

Détection incendie par analyse d'images dans les dépôts de bus électriques



Détectez les incendies de bus électriques
à temps et limitez leur impact

Bus électriques et incendies : un sujet brûlant

De par le monde, les villes s'efforcent de réduire la pollution de l'air et d'améliorer la qualité de vie en général. De ce fait, ces dernières années, le marché des bus électriques a enregistré une croissance inégalée. Les « e-bus », comme on les appelle, qui ne génèrent pas d'émissions, constituent une solution verte idéale pour résoudre nos problèmes de mobilité, plus particulièrement en ville. Ces derniers ne sont pas équipés d'un moteur à combustion traditionnel qui utilise des carburants fossiles comme le diesel ou l'essence, mais d'un moteur électrique et de batteries rechargées à l'électricité.

Recharge au dépôt de bus

En général, la recharge a lieu dans de grands dépôts où les bus sont stationnés la nuit ou pendant les périodes d'inactivité. Alors que le nombre de bus électriques sur les routes augmente, de plus en plus d'incendies sont signalés pendant les procédures de recharge.

Le point de commun de bon nombre de ces incidents est le suivant : les incendies de bus électriques à batterie s'avèrent très difficiles à éteindre. Par conséquent, ces derniers se propagent facilement et les véhicules situés à proximité prennent feu également. Bien souvent, les bâtiments et l'infrastructure subissent aussi de sérieux dégâts.

Étant donné que les incendies de bus électriques sont difficiles à maîtriser, la solution la plus raisonnable consiste à contenir le problème et à limiter les dégâts collatéraux dans la mesure du possible. Des mesures doivent bien évidemment être prises en temps opportun. La question que les responsables de dépôts de bus doivent se poser est la suivante : ces incendies peuvent-ils être détectés assez précocement pour permettre une intervention à temps afin de limiter les dégâts et d'éviter le pire ?

Dans ce livre numérique, nous discuterons des systèmes de reconnaissance d'incendie basés sur des analyses d'images intelligentes qui offrent aux opérateurs de dépôts de bus électriques une solution fiable pour protéger leurs biens, assurer la continuité de leurs opérations, et potentiellement sauver des vies.

Reconnaissance, détection et surveillance



La **reconnaissance** de phénomènes de feu par analyse d'images se décline en deux produits : la surveillance des phénomènes de feu par analyse d'image et la détection d'incendie par analyse d'images.

La **surveillance** des phénomènes de feu par analyse d'image facilite vos mesures de sécurité incendie dans des situations où aucune détection d'incendie n'est obligatoire et/ou n'est utilisée pour générer un avertissement précoce où des détecteurs traditionnels d'incendie sont déjà installés.

En revanche, la **détection** d'incendie par analyse d'images peut être utilisée comme détecteur principal, relié à votre panneau de commande d'alarme incendie.

À quel point le problème est-il sérieux ?

Ces dernières années, plusieurs incendies de bus électriques ont fait les gros titres dans le monde entier. Certains d'entre eux se sont révélés assez conséquents pour détruire plusieurs véhicules.

STUTT GART, ALLEMAGNE, SEPTEMBRE 2021

25 bus électriques, une station de recharge et un dépôt ont été détruits à cause d'une défaillance technique qui a déclenché un incendie alors que le bus était en cours de recharge.

GUANGXI, CHINE, JUIN 2021

4 bus à parois latérales ouvertes ont été détruits sur un campus universitaire lorsque l'un d'entre eux a pris feu et a provoqué un embrasement qui s'est propagé aux trois autres.

PARIS, FRANCE, AVRIL 2022

2 bus du même modèle ont pris feu à Paris en moins d'un mois. La cause suspectée est un vice de matériaux caché dans le bloc-batterie.

HERTFORDSHIRE, ROYAUME-UNI, MAI 2022

1 bus électrique a pris feu dans un dépôt de transport du centre-ville de Hertfordshire. L'incendie s'est propagé à cinq autres bus.

HAMDEN, CONNECTICUT, ÉTATS-UNIS, JUILLET 2022

le compartiment arrière d'un bus électrique a commencé à dégager de la fumée. La recharge de la batterie avait eu lieu la veille et le démarrage du bus avait échoué le jour suivant. Une batterie défaillante a pu être à l'origine du problème.

HYDERABAD, INDE, AVRIL 2023

1 bus électrique a pris feu après que sa batterie, située dans la partie supérieure, a percuté le côté d'une poutre en hauteur.

Ces exemples récents démontrent que les risques d'incendies provoqués par la batterie sont une réalité. Cependant, il n'y a aucune raison de croire que les risques associés aux bus électriques sont supérieurs à ceux des bus conventionnels. En tout cas, il n'y a pas de chiffres concrets qui le prouvent. Toutefois, les blocs-batteries des bus électriques sont considérablement plus gros et complexes que ceux des véhicules électriques habituels. De ce fait, l'impact de leur charge énergétique et de leur dégagement thermique est bien supérieur.



Impact d'un incendie de bus électrique

En raison de la nature des incendies de bus électriques à batterie, qui sont difficiles à maîtriser et se propagent facilement, leur impact peut s'avérer dramatique. Bien évidemment, la destruction des véhicules électriques et la détérioration éventuelle du dépôt et de l'infrastructure de recharge sont à déplorer. Néanmoins, souvent, l'impact va bien au-delà des simples **dommages physiques** :

- **Perturbation des activités** : après l'incendie du dépôt Potters Bar de Hertfordshire, au Royaume-Uni, Transport for London a rappelé 90 bus électriques à titre de mesure de sécurité. En raison de la suspension de son parc de bus électriques, l'entreprise de transport a fait état de sérieuses perturbations sur cinq de ses itinéraires. Les conséquences des incidents qui se sont déroulés à Paris en avril 2022 se sont révélées encore pires. En effet, 149 bus ont été temporairement mis hors service.¹ Et en plus de la perturbation des activités, lorsqu'une entreprise de transports publics ne respecte pas son contrat de niveau de service, l'autorité pertinente est aussi susceptible d'imposer des pénalités ou des remboursements.
- **Dommages environnementaux** : les incendies de bus électriques peuvent dégager des vapeurs toxiques et de la fumée susceptibles de contenir des polluants et des particules néfastes. En général, les bus électriques contiennent divers éléments dangereux, comme des batteries, du liquide de refroidissement et des composants électroniques. Enfin, mais non des moindres, le ruissellement de l'eau utilisée pour lutter contre les incendies ainsi que les émanations pendant un incendie de bus électrique sont susceptibles de contaminer le sol et les masses d'eau à proximité. À Stuttgart (en septembre 2021), par exemple, pour éteindre et refroidir le bus électrique, les pompiers ont eu besoin de pas moins de deux millions de litres d'eau.
- **Vies humaines** : en raison de leur développement rapide et de leur nature explosive, les incidents de bus électriques impliquent toujours des risques de blessures graves, voire mortelles.
- **Transports publics et atteinte à la réputation** : un incendie de bus électrique peut avoir de graves répercussions sur la réputation de l'entreprise de transports publics qui exploite les véhicules, voire un impact sur la perception des bus électriques dans leur globalité. Les passagers et le grand public peuvent douter de la sécurité globale des bus électriques en tant que moyen de transport.

¹ https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/04/29/paris-la-ratp-retire-temporairement-149-bus-electriques-de-la-circulation-apres-deux-incendies_6124178_3234.html

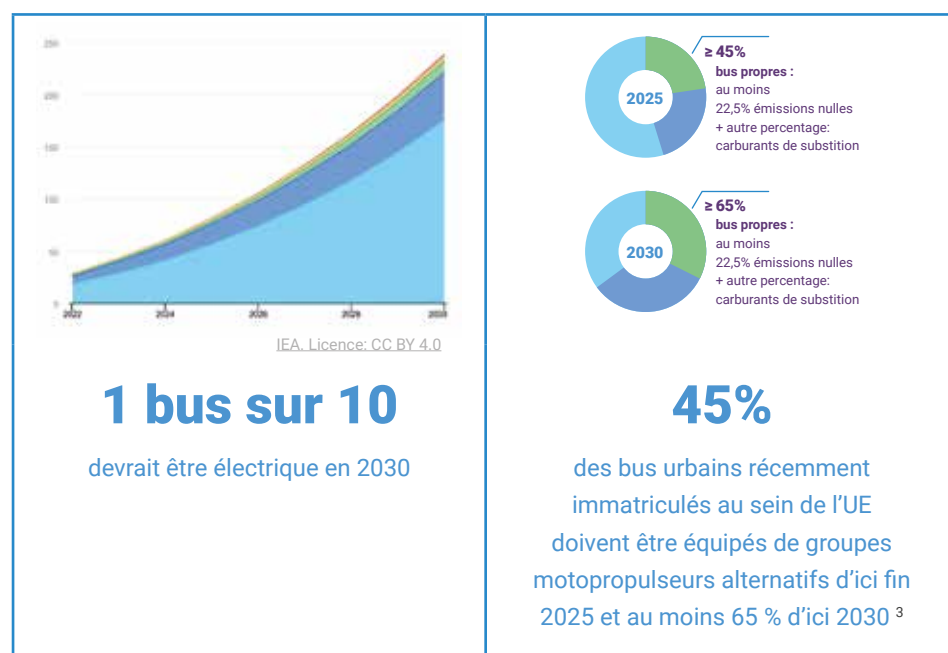
Déploiement des bus électriques : une croissance exponentielle

Il est évident que les bus électriques gagnent en popularité au sein de nos villes. Même si des incendies touchent aussi les bus équipés d'un moteur à combustion, les incendies de bus électriques dotés de batteries au lithium-ion seront davantage relatés dans les médias dans les années à venir, et ce, tout simplement parce que ce type de bus sera davantage présent dans nos rues.

En effet, le marché des bus électriques est en plein essor. Dans un avenir proche, ces derniers remplaceront les modèles traditionnels, dotés de moteurs à combustion interne, dans les systèmes de transport de passagers locaux. En 2019, l'Union européenne a révisé sa directive relative à la promotion de véhicules de transport routier propres. Elle définit des objectifs minimaux qui s'appliquent aux états membres de l'UE en ce qui concerne l'approvisionnement public en véhicules propres. Selon les pays, la population et le produit national brut, ces objectifs fluctuent de 24 % à 45 % en 2025, et de 33 % à 65 % en 2030.

Toutes les études de marché et tous les rapports prévisionnels sur l'énergie semblent converger vers la même conclusion : le marché mondial des bus électriques enregistrera une croissance rapide dans la décennie à venir. D'après le scénario envisagé pour l'avenir de l'énergie, Stated Policies Scenario (STEPS), mis au point par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE)², le parc de bus électriques mondial devrait atteindre 1,4 million en 2025 et 2,7 millions en 2030. Environ un bus sur dix sera alors électrique. À court terme, le parc de bus urbains publics, régi par des réglementations gouvernementales relatives à l'approvisionnement et, dans certains cas, financé par le gouvernement, devrait enregistrer la progression la plus rapide en termes de modèles électriques.

Tandis que la plus forte demande est constatée en Asie, cette croissance du marché peut être constatée aux quatre coins du monde. De nombreuses réglementations locales relatives aux émissions, au bruit et à la vitesse dans les zones urbaines contraindront le secteur des transports publics à adopter rapidement de nouvelles technologies.



² <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/prospects-for-electric-vehicle-deployment>

³ "EU clean vehicles directive" https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/clean-and-energy-efficient-vehicles/clean-vehicles-directive_en

Pourquoi les bus électriques prennent-ils feu ?

Dans les villes, les bus électriques, pour la plupart, sont intégralement entraînés par batterie. Et ce sera encore le cas pendant un petit moment. Bien entendu, il existe des bus électriques hybrides, propulsés par un moteur à combustion interne et un ou plusieurs moteur(s) électrique(s). Cependant, en général, ils ne sont pas utilisés dans les transports publics urbains. Par ailleurs, la technologie de la pile à hydrogène doit encore être peaufinée et son application ne devrait se démocratiser qu'à plus long terme.⁴

Les bus électriques, pour la plupart, transportent donc en permanence de très lourdes batteries. Malheureusement, c'est exactement là que résident les risques d'incendie. Les batteries au lithium-ion fonctionnent dans une plage de températures très réduite. Lorsque la température de la batterie est supérieure au niveau critique, un **emballement thermique** peut se produire. Il détruit alors la batterie ou, pire encore, déclenche un incendie.

Qu'est-ce qu'un emballement thermique ?

L'emballement thermique est une réaction en chaîne au sein d'un élément de batterie qui peut s'avérer très difficile à enrayer une fois démarrée. Lorsque la température à l'intérieur d'une batterie atteint un certain point, une réaction chimique est susceptible de se produire. La chaleur produite augmente alors, ce qui engendre une hausse de température et des réactions chimiques supplémentaires qui créent plus de chaleur.



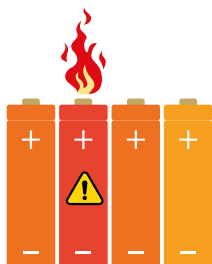
Une cellule chauffe lorsque le séparateur se décompose.



La chaleur se propage aux cellules voisines.



Particules de métaux lourds: fumé foncé.
Gaz toxiques inflammables: fumée blanche.



Inflammation : secondes/minutes.



Risque d'explosion.

Source de l'image : <https://www.evfiresafe.com/ev-fire-what-is-thermal-runaway>

⁴ <https://www.iea.org/reports/hydrogen>

Quelles sont les causes d'un emballement thermique ?

Un emballement thermique peut avoir plusieurs causes :

- **Mécaniques** : un accident ou une chute peut causer des dégâts physiques et un court-circuit interne.
- **Électriques** : en cas de surcharge ou de recharge rapide, la température de la batterie est susceptible d'augmenter.
- **Thermiques** : des températures de stockage élevées, supérieures à la plage sécurisée pour la batterie, peuvent provoquer des dommages irréversibles, voire déclencher le processus d'emballement thermique.
- **Défauts de fabrication** : si la batterie n'est pas fabriquée conformément aux spécifications ou aux normes de contrôle qualité appropriées, des courts-circuits internes, un mauvais alignement des électrodes, ou d'autres problèmes peuvent se produire et donner lieu à un emballement thermique.
- **Mauvais entretien** : en général, l'entretien de la batterie implique la surveillance et l'inspection des batteries visant à s'assurer de leur bon fonctionnement.

En raison de la diversité des causes d'emballement thermique possibles, il s'avère difficile non seulement de les déterminer toutes, mais également d'exclure tout risque d'emballement thermique avec certitude. Voilà pourquoi une analyse des risques relatifs à la sécurité doit être menée à bien et que des mesures appropriées doivent toujours être mises en place.



Comment les batteries au lithium-ion fonctionnent-elles ?

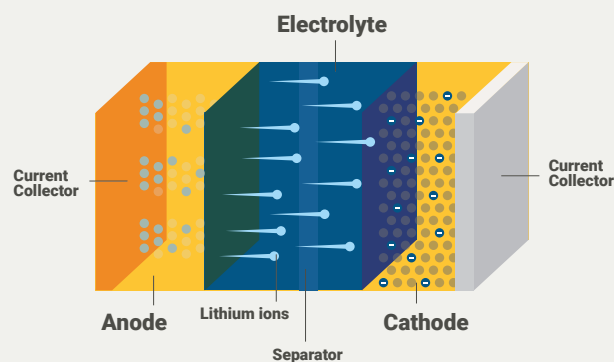
Une batterie au lithium-ion, ou Li-ion, est un type de batteries rechargeables qui a recours à la réduction réversible des ions lithium pour stocker de l'énergie. Il s'agit du type de batterie le plus couramment utilisé sur les produits électroniques portables et les véhicules électriques.

Les batteries au lithium-ion fonctionnent grâce au mouvement des ions entre les électrodes positive et négative. Lorsque la batterie se décharge, l'électrode négative (anode) se déplace dans l'électrolyte vers l'électrode positive (cathode). Le processus s'inverse ensuite lorsque la batterie au lithium-ion est rechargée.

Des séparateurs à l'intérieur des batteries au lithium-ion séparent l'anode et la cathode. À des températures extrêmement élevées, l'intégrité du séparateur peut être compromise. Un court-circuit peut alors avoir lieu entre la cathode et l'anode dans le cadre d'un mécanisme appelé « décomposition du séparateur ». La décomposition du séparateur engendre l'emballement thermique.

Certaines batteries sont dotées d'un événement de sécurité qui laisse les gaz s'échapper en cas de panne. Les forces explosives peuvent alors être éliminées. En général, les systèmes de batterie complets intègrent aussi un système de refroidissement (à air ou liquide).

Lithium-ion Cell



Comment détecter précocement les incendies de bus électriques ?

Bien que les batteries au lithium-ion soient généralement sécurisées, elles peuvent présenter des risques d'incendie lorsqu'elles sont endommagées ou surchargées. Voilà pourquoi une nouvelle technologie de batterie, moins encline à la combustion et à l'emballement thermique, fait l'objet de recherches et est en cours de développement. Les batteries au lithium-fer-phosphate sont notamment le fruit de cette innovation, mais elles offrent une autonomie inférieure. Les systèmes de gestion et de refroidissement de la batterie figurent parmi les autres avancées technologiques susceptibles de réduire les risques d'incendie. Cependant, aucune batterie n'est 100 % ininflammable.

Le processus d'emballement thermique est difficile à enrayer. Les incendies de batteries sont compliqués à éteindre et se propagent facilement. Néanmoins, une détection précoce des incendies ou des dégagements de fumée peut contribuer à réduire ou à éviter l'endommagement des biens qui ne sont pas encore touchés. Alors, comment détecter ces incendies en temps opportun ?

Bon nombre des incendies de bus électriques se déclarent lorsque les véhicules sont stationnés dans les dépôts la nuit. Ils sont en charge, en général dans un environnement sans supervision. Voilà qui accroît les risques d'incendie. Dans le pire des cas, les bus électriques individuels risquent de s'enflammer et les flammes de se propager aux bus environnants. Un système de détection avec caméra visuelle permettrait une intervention précoce, comme le démontre l'image ci-dessous.



Reconnaissance de la flamme/fumée par vidéo

L'emballement thermique peut se produire à une vitesse effrénée. Cependant, de la fumée est déjà visible quelques minutes avant l'apparition des flammes. De ce fait, une solution hautes performances de reconnaissance de la fumée par vidéo peut vous prévenir quelques minutes à l'avance en cas d'incident.

En 2017, lors de crash tests menés à bien avec des véhicules électriques,⁵ les batteries endommagées ont généré de la fumée presque immédiatement après l'impact. La température est restée relativement stable et faible à l'intérieur du compartiment de la batterie pendant plusieurs minutes. Dans ce scénario, la détection de la chaleur à l'aide de caméras thermiques n'aurait pas déclenché d'alarme. En revanche, la détection d'incendie par caméra visuelle aurait détecté la fumée et les flammes presque immédiatement.

⁴ Fullskala branntest av elbil, SP Fire Research AS, 2017



Incidence du positionnement de la batterie

Les tendances actuelles en matière de positionnement de batterie ont aussi une incidence sur l'efficacité de la reconnaissance d'incendie par vidéo.

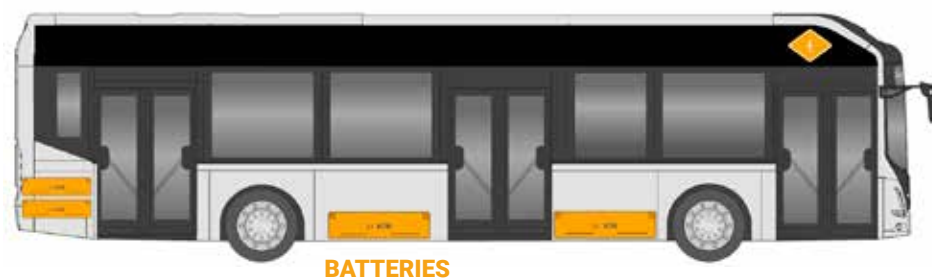
Sur bon nombre des modèles de bus électriques anciens et actuels, les batteries sont installées sur le toit ou les côtés. Ainsi, les constructeurs de bus électriques peuvent construire une plateforme à emmarchement bas, ce dernier étant requis pour les bus des transports publics. Ils peuvent aussi réutiliser les conceptions de bus conventionnelles. Par ailleurs, les batteries situées sur le toit refroidissent plus facilement grâce au flux d'air et sont plus simples à entretenir.



Aujourd'hui, la tendance consiste de plus en plus à positionner les batteries au niveau du plancher. Cette méthode comporte quelques avantages importants :

- Le positionnement bas de la batterie offre davantage de stabilité lors de la conduite.
- En l'absence de batteries, la structure supérieure peut être beaucoup moins lourde. En réduisant le poids ainsi, l'autonomie du bus électrique est supérieure.
- Le positionnement intelligent de la batterie permet la mise en place d'un emmarchement bas.

Dans le nouveau scénario, la détection par caméra thermique depuis le dessus n'est plus utile pour repérer l'accumulation de chaleur au niveau des batteries. Cependant, la reconnaissance de la flamme et de la fumée à l'aide de caméras visuelles détecte la fumée dès qu'elle est visible entre ou au-dessus des bus stationnés.



Pourquoi la reconnaissance d'incendie par analyse d'images est-elle parfaitement adaptée aux dépôts de bus électriques ?

En optant pour la technologie de reconnaissance de phénomènes de feu par analyse d'images, vous améliorez incontestablement la sécurité incendie de votre dépôt de bus électriques. Les caméras de détection d'incendie par analyse d'images sont en mesure de reconnaître visuellement les départs de feux au stade le plus précoce et d'émettre un avertissement immédiat. Par conséquent, la reconnaissance d'incendie par analyse d'images offre la meilleure garantie d'avoir une longueur d'avance sur l'incendie et d'empêcher le pire de se produire.



Détection rapide à un stade précoce

Les détecteurs d'incendies traditionnels doivent entrer en contact direct avec la chaleur ou la fumée pour être activés. Mais le temps que cela se produise, il peut déjà être trop tard. Les systèmes de détection avec caméra sont plus directs : ils voient immédiatement les départs de feux à la source. Cela permet de gagner un temps précieux, qui vous permet d'intervenir bien plus vite et d'empêcher les dommages causés par le feu de se propager.



Retour visuel

Les premiers intervenants, qui doivent aller à proximité de l'incendie, peuvent être exposés à des gaz toxiques ainsi qu'à des risques d'explosion. La reconnaissance d'incendie par analyse d'images peut éviter cela ou au moins réduire les risques relatifs à la sécurité encourus par le personnel. Une fois alertés d'un incident, les opérateurs peuvent immédiatement observer ce qu'il se passe sur l'image de la caméra. Ils peuvent ainsi évaluer la situation à distance et prendre des décisions plus éclairées. Sans avoir à vous rendre à l'intérieur des installations, la reconnaissance d'incendie par analyse d'images vous permet de déterminer l'emplacement exact et la nature de l'incendie, d'établir la présence de personnes/victimes et d'évaluer la progression de l'incident en temps réel.



Solution idéale pour les environnements hauts de plafond ou les grands volumes

La reconnaissance d'incendie par analyse d'images s'adapte parfaitement aux bâtiments hauts ou aux vastes espaces (semi) ouverts comme les dépôts de bus. Dans ces environnements, il est possible que la fumée n'atteigne jamais un détecteur de fumée traditionnel en raison d'un processus connu sous le nom de stratification qui empêche le mouvement ascendant de la fumée. Dans les grands volumes, une seule caméra suffit à surveiller une vaste zone, à condition qu'elle soit placée au bon endroit.



Connectivité flexible

Vous pouvez facilement connecter une caméra de reconnaissance d'incendie par analyse d'images à un panneau de commande d'alarme incendie classique grâce à des sorties physiques afin de déclencher les dispositifs d'alerte ou à un système de gestion vidéo (VMS) pour l'envoi de messages d'alerte et la diffusion d'une vidéo à des fins de visualisation.

La technologie de reconnaissance d'incendie par analyse d'images d'Araani offre la vitesse de détection, la précision et la fiabilité dont vous avez besoin pour améliorer la sécurité incendie dans votre dépôt de bus électriques. En installant des caméras de reconnaissance d'incendie par analyse d'images, vous pouvez :

- limiter les dégâts (collatéraux) ;
- limiter les interruptions d'activité ;
- sauver des vies et protéger les premiers intervenants ;
- limiter les dommages environnementaux des gaz toxiques des batteries.

Points à retenir

- ▶ Les incendies de batteries de véhicules électriques ne sont pas fréquents, mais s'ils se produisent, ils :
 - se propagent très rapidement à cause d'un processus appelé « emballement thermique » ;
 - détériorent considérablement les biens et l'infrastructure ;
 - sont difficiles à éteindre.

- ▶ Les avancées technologiques ont permis d'améliorer la sécurité incendie des bus électriques, mais il est impossible d'éviter complètement les risques d'incendie.

- ▶ La détection d'incendie conventionnelle et thermique n'est pas efficace :
 - dans les environnements semi-(extérieurs) ou dans les grands volumes ;
 - dans les dépôts dotés d'une grande hauteur sous plafond ;
 - si les batteries sont installées dans le plancher du bus.

- ▶ La reconnaissance d'incendie par analyse d'images améliore la sécurité incendie de votre dépôt de bus électriques. Une caméra de reconnaissance d'incendie par analyse d'images peut repérer les incendies de batteries à grande distance et à un stade précoce.



À propos d'Araani

Créée en 2014, Araani est une entreprise belge spécialisée dans le domaine de l'analyse vidéo pour la protection des individus, des biens et des processus.

Araani FireCatcher est une solution de détection d'incendie par vidéo avancée conçue pour la protection des infrastructures essentielles.

Contacts

Araani NV - Belgique

Luipaardstraat 12
8500 Courtrai, Belgique
tél. : +32 (0) 56 49 93 94

Araani NV - France

135, Avenue Roger Salengro
59100 Roubaix, France
tél. : +33 (0) 6 50 30 42 35

Araani NV - Moyen-Orient et Afrique

One JLT, Floor 6, suite 208
JLT, Dubai, UAE
tél. : +971 56 979 5142

Araani NV - Afrique du Nord

3, Pl de Navarre Imm San Francisco
Niv 2 - Num 9
90000 Tanger, Maroc

www.araani.com

© Copyright 2021, Araani NV. Tous les autres noms de produits et de marques sont des marques commerciales appartenant à leur propriétaire respectif.