



Résumé de recherche - Évaluation et analyse des batteries au lithium ionique non conformes aux normes selon les tests du manuel UN 38.3

Direction générale du transport des marchandises dangereuses | Division de la recherche scientifique

CONTEXTE

Les batteries au lithium ionique (BLI) sont utilisées comme moyens de stockage d'énergie légers et durables. Les BLI sont des marchandises dangereuses de classe 9, et celles endommagées, mal manipulées ou défectueuses peuvent déclencher un incendie. Les incendies de BLI sont particulièrement dangereux pendant le transport aérien, car il peut être très difficile de les éteindre.

Pour minimiser les dangers qui pourraient survenir pendant le transport par tous les modes (y compris le transport aérien), le transport des BLI au Canada est visé par le *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (RTMD). Le RTMD exige que les BLI soient soumises aux tests décrits à la sous-section 38.3 de la partie III du Manuel des épreuves et des critères de l'Organisation des Nations Unies (UN 38.3) avant d'être transportées.

Comme les BLI non conformes (les BLI qui échouent aux tests UN 38.3) sont une préoccupation croissante ^[1]^[2], cette étude visait à vérifier la conformité des BLI à la réglementation actuelle sur le transport et

aux critères des tests 38.3 de l'Organisation des Nations Unies (ONU) pour déterminer si des BLI non conformes sont transportées et quels pourraient être les dangers liés à leur transport.

OBJECTIFS

Cette étude avait pour principal de vérifier la présence des BLI non conformes dans le réseau de transport et d'examiner la gravité des dangers qu'elles posent en cas d'échec aux tests UN 38.3.

L'étude portait également sur la manière dont les fournisseurs transportent les BLI ainsi que sur la conformité de l'emballage et de l'étiquetage à la réglementation en vigueur. L'objectif consistait à déceler tout point commun entre les BLI non conformes qui pourrait améliorer leur détection avant ou pendant leur transport.

Cette étude avait pour troisième objectif de mener une analyse en cours de démontage sur les batteries non conformes afin de comprendre ce qui a pu causer leur défaillance.

MÉTHODES

Le choix des batteries testées dans cette étude a été fondé sur celles ayant le plus grand volume d'achat par les consommateurs sur les sites de ventes en ligne mondiaux. Les batteries d'outils électriques et les batteries de remplacement pour téléphones intelligents se sont révélées être vendues en quantités importantes sur tous les sites de vente en ligne étudiés. Les BLI de trois (3) modèles d'outils électriques et d'un (1) modèle de téléphone intelligent ont été retenues aux fins de l'étude.

Pour chaque modèle, on a retenu un (1) ensemble de BLI provenant du fabricant d'équipement d'origine (FEO) et cinq (5) ensembles de BLI de remplacement provenant de fabricants tiers (un ensemble est constitué de 25 unités identiques de batteries). Le choix des ensembles tiers a été fondé sur le coût, les critiques, les spécifications annoncées, la méthode d'expédition et les certifications annoncées. Les ensembles ont été identifiés par modèle d'équipement (A, B, C pour les outils électriques et D pour le téléphone intelligent) ainsi que par une valeur numérique allant de 1 à 6, les batteries de FEO se voyant attribuer le numéro 1 (A1, B1, C1, D1).

Les tests UN 38.3 ont été effectués conformément au Manuel des épreuves et des critères de l'ONU, 7^e édition ^[3]. Les épreuves comprenaient huit (8) tests distincts, soit T.1 à T.8. Pour les BLI retenues aux fins de l'étude, les tests T.6 et T.8 n'étaient pas requis pour les « petites batteries rechargeables ». Les tests T.1 à T.5 ont été réalisés de manière séquentielle sur la même batterie, tandis que le test T.7 a été réalisé sur une batterie distincte qui n'a pas subi les tests précédents. Les tests portaient sur les caractéristiques suivantes :

- T.1 - Simulation d'altitude
- T.2 - Épreuve thermique
- T.3 - Vibrations
- T.4 - Choc
- T.5 - Court-circuit externe
- T.7 - Surcharge

Pour étudier la façon dont les colis contenant des BLI étaient expédiés, une liste de vérification d'inspection a été élaborée avec l'aide des inspecteurs du transport des marchandises dangereuses de Transports Canada. Cette liste de vérification a été utilisée pour documenter et photographier les colis de manière détaillée et cohérente, y compris les instructions pour demander un résumé des tests UN 38.3 et déterminer l'état de charge (EC) de la BLI.

RÉSULTATS

Comme le montre le tableau 1, tous les ensembles provenant du FEO ont passé les tests UN 38.3 requis. Dix des vingt (20) ensembles de BLI testés provenant de tierces parties ont échoué aux tests UN 38.3. Des non-conformités ont été constatées lors des tests T.3 - Vibrations, T.5 - Court-circuit externe, et T.7 - Surcharge. Les ensembles qui ont échoué aux tests T.5 et T.7 ont eu tendance à provoquer des incendies et des explosions.

Tableau 1. Aperçu des résultats des tests UN 38.3

Ensemble	Résultat	Non-conformités (NC)
A1	RÉUSSITE	-
A2	ÉCHEC	1 NC au T.3 Vibrations 1 NC au T.5 Court-circuit externe
A3	ÉCHEC	3 NC au T.3 Vibrations
A4	ÉCHEC	5 NC au T.5 Court-circuit externe 7 NC au T.7 Surcharge
A5	RÉUSSITE	-
A6	ÉCHEC	1 NC au T.3 Vibrations
B1	RÉUSSITE	-
B2	ÉCHEC	4 NC au T.7 Surcharge
B3	RÉUSSITE	-
B4	RÉUSSITE	-



Ensemble	Résultat	Non-conformités (NC)
B5	RÉUSSITE	-
B6	RÉUSSITE	-
C1	RÉUSSITE	-
C2	ÉCHEC	1 NC au T.5 Court-circuit externe
C3	RÉUSSITE	-
C4	ÉCHEC	1 NC au T.3 Vibrations
C5	ÉCHEC	1 NC au T.3 Vibrations 2 NC au T.7 Surcharge
C6	ÉCHEC	7 NC au T.3 Vibrations
D1	RÉUSSITE	-
D2	RÉUSSITE	-
D3	RÉUSSITE	-
D4	RÉUSSITE	-
D5	RÉUSSITE	-
D6	ÉCHEC	1 NC au T.3 Vibrations

Lors de défaillances de BLI déclenchant un incendie ou une explosion, il était typique de voir une variation brusque de tension et une chute de courant au moment de la défaillance. La figure 1 illustre des batteries de l'ensemble B2 après l'extinction de l'incendie et le dégagement de la fumée, révélant l'étendue de la défaillance, y compris les éléments de batterie carbonisés ou autrement recouverts de débris.



Figure 1. Les conséquences d'un incendie et d'une explosion d'une batterie de l'ensemble B2 pendant le test de surcharge T.7

Un certain nombre de colis reçus contenant des BLI présentaient des bosses sur la boîte extérieure. Cependant, étant donné que des colis non endommagés ont donné lieu à des échecs et que des colis endommagés ont donné des résultats satisfaisants, l'état des colis à la réception ne semble pas avoir de corrélation avec les résultats des tests UN 38.3.

Bien que l'on ne s'attende pas à ce qu'un vendeur fournisse un rapport sommaire des tests UN 38.3 avec chaque envoi, il doit le fournir sur demande ^[3]. En pratique, il a été difficile de communiquer avec les vendeurs, et ceux que l'on a pu joindre étaient soit incapables d'en fournir un, soit ne savaient pas de quoi il s'agissait, soit fournissaient un rapport sommaire qui ne correspondait pas à l'étiquette de la BLI ou au type/design de la BLI reçue.

Les batteries au lithium expédiées sous l'appellation réglementaire UN3480, PILES AU LITHIUM IONIQUE et transportées par voie aérienne doivent afficher un état de charge (EC) de 30 % ou moins. Cet EC inférieur fournit un degré de protection supplémentaire pendant le transport et réduit la probabilité et la gravité d'un événement thermique. Seuls trois ensembles ont pu être confirmés comme ayant été expédiés par voie aérienne : A4, B2, et C6. Ces trois (3) ensembles avaient des BLI qui ont été testées comme ayant un EC supérieur à 30 %.

Différents emballages et étiquetages sont nécessaires en fonction du pays de destination, du mode de transport, du contenu en lithium et de la puissance totale des BLI individuelles. Dans le cadre de cette étude, les batteries ont été expédiées aux États-Unis pour être testées. Les exigences d'emballage et d'étiquetage aux États-Unis (49 CFR, 173.185) ont donc servi à déterminer leur conformité ^[4]. 16 des 24 ensembles avaient des emballages ne comportant pas les indications,

l'étiquetage et/ou ne répondant pas aux exigences d'emballage approprié, et ces non-conformités ont été constatées aussi bien pour les batteries du FEO que pour celles provenant de tierces parties. 10 des 24 ensembles avaient des colis entièrement non déclarés. Le tableau 2 présente un résumé de toutes les non-conformités.

Tableau 2. Résumé des résultats des non-conformités

Ensemble	Tests UN 38.3	Emballage /Étiquette	État de charge
A1	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
A2	ÉCHEC	ÉCHEC	S.O.
A3	ÉCHEC	RÉUSSITE	S.O.
A4	ÉCHEC	ÉCHEC	ÉCHEC
A5	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
A6	ÉCHEC	ÉCHEC	S.O.
B1	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
B2	ÉCHEC	ÉCHEC	ÉCHEC
B3	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
B4	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
B5	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
B6	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
C1	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
C2	ÉCHEC	RÉUSSITE	S.O.
C3	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
C4	ÉCHEC	ÉCHEC	S.O.
C5	ÉCHEC	ÉCHEC	S.O.
C6	ÉCHEC	ÉCHEC	ÉCHEC
D1	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
D2	RÉUSSITE	RÉUSSITE	S.O.
D3	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
D4	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
D5	RÉUSSITE	ÉCHEC	S.O.
D6	ÉCHEC	ÉCHEC	S.O.

Dans le cadre de l'analyse en cours de démontage, des examens de batteries ainsi que des examens de leurs piles individuelles ont été effectués sur les batteries du FEO ainsi que sur celles

provenant de vendeurs tiers (pour les ensembles A et B uniquement).

En termes de construction générale, seules de petites différences ont été observées entre les BLI, qu'elles réussissent ou échouent aux tests UN 38.3. La batterie A1 du FEO présentait des caractéristiques de sécurité supplémentaires, mais comme celles-ci n'étaient pas présentes sur le modèle B1 du FEO, on ne sait pas si ces caractéristiques rendraient une batterie plus susceptible de réussir aux tests UN 38.3. La batterie A4 présentait des soudures qui semblaient avoir été faites manuellement, avec des variations significatives de qualité et d'espacement dans chaque soudure, mais là encore, on ne sait pas si cette caractéristique rendrait une batterie plus ou moins susceptible de réussir aux tests UN 38.3.

La tomographie micro-informatique a démontré que les ensembles A4 et B2 présentaient des défauts notables pouvant entraîner des risques importants pour la sécurité, tels que les incendies et les explosions observés lors de leurs tests UN 38.3. Ces défauts comprenaient des piles avec des électrodes fortement désalignées [figure 2]. Un désalignement peut entraîner la formation de dendrites sur les électrodes, ce qui peut provoquer des courts-circuits et des conditions d'emballement thermique. Les désalignements peuvent survenir au cours de la fabrication ou d'un abus post-fabrication. Aucune autre pile ne présentait de défauts évidents pouvant entraîner des risques pour la sécurité. Aucun de ces résultats d'examen n'est nécessairement en corrélation avec les incendies/explosions survenus lors des tests UN 38.3, car l'examen a été effectué sur des batteries neuves provenant du même ensemble de batteries testées comme étant de qualité inférieure, mais pas sur la batterie défailante elle-même.



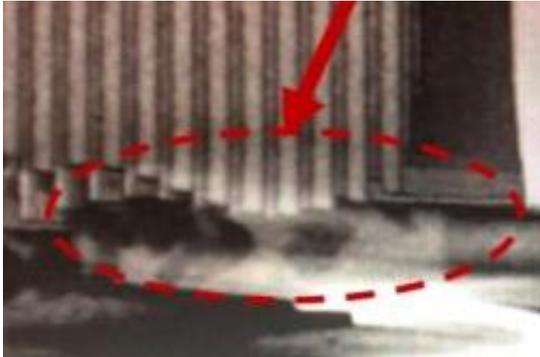


Figure 2. Électrodes mal alignées dans une pile de l'ensemble A₄

CONCLUSIONS

Cette étude révèle que les batteries de rechange provenant de tierces parties (et non du FEO) sont plus susceptibles d'être non conformes aux critères des tests UN 38.3, et qu'elles peuvent donc présenter un risque pour la sécurité plus élevé pendant le transport que celles provenant du FEO.

Les tests UN 38.3, la documentation supplémentaire sur les emballages et les analyses effectuées sur 24 ensembles de batteries ont révélé que :

- les quatre (4) ensembles de BLI du FEO étaient conformes aux critères des tests UN 38.3;
- dix (10) des vingt ensembles provenant de tierces parties avaient des batteries qui n'étaient pas conformes aux critères des tests UN 38.3 (50 %);
- les trois (3) ensembles expédiés par voie aérienne contenaient des BLI non conformes aux critères des tests UN 38.3 et ont été expédiés avec un EC supérieur aux 30 % autorisés;
- Les BLI tiers ayant une tension élevée (par exemple 20V) sont plus susceptibles d'être non conformes aux tests UN 38.3 que les BLI tiers ayant une tension plus faible.

- il a été difficile d'obtenir des vendeurs des rapports sommaires des tests UN 38.3;
- plus de la moitié des colis n'avaient pas d'étiquettes de marchandises dangereuses et/ou avaient un étiquetage incorrect (vendeurs tiers et FEO), et 10 des 24 ensembles avaient des colis entièrement non déclarés, dont un d'un FEO;
- les non-conformités aux critères des tests UN 38.3 ont été constatées indépendamment du poids du colis, de la manutention, du marché, de l'expéditeur, du service de messageries, de la conformité de l'emballage et de l'étiquetage et du mode de transport;
 - Pour les ensembles qui ont subi de graves défaillances lors des tests UN 38.3 (A4/B2/C2/C5), il s'est avéré que les batteries non conformes étaient moins chères et moins lourdes que leurs équivalents du FEO, et que leurs étiquettes comportaient des fautes de frappe et/ou des textes mal alignés.
- l'analyse en cours de démontage a révélé que les déficiences des piles utilisées dans les batteries de tierces parties étaient corrélées à une probabilité d'incident plus élevées que celles des batteries provenant du FEO.

MESURES À VENIR

Pour aider à traiter les risques de sécurité déterminés au cours de cette étude, Transports Canada élabore des stratégies pour accroître la sensibilisation et la conformité aux exigences de sécurité.

RÉFÉRENCES

- [1] United States Department of Transportation - Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, « Safety Alert - Transportation of Hoverboards (Lithium Battery Powered Vehicles) »
- [2] PRBA, « PRBA Urges Crackdown on Non-Compliant Lithium Ion Battery Manufacturers in China »
- [3] CEE-ONU, « Manuel des épreuves et des critères de l'ONU », sous-section 38.3, 7^e édition
- [4] Office of the Federal Register, « eCFR: 49 CFR Partie 173 -- Shippers -- General Requirements for Shipments and Packagings »
- Rapport** : Évaluation et analyse des batteries au lithium ionique non conformes aux normes selon les tests UN 38.3 (2022)
- Auteur** : Lu, Henry
- N° de TP** : 15550E
- ISBN** : 978-0-660-46834-1
- Numéro de catalogue** : T44-3/33-2022E-PDF

REMERCIEMENTS

Ce projet a été financé par Transports Canada et réalisé par l'Underwriters Laboratory (UL) et Conseil national de recherches Canada.

Des remerciements supplémentaires sont adressés au ministère des Transports des États-Unis et à la Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA)

COMMUNIQUER AVEC

Pour obtenir une copie du rapport, veuillez communiquer avec nous :

Division de la recherche scientifique de la DGTMD

TC.TDGScientificResearch-RecherchescientifiqueTMD.TC@tc.gc.ca

MOTS CLÉS

Batterie au lithium, tests UN 38.3, non conforme, conformité, UN3480, batterie au lithium ionique, téléphone intelligent, outil électrique, emballage, colis, transport, marchandises dangereuses.