

La soudure de cellules 18650 au lithium

1 Les risques et/ou conséquences sur la santé¹

Risque électrique

- Electrification, voire électrocution (brûlures internes, contractions musculaires, perturbations du rythme cardiaque, décès...)
- Arc flash (brûlures externes, projections de métal en fusion, atteintes oculaires et auditives...)

- Contact direct ou indirect avec les bornes ou les connectiques de la batterie
- Mise en court-circuit de la batterie
- Création d'un arc lors des opérations de déconnexion de la batterie

Risque chimique

- Présence d'électrolyte dangereux et d'électrodes renfermant des oxydes métalliques toxiques (conséquences selon composition : brûlures de la peau, effets néfastes sur certains organes en cas d'ingestion, d'inhalation ou de contact cutané, lésions oculaires graves, allergie cutanée...)
- Ecoulement ou dégagement gazeux de composés dangereux en cas d'utilisation abusive (expositions par inhalation et par contact cutané)

- Emballement thermique de la batterie suite à un dysfonctionnement : fuites d'électrolyte et dégagement de composés dangereux
- Chargeur non adapté ou utilisation abusive
- Libération de poussières toxiques lors des procédés de recyclage des batteries

Risque incendie / explosion

- Formation d'atmosphères explosives
- Création d'une source d'inflammation, départ d'incendie (échauffement, flammes, court-circuit...)
- Projection de matière enflammée (électrodes, électrolyte)

- Emballement thermique de la batterie suite à un dysfonctionnement : dégagement gazeux
- Chargeur non adapté
- Utilisation d'électrolytes et d'électrodes combustibles ou inflammables (dont lithium et ses alliages)

Risques de troubles musculosquelettiques (TMS) (douleurs au dos, douleurs des membres supérieurs)

- Manutention de batteries lourdes
- Gestes répétitifs (par exemple lors du tri)
- Postures contraignantes

¹ <https://www.inrs.fr/metiers/energie/utilisation-batteries-lithium.html>

2 Risques dus à la cellule²

2.1 Causes d'une cellule endommagée

- Court-circuit interne ou externe par mauvaise manipulation³.
- Défaut de fabrication.
- Exposition des cellules à des températures élevées ou stockage prolongé à des températures très basses, à des rayonnements thermiques.
- Endommagement de l'enveloppe suite à perçage, coupure, ouverture, choc, chute, écrasement, rouille...
- Utilisation d'un chargeur ou d'un BMS inadapté.
- Surcharge, surchauffe et/ou surtension.

2.2 Conséquences d'une cellule endommagée

Un apport d'énergie thermique élevée à la cellule conduit d'abord à l'évaporation de l'électrolyte, créant ainsi de la chaleur supplémentaire et des gaz combustibles. Si la pression dépasse un certain point, des gaz inflammables sont libérés et forment un mélange inflammable avec l'oxygène de l'air : des flammes apparaissent à l'extérieur de la cellule. L'échauffement thermique d'une seule cellule suffit à chauffer les cellules voisines du pack de cellules conduisant à une forte réaction en chaîne aux conséquences graves. Une fois cette réaction en chaîne enclenchée, il ne faut que quelques minutes pour que la cellule ou le pack de cellules brûle de manière explosive.

En résumé :

- Emballement thermique d'une cellule.
- Création éventuelle d'une atmosphère explosive (rare).
- Dégagements gazeux dangereux (rare).
- Fuite de l'électrolyte.
- Incendie.
- Flash électrique.
- Explosion.

² La cellule est l'élément de base. Ici il s'agit du modèle 18650 (18 mm de diamètre, 65 mm de hauteur, de forme cylindrique, tension nominal 3,7V). Un ensemble de cellules s'appelle un pack et un ensemble de pack, une batterie.

³ Exemple de court-circuit volontaire d'une cellule 18650 : <https://www.youtube.com/watch?v=7Zwx2f4DQGk>

3 Les protections à mettre en place

3.1 Protections individuelles

- Écran faciale : protection de la face (yeux, visage, cheveux...) contre les projections et les flashes électriques (cf. ANNEXE).
- Gants : protection contre l'électrisation (pack de cellules avec tension > 50 VDC), contre les brûlures et les contacts chimiques.
- Blouse ou tablier en coton : protection contre les flammes, les projections chimiques ou métalliques.

3.2 Protections collectives

- Couverture couvrante anti-feu⁴ pour contenir les flammes et les projections, pour couper l'apport d'oxygène (cf. ANNEXE).
- Récipient en métal (seau, bac, coffre...) rempli de Vermiculite.
- Vermiculite en réserve (cf. ANNEXE).

Et/ou

- Pour éteindre un feu provoqué par une cellule ou un pack Lithium-Ion, il est indispensable de s'équiper d'un extincteur LithEx⁵ à base d'AVD (Dispersion de Vermiculite Aqueuse) composé à 17% de Vermiculite et de 83% d'eau. Sa composition le rend non toxique pour les personnes, biens et environnement.



Figure 1: Extincteur LithEx pour cellules 18650

⁴<https://www.leroymerlin.fr/produits/outillage/outillage-specialise/outillage-du-soudeur/pare-flamme/toolcraft-1577226-couverture-anti-feu-avec-boitier-110-cm-x-110-cm-x-0-5-mm-88328014.html?Megaboost>

⁵https://www.studiosport.fr/extincteur-1l-avd-special-lithium-eurofeu-a26053.html?gclid=CjwKCAjwvvpCkBhB4EiwAujULMj2In5QTs6N_gAcKW9gAFR2ViGQ0L3kvfkfUpzYfnXIHUHJ43R3uixocUGsQAvD_BwE

3.3 Inspection de l'aspect extérieur de la cellule

Il faut inspecter visuellement l'enveloppe des cellules pour séparer les éléments endommagés des autres cellules.

- Enveloppe en mauvais état ou borne rouillée.
- Cellule gonflée, déformée, écrasée.
- Cellule présentant un écoulement ou dégagement gazeux.
- Cellule chauffant anormalement.
- Cellule ne tenant plus la charge.
- Tension en dessous de 2,5 Volts⁶.
- Il faut noter les informations écrites sur le corps des cellules
Format : 18650, 21700, 26650...
- Courant de décharge instantané en Ampère
- Tension nominale en Volt
- Capacité de stockage d'énergie en mAh
- Nom du fabricant
- Masse en gramme
- Référence⁷ pour obtenir la datasheet (cf. akkuteile.de, lygte-info.dk)



Figure 2: Cellule SAMSUNG ICR18650-28A 2800mAh 3,7V

En moyenne, la durée de vie d'une cellule lithium-ion est de 3 à 8 ans suivant l'utilisation qui en est faite.

⁶ Si la tension est comprise entre 2,0V et 2,5V, à l'aide d'un chargeur à courant faible, charger la cellule sous 100mA et 4,2V. Si la cellule commence à charger, elle peut être restaurée. Arrêter la charge dès que la tension atteint 3V et passer à un chargeur dédié.

⁷ Ex : ICR18650-28A, I est la classe de technologie, C pour le matériau de la cathode (C pour Cobalt, M pour Manganèse, F pour Phosphate de Fer), R pour batterie, 1865 pour le diamètre de 18mm et la hauteur de 65mm et 0 pour la forme cylindrique (1 pour parallélépipédique), 28A pour capacité théorique de 2800 mAh.

4 Intervention sur un départ de feu

- Donner immédiatement l'alerte et faire évacuer la salle dans le calme, agir en toute sécurité.
- Si possible, jeter la cellule dans un seau métallique contenant au préalable de la Vermiculite.
- Couvrir la cellule en feu par une grande quantité d'agents extincteurs agissant par isolement du combustible : sable sec, Vermiculite, extincteur adéquat.
- Intervenir rapidement sur le foyer ou agir sur son environnement (on limite la propagation en couvrant d'une couverture anti-feu)

Recommandations

- Les cellules doivent avoir les bornes protégées (ruban Kapton) pour prévenir les risques de court-circuit.
- Il ne faut jamais charger une cellule qui paraît endommagée ni complètement déchargée (tension < 2,5V).
- Il ne faut jamais laisser une cellule ou une batterie en charge sans surveillance
- Il faut charger une cellule ou une batterie avec un chargeur adapté.
- Il faut éviter les décharges complètes et les charges rapides.

6 Méthodes de soudure pour cellule 18650

Pour assembler un pack de cellules, il est obligatoire d'avoir un plan précis du montage des éléments à relier. Bien repérer les cellules montées en série et en parallèle en recherchant toute erreur de positionnement qui conduirait à un court-circuit. Avoir en tête que souder un nombre important de cellules conduit à un relâchement de l'attention et donc cause d'erreur de manipulation.

Dans ce document, lorsqu'on parle de cellule, il s'agit toujours de cellule neuve ou quasi neuve. La soudure de cellules inconnues de récupération est l'objet d'un autre document.

6.1 La soudure classique au fer à souder

Avertissement : Ce n'est pas une méthode conseillée et les fabricants de cellules l'interdisent. La chaleur apportée par le fer à souder se propage dans l'électrode d'autant plus que la soudure prend du temps. La chaleur risque de produire des gaz dans l'électrolyte et faire gonfler la cellule, pouvant provoquer une explosion ou un incendie.

C'est une méthode longue et fastidieuse qui ne peut s'appliquer qu'à quelques cellules tout au plus. C'est une solution de dépannage lorsqu'on ne possède pas de soudeuse par point et réservée à un public averti.

6.1.1 Mise en œuvre⁸ :

- Dépolir ou meuler la surface à souder de la cellule.
- Déposer un décapant ou un flux de soudure à l'étain-plomb⁹ sur la surface à souder de la pile.
- Utiliser un fer suffisamment puissant (>50W) à panne plate pour étamer la surface (température >350°) avec un fil d'étain-plomb.
- Étamer rapidement (< 2s) la surface.
- Faire les mêmes opérations pour le conducteur.
- Souder rapidement (<2s) le fil sur la cellule et maintenir l'ensemble fixement le temps que la soudure se solidifie.

6.1 La soudure par point

Il est fortement conseillé de procéder à des tests avec la soudeuse par point et le ruban de Nickel sur une cellule de récupération afin de déterminer les réglages optimaux en puissance, en durée, voire en épaisseur de ruban en Nickel. En général, commencez par un test à mi- puissance et à une durée de 30 ms.

Testez la qualité de la soudure en arrachant le ruban soudé de la cellule de test. Si la soudure est bonne, le ruban se déchire plus qu'elle ne se dessoude.

Manipuler les cellules avec des gants adaptés, les bandes de Nickel sont extrêmement tranchantes et certaines cellules peuvent exceptionnellement suinter de l'électrolyte.

⁸ Équipements de protection obligatoire : lunettes ou visière, vêtements ininflammables, couverture anti-feu, gants, seau en métal et Vermiculite

⁹ La soudure sans plomb a un point de fusion plus élevé (> 30°) que le soudure étain-plomb, augmentant largement le temps de soudure.

6.1.1 Matériel nécessaire :



Figure 3 : 8000w Domestic Spot Welder 18650 Lithium Battery

- Appareil de soudure par point
- Bandes de Nickel de 8 mm de largeur et de 0,1 mm à 0,12 mm d'épaisseur.
- Lime fine, toile émeri et/ou Dremel.
- Joints d'isolation pour cellule 18650 pour isoler la borne positive de la cellule de sa carcasse négative (cf. ANNEXE).
- Support de cellule 18650 (cf. ANNEXE).
- Ruban adhésif en Kapton largeur de 20 mm à 100 mm.
- Matériel de protection individuel et collectif (cf. ANNEXE).

6.1.2 Procédure :

- Procéder à un examen visuel de la cellule et l'éliminer au moindre dommage (déformation, fuite, trace de choc...).
- S'assurer que la surface de la borne de la cellule à souder est propre, lisse et brillante, sinon passer de la toile émeri, une lime ou une Dremel.
- Fixer un joint d'isolation sur la borne positive de la cellule.
- Positionner la cellule verticalement sur son support.

- Démarrer la soudeuse.
- Régler la soudeuse par point en puissance et en durée avec les valeurs trouvées lors des tests.
- Positionner la bande de Nickel neuve, donc lisse et brillante, sur la borne de la cellule et maintenir en appuyant fermement avec l'une des pointes d'électrode de la soudeuse.
- Appuyer fermement avec la pointe de seconde électrode de la soudeuse, à quelques mm de la première pointe.
- Soit la soudeuse se déclenche via une pédale, alors lancer la soudure, soit elle se déclenche via un décompte pré réglé, alors attendez que la soudure se produise puis levez les pointes des électrodes.
- Faire au moins 4 points de soudure par borne.
- Vérifier visuellement l'état de la soudure.

Lorsque le pack est terminé, protéger immédiatement les bornes des cellules par du ruban Kapton.

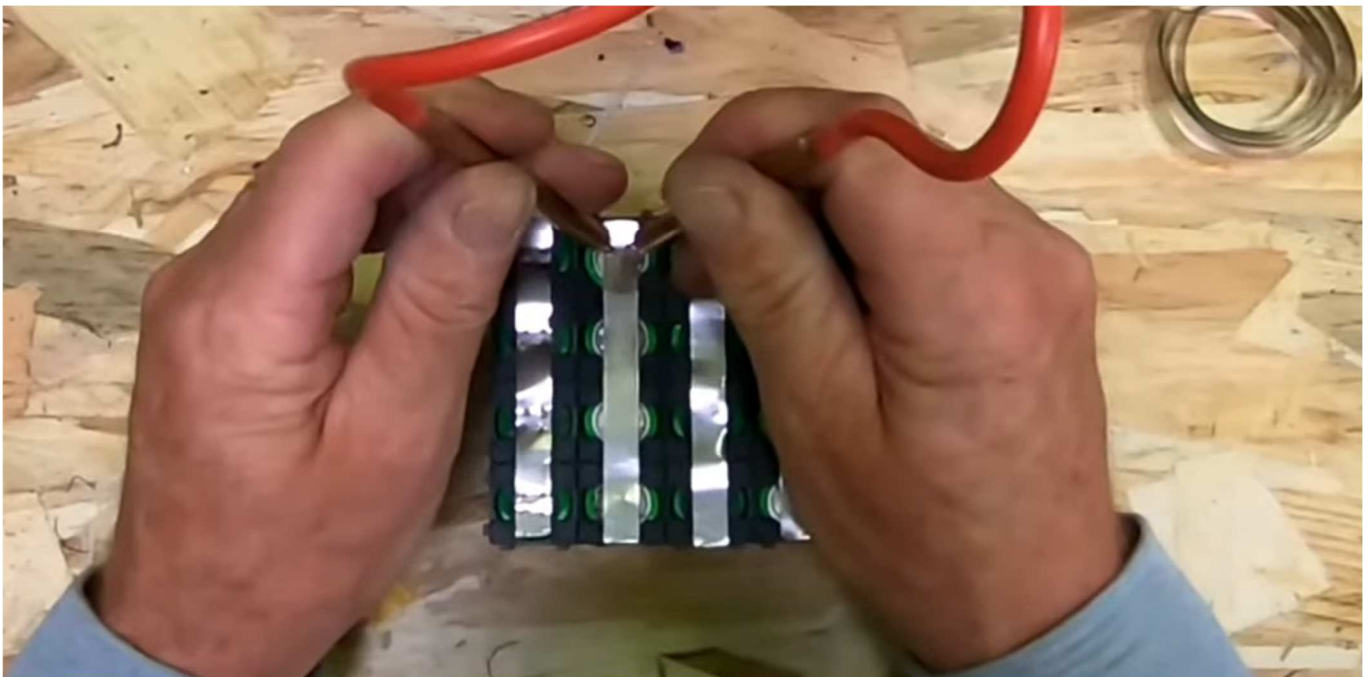


Figure 4: Soudure par point d'un pack de cellules 18650

Bon courage !

ANNEXE

JOITS D'ISOLATION POUR CELLULE 18650



SUPPORT CELLULE 18650

1X1



COUVERTURE ANTI-FEU



Réf 88328014
TOOLCRAFT 1577226 Couverture anti-feu avec boîtier 110 cm x 110 cm x 0.5 mm

[Déposer un avis](#) [Poser la dernière question](#)

Offre partenaire

+ 2 offres à partir de 26.52 € >

10.99 €

dont 0.00 € éco-part au recyclage des D3E ⓘ

Exclu web, non vendu en magasin

Vendu et expédié par CONRAD

Quantité

- 1 +

Ajouter au panier

Acheter en magasin

Pour découvrir nos stocks et nos meilleurs prix, choisissez votre magasin.

[Sélectionner un magasin](#)

Commander en ligne

Livraison en 8 jours ouvrés chez vous dès 6.99 €

ⓘ Livraison en France hors D.O.M. et T.O.M, conditions pour les commandes en ligne exclusivement.

VERMICULITE

Boules de feu Granulat extingueur pour batteries au lithium, protection incendie, agent extingueur 1 litre



8,80 € *

Prix TTC hors frais de livraison

Réf. d'article : FIREBALL1

● Prêt à expédier immédiatement

ouvrés

- 1 +

OU ...

PayPal Payer

Comparer Se souv. ⚡

VISIÈRE DE PROTECTION

