

# La réglementation, la recherche en sécurité et le développement des nouvelles technologies : supercapacités pour l'automobile et piles lithium-ion pour le grand public et l'industrie

Jean-Bernard Kazmierczak, Patricia Vicot

▶ **To cite this version:**

Jean-Bernard Kazmierczak, Patricia Vicot. La réglementation, la recherche en sécurité et le développement des nouvelles technologies : supercapacités pour l'automobile et piles lithium-ion pour le grand public et l'industrie. Rapport Scientifique INERIS, 2007, 2006-2007, pp.67-69. ineris-01869093

**HAL Id: ineris-01869093**
**https://ineris.hal.science/ineris-01869093**

Submitted on 6 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PROCÉDÉS ET NOUVELLES TECHNOLOGIES

# La réglementation, la recherche en sécurité et le développement des nouvelles technologies Supercapacités pour l'automobile et piles lithium-ion pour le grand public et l'industrie

Marc Kazmierczak, Patricia Vicot

1



*Une pile au lithium prise dans un feu. On distingue des projections fusantes. Le bac fait 0,7 m. de long.*

*Une approche expérimentale systématique, incluant de nouveaux tests non prévus par la réglementation nous a ainsi conduits à identifier deux nouvelles classes de danger, et à proposer deux développements de barrière pour réduire à la source certains des risques ou dangers présentés par une pile au lithium :*
*- Barrière par détection : une pince électronique pour tester en sortie de fabrication la fiabilité d'une batterie de piles au lithium, incluant un algorithme capable de détecter une erreur humaine lors du câblage.*
*- Barrière par conception : un principe de conception du boîtier d'une pile ou d'un accumulateur, permettant de supprimer l'explosion violente en cas de feu.*

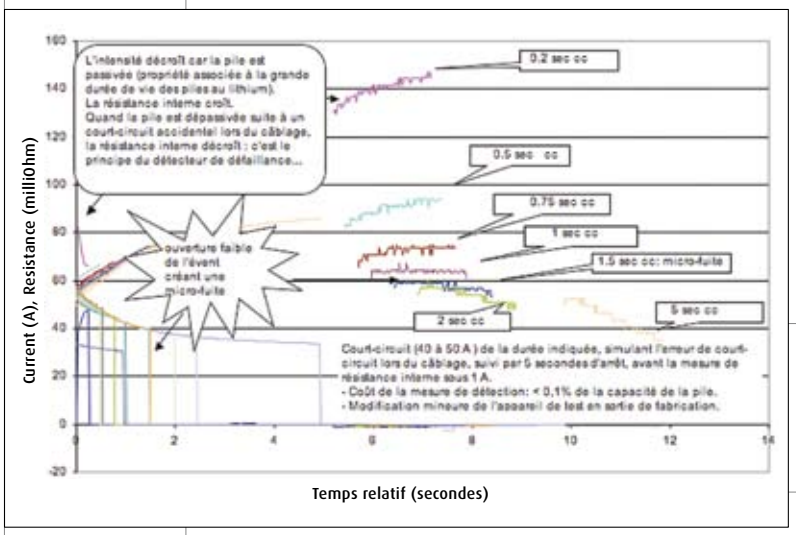
Pour assurer efficacement la maîtrise des risques, la réglementation doit s'appuyer sur une recherche pro-active et ce, dès la conception des nouveaux produits. À défaut, on peut craindre de voir se multiplier, dans les marchés de masse, les incidents dont les scénarios auront été mal identifiés par manque de connaissance des dangers relatifs à la technologie employée par les concepteurs.

## LA RÉDUCTION DU DANGER LIÉ AUX PILES LITHIUM-ION

Les batteries au lithium ont trouvé rapidement leur place dans de nombreux marchés de masse, compte-tenu de leurs performances exceptionnelles : leur durée de vie de dix ans est aussi associée à la légèreté et à une haute capacité de stockage en énergie. Mais la réglementation existante est-elle compatible avec cet essor rapide, caractérisé par la multiplicité des applications ? Que dire également des cas d'échauffements ou d'auto-combustion qui ont contraint plusieurs fabricants d'ordinateurs portables à rappeler des quantités massives de batteries au lithium pour éviter tout nouvel incident ?
L'analyse d'accident ne doit pas se résumer à une analyse *a posteriori* de la conformité aux réglementations relatives au transport ou à celles pouvant exister pour le stockage ou l'utilisation, notamment quand il s'agit de nouvelles technologies qui n'ont pas encore généré suffisamment de retour d'expérience.
L'étude d'un accident inexpliqué, sur un stockage dormant d'une dizaine de milliers de piles, pourtant qualifiées suivant un programme d'assurance qualité défini selon des normes militaires plus sévères, nous a confortés dans ce constat. Nous avons dû sortir du cadre initial de cette étude pour rechercher d'autre modes de défaillances que ceux envisagés par les essais réglementaires ou de qualité industrielle, et ainsi proposer une cause probable de l'incident observé.

### Réduire le risque à la source

- Certaines piles au lithium comportant un évent de sécurité peuvent perdre leur étanchéité suite à un très bref court-circuit (1 à 2 secondes) provoqué lors des soudures d'assemblage. Le défaut n'est pas détectable visuellement et son occurrence ne fait perdre que 0,5 % de la capacité de la pile, ce que le test de sortie de fabrication ne peut détecter. De la figure 2 a été déduit le principe d'une pince test permettant facilement de détecter ce bref court-circuit, grâce aux propriétés liées à la passivation naturelle des piles au lithium. Une barrière de détection, conçue à l'INERIS, consistant en un test simple en sortie d'assemblage de batterie de piles permet maintenant de détecter cette classe de défaillance inconnue jusqu'alors, et que nous avions reproduite expérimentalement. La mise en place de cette barrière permet d'éviter un défaut latent qui peut entraîner l'explosion de la pile, même après un an de stockage dormant.




*Corrélation entre dépassivation et l'apparition d'une microfuite sur l'évent de sécurité d'une pile au lithium industrielle : application à la détection en sortie de fabrication d'un bref court-circuit lors du cablage manuel de cinq piles unitaires.*

2

- Certaines piles au lithium, une fois complètement court-circuitées selon la procédure d'essai ONU (Manuel d'épreuves et de critères pour le transport des matières dangereuses), ne donnaient pas d'effets dangereux selon les critères du test réglementaire en vigueur en 1999 (Révision 3), qui recommande une observation limitée à une heure. Cependant, une semaine après ce test, on a observé l'explosion violente de cette pile déchargée, quelques minutes après que sa manipulation a révélé un léger échauffement. Le test réglementaire était donc insuffisant à l'époque, car il laissait penser aux utilisateurs que le danger d'explosion ou d'échauffement disparaissait quand ce type de pile était déchargé. Ce type de résultat, inédit à l'époque des essais, a donné lieu *via* le comité d'expert ONU à une première modification (Révision 4) en 2003 portant à 6 heures la durée d'observation après le test de court-circuit externe. Puis un amendement de cette Révision 4 est paru en 2005, et précise maintenant une durée d'observation de 7 jours.
- L'INERIS a également testé certains types de batteries au lithium pour téléphone portable, pour lesquelles l'explosion en cas d'incendie perd son caractère violent lorsque la batterie est chargée en dessous d'un seuil de charge de quelques dizaines de pourcents. Si le fabricant accepte de changer son seuil de charge en sortie de fabrication (souvent de 30 %), les effets attendus lors du transport ou du stockage peuvent être ainsi considérablement diminués.
- Certaines piles au lithium explosent lorsqu'elles sont soumises à un incendie. Des piles « boutons » (30-50 mAh) projettent ainsi violemment un des deux couvercles métalliques constituant le boîtier. L'INERIS a validé expérimentalement une barrière passive permettant d'écarter le scénario d'explosion, grâce à une analyse fine du phénomène, et généralisable à de plus gros éléments.

## Nanotechnologies pour les batteries au lithium

En 2007, l'INERIS et le Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides (CNRS Amiens) ont soumis le projet de recherche « BatteryNanoSafe » à la Région Picardie, pour prendre en compte la dimension environnementale et de sécurité dans le développement technologique de la nouvelle génération de batteries à ions Li à performances inégalées reposant sur l'utilisation des nanomatériaux. Ce projet permet de rapprocher ALISTORE, le réseau qui fédère de nombreux laboratoires européens autour de l'intégration

des nanotechnologies dans les batteries au lithium et l'INERIS dans le cadre du futur CERTES (Centre Européen de Recherche sur les Technologies de l'Environnement et de la Sécurité).

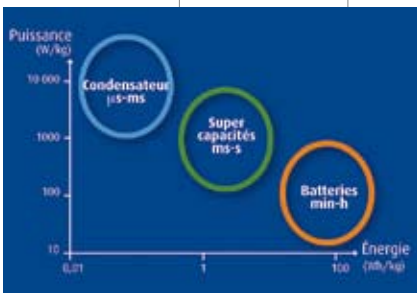
## LA RÉDUCTION DU DANGER LIÉ AUX SUPERCAPACITÉS

Comme le montre le véhicule de démonstration « Blue-Car » de BatScap, l'automobile « tout électrique » avance doucement vers l'industrialisation à destination du grand public. Ce nouveau marché, basé sur l'évolution des technologies des batteries contribuera à rendre concrète dans quelques années la charte de l'environnement, maintenant inscrite dans notre Constitution française depuis 2005.
Plus près de nos besoins, un véhicule essence réalise 15 % d'économie en énergie, en exploitant accélération et freinage récupératif. Cette avancée significative utilise une autre technologie novatrice en matière de stockage et transfert d'énergie : les « supercapacités ».
Sans offrir les capacités importantes des batteries, ces nouveaux composants permettent d'atteindre des rendements de stockage d'énergie supérieurs à 95 % et des durées de vie excédant celles des systèmes qu'elles intègrent.
Bus électriques et hybrides, tramways sans caténaire, trolley-bus, applications spatiales et militaires sont les futurs candidats à l'utilisation de cette technologie.
Mais y a-t-il là aussi de nouveaux dangers comme on l'a vu pour les batteries au lithium ?

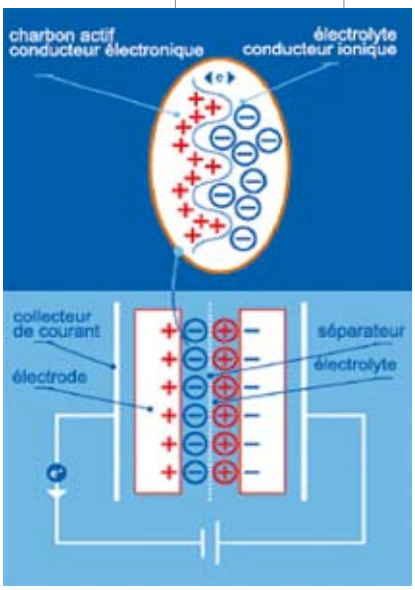
## De nouveaux dangers ?

L'INERIS a accompagné le développement des nouvelles technologies de BatScap en évaluant certains des effets dangereux, à prendre en compte en situation dégradée ou accidentelle, lorsque des supercapacités sont percées, écrasées, prises dans un incendie, ou mises en court-circuit. Là également, ces nouveaux composants qui intègrent des évents nécessitent une aide à la conception par des essais spécifiques.
À titre d'exemple, l'INERIS vient de valider un protocole expérimental consistant à court-circuiter un condensateur de 2 600 farads chargé à seulement 2,5 volts : le banc de décharge correspondant est spécialement conçu pour atteindre des courants initiaux de l'ordre de 4 000 A, afin d'observer l'absence d'effets dangereux dans cette situation.
Ces technologies d'essais « à façon » demandent une adaptation constante des moyens métrologiques réalisables dans nos laboratoires.

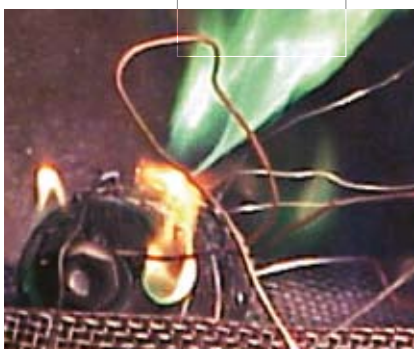
3




4




5




SUMMARY

### NEW TECHNOLOGIES AND SAFETY RELATED REGULATION ISSUES: THE ROLE OF RESEARCH

*This article explains how dedicated research is both helpful and desirable as early as the design stage to accompany the sustainable development of new technologies and consolidate a relevant regulatory context. This is illustrated through the brief description of 2 collaborative experimental works performed by INERIS and which concerned industrial parties in the field of energy storage: Li-ion batteries and supercapacitors for transport applications. In both cases and even in the absence of long term experience feedback (supercapacitors), deviation from normal operation of such new technologies have to be identified and analysed in terms of consequences through customised testing procedures.*