

INERIS

**RÉFÉRENTIEL DE CERTIFICATION DES CELLULES ET PACKS
POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES ET HYBRIDES
RECHARGEABLES**

Exigences générales relatives à la certification
Application aux éléments à base de Lithium

ELLICERT

VERSION E
(CORRIGÉE)

OCTOBRE 2012



Parc Technologique Alata BP 2 F-60550 Verneuil-en-Halatte
tél +33(0)3 44 55 66 77 fax +33(0)3 44 55 66 99 internet www.ineris.fr
Institut national de l'environnement industriel et des risques

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Senlis B 381 984 921 – Siret 381 984 921 00019 – APE 7120B

AVANT PROPOS

Le développement de cellules et packs pour véhicules électriques et hybrides rechargeables, suppose que ces éléments essentiels bénéficient d'une reconnaissance de leur sécurité physique, qu'il s'agisse de sollicitations habituelles ou inhabituelles (qui peuvent être aussi qualifiées d'intempestives ou abusives au sens anglais du terme) de types mécanique, thermique ou électrique.

C'est l'objet de la certification ELLICERT et du présent référentiel. Cette certification volontaire régie par le Code de la consommation, est délivrée par l'INERIS et repose sur des essais appliqués aux cellules d'une part, et aux packs (ensemble de modules de cellules, géré par un dispositif de contrôle dédié) d'autre part, auxquels sont associés des critères permettant aux utilisateurs de disposer d'une garantie de sécurité pour ces éléments.

La certification se traduit par la délivrance de certificat de conformité au présent référentiel. Les éléments certifiés apportent aux utilisateurs un niveau de sécurité défini, qui est fonction des exigences requises par ailleurs, par exemple par les constructeurs automobiles.

Le présent document vient en complément de la procédure INERIS PR0861 « Règles générales de l'activité de certification de produits » et a pour objet de définir l'organisation mise en œuvre par l'INERIS, pour délivrer la certification des cellules et packs, pour stockage d'énergie électrochimique pour véhicules électriques et hybrides rechargeables. Il renvoie à cette procédure.

TABLE DES MATIÈRES

1. DOMAINE D'APPLICATION	5
2. REFERENCES NORMATIVES.....	5
3. DEFINITIONS	5
4. PROCESSUS DE CERTIFICATION	6
4.1 Objet de la certification.....	6
4.2 Organisme de certification.....	6
4.3 Responsabilités de l'organisme de certification.....	7
4.3.1 Personnel en charge de la certification.....	7
4.3.2 Rôle du comité de certification.....	7
4.3.3 Composition du comité de certification	8
4.3.4 Approbation – révision	8
4.4 Demande, octroi et retrait de la certification	8
4.5 Confidentialité	9
4.6 La marque ELLICERT	9
5. ECHANTILLONS ET EPREUVES.....	10
5.1 Sécurité générale	10
5.2 Définitions	10
5.3 Échantillons.....	10
5.4 Essais à réaliser.....	12
5.5 Diagnostic	14
5.6 Codification des résultats	15
6. DESCRIPTION DES ESSAIS	15
6.1 Essai 1 : Vibration	16
6.1.1 Cellule (Essai de type 1).....	16
6.1.2 Pack (Essai de type 1).....	16
6.2 Essai 2 : Cycle thermique.....	16
6.2.1 Cellule (Essai de type 1).....	16
6.2.2 Pack (Essai de type 1).....	16
6.3 Essai 3 : Basse pression	17
6.3.1 Cellule (Essai de type 1).....	17
6.3.2 Pack (Essai de type 1).....	17
6.4 Essai 4 : Stabilité thermique.....	17
6.4.1 Cellule (Essai de type 3).....	17
6.4.2 Pack.....	17

6.5	Essai 5 : Charge forcée	17
6.5.1	Cellule (Essai de type 3)	17
6.5.2	Pack (Essai de type 1)	18
6.6	Essai 6 : Décharge forcée	18
6.6.1	Cellule (Essai de type 3)	18
6.6.2	Pack (Essai de type 1)	18
6.7	Essai 7 : Choc ou secousse	18
6.7.1	Cellule (Essai de type 1)	18
6.7.2	Pack (Essai de type 1)	19
6.8	Essai 8 : Écrasement.....	19
6.8.1	Cellule (Essai de type 3)	19
6.8.2	Pack (Essai de type 1)	21
6.9	Essai 9 : Pénétration	21
6.9.1	Cellule (Essai de type 1)	21
6.9.2	Pack.....	21
6.10	Essai 10 : Court-circuit externe	21
6.10.1	Cellule (Essai de type 1).....	21
6.10.2	Pack (Essai de type 1).....	22
6.11	Essai 11 : Chute	22
6.11.1	Cellule (Essai de type 1).....	22
6.11.2	Pack (Essai de type 1).....	22
6.12	Essai 12 : Immersion.....	22
6.12.1	Cellule	22
6.12.2	Pack (Essai de type 1).....	22
6.13	Essai 13 : Feu extérieur réel ou simulé	22
6.13.1	Cellule	22
6.13.2	Pack (Essai de type 3).....	23
7.	NIVEAUX D'ACCEPTABILITE ET CLASSES DE SECURITE.....	23
8.	ANNEXES.....	25

1. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent référentiel s'applique à la certification de cellules et packs destinés aux véhicules électriques et hybrides rechargeables.

2. REFERENCES NORMATIVES

Les exigences générales en matière de certification visées par le présent document sont définies par :

- la norme européenne EN 45011 Exigences générales relatives aux organismes procédant à la certification de produits, dernière édition en vigueur,
- la norme française NF X 50-067, Élaboration d'un référentiel de certification de produit ou de service ou d'une combinaison de produit et de service,
- le document n° CPS Ref05 du COFRAC, dernière révision en vigueur, Règlement d'accréditation de la section Certification de produits industriels et de services,
- le document n° CEPE Ref02 du COFRAC dernière révision en vigueur, Critères d'accréditation concernant les organismes de certification procédant à la certification de produits et de services.

3. DEFINITIONS

Nous donnons ci-après les définitions nécessaires à la compréhension de ce document :

Appel : Demande adressée par le fournisseur de l'objet de l'évaluation de la conformité à l'organisme d'évaluation de la conformité pour que cet organisme reconsidère une décision déjà prise relative à cet objet.

Certificat de conformité : Document attestant de la conformité au présent référentiel délivré au demandeur par l'INERIS à l'issue du processus de certification.

Comité de certification : Comité représentatif des parties concernées par la certification. Il comprend trois collèges : collège fabricants, collège utilisateurs et collège administration. Il comprend également des experts et les représentants de l'Organisme de certification (INERIS).

DSC : Direction des Services aux Entreprises et de la Certification de l'INERIS.

Demandeur : Organisme (Société, client) candidat à la certification de produit.

Plainte : La plainte peut avoir les définitions suivantes selon le destinataire :
Expression de réclamation, autre qu'un appel, émise par une personne ou une organisation à un organisme d'évaluation de la conformité, à laquelle une réponse est attendue.

Expression de réclamation, émise par une personne (un client) ou une organisation à un titulaire à propos de la conformité d'un produit, à laquelle une réponse est attendue.

Fabricant : Société industrielle qui met sur le marché ces cellules ou packs. Il peut s'agir soit du producteur, soit du distributeur.

Retrait : Révocation, résiliation du certificat de conformité.

Surveillance : Itération systématique d'activités d'évaluation de la conformité comme base du maintien de la validité de l'affirmation de conformité.

Suspension : Invalidation temporaire de la conformité pour tout ou partie de la portée du certificat spécifié.

Titulaire : Organisme (Société, client) ayant une certification de produit en cours de validité.

Utilisateur : Société industrielle qui utilise les cellules et packs mis sur le marché par le fabricant sans modification intermédiaire de ces éléments avant leur utilisation.

4. PROCESSUS DE CERTIFICATION

4.1 OBJET DE LA CERTIFICATION

Le référentiel ELLICERT concerne la certification volontaire des cellules et packs destinés aux véhicules électriques et hybrides rechargeables. Il décrit l'organisation mise en place pour cette certification, qui consiste en un examen de type sur des produits avant leur première mise sur le marché.

Cette certification donne lieu à l'émission de deux types de certificat :

- un type de certificat pour les cellules
- un type de certificat pour les packs.

Chaque type de certificat fait état de la classe de sécurité A, B ou C telle que définie au paragraphe 7 et/ou, le cas échéant, des niveaux des résultats d'essais définis dans le Tableau 4.

4.2 ORGANISME DE CERTIFICATION

L'INERIS est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) sous tutelle du Ministère chargé de l'environnement, créé par le décret n° 90-1089 du 7 décembre 1990 paru au J.O. le 9 décembre 1990. L'INERIS est assuré pour sa responsabilité civile professionnelle dans le cadre de toutes ses activités.

La certification fait partie de l'objet du décret de création de l'INERIS. A ce titre, le Pôle Certification de la Direction des Services aux Entreprises et de la Certification (DSC) dispose de ressources financières allouées chaque année pour gérer l'ensemble des certifications. Ces ressources financières sont pérennes. Les allocations et dépenses sont surveillées par la Direction Financière de l'INERIS, sous le contrôle du Conseil d'Administration.

La DSC est une direction opérationnelle de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS). Son adresse postale est :

INERIS
DIRECTION DES SERVICES AUX ENTREPRISES ET DE LA CERTIFICATION
PÔLE CERTIFICATION
Parc Technologique ALATA
B.P N° 2
60550 VERNEUIL EN HALATTE
FRANCE

4.3 RESPONSABILITES DE L'ORGANISME DE CERTIFICATION

La certification est délivrée par l'INERIS qui est responsable de l'application du présent référentiel et de toute décision prise en application de celui-ci. L'INERIS est responsable de l'instruction des dossiers.

L'INERIS est responsable de la diffusion et de la promotion du référentiel de certification et de la marque associée.

L'INERIS est responsable de la mise en place de la reconnaissance mutuelle, avec d'autres organismes, de la certification accordée sur le principe de ce référentiel.

L'INERIS garantit que les personnels impliqués dans les activités de certification, selon le présent référentiel, ont les compétences requises et sont en mesure de les maintenir.

L'INERIS est en charge du secrétariat et de l'organisation du comité de certification.

4.3.1 PERSONNEL EN CHARGE DE LA CERTIFICATION

Les critères appliqués par l'INERIS pour délivrer ses documents de certification sont conformes aux exigences requises pour les organismes de certification de produit :

- le personnel est indépendant de toute pression de nature commerciale ou financière pouvant influencer ses jugements,
- le personnel n'est ni concepteur, fabricant, fournisseur, installateur ou réparateur des produits examinés dans le but de leur certification.

Le personnel applique la charte de déontologie de l'INERIS.

4.3.2 ROLE DU COMITE DE CERTIFICATION

Le comité de certification :

- propose les modifications du référentiel de certification qu'il juge utiles,
- approuve le référentiel de certification,
- veille à la compétence de l'INERIS dans les domaines couverts par le présent référentiel,
- traite les réclamations des demandeurs en désaccord avec l'INERIS concernant les décisions prises.

Le comité de certification est informé par l'INERIS sur :

- le nombre de certificats délivrés dans le cadre de cette certification,

- la notoriété de la marque et les accords de reconnaissance éventuels avec d'autres organismes de certification.

4.3.3 COMPOSITION DU COMITE DE CERTIFICATION

Le comité de certification est une structure créée par l'INERIS afin d'assurer l'impartialité de la certification conduite par l'INERIS et d'être le garant de son bon fonctionnement. La composition du comité de certification respecte une représentation équilibrée des différentes parties concernées par le contenu et le fonctionnement du système de certification, il est présidé par le Délégué Général Certification de l'INERIS.

La composition du comité de certification est détaillée dans la procédure INERIS PR0864 « Fonctionnement général des Comités de Certification ». Les membres du comité de certification sont des personnes morales, désignées pour une période de 3 ans renouvelable. Chaque personne morale membre du comité peut, si elle le souhaite, désigner également un suppléant qui est soumis aux mêmes règles que le membre titulaire.

Une personne physique ne peut représenter qu'une personne morale.

4.3.4 APPROBATION – REVISION

Le référentiel de certification est approuvé par le comité de certification.

Il peut être révisé après consultation du comité de certification et dans tous les cas la révision donne lieu à une approbation par le comité.

4.4 DEMANDE, OCTROI ET RETRAIT DE LA CERTIFICATION

L'INERIS offre au demandeur la possibilité de consulter les règles de certification de produit sur son site internet. Par ailleurs, au moment où il passe commande, le demandeur reconnaît avoir pris connaissance des règles, s'engage à les appliquer et à assumer ses responsabilités.

Chaque demande de certification à l'INERIS est traitée par le Pôle Certification de la DSC qui est responsable du déroulement de l'ensemble des activités liées à la certification, de la recevabilité de cette demande jusqu'à, dans le cas favorable, la transmission du document de certification au demandeur.

Lorsque l'INERIS prend la décision de suspendre pour un délai précisé ou non ou retirer l'usage d'un document de certification qu'il a octroyé à une entreprise, l'INERIS notifie cette décision à l'entreprise titulaire du document de certification par lettre recommandée. Dans ce cas, l'entreprise titulaire doit, dans un délai de quinze jours calendaires après réception du courrier recommandé de l'INERIS le stipulant :

- arrêter de faire état du certificat, et ne plus utiliser les documents aussi bien sous forme papier, qu'électronique faisant référence à la certification ou faisant apparaître le ou les logos correspondant à la certification,
- ne pas faire de déclaration de nature à induire en erreur sur sa situation vis-à-vis de la certification,
- ne plus se prévaloir du document de certification INERIS et de la marque qui l'accompagne éventuellement,
- cesser d'utiliser la marque de certification sur les produits fabriqués,
- et en fonction du domaine,

- ne plus mettre sur le marché le produit comme un produit étant certifié,
- mener des actions correctives et, le cas échéant, rappeler les produits défectueux.

4.5 CONFIDENTIALITE

La confidentialité des informations recueillies par l'INERIS au cours de ses activités de certification est couverte par les dispositions générales en vigueur à l'Institut.

Toutes les personnes intervenant dans la gestion de la certification (INERIS et comité de certification) sont tenues au secret professionnel. Les dossiers constitués par les demandeurs ainsi que les rapports de certification ont un caractère confidentiel ; ils sont conservés par l'INERIS avec toutes les précautions nécessaires.

Tous les résultats (procès-verbaux d'essais, vidéos, photos, bandes imprimées,...) faisant suite à une commande à caractère commercial sont « confidentiels INERIS » et ne peuvent être communiqués qu'au client lui-même. Ils ne peuvent être fournis à des tiers qu'avec l'autorisation écrite du client. Un engagement de secret peut être fourni sur demande.

4.6 LA MARQUE ELLICERT

Dans le cadre de l'activité de certification volontaire portant sur les cellules et packs, l'INERIS a déposé la marque de certification ELLICERT et le logo associé :



La marque et le logo associé ont été déposés auprès de l'Institut national de la propriété Industrielle.

Déposé le : 10 mai 2010

Sous le numéro national : 10/3737184

Les règles d'usage des marques de certification sont données dans la procédure INERIS PR0861 « Règles générales de l'activité de certification de produits ».

5. ECHANTILLONS ET EPREUVES

5.1 SECURITE GENERALE

Afin de garantir la sécurité du personnel, le fabricant ou le demandeur doit fournir toutes les données de sécurité dont il dispose sur les échantillons qu'il soumet pour essais.

Pour les mêmes raisons, lors de l'exécution de certains essais, un délai d'observation suffisant pourra être respecté après l'essai.

5.2 DEFINITIONS

- **Battery Management System (BMS)** : Système électronique de gestion du pack intégrant le calculateur de supervision, les électroniques de mesure et le dispositif de coupure.
- **Cellule** : Un montage composé au moins d'une électrode positive (cathode), une électrode négative (anode) et de composants électrochimiques et structurels. C'est un convertisseur énergétique autonome dont la fonction est de fournir de l'énergie électrique à un circuit externe via un processus électrochimique interne contrôlé. Ce processus de conversion énergétique, du chimique à l'électrique, implique un échange ionique entre électrodes soumises à une différence de potentiel.
- **Charge** : Conversion de l'énergie électrique en énergie potentielle chimique dans une cellule par passage d'un courant.
- **Convention de courant** : Dans le présent document, la convention de courant adoptée est la suivante : un courant positif correspond à la décharge de la cellule et un courant négatif correspond à la charge de la cellule.
- **Décharge** : Conversion spontanée de l'énergie potentielle chimique en énergie électrique dans une cellule par passage d'un courant.
- **Module** : Assemblage de cellules physiquement et électriquement reliées pouvant-être considérées comme un élément autonome. Un module peut-être considéré comme la plus petite suite d'assemblages par blocs d'un pack.
- **Pack** : Ensemble de modules interconnectés qui ont été configurés pour des applications utilisant le stockage d'énergie, comprenant une électronique de gestion « BMS » et à configuration modulable en fonction de l'application.
- **RT (Room Temperature)** : Sauf spécifications contraires, RT est fixé à $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

5.3 ÉCHANTILLONS

Dans ce qui suit, sont décrits les échantillons de cellules et de packs nécessaires aux essais. Ces échantillons doivent être représentatifs des produits destinés à être mis sur le marché.

En plus de leur définition physique (dimensions, masse...), les échantillons sont caractérisés par le nombre de cycles charge/décharge qu'ils ont subis et par leur état de charge.

Sauf spécification particulière indiquée dans les essais, les états de charges des cellules et packs sont fixés à 100% en début d'essai.

Pour chaque échantillon, ces caractéristiques doivent être aussi proches que possible les unes des autres, le détail est transmis par le demandeur au moment où il fournit les produits qui seront soumis aux essais. Les échantillons doivent avoir passé toutes les étapes nécessaires à leur fabrication avant d'être soumis pour essais.

Pour les cellules, le nombre d'échantillons à fournir est de 33.

Ils doivent être repérés par des numéros de 1 à 33. Les informations concernant le nombre de cycles complets et l'état de charge de chaque échantillon doivent être données par le demandeur cf. Tableau 1.

Tableau 1 : Échantillons de cellules

Numéro de l'échantillon	Nombre de cycles complets subis après fabrication	État de charge*
1	Spécifié par le fabricant	Spécifié par le fabricant
2	Spécifié par le fabricant	Spécifié par le fabricant
...
33	Spécifié par le fabricant	Spécifié par le fabricant

* L'état de charge doit être tel qu'il permette les opérations de transport dans des conditions satisfaisantes sans dégradation des échantillons.

Pour les packs, à titre indicatif, le nombre d'échantillons nécessaire est de 5 à 10 au maximum. Ce nombre peut être réduit en fonction de la nature des packs.

Pour les packs, le niveau de sécurité fonctionnelle du BMS conditionne la configuration des échantillons à soumettre à essai. Les échantillons pourront être testés avec BMS actif ou avec BMS inactif. Les informations concernant le nombre de cycles complets et l'état de charge de chaque échantillon doivent être données par le demandeur. L'état de charge doit être tel qu'il permette les opérations de transport dans des conditions satisfaisantes sans dégradation des échantillons.

Le demandeur doit fournir avec les échantillons de packs tous les moyens et toutes les informations nécessaires pour qu'ils soient mis en œuvre correctement lors des essais.

Avant que des packs ne soient soumis à essai, il doit être démontré que les cellules constitutives du pack ne présentent pas un comportement trop dangereux en cas de court-circuit interne. Cette démonstration peut, par exemple, se faire en ayant obtenu un niveau inférieur ou égal à 5 (voir paragraphe 5.6) dans l'essai de pénétration sur cellule décrit au paragraphe 6.9.1. Les packs ne doivent pas pouvoir être démontés facilement par un particulier (à l'aide d'outils simples, clés, tournevis, pince, marteau...).

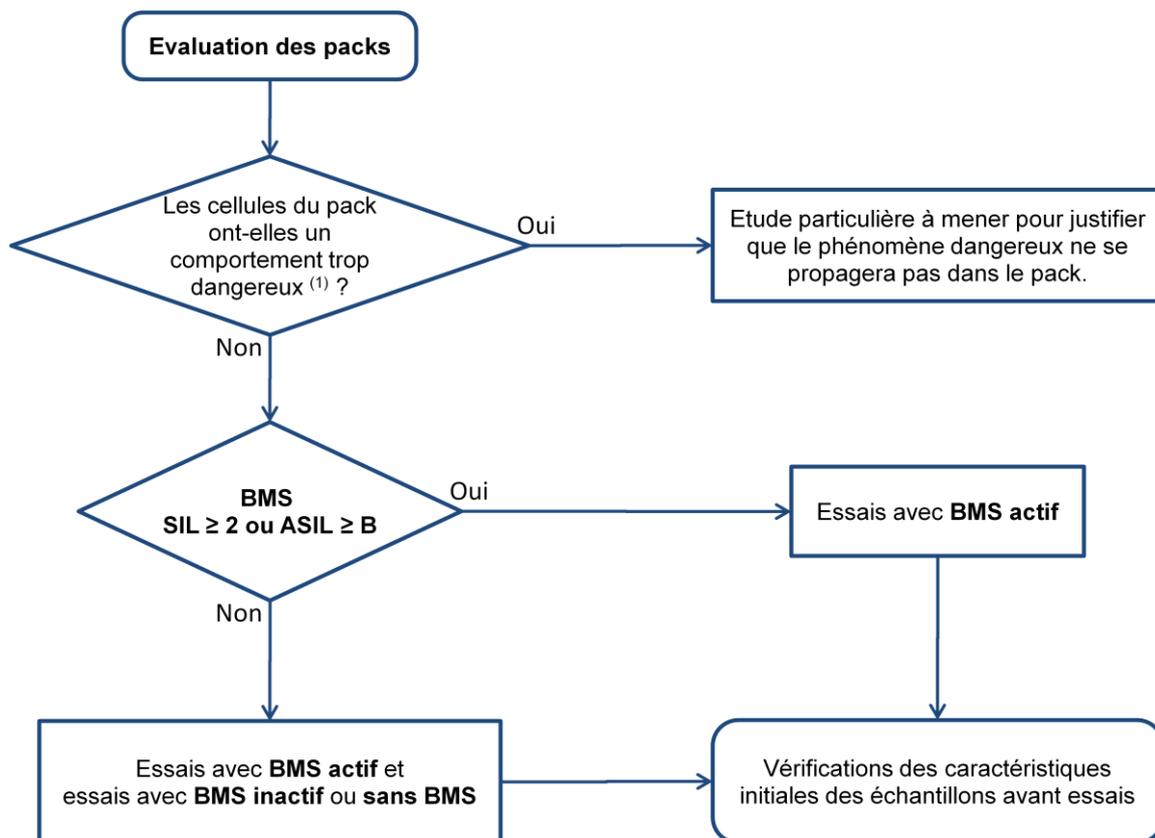
Lorsque l'implantation et l'environnement d'un pack dans un véhicule donné sont connus et documentés, ces informations peuvent être prises en compte lors de la réalisation des essais (comme par exemple en définissant une ou plusieurs direction(s) privilégiée(s)).

En fonction de l'état de charge des échantillons de cellules ou packs fournis par le demandeur, l'INERIS pourra configurer les produits à un état 100% chargé avant chaque essai si nécessaire. Le demandeur s'engage à fournir les conditions à respecter pour obtenir cet état de charge.

5.4 ESSAIS A REALISER

La numérotation de 1 à 13 des essais renvoie aux sous-paragraphes 6.1 à 6.13. Pour les cellules, les essais sont réalisés indépendamment les uns des autres sur trois échantillons à chaque fois. Une même cellule ne peut pas être soumise à plus d'un essai. Les observations et les mesures à faire à l'issue de chaque essai pour déterminer son résultat sont définies dans le Tableau 3 du paragraphe 5.5. Pour les packs, une évaluation préliminaire (voir Figure 1) à la réalisation est nécessaire pour permettre notamment de vérifier l'existence d'un minimum de pré-requis et de déterminer en fonction du niveau de sécurité fonctionnelle intrinsèque au BMS associé au pack (voir annexes paragraphe 8) sous quelle(s) configuration(s) ce dernier sera essayé.

Figure 1 : Évaluation préliminaire des packs avant essais



(1) Voir ci-après Tableau 3 et paragraphes 6.4 et 6.9.

Une fois cette première étape franchie, les essais sont ensuite réalisés indépendamment les uns des autres sur un échantillon de la(les) configuration(s) retenue(s) pour les essais. Un même pack peut être soumis à plusieurs essais sous réserve qu'à l'issue de chaque essai son état le permette. Si ce n'est pas possible, un nouvel échantillon est utilisé.

Les observations et les mesures à faire à l'issue de chaque essai pour déterminer son résultat sont définies dans le Tableau 3 du paragraphe 5.5.

Les résultats d'essais réalisés selon les exigences, des normes ou règlements mentionnés dans le tableau ci-dessous, peuvent être pris en compte par l'organisme certificateur dans la mesure où les conditions d'obtention de ces résultats lui apparaissent satisfaisantes.

Tableau 2 : Synthèse des essais équivalents aux essais ELLICERT

		Cellule	Pack
1	Vibration	Manuel ONU section 38.3 épreuve T3 (1)	R100 annexe 8A (4)
2	Cycle thermique	Manuel ONU section 38.3 épreuve T2 (1)	R100 annexe 8B (4) <u>ou</u> ISO 12405-2 §8.2 (5)
3	Basse pression	Manuel ONU section 38.3 épreuve T1 (1)	Manuel ONU section 38.3 épreuve T1 (1)
4	Stabilité thermique	SAE J2464 §4.4.2 (2)	Essai non réalisé
5	Charge forcée	IEC 62660-2 §6.3.2 (3)	ISO 12405-2 §9.3 (5)
6	Décharge forcée	IEC 62660-2 §6.3.3 (3)	ISO 12405-2 §9.4 (5)
7	Choc ou secousse	IEC 62660-2 §6.1.2 (3)	R100 annexe 8C (4)
8	Écrasement	IEC 62660-2 §6.1.3 (3)	R100 annexe 8D (4)
9	Pénétration	SAE J2464 §4.3.3 (2)	Essai non réalisé
10	Court-circuit externe	IEC 62660-2 §6.3.1 (3)	R100 annexe 8F (4) avec une résistance de 100 mΩ
11	Chute	Sans équivalence	SAE J2464 §4.3.2 (2)
12	Immersion	Essai non réalisé	SAE J2464 §4.3.5 (2)
13	Feu extérieur réel ou simulé	Essai non réalisé	R100 annexe 8E (4)

- (1) Recommandations relatives au Transport des Marchandises Dangereuses – Manuel d'épreuves et de critères, références ST/SG/AC.10/11/Rev.5 (2009)
- (2) SAE J2464 Nov 2009 « EV and HEV Rechargeable Energy Storage System (RESS) Safety and Abuse Testing »
- (3) CEI 62660-2:2010 – « Éléments d'accumulateurs lithium-ion pour la propulsion des véhicules routiers électriques - Partie 2 : essais de fiabilité et de traitement abusif »
- (4) UNECE règlement N°100
- (5) ISO 12405-2:2012 « Véhicules routiers à propulsion électrique -- Spécifications d'essai pour des installations de batterie de traction aux ions lithium -- Partie 2: Applications à haute énergie »

5.5 DIAGNOSTIC

En plus de l'observation des différents événements se produisant au cours des essais, à l'issue de chaque essai un diagnostic est fait sur l'état de l'échantillon éprouvé en le comparant à l'état initial (avant essai). Pour cela, le Tableau 3 ci-après récapitule les différents paramètres et grandeurs qui pourront être comparés. Certaines de ces grandeurs peuvent également être suivies en continu durant les essais.

Tableau 3

	Examen visuel (déformation, contraintes, fissures...)	Tension	Courant	Résistance	Mesure d'isolement	État de charge	Perte de masse	Température externe	Analyse des gaz*
Vibration	C	C					C/P	C	
Cycle thermique	C/P	C/P			P	C/P	C/P	C/P	
Basse pression	C/P	C/P				C/P	C/P		
Stabilité thermique	C	C						C	C
Charge forcée	C/P	C/P	C/P		P	C/P		C/P	
Décharge forcée	C/P	C/P	C/P		P	C/P		C/P	
Choc ou secousse	C/P	C/P			P	C/P		C/P	
Écrasement	C/P	C/P			P	C/P	C/P	C/P	C/P
Pénétration	C	C					C	C	C
Court-circuit externe	C/P	C/P	C/P	C	P			C/P	C/P
Chute	C/P	C/P			P	C/P		C/P	
Immersion	P	P			P			P	
Feu extérieur réel ou simulé	P						P		P

*Dans la mesure où il y a émission de gaz et où l'analyse est possible

C : Concerne les cellules

P : Concerne les packs

5.6 CODIFICATION DES RESULTATS

L'ensemble des informations ainsi recueillies permet d'établir un résultat d'essai qui est exprimé selon les niveaux de 0 à 7 définis dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Niveaux des résultats d'essais selon les effets observés

Niveau	Description	Critères de classification
0	Pas d'effet	Pas d'effet, pas de perte de fonctionnalité.
1	Protection passive activée	Pas de danger, pas de dommages, perte de fonction réversible. Le remplacement, la remise en état du dispositif de protection (ou la réinitialisation du système) suffit pour retrouver une fonctionnalité normale.
2	Défauts, dommages irréversibles	Pas de danger mais endommagement, perte de fonction irréversible. Remplacement ou réparation nécessaire. (Maintien IP 20)
3	Fuite mineure / Dégazage	Fuites légères sans feu ou flamme ni explosion. Perte masse < 50% du poids de l'électrolyte*. (Maintien IP 20)
4	Fuite majeure / Dégazage	Fuites importantes sans feu ou flamme ni explosion. Perte masse ≥ 50% du poids de l'électrolyte*. (Maintien IP 20)
5	Éclatement	Éclatement sans projections violentes ni explosion.
6	Présence de feu	Inflammation et combustion entretenue.
7	Explosion	Dégradation totale de l'objet, projections violentes.

* Electrolyte = solvant + soluté

Dans le tableau le terme « maintien IP20 » fait référence au code IP définissant un degré de protection selon la norme NF EN 60529 (CEI 529).

6. DESCRIPTION DES ESSAIS

Les sous-paragraphes suivants décrivent les conditions générales pour chaque essai ainsi que les spécificités à appliquer le cas échéant pour les cellules et pour les packs.

Les modalités d'essais peuvent, si nécessaire compte tenu par exemple de la nature des échantillons, être adaptées par l'INERIS au cas par cas et sous sa responsabilité en application du paragraphe 4.3.

Les essais sont classés en 3 types :

- Type 1 : Cotation en dommage à un temps d'essai donné.
- Type 2 : Cotation en temps, dommage à t_1 , t_2 , t_3 , ...
- Type 3 : Cotation en sollicitation, évènement recherché pour différents niveaux et sollicitations.

6.1 ESSAI 1 : VIBRATION

6.1.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

Les cellules sont solidement assujetties sur le plateau du vibreur sans qu'elles subissent de déformation et de telle manière que les vibrations se transmettent fidèlement. L'essai doit être effectué à une température ambiante de 20 ± 10 °C

On leur applique une onde sinusoïdale avec un balayage logarithmique des fréquences de 7 Hz à 200 Hz puis retour à 7 Hz en 15 minutes. Ce cycle est répété 12 fois pendant trois heures au total pour chacune des trois positions de montage, perpendiculaires entre elles, de la cellule. L'un des axes de vibration doit être perpendiculaire à la face qui porte les bornes.

Le balayage de fréquence logarithmique est effectué comme suit : à partir de 7 Hz une accélération maximale de $1 g_n$ est maintenue jusqu'à ce que la fréquence de 18 Hz soit atteinte. L'amplitude est ensuite maintenue à 0,8 mm (course totale : 1,6 mm) et la fréquence est augmentée jusqu'à atteindre une accélération maximale de $8 g_n$ (aux alentours de 50 Hz). L'accélération maximale de $8 g_n$ est ensuite maintenue jusqu'à ce que la fréquence atteigne 200 Hz.

6.1.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Les packs sont solidement assujettis sur le plateau du vibreur sans qu'ils subissent de déformation et de telle manière que les vibrations se transmettent fidèlement. L'essai doit être effectué à une température ambiante de 20 ± 10 °C. Les packs à éprouver doivent être dans un état de charge compris entre 50 et 100% et en condition normale de fonctionnement. On applique aux packs une onde sinusoïdale avec un balayage logarithmique des fréquences de 7 Hz à 50 Hz puis retour à 7 Hz en 15 minutes.

Fréquence [Hz]	Accélération [m/s^2]
7 - 18	10
18 - 30	graduellement réduit de 10 à 2
30 - 50	2

Ce cycle est répété 12 fois pendant 3 heures au total pour chacune des 3 positions de montage, perpendiculaires entre elles, des packs. L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.2 ESSAI 2 : CYCLE THERMIQUE

6.2.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

Les cellules à éprouver doivent être stockées au moins six heures à la température de 75 ± 2 °C, puis au moins six heures à la température de -40 ± 2 °C. Il ne doit pas s'écouler plus de 30 minutes pour passer d'une température extrême à l'autre. La procédure est répétée 10 fois, puis toutes les cellules éprouvées sont stockées pendant 24 heures à température ambiante.

6.2.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Les packs à éprouver doivent être à un état de charge de 50%.

Les packs sont stockés au moins une heure à la température de 85 ± 2 °C, puis au moins une heure à la température de -40 ± 2 °C. Il ne doit pas s'écouler plus de 30 minutes pour passer d'une température extrême à l'autre. La procédure est répétée 5 fois, puis tous les packs éprouvés sont stockés pendant 24 heures à température ambiante.

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.3 ESSAI 3 : BASSE PRESSION

6.3.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

Les cellules à éprouver sont stockées pendant au moins six heures à une pression de 11,6 kPa ou moins, à la température ambiante.

6.3.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Les packs à éprouver sont stockés pendant au moins six heures à une pression de 11,6 kPa ou moins, à la température ambiante.

6.4 ESSAI 4 : STABILITE THERMIQUE

6.4.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 3)

Les cellules à éprouver sont placées dans une chambre capable de les chauffer jusqu'à 150°C.

La température de la chambre est augmentée par palier de 5°C (rampe minimale 5°C/min), elle est maintenue au palier pendant 30 min ou jusqu'à ce qu'un auto-échauffement soit détecté.

Si un auto-échauffement est détecté ($> 1,0$ °C/min) maintenir la température de la chambre jusqu'à la stabilisation de la température de l'échantillon ou jusqu'à ce que la température dépasse 150°C, ou jusqu'à ce qu'un événement dangereux apparaisse (fuite, éclatement, explosion...). La température la plus basse à laquelle un auto-échauffement est détecté et évolue vers un événement dangereux est relevée.

6.4.2 PACK

Réservé

6.5 ESSAI 5 : CHARGE FORCEE

6.5.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 3)

Avant la charge, les cellules doivent être déchargées à la température ambiante, à un courant constant égal à C/3, jusqu'à une valeur de tension finale spécifiée par le fabricant.

Puis les cellules doivent être chargées à 100% conformément à la méthode de charge préconisée par le fabricant, à la température ambiante. Continuer de charger les cellules au-delà de 100% avec un courant de charge de 1C, à la température ambiante, en utilisant une alimentation suffisante pour fournir le courant de charge constant, jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- La tension des cellules atteint 2 fois la tension maximale spécifiée par le fabricant,

- Lorsque la quantité d'électricité appliquée aux cellules atteint un état de charge de 200%.

6.5.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Les packs sont à température ambiante, chargés à 100% en condition normale de fonctionnement. Le système actif de contrôle de charge des packs doit être désactivé.

Les packs sont chargés à courant constant égal à 2C et avec une tension qui ne dépasse pas 120% de leur tension maximale. Les conditions de charge forcée doivent être maintenues jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- Un dispositif de sécurité passif propre au pack interrompt la décharge,
- L'état de charge dépasse 130%,
- La température des packs s'élève de plus de 55°C par rapport à leur température initiale.

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.6 ESSAI 6 : DECHARGE FORCEE

6.6.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 3)

Décharger les cellules à un état de charge de 0% et continuer à les décharger pendant 90 minutes à courant constant égal à 1C.

6.6.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Le pack est à température ambiante et en condition normale de fonctionnement. Le système actif de contrôle de décharge du pack doit être désactivé.

Le pack est déchargé à courant constant égal à C/3. Les conditions de décharge forcée doivent être maintenues jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- Un dispositif de sécurité passif propre au pack interrompt la décharge,
- La valeur de la tension est inférieure à 25% de la valeur de la tension nominale,

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.7 ESSAI 7 : CHOC OU SECOUSSE

6.7.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

Les cellules sont fixées sur l'appareil d'essai de choc au moyen d'un support rigide qui maintient toutes les surfaces de fixation de chaque cellule. Chaque cellule est soumise à une impulsion semi-sinusoïdale avec une accélération de pointe de 150 g_n pendant 6 ms. Chaque cellule est soumise à trois impulsions dans le sens positif suivies de trois impulsions dans le sens négatif des trois positions de montage perpendiculaires entre elles de la cellule, soit au total 18 impulsions.

6.7.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Le pack est en fonctionnement normal, à température ambiante et à un état de charge supérieur à 50%.

Le pack doit subir une accélération conformément aux couloirs d'accélération représentés sur la Figure 2 et dont les valeurs sont précisées dans le Tableau 5.

Figure 2

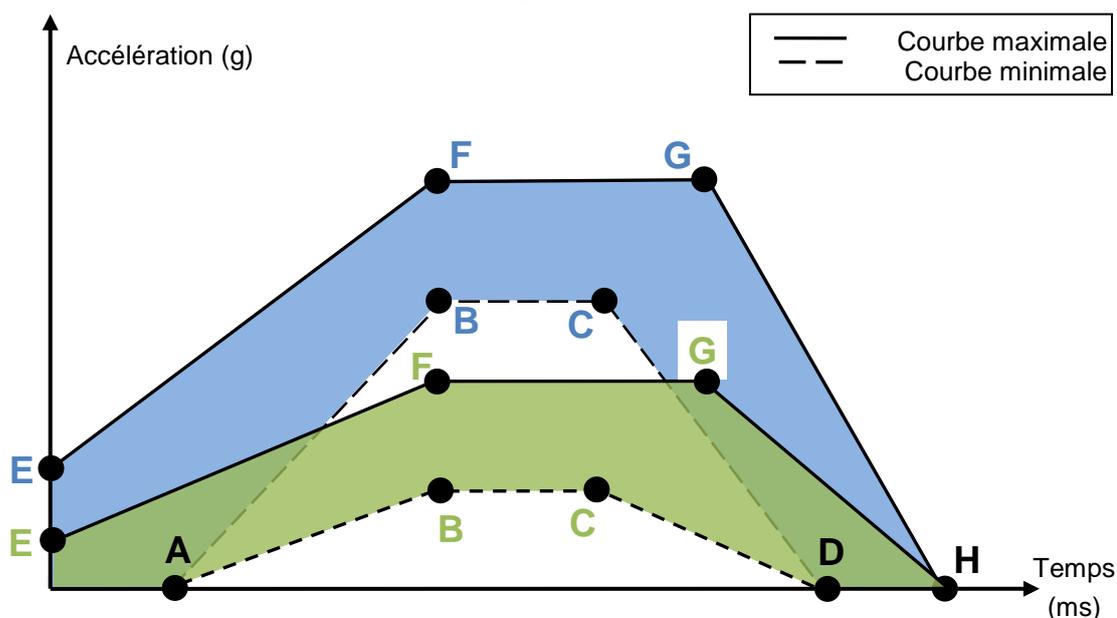


Tableau 5

Point	Temps (ms)	Accélération (g)	
		Longitudinale	Transverse
A	20	0	0
B	50	20	8
C	65	20	8
D	100	0	0
E	0	10	4,5
F	50	28	15
G	80	28	15
H	120	0	0

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.8 ESSAI 8 : ÉCRASEMENT

6.8.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 3)

Les cellules sont placées sur une surface plane isolée électriquement et doivent être écrasées avec un outil constitué d'une barre ronde ou semi-circulaire, ou d'une sphère ou d'une demi-sphère d'un diamètre de 150 mm. Il est recommandé d'utiliser la barre ronde pour écraser une cellule cylindrique et la sphère pour une cellule parallélépipédique. La force d'écrasement doit être appliquée de façon

quasistatique dans une direction sensiblement perpendiculaire à une face active des électrodes positives et négatives à l'intérieur des cellules.

Étape 1 : La force est appliquée progressivement jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- a) Chute de tension brusque de plus d'un tiers de la tension d'origine de la cellule,
- b) Résultat d'un niveau supérieur ou égal à 5 (voir Tableau 4),
- c) Obtention d'une déformation de 15% par rapport à la dimension initiale de la cellule

Si les conditions a) et b) ne sont pas atteintes, cette force est maintenue durant un temps d'observation de 2 heures ou jusqu'à ce que la température des cellules diminue de 20% par rapport à l'élévation maximale de température, l'évènement se produisant le plus tôt étant pris en considération.

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés sont poursuivis pendant tout le temps d'observation.

Étape 2 : Si les conditions d'arrêt a) et b) ne sont pas apparues à l'issue du temps d'observation de l'étape 1, l'application de la force est poursuivie jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- a) Chute de tension brusque de plus d'un tiers de la tension d'origine de la cellule,
- b) Résultat d'un niveau supérieur ou égal à 5 (voir Tableau 4),
- c) Obtention d'une déformation de 30% par rapport à la dimension initiale de la cellule

Si les conditions a) et b) ne sont pas atteintes, cette force est maintenue durant un temps d'observation de 2 heures ou jusqu'à ce que la température des cellules diminue de 20% par rapport à l'élévation maximale de température, l'évènement se produisant le plus tôt étant pris en considération.

L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés sont poursuivis pendant tout le temps d'observation.

Étape 3 : Si les conditions d'arrêt a) et b) ne sont pas apparues à l'issue du temps d'observation de l'étape 2, l'application de la force est poursuivie jusqu'à l'apparition de l'une des conditions suivantes :

- a) Chute de tension brusque de plus d'un tiers de la tension d'origine de la cellule,
- b) Résultat d'un niveau supérieur ou égal à 5 (voir Tableau 4),
- c) Obtention d'une déformation de 50% par rapport à la dimension initiale de la cellule
- d) La force appliquée est de 1000 fois le poids de la cellule.

Si les conditions a) et b) ne sont pas atteintes, cette force est maintenue durant un temps d'observation de 2 heures ou jusqu'à ce que la température des cellules diminue de 20% par rapport à l'élévation maximale de température, l'évènement se produisant le plus tôt étant pris en considération.

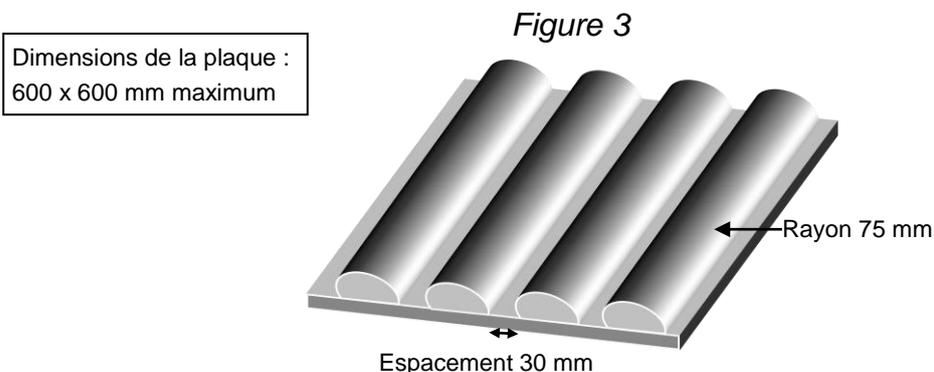
L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés sont poursuivis pendant tout le temps d'observation.

6.8.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Le pack est en fonctionnement normal, à température ambiante et à un état de charge supérieur à 50%.

Le pack est placé sur une surface plane isolée électriquement et doit être écrasé avec une plaque similaire à celle représentée sur la Figure 3, la force appliquée est d'au moins 100 kN, mais ne dépassant pas 105 kN. La force doit être appliquée en moins de 3 minutes et maintenue pendant au moins 100 ms, sans dépasser 10 secondes.

Si l'implantation du pack dans le véhicule est connue, la force à appliquer doit être perpendiculaire à la direction de déplacement du véhicule et des faces latérales du pack. Si l'implantation du pack dans le véhicule n'est pas connue, la force est appliquée de façon à comprimer la plus grande longueur du pack.



L'enregistrement et le suivi des paramètres mesurés doivent être poursuivis pendant 1 heure après la fin de l'essai.

6.9 ESSAI 9 : PENETRATION

6.9.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

La cellule est disposée sur un plateau isolé électriquement. La cellule est percée de part en part à l'aide d'une tige cylindrique pointue en acier doux de diamètre 3 mm dont la vitesse de pénétration est de 8 cm/s. La pointe de la tige est un cône de hauteur égale au diamètre de la tige.

La pénétration s'effectue à travers la cellule, perpendiculairement aux électrodes. Après le percement, la tige est maintenue en place pendant 1 heure au minimum.

6.9.2 PACK

Réservé

6.10 ESSAI 10 : COURT-CIRCUIT EXTERNE

6.10.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

Les cellules à éprouver sont conditionnées en température dans une étuve à 55 ± 2 °C.

Puis elles sont soumises à des conditions de court-circuit avec une résistance externe totale inférieure à 5 mΩ à la température de 55 ± 2 °C.

Ce court-circuit est maintenu pendant au moins une heure après que la température de l'enveloppe extérieure de chacune des cellules soit retombée à 55 ± 2 °C.

6.10.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Les bornes du pack sont mises en court-circuit externe avec une résistance inférieure ou égale à 100 mΩ et ce durant 10 min. Le comportement du pack est observé pendant 2 heures au moins après la fin du test.

6.11 ESSAI 11 : CHUTE

6.11.1 CELLULE (ESSAI DE TYPE 1)

La cellule est lâchée d'une hauteur de 1,50 m au dessus d'une surface non conductrice rigide, non élastique, plane et horizontale. L'essai est répété deux fois pour chacun des trois axes perpendiculaires principaux de la cellule.

6.11.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Le pack est lâché d'une hauteur de 2 m (mesuré à partir du point le plus bas) au dessus d'une surface non conductrice rigide, non élastique, plane et horizontale. La chute est réalisée de sorte qu'un coin du pack touche le sol en premier.

6.12 ESSAI 12 : IMMERSION

6.12.1 CELLULE

Réservé

6.12.2 PACK (ESSAI DE TYPE 1)

Le pack est immergé totalement dans de l'eau salée (salinité environ 35 g/l) à température ambiante. L'immersion est maintenue pendant 2 heures, à moins qu'un changement notable et visible de l'échantillon ne vienne mettre fin à l'essai.

Nota : Les packs IP 67 ne sont pas soumis à cet essai et sont classés A. Le terme « IP 67 » fait référence au code IP définissant un degré de protection selon la norme NF EN 60529 (CEI 529).

6.13 ESSAI 13 : FEU EXTERIEUR REEL OU SIMULE

6.13.1 CELLULE

Réservé

6.13.2 PACK (ESSAI DE TYPE 3)

Le pack est placé sur une grille constituée de barres d'acier de diamètre entre 6 et 10 mm espacées de 40 à 60 mm. La grille est placée 50 cm au dessus d'un bac contenant de l'heptane (ou un combustible liquide équivalent) enflammé 60 secondes au préalable. L'exposition directe aux flammes est maintenue pendant une durée de 70 secondes. Puis un écran de briques réfractaires perforées est placé entre les flammes et le pack. L'exposition indirecte aux flammes est maintenue durant 530 secondes. Le bac est ensuite retiré et l'observation des effets est poursuivie pendant 10 minutes ou jusqu'à ce qu'un évènement exige l'arrêt de l'observation.

De façon alternative à l'essai décrit ci-avant, une chaleur rayonnante peut être utilisée pour simuler un feu de flamme extérieur au pack, cette simulation rendant plus facile le recueil de données et le prélèvement de gaz.

L'environnement thermique extérieur au pack doit être porté de la température ambiante à 890°C en moins de 180 secondes et le pack doit rester exposé à cette température durant 10 minutes ou jusqu'à ce qu'un évènement exige l'arrêt de l'essai. Pour cela, le pack peut être placé dans une enceinte dont la température intérieure est d'au moins 890°C.

7. NIVEAUX D'ACCEPTABILITE ET CLASSES DE SECURITE

Les résultats obtenus lors des essais se réfèrent à des niveaux, (voir Tableau 4). Ceux-ci définissent la classe de sécurité des cellules et des packs. Trois classes de sécurité sont définies dans les Tableaux 6 et 7 pour la certification des cellules et des packs. Les classes sont désignées par les lettres A, B et C. Leur définition s'appuie sur les niveaux des résultats d'essais définis dans les Tableaux 6 et 7. La classe C correspond aux exigences minimales de sécurité que l'on peut demander pour les cellules et les packs et les classes A et B correspondent à des exigences de sécurité de plus en plus renforcées.

Tableau 6 : Classes de sécurité / Cellule

		Classe A	Classe B	Classe C
1	Vibration	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
2	Cycle thermique	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
3	Basse pression	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
4	Stabilité thermique	Cf. Matrice A	Cf. Matrice A	Cf. Matrice A
5	Charge forcée	Niveau 2 à 200%	Niveau 2 à 130%	Niveau 3 à 130%
6	Décharge forcée	Niveau 2 à -100%	Niveau 2 à -30%	Niveau 3 à -30%
7	Choc ou Secousses	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
8	Écrasement	Niveau ≤5 à 50%	Niveau ≤5 à 30%	Niveau ≤5 à 15%
9	Pénétration	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
10	Court-circuit externe	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
11	Chute	Niveau 0	Niveau 2	Niveau 3
12	Immersion	Essai non réalisé	Essai non réalisé	Essai non réalisé
13	Feu extérieur réel ou simulé	Essai non réalisé	Essai non réalisé	Essai non réalisé

Matrice A

T° d'essai \ Niveau	3	4	5
T ≤ 80°C	C	C	C
80°C < T ≤ 120°C	B	B	C
120°C < T	A	B	C

Tableau 7 : Classes de sécurité / Pack

		Classe A	Classe B	Classe C
1	Vibration	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
2	Cycle thermique	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
3	Basse pression	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2
4	Stabilité thermique	Essai non réalisé	Essai non réalisé	Essai non réalisé
5	Charge forcée	Niveau 1 à 130%	Niveau 2 à 130%	Niveau 3 à 130%
6	Décharge forcée	Niveau 1 à -30%	Niveau 2 à -30%	Niveau 3 à -30%
7	Choc ou Secousses	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
8	Écrasement	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
9	Pénétration	Essai non réalisé	Essai non réalisé	Essai non réalisé
10	Court-circuit externe	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 4
11	Chute	Niveau 0	Niveau 2	Niveau 3
12	Immersion	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
13	Feu extérieur réel ou simulé	Niveau 5 à 10 min	Niveau 5 à 5 min	Niveau 5 à 2 min ou Niveau 6 à 10 min

8. ANNEXES

Annexe 1

Prise en compte des aspects de sécurité fonctionnelle

La prise en compte de la sécurité fonctionnelle du BMS s'appuie sur l'évaluation des systèmes instrumentés de sécurité selon la norme de sécurité fonctionnelle CEI 61508 et/ou la norme ISO 26262 spécifique pour les véhicules routiers.

Les évaluations doivent être réalisées par des organismes indépendants des concepteurs et des fabricants et doivent se formaliser par l'émission d'un certificat de conformité aux normes de sécurité fonctionnelle en spécifiant le niveau de sécurité atteint (SIL et/ou ASIL) pour chaque fonction de sécurité du BMS. Lorsque le niveau de sécurité fonctionnelle du BMS dépend de conditions particulières d'utilisation, le certificat doit préciser ces conditions et les limites associées.

L'indépendance entre le concepteur et l'évaluateur des niveaux ASIL doit être conforme aux exigences de la norme ISO 26262-2 (voir notamment le paragraphe 6.4.6 de cette norme).

L'évaluation des matériels comprend l'évaluation des équipements hardware et les logiciels associés à ces équipements.

Une évaluation de la qualité du processus de développement doit aussi être réalisée et se formaliser par l'émission d'un rapport d'audit ou l'émission d'un certificat de conformité des processus de développement de l'entreprise vis-à-vis des normes de sécurité fonctionnelle.

Les normes sectorielles prises en compte dans le référentiel ELLICERT doivent comprendre un tableau de correspondance avec les niveaux de SIL de la norme CEI 61508. Pour la norme ISO 26262 les systèmes instrumentés doivent avoir un niveau ASIL supérieur à A.

Annexe 2

Conditions de réalisation des essais

Mesure du courant

Les appareils utilisés pour la mesure du courant doivent être des ampèremètres d'une classe de précision supérieure ou égale à 0,5. L'ensemble complet ampèremètre, shunt et fils doit être d'une classe de précision supérieure ou égale à 0,5.

Mesure de la tension

Les appareils utilisés pour la mesure de la tension doivent être des voltmètres d'une classe de précision supérieure ou égale à 0,5. La résistance des voltmètres utilisés doit être d'au moins 1000 Ω/V .

Mesure de la température

La température de l'élément doit être mesurée à l'aide d'un dispositif de mesure de la température de surface. Il convient de mesurer la température à un emplacement qui reflète au plus près la température de l'électrolyte. L'appareil de mesure de la température doit avoir une plage appropriée dans laquelle la valeur de chaque division graduée ne dépasse pas 1°C. La précision absolue de l'appareil doit être d'au moins 1°C.

Le point de mesure de la température doit être celui spécifié par le fabricant, comme un emplacement qui reflète au plus près la température de l'électrolyte ou, s'il n'est pas spécifié, le point doit être au centre du côté le plus long d'un élément, qu'il s'agisse d'un élément unique ou d'un élément faisant partie intégrante d'un monobloc.

Mesure du temps

Les appareils utilisés pour la mesure du temps doivent avoir une précision de $\pm 1\%$ ou supérieure.

Enregistrement des données

L'enregistrement des données doit inclure le temps, la température, la tension, le courant, et toutes les observations visuelles tels que les déformations ou défauts physiques. Doivent également être enregistrées vidéos et photos avant, pendant et après l'essai.

Précision de mesure

Les différents instruments devront respecter une précision de $\pm 1\%$ pour les données électriques tels que la tension, le courant, la capacité, $\pm 2^\circ\text{C}$ pour les données thermiques telles que la température et $\pm 0.1\%$ pour les données mécaniques tels que le poids, les dimensions, le volume.

Un calcul d'incertitude doit être réalisé pour tous les chaînes de mesure.

Annexe 3

Fonctionnement du comité de certification

Le Comité de certification ELLICERT est une structure créée par l'INERIS dont la composition respecte une représentation équilibrée des différentes parties concernées par le référentiel. Il est présidé statutairement par le Délégué Général Certification de l'INERIS qui nomme un secrétaire issu de l'équipe permanente de l'INERIS et appartenant au Pôle Certification de la Direction des Services aux Entreprises et de la Certification.

CONSTITUTION DU COMITE DE CERTIFICATION

Le Comité de certification est constitué de membres qui sont répartis dans les cinq collèges suivants :

- Collège fabricants
- Collège utilisateurs
- Collège administration
- Collège experts
- Collège certificateur

Les membres sont signataires d'un engagement de confidentialité, d'impartialité et d'indépendance, ils sont libres de toutes pressions commerciales et financières susceptibles d'influencer les décisions du comité et agissent au sein du Comité au nom de leur collège.

MODE DE SCRUTIN ET PRISE DE DECISION

Chaque collège compte pour une voix indépendamment du nombre de représentants titulaires. Soit un total de 5 voix au maximum. Les décisions sont prises par le Comité de certification à la majorité des voix.

Dans le cas de l'impossibilité de réunir le comité et la nécessité de faire approuver des documents du référentiel pour assurer l'activité de certification, un vote par correspondance de l'ensemble des membres du comité est possible dans un délai d'une semaine après présentation ou transmission du document faisant l'objet du vote. Les règles de vote sont identiques.

FREQUENCE DES REUNIONS

La fréquence des réunions est déterminée selon les besoins du Comité de certification. Néanmoins, il se réunit physiquement au minimum une fois par an sur convocation de l'INERIS.

PRESENCE D'UNE PERSONNE EXTERIEURE

Le Comité de certification peut demander la présence d'une personne extérieure au Comité de certification pour avoir un éclairage complémentaire sur un point.

Dans ce cas, le Comité ne délibère pas ni ne prend de décision devant cette personne qui doit quitter la réunion dès que sa contribution est terminée.