



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Conseil général de l'environnement
et du développement durable
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
sur les Risques Industriels**



Rapport d'Enquête

Sur l'incendie d'un container de
stockage de batteries au sein du poste
de transformation RTE de Perles et
Castelet (09) le 1^{er} décembre 2020

Bordereau documentaire

Organisme auteur : Bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur l'incendie au sein du poste de transformation RTE de Perles et Castelet (09)

N° ISRN : MTE - BEARI - 2021 – 004

Date du rapport : 27 juillet 2021

Proposition de mots-clés : poste, électrique, incendie, batterie, lithium, supercondensateur, container, ESS (Energy storage system), stockage énergie.

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre de l'arrêté du 9 décembre 2020 portant création et organisation du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Au titre de ce rapport on entend par :

- Cause de l'accident : toute action ou événement de nature technique ou organisationnelle, volontaire ou involontaire, active ou passive, ayant conduit à la survenance de l'accident. Elle peut être établie par les éléments collectés lors de l'enquête, ou supposée de manière indirecte. Dans ce cas, le rapport d'enquête le précise explicitement.
- Facteur contributif : élément qui, sans être déterminant, a pu jouer un rôle dans la survenance ou dans l'aggravation de l'accident.
- Enseignement de sécurité : élément de retour d'expérience tiré de l'analyse de l'évènement. Il peut s'agir de pratiques à développer car de nature à éviter ou limiter les conséquences d'un accident, ou à éviter car pouvant favoriser la survenance de l'accident ou aggraver ses conséquences.
- Recommandation de sécurité : proposition d'amélioration de la sécurité formulée par le BEA-RI, sur la base des informations rassemblées dans le cadre de l'enquête de sécurité, en vue de prévenir des accidents ou des incidents. Cette recommandation est adressée, au moment de la parution du rapport définitif, à une personne physique ou morale qui dispose de deux mois à réception, pour faire part au BEA-RI des suites qu'elle entend y donner. La réponse est publiée sur le site du BEA-RI.

Synthèse

Le 1^{er} décembre 2020, les équipes d'Ingeteam et de la direction R&D de RTE procèdent aux tests de réception d'un nouvel équipement installé sur le poste de transformation de Perles et Castelet. Cet équipement contient un container qui héberge plusieurs dizaines de batteries au lithium et des supercondensateurs. Vers 9h00, des équipements électriques prennent feu dans l'un des containers ce qui va causer sa destruction complète en dépit d'une intervention de plusieurs heures des services d'incendie et de secours.

L'essai conduit au sein du poste RTE de transformation de Perles et Castelet s'inscrit dans le cadre du projet européen OSMOSE soutenu par l'Agence exécutive « Innovation et réseaux » qui doit permettre de répondre à la nécessité d'intégrer des solutions de flexibilité au sein du réseau de transport dans un contexte de participation croissante des énergies renouvelables à la production et d'une consommation toujours plus fluctuante. Il intervient dans un contexte marqué par un intérêt croissant de l'industrie pour des solutions de stockage stationnaire d'énergie.

Les investigations conduites n'ont pas permis de définir avec certitude l'origine du problème technique rencontré. Il peut s'agir à ce stade d'un défaut de fabrication ou endommagement d'un composant, d'un défaut de conception ou de réalisation du container ou du système d'exploitation. Des investigations se poursuivent sur ce point.

En revanche, l'enquête a permis de tirer des enseignements de sécurité dans le domaine de la conception, de l'implantation de ce type d'équipement et en matière de détection et de lutte contre l'incendie.

Par ailleurs, outre ces enseignements de sécurité, le BEA-RI recommande :

A destination de RTE, en cas de nouveau projet ou de poursuite de celui-ci

Procéder à une analyse des risques lors de la phase de conception du projet afin d'évaluer les mesures de prévention prises par les intégrateurs, de tenir compte des risques générés par l'équipement au sein de l'installation (sur son environnement lorsque l'équipement est implanté dans un lieu comportant des enjeux de sécurité, sur les containers par effet domino lorsqu'il y en a plusieurs), d'élaborer un plan d'urgence et de motiver, si nécessaire, une demande de dérogation aux prescriptions de l'arrêté ministériel de 2000 si l'équipement relève de la rubrique 2925-2. A cette occasion une consultation du SDIS pourrait s'avérer opportune.

A destination d'Ingeteam

Tenir compte des enseignements de sécurité tirés de l'incendie de Perles et Castelet en matière de conception d'un système de stockage d'énergie pour mieux protéger son installation vis-à-vis du risque d'emballement thermique des équipements électriques.

A destination de l'autorité réglementaire

Dans un contexte de montée en puissance des usages stationnaires de charge d'équipements électriques (batteries, condensateurs), faire évoluer la réglementation pour mieux encadrer la conception, l'implantation et l'exploitation des installations classées relevant de la rubrique 2925-2.

Sommaire

I.	Rappel sur l'enquête de sécurité.....	6
II.	Constats immédiats et engagement de l'enquête	6
II.1.	Les circonstances de l'accident.....	6
II.2.	Le bilan de l'accident	7
II.3.	Les mesures prises après l'accident.....	7
II.4.	L'engagement et l'organisation de l'enquête	7
III.	Contextualisation	8
III.1.	Le marché et les usages des batteries Lithium-ion.....	8
III.2.	Le projet OSMOSE	8
III.3.	La société Ingeteam	10
III.4.	Descriptif du site.....	11
III.5.	L'installation de stockage d'énergie.....	12
III.5.1.	Description de l'installation.....	12
III.5.2.	Le principe de fonctionnement de l'installation.....	14
III.5.3.	Les premiers essais de réception.....	14
IV.	Compte rendu des investigations menées.....	14
IV.1.	Reconnaissance de terrain	14
IV.2.	Les éléments communiqués par RTE et Ingeteam	15
IV.3.	Analyse de l'inspection des installations classées.....	16
IV.4.	Analyse de l'Ineris.....	17
IV.5.	Entretien avec un industriel concepteur de mobilités électriques.....	17
V.	Déroulement de l'évènement.....	18
V.1.	Déclenchement de l'évènement.....	18
V.2.	L'intervention des secours publics.....	18
VI.	Conclusion sur le scénario de l'évènement	20
VI.1.	Le scénario	20
VI.2.	Facteurs contributifs.....	21
VI.2.1.	Ont contribué au développement de l'incendie.....	21
VI.2.2.	Ont contribué à une mauvaise appréciation des risques	22
VII.	Enseignements de sécurité.....	24
VII.1.	Enseignements de nature technique	24
VII.1.1.	En matière d'implantation	24
VII.1.2.	En matière d'intervention des services de secours.....	25
VII.1.3.	En matière de conception et de moyen de lutte contre l'incendie.....	26
VII.2.	Enseignement de nature réglementaire.....	27
VIII.	Recommandations	27
VIII.1.	A destination de RTE, en cas de nouveau projet ou de poursuite de celui-ci.....	27
VIII.2.	A destination d'Ingeteam.....	28
VIII.3.	A destination de l'autorité réglementaire.....	28
	Annexe I - Planche photographique.....	29
	Annexe II : Fiche de données de sécurité batterie	33
	Annexe III : fiche de données de sécurité du supercondensateur	38
	Annexe IV : Dispositif d'extinction Firepro (extrait plaquette de présentation).....	49
	Annexe V : Capture d'écran du site https://firepro-extinction.fr/technologie/	50
	Annexe VI : Rapport de l'Ineris	51

Rapport d'Enquête

Sur l'incendie d'un container de stockage de batteries au sein du poste de transformation RTE de Perles et Castelet (09)

I. Rappel sur l'enquête de sécurité

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre de l'arrêté du 9 décembre 2020 portant création et organisation du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents. Sans préjudice, le cas échéant, de l'enquête judiciaire qui peut être ouverte, elle consiste à collecter et analyser les informations utiles, à déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'évènement, de l'accident ou de l'incident et, s'il y a lieu, à établir des recommandations de sécurité. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités. En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

II. Constats immédiats et engagement de l'enquête

II.1. Les circonstances de l'accident

Le 1^{er} décembre 2020, des personnels de la direction Recherche et Développement de Réseau de Transport Electricité (RTE R&D) et de Ingeteam power technology¹ (appelé « Ingeteam » dans la suite), société spécialisée dans l'électronique de puissance et la production d'énergie, procèdent à un test sur un nouvel équipement électrique conçu par la société Ingeteam. Cet équipement se compose de deux containers qui accueillent des équipements électriques et électroniques.

A 8h32, l'équipement est mis sous tension.

A 9h04, les personnels présents dans le local technique du poste RTE constatent le déclenchement d'alarmes sur des capteurs de température et de fumée situé dans le container de stockage. Ces derniers sortent du local et constatent qu'il se dégage une fumée de couleur blanche d'un des deux containers dont les portes sont fermées. Les personnels sortent du site pour se mettre à l'abri.

A 9h28, les services de secours publics reçoivent un appel de l'opérateur RTE (PEXI de Portet-sur-Garonne) pour signaler le déclenchement d'une alarme incendie dans le container de stockage d'énergie.

A 9h48, sous l'effet d'une surpression, les portes du container s'ouvrent et s'ensuit l'incendie du container.

¹ Ingeteam est un groupe espagnol, spécialisé dans la conversion de l'énergie électrique qui emploie 4.000 personnes, réparties dans 20 pays (chiffre d'affaire, environ 700 millions d'euros en 2019). Une description plus détaillée sera réalisée plus loin.

II.2. Le bilan de l'accident

En terme d'impact hors site, les enjeux ont porté essentiellement sur la dispersion du panache de fumée (rabattu autant que possible par aspersion), le risque de pollution des milieux aquatiques, et à terme la pollution des sols. Aucun risque d'effet domino sur des installations industrielles voisines n'était constaté, mais une maison d'habitation se situait à une cinquantaine de mètres du sinistre.

Durant la gestion de l'incendie, des consignes de mise à l'abri ont été données auprès des populations et plus particulièrement des riverains. Aucun impact humain ou environnemental n'a été signalé ou constaté lors de notre déplacement sur site. Ce premier bilan doit encore être complété, le préfet ayant prescrit à RTE la réalisation de diagnostics environnementaux complémentaires dans le cadre de la gestion post accidentelle de cet évènement².

L'incendie a eu des répercussions sur les deux clients raccordés au poste.

D'une part, l'incendie a provoqué l'arrêt de l'alimentation principale de l'unique consommateur raccordé, la société IMERYS qui exploite une usine de fabrication de talc située à Luzenac. Cette situation a contraint le client à basculer sur son poste de secours avec des capacités limitées d'alimentation. Le site IMERYS est classé SEVESO seuil bas.

D'autre part, l'incendie a également provoqué la coupure du producteur EDF Groupement d'Usines du Tech, situé à proximité du poste.

De son côté, la société IMERYS a communiqué auprès de la DREAL, une estimation du préjudice financier liée à l'interruption d'alimentation de ses installations. Ce préjudice, qui n'a pas été vérifié dans le cadre de la présente enquête a été évalué à près de 62 000 €. EDF, pour sa part, a fait état d'une perte de production de près de 6 000 €.

II.3. Les mesures prises après l'accident

A la suite de l'accident, l'installation a été consignée et mise en sécurité dans l'attente notamment d'inspections ultérieures.

II.4. L'engagement et l'organisation de l'enquête

Au vu des circonstances et du contexte de l'accident, le directeur du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels (BEA-RI) a décidé l'ouverture d'une enquête et en a informé le directeur général de la prévention des risques, le préfet et ses services.

Les enquêteurs techniques du BEA-RI, accompagnés de deux experts de l'Ineris, se sont rendus sur place le mercredi 9 décembre 2020. Ils ont rencontré les représentants de RTE, de la DREAL et du SDIS.

Ils ont recueilli les témoignages ou déclarations écrites des acteurs impliqués dans l'évènement et dans sa gestion. Ils ont eu, consécutivement à ces entretiens et aux réunions techniques organisées par la suite, communication des pièces et documents nécessaires à leur enquête.

² Arrêté préfectoral du 21/12/2020 de mesures d'urgence prescrivant à la société Réseau de Transport Electricité la réalisation d'un diagnostic de l'impact environnemental et sanitaire de l'incendie survenu le 1^{er} décembre sur son site de l'Usine, à Perles-et-Castelet (09)

III. Contextualisation

III.1. Le marché et les usages des batteries Lithium-ion

Le cabinet SIA PARTNERS rapporte, dans un rapport³ paru en novembre 2019, que le marché des batteries électriques représentait 80Mds de dollars en 2018 et augmentait de 9% par an. Il pourrait atteindre 115Mds de dollars en 2025.

Le marché mondial est dominé actuellement par deux types de technologies : la batterie au plomb, qui représente environ 80% du volume de production mondiale, et la batterie lithium-ion, qui génère la plus forte croissance et la majorité des investissements.

Les usages des batteries lithium-ion sont très variés et en pleine croissance au cours de ces dernières années. Trois applications principales dominent les usages :

- Le portable : il concerne le principal marché des accumulateurs lithium-ion lié notamment au développement du numérique et du multimédia ;
- Le transport : il concerne le secteur de la mobilité électrique et principalement celui des voitures électriques suite aux mesures tendant à diminuer l'impact environnemental ;
- Le stockage stationnaire d'énergie : il a pour objectif par exemple de secourir les défaillances ou de venir en appoint des installations électriques au moyen notamment de batteries lithium-ion. L'équipement mis en cause dans l'incendie de Perles et Castelet rentre dans ce domaine d'application.

Enfin, il convient de souligner qu'il existe des perméabilités entre certains usages. Les entretiens conduits dans le cadre de l'enquête nous ont permis de confirmer qu'une même batterie pouvait connaître plusieurs vies et donc plusieurs usages : une batterie utilisée dans le transport peut, une fois sa vie terminée dans ce domaine, être utilisée dans un stockage stationnaire d'énergie.

III.2. Le projet OSMOSE

L'essai conduit sur le poste RTE de transformation de Perles et Castelet s'inscrit dans le cadre du projet européen OSMOSE soutenu par l'Agence exécutive « Innovation et réseaux » (INEA Innovation and Networks Executive Agency). Ce projet est financé par le programme Horizon 2020, programme européen de soutien à la recherche et l'innovation à l'échelle des Etats Membres.

Le projet OSMOSE doit permettre de répondre à la nécessité d'intégrer des solutions de flexibilité au sein du réseau national de transport d'électricité dans un contexte de participation croissante des énergies renouvelables à la production et d'une consommation toujours plus fluctuante.

Le projet OSMOSE regroupe plusieurs opérateurs européens de transport d'électricité, des producteurs d'électricité et des industriels.⁴

³ <https://www.sia-partners.com/fr/actualites-et-publications/de-nos-experts/les-batteries-electriques-des-investissements-actuels-en>

⁴ Le projet dénommé « Osmose », soutenu par l'Union Européenne, étudie jusqu'à l'horizon 2050 les besoins et les meilleures sources de flexibilité pour l'intégration des productions d'électricité renouvelables. RTE est le pilote de ce projet (<https://www.osmose-h2020.eu/>) qui fait partie du programme européen Horizon H2020 (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>) et qui associe 33 partenaires européens.

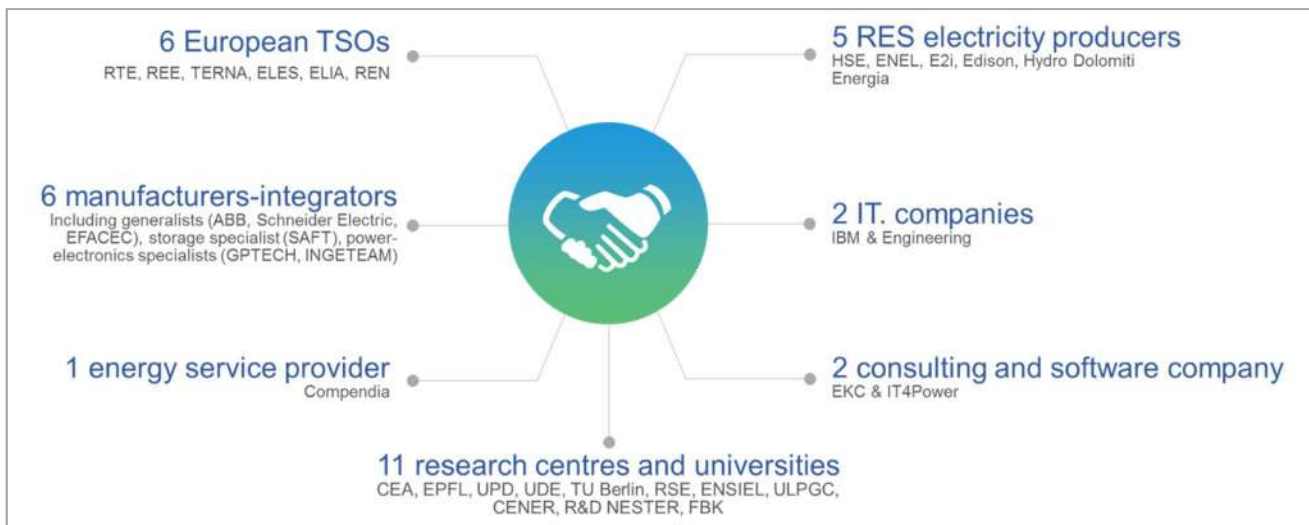


Figure 1 : Parties prenantes au programme OSMOSE (Source : <https://www.osmose-h2020.eu/>)

Ce projet comprend plusieurs programmes de travail appelés ci-dessous :

WP1 – Optimal Mix of flexibilities

WP2 – Market designs and regulations allowing the optimal development of flexibilities with high shares of RES generation

WP3 – Grid forming for the synchronisation of large power systems by multi-service hybrid storage

WP4 – Multiple services provided by the coordinated control of different storage and FACTS devices

WP5 – Multiple services provided by grid devices, large demand-response and RES generation coordinated in a smart management system

WP6 – Near real-time cross-border energy market

WP7 – Scaling up and replication

Le projet s'inscrit dans le programme de travail Work Package 3 du projet OSMOSE. Le WP3 est piloté par RTE. Ingeteam y participe et est prestataire de RTE.

Dans un contexte de montée en puissance de la production des énergies renouvelables, l'enjeu de la fourniture d'électricité se heurte à deux défis.

Le premier, bien connu, vise à corriger **le caractère intermittent de la production** d'énergie renouvelable: la production électrique n'a pas nécessairement lieu au moment où la demande électrique est forte. Il est donc nécessaire de développer des capacités de stockage pour stocker l'électricité en cas d'excès de production, la restituer au réseau en cas de déficit et ainsi garantir à tout instant l'équilibre entre la production et la consommation.

Le second défi consiste à **maintenir à tout instant la fréquence du courant électrique**. Ce maintien de la fréquence est garanti aujourd'hui par l'inertie des machines tournantes qui servent à la production électrique. Grâce à la synchronisation entre la fréquence électrique et la fréquence de rotation de l'ensemble des turbines servant à la production électrique, les premières variations de fréquence électrique se heurtent à l'inertie mécanique des machines.

Les équipements de production d'énergie renouvelable, à l'exception de ceux utilisés dans les grandes installations hydroélectriques, ne recourent pas toutes à des machines tournantes pour produire de l'électricité. Lorsque c'est le cas, ces équipements recourent à des systèmes électroniques de puissance qui ont pour effet de déconnecter la machine tournante du réseau électrique et de priver ce dernier de cette stabilité inertielle. Dans la perspective d'une augmentation du taux des énergies renouvelables dans le mix énergétique, il est donc nécessaire pour les transporteurs et distributeurs d'électricité d'élaborer des systèmes qui permettent d'assurer ce contrôle et cette synchronisation de fréquence.

Une des solutions à l'étude consisterait à créer des équipements capables d'apporter une injection rapide d'énergie ou d'absorber l'énergie en excès pour assurer la stabilité aux premiers instants de l'aléa. Ces équipements, implantés sur les réseaux de transport et de distribution d'électricité et y compris au niveau des lieux de production d'énergies renouvelables, pourraient alors donner le rythme au réseau en coordonnant les appels aux réserves de puissances disponibles. Cette stratégie de synchronisation à l'échelle d'un maillage ou « grid forming » est un élément de réponse au défi posé par les scénarios les plus volontaristes en matière de production d'énergies renouvelables. Ce point a été amplement développé par RTE et l'AIE dans leur rapport publié en janvier 2021 et intitulé « *Conditions et prérequis en matière de faisabilité technique pour un système électrique avec une forte proportion d'énergies renouvelables à l'horizon 2050*⁵. »

Le projet de stockage de Perles et Castelet est une pièce de ce maillage.

III.3. La société Ingeteam

Ingeteam est un groupe espagnol spécialisé dans la conception et la fabrication de systèmes de conversion d'énergie électrique, d'électronique de puissance, de systèmes d'automatisation et de contrôle. Il propose également un ensemble de services associés à ces équipements notamment dans le cadre de l'exploitation et de la maintenance de ces équipements.

Le groupe compte près de 4000 employés et est présent dans 24 pays. Il est présent dans l'éolien, le photovoltaïque, l'hydroélectricité, le transport et la distribution électrique, le ferroviaire, l'hydraulique ou le maritime.

Dans le cadre du projet OSMOSE, la société Ingeteam est ce que l'on appelle un intégrateur. A ce titre, elle conçoit l'équipement et l'assemble dans ses ateliers en Espagne où elle dispose de bancs d'essais qui lui permettent de tester électriquement chaque partie de cet équipement. S'agissant des éléments électriques qui constituent l'installation, elle conçoit et fabrique le convertisseur et le contrôle commande utilisés dans le cadre du projet Osmose, et intègre d'autres éléments, en particulier les batteries, les transformateurs et les supercondensateurs achetés auprès d'autres fabricants.

Au moment de l'incendie, Ingeteam, concepteur et installateur de la plateforme expérimentale de stockage, est propriétaire de l'équipement.

⁵ https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/RTE-AIE_synthese%20ENR%20horizon%202050_FR.pdf



Figure 2 : Illustration des domaines d'activités de la société Ingeteam

III.4. Descriptif du site

Le poste électrique de Perles et Castelet est un poste de transformation électrique exploité par RTE (Réseau de Transport Electricité). Il est alimenté par deux lignes de 63 000 volts et alimente la carrière de Trimouns et son usine de transformation de talc exploitées par la société IMERYYS qui en produit près de 400 000 tonnes par an. Le site est classé Seveso seuil bas au titre de la directive du 4 juillet 2012.

Par ailleurs, le poste de transformation permet également l'injection d'électricité produite par l'usine hydroélectrique de Perles et Castelet. Cette centrale est exploitée par E.D.F Groupement d'usines Du Teich.

Selon l'exploitant RTE, ce poste n'a jamais connu d'incident notable. La base ARIA du BARPI mentionne un incident en 2017 sur le site IMERYYS lié à une perte d'utilité électrique (fiche ARIA 49733). Cette perte d'utilité était consécutive à un endommagement du réseau causé lors de travaux de voirie.

RTE a choisi le poste de Perles et Castelet en raison de ses caractéristiques spécifiques. C'est un poste dont le niveau de tension est bas en comparaison des niveaux de tension habituellement exploités par RTE. Par ailleurs, le poste est sujet à des variations importantes d'appel de puissance dues notamment à la mise en service des installations de l'usine et de la carrière de talc.



Figure 3 : Photo d'ensemble du poste de Perles et Castelet (source Google - Street View)

III.5. L'installation de stockage d'énergie

III.5.1. Description de l'installation

L'installation est constituée de deux containers superposés présentant les dimensions suivantes : 7m x 2,60m X 2,5m. L'ensemble est posé sur un radier béton dont les spécifications ont été établies en lien avec les équipes du Centre Régional Développement et Ingénierie de RTE.

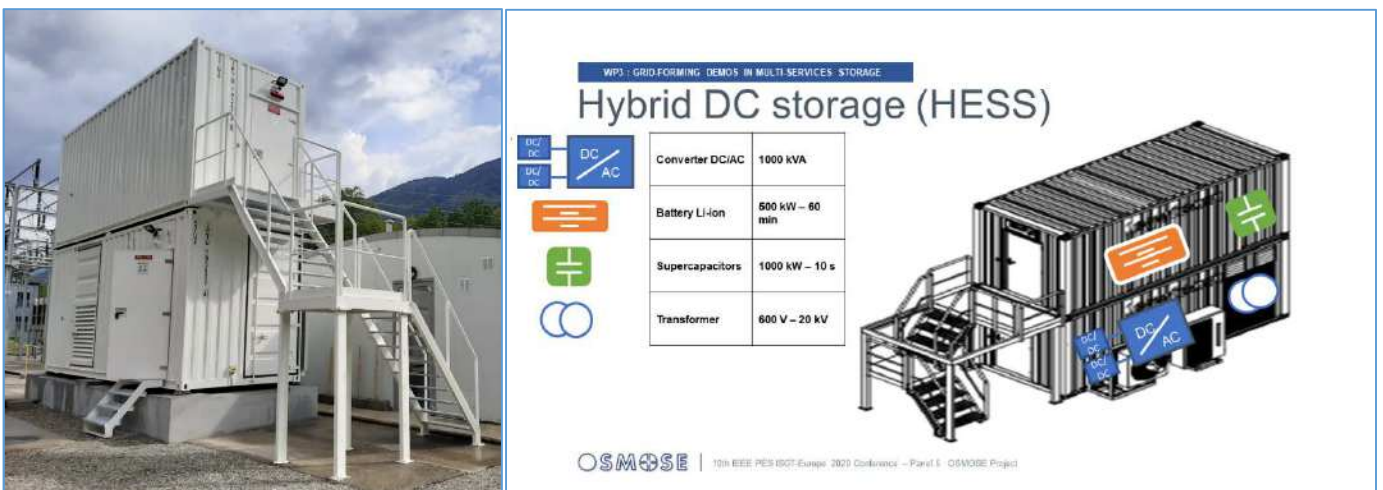


Figure 4 : Vue d'ensemble de l'installation

Le container inférieur, appelé « container électronique de puissance » abrite un poste de transformation électrique, des équipements de monitoring ainsi que les installations de production de froid.

Le container supérieur, dit container de stockage, contient les batteries et les supercondensateurs placés dans des racks de stockage. Au total, le container contient 8 racks de batteries et 6 racks de condensateurs.

Le schéma ci-dessous permet de comprendre l'implantation des différents équipements.

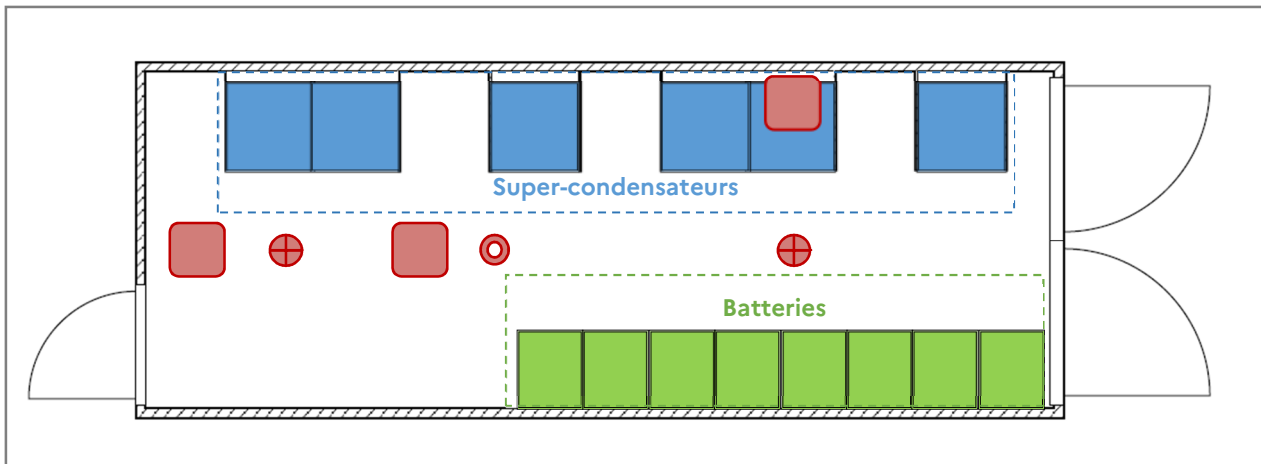


Figure 5 : Schéma de présentation du container de stockage. En bleu, les emplacements des supercondensateurs et en vert des batteries. En rouge, les organes de détection (de formes circulaires) et d'extinction incendie (de formes carrées).

Un rack de batteries comprend alternativement 7 ou 8 modules contenant chacun 15 batteries lithium-ion de la marque Narada.

Un rack de condensateurs comprend 11 modules contenant chacun 15 supercondensateurs de la marque Skeleton Technologies.

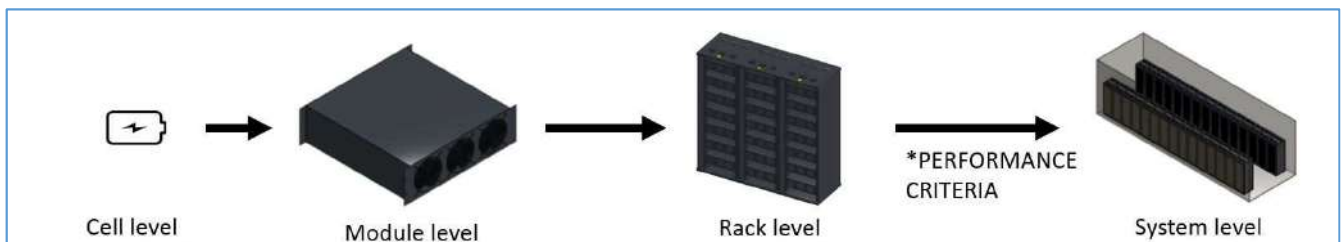


Figure 6 : Illustration de la conception d'un container à batteries en mode "poupée russe" : la cellule, le module, le rack (illustration extraite de l'UL 9540A, Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems)

Au total, l'équipement est conçu pour délivrer une puissance de 1MW de puissance en AC et 500 kW de puissance en DC. Les batteries sont à 500 kW (pour 500kWh d'énergie), et les UC sont à 1MW-10s.

Selon les informations communiquées par la société Ingeteam, le container de stockage est équipé de dispositifs de détection incendie (deux détecteurs thermiques et un détecteur infra-rouge) et d'un système d'extinction automatique utilisant comme agent neutralisant un sel de phosphate (marque Firepro). Le container électronique de puissance est équipé d'une détection incendie dans chacune des zones qui le constituent (détection infra-rouge ou détection température). Ces systèmes peuvent être neutralisés lorsque les interventions à l'intérieur du container le nécessitent. Ces équipements figurent sur le plan ci-dessus.

III.5.2. Le principe de fonctionnement de l'installation

Le test mis en place dans le cadre du programme Osmose vise à vérifier comment l'équipement peut assurer un rôle de correcteur de courant en temps quasi-réel en injectant la puissance nécessaire à l'équilibre du réseau. Le stockage hybride supercondensateur / batterie permet de répondre à deux types de sollicitation. Les supercondensateurs subviennent à des demandes ponctuelles de puissance tandis que les batteries peuvent supporter des besoins énergétiques plus longs. Pour une sollicitation donnée, l'apport de puissance se fera dans un premier temps par l'intermédiaire des supercondensateurs puis dans un second temps par les batteries qui prendront le relais.

Lorsque l'équipement ne délivre pas cette puissance, il se recharge. Ces cycles de charge et décharge sont permanents sur des échelles de temps très courtes.

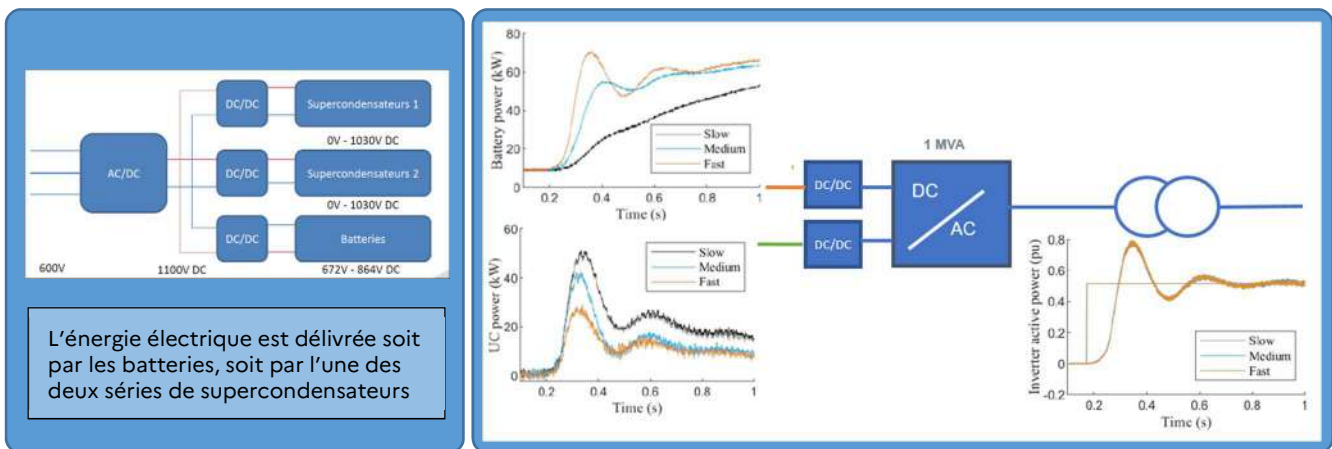


Figure 7 : schéma de principe et illustration de la contribution des batteries et des condensateurs

Les deux containers ont été livrés sur site le 18 août 2020. Ils ont au préalable été assemblés en Espagne au sein de l'usine Ingeteam.

Une phase d'installation a eu lieu ensuite entre le 18 août et le 19 septembre 2020 par la société Ingeteam.

Une première mise sous tension a eu lieu du 22 septembre au 4 octobre pour pouvoir ensuite commencer les tests en puissance (charge/décharge des batteries corrects). Cependant, des problèmes techniques liés à la calibration des batteries par Ingeteam ont nécessité de repousser les essais de performance. La société Ingeteam a dû alors revoir son installation jusqu'à la semaine du 23 novembre, où a été réalisé l'étalonnage des batteries sur 2 racks. Les derniers essais avaient été réalisés la veille, le lundi 30 novembre. Durant ces essais, la plateforme était connectée le matin au début des essais et déconnectée en fin de journée.

IV. Compte rendu des investigations menées

IV.1.Reconnaissance de terrain

Les inspecteurs du BEA-RI se sont déplacés sur site le 9 décembre 2020, accompagnés de deux experts de l'Ineris. Ils ont procédé aux premiers constats en présence des personnels de RTE et des représentants de la DREAL Occitanie et du SDIS de l'Ariège.

Le jour de notre venue, le container impliqué dans l'incendie n'était plus à son emplacement d'origine car, consécutivement à l'extinction de l'incendie, la décision avait été prise de le déposer au sol pour faciliter la surveillance du foyer.

Les premiers constats dressés lors de l'examen ont été les suivants :

- L'incendie du container de stockage a détruit la totalité des équipements électroniques et des systèmes auxiliaires (climatisation, système d'extinction).
- En dépit de ces dégradations, il a été possible d'identifier les 8 racks de batteries et les 6 racks de condensateurs, deux de ces derniers étant détruits en totalité.
- Les équipements informatiques présentaient des niveaux de dégradation variables en fonction de leur emplacement dans le container. En zone référencée 1 sur le schéma ci-dessous, les équipements ont été totalement consommés par l'incendie (Annexe I : Photos 6 et 7bis) alors qu'à l'extrémité opposée les équipements sont encore présents et parfaitement identifiables dans leur rack de stockage (Annexe I : Photos 4 et 5). Ce constat nous amène à penser que le cœur du foyer est situé en zone 1, du côté des condensateurs. Cette appréciation est également confirmée par l'examen de l'état extérieur du container (Annexe I : Photos 8 et 9).
- Les amas d'aluminium fondus situés à l'extrémité opposée de la zone 1 attestent de températures au moins supérieures à 660°C à l'intérieur du container à proximité du cœur du foyer.
- Les batteries lithium-ion semblaient moins endommagées par l'incendie que les condensateurs. Leur état général avant démontage présentait des traces de combustion (Annexe I : Photos 5 et 11).
- L'incendie ne semblait pas avoir eu d'impact à l'extérieur du caisson. Le container inférieur ne présentait aucune trace d'échauffement interne ou externe. Le poste RTE ne présentait aucun dommage apparent.

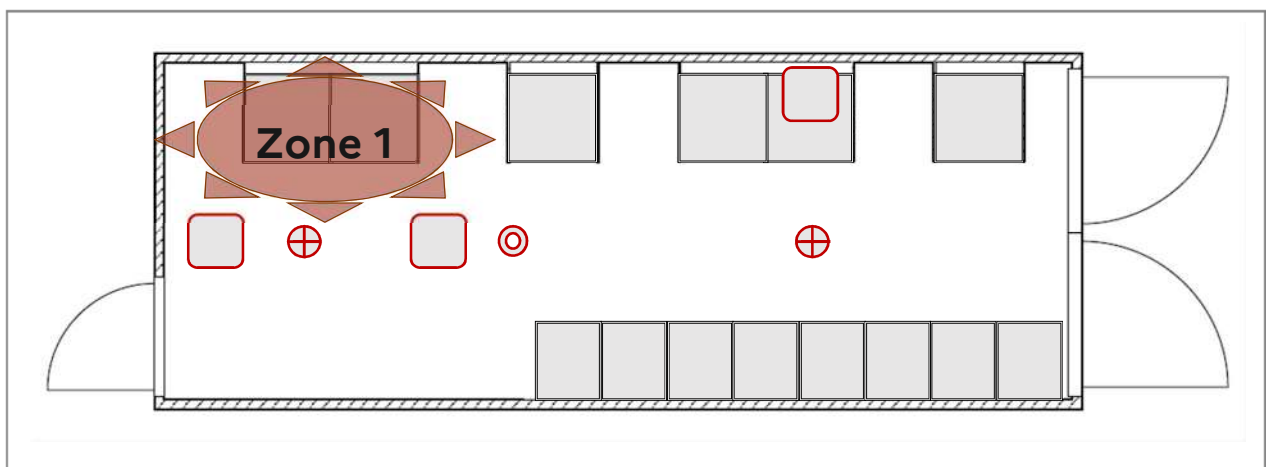


Figure 8 : Localisation de la zone principale du foyer

- Le site comportait des zones imperméabilisées qui étaient collectées avant rejet dans un fossé lui-même connecté à l'Ariège située en contrebas. Lors de l'intervention, le SDIS a procédé à une obturation du réseau et a réalisé de surcroît un merlon de terre dans le fossé pour supprimer tout risque d'écoulement des eaux d'extinction vers la rivière (Annexe I Photo 12).

IV.2. Les éléments communiqués par RTE et Ingeteam

Les deux entreprises partenaires du projet Osmose ont participé à la gestion de la crise. Elles ont également contribué au bon déroulement de l'enquête en répondant aux sollicitations des enquêteurs. Outre les éléments de présentation générale qui ont permis de dresser un contexte assez précis du projet, RTE et Ingeteam nous ont communiqué :

- le plan de prévention Référence RTE : PYR –POR-2020-024 Ind-4 mis à jour après l'incendie du container pour définir les règles de protection des intervenants ;
- le protocole d'utilisation des EPI ;
- une note d'information intitulée « Prise en compte du risque incendie dans la conception des postes électriques de RTE » ;
- la note de calcul de dimensionnement du dispositif d'extinction automatique « *Design Calculation Software* » de la société Firepro System.

De manière générale, ces éléments formalisent les mesures mises en œuvre pour assurer la protection des travailleurs intervenant sur des sites RTE et des mesures générales sur la prise en compte du risque incendie des postes de transformation. Ils demeurent assez peu précis sur les risques inhérents à la mise en service de l'équipement Ingeteam.

Le seul élément spécifique au risque incendie du container tient dans la description du dispositif de détection et d'extinction automatique de la marque Firepro qui équipe le container (cf. Annexe IV). Ce dispositif est dimensionné pour assurer une extinction au sein du local par diffusion rapide de sel de potassium au moyen de trois boîtiers disposés en plafond de container.

IV.3. Analyse de l'inspection des installations classées

L'inspection des installations classées a participé à la gestion de crise. Elle confirme ne pas avoir été informée de la mise en service de cette installation qui relève de la rubrique 2925 de la nomenclature des installations classées.

Or, celle-ci dispose :

2925. Ateliers de charge d'accumulateurs électriques (Rubrique modifiée par le décret n° 2006-646 du 31 mai 2006 et par le décret n°2019-1096 du 28 octobre 2019)

Accumulateurs électriques (ateliers de charge d')

1. *Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération (1) étant supérieure à 50 kW (D)*
2. *Lorsque la charge ne produit pas d'hydrogène, la puissance maximale de courant utilisable pour cette opération (1) étant supérieure à 600 kW, à l'exception des infrastructures de recharge pour véhicules électriques ouvertes au public définies par le décret n° 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques et portant diverses mesures de transposition de la directive 2014/94/ UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (D)*

(1) Puissance de charge délivrable cumulée de l'ensemble des infrastructures des ateliers

Ce faisant, compte-tenu des puissances mises en jeu au sein de l'équipement Ingeteam et de la technologie de batteries utilisées qui n'est pas réputée produire de l'hydrogène pendant la charge, l'installation relève de la rubrique 2925-2 et doit respecter les dispositions de l'arrêté du 29/05/00 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2925 « accumulateurs (ateliers de charge d') ».

L'exploitant était donc tenu de déclarer son installation avant sa mise en service en application du R512-47 du code de l'environnement. RTE nous a fait savoir au cours de l'entretien que la déclaration était sur le point d'être réalisée sur l'application MonServicePublic.fr et qu'une prise de contact par mail avait été prise avec la DREAL en vue d'obtenir des renseignements complémentaires pour la faire.

IV.4. Analyse de l'Ineris

Le BEA RI a sollicité l'appui de l'Ineris dans le cadre de cette enquête. Deux agents de l'Ineris ont ainsi accompagné les enquêteurs du BEA lors des investigations de terrain. Le BEA a en outre adressé à l'institut les questions suivantes :

1- *Au regard de l'état de dégradation des équipements à l'intérieur du container, des traces d'incendie visibles sur les faces externes du container, les investigations réalisées permettent-elles de situer une zone préférentielle de démarrage et de développement du foyer ?*

2- *Sans dire exactement quelle est la cause exacte de l'incendie du castelet, les enquêteurs du BEA privilégient l'hypothèse d'une montée en température d'un composant ayant entraîné l'inflammation de matériaux combustible ou inflammables. Plusieurs causes à cette montée en température peuvent être avancées :*

- *Défaut de fabrication d'un condensateur pouvant être à l'origine d'une usure prématurée et d'une détérioration d'un composant ayant entraîné une élévation de la température et son inflammation ;*
- *Défaut de conception de l'installation étant à l'origine d'un défaut électrique ou ayant conduit à une utilisation en dehors des spécifications d'un composant ;*
- *Défaut de conception de l'algorithme de contrôle qui a conduit à sortir des plages d'exploitation des composantes.*

Ces hypothèses vous semblent elles plausibles ? D'autres hypothèses peuvent-elles être avancées compte tenu des constatations réalisées ?

3- *Le système d'extinction automatique proposé (agent extincteur et mode d'application) par le concepteur du container est-il adapté à l'incendie ?*

4- *Quelles solutions d'extinction peuvent être privilégiées en fonction des types de batteries et de condensateurs ?*

5- *En vue d'avancer des recommandations en matière de protection des services de secours dans de futures interventions :*

- *Quelles sont les flux thermiques que peut générer l'incendie de ce type d'installation ?*
- *Est-il possible de qualifier la dangerosité des fumées de ce type d'incendie par rapport à un incendie de commerce ou de logistique ?*

6- *De part sa participation aux travaux de normalisation au niveau national et international, l'Ineris peut-il nous apporter des informations sur l'état des travaux en cours dans le domaine de la sécurité des dispositifs de stockage d'énergie ?*

Les réponses de l'Ineris à ces questions sont jointes en annexe VI du présent rapport. Ces réponses ont été exploitées dans le cadre des enseignements à la sécurité et les recommandations formulées en conclusion de cette enquête.

IV.5. Entretien avec un industriel concepteur de mobilités électriques

L'enquête nous a conduit à rencontrer des industriels qui ont recours ou qui envisagent de recourir à des stockages stationnaires d'énergie. Les entretiens conduits nous ont permis d'aborder la question des containers à batterie mais aussi la question du réemploi des batteries électriques.

Les utilisateurs de batteries peuvent avoir des exigences en termes de fiabilité et de performances très variables (fortes dans le domaine de la mobilité, moindre dans le domaine du stockage stationnaire).

Ces écarts en matière d'exigence permettent assez facilement d'envisager plusieurs vies pour une batterie qui peut être considérée impropre à un usage et parfaitement adaptée à un autre. Des applications existent déjà dans des usages stationnaires grâce au réemploi de batteries électriques initialement utilisées dans le domaine automobile.

La fiabilité d'une batterie étant directement liée à son mode d'utilisation et aux éventuelles agressions mécaniques qu'elle subit durant sa vie, la question de la sécurité des containers de stockage d'énergie ne saurait ignorer cette dimension.

V. Déroulement de l'évènement

V.1. Déclenchement de l'évènement

Le mardi 1^{er} décembre 2020 vers 8h32, les installations sont mises sous tension.

La veille, les batteries ont été chargées à 96%. Les condensateurs étaient à 45% en charge, le courant délivré était proche de zéro (quelques dizaines de kW disponibles).

Les batteries sont physiquement déconnectées du convertisseur de puissance contrairement aux condensateurs. Le convertisseur de puissance est en fonctionnement.

C'est au moment où les batteries sont raccordées au convertisseur de puissance qu'une première alarme sous/tension sur/tension se déclenche suivie d'une alarme sonore vers 9h. Trois personnels de RTE et INGETEAM sont présents dans le bâtiment situé à proximité des caissons au moment du test. Ils sortent et aperçoivent une fumée blanche ressemblant à de la vapeur d'eau autour du container et ils décident de contacter un collaborateur RTE à Lyon qui a un accès distant aux données du container afin de voir si ce dernier peut en tirer des éléments de compréhension.

A 9h28, le PEXI appelle le 18 pour signaler le déclenchement d'une alarme incendie sur le site de Perles et Castelet.

A 9h48, une « explosion » se fait entendre et les personnels présents appellent le « PEXI ».

A 10h05, à l'arrivée des premiers pompiers, des flammes sortent par la porte du container.

V.2. L'intervention des secours publics

Les premiers moyens sapeurs-pompiers sont engagés à 9h39 et le 1^{er} moyen incendie (CCRM TARASCON⁶) du SDIS de l'Ariège se présente sur les lieux à 10h05.

Le commandant des opérations de secours à cet instant passe un premier message à 10h26 indiquant qu'il est en présence d'un feu de container d'environ 30m² contenant 60 modules de batteries au lithium, 2 armoires électriques, des condensateurs et un module de climatisation.

Concernant la localisation, le sinistre est entouré de 2 lignes électriques haute tension de 63kV et de 20kV. A environ 50 mètres est située une maison d'habitation, dont les 3 adultes et les 2 enfants sont confinés à l'intérieur. Aucun point d'eau incendie n'est présent à proximité et le trafic sur la RD719 a été interrompu.

Le commandant des opérations de secours est en attente de la mise à la terre et de la coupure des lignes électriques avant de mettre en œuvre des moyens d'extinction. La ligne de 20 kV est coupée à 10h27 et a un impact sur une usine de fabrication de talc classée ICPE, située à quelques kilomètres sur la commune de Luzenac.

⁶ Camion Citerne Rural Moyen du centre de secours de Tarascon

A 11h47, une atténuation du feu à l'eau est opérée avant une première attaque du feu avec de l'agent extincteur sous forme de poudre et de CO₂. Celle-ci s'est rapidement avérée inefficace. Le site ne disposant pas de tels moyens, les inspecteurs de la DREAL avaient requis des extincteurs spécifiques feu de métaux, auprès de la société Jinjiang Sabart Aero Tech, sise à Tarascon-sur-Ariège.

Les enjeux opérationnels pour les sapeurs-pompiers étaient les suivants :

- La mise en sécurité des habitants de la maison d'habitation ;
- Limiter la propagation de l'incendie tout en assurant la sécurité des personnels ;
- Empêcher la pollution de la rivière l'Ariège par les eaux d'extinction située à une cinquantaine de mètres ;
- La mise à l'abri des habitants de 3 villages de la vallée suite à la création d'un nuage de fumées pouvant s'avérer toxique et généré par l'incendie.

A 13h19, il est demandé l'engagement d'un moyen aérien (camion bras élévateur ou échelle mécanique) afin d'évaluer la partie supérieure du container qui est toujours soumis à des reprises de feu, et d'évaluer si ce dernier peut être soulevé et déposé au sol par grutage.

Vers 14h, la CASU (INERIS), qui avait été saisie par téléphone à 12h10, formalise par écrit les recommandations suivantes concernant les procédés d'extinction :

« Concernant les moyens d'extinction, il convient dans un premier temps de couper l'alimentation électrique puis d'arroser abondamment les batteries à l'eau. Il est particulièrement important de continuer à surveiller une batterie qui a été confrontée à un échauffement plusieurs heures voire plusieurs jours car le risque de nouveau départ de feu existe (des emballements thermiques retardés de cellules n'ayant pas réagi peuvent survenir).

Une batterie Lithium-ion peut générer dans un incendie les produits de décomposition gazeux suivants : dioxyde de soufre (SO₂), oxyde de soufre (SO_x), acide chlorhydrique (HCl), acide fluorhydrique (HF), acide cyanhydrique (HCN), acide sulfurique (H₂SO₄), et oxydes de carbone.

Les effets toxiques aigus au niveau du sol sont limités à une dizaine de mètres dans la direction du vent.

Une contamination post-accidentelle (effets toxiques sub-chroniques ou chroniques) de l'environnement, via les retombées ou les eaux d'extinction, est possible, surtout à proximité d'un cours d'eau.

Elle est relative :

- *Aux contaminants classiques de type dioxines, PCB, HAP, ... (générés par la combustion des matières plastiques) ;*
- *Aux composés métalliques (sous formes oxydés ou sous forme de particules métalliques) : lithium, nickel, cadmium, cobalt, aluminium, manganèse...*

Les composés métalliques se concentrent dans l'environnement essentiellement dans les eaux et les sols et par conséquent dans les végétaux ultérieurement. »

Vers 14h00, les premiers prélèvements d'air sont effectués.

Vers 17h, les premiers relevés de points chauds indiquent une température de 500 degrés environ.

En soirée, le réseau de mesure de l'air mis en œuvre par l'équipe spécialisée en risques chimiques des sapeurs-pompiers fait part qu'aucune mesure positive d'acide fluorhydrique (HF) n'est relevée.

A 20h46, le COS⁷ indique qu'il subsiste plusieurs points chauds notamment derrière les racks de batteries et les condensateurs. L'opération de grutage afin de déplacer le container au sol est démarrée aux

⁷ Commandant des opérations de secours des sapeurs-pompiers

environs de minuit et sera finalisée vers 1h30 du matin avec plusieurs points chauds persistants dans le container tout au long de la nuit (130 °C vers 2h du matin puis 70 degrés vers 3h30).

Vers 11h du matin le lendemain, le mercredi 2 décembre 2020, l'opération est déclarée terminée. Le responsable RTE du site reprend possession de la zone d'intervention, et assure la surveillance des derniers points chauds, qui sont à une température de 30°C environ. Cette surveillance était assurée depuis la veille par les sapeurs-pompiers.

Au total, compte tenu de la phase d'extinction et de la phase de surveillance du foyer qui a nécessité des arrosages intermittents, le BEA-RI estime à environ 180 m³ la quantité d'eau nécessaire à la gestion du sinistre. Une partie de cette eau s'est vaporisée lors de l'extinction⁸. Le fait que le site ne soit pas totalement imperméabilisé et l'absence de cuvette de rétention, rend compliquée l'estimation du volume des eaux d'extinction qui ont pu s'infiltrer dans le sol.

VI. Conclusion sur le scénario de l'événement

VI.1. Le scénario

Les témoignages recueillis ainsi que les constats réalisés lors de la visite (absence de traces d'agressions externes) nous conduisent à exclure assez rapidement des causes externes à l'installation ou une origine malveillante.

L'interprétation des traces et des effets de l'incendie montrent que le foyer a été particulièrement intense au niveau des racks de condensateurs situés en partie supérieure en zone 1 (Cf. figure 7). Mais il n'est pas possible d'établir, à ce stade, si cette zone correspond à l'origine de l'incendie ou si elle correspond à l'endroit où le potentiel calorifique était le plus important.

Lors de tests réalisés dans le cadre de ses travaux, si l'INERIS a pu constater des phénomènes d'échauffement et de libération de gaz lors de tests spécifiques de surcharge, l'institut insiste sur le caractère peu réactif des condensateurs y compris en cas de court-circuit.

L'origine de l'incendie peut être liée à l'apparition d'un point chaud (arc électrique, court-circuit, échauffement d'un composant, ...) ayant conduit à une inflammation des matières combustibles et inflammables entrant dans la conception des différents composants (matières plastiques, acétonitrile utilisé comme diélectrique, ...). En revanche, les raisons de ce point chaud demeurent à ce stade indéterminées. Nous n'en écartons à ce stade aucune :

- Défaut de fabrication ou défaillance d'un composant électrique pouvant être à l'origine de son usure prématurée et de sa détérioration et ayant entraîné son inflammation ;
- Défaut de fabrication ou défaillance d'un composant électrique ayant entraîné la destruction d'un autre composant ;
- Défaut de conception ou de réalisation de l'installation étant à l'origine d'un défaut électrique ou ayant conduit à une utilisation en dehors des spécifications d'un composant ;
- Défaut de conception de l'algorithme de contrôle qui a conduit à sortir des plages d'exploitation des composants.

L'enquête sur ce point n'est pas close et sera suivie d'un examen des modules de batteries lithium-ion et des supercondensateurs ainsi que des enregistrements des paramètres de fonctionnement. Le BEA

⁸ Les sapeurs-pompiers ont mis en œuvre une lance à 500l/min (30m³/h) durant 2 heures (phase d'extinction) et ensuite par intermittence (50% du débit d'extinction) durant 8 heures environ soit 2h x 30m³/h + 8h x 15m³/h = 180m³/h

n'exclut pas à ce stade la production d'un rapport additionnel avec l'appui de l'Ineris en fonction des éléments qui pourraient être tirés de l'exploitation de ces éléments.

VI.2. Facteurs contributifs

VI.2.1. Ont contribué au développement de l'incendie

i) L'inefficacité du système d'extinction automatique

Concernant les systèmes de sécurité présents, nous pouvons affirmer que les moyens de détection incendie ont fonctionné puisqu'ils ont permis la transmission de l'alerte aux personnels présents ainsi qu'au centre d'exploitation RTE. En revanche, le système d'extinction prévu dans la conception du container n'a manifestement pas été opérant dans la séquence accidentelle. Nous n'avons pas pu vérifier s'il était présent (en raison de la destruction des équipements par l'incendie). L'observation d'une fumée blanche au début de la séquence incendie corroborerait le déclenchement automatique⁹ du dispositif d'extinction mais nous amène également à relativiser le caractère étanche du container, condition nécessaire à son efficacité.

Indépendamment des questions autour du caractère opérationnel du système d'extinction, les éléments réunis lors de l'enquête nous conduisent à émettre des doutes sur l'efficacité de ce système dans le cas d'un incendie de container de batteries. Plusieurs raisons à cela :

- Tout d'abord la note de dimensionnement du dispositif d'extinction produite par Firepro mentionne un taux d'application de sel de potassium de 61 g/m³ alors que le site internet¹⁰ de promotion du même type d'appareil recommande des taux d'application supérieurs dans le cas de solides combustibles secs (77 g/m³), de combustibles liquéfiables (87 g/m³), ou de feu de lithium (200 g/m³ – cf. Annexe V) ;
- De surcroît, si, comme nous le supposons, l'incendie a démarré au cœur d'une armoire de composants électroniques fermée par des portes métalliques, celui-ci a pu se développer à l'abri du système d'extinction pendant la durée très limitée de son fonctionnement (le temps de décharge des boîtiers est de 10s selon la notice constructeur¹¹)
- Enfin, contrairement à l'eau, les produits secs n'assurent pas, en cas d'emballement thermique, le refroidissement des équipements électriques exposés à des températures élevées. Ce constat est également partagé par la National Fire Protection Association¹² pour l'extinction des emballements thermiques des batteries lithium-ion. Il est également confirmé par les retours d'expérience acquis dans le secteur automobile qui démontrent l'intérêt de l'usage de l'eau pour refroidir rapidement l'équipement électrique en cours d'emballement¹³.

Nous préciserons en outre que l'efficacité d'un tel système peut être notablement diminuée si, dans le même temps, la détection incendie n'entraîne pas l'arrêt de la ventilation interne, celle-ci assurant le renouvellement ou la filtration de l'air intérieur et l'élimination des agents extincteurs. Précisons que dans le cas de Perles et Castelet cet asservissement était bien prévu, ce qui renforce le caractère inopérant de l'extinction à poudre dans un tel cas.

Le système d'extinction automatique s'étant avéré inefficace, il n'existait aucun autre moyen de lutte efficace facilement mobilisable. Les services de secours ont donc dû « réquisitionner » des extincteurs à

⁹ Le système se déclenche de manière automatique à l'aide d'un dispositif pyrotechnique.

¹⁰ <https://firepro-extinction.fr/technologie/>

¹¹ <https://www.firepro.com/fr/produits/grands-mod%C3%A8les-type-coffret>

¹² Chapitre C5.1. NFPA 855 Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems

¹³ Technologie Fireman Access de chez Renault

poudre auprès d'un industriel local puis, dans un second temps, ces moyens s'étant montré inefficaces ont dû mettre en place une logistique spécifique à l'aide d'une piscine et de camions citerne grande capacité pour pallier l'absence de point d'eau à proximité.

ii) L'accumulation des fumées dans le container

Dans les premiers instants de l'incendie, les gaz et les fumées se sont accumulés jusqu'à provoquer l'ouverture brutale de la porte du container (40 minutes environ après la première détection).

Nous savons que l'élévation de température peut être un facteur qui conduit à l'emballement thermique des équipements électriques (celui des batteries lithium-ion pouvant intervenir à partir de 180°C environ) et à augmenter l'intensité du foyer en générant ainsi les difficultés d'extinction auxquelles ont dû faire face les sapeurs-pompiers durant plusieurs heures.

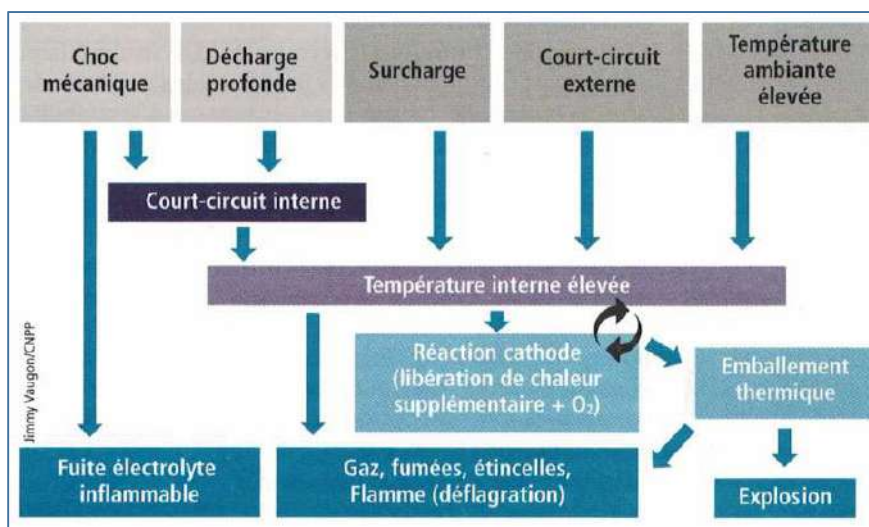


Figure 9 : schéma précisant les différents scénarii pouvant conduire à des phénomènes dangereux des batteries lithium-ion (source : extrait du numéro « Face au risque » n°566 Octobre 2020, illustration de Jimmy Vaugon CNPP)

VI.2.2. Ont contribué à une mauvaise appréciation des risques

i) L'absence d'une démarche d'analyse des risques propre à l'équipement

Au-delà des causes techniques, le déroulement de l'incendie de l'équipement Ingeteam et de l'intervention des secours publics nous ont conduit à pointer des lacunes dans l'anticipation des risques qui ont compliqué la gestion de l'accident.

Un plan de prévention des risques a bien été réalisé par les équipes de RTE en lien avec l'entreprise Ingeteam. Mais le plan établi préalablement à l'implantation de l'équipement au sein de l'installation est essentiellement dédié à :

- la protection des salariés ou des prestataires extérieurs qui opèrent des interventions au sein de l'enceinte du poste de transformation ;
- la préservation de l'outil industriel et la continuité de service durant la phase de travaux.

En revanche, ce plan de prévention ne procède pas à un examen des risques qu'aurait pu générer l'équipement Ingeteam sur les installations du site RTE et sur l'environnement. Cet examen s'avérait d'autant plus utile qu'il concernait un équipement dont le caractère expérimental n'avait pas échappé

à RTE et pour lequel il était fort à craindre que le service départemental d'incendie et de secours dispose de peu de retour d'expérience sur le plan opérationnel en cas d'incident majeur.

L'intervention de plusieurs entités de RTE (direction R&D, direction Ingénierie, direction Maintenance) et d'Ingeteam dans la préparation de ce projet n'a peut-être pas favorisé l'examen d'une problématique nouvelle (nouveau type de risque au sein d'une installation industrielle).

Or une analyse *ex ante* des risques inhérents à cette installation expérimentale aurait permis de :

- valider les hypothèses d'implantation des équipements de sorte à supprimer tout risque d'effet domino entre installations en cas, par exemple, d'incendie¹⁴ ;
- définir des mesures de réduction du risque pour faire face à des scénarios d'accident pré-identifiés ;
- définir des stratégies d'intervention pour faire face à des événements exceptionnels ;
- de communiquer auprès des services de secours et de l'administration sur les risques inhérents à ce type d'installation afin d'en faciliter la gestion de crise.

Faute de cette analyse, la gestion de l'incendie du container de stockage a donné le sentiment aux services de secours public et à l'administration que ni les personnels techniques de RTE et d'Ingeteam présents sur site, ni les équipes régionales de RTE chargées de l'exploitation n'étaient en mesure d'apporter l'expertise technique qui aurait été nécessaire à la gestion de l'incendie.

ii) Une application incomplète de la réglementation ICPE

L'activité de charge d'équipements électriques est visée par la rubrique 2925 de la nomenclature des installations classées en distinguant :

- la charge des batteries susceptibles de produire de l'hydrogène
- la charge des autres batteries et des bus électriques.

Cette rubrique 2925 est concernée par deux arrêtés ministériels :

- L'arrêté du 29/05/2000 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2925 " accumulateurs (ateliers de charge d')"
- L'arrêté du 03/08/2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux ateliers de charge contenant au moins 10 véhicules de transport en commun de catégorie M2 ou M3 fonctionnant grâce à l'énergie électrique et soumis à déclaration sous la rubrique n° 2925 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement)

Le premier arrêté a été pensé pour les installations de charge de batteries susceptibles de produire de l'hydrogène au moment de la charge et prévenir le risque d'explosion. Le second arrêté a été pris pour traiter du cas particulier des dépôts de bus électriques en cours de déploiement dans les grandes agglomérations.

Il ressort de l'examen de ces deux textes :

- que l'arrêté ministériel de 2018 est exclusivement dédié aux dépôts de bus alors même que le champ des installations relevant de la rubrique 2925-2 est plus large que ce seul usage (container à batterie, onduleurs de datacenters, ...);

¹⁴ Dans le cas présent les effets de l'incendie ont été circonscrits au container de stockage d'énergie

- que rien dans l'arrêté ministériel de 2000 circonscrit son champ d'application aux batteries présentant un risque de dégagement d'hydrogène et que, par conséquent il est applicable aux ICPE relevant de la rubrique 2925-1 ou de la rubrique 2925-2 qui ne sont pas des dépôts de bus¹⁵ ;
- que par conséquent les arrêtés de 2000 et de 2018 ne sont pas respectivement et exclusivement associés aux alinéas 1 et 2 de la rubrique.

L'équipement mis en service sur le site RTE est l'exemple même d'installation de charge qui répond à la définition de la rubrique 2925-2 mais qui est soumise à la réglementation qui a été conçue initialement pour les installations qui relèvent de la rubrique 2925-1.

Bien que non-prévus initialement pour ce type spécifique d'installation, certaines prescriptions de l'arrêté du 29/05/00 auraient malgré tout permis, si ce n'est d'éviter, de limiter le développement de l'incendie et de permettre une gestion plus sereine de l'incendie. Ces prescriptions concernent :

- le comportement au feu du local (point 2.4) (mais non applicable au cas d'espèce¹⁶),
- les moyens de secours contre l'incendie (point 4.2),
- les consignes de sécurité (point 4.7),
- la prévention des pollutions accidentelles (point 5.7).

Compte tenu des spécificités des containers à batteries qui, par construction, ne peuvent respecter certaines des prescriptions énoncées, une procédure de déclaration avec demande de dérogation à l'arrêté ministériel aurait permis de proposer des mesures techniques et organisationnelles alternatives permettant de garantir le même niveau de sécurité.

VII. Enseignements de sécurité

L'étude de cet évènement permet de dégager les enseignements de sécurité suivants.

VII.1. Enseignements de nature technique

VII.1.1. En matière d'implantation

Compte-tenu du risque d'emballement thermique qui, en l'état actuel des connaissances techniques et normatives, ne peut être totalement écarté dès la conception des équipements, le BEA-RI retient la nécessité d'implanter les containers de batteries de sorte à réduire le risque de sur-accident par effet domino :

- Compte-tenu de la mauvaise stabilité au feu des structures métalliques, la superposition des caissons doit être évitée ;

¹⁵ Tout au plus l'arrêté exonère les batteries qui ne produisent pas d'hydrogène de certaines dispositions

¹⁶ Les dispositions du point 2.4 ne sont pas applicables au cas de Perles en raison de la disposition précisant que « le présent article s'applique au local où se situe l'installation de charge dès lors qu'il peut survenir dans celui-ci des points d'accumulation d'hydrogène. »

- Afin d'éviter tout risque d'effet domino, il convient de prévoir des distances d'isolement vis-à-vis des autres containers et vis-à-vis des zones qui présentent des enjeux de sécurité¹⁷ et faciliter l'intervention des services de secours ;
- D'interdire la présence de matières combustibles, inflammables ou explosives à proximité des containers de batteries et à plus forte raison à l'intérieur de ces derniers.

VII.1.2. En matière d'intervention des services de secours

Afin de faciliter l'intervention des services d'incendie et de secours, il peut être préconisé :

- D'indiquer de manière visible sur une des faces du container la présence et la nature des équipements électriques utilisés et si l'usage de l'eau, en cas d'incendie, est particulièrement contre-indiqué en fonction des technologies de batteries (comme dans le cas par exemple des batteries sodium) ;
- D'informer en amont les SDIS de l'implantation de ce type d'installation afin de s'assurer que les services de secours sont dimensionnés pour répondre efficacement à cette occurrence opérationnelle : formation et information des personnels, réalisation de plan d'établissement répertorié éventuellement, dimensionnement des besoins en eau... ;
- Concevoir l'installation de sorte que l'alimentation électrique du container puisse être interrompue en cas d'urgence. Le dispositif doit être facilement actionnable et permettre d'isoler électriquement le container. Pour permettre la mise en œuvre de moyens en eau et sécuriser l'intervention des secours il faut que les environs du container soient également sécurisés.
- L'accident de Perles et Castelet a montré que le container ne pouvait à lui seul assurer la fonction de rétention des eaux d'incendie (quantité d'eau trop importante, endommagement du plancher au cours de l'incendie). Il est donc nécessaire de prévoir des mesures physiques ou organisationnelles pour éviter des impacts liés aux eaux d'extinction surtout lorsque des enjeux environnementaux sont identifiés dans l'environnement de l'installation (eaux superficielles, eaux souterraines sensibles, captage et périmètre de protection, ...).

L'examen de cet incendie et de ses modalités d'extinction valide la stratégie recommandée par la CASU (INERIS) consistant, après s'être assuré de l'isolement électrique du container, à utiliser des moyens en eau importants afin de procéder à un arrosage massif par jet diffusé (pour prévenir les risques d'arc électrique et d'explosion) et un noyage des équipements pris dans l'incendie (extinction et refroidissement). Cet examen ne remet pas en cause l'efficacité des moyens de protection dont disposent les services de secours au regard des polluants émis lors de ce type d'incendie¹⁸.

¹⁷ La modélisation des flux thermiques donne une distance des flux de 8kW/m^2 à 8m pour l'incendie généralisé d'un container (7 m x 2,6 m x 2,5 m (L x l x h) et de 6m pour l'incendie d'un demi-container. Le NFPA donne des distances qui fluctuent entre 3m (NFPA 855) et 4m (Sprinkler Protection Guidance for Lithium-Ion Based Energy Storage Systems juin 2019)

¹⁸ D'après les essais réalisés à l'Ineris, les fumées issues des feux de supercondensateurs sont susceptibles de contenir, principalement, les gaz toxiques suivants : HF, HCN, NOx, CO, CO₂, C₂H₃N et plus rarement du BF₃.

D'après les essais réalisés à l'Ineris, les fumées issues des feux de batteries Li-ion sont susceptibles de contenir les principaux gaz toxiques suivants : gaz fluorés (HF, POF₃), HCl, CO, CO₂.

A noter que les fumées issues des autres produits de décomposition (plastiques, câbles, étanchéité, ...) peuvent contenir également les gaz toxiques suivants : CO, NOx, HCl, HCN, SO₂...

Une contamination post-accidentelle (effets toxiques sub-chroniques ou chroniques) n'est pas à exclure, due à la présence dans les fumées et les eaux d'extinction d'autres contaminants tels que les dioxines, furanes, PCB, HAP et composés métalliques.

VII.1.3. En matière de conception et de moyen de lutte contre l'incendie

Sur la question de la lutte contre le risque d'incendie et in fine d'emballement thermique des équipements électriques, l'enquête nous conduit à retenir les enseignements de sécurité suivants :

- Adopter une démarche d'évaluation et de mitigation du risque incendie dès la phase de conception d'un système de stockage d'énergie. L'adoption de référentiels ou de normes internationales existants¹⁹ peut servir à attester de la mise en œuvre de cette démarche ;
- Equiper le container d'un système de détection d'incendie et d'un système d'extinction automatique ayant démontré son efficacité pour ce type d'incendie ;
- Prévoir un désenfumage et concevoir des dispositifs permettant de réduire ou diriger les effets d'une éventuelle surpression lors de l'incendie ;
- Faciliter la lutte contre l'emballement thermique en équipant le container d'un accès simple permettant d'introduire de l'extérieur une lance à eau en vue de faciliter l'intervention des secours ;
- Privilégier des systèmes d'extinction qui permettent à la fois d'éteindre le feu et de refroidir les batteries. A ce stade des connaissances, et sauf cas d'incompatibilité à l'eau (présence de sodium par exemple), la mise sous eau rapide des équipements (condensateurs ou batteries) impliqués dans l'incendie est la solution dont l'efficacité semble la plus communément partagée. Cette efficacité sera d'autant accrue si l'aspersion d'eau est opérée au plus près du composant entré en emballement (cf. schéma de principe infra : aspersion sur chaque rack voire chaque module) ;
- Sur la question du ré-emploi des batteries de deuxième vie, il convient d'établir un protocole d'évaluation de la sécurité de la batterie en cas de réutilisation de batteries dans une application stationnaire.

¹⁹ Les investigations menées lors de l'enquête nous ont permis d'identifier les référentiels suivants :

- La norme IEC62933-5-2 (éd. 1) définit les exigences de sécurité pour les systèmes EES
- La norme UL 9540 « standard for energy storage systems and equipments » (édition 2 – 2020) fixe les exigences pour les systèmes de stockage d'énergie. En ce qui concerne les systèmes de stockages énergie électrochimique (batteries et supercondensateurs), elle s'appuie sur les recommandations fixées par la norme UL 1973.
- La norme UL 9540A « standard for test method for evaluating thermal runaway fire propagation » (édition 4 - 2019) concerne la méthode de tests à l'échelle cellule, module, pack et système pour l'évaluation de la propagation d'un feu par emballement thermique pour des systèmes de stockage d'énergie de type batteries.
- La norme UL1973 « Battery for use in Light Electric Rail (LER) – applications and stationary applications » (édition 2 – 2018) donne également des recommandations de construction pour les packs batteries stationnaires. Le domaine d'application concerne les technologies de batteries Ni-MH, Ni-Cd, Redox Flow, Zebra, batteries Li-ion, Supercondensateurs, ...

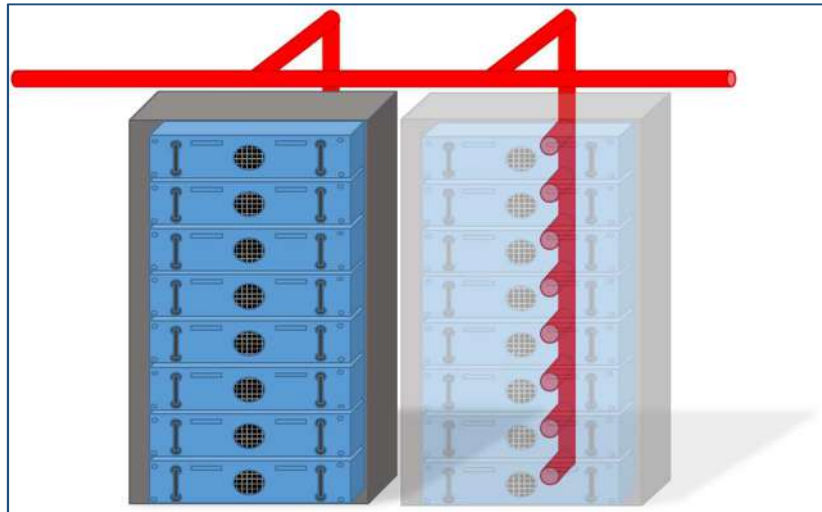


Figure 9: Schéma de principe du SEA multi têtes, chaque module est connecté au réseau d'extinction, les modules non impliqués dans l'incendie protégés par une trappe thermofusible.

VII.2. Enseignement de nature réglementaire

Dans l'attente d'une évolution de la réglementation, tout exploitant d'une installation visée par la rubrique 2925-2 doit déclarer la mise en service de son équipement et solliciter auprès du préfet une dérogation à l'arrêté ministériel du 29 mai 2000. Cette demande de dérogation doit s'appuyer sur une analyse de risque de l'installation comportant une étude de flux thermiques et d'explosion si la technologie de batterie le justifie. A cette occasion une consultation du SDIS pourrait s'avérer opportune.

Le préfet peut en application du R. 512-52 du Code de l'Environnement encadrer l'implantation et le fonctionnement de cet équipement par un arrêté de prescriptions spéciales qui définira les règles qui lui sont applicables notamment en matière de risques incendie.

VIII. Recommandations

Outre les enseignements de sécurité formulés ci-dessus, le BEA-RI formule les recommandations suivantes.

VIII.1. A destination de RTE, en cas de nouveau projet ou de poursuite de celui-ci

- Procéder à une analyse des risques lors de la phase de conception du projet afin d'évaluer les mesures de prévention prises par les intégrateurs, de tenir compte des risques générés par l'équipement au sein de l'installation (sur son environnement lorsque l'équipement est implanté dans un lieu comportant des enjeux de sécurité, sur les containers par effet domino lorsqu'il y en a plusieurs), d'élaborer un plan d'urgence et de motiver, si nécessaire, une demande de dérogation aux prescriptions de l'arrêté ministériel de 2000 si l'équipement relève de la rubrique 2925-2.

VIII.2.A destination d'Ingeteam

- Tenir compte des enseignements de sécurité tirés de l'incendie de Perles et Castelet en matière de conception d'un système de stockage d'énergie pour mieux protéger son installation vis-à-vis du risque d'emballement thermique des équipements électriques.

VIII.3. A destination de l'autorité réglementaire

- Dans un contexte de montée en puissance des usages stationnaires de charge d'équipements électriques (batteries, condensateurs), faire évoluer la réglementation pour mieux encadrer la conception, l'implantation et l'exploitation des installations classées relevant de la rubrique 2925-2.

Annexes

Annexe I - Planche photographique



Photo 1 : Vue de l'installation Ingeteam au sein du poste RTE du Castelet



Photo 2 : Vue de l'installation durant l'incendie à l'arrivée des services d'incendie et de secours



Photo 3 : Vue de l'installation (intervention des secours en cours)



Photo 4 : Vue intérieure du container (côté supercondensateur)



Photo 5 : Vue intérieure du container (côté batterie)



Photo 6 : Etat des condensateurs dans la zone 1. On constate une importante détérioration des composants électroniques.



Photo 7 : Etat d'une armoire de condensateurs au milieu du container. Les condensateurs sont encore reconnaissables contrairement à la photo 6.



Photo 7 bis : rack de supercondensateurs détruits (Zone 1)



Photo 7 ter : vue d'un rack de modules de condensateurs souillés par la suie.



Photo 8 : Etat extérieur du container



Photo 9 : Etat extérieur du container



Photo 10 : vue extérieure du caisson



Photo 11 : photo du rack de batterie situé en face de la zone 1 identifiée comme étant la zone d'intensité maximale du foyer

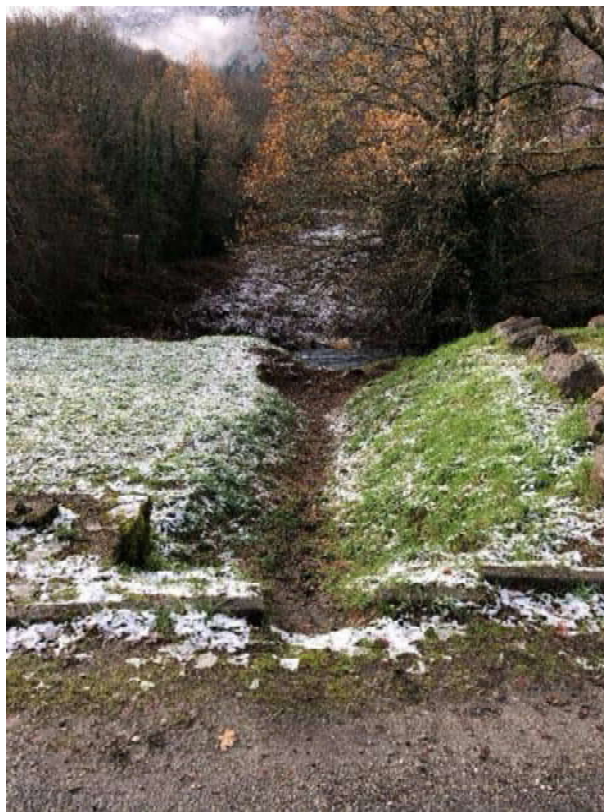



Photo 12 : Merlon de terre réalisé par les sapeurs-pompiers lors de l'intervention

Annexe II : Fiche de données de sécurité batterie



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

July 2018

SECTION 1 – Chemical Product and Company Identification

Product Name: Rechargeable Lithium-ion Battery Model:
 NESP series
 Manufacturer: **NARADA POWER SOURCE CO., LTD.**
 Add: 4/F, East Building, No.822 Wen'er West Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012
 Tel: (+86-571) 56975980 /56975956
 Emergency tel: (+86-571) 56975955
 Fax: (+86-571) 56975980
 Email: intl@narada.biz
 Website: www.naradabattery.com

SECTION 2 – Composition/Information On Ingredient

Chemical Composition		Molecular formula	CAS No.	Weight (%)
Steel		—	85997-19-5	28-32
Cell	Lithium Iron Phosphate	LiFePO ₄	15385-14-7	21-23
	Carbon as Graphite	C	7440-44-0	9-10
	Aluminum Metal	Al	7429-90-5	8-9
	Copper Metal	Cu	7440-50-8	8-9
Separator	Polyolefin	Polyolefin	89430-35-9	<1
Electrolyte	Ethylene Carbonate	C ₃ H ₄ O ₃	96-49-1	14-16
	Dimethyl Carbonate	C ₃ H ₆ O ₃	816-39-6	
	Ethyl ethyl Carbonate	C ₄ H ₈ O ₃	823-53-0	
	Lithium Hexafluorophate	LiPF ₆	21324-40-3	
Battery Management System (BMS)		—	—	<1
Connectors		Copper	7440-50-8	1-2
Screw		Iron(III) Oxide Dihydrate	1309-37-1	<1

NARADA POWER SOURCE CO., LTD.
 Add: 9/F, Building A, No. 50 Zijinghua Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012
 Tel:(+86-571) 56975980 /56975956 Fax:(+86-571) 56975955
 Email: intl@narada.biz Website: www.naradabattery.com



SECTION 3 – Hazards Identification

Health Hazards (Acute and Chronic)

These chemicals are contained in a sealed can. Risk of exposure occurs only if the battery is mechanically or electrically abused. Contact of electrolyte and extruded lithium with skin and eyes should be avoided.

Sign/Symptoms of Exposure

A shorted lithium battery can cause thermal and chemical burns upon contact with the skin.

SECTION 4 – First Aid Measures

Eye

Flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes, occasionally lifting the upper and lower eyelids. Get medical aid.

Skin

Remove contaminated clothes and rinse skin with plenty of water or shower for 15 minutes. Get medical aid.

Inhalation

Remove from exposure and move to fresh air immediately. Use oxygen if available.

Ingestion

Give at least 2 glasses of milk or water. Induce vomiting unless patient is unconscious. Call a physician.

SECTION 5 – Fire Fighting Measures

Flash Point: N/A.

Auto-Ignition Temperature: N/A.

Extinguishing Media

Dry chemical, CO2

Special Fire-Fighting Procedures

Self-contained breathing apparatus

Unusual Fire and Explosion Hazards

Cell may vent when subjected to excessive heat-exposing battery contents.

Hazardous Combustion Products

Carbon monoxide, carbon dioxide, lithium oxide fumes.

NARADA POWER SOURCE CO., LTD.

Add: 9/F, Building A, No. 50 Zijinghua Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012

Tel:(+86-571) 56975980 /56975956 Fax:(+86-571) 56975955

Email: intl@narada.biz Website: www.naradabattery.com



SECTION 6 – Accidental Release Measures

Steps to be taken in case Material is Released or Spilled

If the battery material is released, remove personnel from area until fumes dissipate. Provide maximum ventilation to clear out hazardous gases. Wipe it up with a cloth, and dispose of it in a plastic bag and put into a steel can. The preferred response is to leave the area and allow the batteries to cool and vapors to dissipate. Provide maximum ventilation. Avoid skin and eye contact or inhalation of vapors. Remove spilled liquid with absorbent and incinerate.

Waste Disposal Method

It is recommended to discharge the battery to the end, handing in the abandoned batteries to related department unified, dispose of the batteries in accordance with approved local, state, and federal requirements. Consult state environmental protection agency and/or federal EPA.

SECTION 7 – Handling and Storage

The batteries should not be opened, destroyed or incinerate, since they may leak or rupture and release to the environment the ingredients that they contain in the hermetically sealed container. Do not short circuit terminals, or over charge the battery, forced over-discharge, throw to fire. Do not crush or puncture the battery, or immerse in liquids.

Precautions to be taken in handling and storing

Avoid mechanical or electrical abuse. Storage preferably in cool, dry and ventilated area, which is subject to little temperature change. Storage at night temperatures should be avoided. Do not place the battery near heating equipment, nor expose to direct sunlight for long periods.

Other Precautions

Batteries may explode or cause burns, if disassembled, crushed or exposed to fire or high temperature. Do not short or install with incorrect polarity.

SECTION 8 – Exposure Controls, Personal Protection

Respiratory Protection

In case of battery venting, provide as much ventilation as possible. Avoid confined areas with venting batteries. Respiratory protection is not necessary under conditions of normal use.

Ventilation

Not necessary under conditions of normal use.

Protective Gloves

Not necessary under conditions of normal use.

Other Protective Clothing or Equipment

Not necessary under conditions of normal use. Personal Protection is recommended for venting batteries: Respiratory Protection, Protective Gloves, Protective Clothing and safety glass with side shields.

NARADA POWER SOURCE CO., LTD.

Add: 9/F, Building A, No. 50 Zijinghua Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012

Tel:(+86-571) 56975980 /56975956 Fax:(+86-571) 56975955

Email: intl@narada.biz Website: www.naradabattery.com



SECTION 9 – Physical and Chemical Properties

Type	19.2NESP160	38.4NESP80	19.2NESP200	38.4NESP100			unit
Nominal Voltage	19.2	38.4	19.2	38.4			V
Rated Capacity	160	80	200	100			Ah
Electric Energy	3072	3072	3840	3840			Wh
Type	51.2NESP80	25.6NESP160	51.2NESP100	25.6NESP200	51.2NESP125	25.6NESP250	unit
Nominal Voltage	51.2	25.6	51.2	25.6	51.2	25.6	V
Rated Capacity	80	160	100	200	125	250	Ah
Electric Energy	4096	4096	5120	5120	6400	6400	Wh

Appearance Characters: Black, Quadrate, Odorless, Solid battery.

Chemical Used: Energy Storage System.

SECTION 10 – Stability and Reactivity

Stability

Stable

Conditions to avoid

Heating, mechanical abuse and electrical abuse.

Hazardous Decomposition Products

N/A

Hazardous Polymerization

N/A

If leaked, forbidden to contact with strong oxidizers, mineral acids, strong alkalis, halogenated hydrocarbons.

SECTION 11 – Toxicological Information

Inhalation, skin contact and eye contact are possible when the battery is opened. Exposure to internal contents, the corrosive fumes will be very irritation to skin, eyes and mucous membranes. Overexposure can cause symptoms of non-fibrotic lung injury and membrane irritation.

SECTION 12 – Ecological Information

When promptly used or disposed the battery dose not present environmental hazard. When disposed, keep away from water, rain and snow.

NARADA POWER SOURCE CO., LTD.

Add: 9/F, Building A, No. 50 Zijinghua Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012

Tel:(+86-571) 56975980 /56975956 Fax:(+86-571) 56975955

Email: intl@narada.biz Website: www.naradabattery.com



SECTION 13 – Disposal Considerations

Appropriate method of disposal of substance or preparation

If batteries are still fully charged or only partially discharged, they can be considered a reactive hazardous waste because of significant amount of uncreated or unconsumed lithium remaining in the spent battery. The batteries must be neutralized through an approved secondary treatment facility prior to disposal as a hazardous waste. Recycling of battery can be done in authorized facility, through licensed waste carrier.

SECTION 14 – Transport Information

IMDG

The transportation of Lithium Ion Batteries is regulated by the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) 4.1.4. These regulations classify these types of batteries as dangerous goods. Refer to IMDG Code Packaging Instructions P903 for more details pertaining to the transportation of Lithium Ion Batteries. Additional requirements, or relief from some requirements, may be found in special provisions 188 and 230.

Shipping information as follows:

Proper Shipping Name: Lithium Ion Battery UN Identification: UN3480

Hazard Class: 9 Packaging Group: II Packing Instructions: P903

Label/Placard: Miscellaneous

IATA:

The transportation of Lithium Ion Batteries is regulated by the International Air Transport Association (IATA) Dangerous Good Regulations (DGR) 5.9. These regulations classify these types of batteries as dangerous goods. Refer to IATA Packaging Instructions 965 and special provision A164 for more details pertaining to the transportation of Lithium Ion Batteries.

Shipping information as follows:

Proper Shipping Name: Lithium Ion Battery UN Identification UN3480

Hazard Class: 9 Packaging Group: II Packing Instructions: 965

Label/Placard: Miscellaneous

Additional Labeling: Lithium battery handling label (As defined in PI968)

Passenger Aircraft: Packing Instruction 965 Max of 5 kg gross

Cargo Aircraft: Packing Instruction 965 Max of 35 kg gross

SECTION 15 – Additional Information

The above information is based on the data of which we are aware and is believed to be correct as of the data hereof. Since this information may be applied under conditions beyond our control and with which may be unfamiliar and since data made available subsequent to the data hereof may suggest modifications of the information, we do not assume any responsibility for the results of its use. This information is furnished upon condition that the person receiving it shall make his own determination of the suitability of the material for this particular purpose.

NARADA POWER SOURCE CO., LTD.

Add: 9/F, Building A, No. 50 Zijinghua Road, Hangzhou, China. Zip Code:310012

Tel:(+86-571) 56975980 /56975956 Fax:(+86-571) 56975955

Email: intl@narada.biz Website: www.naradabattery.com

Annexe III : fiche de données de sécurité du supercondensateur

1 / 11	
SAFETY DATA SHEET	
<p>This document is prepared as a courtesy to provide persons using this product with additional safety and regulatory information. Users are also encouraged to access the applicable SDS for the internal components referenced in Section 3 (Composition and Ingredients). Safety Data Sheet following the format of Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) and EC No 2015/830. SDS History: Date of compilation: 22.06.2018, rev. 2</p>	
SECTION 1: IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING	
1.1 PRODUCT IDENTIFIER:	SkelStart, SkelMod
Synonyms, Other Means of Identification:	SSA12V; SSA24V; SMA51V117F; SMA102V88F; SMA170V53F;
Product Numbers:	
Description:	Commercial Product
1.2 RELEVANT IDENTIFIED USES OF THE SUBSTANCE OR MIXTURE AND USES ADVISED AGAINST:	
Intended for use:	SSA12V & SSA24V: Engine starting applications in buses, generators, heavy machinery, maritime, trucking. SMA51V117F: Hybrid and electric buses, forklifts and AGVs in material handling, heavy transportation. SMA102V88F: Peak power supply, voltage stabilization, load levelling, frequency regulation systems. SMA170V53F: Heavy-duty applications: heavy electric transportation, rail applications, drivetrains, pulse power supply, regenerative power and peak assistance in power grids and industrial applications, UPS solutions, fusion reactors, hadron colliders.
Uses advised against:	Not determined
1.3 DETAILS OF THE SUPPLIER OF THE SAFETY DATA SHEET:	
Manufacturer / supplier:	Skeleton Technologies GmbH, Schöcostraße 8, 01900, Großbrohrsdorf, Saxony, Germany, Tel. +49 35952 416040 info@skeletontech.com , www.skeletontech.com
	SDS responsible: Product development
1.4 EMERGENCY TELEPHONE NUMBER:	Giftnotruf Berlin, Tel. 030 19240 Poison information centre Estonia, Tel. 166662 (24/7)
SECTION 2. HAZARD IDENTIFICATION	
<p>This assembly of articles is a manufactured electronic product that contains primarily non-hazardous materials, including metal, plastic and rubber. However, the assembly also includes ultracapacitors, which contain hazardous substances sealed within them. The mentioned hazardous substances ARE NOT INTENDED FOR RELEASE DURING NORMAL CONDITIONS OF USE OF THE PRODUCT*. Ultracapacitors are sealed aluminium containers, which enclose layers of activated carbon that are saturated with an electrolyte solution. The electrolyte solution contains a quaternary salt compound (tetraethylammonium tetrafluoroborate) dissolved in solvent (acetonitrile). The assembled layers of activated carbon are inserted into a metal container, saturated with the above-mentioned electrolyte solution and then sealed and stored in electrically non-charged state. If the contents of ultracapacitor remain sealed and kept uncharged, the person handling this product will avoid most of the risks described here for all hazardous components of the electrolyte. As such, precautions should be taken to avoid rupture or overheating of the sealed metal containers.</p>	
<p>* Capacitors containing electrolyte are articles under REACH-regulation, because electrolyte is not intended to be released during use. Therefore, substance registration requirements do not apply to the substances contained in capacitors. CLP-regulation compliant classification and REACH-regulation compliant SDS are to be provided for substances and mixtures only. The current product is an assembly of articles, therefore classification, labelling and SDS are not a legal requirement.</p>	
2.1 CLASSIFICATION OF THE SUBSTANCE OR MIXTURE:	
	Under normal conditions of use, the ultracapacitors are hermetically sealed. Classification according EC regulation 1272/2008 (CLP): not applicable. The product is not a substance or a mixture, but an article . Providing the Safety Data Sheet takes place on a voluntary basis for information purposes only.
2.2 LABEL ELEMENTS:	
	Hazard components for labelling - not applicable. Labelling according to Regulation (EC) No. 1272/2008 [CLP] not applicable. There is no legal requirement for the product to be specially labelled.
2.3 OTHER HAZARDS:	
	The product should not be opened or burned. Exposure to the ingredients contained within or their combustion products could be harmful. Skin contact with the carbon may cause mild irritation. The activated carbon may be combustible and may be ignited if exposed to an ignition source or if subjected to direct flame. If involved in a fire, the chemicals contained in the case may decompose and produce toxic gases (e.g. carbon oxides, propylene glycol, hydrogen fluoride and boron compounds). During a fire involving this product care should be taken to avoid inhalation of fumes. Misuse of this product, such as overcharging, may release these toxic fumes as well.

SECTION 3. COMPOSITION AND INFORMATION ON INGREDIENTS

3.1 SUBSTANCE: not applicable

3.2 MIXTURE: not applicable

This product is an assembly of articles. Under normal use and handling, user does not come into contact with the internal materials and capacitors do not emit regulated or hazardous substances. This Safety Data Sheet is provided for informational purpose only. Most of the product is composed of non-hazardous materials: zinc-plated stainless steel, aluminium, plastic, rubber. The product also includes ultracapacitors for which components are given in the table below. In addition, sealants / adhesives are used for the assembly of the product – detailed information is given in the second table. However, the mass of sealants used in the final product is very low and/or sealants / adhesives do not pose the assigned hazards when they are in a cured state, as is the case with the current product.

The packaging of the product is made from plywood.

ULTRACAPACITOR COMPONENTS:				
CAS# / EC #	REACH registration #	Component identification	Classification according to CLP regulation	% w/w
75-05-8 / 200-835-2	*	Acetonitrile	Flam. Liq. 2 H225; Acute Tox. 4 H302; H312; H332; Eye Irrit. 2 H319	20-40%
7440-44-0 / 231-153-3	*	Carbon	Not classified	<30%
1333-86-4 / 215-609-9	*	Carbon black	Not classified	< 12 %
429-06-1 / 207-055-1 69444-47-9/614-970-3	*	Tetraethylammonium tetrafluoroborate Triethylmethylammonium tetrafluoroborate Total tetrafluoroborate	Acute Tox. 4 H302; H312; H332; Eye Irrit. 2 H319; Skin Irrit. 2 H315; STOT SE 3; H335	0-35% 0-35% 10-35%
7429-90-5 / 231-072-3	*	Aluminium	Not classified	Proprietary
-	-	Paper	Not classified	
-	*	Other minor components that comprise the balance of the capacitor (e.g. binders, rubber, etc.)	Not classified	Balance

Sealants / adhesives**				
CAS# / EC #	REACH registration #	Component identification	Classification according to CLP regulation	Percent (Weight)
NA (mixture)	NA (mixture)	NOALOX Anti Oxidant	Aquatic Chronic 2 H411;	Proprietary
NA (mixture)	NA (mixture)	LOCTITE SI 5699 GY	Eye Irrit. 2A H319; Skin Sens. 1 H317;	Proprietary
NA (mixture)	NA (mixture)	LOCTITE 243	Eye Irrit. 2A H319; Skin Irrit. 2 H315; Skin Sens. 1 H317; Carc. 2 H351;	Proprietary
NA (mixture)	NA (mixture)	LOCTITE 542	Eye Irrit. 2 H319; Skin Irrit. 2 H315; Skin Sens. 1 H317; Carc. 2 H351;	Proprietary
NA (mixture)	NA (mixture)	PENOSIL Premium Greenhouse Silicone	Skin Sens. 1 H317; Aquatic Chronic 3 H412;	Proprietary
NA (mixture)	NA (mixture)	ELECTROLUBE Polyethane Resin 5608, Part A	Not classified	Proprietary

NA (mixture)	NA (mixture)	ELECTROLUBE Polyethane Resin 5608, Part B	Acute Tox. 4 H332; Skin Irrit. 2 H315; Eye Irrit. 2 H319; Resp. Sens. 1 H334; Skin Sens. 1 H317; Carc. 2 H351; STOT SE 3 H335; STOT RE 2 H373;	Proprietary
--------------	--------------	---	---	-------------

* Not applicable for substances imported in articles in case the substances are not intended to be released during normal conditions of use of the article.

** Not all sealants/adhesives are used in all the articles. Detailed list of sealants used in the articles can be found below:

SSA12V; SSA24V – NOALOX Anti Oxidant,
SMA51V117F – LOCTITE 542, PENOSIL Premium Greenhouse Silicone, ELECTROLUBE Polyether/Ester Urethane 5608A & 5608B;
SMA102V88F – LOCTITE 243;
SMA170V53F - NOALOX Anti Oxidant; LOCTITE 243; LOCTITE 542; LOCTITE SI 5699 GY.

See Section 16 for full EU classification and hazard statements on product components.

Further Information:

Product does not contain listed SVHC substances > 0,1 % according to Regulation (EC) No. 1907/2006 Article 59 (REACH)

SECTION 4. FIRST AID MEASURES

The article is not hazardous under normal conditions of use. Damaged ultracapacitors may release electrolyte containing acetonitrile and Tetraethylammonium tetrafluoroborate. Acetonitrile is moderately toxic by inhalation and/or skin absorption. If necessary, physicians should refer to Section 11 (Toxicological Information) in the event of severe inhalation, skin contact or ingestion exposure to the electrolyte solution. Overcharging, reverse charging, incinerating or heating capacitors is prohibited. First-aid measures applicable to contamination with the electrolyte solution are as follows:

4.1 DESCRIPTION OF FIRST AID MEASURES

- **INHALATION:** If vapors or fumes from the electrolyte contained in this product are inhaled, remove exposed person to fresh air. If necessary, use artificial respiration to support vital functions and seek medical attention.
- **SKIN EXPOSURE:** If skin exposure to electrolyte occurs, flush contaminated area liberally with water. Seek medical attention if any adverse effects occur after flushing.
- **EYE EXPOSURE:** If liquid, vapors or fumes from the electrolyte contained in this product contaminate the eyes, rinse eyes under gently running water. Use sufficient force to open eyelids and then "roll" eyes while flushing. Rinse eyes in running water for minimum 20 minutes. Seek medical attention.
- **INGESTION:** In the unlikely event that the electrolyte contained in this product is swallowed, CALL PHYSICIAN OR POISON CONTROL CENTER IMMEDIATELY. If professional advice is not available, DO NOT INDUCE VOMITING. Never induce vomiting or give (milk or water) to someone who is unconscious, having convulsions, or unable to swallow. If victim is convulsing, maintain an open and obtain immediate medical attention.

4.2 MOST IMPORTANT SYMPTOMS AND EFFECTS, BOTH ACUTE AND DELAYED

Skin contact with the carbon may cause mild irritation. Electrolyte solution will cause burns to mouth and throat. Ingestion of large quantities can cause tissue ulceration of the gastrointestinal tract. Inhalation of electrolyte solution mist will severely irritate the nose and throat. Electrolyte solution will cause irritation to eyes and skin.

4.3 INDICATION OF ANY IMMEDIATE MEDICAL ATTENTION AND SPECIAL TREATMENT NEEDED

No specific requirements.

SECTION 5. FIRE FIGHTING MEASURES

5.1 EXTINGUISHING MEDIA

SUITABLE FIRE EXTINGUISHING MATERIALS: The following fire extinguishing materials are suitable for fires involving this product:

Water Spray: OK (cooling only and only if products are uncharged)	Dry Chemical: OK	Carbon Dioxide: OK
Foam: OK	Halon: OK	Other ABC Type: OK

UNSUITABLE FIRE EXTINGUISHING MATERIALS: None known.

5.2 SPECIAL HAZARDS ARISING FROM THE SUBSTANCE OR MIXTURE

If involved in a fire, the materials contained in these articles may thermally decompose and produce toxic gases (e.g. nitrogen oxides, carbon oxides, hydrogen cyanide, hydrogen fluoride and other fluoride and boron compounds).
Explosion Sensitivity to Mechanical Impact: Not sensitive. Explosion Sensitivity to Static Discharge: Not sensitive.

5.3 ADVICE FOR FIREFIGHTERS

This product is not flammable under normal operational and non-operational conditions. Due to the small amount of electrolyte solution in each device and the presence of activated carbon, these articles contain little or no freestanding liquid and are not anticipated to pose a significant fire hazard under normal conditions of storage, use and shipment. Sealed devices involved in a fire may rupture explosively if heated for a sufficiently long period of time.

Wear SCBA with a chemical protection suit only where personal (close) contact is likely. Fire fighter's clothing conforming to European standard EN469 should be used.

Collect contaminated fire extinguishing water separately. Do not allow entering drains or surface water.

SECTION 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

6.1 PERSONAL PRECAUTIONS, PROTECTIVE EQUIPMENT AND EMERGENCY PROCEDURES

Personal Protection

Always wear impenetrable gloves and eye protection. Eliminate sources of ignition and ensure good ventilation.

6.2 ENVIRONMENTAL PRECAUTIONS

Avoid uncontrolled releases to the environment. Accidental spills of the electrolyte should be kept away from drains, surface and ground water.

6.3 METHODS AND MATERIALS FOR CONTAINMENT AND CLEANING UP

ELECTROLYTE LEAKS: In case of electrolyte leaks, keep unnecessary personnel away, neutralize with diluted acetic or hydrochloric acid and then wipe up with absorbent paper towels. Place material into a tightly closed chemical waste container and dispose of as hazardous waste. Contact local regulatory authorities for advice regarding disposal of cleanup materials and cells. Call (+49 30 3080 7458) for emergency assistance.

6.4 REFERENCE TO OTHER SECTIONS

For additional information on protective measures see Section 8 and for waste management requirements see Section 13.

SECTION 7. HANDLING AND STORAGE

7.1 PRECAUTIONS FOR SAFE HANDLING

If the module is damaged, do not breathe fumes and/or vapors, prevent electrolyte contact with eyes, clothing and skin. Wash thoroughly after handling damaged modules. Avoid exceeding the given occupational exposure limits (see section 8). Smoking, eating and drinking should be prohibited in the application area. Follow standard hygiene measures when handling chemical products.

Advice on protection against fire and explosion: Normal measures for preventive fire protection.

Hygiene measures: Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. When using, do not eat, drink and smoke. Wash hands before breaks and at the end of workday.

7.2 CONDITIONS FOR SAFE STORAGE, INCLUDING ANY INCOMPATIBILITIES

Store product in a well-ventilated area, keep it away from heat and flame and prevent short-circuit conditions. Do not store at temperatures over 70°C. Do not store together with: explosives, oxidizing solids and liquids, radioactive substances and infectious substances.

7.3 SPECIFIC END USE(S)

None known.

SECTION 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

NORMAL USE: NOT APPLICABLE. Finished commercial product. Exposure to individual components is not possible with intact, sealed, manufactured article,

FOR OPENED UNITS: If the product leaks, fails, is damaged or is otherwise manipulated in such a way that the contents are released, exposure to the internal components is possible. The only internal component that is dispersible is electrolyte. Therefore, the following information applies to electrolyte solution only.

8.1 CONTROL PARAMETERS

Chemical Name	CAS #	Applicable Exposure Limits							Other
		OSHA-PELs		ACGIH-TLVs		ACGIH-RELs			
		TWA (ppm)	STEL (ppm)	TWA (ppm)	STEL (ppm)	TWA (ppm)	Skin Note	IDLH (ppm)	
Acetonitrile	75-05-8	40 68 mg/m ³	60 (15 min.) 68 mg/m ³	20	NE	20	Skin	500	DFG MAKs (skin) (vacated TWA = 20 ppm (skin) 1989 PEAK = 2.ppm MAX 15 min, average value, 1-hr interval, 4 PEL) per shift DFG MAK Pregnancy Risk Classification: C Carcinogen: EPA-CBD, EPA-D, TLV-A4
Tetraethylammonium tetrafluoroborate	429-06-1	NE							-
Triethylmethylammonium Tetrafluoroborate	69444-47-9	NE							-

NE = Not Established

Selection of the DNEL(s) and PNEC(s) or other hazard conclusion for critical health effects of the electrolyte.

DNELs

For Acetonitrile:

Route of exposure	Workers				Consumers			
	Acute effect local	Acute effects systemic	Chronic effects local	Chronic effects systemic	Acute effects local	Acute effects systemic	Chronic effects local	Chronic effects systemic
Oral	Not required							
Inhalation	68 mg/m ³	68 mg/m ³	68 mg/m ³	68 mg/m ³	22 mg/m ³	0.6 mg/kg bw/day	No data available	
Dermal	No data available		32.2 mg/kg bw/day		No data available			

Each of the cells should contain one of the following information: i) DNEL value with unit or ii) hazard identified but no DNEL available or iii) no exposure expected, iv) no hazard identified

PNECs

For Acetonitrile:

Environmental protection target	PNEC
Fresh water	10 mg/L
Freshwater sediments	7.53 mg/kg sediment dw

Marine water	1 mg/L
Marine sediments	no exposure expected
Food chain	no hazard identified
Microorganisms in sewage treatment	32 mg/L
Soil (agricultural)	2.41 mg/kg soil dw
Air	no hazard identified
Each of the cells should contain one of the following information: i) PNEC value with unit or ii) hazard identified but no PNEC available or iii) no exposure expected or iv) no hazard identified	

Relevant data for Tetraethylammonium tetrafluoroborate is not available as this substance has not been registered under REACH and corresponding chemical safety assessment has not been carried out for the time being.

8.2 EXPOSURE CONTROLS

Appropriate engineering controls:

Usually not required. Keep product away from heat and open flame. Store in a cool & dry place

Personal protective equipment:

Eye and face protection - Not ordinarily required. Chemical goggles or safety glasses with side shields should be worn when handling a damaged module.

Skin protection: Not ordinarily required. Wear impervious gloves when handling damaged module. The selected protective gloves must satisfy the specifications of EU Directive 89/686/EEC and the standard EN 374 derived from it. Suitable material: Butyl rubber. Wash contaminated clothing before re-use.

Respiratory protection: Not ordinarily required during normal operations

No specific requirements when working with non-damaged finished commercial product under normal conditions.

SECTION 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

The product is an article – general provisions of this Section are non-applicable

VOLATILE ORGANIC COMPOUND (VOC) CONTENT: Not applicable. Product not regulated for VOC content.

SECTION 10. STABILITY AND REACTIVITY

10.1 REACTIVITY

No hazardous reaction known under conditions of normal use. Prevent manual short-circuiting across terminals in charged state and temperatures exceeding 70°C. Avoid exposure to heat and open flame. Do not puncture, crush or incinerate.

10.2 CHEMICAL STABILITY

Stable under condition of normal temperature.

10.3 POSSIBILITY OF HAZARDOUS REACTIONS

Unknown. Hazardous polymerization will not occur.

10.4 CONDITIONS TO AVOID

Avoid exposure to or contact with sparks, flames and/or other sources of ignition, extreme temperatures and incompatible chemicals.

10.5 INCOMPATIBLE MATERIALS

Electrolyte Solution: Strong reducing agents, strong oxidizers, strong acids, diphenyl sulfoxide, trichlorosilane, n-fluoro compounds, nitrating agents.

10.6 HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS

Combustion: Products of thermal decomposition can include toxic gases (e.g. nitrogen oxides, carbon oxides, hydrogen cyanide, hydrogen fluoride and other miscellaneous fluoride and boron compounds).

SECTION 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

This product is a finished commercial product. It is defined as an "article" and exempt from CLP classification and REACH SDS requirements. **The following information is about the hazardous components sealed (AND NOT INTENDED FOR RELEASE) within the article and not about the article itself.**

11.1 INFORMATION ON TOXICOLOGICAL EFFECTS:

Acute toxicity: Classification criteria are not applicable for the article itself. Information about the relevant components sealed (without an intention of release) within the article is summarised in the following table.

CAS-Nr.	Designation	Routes of Exposure	Dose	Method	Species	Exposure time	Results
75-05-8	Acetonitrile						
	Oral		LD50 calculated 617 mg/kg for male and female mice combined (with 95% confidence limits of 450-787 mg/kg)	OECD Guideline 401	Mouse	1 administration; observation 14 d.	Harmful
	Dermal		LD50 > 2 000 mg/kg bw / LD50 980 mg/kg	OECD Guideline 402 / Other: Union Carbide Chemicals Company, 1959	Rabbit / Rabbit	24h / Single exposure	Harmful
	Inhalation (vapour)		LC50 3587 ppm	OECD Guideline 403	Mouse	4h	Harmful
1333-86-4	Black carbon						
	Oral		LD50 >8000 mg/kg	OECD Guideline 401	Rat	1 administration; observation 4 weeks.	Not classified
	Inhalation		Effect level > 4.6 mg/m ³ air	Research Report no. 104: Health Effects Institute. October 2001, Vincent R, Kumarathasan P et al.	Rat	4h	NA
429-06-1	Tetraethylammonium tetrafluoroborate						
	Oral		>500 mg/kg	No information	Rabbit	No information	Harmful
69444-47-9	Triethylmethylammonium Tetrafluoroborate						
	Oral		>500 mg/kg	No information	Rabbit	No information	Harmful

Skin corrosion/irritation: Classification criteria are not applicable for the article itself.

Serious eye damage/ irritation: Classification criteria are not applicable for the article itself.

Respiratory or skin sensitisation: Classification criteria are not applicable for the article itself.

Summary of evaluation of the CMR properties: Classification criteria are not applicable for the article itself. Article does not contain component substances classified for CMR properties.

Specific target organ toxicity single exposure: Classification criteria are not applicable for the article itself.

STOT-repeated exposure: Classification criteria are not applicable for the article itself.

Aspiration hazard: Classification criteria are not applicable for the article itself.

SECTION 12. ECOLOGICAL TOXICITY ENVIRONMENTAL FATE AND TRANSPORT

12.1 TOXICITY:

Classification criteria are not applicable for the article itself. Information about the relevant components is summarised in the following table.

CAS-Nr.	Designation	Dose	Exposure time [h]	Species	Method	Results
75-05-8	Acetonitrile					
	Acute toxicity for fish	LC50 1640 mg/l	96 h	Pimephales promelas	No data available	Based on available data not toxic to fish
	Acute toxicity for invertebrates	LC50 400 mg/L	24h	Artemia salina	Acute Toxicity of Organic Solvents on Artemia salina, 1994, Barahona-Gomariz, M.V. et al	Based on available data, not toxic
	Toxicity to aquatic algae and cyanobacteria	LC50 9696 mg/L	72 h	Phaeodactylum tricorutum	ISO 10253	Based on available data, not toxic
1333-86-4	Black carbon					
	Acute toxicity for fish	LC0 >1000 mg/l	96 h	Brachydanio rerio	OECD Guideline 203	Based on available data not toxic to fish
	Acute toxicity for invertebrates	EC50 >5600 mg/L	24 h	Daphnia magna	OECD Guideline 202	Not toxic within its aqueous solubility
	Toxicity to aquatic algae and cyanobacteria	EC50 >10 000 mg/L	72 h	Desmodesmus subspicatus	OECD Guideline 201	Not toxic within its aqueous solubility

Chronic (long-term) toxicity: Classification criteria are not applicable for the article itself. Based on the acute hazard profile of relevant components further assessment is not required.

12.2 PERSISTENCE AND DEGRADABILITY: Not applicable for articles. Acetonitrile is readily biodegradable - OECD guideline 301C. Biodegradation results after 28 days: BOD - 65%; TOC - 84%; GC - 88%.

12.3 BIOACCUMULATION POTENTIAL: Not applicable for articles. No indication of bioaccumulation potential based on data available for hazardous components. US EPA BCFWIN generated an estimated BCF of 3.162 for acetonitrile based on the experimental log Kow of -0.34.

Partition coefficient n -octanol / water:

CAS-Nr.	Designation	Log Pow
75-05-8	Acetonitrile	-0,34

12.4 MOBILITY IN SOIL: Not applicable for articles.

12.5 RESULTS OF PBT AND VPVB ASSESSMENT: The product does not contain substances classified as PBT or vPvB.

12.6 OTHER ADVERSE EFFECTS: None known.

SECTION 13. DISPOSAL CONSIDERATION

13.1 WASTE TREATMENT METHODS

The national legislation must be complied with. Waste products should be collected and handed over to a company that owns applicable treatment license. Non-contaminated packages may be supplied to recycling. According to EAKV, allocation of waste identity numbers/waste descriptions must be carried out in a specific way for every industry and process. List of proposed waste codes / waste designations in accordance with EWC (European Waste Codes):

Waste disposal number of waste from residues/unused products

160605 WASTES NOT OTHERWISE SPECIFIED IN THE LIST; batteries and accumulators; other batteries and accumulators

Waste disposal number of used product





160605 WASTES NOT OTHERWISE SPECIFIED IN THE LIST; batteries and accumulators; other batteries and accumulators

Waste disposal number of contaminated packaging

150203 WASTE PACKAGING; ABSORBENTS, WIPING CLOTHS, FILTER MATERIALS AND PROTECTIVE CLOTHING NOT OTHERWISE SPECIFIED; absorbents, filter materials, wiping cloths and protective clothing; absorbents, filter materials, wiping cloths and protective clothing other than those mentioned in 15 02 02

Contaminated packages should be treated like the substance.

SECTION 14. TRANSPORT INFORMATION

SECTION 14. TRANSPORT INFORMATION					
LAND TRANSPORT (ADR / RID):					
UN-Number	UN proper shipping name	Transport hazard class		Packing Group	Label
UN 3499	CAPACITOR, electric double layer (with an Energy storage capacity of more than 0.3 Wh)	9		Classification code: M11 (Es): 0 Transport category: 4 Special provisions: 361 Excepted Quantities: E0 Tunnel restriction code: E	Label 9 
INLAND WATERWAY TRANSPORT (ADN):					
UN 3499	CAPACITOR, electric double layer (with an Energy storage capacity of more than 0.3 Wh)	9		Classification code: M11 (Es): 0 Transport category: 4 Special provisions: 361 Excepted Quantities: E0 Tunnel restriction code: E	Label 9 
SEA TRANSPORT (IMDG)			Marine pollutant:		
UN 3499	CAPACITOR, electric double layer (with an Energy storage capacity of more than 0.3 Wh)	9	NO	(Es): 0 EmS: F-A, S-I Special provisions: 361 Excepted Quantities: E0	Label 9 
AIR TRANSPORT (ICAO)					
UN 3499	CAPACITOR, electric double layer (with an Energy storage capacity of more than 0.3 Wh)	9		Excepted (Es) Passenger: Forbidden Passenger LQ: Forbidden (Es) Passenger: Forbidden IATA-packing instructions - Passenger: 971 IATA maximum quantity - Passenger: No limit IATA-packing instructions - Cargo: 971 IATA maximum quantity - Cargo: No limit Special provisions: A186 Excepted Quantities: E0	Label 9 

SPECIAL PRECAUTIONS FOR USER: See section 6-8

Bulk according to Annex II of MARPOL 73/78 and the IBC Code not relevant

Remarks:

Maximum stored energy:

- SSA12V – 36,1 Wh
- SSA24V – 36,1 Wh
- SMA51V117F – 63,9 Wh
- SMA102V88F – 127,1 Wh
- SMA170V53F – 212,7 Wh

SECTION 15. REGULATORY INFORMATION**15.1 SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENTAL REGULATIONS / LEGISLATION SPECIFIC FOR THE SUBSTANCE OR MIXTURE:****EU-Regulations:**

Information not relevant to the IE - Directive 2010/75 / EU (VOC): Not relevant

Information pursuant to VOC Directive irrelevant 2004/42 / EC: Not relevant

Information about Seveso III Directive 2012/18 / EU: Is not subject to the Seveso III Directive additional

Directive 2012/19 / EU: Waste electrical and electronic equipment (WEEE)

Authorisations and/or restrictions on use:

Substances contained in this article are not subject to authorisation or restrictions under REACH regulation.

15.2 CHEMICAL SAFETY ASSESSMENT:

No Chemical Safety Assessment has been carried out (nor is required) for this article by the supplier. However, CSA has been conducted for some of the components: acetonitrile, carbon and aluminium.

SECTION 16. OTHER INFORMATION**16.1 TEXT OF H-STATEMENTS MENTIONED IN SECTION 3:**

Code	Hazard class and category	Code	Hazard statement
Flam. Liq. 2	Flammable liquid, category 2	H225	Highly flammable liquid and vapour.
Acute Tox. 4	Acute toxicity, category 4	H302	Harmful if swallowed.
Acute Tox. 4	Acute toxicity, category 4	H312	Harmful in contact with skin.
Acute Tox. 4	Acute toxicity, category 4	H332	Harmful if inhaled.
Skin Sens. 1	Skin sensitisation, category 1	H317	May cause an allergic skin reaction.
Eye Irrit. 2	Eye irritation, category 2	H319	Causes serious eye irritation.
Skin Irrit. 2	Skin irritation, category 2	H315	Causes skin irritation.
Carc. 2	Carcinogenicity, category 2	H351	Suspected of causing cancer.
STOT SE 3	Organ toxicity – Single exposure, category 3	H335	May cause respiratory irritation.
STOT RE 2	Specific target organ toxicity, category 2	H373	May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure
Aquatic chronic 3	Chronic hazards to the aquatic environment, category 3	H412	Harmful to aquatic life with long lasting effects.
Aquatic chronic 2	Chronic hazards to the aquatic environment, category 2	H411	Toxic to aquatic life with long lasting effects.

16.2 CLASSIFICATION ACCORDING TO REGULATION (EC) NO 1272/2008 (CLP):

Not classified; CLP regulation is not applicable; product is an article.

16.3 LITERATURE REFERENCES AND SOURCES FOR DATA:

1. Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008.
2. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 (Annex II).
3. Commission Regulation (EU) No 2015/ 830.
4. REACH registration dossier and chemical safety report of relevant components of the product – as available from ECHA.
5. Guidance on the compilation of safety data sheets. Version 3.1 ECHA (European Chemicals Agency), November 2015.
6. Guidance on application of classification criteria. Version 4.1 ECHA, June 2015

16.4 INFORMATION ON REVISION OF THE SAFETY DATA SHEET:

Revised points - none: This is the first version (ver 1.0) of an SDS for product 170 SkelRack.

16.5 LEGEND TO ABBREVIATIONS AND ACRONYMS:

CMR – Carcinogen, Mutagen, or Reproductive Toxicant

CSA – Chemical Safety Assessment

CSR – Chemical Safety Report

DNEL – Derived No Effect Level

LD50 – Lethal Dose to 50% of a test population (Median Lethal Dose)

NOAEL – No Observed Adverse Effect Level

PBT – Persistent, Bioaccumulative and Toxic substance

PNEC(s) – Predicted No Effect Concentration(s)

PPE – Personal Protection Equipment

RMM – Risk Mitigation Measures

STOT – Specific Target Organ Toxicity

(STOT) RE – Repeated Exposure

(STOT) SE – Single Exposure

SVHC – Substance of very high concern

vPvB – Very Persistent and Very Bioaccumulative

VOC – Volatile Organic Compounds

Annexe IV : Dispositif d'extinction Firepro (extrait plaquette de présentation)

FP-1200
Poids brut (g): 10900
Masse nette du composé FPC (g): 1200
Dimensions (mm): Hauteur: 216X300X167

FP-2000
Poids brut (g): 15500
Masse nette du composé FPC (g): 2000
Dimensions (mm): Hauteur: 300X300X185

FP-3000
Poids brut (g): 16300
Masse nette du composé FPC (g): 3000
Dimensions (mm): Hauteur: 300X300X185

FP-4200
Poids brut (g): 23600
Masse nette du composé FPC (g): 4200
Dimensions (mm): Hauteur: 300X300X300

FP-5700
Poids brut (g): 26400
Masse nette du composé FPC (g): 5700
Dimensions (mm): Hauteur: 300X300X300

ATEX Modèles
Cylindrical Models
FP-100EX
Poids brut (g): 1830
Masse nette du composé FPC (g): 100
Dimensions (mm): Hauteur: HT

FP-200EX, FP-500EX

FirePro.

COMMENT ÇA FONCTIONNE

En réinventant la suppression d'incendie

La technologie FirePro inhibe les réactions en chaîne du feu au niveau moléculaire.

Méthodes de suppression des incendies

Méthode de suppression des incendies	Description de la méthode	Technologies couramment utilisées
Absorption de chaleur	Le feu est supprimé en réduisant la température / chaleur.	Agents à base d'eau et gazeux
Abaissement de la teneur en oxygène	Le feu est étouffé par l'épuisement / le déplacement de l'oxygène.	Agents gazeux inertes
Inhibition chimique	Le feu est supprimé en interrompant directement les réactions en chaîne chimiques au niveau moléculaire.	Aérosols solides

Action de l'agent d'extinction FirePro

- Le feu est une série de réactions chimiques en chaîne. Les radicaux libres (O^* , H^* , OH^*) agissent comme porte-chaines, entretenant la flamme jusqu'à ce qu'au moins l'un des trois éléments du feu soit complètement épuisé.
- En présence d'un feu, le carbonate de potassium (K_2CO_3) qui constitue l'agent actif sous forme d'aérosol solide subit une dissociation thermique, formant des radicaux libres de potassium (K^*) instables qui interrompent la réaction chimique en chaîne.
- La terminaison de la chaîne se produit lorsque K^* sort liés aux radicaux libres en formant de l'hydroxyde de potassium stable (KOH).
- Le KOH réagit davantage en présence de CO_2 pour former du carbonate de potassium (K_2CO_3). Le cycle se poursuit jusqu'à ce que la réaction chimique en chaîne se termine et que le feu soit éteint.

Annexe V : Capture d'écran du site <https://firepro-extinction.fr/technologie/>



FirePro extinction

Accueil Technologie Conformités Services Applications Contact

Technologie FirePro®

Accueil / Technologie FirePro®



Pour les feux à combustion lente qui ne génèrent pas de flammes, mais uniquement de la fumée et sans élévation de température significative, la détection de fumée peut déclencher la décharge empêchant toute évolution vers un enflammement.

Pour les volumes réduits, en passant par les volumes moyens jusqu'aux grands volumes, FirePro est modulaire et s'adapte à tous les contextes et environnements même agressif. Les modèles sous formes de cylindres sont disponibles avec des charges de 20, 40, 80, 100, 200, 500g de FPC. Les modèles coffrets sont disponibles avec des charges de 1200, 2000, 3000, 4200 et 5700g de FPC en deux versions RAL peint ou inox pour ambiance corrosive.

En version ATEX les générateurs cylindriques FP -100EX, FP -200EX, FP -500EX et modèles boîtiers FP -1200EX, FP -2000EX, FP -3000EX FP -4200EX, FP -5700EX sont également disponibles.

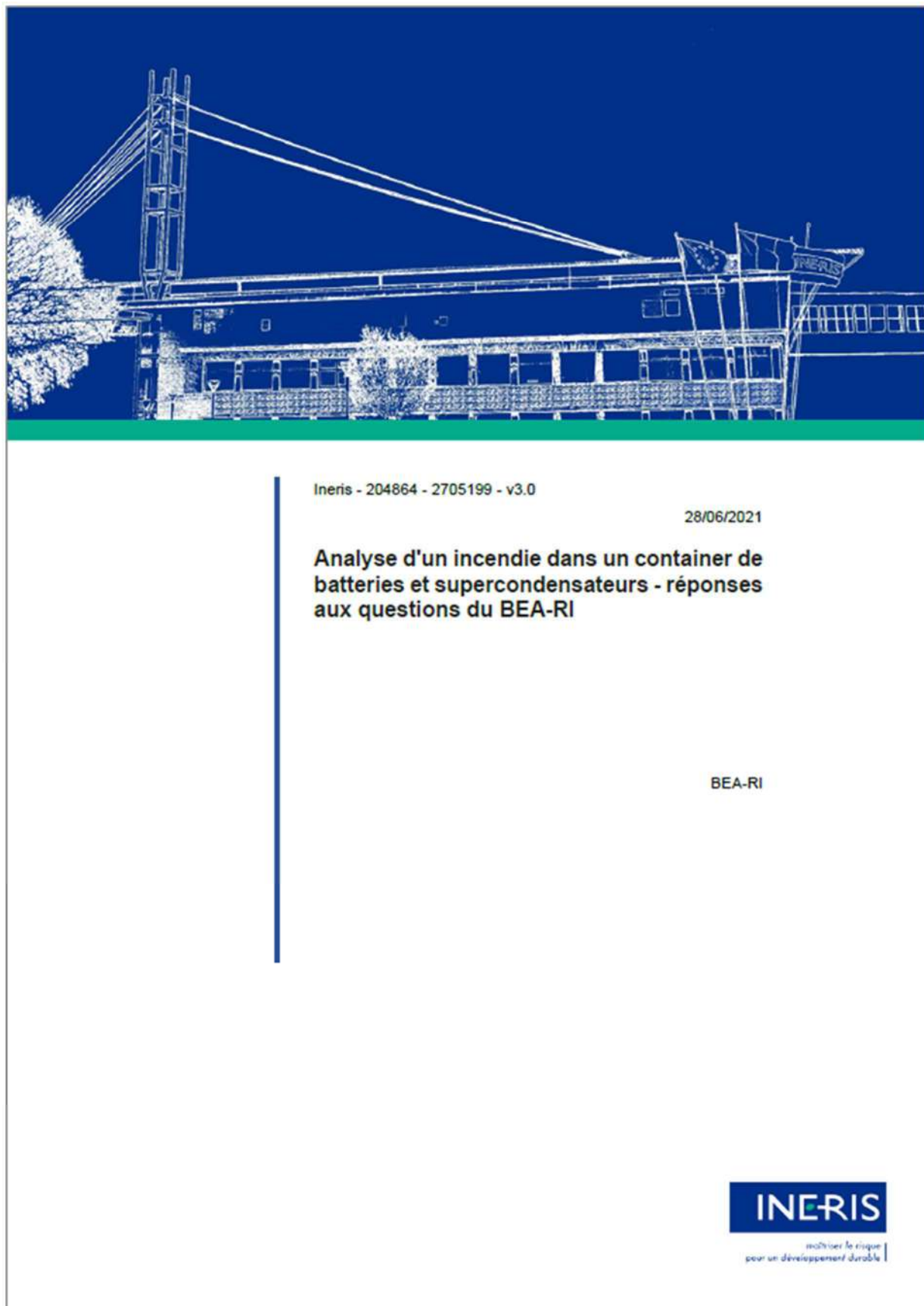
La pose à l'intérieur des petits volumes peut être réalisée sans aucune perforation de l'armoire métallique grâce à des aimants 'supermagnet' de fixation des supports de générateurs, des activateurs et autres accessoires requis.

La combinaison de plusieurs générateurs FirePro est quelquefois nécessaire pour obtenir la bonne concentration suivant les classes de feu retenues, voir ci dessous les densités requises:



Classe de feu Européenne (EN)	
Masse de FPC requise – solide –	
'densité' pour volume réputé étanche	
coefficient de sécurité à appliquer x 1,3	
Classe de feu A – Combustible sec ou 'braisant'	77 g/m3
Classe de feu B – liquides ou solides liquéfiables	87 g/m3
Classe de feu C – feu gazeux	50 g/m3
Classe de feu F – huile et graisse de cuisson	127 g/m3
Feu Lithium	200 g/m3

Annexe VI : Rapport de l'Ineris



PRÉAMBULE

Le présent document a été réalisé au titre de la mission d'appui aux pouvoirs publics confiée à l'Ineris, en vertu des dispositions de l'article R131-36 du Code de l'environnement.

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 utilisées.

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 document. Par conséquent, l'Ineris ne peut pas être tenu responsable en raison de l'évolution de ces éléments postérieurement à cette date. La mission ne comporte aucune obligation pour l'Ineris d'actualiser ce document après cette date.

Au vu de ses missions qui lui incombent, l'Ineris, n'est pas décideur. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient proposés par l'Ineris dans le cadre des missions qui lui sont confiées, ont uniquement pour objectif de conseiller le décideur dans sa prise de décision. 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 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 chaque utilisation du document en dehors de l'objet de la mission.

Nom de la Direction en charge du rapport : Direction Incendie, Dispersion, Explosion

Rédaction : LEROY GUILLAUME - DELBAERE THIERRY

Vérification : MARLAIR GUY; TRUCHOT BENJAMIN; DUPLANTIER STEPHANE; LECOCQ AMANDINE; BORDES ARNAUD; CHAUMETTE SYLVAIN

Approbation : Document approuvé le 28/06/2021 par PIQUETTE BERNARD

Liste des personnes ayant participé à l'étude : -

Table des matières

1	Glossaire	5
2	Introduction	6
2.1	Déontologie.....	6
2.2	Contexte	6
2.3	Documents de référence, visite et réunions d'échanges	6
2.3.1	Documents de référence	6
2.3.2	Visite du site du 9 décembre 2020	6
2.3.3	Réunion RTE/INGETEAM/BEA/INERIS du 17 décembre 2020	7
3	Présentation de l'installation objet de l'évènement et informations sur l'évènement.....	8
3.1	Description générale du site	8
3.2	Description de l'installation	8
3.2.1	Container « convertisseur de puissance ».....	9
3.2.2	Conteneur de stockage d'énergie	9
3.2.3	Groupe de conditionnement d'air.....	9
3.2.4	Systèmes de détection et lutte incendie dans les containers	10
3.3	Description succincte de l'évènement	10
4	Réponses aux questions posées par le BEA-RI.....	12
4.1	Origine de l'incendie	12
4.1.1	Question du BEA-RI	12
4.1.2	Réponse de l'Ineris	12
4.2	Cause du départ de feu	13
4.2.1	Question du BEA-RI	13
4.2.2	Réponse de l'Ineris	13
4.3	Avis sur le système d'extinction en place	14
4.3.1	Question du BEA-RI	14
4.3.2	Réponse de l'Ineris	14
4.4	Solutions d'extinction préconisées	14
4.4.1	Question du BEA-RI	14
4.4.2	Réponse de l'Ineris	14
4.5	Modélisation des distances d'effets thermiques et toxiques.....	15
4.5.1	Question du BEA-RI	15
4.5.2	Réponse de l'Ineris	15
4.6	Travaux normatifs en cours dans le domaine de stockage d'énergie	16
4.6.1	Question du BEA-RI	16
4.6.2	Réponse de l'Ineris	16
5	Limites de l'étude/réserves.....	19
6	Références	20
7	Annexes.....	20

Résumé

Ce rapport a pour objet de répondre à une sollicitation du BEA-RI faite à l'Ineris. Celui-ci concerne l'enquête sur l'incendie d'un container de batteries et supercondensateurs situé sur la commune de Perles et Castelet, survenu le 1^{er} décembre 2020.

L'objet de ce rapport consiste à répondre à six questions posées par le BEA-RI visant à :

- Situer l'origine du foyer d'après les informations obtenues et observations réalisées ;
- Proposer des hypothèses concernant les causes de départ de l'incendie ;
- Donner un avis sur le système d'extinction en place ;
- Donner des recommandations générales sur les solutions d'extinction adaptées aux feux de batteries et supercondensateurs ;
- Modéliser les distances d'effets thermiques et toxiques associées à ce type d'incendie ;
- Donner des informations sur les travaux normatifs dans le domaine du stockage d'énergie.

1 Glossaire

AC	Alternative Current (ou courant alternatif en français)
BESS	Battery Energy Storage System
BEA-RI	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses - Risques Industriels
DC	Direct Current (ou courant continu en français)
EES	Electrical Energy Storage
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
LFP	Lithium Fer Phosphate
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seuils des Effets Létaux
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs

2 Introduction

2.1 Déontologie

L'Ineris n'a jamais réalisé d'études sur les systèmes de stockage d'énergie stationnaire dont l'intégration a été réalisée par la société INGETEAM.

2.2 Contexte

Le 1^{er} décembre 2020, un incendie s'est produit à Perles et Castelet sur le site RTE. Celui-ci a eu lieu dans un container de stockage d'énergie équipé de batteries et de supercondensateurs. Des effets ont été observés à l'extérieur du container (flammes, fumées, gaz toxiques, ...) nécessitant l'intervention des pompiers (SDIS 09) pour stopper la dégradation du container et protéger les personnes, les installations ainsi que le milieu environnant.

Suite à l'incendie, le BEA-RI a missionné l'Ineris par courriel en date du 14 janvier 2021 pour répondre à six questions. Le courriel de demande est présenté en Annexe 1 de ce rapport. Cette note complète le rapport d'enquête sur l'incendie du poste de transformation RTE de Perles et Castelet (09) rédigé par le BEA-RI.

2.3 Documents de référence, visite et réunions d'échanges

2.3.1 Documents de référence

Les éléments ayant permis de rédiger ce rapport sont :

- Un document fourni par le BEA et intitulé : 2020_12_01 Feu de container de batterie au lithium à Perles-et-Castelet (09) ;
- Des documents fournis par RTE :
 - Prise en compte du risque incendie dans la conception des postes électrique de RTE – Note d'information pour le BEA-RI. Mise à jour du 08/01/2021 ;
 - Une FDS des batteries intitulée MSDS - Lithium-ion battery NESP Series ;
 - Une note technique des batteries intitulée FE125A LFP specification ;
 - Une FDS des supercondensateurs intitulée 191206 SkelStart SkelMod SDS ;
 - Une note technique des supercondensateurs intitulée 02-SMR-170428-1.

Ils ont été recueillis :

- lors d'un déplacement de l'Ineris sur le site RTE effectué en Ariège le 9 décembre 2020 ;
- lors d'une réunion BEA-RI-INERIS-RTE-INGETEAM qui s'est déroulée à Paris-La Défense dans les locaux de RTE le 17 décembre 2020 ;
- lors d'échange par courriers électroniques.

2.3.2 Visite du site du 9 décembre 2020

Les personnes présentes lors de la visite du site étaient :

- 2 officiers du SDIS09,
- 1 personne de la DREAL,
- 2 personnes du BEA-RI,
- 3 personnes de RTE,
- 2 personnes de l'Ineris.

Cette visite s'est déroulée en deux temps :

- Le matin a eu lieu la visite du site RTE pendant laquelle un responsable RTE a décrit le site et les deux officiers ont décrit le sinistre. Les deux personnes du BEA-RI et de l'Ineris ont pu ensuite accéder à l'intérieur du conteneur pour prendre des photos, collecter des échantillons et constater l'état des matériaux dégradés par l'incendie.
- L'après-midi, un debriefing s'est tenu dans les locaux du SDIS 09 à Foix. Les pompiers ont pu décrire plus précisément leur intervention.

2.3.3 Réunion RTE/INGETEAM/BEA/INERIS du 17 décembre 2020

Les personnes présentes lors de cette réunion étaient :

- 2 personnes du BEA,
- 3 personnes de RTE,
- 3 personnes de l'Ineris,
- 3 personnes d'INGETEAM.

Les personnes de RTE et d'INGETEAM ont fait une description précise du contexte de l'installation et de son fonctionnement. Cette réunion n'a cependant pas permis d'obtenir toutes les informations permettant de cerner précisément l'origine du sinistre.

3 Présentation de l'installation objet de l'évènement et informations sur l'évènement

3.1 Description générale du site

Le poste de transformation RTE est situé à Perles-et-Castelets en Ariège (09), à 30 km au sud-est de Foix. La Figure 1 présente une vue aérienne du site.



Figure 1 : Vue aérienne du site

Ce poste électrique est alimenté par deux lignes haute tension de 63 kV et fournit du courant notamment au client IMERYS par une ligne haute tension de 20 kV. IMERYS est un leader industriel qui exploite du talc dans une mine à ciel ouvert.

Le container de stockage d'énergie « hybride » (constitué de batteries et de supercondensateurs), objet du rapport, se situait lors de l'incendie, à l'ouest du poste de transformation électrique et était superposé sur le container « convertisseur de puissance » (Figure 2).



Figure 2 : Vue des deux containers

3.2 Description de l'installation

L'installation constituée des deux containers est un prototype d'essai fabriqué par INGETEAM pour le compte de RTE dans le cadre du projet H2020 OSMOSE. Son principe consiste à assurer une alimentation électrique stabilisée en fréquence (50 Hz). Ce démonstrateur utilise un système de stockage d'énergie hybride (batteries et supercondensateurs) et a pour objectif de valider la robustesse et l'efficacité d'une régulation dite en « grid forming » permettant, lors du raccordement de centrales éoliennes et photovoltaïques – ainsi que tout autre système se raccordant par des convertisseurs de puissance sur le réseau – de fournir un service pour le maintien de la fréquence du réseau s'assimilant à celui des machines tournantes.

Le démonstrateur est composé :

- d'un container « convertisseur de puissance » complété d'un groupe froid ;
- d'un container de stockage d'énergie (comprenant les batteries et supercondensateurs).

3.2.1 Container « convertisseur de puissance »

Le conteneur « convertisseur de puissance » est disposé au niveau du sol (R+0). Il comprend :

- la cellule HTA (20 kV) constituée d'un transformateur sec de puissance 1000 kVA. La tension primaire est de 20kV et la tension secondaire est de 600V ;
- le transformateur de puissance 1MVA 20 kV/600V ;
- les convertisseurs ;
- le contrôle commande du système de stockage associé à une interface homme machine pour le pilotage du système ;
- le groupe froid.

3.2.2 Container de stockage d'énergie

Le conteneur de stockage d'énergie est disposé au-dessus du container « convertisseur de puissance » soit au niveau R+1.

Au total, l'équipement est conçu pour délivrer une puissance de 1 MW de puissance en AC et 3x500 kW de puissance en DC (dont 2x500 kW pour les supercondensateurs et 500 kW pour les Batteries Li-ion).

Ce container est constitué de plusieurs éléments :

- Des batteries lithium-ion de type LFP placées dans 4 racks de 15 modules. Chacun des 15 modules contient 16 cellules en série de la marque Narada.
- Des condensateurs (ou supercondensateurs) placés dans 6 racks verticaux. Chacun des racks comprend 11 modules. Chaque module contient 36 supercondensateurs connectés en série de la marque Skeleton Technologies.
- Un système de régulation de température (refroidissement à eau).
- Un système de détection et d'extinction décrit dans le paragraphe 3.2.4.

Le plan du container est présenté sur la Figure 3.

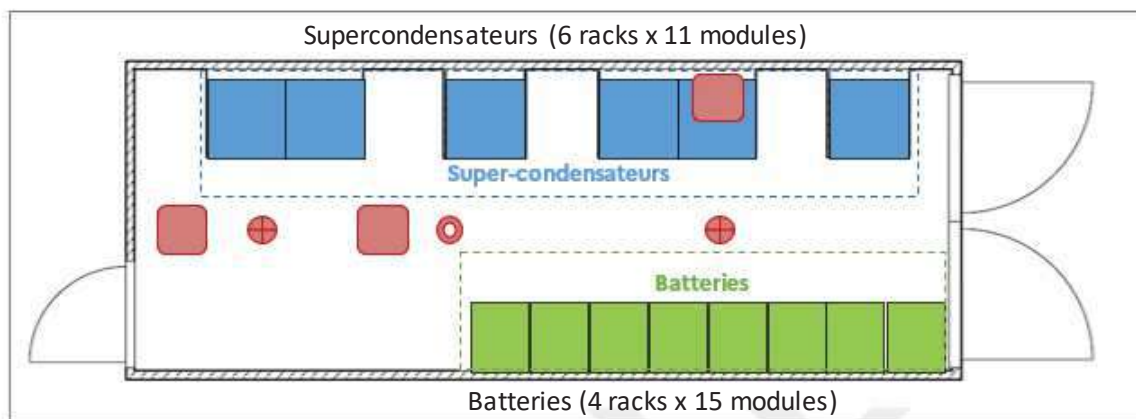


Figure 3 : Plan du container de stockage d'énergie

Selon les informations fournies par RTE, le container n'était pas équipé d'évent de sécurité pour évacuer une éventuelle pression interne au container.

3.2.3 Groupe de conditionnement d'air

Le groupe de conditionnement d'air est situé à l'arrière du container « convertisseur de puissance ». Il permet de ventiler et refroidir les containers de conversion de puissance et de stockage d'énergie.

3.2.4 Systèmes de détection et lutte incendie dans les containers

Selon les informations communiquées par la société INGETEAM, les systèmes de détection et d'extinction sont les suivants :

- Le container de stockage d'énergie (R+1) est équipé de dispositifs de détection incendie (le premier constitué de deux détecteurs thermo-vélocimétriques ponctuels et le second d'un détecteur ponctuel infra-rouge) et de 2 systèmes de lutte incendie automatique utilisant comme agent neutralisant une poudre de sel de phosphate (marque Firepro). Les spécifications techniques des capteurs et du systèmes d'extinction sont présentées respectivement en Annexe 3, 4 et 5.
- Le container Electronique de puissance (R+0) est équipé d'une détection incendie dans chacune des zones qui le constitue (détection infra-rouge ou détection température selon la zone). Ces systèmes peuvent être neutralisés lorsque les interventions à l'intérieur du container le nécessitent.

La Figure 4 présente la position de ces dispositifs dans le container de stockage d'énergie (R+1).

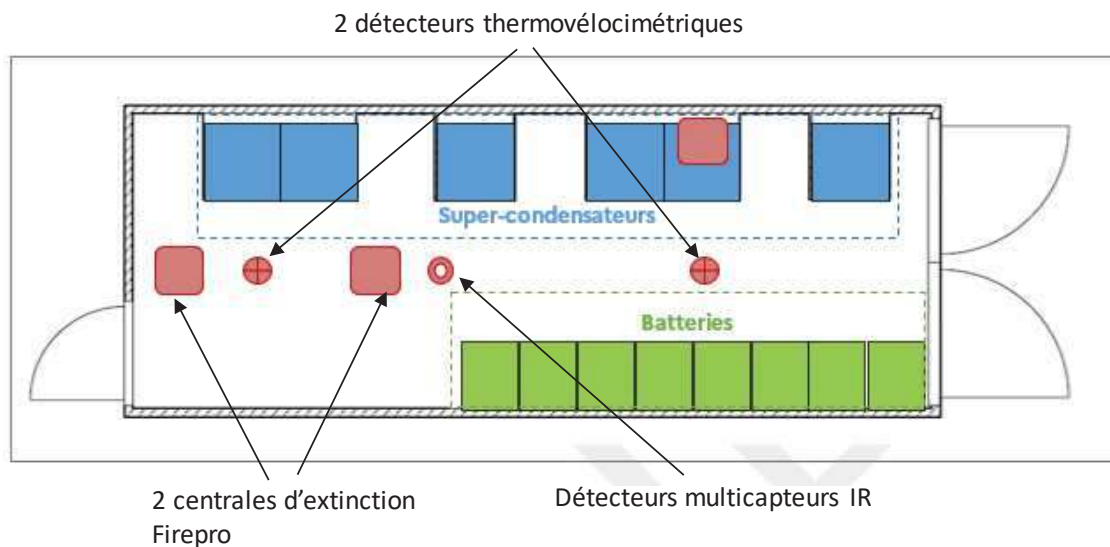


Figure 4 : Positions des systèmes de détection et d'extinction dans le container de stockage d'énergie

3.3 Description succincte de l'évènement

Une description précise de l'évènement a été réalisée par le BEA-RI. Ce paragraphe se contente de faire ressortir les points importants de l'évènement afin de mieux comprendre les réponses apportées aux 6 questions posées.

Les instants clés de l'évènement sont les suivants :

8h30 : L'installation est mise sous tension.

9h00 : L'alarme sonore se déclenche – des dégagements gazeux sont observés autour du container de stockage d'énergie par les personnes en charge du projet.

9h30 : Les pompiers reçoivent une alarme du site.

9h48 : La porte ouest du container de stockage d'énergie s'ouvre brusquement.

10h05 : Le premier engin arrive sur site. Une trentaine de sapeurs-pompiers et 6 engins d'intervention sont mobilisés.

Vers 11h00 : un effet thermique violent est ressenti et localisé du côté des supercondensateurs, selon les services d'intervention sur site.

Dans la matinée, 4 personnes résidant dans l'habitation la plus proche située au nord du site ont été évacuées.

Un arrosage par intermittence est réalisé entre 11h47 et 17h. Après plusieurs choix tactiques s'étant révélés inefficaces, l'extinction s'est faite par vaporisation de brouillard d'eau. De l'avis des pompiers, la position en hauteur du conteneur de stockage d'énergie n'a pas simplifié l'extinction.

Des mesures de concentration en fluorure d'hydrogène sont réalisées à 10 m du conteneur à 12h00 et dans le conteneur à 17h00. La concentration mesurée est nulle.

Entre minuit et 1h30, une opération de grutage est engagée pour déplacer le conteneur de stockage d'énergie de sa position initiale (R+1) au sol dans la zone située entre le bâtiment et le transformateur (Figure 5).



Figure 5 : Photo du conteneur de stockage d'énergie le lendemain de l'incendie

11h00 : la fin de l'opération est déclarée par les pompiers lorsque la température des derniers points chauds est redescendue à 30°C.

La Figure 6 présente deux photos du conteneur prises pendant le sinistre par les pompiers. L'horaire exacte des photos n'a pas été communiqué.



Figure 6 : Photos du conteneur de stockage d'énergie prises pendant le sinistre

4 Réponses aux questions posées par le BEA-RI

4.1 Origine de l'incendie

4.1.1 Question du BEA-RI

Au regard de l'état de dégradation des équipements à l'intérieur du container, des traces d'incendie visibles sur les faces externes du container, les investigations réalisées permettent-elles de situer une zone préférentielle de démarrage et de développement du foyer ?

4.1.2 Réponse de l'Ineris

Il semble que la zone préférentielle de démarrage de l'incendie se situerait au niveau des premiers modules de condensateurs (entourée en jaune sur la Figure 7) d'après l'état des racks de batteries et de supercondensateurs. Cette hypothèse de position de départ de feu est issue :

- de l'observation des photos prises par les services de secours au moment de l'incendie ;
- des observations réalisées sur place le 9 décembre 2020 et des photos prises le même jour (Annexe 2).

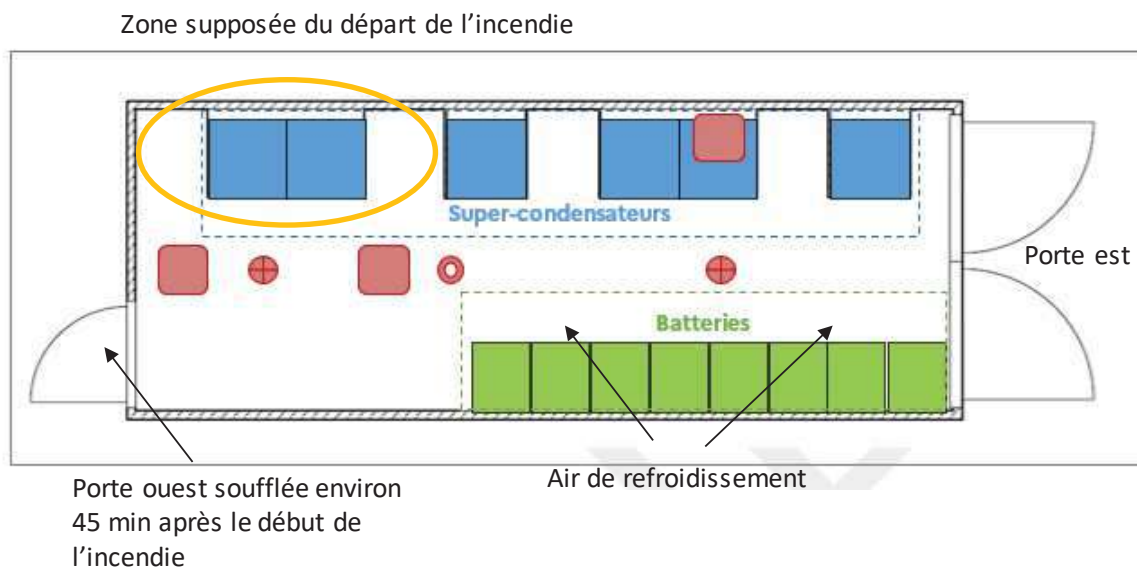


Figure 7 : Plan du container

Il semble que les flammes ne se soient pas propagées à l'ensemble du container d'après les photos de l'intérieur du container prises lors de la visite du site le 9 décembre 2020 (Annexe 2). L'état de dégradation est dégressif à mesure que l'on s'écarte de la zone entourée en jaune sur la Figure 7.

Etant donné le relatif bon état des racks batteries, quelle que soit leur position par rapport à la zone de départ de feu, il nous semble peu probable que le feu ait été initié au niveau des batteries. Les photos en annexe 2 montrent l'état des batteries après l'incendie. Ces photos montrent que des effets convectifs et radiatifs ont détériorés les batteries (notamment celles placées à proximité de la porte ouest) mais qu'il est peu probable qu'elles aient brûlé directement à cause d'un événement initiateur propre à l'une des batteries. Une analyse plus approfondie de l'intérieur et de la partie arrière des racks batteries accolée à la paroi du container serait toutefois nécessaire pour valider cette hypothèse.

4.2 Cause du départ de feu

4.2.1 Question du BEA-RI

Sans dire exactement quelle est la cause exacte de l'incendie du castelet, les enquêteurs du BEA privilégient l'hypothèse d'une montée en température d'un composant ayant entraîné l'inflammation de matériaux combustibles ou inflammables. Plusieurs causes à cette montée en température peuvent être avancées :

- défaut de fabrication d'un condensateur pouvant être à l'origine d'une usure prématurée et d'une détérioration d'un composant ayant entraîné une élévation de la température et son inflammation ;
- défaut de conception de l'installation étant à l'origine d'un défaut électrique ou ayant conduit à une utilisation en dehors des spécifications d'un composant ;
- défaut de conception de l'algorithme de contrôle qui a conduit à sortir des plages d'exploitation des composants.

Ces hypothèses vous semblent-elles plausibles ? D'autres hypothèses peuvent-elles être avancées compte tenu des constatations faites ?

4.2.2 Réponse de l'Ineris

Nous n'avons pas assez d'information pour cibler l'événement initiateur de l'incendie. Cependant nous pouvons avancer plusieurs causes potentielles issues de campagnes d'essai réalisées à l'Ineris et de compétences acquises dans le cadre d'études sécurité.

Lors d'essais de surcharge de supercondensateurs réalisés à l'Ineris en 2013 dans des conditions d'essai spécifiques et sur une référence de supercondensateur [1], le phénomène d'échauffement et de libération brutale de gaz inflammables a pu être constaté à plusieurs reprises. Pendant la montée de tension aux bornes du condensateur, une augmentation linéaire de la température est observée jusqu'à l'ouverture de l'événement. Cette ouverture d'événement apparaît pour un état de charge de 450 à 500% de la tension nominale et pour une température de surface située autour de 105°C – 120°C. Elle s'accompagne d'une libération d'acétonitrile et de monoxyde de carbone essentiellement. Du fluorure d'hydrogène peut être détecté mais plutôt après qu'une réaction plus violente type éclatement/explosion/incendie ne se soit produit. Dans d'autres conditions d'essais, il n'est pas exclu que d'autres gaz puissent être produits (BF₃, HCN, NO_x ...).

En revanche, dans le cas d'un court-circuit, le supercondensateur a tendance à peu réagir. En effet, il est par nature conçu pour délivrer un très fort courant en un temps court.

La défaillance au niveau des racks de supercondensateurs peut avoir diverses origines, comme :

- un défaut de fabrication d'un supercondensateur ;
- un défaut de conception de l'installation étant à l'origine d'un défaut électrique ou ayant conduit à une utilisation en dehors des spécifications d'un composant électrique ou d'un supercondensateur (refroidissement insuffisant, câblage électrique mal dimensionné, composant qui chauffe à proximité, ...) ;
- un défaut de conception de l'algorithme de contrôle des supercondensateurs qui a conduit à sortir des plages d'exploitation d'un composant électrique ou d'un supercondensateur.

Il est donc difficile de répondre à ce stade sur les origines exactes du départ de feu. Néanmoins, parmi les possibilités et compte-tenu d'un départ probable dans la zone des supercondensateurs, on peut retenir, comme cause possible du départ de feu, la surcharge ou la sur-décharge de supercondensateurs. Ce phénomène a pu provoquer une montée en pression de celui-ci jusqu'à ouverture de l'événement de sécurité (si présent) ou éclatement de celui-ci s'il n'est pas pourvu d'un événement, entraînant la libération de l'électrolyte (acétonitrile) sous forme gazeuse. Etant donné ses propriétés très inflammables, l'acétonitrile a pu s'enflammer, en créant une explosion, au contact d'une source d'inflammation (surface chaude, flamme, étincelle, ...) située dans le container.

L'accès aux données de mesure et de régulation des paramètres électriques au moment de l'évènement permettrait de mieux comprendre le scénario accidentel et de mettre en évidence le dysfonctionnement ayant affecté les modules de supercondensateurs.

4.3 Avis sur le système d'extinction en place

4.3.1 Question du BEA-RI

Le système d'extinction automatique proposé (agent extincteur et mode d'application) par le concepteur du container est-il adapté à l'incendie ?

4.3.2 Réponse de l'Ineris

Selon les informations communiquées par la société INGETEAM, le container de stockage d'énergie était équipé de dispositifs de détection incendie et d'un système fixe de lutte incendie utilisant comme agent neutralisant un sel de phosphate de marque Firepro. Ce moyen fait partie des méthodes préconisées par les fiches de données de sécurité des supercondensateurs et des batteries. Leur positionnement dans le container est rappelé au paragraphe 2.2.4

Le principe d'extinction est basé sur la dispersion d'un aérosol permettant un blocage des réactions chimiques en chaîne, qui se produisent dans la flamme et non par abaissement de la teneur en oxygène ou par refroidissement.

Au regard des informations récoltées, plusieurs hypothèses relatives à la non-efficacité du système d'extinction automatique peuvent être émises :

- une détection tardive ayant conduit à une inefficacité du système d'extinction automatique du fait d'un feu devenu trop puissant ;
- un temps de détection acceptable mais un système de lutte incendie non adapté : la poudre est un inhibiteur sur les réactions en phase gazeuse mais ne permet pas le refroidissement des éléments, les émissions de solvants inflammables ne sont donc pas toujours stoppées et ceux-ci peuvent se ré-enflammer au regard des conditions dans le container. Lorsque les systèmes de lutte n'ont plus de réserve, l'incendie est susceptible de se poursuivre.
- une combinaison des deux, c'est-à-dire, une détection tardive et un système d'extinction inefficace.

4.4 Solutions d'extinction préconisées

4.4.1 Question du BEA-RI

Quelles solutions d'extinction peuvent être privilégiées en fonction des types de batteries et de supercondensateurs ?

4.4.2 Réponse de l'Ineris

D'après notre expérience dans le domaine des feux de batteries ou de supercondensateurs, une bonne stratégie consiste à refroidir rapidement la zone enflammée. Le système de lutte incendie automatique doit donc arroser abondamment et de façon localisée la zone enflammée afin de faire chuter la température et de limiter la propagation du feu aux cellules adjacentes. Une action précoce du système de lutte automatique est donc à privilégier afin de circonscrire au plus vite les flammes, ce qui suppose une action également précoce du système de détection.

Il pourrait être préconisé de mettre en place un système de lutte incendie automatique à eau (ou eau + additifs) tel que du sprinklage dimensionné de manière adaptée ou un noyage avec un système type déluge qui demande moins de précision mais qui peut conduire à une dégradation plus importante du matériel [3]. Dans son document « sprinkler protection guidance for lithium-Ion based energy storage systems » [4], le NFPA montre à travers une série de tests que le sprinklage n'est pas toujours efficace pour éviter la propagation d'un incendie dans certaines configurations de stockages de batteries Li-ion.

Il convient toutefois de rappeler à ce stade que, bien qu'il existe des tests relatifs à l'évaluation des systèmes de type sprinkler sur des feux de batteries, il n'existe pas aujourd'hui de normes relatives au dimensionnement de tels systèmes.

A noter que les mécanismes physiques intervenant pendant l'extinction des batteries et des condensateurs fait toujours l'objet d'études et de recherches.

4.5 Modélisation des distances d'effets thermiques et toxiques

4.5.1 Question du BEA-RI

En vue d'avancer des recommandations en matière de protection des services de secours dans de futures interventions :

- Quelles sont les flux thermiques que peuvent générer l'incendie de ce type d'installation ?
- Est-il possible de qualifier la dangerosité des fumées de ce type d'incendie par rapport à un incendie de commerce ou de logistique ?

4.5.2 Réponse de l'Ineris

4.5.2.1 Valeurs de références relatives aux seuils d'effets thermiques

D'après l'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, les valeurs de référence relatives aux seuils d'effets thermiques pour les effets sur l'homme sont les suivantes :

- 3 kW/m², seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- 5 kW/m², 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/m², 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.

4.5.2.2 Effets thermiques

Deux scénarios sont considérés :

- Scénario 1 : Un feu sur la totalité de la surface du container ;
- Scénario 2 : Un feu sur la moitié de la surface du container (pour se rapprocher des conditions observées lors du sinistre).

Les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Les modélisations de distances d'effets thermiques ont été réalisées avec le logiciel FNAP développé par l'Ineris [2].
- Les dimensions du container prises en compte dans les modélisations sont les suivantes : 7 m x 2,6 m x 2,5 m (L x l x h).
- La hauteur de flamme a été calculée avec la formule de Thomas [2].
- La vitesse de combustion d'un feu de supercondensateur retenue est de 30 g/m²/s. Cette valeur est issue des essais réalisés par l'Ineris sur des feux d'électrolytes et de plastiques.
- L'émittance de flamme retenue est 60 kW/m². Cette valeur est issue des essais réalisés par l'Ineris sur des feux de batteries.

Les distances sont données en mètres et à hauteur d'homme pour un container posé au sol.

Scénario	Hauteur de flamme (m) à partir de la base du container	Distance d'effet maximale (m)		
		SEI	SEL	SELS
1	5	14	10	8
2		10	8	6

Tableau 1 : Distances d'effets thermiques associées à l'incendie d'un container de stockage d'énergie

Ce tableau présente les conséquences majorantes en cas d'incendie de conteneur de stockage d'énergie. Il est probable que les effets thermiques associées à l'incendie du 1^{er} décembre aient été plus faibles au regard des observations rapportées par les services de secours.

4.5.2.3 Effets toxiques

Il est difficile de comparer d'une manière générale la dangerosité des fumées de ce type d'incendie par rapport à l'incendie de commerce ou de logistique car la composition des fumées dans le cas d'incendie de commerce ou de logistique dépend fortement de la nature des stockages. Par exemple des fumées issues de stockages de PVC peuvent potentiellement présenter une toxicité élevée du fait de la présence de chlorure d'hydrogène. Toutefois, dans une approche qualitative, il faut rappeler la composition des fumées issues d'un incendie de supercondensateurs et de batteries.

D'après les essais réalisés à l'Ineris, les fumées issues des feux de supercondensateurs sont susceptibles de contenir, principalement, les gaz toxiques suivants :

- HF, HCN, NO_x, CO, CO₂, C₂H₃N et plus rarement du BF₃.

D'après les essais réalisés à l'Ineris, les fumées issues des feux de batteries Li-ion sont susceptibles de contenir les principaux gaz toxiques suivants :

- gaz fluorés (HF, POF₃), HCl, CO, CO₂

A noter que les fumées issues des autres produits de décomposition (plastiques, câbles, étanchéité, ...) peuvent contenir également les gaz toxiques suivants : CO, NO_x, HCl, HCN, SO₂...

Une contamination post-accidentelle (effets toxiques sub-chroniques ou chronique) n'est évidemment pas à exclure, due à la présence dans les fumées et les eaux d'extinction d'autres contaminants tels que les dioxines, furanes, PCB, HAP et composés métalliques. Les composés métalliques se concentrent dans l'environnement essentiellement dans les eaux et les sols et par conséquent dans les végétaux ultérieurement.

Pour quantifier précisément les effets toxiques aigus associés aux fumées d'incendie d'un container, il serait nécessaire de connaître les quantités massiques matériau par matériau présents dans le conteneur.

4.6 Travaux normatifs en cours dans le domaine de stockage d'énergie

4.6.1 Question du BEA-RI

De par sa participation aux travaux de normalisation au niveau national et international, l'Ineris peut-il nous apporter des informations sur l'état des travaux en cours dans le domaine de la sécurité des dispositifs de stockage d'énergie ?

4.6.2 Réponse de l'Ineris

4.6.2.1 Normes IEC

Les travaux IEC du TC120 dont l'Ineris assure actuellement la présidence au niveau international concerne les systèmes de stockage d'énergie de type stationnaire. La norme IEC62933-5-2 (éd. 1) définit les exigences de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un réseau – Systèmes électrochimiques.

Elle inclut notamment les points suivants :

- Appréciation du risque propre au système BESS
 - Structure du BESS
 - Caractéristiques générales
 - Caractéristiques spécifiques
 - Description des conditions d'utilisation du BESS
 - Analyse du risque au niveau du système
 - Appréciation du risque au niveau du système

- Exigences nécessaires à la réduction des risques
 - Mesures générales de réduction des risques
 - Mesures préventives contre tout dommage au voisinage
 - Mesures préventives contre toute blessure ou lésion physique ou tout dommage préjudiciables à la santé des travailleurs et des résidents
 - Conception de la protection contre les surintensités
 - Déconnexion et arrêt du BESS
 - Fonctionnement et maintenance
 - Formation du personnel
 - Conception de la sécurité
 - Exigences générales pour la sécurité du BESS
 - Prévention intrinsèque du BESS
 - Protection contre les dangers électriques
 - Protection contre les dangers mécaniques
 - Protection contre l'explosion
 - Protection contre les dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques
 - Protection contre les dangers d'incendie
 - Protection contre les dangers liés à la température
 - Protection contre les effets chimiques
 - Protection contre les dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication
 - Protection contre les dangers provenant des milieux environnants.
- Validation et essai du système
 - Généralités
 - Validation et essai du BESS
 - Dangers électriques
 - Dangers mécaniques
 - Explosion
 - Dangers provenant des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques
 - Dangers d'incendie (propagation)
 - Dangers liés à la température
 - Effets chimiques
 - Dangers provenant de dysfonctionnements des systèmes auxiliaires, de commande et de communication
 - Dangers provenant de l'environnement
 - Indice de protection de l'enveloppe et des protecteurs du BESS.

4.6.2.2 Normes UL

Trois normes peuvent être citées à ce sujet :

- La norme UL 9540 « standard for energy storage systems and equipments » (édition 2 – 2020) fixe les exigences pour les systèmes de stockage d'énergie. En ce qui concerne les systèmes de stockages énergie électrochimique (batteries et supercondensateurs), elle s'appuie sur les recommandations fixées par la norme UL 1973.
- La norme UL 9540A « standard for test method for evaluating thermal runaway fire propagation » (édition 4 - 2019) concerne la méthode de tests à l'échelle cellule, module, pack et système pour l'évaluation de la propagation d'un feu par emballage thermique pour des systèmes de stockage d'énergie de type batteries.
- La norme UL1973 « Battery for use in Light Electric Rail (LER) – applications and stationary applications » (édition 2 – 2018) donne également des recommandations de construction pour les packs batteries stationnaires. Le domaine d'application concerne les technologies de batteries Ni-MH, Ni-Cd, Redox Flow, Zebra, batteries Li-ion, Supercondensateurs, ... Cette norme donne des guides par rapport au choix :
 - des matériaux d'enveloppe du système de stockage ;
 - du type de câblage électrique, les distances à respecter pour les bornes de connexion ;
 - des niveaux d'isolation ;
 - du type d'analyse de la sécurité du système (AMDEC) à mener au préalable de l'installation ;
 - du design des circuits de protection, des paramètres de contrôle ;
 - du système de gestion de la température du container de batteries ;
 - du type de batteries/condensateurs.

Elle définit également les exigences d'essais électriques, mécaniques et thermiques afin d'assurer la sécurité du système de stockage d'énergie.

Exemples d'essais requis :

- surcharge (110%),
- court-circuit (20mohms),
- efficacité de la protection en surdécharge,
- charge de modules déséquilibrés,
- tenue dielectrique,
- continuité,
- défaillance du circuit de refroidissement thermique,
- vibrations,
- choc mécanique,
- humidité/condensation/air salin,
- agression par un feu externe,
- non-propagation par défaut d'une batterie/condensateur interne.

En revanche, elle ne définit pas les mesures de protection à mettre en place pour détecter, alerter, éteindre un incendie qui se produirait à l'intérieur du système de stockage d'énergie.

5 Limites de l'étude/réserves

Cette étude est basée sur les observations faites lors de la visite du 9 décembre 2020 et les informations obtenues au cours des différents échanges avec les parties concernées par ce sinistre. Afin de poursuivre l'investigation pour identifier la cause à l'origine du départ de feu, des documents supplémentaires seraient nécessaires tels que :

- le plan de test mis en œuvre le jour du sinistre par RTE ;
- le rapport de test associé ;
- les alarmes observées pendant l'essai ;
- les enregistrements correspondants ;
- les données issues du BMS ;
- ...

Par ailleurs, une analyse de l'intérieur d'un module-batterie située du côté de la porte ouest et de la partie arrière des racks batteries accolée à la paroi du container pourrait être utile à une compréhension plus approfondie de l'évènement.

6 Références

- [1] Données d'essais abusifs de supercondensateurs contenant de l'acétonitrile issues de la plateforme STEEVE – 2013
- [2] Logiciel FNAP pour calcul distances d'effets thermiques issu du document INERIS Oméga2 : formalisation des savoirs et outils dans le domaine des risques majeurs – modélisation de feux industriels – mars 2014
- [3] DRA06 – Référence du rapport DRA-18-172844-09674A – Moyens d'extinction - rapport non public.
- [4] NFPA – Sprinkler protection guidance for lithium-ion based energy storage systems – Final Report - June 2019

7 Annexes

Liste des annexes :

Annexe 1 : Courriel de demande du BEA-RI – 14 janvier 2021

Annexe 2 : Photos de l'intérieur du container de stockage d'énergie après incendie

Annexe 3 : Spécification technique d'un détecteur multi capteur infra-rouge

Annexe 4 : Spécification technique d'un détecteur thermovélocimétrique

Annexe 5 : Spécification technique d'un générateur d'extinction FP2000

Annexe 1 : Courriel de demande du BEA-RI – 14 Janvier 2021

Bonjour,

Dans le cadre de la sollicitation adressé par le BEA RI à l'Ineris concernant l'enquête sur l'incendie du Castelet, je vous prie de trouver ci-dessous la liste des questions sur lesquelles nous souhaiterions vous interroger.

1- Au regard de l'état de dégradation des équipements à l'intérieur du container, des traces d'incendie visibles sur les faces externes du container, les investigations réalisées permettent-elles de situer une zone préférentielle de démarrage et de développement du foyer ?

2- Sans dire exactement quelle est la cause exacte de l'incendie du castelet, les enquêteurs du BEA privilégient l'hypothèse d'une montée en température d'un composante ayant entraîné l'inflammation de matériaux combustibles ou inflammables. Plusieurs causes à cette montée en température peuvent être avancées :

- Défaut de fabrication d'un condensateur pouvant être à l'origine d'une usure prématurée et d'une détérioration d'un composant ayant entraîné une élévation de la température et son inflammation ;
- Défaut de conception de l'installation étant à l'origine d'un défaut électrique ou ayant conduit à une utilisation en dehors des spécifications d'un composant ;
- Défaut de conception de l'algorithme de contrôle qui a conduit à sortir des plages d'exploitation des composante

Ces hypothèses vous semblent-elles plausibles ? D'autres hypothèses peuvent-elles être avancées compte tenu des constatations faites ?

3- Le système d'extinction automatique proposé (agent extincteur et mode d'application) par le concepteur du container est-il adapté à l'incendie ?

4- Quelles solutions d'extinction peuvent être privilégiées en fonction des types de batteries et de condensateurs ?

5- En vue d'avancer des recommandations en matière de protection des services de secours dans de futures interventions :

- Quelles sont les flux thermiques que peuvent générer l'incendie de ce type d'installation ?
- Est il possible de qualifier la dangerosité des fumées de ce type d'incendie par rapport à un incendie de commerce ou de logistique ?

6- De part sa participation au travaux de normalisation au niveau national et international, l'Ineris peut-il nous apporter des informations sur l'état des travaux en cours dans le domaine de la sécurité des dispositifs de stockage d'énergie ?

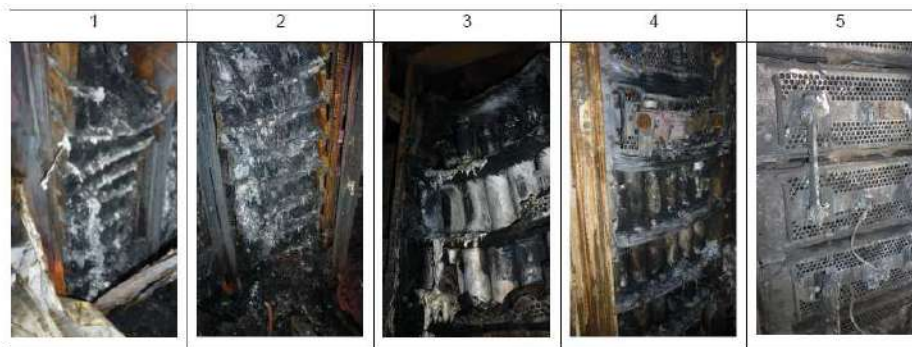
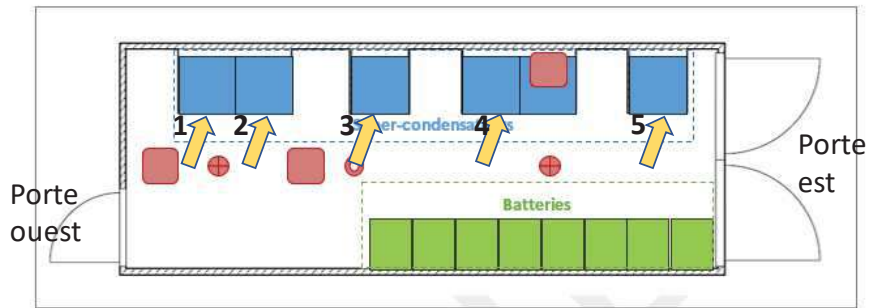
Nous souhaiterions pouvoir disposer de votre retour au plus tard le 31 janvier.

En vous remerciant

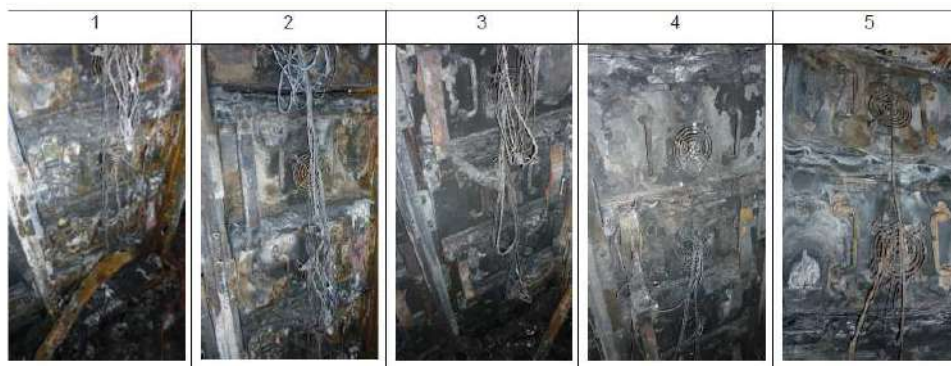
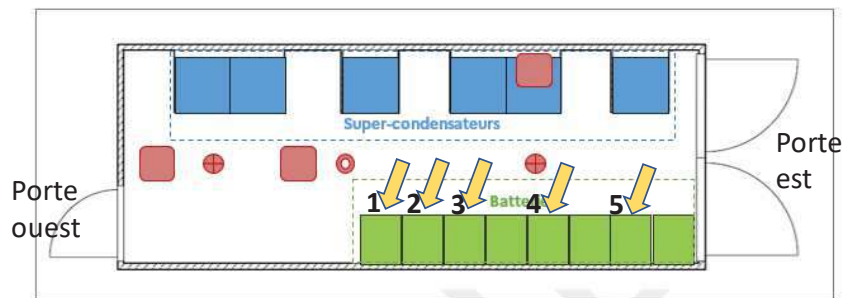
Bien cordialement

Annexe 2 : 10 photos de l'intérieur du container de stockage d'énergie après incendie – 5 côté condensateur et 5 côté batteries

Supercondensateurs



Batteries




Annexe 3 : Spécification technique d'un détecteur multi capteur infra-rouge

ESSER
by Honeywell


Liens utiles | Langage | Connexion client | Rechercher

Accueil | A propos de | **Produits** | Domaines d'application | Connaissances | Les plus | Contact



Solutions de Sécurité Incendie
Solutions de Sonorisation
Extinction
DECT et composants
DECTESS-RP-IR
Détection automatique
Supervision
Diffuseurs sonores
Alimentations

Détecteur multicapteur ES Detect OTblue



Détecteur de fumée multicapteur intégrant un capteur de température.

Il offre une **détection précoce** même pour les particules fines grâce à sa chambre optique unique utilisant le "Blaue principe". Il est parfaitement adapté au remplacement des détecteurs ioniques.

Part.No.: 800375.F
Certification: NF S31

Caractéristiques | Données techniques | Accessoires | Information additionnelle | Contenu de la livraison

Téléchargements

Détecteurs automatiques conventionnels intelligents. Gamme complète avec détecteurs multicapteurs. Lecture du taux d'encrassement et adaptation automatique aux conditions ambiantes. Fonctionnement adapté aux tableaux ES Line. Jusqu'à 32 détecteurs par zone. Capteur intégré de dérangement et alarmes. Différenciation facilitée grâce au logo "ES" visible sur chaque détecteur. Gamme d'accessoires commune aux détecteurs adressables IQ80quad.


Annexe 4 : Spécification technique d'un détecteur thermovélocimétrique

ESSER
by Honeywell

Langues ▼ | Language ▼ | Connexion client | Chercher

Accueil | A propos de... | Produits | Domaines d'application | Connaissances | Les plus | Contact

Détecteur Thermovélocimétrique ES Detect



Détecteur automatique de chaleur thermovélocimétrique avec capteur rapide et fiable des feux avec élévation rapide de la température et un seuil fixe intégré même en cas d'élévation lente de la température.

Part-No: 000271.F
Certification: NF SSI

Caractéristiques | Données techniques | Accessoires | Information supplémentaire | Contenu de la livraison

Téléchargements

Détecteurs automatiques conventionnels intelligents. Gamme complète avec détecteurs multicapteurs. Lecture du taux d'encrassement et adaptation automatique aux conditions ambiantes. Fonctionnement adapté aux tableaux ES Line. Jusqu'à 32 détecteurs par zone. Compteur intégré de dérangement et alarmes. Différenciation facilitée grâce au logo "ES" visible sur chaque détecteur. Gamme d'accessoires commune aux détecteurs adressables IQQQuad.

Annexe 5 : Spécification technique d'un générateur d'extinction FP2000



■ FP-2000

Product Code: 10149
Product Description: FirePro Fire Extinguishing Generator FP-2000.

- Features:
- UL, KIWA, BSI, ActivFire Approved
 - Carbon-Steel casing Red-coated

■ FP-2000T

Product Code: 10317
Product Description: FirePro Fire Extinguishing Generator FP-2000T.

- Features:
- Under Process to be UL, KIWA, BSI, ActivFire Approved
 - This model can be activated by a Bulb Thermal Activator.
 - Carbon-Steel casing Red-coated

■ FP-2000S

Product Code: 10392
Product Description: FirePro Fire Extinguishing Generator FP-2000S.

- Features:
- UL, KIWA, BSI, ActivFire Approved
 - Stainless steel casing

■ FP-2000TS

Product Code: 10623
Product Description: FirePro Fire Extinguishing Generator FP-2000TS.

- Features:
- Under Process to be UL, KIWA, BSI, ActivFire Approved
 - This model can be activated by a Bulb Thermal Activator
 - Stainless steel casing

TECHNICAL INFORMATION

Model	FP-2000 / FP-2000S / FP-2000T / FP-2000TS
Activation mechanism	Thermal Electrical (min 1.5V DC, 0.8A in 3-4 sec)
Activator type	Heating element with 2.3 ohm resistance
Current intensity to be tested	Maximum 5 mA
Weight (gross)	15500 g (excluding bracket)
Mass of FPC compound	2000 g
Operational discharge time	10 - 15 seconds
Discharge length	3.5 m
Dimensions	300 mm x 300 mm x 185 mm
Fire class	A, B, C, F

Operating temperatures: -54°C to +54°C | Generators are provided complete with brackets



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

BEA
Ri
Risques industriels

**Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
sur les Risques Industriels**

MTE / CGEDD / BEA-RI
Tour Séquoïa
92055 La Défense Cedex

+33 1 40 81 21 22
bea-ri.cgedd@developpement-durable.gouv.fr

<http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/bea-ri-r549.html>