérera que la combustion est complète. L'analyse de nos données d'essai montre que la réalité peut s'approcher de cette hypothèse (jusqu'à 99% de combustion déjà observée).

L'enthalpie de combustion $E_{\text{combustion}}$ peut être estimée, avec quelques précautions, par les méthodes habituelles en calorimétrie incendie en se basant sur le principe dit de Thornton¹²:

- méthode OC (Oxygen Consumption), basée sur la consommation d'oxygène ;
- principe CDG (Carbon Dioxide Generation), reliant la puissance libérée par combustion aux débits de production d'oxydes de carbone (CO et CO_2).

Le potentiel de combustion $E_{\text{potentiel_combustion}}$ peut, quant à lui, être estimé par quantification des gaz oxydables libérés par la cellule au cours de son emballage thermique (hydrocarbures, carbonates, CO et H_2) mais qui n'ont pas encore été complètement oxydés lors de l'essai. Le potentiel de combustion $E_{\text{potentiel_combustion}}$ est obtenu en multipliant chaque quantité de gaz mesurée par l'enthalpie de combustion propre de ce gaz.

1.3 Modèle de développement de l'incendie au sein de la batterie

Il s'agit d'évaluer la cinétique de propagation du feu dans un module ou un pack batterie suite à l'emballage thermique d'une cellule.

¹² W. M. Thornton, « XV. The relation of oxygen to the heat of combustion of organic compounds », *Lond. Edinb. Dublin Philos. Mag. J. Sci.*, vol. 33, n° 194, p. 196-203, févr. 1917, doi: 10.1080/14786440208635627.

La méthodologie pour calculer la puissance totale émise par l'incendie d'un module ou d'un pack batterie consiste à sommer les débits calorifiques des différents éléments composants le pack en considérant que la propagation de l'incendie s'effectue d'un élément enflammé à celui ou ceux directement adjacent(s).

La Figure 29 présente un exemple de configuration de propagation au sein d'un module et la Figure 30 au sein d'un pack batterie.

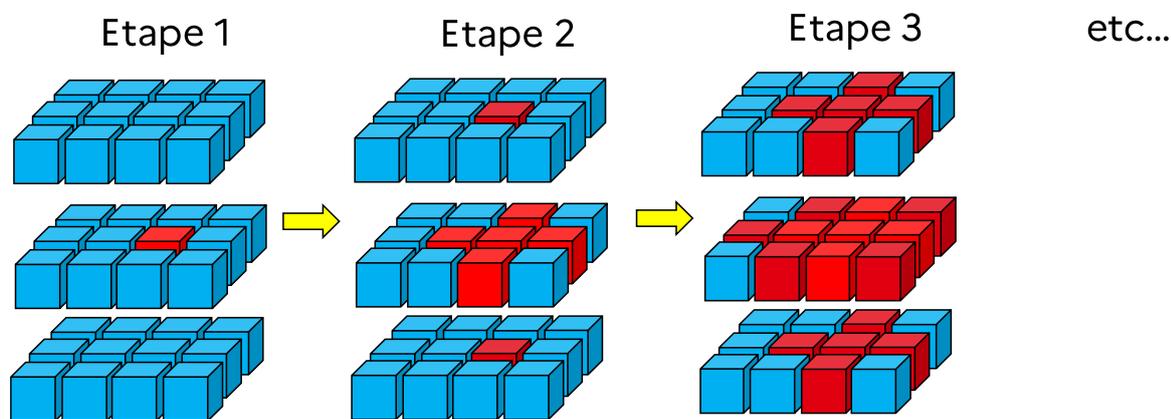


Figure 29 : Propagation au sein d'un module

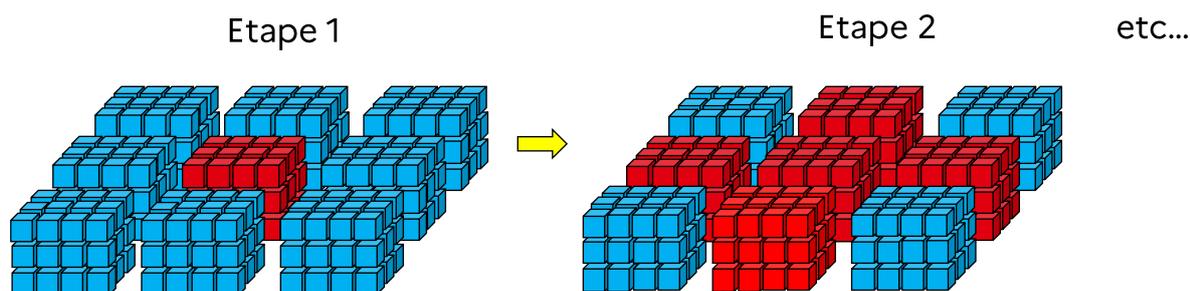


Figure 30 : Propagation au sein d'un pack batterie

Les principaux paramètres régissant le comportement global de l'incendie au sein du pack batterie sont les suivants :

- capacité électrique d'une cellule ;
- débit calorifique unitaire d'une cellule enflammée ;
- agencement des cellules dans le module et des modules dans le pack ;
- position de la zone d'inflammation,
- fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale disponible dans une cellule ;
- délai de propagation de l'incendie entre les cellules et entre les modules.

Ils sont décrits dans les paragraphes suivants.

1.3.1 Ajustement des paramètres

1.3.1.1 Débit calorifique unitaire

Le débit calorifique fixé par kJ électrique est rappelé sur la Figure 31. Le débit calorifique d'une cellule est donc obtenu en multipliant la courbe jaune du graphe par l'énergie électrique de la cellule.

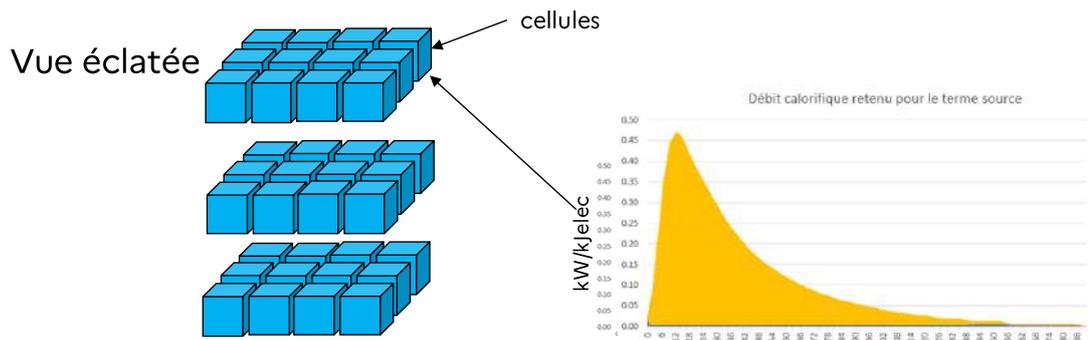


Figure 31 : Débit calorifique par kJ électrique

1.3.1.2 Agencement des cellules et des modules dans le pack et zone d'inflammation

La vitesse de propagation de l'incendie au sein du module et du pack dépendra de l'agencement des cellules dans le module, de l'agencement des modules dans le pack, et de la position de la zone d'inflammation.

La Figure 32 présente deux agencements de cellules différents dans le module et la Figure 33 présente deux points d'inflammation différents pour une même géométrie de module.

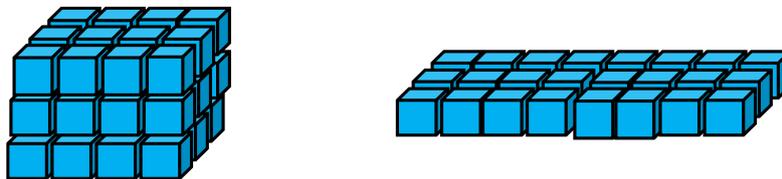


Figure 32 : Deux agencement de cellules différents dans un module

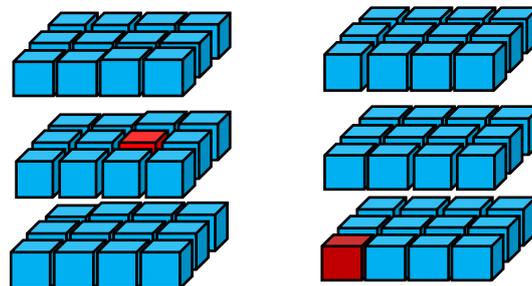


Figure 33 : Deux points d'inflammation différents dans un module

Il est évident que l'agencement en cube des cellules dans un module et un point d'inflammation au centre (configurations de gauche sur les Figure 32 et Figure 33) conduiront à un développement plus rapide de l'incendie. Ce sont donc ces deux paramètres qui seront retenus dans le modèle.

1.3.1.3 Fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale disponible dans une cellule

La fraction d'énergie thermique libérée par rapport à l'énergie totale contenue dans une cellule est fixée sur la base des observations expérimentales.

D'après le retour d'expérience, on montre que cette fraction dépend du mode d'agression de la batterie. Quel que soit le type de déclencheur (brûleur, feu englobant, échauffement localisé), les essais réalisés par l'Ineris¹³ montrent que l'énergie libérée peut dans certain cas atteindre 82 % de l'énergie disponible évaluée avec la méthode décrite dans le paragraphe 3.1 (hors énergie libérée par les matières actives non mesurables par les méthodes de mesures utilisées).

¹³ FAA, "Flammable Gas Analysis," in Flammable Gas Analysis, April 2021

Toutefois, ne pouvant pas garantir que toute l'énergie disponible ne soit pas émise pendant la combustion, et dans une approche sécuritaire, il est considéré dans les modélisations que 100 % de l'énergie disponible est libérée en cas d'emballement thermique de la batterie.

1.3.1.4 Délais de propagation de l'incendie entre les cellules et entre les modules

Les délais de propagation de l'incendie aux éléments adjacents sont également fixés sur la base des observations expérimentales en fonction de la nature de l'agression initiale.

Ces délais dépendent, d'une part, de la compacité des cellules dans les modules et des modules dans les packs batterie, et d'autre part, de la nature des matériaux composant les casings des cellules et des modules.

Une valeur moyenne sera retenue pour les modules et pour les cellules, en accord avec les essais réalisés par l'Ineris¹⁴, les valeurs n'étant pas fortement dispersées.

1.3.2 Synthèse

Le Tableau 24 synthétise les paramètres pris en compte dans le modèle de propagation.

Paramètres	Valeur retenue	Commentaire
Débit calorifique unitaire d'une cellule	En fonction du temps	<p>Débit calorifique retenu pour le terme source</p>
Agencement des cellules et des modules	En blocks	Pour favoriser le développement du feu dans l'élément
Zone d'inflammation	Le cas échéant, au centre d'une cellule située elle-même au centre du pack batterie	Idem
Fraction d'énergie libérée par rapport à l'énergie disponible	100 %	
Délai de propagation entre les cellules	120 s	Cette valeur est donnée par l'observation expérimentale
Délai de propagation entre les modules	150 s	Cette valeur est donnée par l'observation expérimentale

Tableau 24 : Paramètres retenus pour la détermination du débit calorifique d'un pack de batteries

¹⁴ FAA, "Flammable Gas Analysis," in Flammable Gas Analysis, April 2021

ANNEXE 2

Note de calcul Flumilog du scénario N°1

(6 alcôves avec chute des parois)

12 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.6

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	6alveoles1cellule
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	16/09/2024 à 15:37:05 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	16/9/24

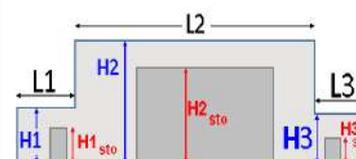
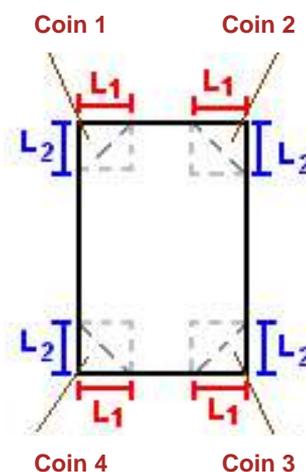
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :A1-6				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		16.2		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

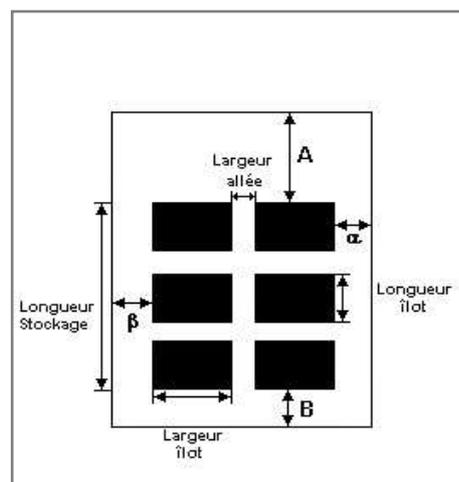
Stockage de la cellule : A1-6

Mode de stockage

Masse

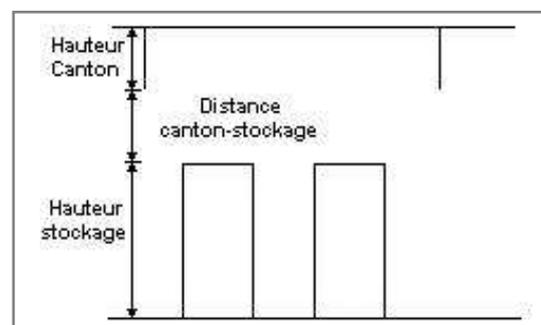
Dimensions

Longueur de préparation A	0.3 m
Longueur de préparation B	0.4 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.5 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	6
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.2 m



Palette type de la cellule A1-6

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

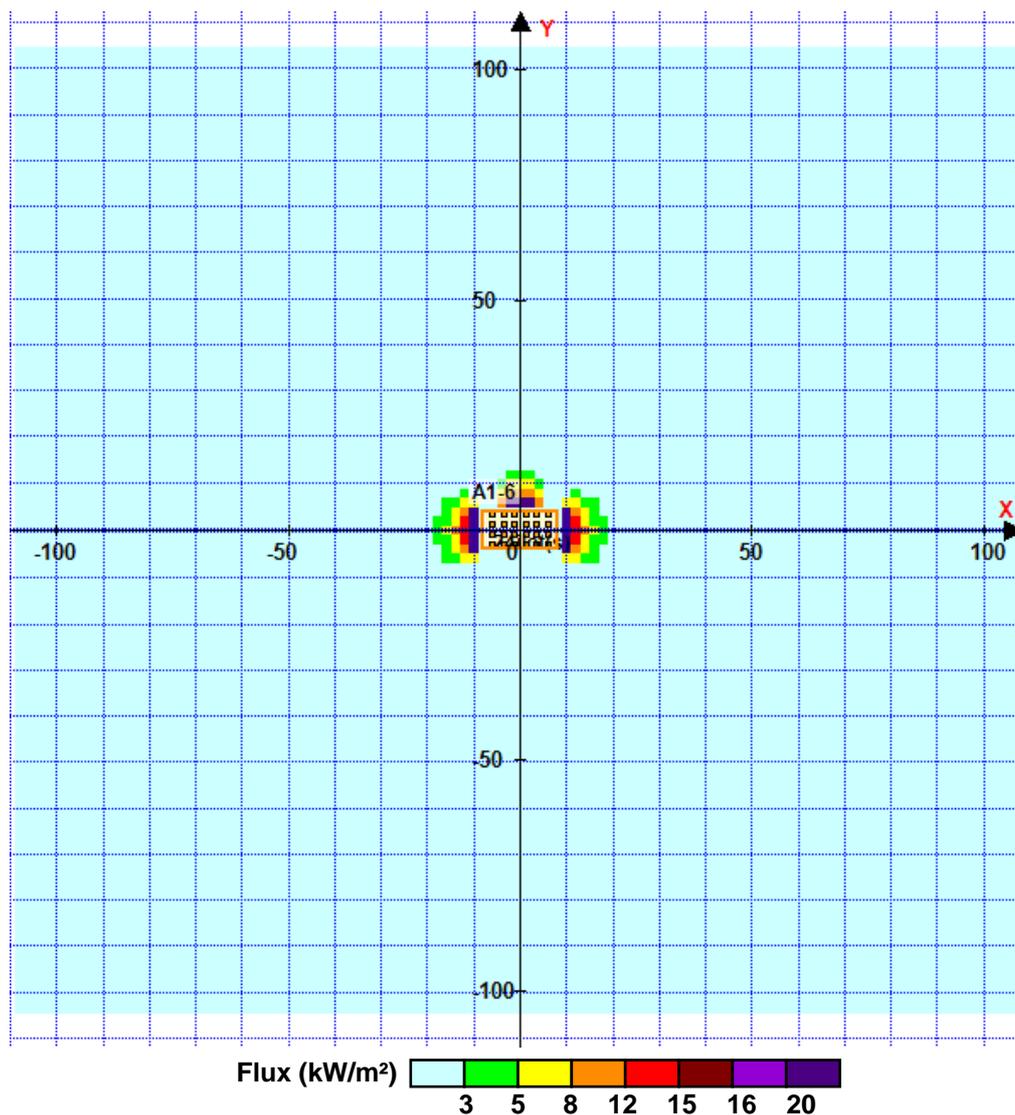
Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **A1-6**

Durée de l'incendie dans la cellule : A1-6 **50.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

ANNEXE 3

Note de calcul Flumilog du scénario N°1

(12 alcôves avec chute des parois)

12 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	12_alveoles
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	20/08/2024 à 09:34:43 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	20/8/24

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

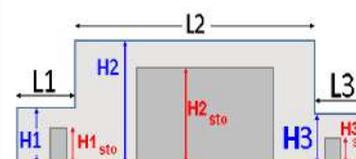
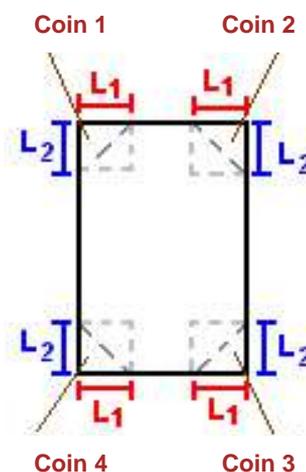
Hauteur de la cible : **1.8** m

Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **1** min ; REI C1/C3 : **1** min

Géométrie Cellule1

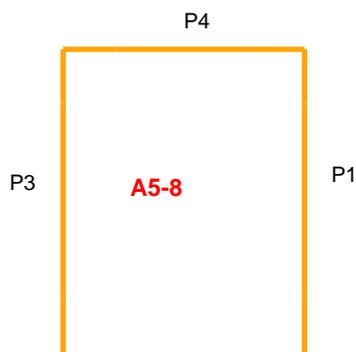
Nom de la Cellule :A5-8			
Longueur maximum de la cellule (m)	8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)	10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)	5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A5-8



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	4.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

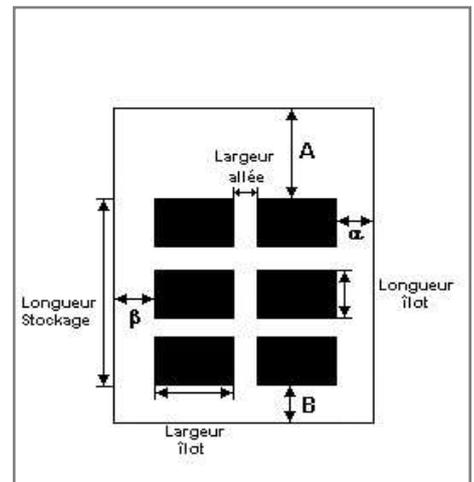
Stockage de la cellule : A5-8

Mode de stockage

Masse

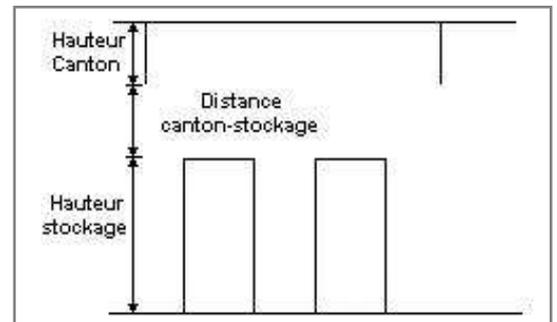
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A5-8

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

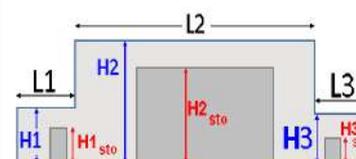
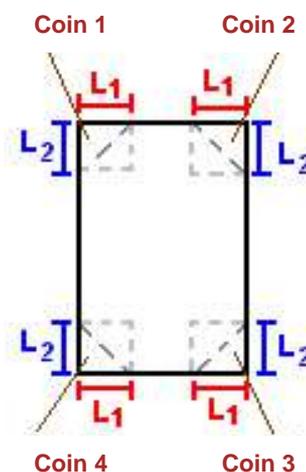
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8** m

Géométrie Cellule2

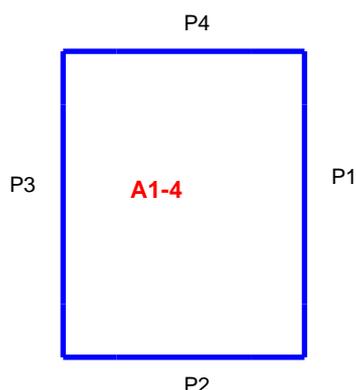
Nom de la Cellule :A1-4				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A1-4



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

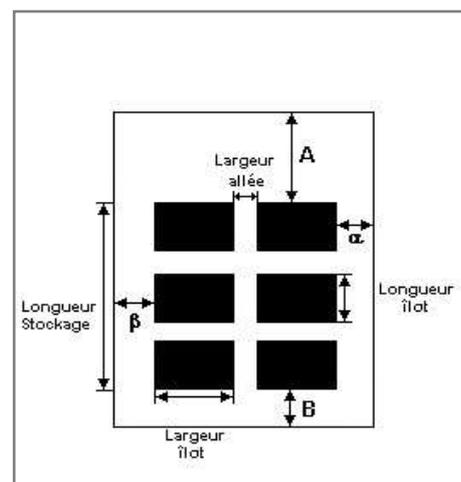
Stockage de la cellule : A1-4

Mode de stockage

Masse

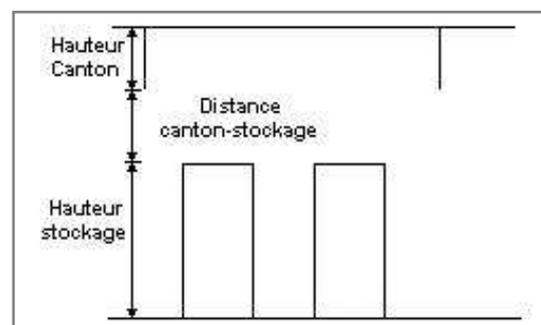
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A1-4

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

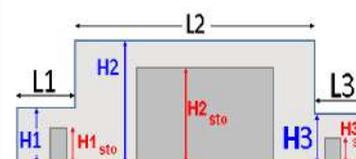
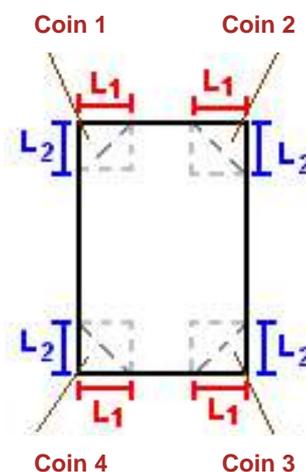
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8** m

Géométrie Cellule3

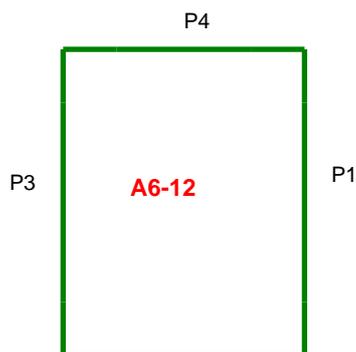
Nom de la Cellule :A6-12				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A6-12



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

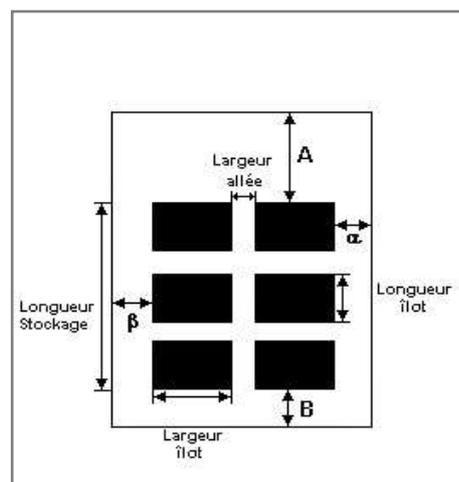
Stockage de la cellule : A6-12

Mode de stockage

Masse

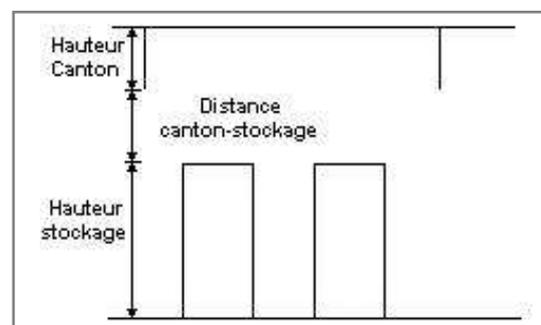
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A6-12

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

II. RESULTATS :

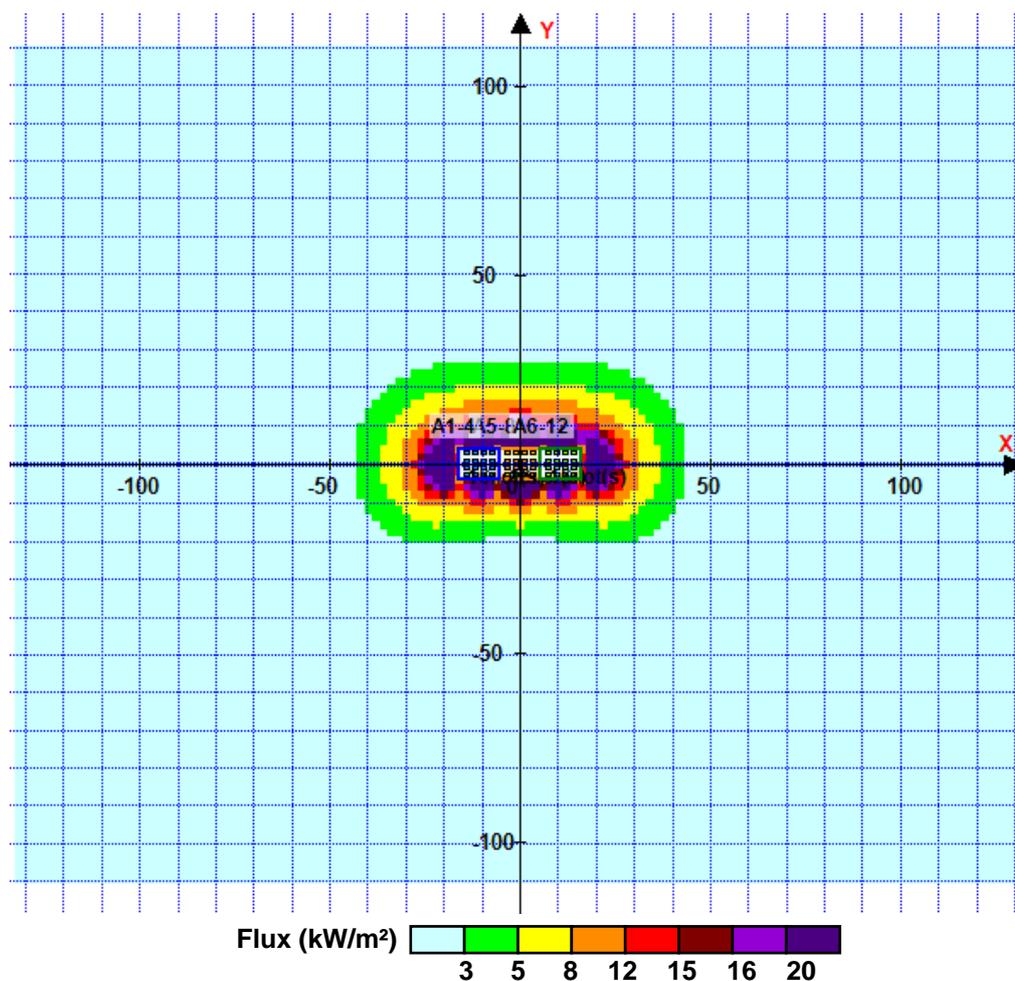
Départ de l'incendie dans la cellule : **A5-8**

Durée de l'incendie dans la cellule : A5-8 **49.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A1-4 **49.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A6-12 **49.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

ANNEXE 4

Note de calcul Flumilog du scénario N°1

(12 alcôves sans chute des parois)

12 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.52_beta

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	12_alveoles
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	19/07/2024 à 12:01:13 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	19/7/24

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

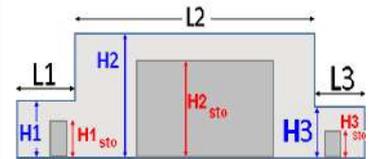
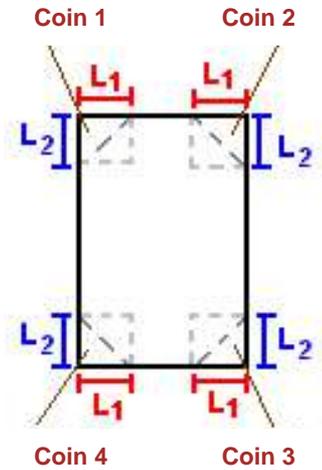
Hauteur de la cible : **1.8** m

Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **1** min ; REI C1/C3 : **1** min

Géométrie Cellule1

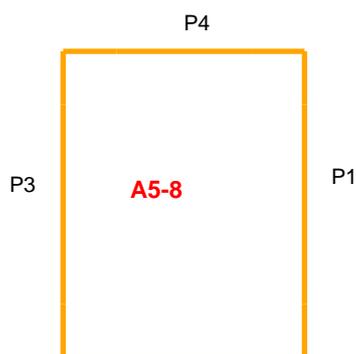
Nom de la Cellule :A5-8			
Longueur maximum de la cellule (m)	8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)	10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)	5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A5-8



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	4.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

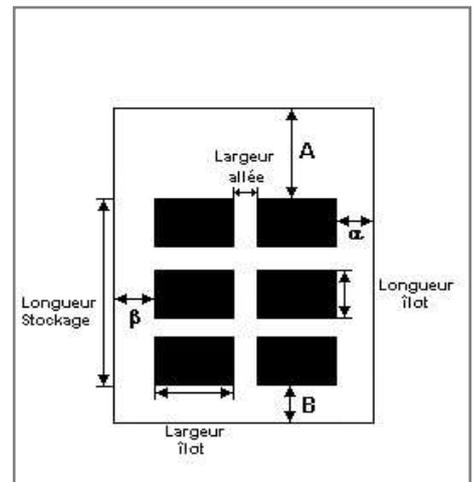
Stockage de la cellule : A5-8

Mode de stockage

Masse

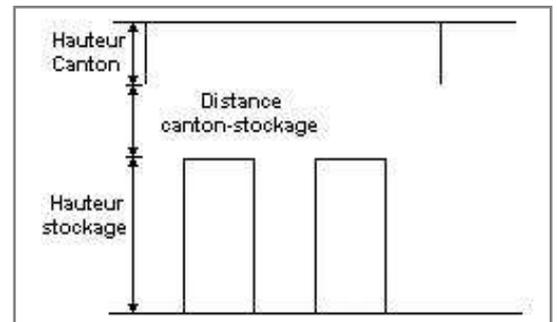
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A5-8

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

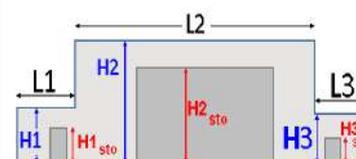
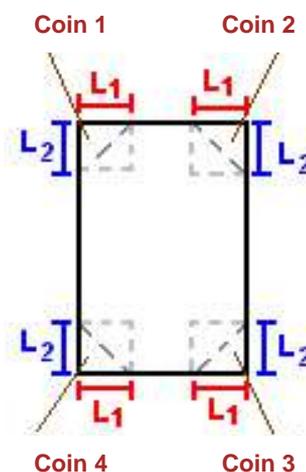
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule2

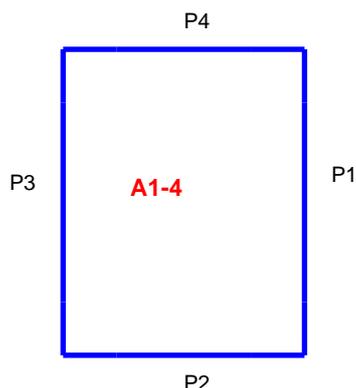
Nom de la Cellule :A1-4				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A1-4



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

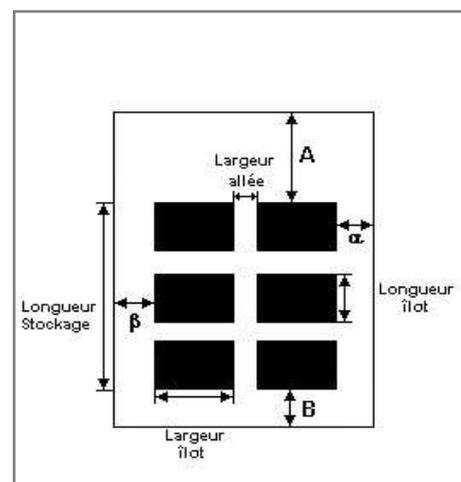
Stockage de la cellule : A1-4

Mode de stockage

Masse

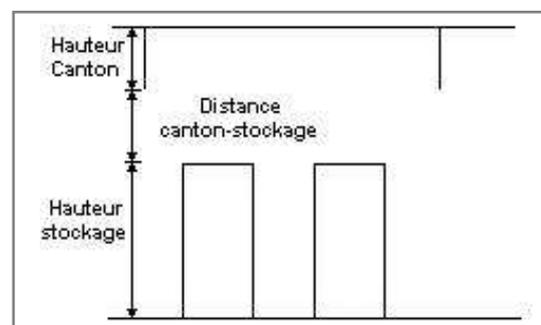
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A1-4

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

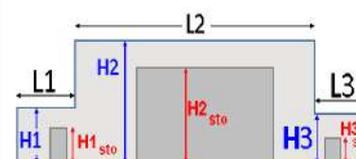
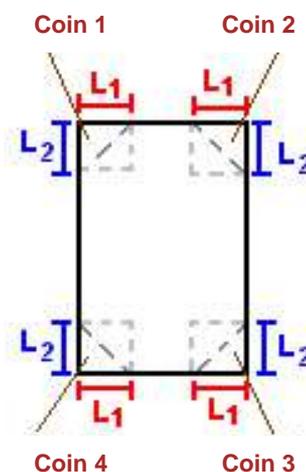
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8** m

Géométrie Cellule3

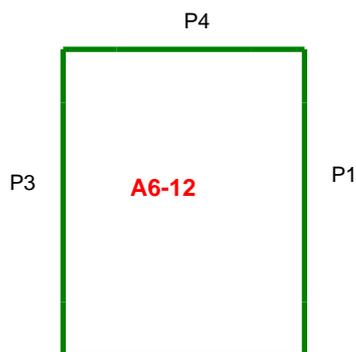
Nom de la Cellule :A6-12				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

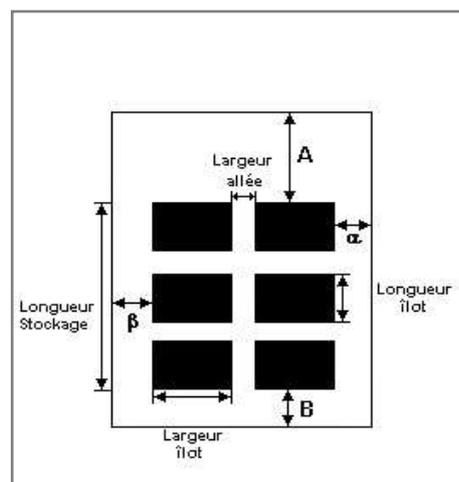
Parois de la cellule : A6-12



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	120		120	120
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	120		120	120
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	120		120	120
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	120		120	120
Largeur (m)	4.1		4.1	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

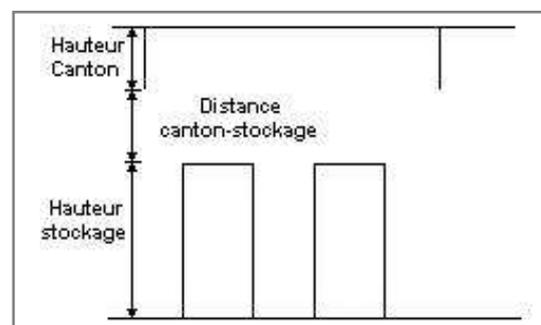
Stockage de la cellule : A6-12

Mode de stockage	Masse
Dimensions	
Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A6-12

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m³

Nom de la palette : **Batterie 20kWh + Caisse ADR** Poids total de la palette : **0.0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

II. RESULTATS :

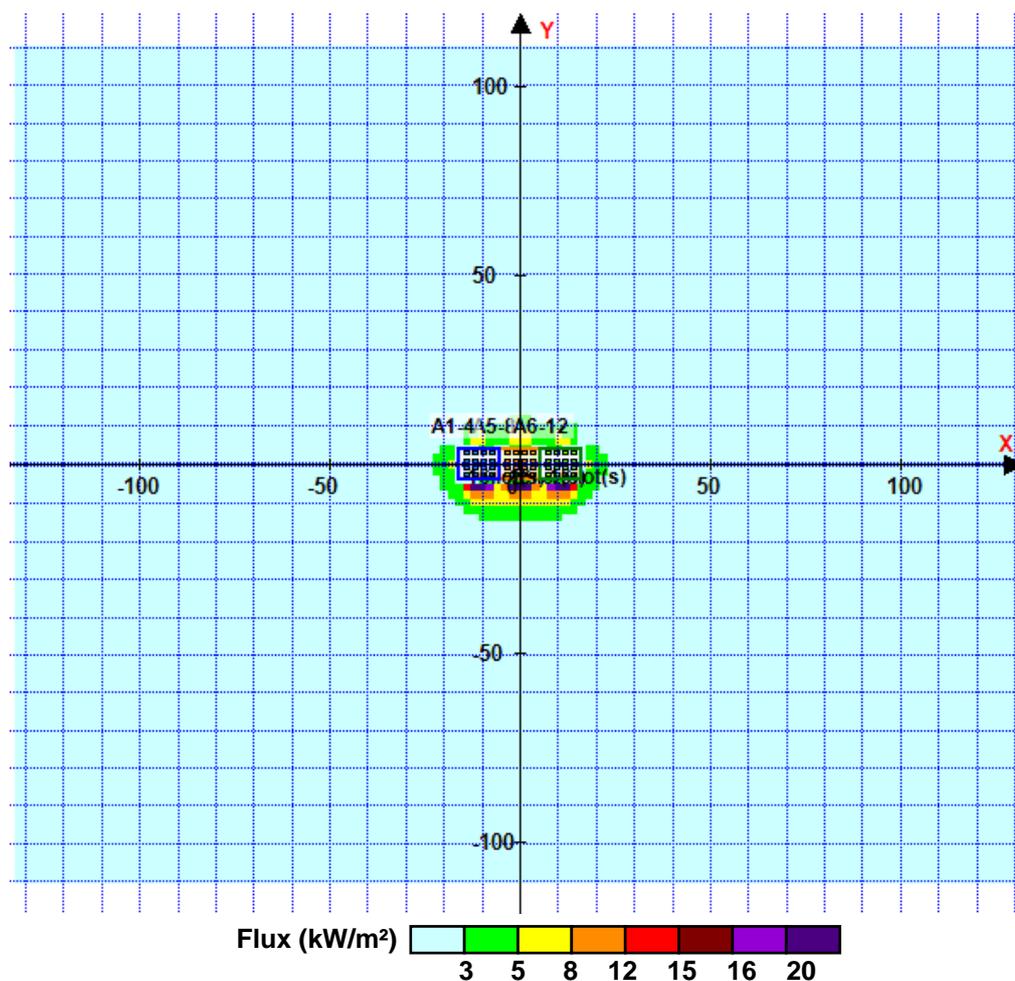
Départ de l'incendie dans la cellule : **A5-8**

Durée de l'incendie dans la cellule : A5-8 **55.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A1-4 **55.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A6-12 **55.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

ANNEXE 5

Note de calcul Flumilog du scénario N°1

(10 alcôves)

12 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	10_alveoles
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	27/08/2024 à 18:48:19 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	27/8/24

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

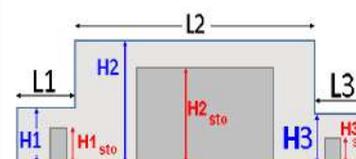
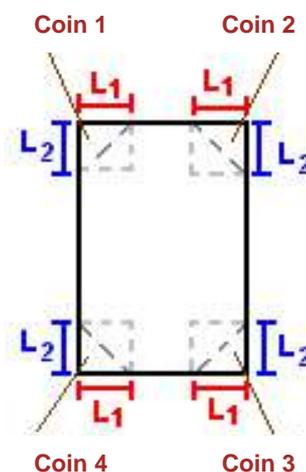
Hauteur de la cible : **1.8** m

Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **1** min ; REI C1/C3 : **1** min

Géométrie Cellule1

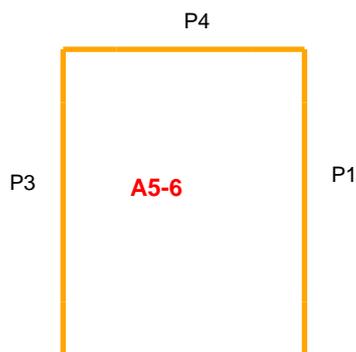
Nom de la Cellule :A5-6			
Longueur maximum de la cellule (m)	8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)	5.4		
Hauteur maximum de la cellule (m)	5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0
		L2 (m)	0.0
Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A5-6



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	4.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	0.0
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	0.0
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

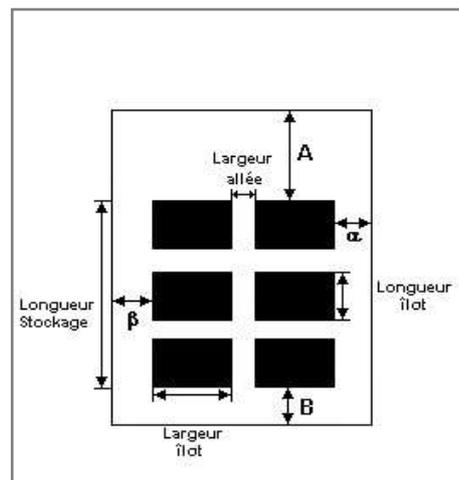
Stockage de la cellule : A5-6

Mode de stockage

Masse

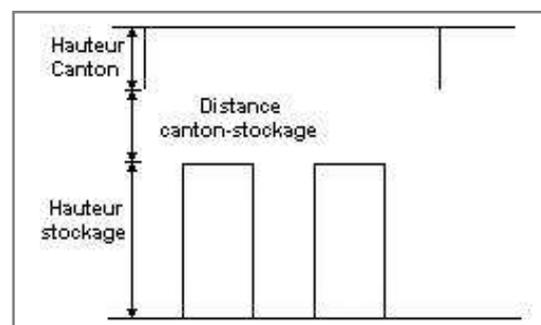
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.0 m
Déport latéral b	1.0 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	2
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A5-6

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

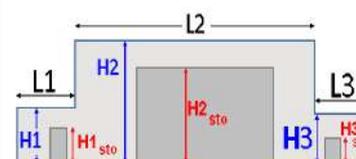
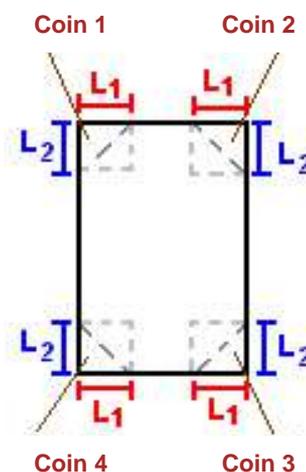
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8** m

Géométrie Cellule2

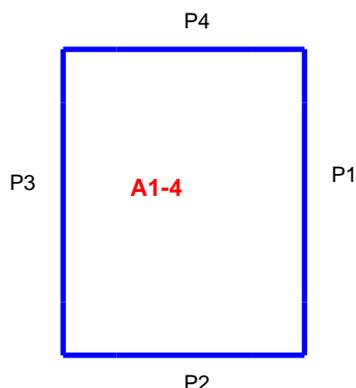
Nom de la Cellule :A1-4				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A1-4



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

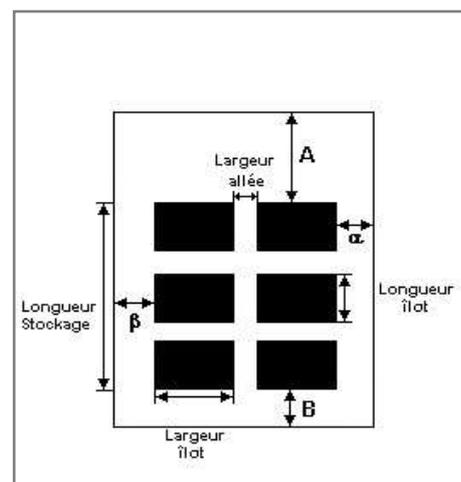
Stockage de la cellule : A1-4

Mode de stockage

Masse

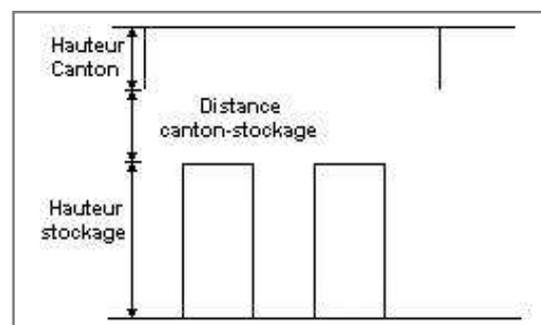
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A1-4

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

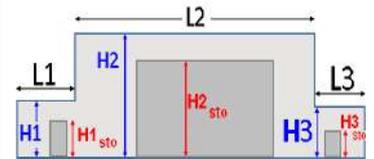
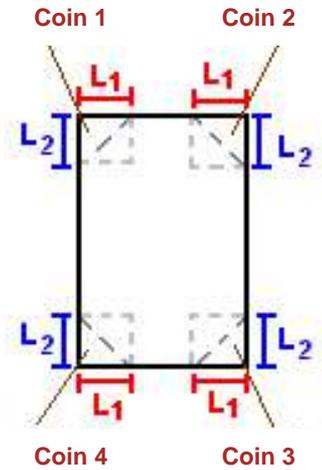
I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule3

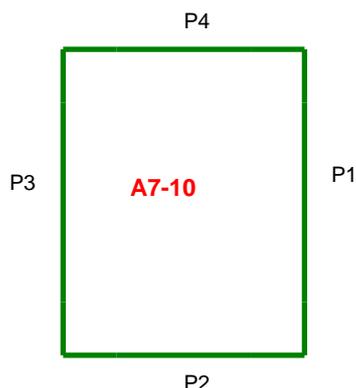
Nom de la Cellule :A7-10				
Longueur maximum de la cellule (m)		8.3		
Largeur maximum de la cellule (m)		10.7		
Hauteur maximum de la cellule (m)		5.6		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Hauteur complexe				
	1	2	3	
L (m)	0.0	0.0	0.0	
H (m)	0.0	0.0	0.0	
H sto (m)	0.0	0.0	0.0	



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	30
Résistance au feu des pannes (min)	30
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Parois de la cellule : A7-10



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
Composantes de la Paroi	Multicomposante	Monocomposante	Multicomposante	Multicomposante
Structure Support	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton	Poteau beton
Nombre de Portes de quais	0	0	0	0
Largeur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
Hauteur des portes (m)	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Partie en haut à gauche</i>
Matériau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1	1	1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1	1	1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1	1	1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1	1	1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en haut à droite</i>		<i>Partie en haut à droite</i>	<i>Partie en haut à droite</i>
Matériau	bardage simple peau		bardage simple peau	bardage simple peau
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	1.6		1.6	1.6
	<i>Partie en bas à gauche</i>		<i>Partie en bas à gauche</i>	<i>Partie en bas à gauche</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.2		4.2	5.3
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0
	<i>Partie en bas à droite</i>		<i>Partie en bas à droite</i>	<i>Partie en bas à droite</i>
Matériau	Beton Arme/Cellulaire		Beton Arme/Cellulaire	Beton Arme/Cellulaire
R(i) : Résistance Structure(min)	1		1	1
E(i) : Etanchéité aux gaz (min)	1		1	1
I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)	1		1	1
Y(i) : Résistance des Fixations (min)	1		1	1
Largeur (m)	4.1		4.1	5.4
Hauteur (m)	4.0		4.0	4.0

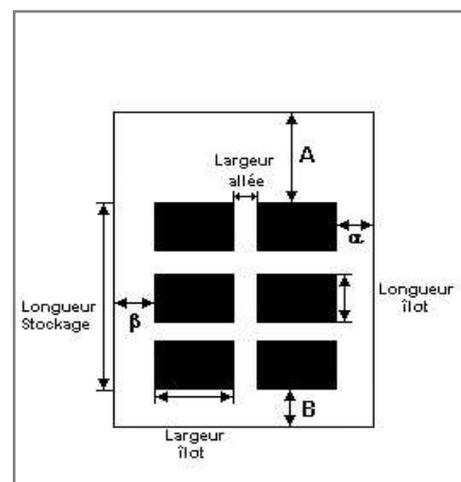
Stockage de la cellule : A7-10

Mode de stockage

Masse

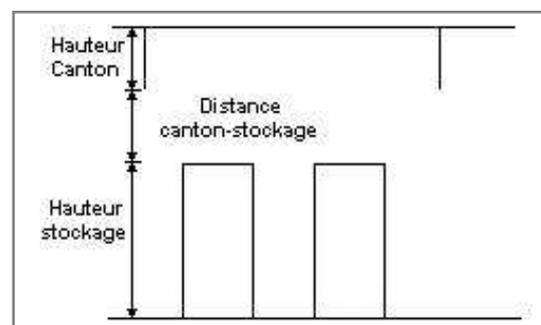
Dimensions

Longueur de préparation A	0.6 m
Longueur de préparation B	0.7 m
Déport latéral a	1.5 m
Déport latéral b	1.4 m
Hauteur du canton	1.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	4
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	4
Largeur des îlots	1.2 m
Longueur des îlots	1.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	1.0 m



Palette type de la cellule A7-10

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m ³

Nom de la palette : Batterie 20kWh + Caisse ADR

Poids total de la palette : 0.0 kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

II. RESULTATS :

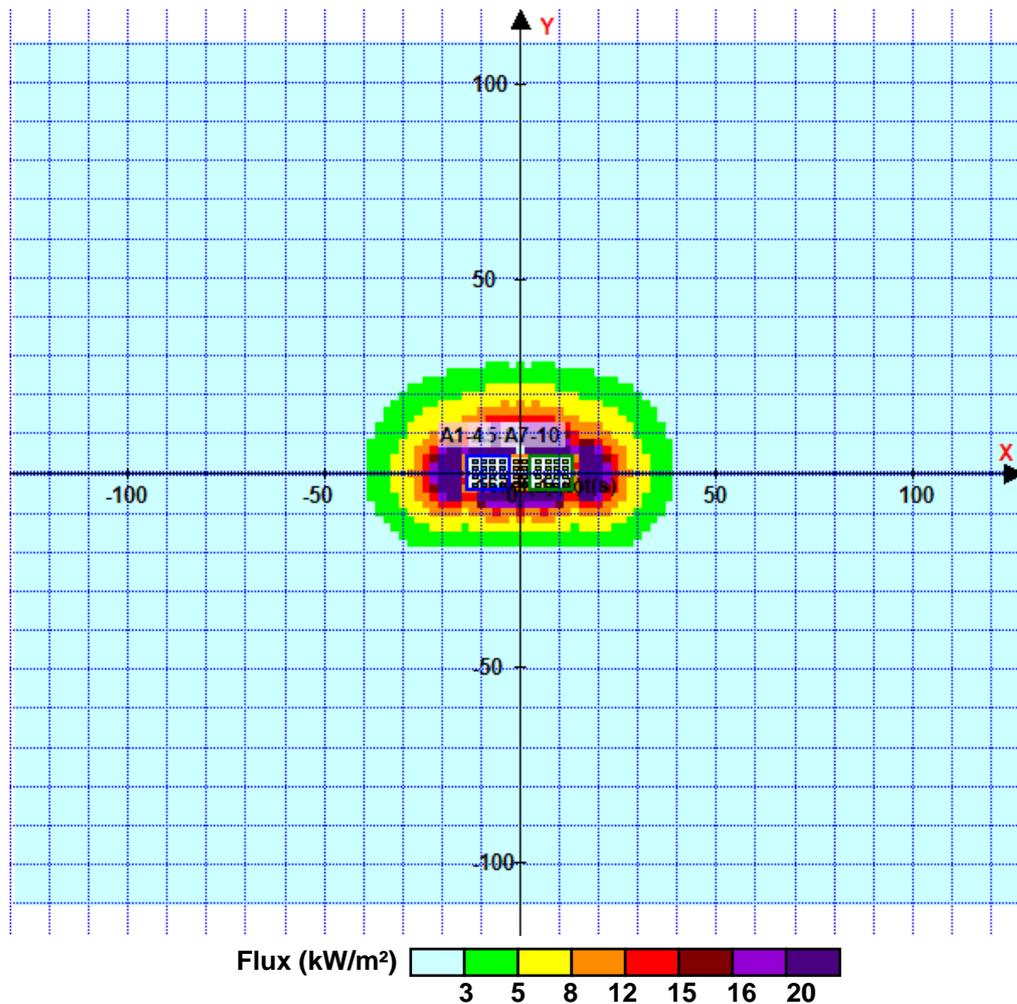
Départ de l'incendie dans la cellule : **A5-6**

Durée de l'incendie dans la cellule : A5-6 **48.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A1-4 **49.0** min

Durée de l'incendie dans la cellule : A7-10 **49.0** min

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

ANNEXE 6

Note de calcul Flumilog du scénario N°2

9 pages

FLUMilog

Interface graphique v.5.6.1.0

Outil de calculV5.61

Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	C.WARTELLE
Société :	AMF QSE
Nom du Projet :	semi-remorque_complete
Cellule :	B2
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	09/09/2024 à 10:22:32 avec l'interface graphique v. 5.6.1.0
Date de création du fichier de résultats :	11/9/24

I. DONNEES D'ENTREE :

Donnée Cible

Hauteur de la cible : **0.5** m

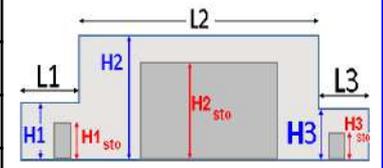
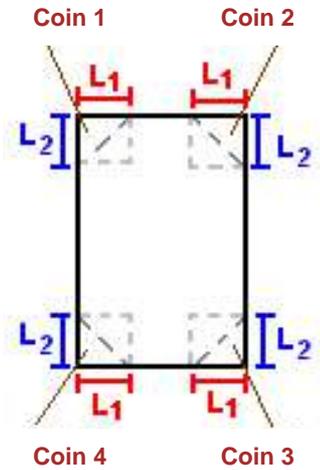
Données murs entre cellules

REI C1/C2 : **5** min

Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Chargement				
Longueur maximum de la cellule (m)		17.5		
Largeur maximum de la cellule (m)		2.5		
Hauteur maximum de la cellule (m)		2.9		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	

Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0

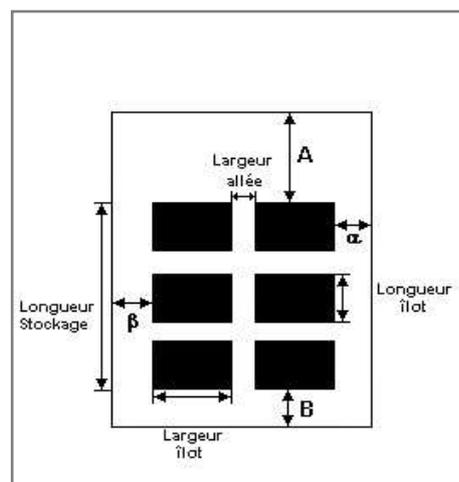


Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	5
Résistance au feu des pannes (min)	5
Matériaux constituant la couverture	metallique simple peau
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

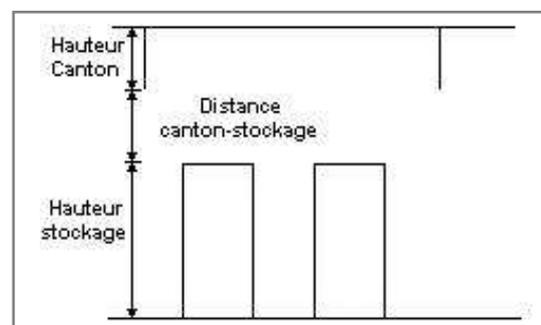
Stockage de la cellule : Chargement

Mode de stockage	Masse
Dimensions	
Longueur de préparation A	2.2 m
Longueur de préparation B	2.3 m
Déport latéral a	0.0 m
Déport latéral b	0.1 m
Hauteur du canton	0.0 m



Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
Largeur des îlots	2.4 m
Longueur des îlots	13.0 m
Hauteur des îlots	0.8 m
Largeur des allées entre îlots	0.0 m



Palette type de la cellule Chargement

Dimensions Palette

Longueur de la palette :	1.2 m
Largeur de la palette :	1.0 m
Hauteur de la palette :	0.8 m
Volume de la palette :	1.0 m³

Nom de la palette : **Batterie 20kWh + Caisse ADR** Poids total de la palette : **0.0** kg

Composition de la Palette (Masse en kg)

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	16.0 min
Puissance dégagée par la palette :	4512.0 kW

I. DONNEES D'ENTREE :

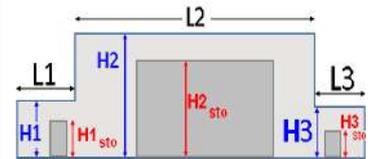
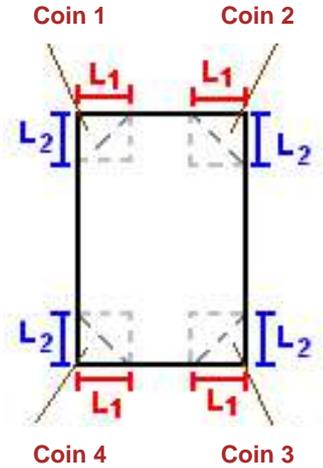
Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

Géométrie Cellule2

Nom de la Cellule :Camion				
Longueur maximum de la cellule (m)		2.5		
Largeur maximum de la cellule (m)		2.5		
Hauteur maximum de la cellule (m)		3.5		
Coin 1	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 2	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 3	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	
Coin 4	non tronqué	L1 (m)	0.0	
		L2 (m)	0.0	

Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	0.0	0.0	0.0
H (m)	0.0	0.0	0.0
H sto (m)	0.0	0.0	0.0



Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	5
Résistance au feu des pannes (min)	5
Matériaux constituant la couverture	Fibrociment
Nombre d'exutoires	0
Longueur des exutoires (m)	3.0
Largeur des exutoires (m)	2.0

Stockage de la cellule : Camion

Mode de stockage **LI**
 Masse totale de liquides inflammables **2.7** t



Palette type de la cellule Camion

Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Sans Objet**
 Largeur de la palette : **Sans Objet**
 Hauteur de la palette : **Sans Objet**
 Volume de la palette : **Sans Objet**
 Nom de la palette : **Palette LI utilisateur**

Poids total de la palette : **Par défaut**

La palette LI est définie par l'utilisateur.

Les données suivantes sont utilisées

Vitesse de combustion : **80** g/m²/s
 Chaleur de combustion : **60** MJ/kg

II. RESULTATS :

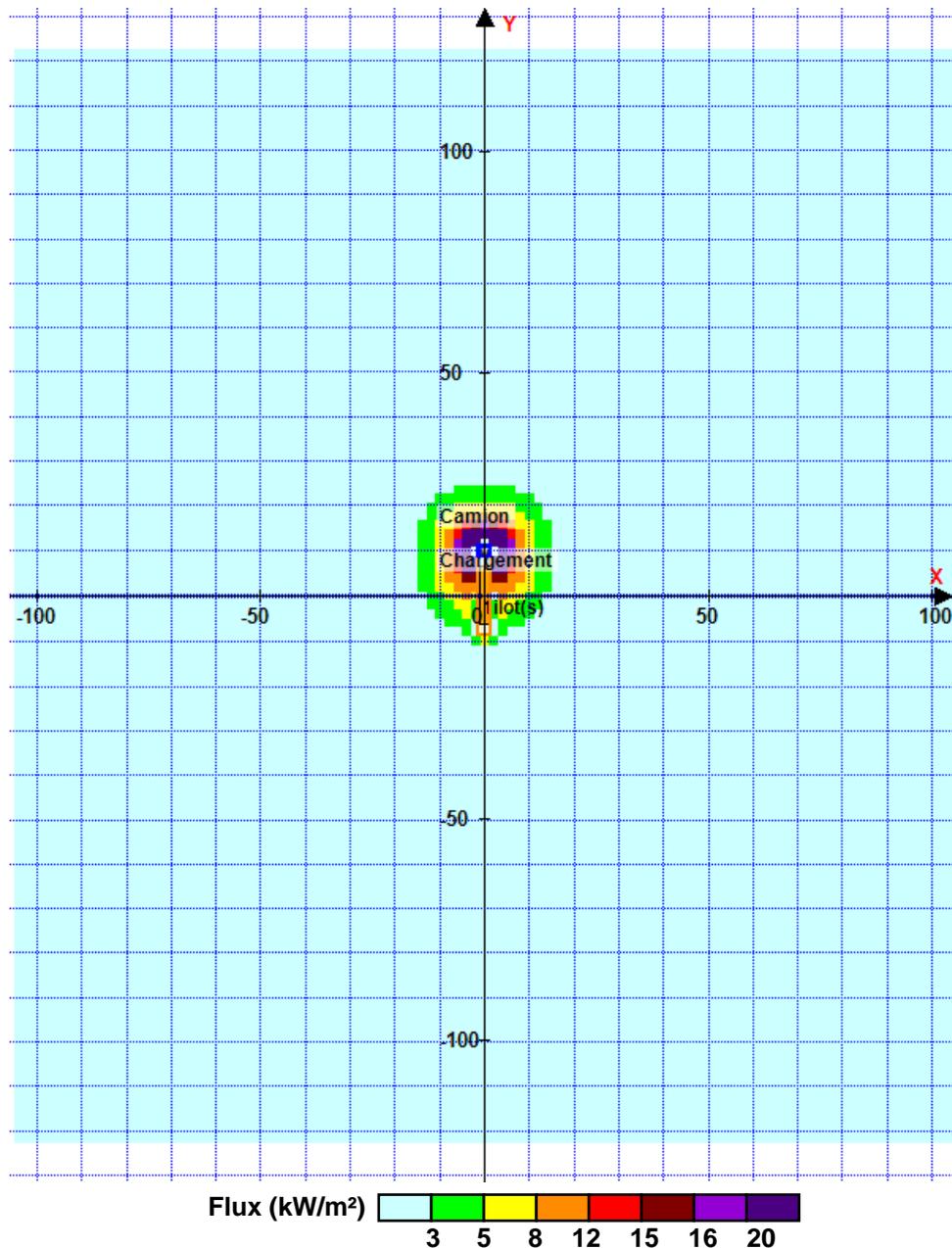
Départ de l'incendie dans la cellule : **Chargement**

La cinétique de l'incendie n'est pas calculée pour les liquides inflammables.

Durée de l'incendie dans la cellule : Chargement **24.0** min

Durée indicative de l'incendie dans la cellule LI : Camion **90.0** min (durée de combustion calculée)

Distance d'effets des flux maximum



Avertissement: Dans le cas d'un scénario de propagation, l'interface de calcul Flumilog ne vérifie pas la cohérence entre les saisies des caractéristiques des parois de chaque cellule et la saisie de tenue au feu des parois séparatives indiquée en page 2 de la note de calcul.

Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

