

Systemes de stockage d'énergie par batteries

Introduction

La décarbonisation de la production d'électricité implique une augmentation de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique des pays. Cependant, cela ne doit pas se faire au détriment de l'efficacité et de la résilience du réseau électrique et ce à des coûts maîtrisés.

Ce défi conduit à l'utilisation de systèmes de stockage d'énergie, dont l'utilisation s'est considérablement accrue au cours de la dernière décennie et qui connaîtra une demande exponentielle dans les décennies à venir.

Cependant, ces BESS nécessitent une bonne compréhension des dangers encourus et des mesures à mettre en œuvre, dès le stade de la conception, afin de réduire les risques.

Cette fiche technique fournit des lignes directrices pour prévenir et contrôler les pertes potentielles associées à ces installations.



Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

Introduction

- ◆ La décarbonisation de la production d'électricité implique une augmentation de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique des pays. Cependant, cela ne doit pas se faire au détriment de l'efficacité et de la résilience du réseau électrique et ce à des coûts maîtrisés.
- ◆ Ce défi conduit à l'utilisation de systèmes de stockage d'énergie, dont l'utilisation s'est considérablement accrue au cours de la dernière décennie et qui connaîtra une demande exponentielle dans les décennies à venir.
- ◆ En effet, les sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire et l'énergie éolienne sont intermittentes, de sorte que le stockage de cette énergie devient un facteur clé de la fourniture d'une énergie fiable.
- ◆ Le stockage de l'énergie crée un tampon entre les sources de production renouvelables intermittentes et le réseau électrique afin de lisser l'approvisionnement en énergie. Les BESS permettent également de répondre à la demande d'énergie pendant les périodes de pointe ou de fournir une alimentation de secours en cas de panne du réseau principal.
- ◆ Cependant, ces BESS nécessitent une bonne compréhension des dangers encourus et des mesures à mettre en œuvre, dès le stade de la conception, afin de réduire les risques.

Assurance et tolérance au risque : Questions de souscription

- ◆ La philosophie actuelle est de "laisser brûler" : La perte totale d'un conteneur BESS et de son contenu doit être considérée comme un événement crédible, à condition qu'il y ait une distance de séparation suffisante entre les conteneurs BESS.
- ◆ Si les distances de séparation sont inadéquates, il y a un risque de dommages supplémentaires et d'implication des unités BESS adjacentes.
- ◆ Même si la lutte contre les incendies a empêché l'implication totale de l'équipement, il est peu probable que le matériel récupéré ait une quelconque valeur.
- ◆ La présence de batteries dans un bâtiment est un élément très aggravant étant donné le risque de propagation d'un incendie à l'ensemble du bâtiment.
- ◆ Les dommages environnementaux et les coûts de nettoyage peuvent être importants lorsque l'eau d'extinction et les électrolytes contaminent le sol ou les cours d'eau, c'est pourquoi le confinement de l'eau d'extinction doit être envisagé.
- ◆ Une analyse approfondie de l'interruption potentielle des activités doit être effectuée. Les scénarios suivants doivent être envisagés :
 - Perte d'un ou de plusieurs conteneurs BESS (en fonction de la disposition du site).
 - Perte d'un système électrique critique (transformateurs, onduleurs, etc.).
 - Perte d'un système de contrôle critique (BMS centralisé ou EMS par exemple).
 - Interruptions prolongées de l'approvisionnement en électricité.
- ◆ Dans le cadre d'une assurance pertes d'exploitation pour ce type d'installation, il est essentiel de comprendre les clauses de disponibilité, de performance et de pénalité du contrat avec le gestionnaire du réseau électrique. Ce contrat peut prévoir des pénalités financières qu'il convient également d'analyser.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

En quoi consiste un BESS ?

- ◆ Il s'agit d'un ensemble de batteries ou de modules installés dans des racks. Un BESS peut avoir un ou plusieurs racks de batteries. Plus il y a de racks, plus le BESS a de puissance.
- ◆ Associé à ces racks, un BESS intègre toujours un système de conversion d'énergie (PCS) pour convertir le courant continu (DC) en courant alternatif (AC) et vice versa.
- ◆ Enfin, l'ensemble du système est surveillé et contrôlé par un dispositif électronique appelé "système de gestion de la batterie" (BMS).
- ◆ Ces appareils sont regroupés dans une pièce ou un conteneur équipé d'un système de ventilation et de climatisation. Un système de détection d'incendie est également installé, ainsi que d'autres moyens de protection si nécessaire.

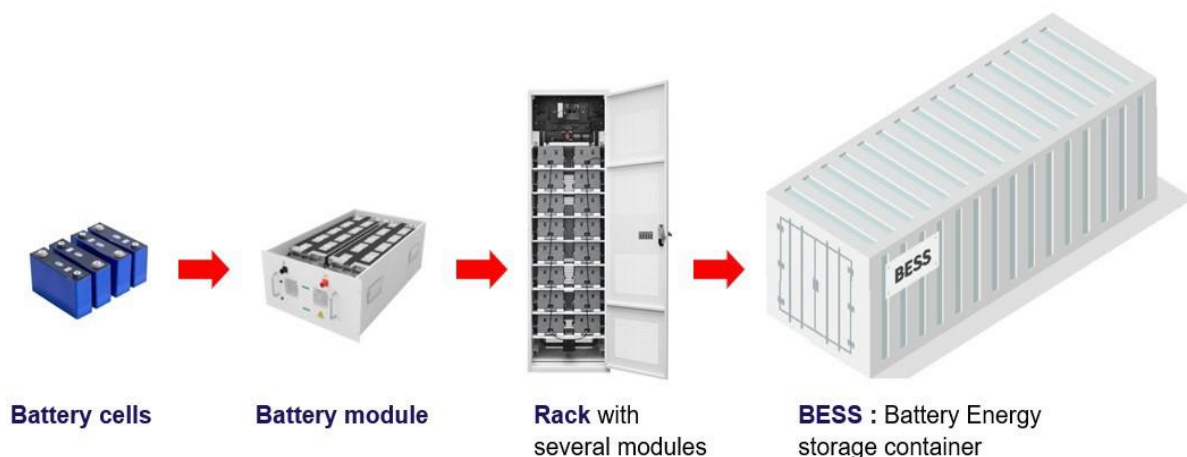


Figure 1: Composition d'un BESS

Quels sont les dangers de ces installations ?

- ◆ **Emballement thermique** : Il s'agit du phénomène de libération rapide et incontrôlée de l'énergie thermique d'une cellule lithium-ion. L'emballement thermique d'une cellule peut provoquer une réaction en chaîne en chauffant les cellules voisines. Si ce processus se poursuit, il peut entraîner un incendie de la batterie et se propager à l'ensemble du système.
- ◆ **Production de gaz toxiques et inflammables** : Les batteries lithium-ion génèrent des gaz toxiques et inflammables lorsqu'elles subissent un emballement thermique. En l'absence de ventilation, il peut en résulter une atmosphère explosive à l'intérieur de la pièce ou du conteneur où se trouvent les batteries.
- ◆ **Incendies profonds** : Un facteur aggravant pour ce type de système est que les batteries sont logées dans un boîtier de protection en métal ou en plastique dans des armoires (racks). Ces boîtiers offrent une protection contre les dommages extérieurs et empêchent l'eau d'atteindre la batterie en cas d'incendie. De grandes quantités d'eau peuvent être nécessaires pour dissiper efficacement la chaleur générée par les incendies de BESS, car il est difficile de refroidir la source de l'incendie.
- ◆ **Énergie stockée** : Comme pour la plupart des équipements électriques, il existe un risque d'électrocution. La particularité des cellules lithium-ion est qu'après un incendie, elles peuvent encore contenir de l'énergie. Cela complique les expertises et la remise en état après un sinistre. Elles peuvent également réactiver le feu des heures, des jours, voire des semaines plus tard.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

Leçons tirées des accidents survenus sur les BESS

- ◆ Ces données s'appuient sur l'étude de l'EPRI " Insights from EPRI's Battery Energy Storage Systems (BESS) Failure Incident Database - 2024 ". Cette étude s'appuie sur la base de données des incidents de défaillance des BESS, ainsi que sur les conclusions des rapports d'incidents, des analyses de cas de base et des entretiens avec des experts menés par les auteurs, afin d'élaborer des descriptions solides de chaque événement.
- ◆ Il est important de noter que cette analyse est entravée par les limites des données publiques disponibles.

Les causes profondes des incidents

- ◆ Les causes profondes des incidents survenus sur les BESS :
 - 71% des incidents sont liés à des défauts qui surviennent lors des phases de conception, de fabrication et de construction (intégration, assemblage) des BESS. Seuls 29 % des incidents sont liés aux opérations des BESS.
 - Le diagramme ci-dessous indique la répartition des causes d'incidents par phase :

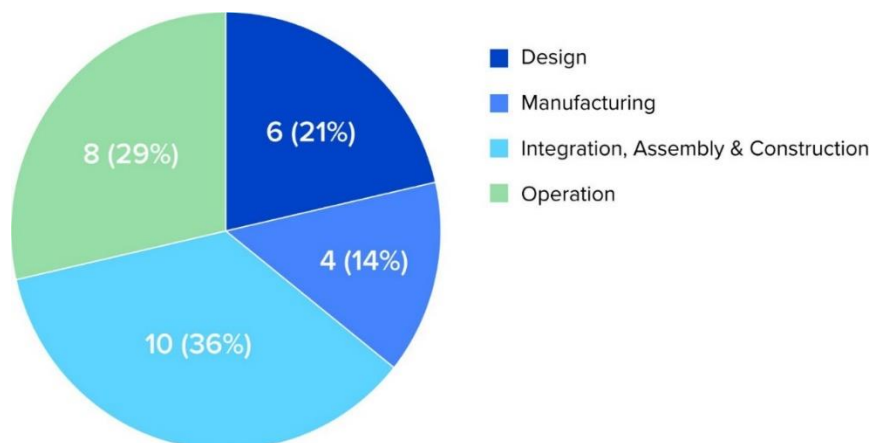


Figure 2: Ventilation des défaillances des BESS par cause première

- ◆ Voici un résumé des causes profondes des incidents impliquant des systèmes de stockage d'énergie par batterie (ESS) :
 - **Conception** : Problèmes liés à l'architecture, à la disposition ou au fonctionnement des composants individuels ou du système de stockage dans son ensemble. Cela inclut les défauts fondamentaux du produit ou l'absence de dispositifs de sécurité contre une mauvaise utilisation prévisible.
 - **Fabrication** : Défauts introduits au cours du processus de fabrication, tels que la présence de matériaux étrangers dans les cellules, des tolérances physiques incorrectes ou des pièces manquantes ou mal assemblées.
 - **Intégration, assemblage et construction** : Défaillances dues à une mauvaise intégration, à une incompatibilité des composants, à une installation incorrecte ou à des procédures de mise en service inadéquates pour les éléments du système de stockage d'énergie.
 - **Fonctionnement** : Problèmes résultant d'une utilisation dépassant les tolérances de conception du système, tels que des erreurs de détection de la tension, du courant, de la température, ou un fonctionnement dépassant les limites de température, de taux de charge (taux C), d'état de charge ou de tension.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

Âge du système :

- La figure ci-dessous met en évidence le nombre de défaillances de la base de données qui se produisent au début du cycle de vie du projet. Plus de 50 % des incidents se produisent au cours des trois premières années.

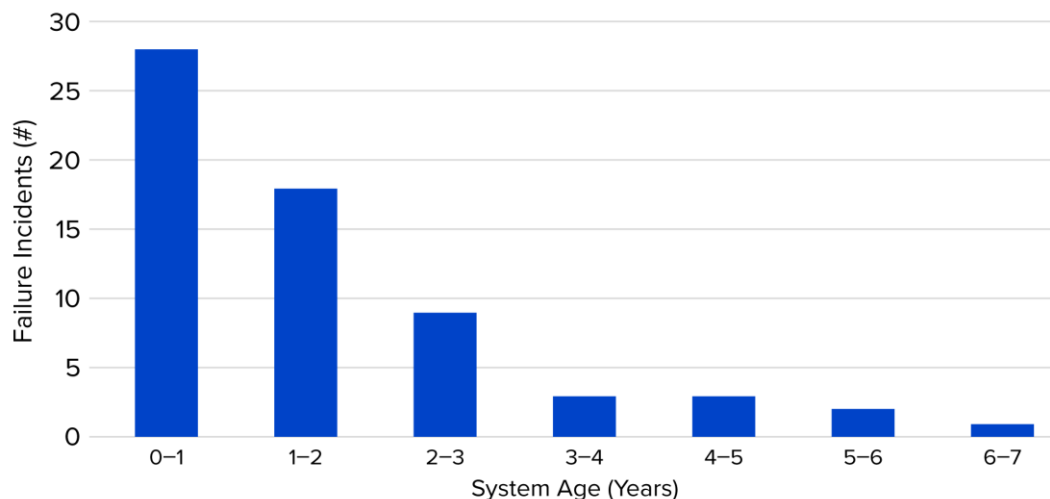


Figure 3: Âge du BESS au moment de la défaillance, lorsqu'il est connu

Élément défaillant

- La répartition des sources de défaillance entre les composants des BESS donne un aperçu des vulnérabilités du système. L'équilibre du système (BOS) et les systèmes de contrôles sont à l'origine de la majorité des incidents : 89 %.
- Par conséquent, l'idée que la défaillance des cellules lithium-ion est la cause principale des incendie est erronée. En effet, ces dernières années, des normes de fabrication des cellules plus strictes, telles que Underwriters Laboratory (UL) 1973 (norme pour les batteries utilisées dans les applications ferroviaires électriques légères et les applications stationnaires) et UL 1642 (norme pour les batteries au lithium), ont amélioré la qualité des batteries fabriquées.

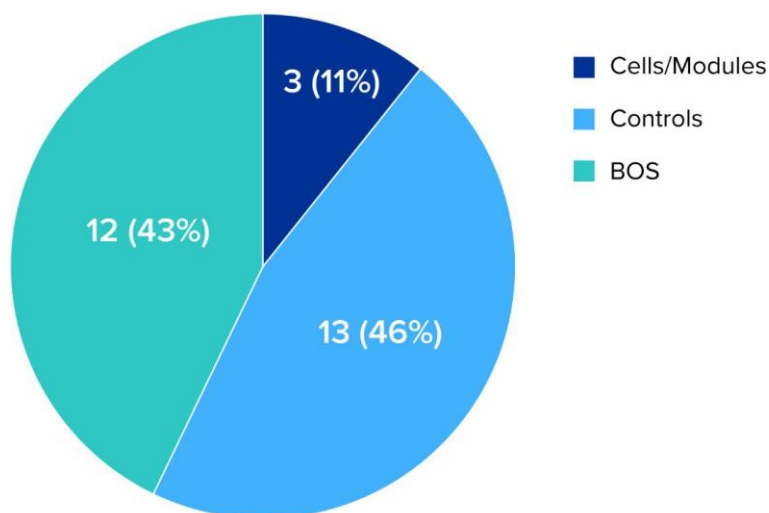


Figure 4 : Ventilation des défaillances des BESS par élément défaillant

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

◆ Légende :

- **Cellule/module** : Une défaillance provenant de la cellule lithium-ion ou du module de la batterie, l'unité fonctionnelle de base du système de stockage d'énergie. Il s'agit d'un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de boîtier, de bornes et généralement de séparateurs. Les défaillances des cellules commencent généralement par des courts-circuits à l'intérieur de la cellule qui conduisent à un emballement thermique. Elles peuvent résulter d'une mauvaise conception de la cellule, de défauts de fabrication, d'une installation incorrecte ou d'une utilisation abusive de la cellule.
- **Contrôles** : Défaillance des systèmes de détection, des circuits logiques et des systèmes de communication. Les systèmes de contrôle coordonnent le fonctionnement du SSE, y compris le système de gestion de la batterie (BMS), le système de gestion de l'énergie (EMS) et tous les sous-systèmes. Les défaillances sont notamment dues à l'incompatibilité des systèmes de contrôle, à une mauvaise installation des dispositifs de contrôle, à des défauts d'instrumentation ou à des limites de fonctionnement inappropriées (par exemple, des erreurs de programmation des seuils de charge par rapport aux limites de la batterie).
- **Balance of System (BOS)** : Défaillance de l'un des éléments d'un BESS, à l'exclusion des cellules, des modules et des commandes. Le BOS comprend généralement, sans s'y limiter, les jeux de barres électriques, le câblage, les boîtiers, les systèmes de conversion d'énergie, les transformateurs, les systèmes d'extinction d'incendie, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, ou les systèmes de refroidissement par liquide.

Conclusions

- ◆ La majorité des incidents impliquant des systèmes de stockage d'énergie en batterie (BESS) sont dus à des problèmes survenus au cours des phases de conception, de fabrication, d'intégration, d'assemblage et de construction (71 %), tandis que seulement 29 % des incidents sont dus à l'exploitation. Plus de 50 % des incidents surviennent au cours des trois premières années du cycle de vie du projet, principalement pendant la construction ou la mise en service.
- ◆ **Cette analyse souligne que chaque étape du cycle de vie des BESS - de la conception et de la fabrication au déploiement et à l'exploitation - joue un rôle essentiel pour garantir la sécurité et doit faire l'objet de processus d'ingénierie et d'essais approfondis.**
- ◆ L'une des principales conclusions de ces données est la remise en cause de l'idée reçue selon laquelle les cellules des batteries lithium-ion sont les principales responsables des défaillances des BESS. En effet, la majorité des défaillances (89 %) sont dues à des composants de l'équilibre du système et à des systèmes de contrôle (BMS ou EMS), et non à des cellules lithium-ion. Cela peut s'expliquer par le fait que de nouvelles normes, telles que UL 1973 et UL 1642, ont amélioré la qualité des batteries.
- ◆ **Cela suggère qu'une plus grande attention devrait être accordée à l'amélioration de la sécurité et de la fiabilité des composants auxiliaires et des systèmes de contrôle des BESS.**

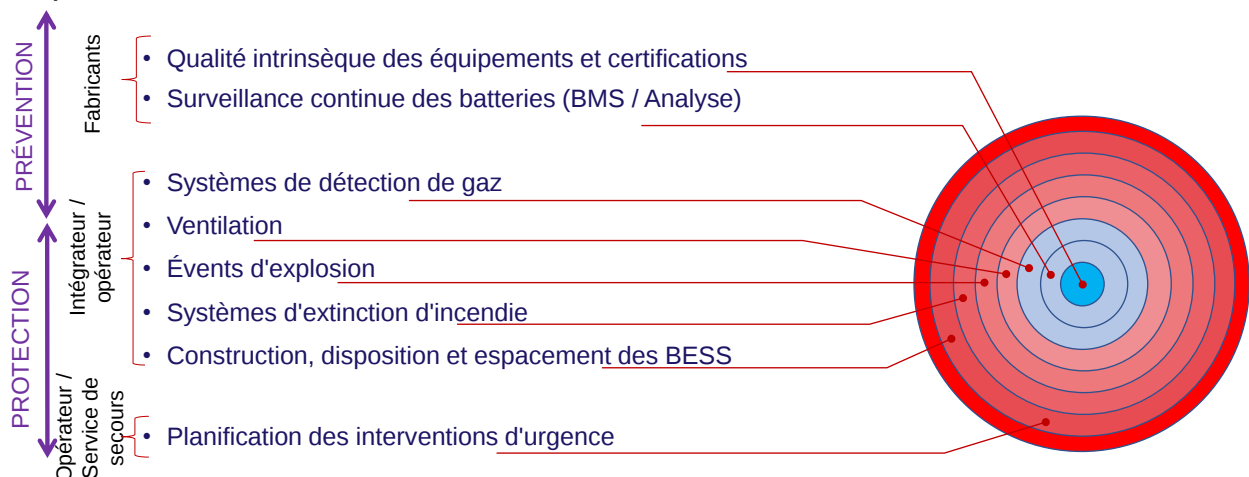
Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

Concept de sécurité

Vue d'ensemble

- ◆ La stratégie de prévention et de protection à adopter ne peut pas être une recette simple et unique pour ce type d'installation.
- ◆ En effet, la stratégie va s'appuyer sur une analyse des risques du système et de sa configuration aux regard des enjeux de sécurité pour les personnes et les biens.
- ◆ Cette analyse de risque doit conduire à la définition d'une stratégie comportant des niveaux allant de la prévention à la protection en passant par la détection.
- ◆ La difficulté va résider dans le fait que les acteurs et donc les responsabilités sont multiples, ce qui va impliquer des besoins de coordination, en particulier lors des phases de construction.
- ◆ Le schéma ci-dessous résume les différents niveaux qui doivent être considérés dans la stratégie de prévention des pertes :

Responsabilités



Qualité intrinsèque des équipements et des certifications

- ◆ Voici les principales normes internationales relatives à la sécurité des systèmes de stockage d'énergie par batterie lithium-ion :
 - Normes CEI (Commission électrotechnique internationale)
 - IEC 62933-5 : Considérations de sécurité pour les systèmes EES intégrés dans un réseau
 - IEC 62619 : Sécurité des batteries lithium-ion pour applications industrielles.
 - IEC 62620 : Spécifications de performance et de sécurité pour les batteries rechargeables lithium-ion pour le stockage stationnaire de l'énergie.
 - IEC 63056 : Sécurité des batteries lithium-ion pour applications stationnaires.
 - Normes UL (Underwriters Laboratories)
 - UL 1973 : Batteries destinées à être utilisées dans des systèmes de stockage d'énergie stationnaires et d'autres applications industrielles et de secours.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

- UL 9540 : norme pour les systèmes de stockage d'énergie (ESS), y compris les exigences en matière de performance et de sécurité.
- UL 9540A : Méthode d'évaluation du risque d'incendie par emballage thermique pour les ESS.
- UL 1642 : Sécurité des cellules de batteries lithium-ion pour les applications générales.
- Normes NFPA (National Fire Protection Association)
 - NFPA 855 : Standard for the Installation of Stationary Energy Storage Systems (norme pour l'installation de systèmes stationnaires de stockage d'énergie), qui propose des lignes directrices en matière de sécurité incendie et d'installation.
- FM Global Standards
 - FM Global Property Loss Prevention Data Sheet 5-33 : "Systèmes de stockage de l'énergie électrique" : Cette norme comprend des recommandations sur les systèmes d'extinction des incendies, les distances de séparation, les procédures d'exploitation, les exigences en matière de ventilation et les moyens de détection et d'alarme afin de minimiser les risques associés aux incendies et aux explosions. Cette norme FM Global est souvent utilisée comme référence complémentaire aux normes internationales pour la conception et l'installation sûres des systèmes de stockage d'énergie électrique.
- Pour les onduleurs, l'une des normes suivantes doit être respectée : UL 1741, IEC 62909-1 ou IEC 62477-1.

- ◆ Les normes et standards évoluent régulièrement. Il est recommandé de vérifier leur validité directement sur les sites web des organismes de normalisation concernés.
- ◆ Ainsi, une attention particulière doit être portée au maintien des certifications pendant la construction du BESS. Il est important de s'assurer que la configuration du système au fur et à mesure de son développement ne remettra pas en cause les tests effectués dans le cadre des essais de sécurité. Par exemple, changer la disposition des batteries après la certification initiale, sans réévaluer la gestion thermique, la ventilation ou les distances de sécurité, peut augmenter le risque d'emballage thermique ou de propagation d'un incendie.

Surveillance continue de la batterie

- ◆ Le BESS est surveillé au moyen d'un système automatisé appelé système de gestion de la batterie (BMS).
- ◆ Le BMS surveille en permanence l'état du BESS à l'aide de plusieurs indicateurs de sécurité : paramètres électriques et de température des cellules et des modules, écarts de température et d'humidité de la pièce, etc.
- ◆ Le BMS est l'élément le plus critique du BESS, il fournit des alertes sur les déviations qui peuvent conduire à une panne grave et est capable de sécuriser tout ou partie du BESS de manière automatisée.
- ◆ Le système de gestion des bâtiments doit assurer les fonctions de sécurité suivantes, par ordre croissant :
 - Isoler le module de batterie ou le rack lorsqu'il détecte des températures de cellule supérieures aux limites.
 - Déconnecter le rack en réponse à une condition anormale sur un module.
 - Déconnectez l'ensemble du système en déclenchant le disjoncteur en amont du BESS si le système ne revient pas à la normale.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

- ◆ Le BMS devrait être certifié conformément à une norme de sécurité fonctionnelle reconnue comme par exemple l'ISO 13849-1 ou la CEI 62061.
- ◆ Le BMS doit reporter les alarmes vers un poste de surveillance occupé en permanence ou à défaut vers une plateforme de télésurveillance ad hoc.
- ◆ Enfin, il est important de mentionner des solutions de détection prédictive des sinistres proposées par certaines entreprises. A titre d'exemple la solution d'ACCURE surveille en continu les batteries en utilisant des algorithmes de machine learning et d'analyse prédictive. Cela permet de détecter les signes avant-coureurs de défaillances potentielles, comme l'emballement thermique ou les chutes de performance, avant qu'elles ne deviennent critiques.

Système de détection de gaz et de ventilation

- ◆ Lors d'un emballement thermique, une grande partie des gaz libérés sont inflammables et peuvent présenter un risque d'explosion : (H_2 , CO, CH_4 , C_xH_y). D'autres gaz libérés peuvent être toxiques : HCN, HCl, HCN, etc.
- ◆ Deux phases de dégagement de gaz :
 - Phase de pré-emballement thermique : Libération de gaz en très petites quantités
 - Pendant la phase d'emballement thermique : Taux exponentiel de libération de gaz, jusqu'à 1000 fois le volume de la cellule affectée.
- ◆ Le monoxyde de carbone est le principal composant, présent le plus longtemps et est considéré comme particulièrement important pour la détection précoce des gaz.
- ◆ Une ventilation forcée doit donc être mise en place dans le cas d'un dégazage d'une cellule pour éviter ainsi un risque d'explosion. Dans ce cas, la ventilation d'urgence doit être déclenchée par un système de détection de gaz (détection du monoxyde de carbone généralement). Le dimensionnement de cette ventilation d'urgence doit maintenir la concentration en gaz inflammables dans l'enceinte à une valeur inférieure à 25% de la LIE du mélange.
- ◆ Enfin, il existe des solutions de détection précoce des gaz (exemple : LI-ION TAMER®). Ce dispositif détecte les gaz émis au cours de la première phase de l'emballement thermique. En cas de détection confirmée de gaz, le système envoie une alarme à la supervision et communique avec le BMS afin de mettre en sécurité l'élément défaillant. Cette disposition est optionnelle et dépend des enjeux assurantiels.

Événements d'explosion

- ◆ Les événements d'explosion sont des systèmes passifs obligatoires. Ils empêchent l'éclatement incontrôlé de l'enceinte en cas d'explosion interne. Cela limite les risques pour les personnes et les installations voisines.
- ◆ Ces événements d'explosion doivent être dimensionnés selon une règle reconnue (NFPA 68 ou EN 14994 et EN 14797).
- ◆ Les événements d'explosion sont obligatoires et doivent être installés sur le dessus du conteneur.

Disposition et distances de séparation

- ◆ Des îlots d'au plus 4 conteneurs sont formés, une allée de largeur supérieure ou égale à 5 mètres permet l'accès et la circulation aux services d'incendie et de secours, sur la périphérie de chaque îlot.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

- ◆ Les conteneurs de batteries doivent respecter les distances suivantes vis-à-vis des bâtiments, selon les matériaux des parois exposées :
 - 10 m si le mur exposé est coupe-feu (mur maçonné)
 - 25 m si le mur exposé du bâtiment est incombustible, mais pas coupe-feu
 - Entre 45 et 55 m si le mur exposé est combustible
- ◆ Afin de prévenir la propagation d'un incendie entre conteneurs une distance minimale de 12 m sera laissée entre chaque conteneur. Cette distance peut être réduite à 3 m par la mise en place d'un mur coupe-feu REI 120 entre les conteneurs. Ce mur doit excéder de 0,5 mètre en hauteur et en largeur les dimensions des conteneurs.
- ◆ Afin d'éviter la transmission d'un incendie entre un conteneur et les transformateurs électriques une distance minimale les séparent. La conformité à la norme IEC 61936-1 en vigueur vaut présomption de conformité à cette exigence.

Dispositions relatives à la construction du BESS

- ◆ Seuls les matériaux non combustibles classés A1 ou A2s1d0 doivent être utilisés pour les conteneurs de piles.
- ◆ Les panneaux sandwichs avec mousse isolante sont à éviter.
- ◆ Il est nécessaire de séparer les batteries du compartiment où se trouvent les onduleurs et les dispositifs de commande.
- ◆ Les transformateurs doivent être séparés des conteneurs de batteries.
- ◆ Des murs résistants au feu entre les conteneurs peuvent être exigés en cas d'espacement insuffisant ou de proximité avec d'autres structures ou bâtiments.
- ◆ Arrêt d'urgence : Les installations doivent être équipées d'un dispositif d'arrêt d'urgence à distance et à côté de l'unité pour déconnecter individuellement chaque conteneur du réseau.

Détection d'incendie

- ◆ Un système de détection automatique de fumée à haute sensibilité doit être installé dans les conteneurs et supervisé à distance.
- ◆ Cette détection doit être conforme à la règle APSAD R7 ou à l'EN54.

Systèmes de protection contre l'incendie et l'explosion

- ◆ La stratégie est de laisser l'unité affectée se consumer d'elle-même. Appliquer de l'eau sur l'unité en combustion aura un effet minimal et ne fera que ralentir sa combustion éventuelle. À la discrétion des premiers intervenants, appliquez de l'eau sur les zones exposées. Il est recommandé d'utiliser un jet diffusé, pour maximiser le refroidissement des zones exposées.
- ◆ Les agents d'extinction gazeux sont inefficaces sur les feux de batteries. Ils doivent être envisagés seulement pour une utilisation contre les incendies d'origine électrique naissants à l'intérieur du local ou du conteneur de batteries.
- ◆ Seule l'eau permet d'obtenir un refroidissement des batteries.
- ◆ Un système d'extinction automatique à eau peut être exigé selon les enjeux assurantiel. Ces systèmes doivent être conformes à une norme reconnue telle que NFPA, FM ou équivalente ou validé dans le

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

cadre d'un essai normalisé (UL 9540A). Les systèmes reposent sur un refroidissement par injection d'eau à l'intérieur des modules ou, à défaut, par aspersion d'eau au plus près des modules.

- ◆ Un approvisionnement adéquat en eau d'incendie doit être fourni afin de garantir que les enjeux exposés à un incendie seront refroidis durant toute la durée de l'intervention.
- ◆ Le site est desservi par des poteaux incendie, d'un réseau public ou privé situé à moins de 100 mètres du site et garantissant un débit minimal de 60 m³/h sous une pression minimale d'un bar durant au moins deux heures, ou à défaut une réserve d'eau d'au moins 120 m³.

Dispositions organisationnelles visant à assurer la sécurité des personnes et des biens

Préparation aux situations d'urgence

- ◆ Une stratégie d'intervention en cas d'urgence doit être élaborée avec les services d'urgence, à ce titre le plan d'urgence doit comprendre les éléments suivants :
 - Schéma d'alerte décrivant les mesures à prendre en cas de détection d'un incendie
 - Coordonnées et modalités d'alerte du gestionnaire du réseau électrique, le cas échéant
 - Procédures visant à assurer la sécurité électrique de l'installation pour chaque scénario d'incendie
 - Instructions précises pour l'accès des services d'incendie et de secours à toutes les zones
 - Fiches techniques des BESS et des batteries
 - Systèmes de protection contre l'incendie installés dans chaque BESS
 - Plan de l'installation comprenant les accès, les systèmes d'arrêt d'urgence, le système de drainage, les ressources en eau nécessaires pour lutter contre l'incendie dans chaque BESS.
- ◆ Si le site n'est pas surveillé : Une personne doit être présente sur le site pour sécuriser les installations dans un délai d'une heure.
- ◆ Prévoir un accès à distance aux données suivantes à l'intérieur de chaque conteneur BESS : température, concentration de gaz et état de charge des batteries.
- ◆ Prévoir deux points d'accès au site avec une largeur de route interne de 5 m, pour que les services d'incendie puissent accéder à chaque conteneur BESS d'un côté au minimum.

Dispositions relatives à la maintenance au démarrage et en cours d'exploitation

- ◆ Lors de la mise en service, vérifier le bon fonctionnement de tous les dispositifs de surveillance et de protection :
 - Inspecter minutieusement le système de batterie pour détecter toute indication de surchauffe, de vibration anormale, de bruit anormal ou de dysfonctionnement. Cette inspection doit être effectuée quotidiennement pendant au moins une semaine de fonctionnement normal.
 - Effectuer un contrôle thermographique infrarouge complet pour détecter les dommages lors de l'expédition et de l'installation.
- ◆ Les programmes de maintenance sont essentiels pour s'assurer que tous les dispositifs de surveillance et de protection sont en bon état de fonctionnement :
 - Le plan de maintenance doit être conforme aux spécifications des fabricants et cela pour chaque composant.

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

- En exploitation, un contrôle thermographique annuel (IR) doit être effectué sur toute l'installation pour détecter les échauffements au niveau des connexions.
- Les pièces de rechange doivent être facilement disponibles pour minimiser les pertes d'exploitation. En particulier, il doit être mis en place un programme de remplacement des batteries âgées selon leur durée de vie et leur état (selon les données du BMS).
- ◆ Toute modification effectuée sur un conteneur de batterie doit être approuvée à travers un processus de management des changements (MoC).

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)

Photos



Tesla Megapack : Plusieurs systèmes de stockage d'énergie (ESS) conteneurisés de 100MW/400MW/h



Le projet d'énergie solaire et de stockage d'Edwards & Sanborn en Californie est désormais entièrement en ligne, avec 875 MWdc d'énergie solaire photovoltaïque et 3 287 MWh de capacité de système de stockage d'énergie par batterie (BESS), ce qui en fait le plus grand projet au monde.



Feu de BESS - TESLA - Moss Landing - 2022

Système de stockage d'énergie par batterie (BESS)



Murs résistants au feu entre les BESS