

LIVRE BLANC

Incendie et sécurité dans le secteur des véhicules électriques

Solutions pour le futur secteur des véhicules électriques utilisant la surveillance de la température

Par Veronica Singh

Étudiante BaSC, Université de Colombie-Britannique, Vancouver

INTRODUCTION

Le secteur des véhicules électriques ou VE a connu une croissance exponentielle au cours des dernières années. Il a gagné en popularité en raison de la crise alarmante du changement climatique et du besoin urgent de trouver une alternative aux véhicules à carburant actuels. Depuis que la demande de véhicules électriques a considérablement augmenté, la production et la fabrication de blocs-batteries ainsi que les défis qui y sont associés ont augmenté. Cette augmentation de la production de véhicules électriques a également entraîné de multiples incidents. Ces incidents ne concernent pas uniquement les petites entreprises, mais comprennent également des entreprises telles que Tata, TESLA et OLA. Ce sujet évolue très rapidement et il peut y avoir plusieurs raisons à l'origine de tous les incidents. L'imagerie thermique est l'une des solutions de haute technologie qui peut aider à réduire le nombre d'incidents. Ce document couvre la maintenance prédictive et la recherche matérielle

concernant les véhicules électriques. Pour en comprendre l'application, nous devons d'abord comprendre certains éléments de base. Par conséquent, je vais en parler avant de discuter des principales applications.

BASES DE LA BATTERIE LITHIUM-ION

Parmi les multiples facteurs attrayants des batteries lithium-ion, l'un des plus notables est la combinaison de l'électronégativité du lithium et de sa faible densité. Cette combinaison est responsable de la production de la plus grande quantité d'énergie électrique par unité de poids parmi les éléments solides.

Une batterie lithium-ion standard contient une anode et une cathode. Généralement, on utilise respectivement de l'oxyde de lithium et un composé à base de carbone comme matériau pour la cathode et l'anode. Le mouvement interne constant des électrons entre la cathode et l'anode crée la cellule rechargeable tristement célèbre.

Lorsqu'un composé acceptant du lithium est placé comme cathode de



Source : Times of India



Source : Times of India

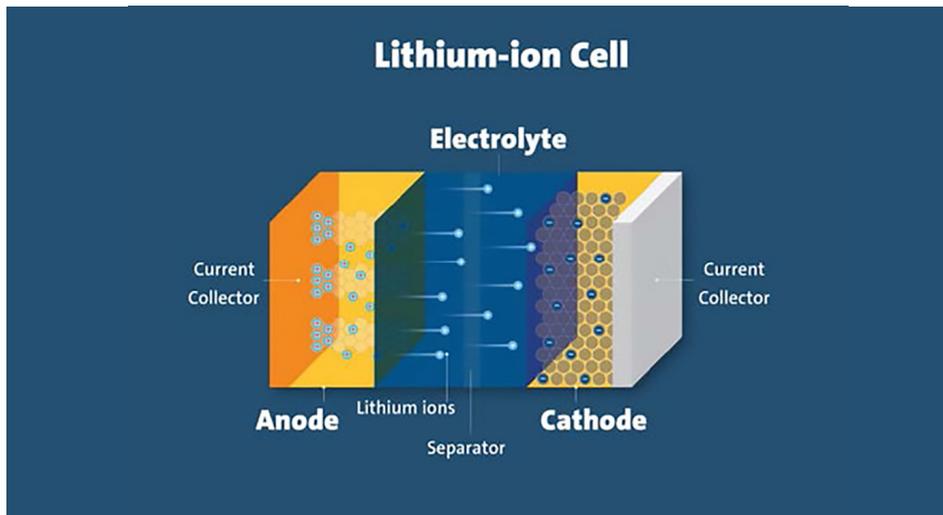


Figure 1. Source : UL Research Institutes

la cellule chimique, les ions lithium commencent à s'écouler vers l'arrière pendant le cycle de charge et de décharge. Les réactions d'oxydation et de réduction dans la batterie entraînent sa charge et sa décharge (fig. 1,2).

FABRICATION

1. Tri : Généralement, les cellules sont importées par les fabricants en Inde et pour s'assurer qu'aucune cellule défectueuse n'entre dans la ligne de fabrication, elles sont triées manuellement en vérifiant chaque cellule pour détecter des déformations visibles, des fuites ainsi que la plage de résistance interne. Ces facteurs déterminent l'état de la cellule et garantissent la qualité du produit final.
2. Fabrication d'un bloc : Toutes les cellules sont soudées ensemble dans un bloc en série ou en parallèle en fonction des caractéristiques de sortie requises. Cela constitue la structure de base du bloc-batterie. Au cours de ce processus, le bloc est contrôlé à la main pour détecter

les déformations causées par la soudure. La résistance interne et la résistance externe déterminent si le bloc peut être acheminé vers la ligne de fabrication.

3. Combinaison des blocs-batteries : Les blocs-batteries sont connectés à l'aide de circuits et d'un système de commande. Cela complète le processus de fabrication du bloc-batterie au lithium-ion distribué aux entreprises qui fabriquent des véhicules électriques.
4. Test : Le produit fini est testé en étant soumis à des cycles de charge et de décharge. Le comportement de la batterie est surveillé pendant ce processus. (fig. 3)

BASES DE L'IMAGERIE THERMIQUE

Le principe derrière l'imagerie thermique est le rayonnement infrarouge émis par un objet. Ce rayonnement est invisible à l'œil nu, mais peut être détecté à l'aide de caméras optimisées pour sa longueur d'onde spécifique. (fig. 4)

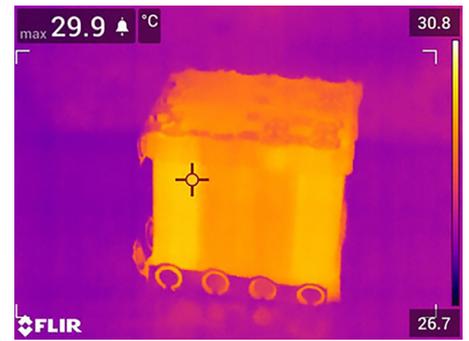


Figure 2. Image thermique d'un bloc-batterie composé de cellules LI-ion



Figure 3. Nissan, Sunderland, Usine au Royaume-Uni

Source : www.greencarreports.com

Bien que vous puissiez obtenir une estimation de la température d'un point à l'aide de thermocouples, ils ne peuvent que fournir les données d'un seul point à la fois et doivent être en contact étroit avec l'objet à mesurer. À l'aide de caméras thermiques, il est possible de voir une large gamme de points et de surveiller la température de l'objet, sans contact, à une distance de sécurité et en cours de fonctionnement. Ces caméras thermiques peuvent mesurer la température avec une précision de 0,1 degré Celsius. L'imagerie thermique est largement utilisée dans d'autres secteurs pour la sécurité et la protection contre les incendies, car il s'agit d'une méthode de test et de surveillance non destructrice et sans contact.

Figure 4. Source : UL Research Institutes

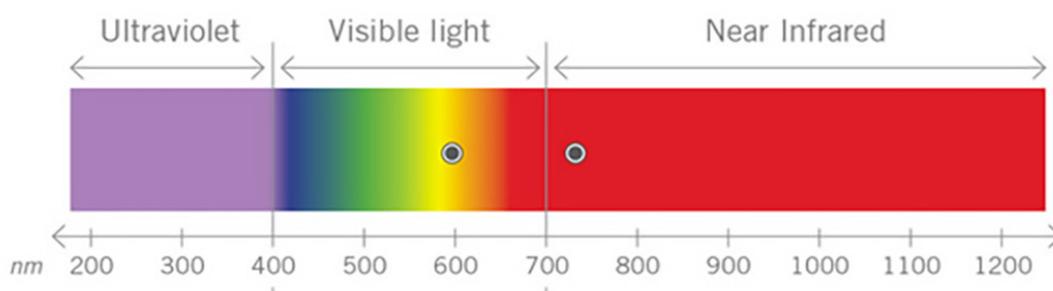




Figure 6. Hublots d'inspection infrarouge FLIR

VISIBLE vs INFRAROUGE

Il n'est possible de voir la signature thermique d'un objet que lorsqu'il atteint une température de 1 000 degrés C. Cependant, une caméra infrarouge peut capturer les signatures thermiques d'objets jusqu'à -60 degrés C à l'aide de ses détecteurs infrarouges.

La technologie infrarouge est accessible en l'absence de lumière, mais elle est très différente d'une caméra à vision nocturne. Les longueurs d'onde des deux caméras sont différentes. Une caméra à vision nocturne amplifie de petites quantités de lumière ; cependant, une caméra thermique capte les signatures thermiques émises par les objets. Les caméras infrarouges peuvent être utilisées dans l'obscurité absolue. (fig. 5)

CERTAINES CARACTÉRISTIQUES

Cette technologie présente certaines limites, car une caméra infrarouge ne peut pas voir à travers le verre : elle ne lit que les températures de surface. Cependant, cette technologie permet de voir à travers le brouillard, le

plastique fin et les fenêtres d'inspection infrarouge qui peuvent être installées dans les usines pour voir à travers les surfaces.

La résolution, la taille de l'objectif et le nombre de détecteurs déterminent la distance qui peut être observée depuis la caméra infrarouge. (fig. 6)

CERTAINES APPLICATIONS

Les caméras thermiques sont activement utilisées pour diverses applications dans différents secteurs. Voici quelques exemples de ses applications :

- Services d'électricité, pour la maintenance prédictive
- Secteur pétrolier et gazier, pour la maintenance prédictive, la visualisation des COV, l'inspection des fours et la surveillance des torchères
- Entreprises de fabrication
 - Maintenance préventive
 - Assurance Qualité
 - R et D

APPLICATIONS POUR L'IMAGERIE THERMIQUE DANS L'INDUSTRIE DES VE

SOUDURE

Les cellules au lithium doivent être soudées ensemble pour former un bloc-batterie. Cependant, si le soudage n'est pas effectué correctement, cela peut entraîner des défauts dans le produit final. La résistance et la sortie peuvent être affectées et la longévité de la batterie est directement affectée. Habituellement, le soudage est contrôlé manuellement par les ouvriers de l'usine. Cela implique une méthode de test destructrice qui peut entraîner la rupture de la cellule. Une méthode non destructrice et sans contact pour vérifier le joint soudé consiste à utiliser l'imagerie thermique. Nous pouvons facilement détecter un joint mal soudé par le léger écart de température affiché à sa jonction. Une jonction irrégulière ou une température légèrement élevée indique un soudage défectueux.

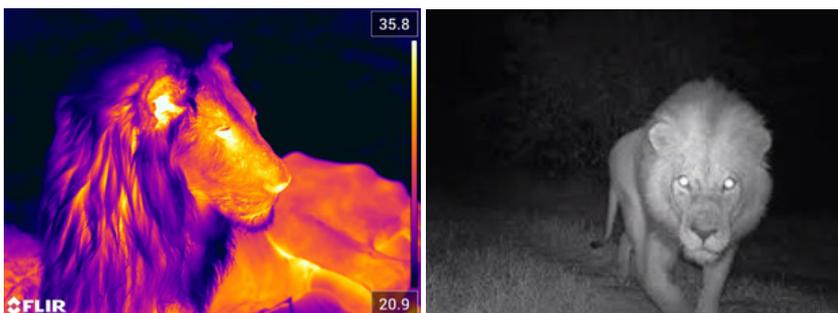


Figure 5. Un lion capturé par vision infrarouge vs vision nocturne

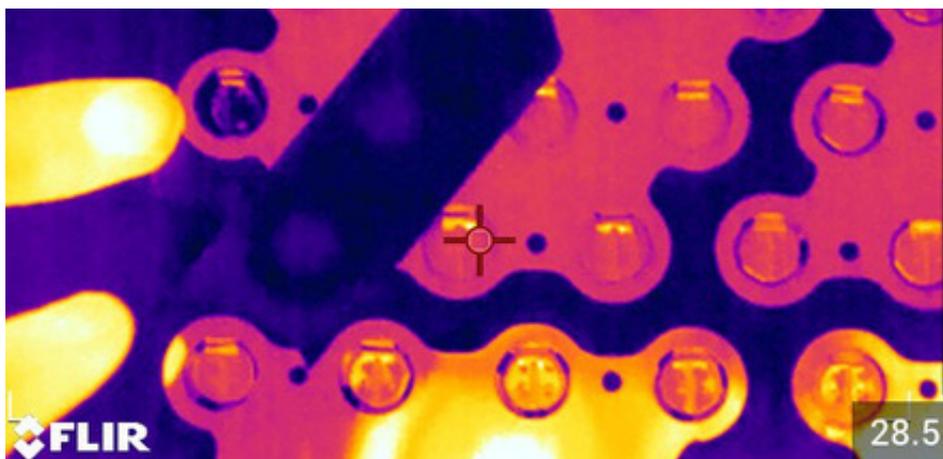


Figure 7. Identification des fuites cellulaires à l'aide d'une caméra FLIR de la série T

Cette méthode de test prévaut dans tous les secteurs aux États-Unis.

FUITE CELLULAIRE

Presque invisibles à l'œil nu, des fuites cellulaires peuvent survenir à tout moment pendant le processus de fabrication et peuvent endommager le bloc-batterie. Une cellule qui fuit peut être extrêmement dangereuse si elle entre en contact avec la peau. Nous pouvons utiliser des méthodes de détection comme le spectromètre de masse, mais il existe une meilleure méthode pour détecter ces petites fuites : l'imagerie thermique. Lorsque le joint de la cellule est rompu, le liquide est déposé sur la couche externe de la cellule et une différence de température est détectée. Une caméra thermique haute résolution peut identifier efficacement ces fuites minuscules en quelques secondes, sans contact, comme illustré sur la figure. (fig. 7)

TEMPÉRATURE INÉGALE

Même avec des tests approfondis à chaque étape, une cellule défectueuse peut parfois entrer dans la ligne de production. Pendant la phase de test, les cellules défectueuses peuvent afficher une légère différence de température. Cela peut être invisible à l'œil humain, mais peut être facilement capturé à l'aide d'une caméra thermique. Comme le montre la figure 8, la température légèrement élevée est capturée par la caméra avec un relevé de température précis à la décimale près.

Un autre exemple de température inégale pendant la fabrication est le test des blocs-batteries après leur assemblage. Pendant les cycles de charge et de décharge, les blocs-batteries ont tendance à chauffer. Cependant, pendant cette phase de test, il existe un risque élevé que le bloc-batterie s'enflamme si la température n'est pas surveillée. Cela peut être fait à l'aide d'un thermocouple, une méthode de contact non destructive, mais il n'est possible de surveiller la température que d'un seul point à la fois. Si un bloc-batterie au lithium prend feu dans l'installation, il sera vraiment difficile d'éteindre l'incendie car le lithium réagit très rapidement au contact de l'eau. (fig. 8)

CHARGE ET DÉCHARGE

La dernière phase de test comprend la charge et la décharge de la batterie au lithium-ion. Pendant cette phase, la température du bloc-batterie peut atteindre 5 ou 6 degrés Celsius au-dessus de la température ambiante. À l'aide d'une caméra thermique, nous pouvons enregistrer la température de surface du bloc-batterie au lithium-ion et estimer la température interne sans le toucher. Nous pouvons clairement voir les points chauds dans le bloc-batterie à travers la surface pendant qu'il est chargé. Cela nous aide à circonscrire un problème potentiel et son emplacement. (fig. 9) Les batteries testées peuvent être surveillées 24 heures sur 24 pour éviter les incendies potentiels si une unité chauffe.

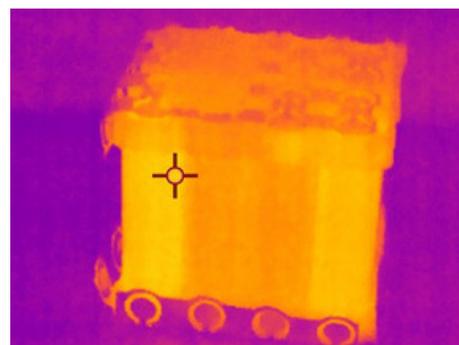
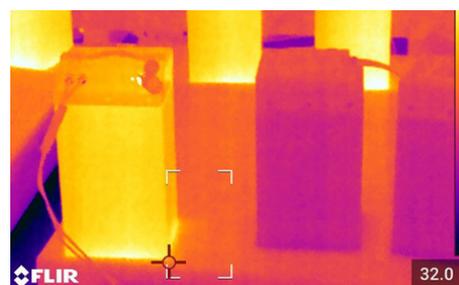


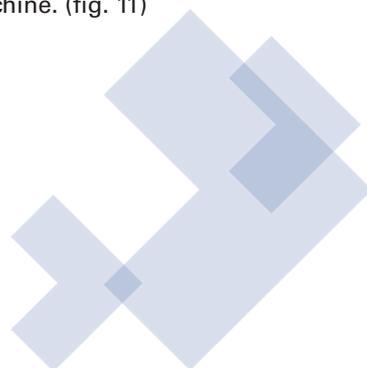
Figure 8. Température irrégulière affichée par la batterie au lithium



Batteries subissant un cycle de charge et de décharge

VÉHICULE ÉLECTRIQUE

Le véhicule électrique se compose de trois composants principaux : la batterie, le moteur et l'onduleur. Une fois le véhicule assemblé, la technologie thermique peut être utilisée pour surveiller son comportement thermique pendant son utilisation. (fig. 10) Cette application est extrêmement utile compte tenu de l'augmentation récente des incendies de véhicules électriques en Inde, car elle fournit non seulement des solutions pour la fabrication de batteries, mais est également capable de surveiller d'autres composants de la machine. (fig. 11)



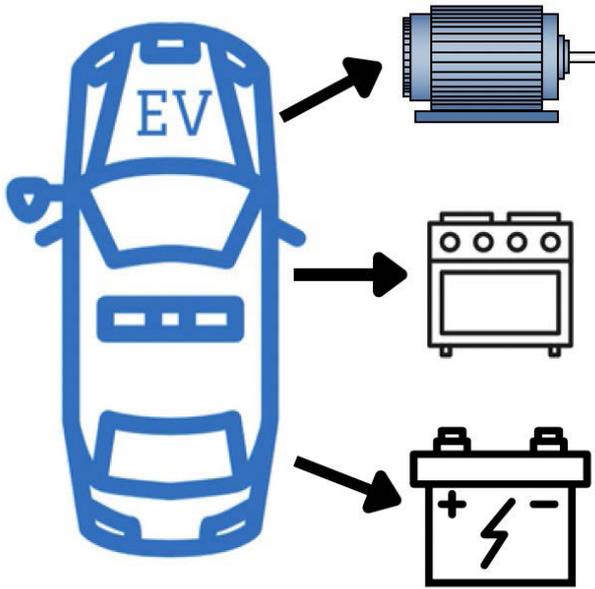


Figure 10.

CONCLUSION

Bien qu'il existe plusieurs méthodes préventives pouvant être utilisées dans la ligne de production de véhicules électriques, l'imagerie thermique assure la maintenance prédictive et la sécurité anti-incendie dans ce secteur particulier. Elle peut être appliquée à différentes étapes du processus de fabrication pour surveiller l'objet cible et vérifier l'existence de défauts. Cette technologie est non seulement utile pour identifier les défauts et les dysfonctionnements, mais elle est aussi cruciale pour la sécurité de la main-d'œuvre impliquée dans la fabrication, tout comme pour le client qui utilise le produit fini sous forme de véhicules électriques.

Ceux-ci sont susceptibles de prendre feu s'ils ne sont pas utilisés ou entretenus correctement. L'utilisation de cette technologie favorise la sécurité car elle capte rapidement une légère différence de température et identifie les inégalités thermiques qui sont le symptôme d'une machine

susceptible de prendre feu.

Bien que les systèmes défectueux puissent ne pas être détectés par une inspection manuelle, ces risques disparaissent avec une caméra thermique, car celle-ci fonctionne dans la plage infrarouge, convertissant ainsi les signatures thermiques en un signal visuel.

Au fur et à mesure que la demande et l'offre augmentent dans ce secteur, il faudra également disposer de tests et de données plus fiables pour la prévention et la sécurité. À ces fins, l'imagerie thermique s'avère être une option plus que viable car elle réduit la probabilité de défaillance des véhicules électriques.

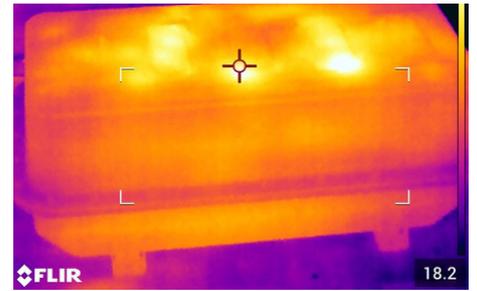


Figure 9. Un bloc-batterie durant un cycle de charge



Figure 11. Image de l'intérieur d'un véhicule électrique

Merci tout particulièrement à Halcyon Technologies, un distributeur FLIR agréé dans l'ouest de l'Inde, pour son assistance et son soutien pour ce livre blanc.

*Auteur : Veronica Singh,
Université de Colombie-Britannique,
Vancouver*



POUR PLUS D'INFORMATIONS SUR LES CAMÉRAS THERMIQUES OU SUR CETTE APPLICATION, CONSULTEZ LE SITE : [FLIR.COM/INSTRUMENTS/MANUFACTURING](https://www.flir.com/instruments/manufacturing)

Teledyne FLIR, LLC
27700 SW Parkway Avenue
Wilsonville, OR 97070
États-Unis
TÉL. : +1 866.477.3687

Les spécifications peuvent être modifiées sans préavis.

©Copyright 2024, Teledyne FLIR, LLC.

Les autres marques et noms de produits sont des marques déposées de leurs propriétaires respectifs. Les images affichées ne sont pas nécessairement représentatives de la résolution réelle de la caméra présentée. Les images ne sont fournies qu'à des fins d'illustration.