




<div>CEA/CESTA/DLP/SISE/LEM</div> <div>DO 78 14/10/25</div> <div> 25ZCZW000083</div> <div>diffusé le: 21/10/25</div>	Page : 1/27
<div>STB SOUS SYSTEME BATTERIE SIHE</div>	

LMJ-20330-A05-2SB-EC9L0978C

ÉMETTEUR	
Nom	Nathalie FERRIOU-DAURIOS
Unité	CEA/CESTA/DLP/SISE
Fonction	Cheffe de Service
Date	
Signature	
Affaire suivie par : Marc MOREAU	
Responsable Lot de Travaux - CEA/CESTA/DLP/SISE/LEM	
Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué sans son autorisation	

Les dates indiquées ci-dessus font état de signatures électroniques dans SIROCO.

Origine : CEA/CESTA		Référence à :	
Classification : Diffusion Ordinaire		E.P :	Affaire : Contrat : Aucun
Identification du document : LMJ-20330-A05-2SB-EC9L0978C			
Nature : ST - Spécification Technique (CV1)	Référence : DO 78-2025	Date : 13/10/2025	Nombre de pages : 27
Rédacteur : Marc MOREAU			
Titre : STB SOUS SYSTEME BATTERIE SIHE			
Résumé : Evolution de STB pour traitement de l'obsolescence de la première génération de batteries du SIHE. En application de la FE008998.			
Mots clés : batterie, chargeur, SIHE			

RÉPERTOIRE DES ÉVOLUTIONS			
INDICE	DATE	NATURE DES ÉVOLUTIONS	PAGES MODIFIÉES
A	Novembre 2006	Edition initiale	-
B	Juin 2008	Mise à jour des exigences en fonction de l'avancement	Toutes
C	Octobre 2025	Evolution des spécifications et profil de vie selon FE008958	Toutes
Avant toute utilisation de ce document, vérifiez dans SIROCO son statut d'applicabilité			
ARCHIVAGE DE LA VERSION PÉRIMÉE		TRANSFERT BCA	<input type="checkbox"/>
		ÉLIMINATION	<input type="checkbox"/>

VÉRIFICATION DE DOCUMENT			
INDICE	FONCTION	NOM DU VÉRIFICATEUR	UNITÉ
A	ICC	Thierry MARTIN	CEA/CESTA/DLP/SISE/LEM
B			
C			

SOMMAIRE

1. GENERALITES.....	5
1.1. OBJET	5
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCES SIGLES ET ABREVIATIONS	5
1.2.1. Documents applicables et de référence	5
1.3. SIGLES SYMBOLES ET ABREVIATIONS.....	5
1.4. PRESENTATION GENERALE DES EQUIPEMENTS ET DE LEUR UTILISATION..	5
1.4.1. Batterie	6
1.4.2. Chargeur Batterie	6
1.4.3. Outillage de manutention batterie.....	7
1.5. PRESENTATION DE L'UTILISATION DES EQUIPEMENTS	8
1.5.1. Phase de stockage, conditionnement et transport	8
1.5.2. Phase de montage	8
1.5.3. Phase d'exploitation	8
1.5.4. Phase de maintenance.....	9
1.5.5. Phase de démantèlement.....	9
1.5.6. Profil d'emploi	9
2. LA BATTERIE	9
2.1. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES.....	9
2.1.1. Fournir l'énergie nécessaire au VL dans le milieu spécifié (FP1)	9
2.1.2. Gérer en temps réel la charge et la décharge de la batterie (FP2).....	10
2.1.3. Assurer la sécurité des matériels et des personnes (FC1)	11
2.1.4. Etre compatible des exigences opérationnelles et logistiques (FC2).....	13
2.1.5. ETRE ADAPTE AUX INTERFACES DES AUTRES EQUIPEMENTS (FC3)....	15
2.2. CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT (FC4).....	17
2.2.1. Température	17
2.2.2. Sollicitations en phase "Circulation BSHE-HE" du VL.....	17
2.2.3. Rayonnement	17
2.2.4. Propreté	18
3. LE CHARGEUR DE BATTERIE.....	18
3.1. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES.....	18
3.1.1. Assurer la charge de la batterie (FP3).....	18
3.1.2. Assurer la sécurité des matériels et des personnes (FC5)	18
3.1.3. Etre compatible des exigences opérationnelles et logistiques (FC6).....	20
3.1.4. Etre adapté aux interfaces des autres équipements (FC7).....	21
3.2. CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT (FC8).....	21
3.2.1. Température	21
3.2.2. Rayonnement	22
3.2.3. Propreté	22
3.2.4. Respecter les exigences d'insonorisation	22
4. DISPOSITIONS IMPOSEES.....	22
4.1. EXIGENCES DE REALISATION	22
4.2. QUALITE	23
4.3. DOCUMENTATION	23

5. EXIGENCES D'ASSURANCE DE RESULTAT	24
5.1. JUSTIFICATION DE LA DEFINITION	24
5.2. ACCEPTATION DU PRODUIT	24
5.2.1. Conditions de recette usine	24
5.2.2. Recette finale.....	24
5.2.3. Fiche de contrôle	25
5.3. EXIGENCES D'ASSURANCE DE RESULTATS SLI / SDF	25
5.4. EXIGENCES DE LIVRAISON.....	25
ANNEXE 1 : PROFIL D'EMPLOI ANNUEL DU SOUS-SYSTEME BATTERIE	26

1. GENERALITES

1.1. OBJET

Dans le cadre du Projet LMJ du CEA, le présent document constitue la Spécification Technique de Besoin (STB) relative au Sous-Système Batterie du SIHE, comprenant les batteries du Véhicule Lourd et le chargeur.

1.2. DOCUMENTS DE REFERENCES SIGLES ET ABREVIATIONS

1.2.1. Documents applicables et de référence

N°	Référence	Acronyme – Titre du document	A/R
[0]	LMJ 20300 A05 2PE EC9L1069 B ¹	Plan interface batterie du VL	R
[1]	LMJ 20330 A05 2ST EC9L1115 F	Exigences générales de traitement de surface	A
[2]	LMJ 20330 A05 2DC EC9L1057 E	Exigences générales d’approvisionnement de réalisation et de contrôle	A
[3]	LMJ 20330 A05 2ST EC9L1278 C	Spécifications techniques générales de propreté applicables au SIHE	A
[4]	LMJ 20300 A05 2PE EC9L2000B	Plan outillage de manutention batterie du VL	R
[5]	LMJ 20330 A05 2SB EC9L1306 A	Spécifications Techniques de Besoin outillage de manutention de la batterie du VL	R
[6]	LMJ 20330 A05 2PE EC9L1684 E	Palette manutention batterie	R
[7]	PNRS : rapport technique octobre 2022	Stockage stationnaire de l’énergie ; risques et solutions envisageables	R

1.3. SIGLES SYMBOLES ET ABREVIATIONS

BSHE :	Bâtiment de Soutien du Hall Expériences
CC :	Contrôle Commande
EMM :	Equipement de Montage et de Maintenance
LMJ :	Laser Méga Joule
SIHE :	Système d’Intervention dans le Hall d’Expériences
UCVL :	Unité Centrale du Véhicule Lourd
VL :	Véhicule Lourd du SIHE
IHM :	Interface Homme Machine (Ecran, Afficheur, Boutons.)

1.4. PRESENTATION GENERALE DES EQUIPEMENTS ET DE LEUR UTILISATION

La batterie constitue la source d’énergie du Véhicule Lourd SIHE et lui assure son autonomie dans ses phases de mobilité. Le chargeur batterie et l’outillage de manutention sont des équipements de soutien du SIHE. Le Véhicule Lourd est l’élément central du SIHE.

¹ En cours de rédaction

Les équipements sont décomposés comme suit :

1.4.1. Batterie

La mission attendue de l'équipement batterie est la suivante :

- Fournir l'énergie nécessaire au VL lui permettant d'assurer la mise en œuvre de ces fonctions motrices ;
- Garantir une immobilisation du VL inférieure à 2h en cas de décharge de la batterie ; dans cet objectif, la dotation sera de 2 batteries interchangeables.

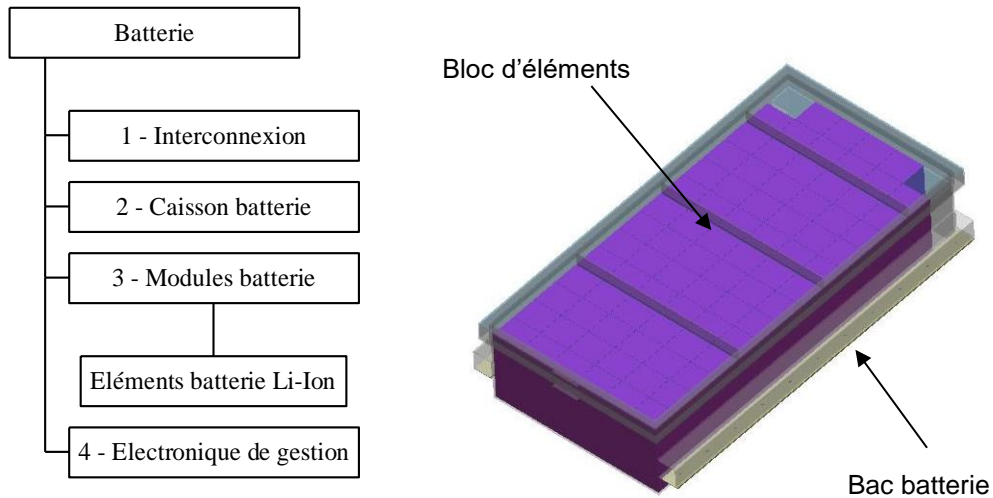


Figure 1-1 : Arborescence de la batterie

1.4.2. Chargeur Batterie

La mission attendue de l'équipement chargeur batterie est la suivante :

- Permettre la remise à niveau de la charge de la batterie pour lui permettre d'assurer sa mission. Le chargeur batterie est exploité dans l'atelier de maintenance. En adéquation avec la redondance des deux exemplaires de batteries et pour répondre à des opérations correctives exceptionnelles, il n'est pas internalisé au VL et il doit être mobile.

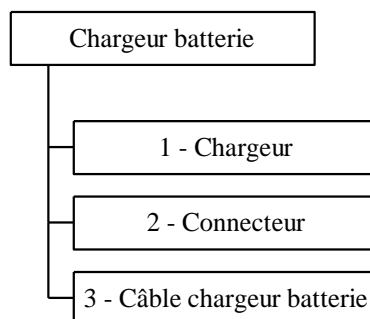


Figure 1-2 : Arborescence du chargeur
Sous système équipement de soutien du SIHE

1.4.3. Outillage de manutention batterie

Le dispositif de batteries actuel dispose d'un ensemble d'outillages dont les missions sont :

- Faciliter et sécuriser les opérations de pose et dépose de la batterie dans le VL,
- Permettre la manutention (levage, circulation, transport...), le stockage et la maintenance de la batterie au BSHE.

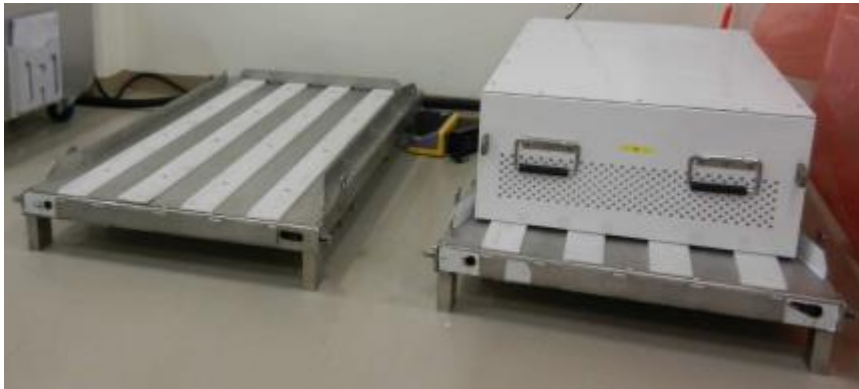


Figure 1-3 : Vues outillages

Cet ensemble est constitué :

- D'une palette de transfert d'une batterie, une palette par exemplaire de batterie (Réf. : EC9L1684E), pour les phases de transfert, d'entreposage et de charge des batteries ;
- D'un outillage de manipulation de la batterie (Réf. : EC9L2000B pour l'intégration/extraction de la batterie entre le VL et sa palette de transfert.

1.5. PRESENTATION DE L'UTILISATION DES EQUIPEMENTS

Les différentes phases d'utilisation du sous-système batterie du SIHE sont les suivantes :

1.5.1. Phase de stockage, conditionnement et transport

Cette phase correspond à l'ensemble des opérations qui, après fabrication, aboutissent à la livraison et au stockage du matériel sur le site de LMJ.

1.5.1.1. Transport du sous-système batterie du SIHE

Descriptif : Cette phase correspond au transport du sous-système batterie du SIHE depuis le lieu de fabrication au lieu de son intégration sur le site du LMJ.

1.5.1.2. Manutention du sous-système batterie du SIHE

Descriptif : Cette phase correspond à la manutention du sous-système batterie du SIHE sur le site du LMJ. Dans un objectif de limitation du risque d'incendie dans les locaux d'exploitation, les batteries seront unitairement déplacées dans une zone ou un local dédié à leurs charges et à leur entreposage.

1.5.2. Phase de montage

Descriptif : Cette phase correspond à la première intégration de chaque batterie dans le VL et dans son système de soutien suite à leur livraison dans l'Installation LMJ.

1.5.3. Phase d'exploitation

1.5.3.1. Utilisation du VL

Descriptif : Cette phase correspond à l'utilisation de la batterie pour la circulation du VL dans le BSHE ou dans le HE.

1.5.3.2. Recharge de la batterie

Descriptif : Cette phase correspond à la recharge de la batterie à l'aide d'un chargeur externe dans une zone ou local dédié du BSHE (ou salle A150 dans un premier temps),

1.5.3.3. Evolutions de configuration du SIHE

En raison d'obsolescences identifiées, le SIHE va faire l'objet, dans une échéance de 5 cinq ans à date de cet indice de document, d'une rénovation de ses équipements électrotechniques et de contrôle commande.

- ETAPE 1 : SIHE avec rénovation du sous-système batterie

L'objectif est de palier, à court terme, à la fin de vie des batteries actuelles.

- ETAPE 2 : SIHE rénové

La compatibilité ascendante du nouveau sous-système batterie avec la future configuration électrotechnique du SIHE doit être assurée avec une intervention minimale sur les équipements du sous-système batterie.

1.5.4. Phase de maintenance

Descriptif : Cette phase correspond à la maintenance du sous-système batterie du SIHE sur le site LMJ.

1.5.5. Phase de démantèlement

La filière d'évacuation et de traitement des batteries en fin de vie doit être connue ou reconnue viable à échéance.

1.5.6. Profil d'emploi

L'annexe 1 présente le profil d'emploi annuel du sous-système batterie.

2. LA BATTERIE

2.1. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES

2.1.1. Fournir l'énergie nécessaire au VL dans le milieu spécifié (FP1)

Les caractéristiques électriques principales exigées de la batterie sont reportées dans les tableaux suivants.

Ces tableaux déclinent les performances pour les deux étapes de configurations électrotechniques décrites dans le §1.5.3.3.

Si la plage de tension de la batterie n'est pas compatible des deux étapes de configuration du VL, le respect des performances de l'Étape 2 est primordial. Dans ce cas, un mode de plafonnement de la tension fournie par la batterie, au détriment de la capacité, pourra être mis en œuvre pour répondre aux limites de l'Étape 1.

2.1.1.1. Batterie compatible des deux étapes de configuration

Désignation	Unité	Valeur	Commentaires
Tension nominale	V	300	VALEUR INDICATIVE
Puissance nominale en circulation	KW	5,3	
Puissance nominale en veille	KW	1	
Puissance moyenne d'utilisation	kW	2	
Capacité initiale (*)	kWh	>10 et <20	(**)
Intensité crête maxi	A	80 (5 secondes)	
Tension max	V	330	
Tension min	V	243	

(*) Le besoin énergétique pour assurer une autonomie utile à une « mission type » est de 4 kWh. La batterie est dimensionnée pour assurer 2 missions. Compte tenu d'un taux de restitution de 85% pour une batterie en fin de vie et d'un taux de perte électrique dans les câbles de 5%, il est nécessaire d'installer une batterie d'une capacité d'au moins 10 kWh.

(**) 20 kWh est un seuil recommandé au-delà duquel il est demandé pour une intervention incendie une capacité du réseau hydraulique et des moyens engagés à fournir au moins 2000 l/min d'eau [7].

2.1.1.2. Mode dérogatoire si incompatibilité des tensions

En cas d'incompatibilité de la batterie avec la plage de tension autorisée par les variateurs du VL, pour l'Etape 1, le plafonnement de la tension maximum pourra se faire au détriment de la capacité suivant le tableau ci-dessous.

Dans ce cas, pour l'Etape 2, les performances des batteries répondront au tableau ci-dessous.

Désignation	Unité	Valeur	Commentaires
Tension nominale	V	300	VALEUR INDICATIVE
Puissance nominale en circulation	KW	5,3	
Puissance nominale en veille	KW	1	
Puissance moyenne d'utilisation	kW	2	
Capacité initiale	kWh	>10 et <20	Dérogation étape 1 : capacité >5 ^(***)
Intensité crête maxi	A	80 (5 secondes)	
Tension max	V	370	
Tension min	V	243	

Le passage à l'étape 2 ne doit pas nécessiter un retour en usine et ne doit pas demander autant que possible une intervention au niveau des conducteurs reliant les packs de cellules.

(***) : En cas de mode dérogatoire pour l'Etape 1, la batterie devra pouvoir assurer une mission type. Sa Capacité devra être supérieure à 5 kWh.

2.1.1.3. Etre totalement autonome en source d'énergie

Aucune autre source d'énergie n'est disponible sur le Véhicule Lourd, la batterie doit être autonome en source d'énergie.

2.1.2. Gérer en temps réel la charge et la décharge de la batterie (FP2)

La batterie doit permettre des temps de charge et re-équilibrage compatibles de l'exploitation :

Désignation	Unité	Valeur
Temps de charge max	h	6
Nombre de cycles de recharges possibles (niveau maximum de décharge à 20% de capacité finale)		20/an

Pour permettre la gestion en temps réel du SIHE, la batterie fournira, a minima, l'évolution des variables suivantes, durant la décharge de chaque élément :

- Etat de charge
- Température interne (°c)
- Tension (Vdc)
- Autres Etats internes (dont données « défaut » et « alarme »).

Ces informations sont portées à connaissance de l'opérateur par l'intermédiaire de l'UCVL. La connectique pour le transfert de données est précisée au Chapitre 2.1.5.1.

Le titulaire fournira le logiciel de contrôle de la batterie, compatible d'un PC standard sous environnement Windows 11 64 bits minimum.

Les fonctionnalités de télétransmission directe des données de suivi des batteries, sont interdites et de toute façon inopérantes dans l'Installation LMJ.

2.1.3. Assurer la sécurité des matériels et des personnes (FC1)

Compte tenu de la quantité d'énergie embarquée dans la batterie, des dispositifs de sécurité, destinés à prévenir le risque électrique et le risque incendie seront installés sur la batterie.

2.1.3.1. Prévenir le risque électrique

La conception de la batterie sera réalisée en respectant les normes d'installation électrique (voir §2.1.3.6.) et la batterie sera certifiée par un organisme agréé pour sa définition et sa mise en œuvre.

Pour garantir la sécurité de l'opérateur qui va manutentionner la batterie pour la transférer du VL sur l'outillage et vice-versa, un bouton de marche/arrêt ou équivalent est nécessaire pour couper la tension batterie. La batterie sera isolée, lors des phases d'arrêt du SIHE et pour éviter les connexions/déconnexions sous puissance.

2.1.3.2. Prévenir le risque incendie

• Prévention du risque incendie

La batterie comporte des dispositifs de sécurité destinés à prévenir le risque incendie. Sans se substituer au respect des normes citées dans le §2.1.3.6 Les dispositifs sont les suivants :

- Un thermo contact taré à une température déterminée, pour contrôler la température de l'environnement interne bac batterie ;
- Chaque module possède un moyen de protection interne, lui permettant de ne pas s'enflammer dans le cas d'un dépassement de la température maxi de fonctionnement ;
- L'ensemble des éléments est installé dans un coffre permettant de les protéger des chocs lors de l'installation et de la manipulation de la batterie ;
- Des mesures constructives qui limitent la propagation de la défaillance d'une cellule aux cellules voisines.

• **Maîtrise des approvisionnements des cellules Litium-ion élémentaires**

- Le titulaire doit présenter et maîtriser l'approvisionnement des cellules élémentaires :
 - Sélection et qualification des lots de cellules,
 - Répartitions des cellules en fonctions des lots d'origine.
- Il est souhaité que les cellules constitutives d'une batterie soient issues d'un même lot de production amont.

• **Choix des matériaux**

Pour prévenir l'occurrence et les risques d'un incendie, les matériaux employés doivent être, autant que possible, de classe M1 et C1 (non propagation du feu, voir norme CEI 60950).

• **Evaluation des DCC Densités de Charge Calorifique**

Afin d'évaluer les densités de charge calorifique de la batterie, le titulaire renseignera le tableau ci-dessous :

- remplir de façon exhaustive et très détaillée la liste des produits de la colonne « produit » ("détaillée" signifie : PEHD, PVC, PET, PU. Non détaillée signifie : plastique, polymère) ainsi que la « Nature ».
- citer de façon exhaustive tous les éléments des équipements, à l'exception :
 - de ce qui est M0 (béton, verre, céramique,)
 - des métaux (à l'exception de métaux en poudre ou copeaux)

Désignation	Produit	Valeur PC	Unité PC*	Quantité	nature**
<i>câbles</i>					
Etc...					
* : unités = MJ/kg , MJ/l, MJ/m2, MJ/m3, MJ/unité, MJ/m/dm2					
** : tube, plaque, goulotte, etc...					

2.1.3.3. Maîtriser le risque de génération de gaz

Le titulaire doit fournir les informations permettant de caractériser le risque de génération de gaz en situation de défaillance et d'emballage d'une ou plusieurs cellules :

- Définir et certifier le cas enveloppe ;
- Le volume et la composition du gaz généré ;
- Le volume de confinement des gaz et la pression avant éjection ;
- Les dispositions constructives qui limitent la quantité de gaz, leur température, leur pression ou dynamique d'éjection ;
- La composition doit être fournie au CEA pour analyse de l'impact de la présence d'un tel gaz dans la salle d'expériences.

2.1.3.4. Etre en adéquation avec les contraintes CEM

La batterie devra être conçue en respectant les normes appelées dans le §2.1.3.6

2.1.3.5. Répondre aux exigences concernant l'utilisation (ergonomie)

Le titulaire devra prouver l'adéquation des interventions de maintenance et d'exploitation sur la batterie avec le facteur humain et l'ergonomie des postes de travail. Les positions de travail debout doivent être privilégiées, l'atteinte de l'information visuelle et la manœuvre des commandes doivent être simultanées, les postures de base doivent limiter la fatigue et les risques d'erreurs, les communications doivent être favorisées.

Cette liste de points n'est pas exhaustive des critères permettant de qualifier l'ergonomie d'un poste.

Pour garantir la sécurité de l'opérateur qui va manutentionner la batterie pour la transférer du VL sur l'outillage et vice-versa, un bouton de marche/arrêt ou équivalent est nécessaire pour couper la tension batterie.

Les normes et prescriptions anthropométriques sont décrites dans le code du travail et dans le document : NF EN ISO 14738 (X34-104).

2.1.3.6. Exigences normatives

Les normes applicables au produit sont les suivantes :

- Exigences de sécurité pour les batteries d'accumulateurs et les installations de batteries. Partie 6 : fonctionnement en toute sécurité des batteries ions-lithium dans les applications de traction – NF EN IEC 62485-6 et les normes appelées par celles-ci ;
- L'emploi de composants certifiés suivant la norme IEC 62619 est obligatoire ;
- L'aptitude de toute ou partie des constituants de la batterie à répondre aux normes concernant des applications routières est un plus ;
- Les normes de régulation ADR, IMG et UN relatives au transport de batterie lithium-ion ;
- Certaines normes de conception des équipements tels que les aménagements hommes/machines sont à respecter.

2.1.4. Etre compatible des exigences opérationnelles et logistiques (FC2)

2.1.4.1. Répondre aux exigences de durée de vie

L'installation est conçue pour une durée de vie de 30 ans. Compte tenu du nombre de cycles annuels envisagé, le titulaire précisera la durée de vie minimum prévue pour une batterie. En se préservant de décharges excessives (<10%), la durée de vie souhaitée est de 15 ans.

Dans cet objectif, les batteries feront l'objet d'une maintenance préventive dont la faisabilité devra être garantie et documentée.

Dans la configuration initiale retenue, la durée de vie de production souhaitée est de 10 ans.

2.1.4.2. Respecter les exigences de fiabilité

L'immobilisation du VL, en limite de décharge ou de défaillance de la batterie, doit être inférieure à 60 min. Dans cet objectif, avec ses outils de soutien, le sous-système batterie sera doté de 2 batteries interchangeables.

2.1.4.3. Respecter les exigences de maintenabilité

Les opérations standards de maintenance réalisées sur la batterie, sont :

- Pose et dépose de la batterie dans le SIHE :
La durée d'une intervention d'échange d'une batterie dans le VL doit être inférieure à 30 minutes (pour information, sans évolution des outillages en service cette performance est acquise).
Allocation à la batterie : 15 min pour faire glisser la batterie, déverrouiller et déconnecter (idem vice-versa).
- Charger la batterie à l'aide du chargeur batterie
Voir § 3.
- Stocker la batterie.

La batterie devra être conçue de manière à faciliter la localisation d'un défaut. Prévoir un autotest à la mise sous tension.

Tout message d'alarme, défaut, avertissement doit être explicite, rédigé en français, en rapport avec les notices d'utilisation et de maintenance.

Un outillage de manutention, hors fourniture (Cf. [5]) permet de faciliter et de sécuriser les opérations de maintenance (voir plan d'interface [4] pour information).

2.1.4.4. Etre compatible des exigences de soutien logistique

Un logiciel compatible PC sous Windows 11 64 bits devra être prévu afin de garantir notamment la tenue des exigences de testabilité.

Tous les moyens requis pour permettre l'emballage, la manutention, le stockage et le transport de la batterie pendant sa durée de vie, devront être prévus.

Le titulaire se reportera à la spécification [2] pour prendre connaissance des exigences de marquage.

Les modalités de montage doivent laisser visible (dans la mesure du possible) les marquages de l'équipement à échanger.

Un plan de maintenance et une documentation de maintenance seront fournis par le titulaire. Le document précisera notamment les opérations à effectuer en maintenance préventive, ainsi que leur périodicité.

La qualification du personnel et les habilitations éventuelles nécessaires pour la manutention et la maintenance de la batterie seront précisées par le titulaire. Pour information, les catégories de personnel sont :

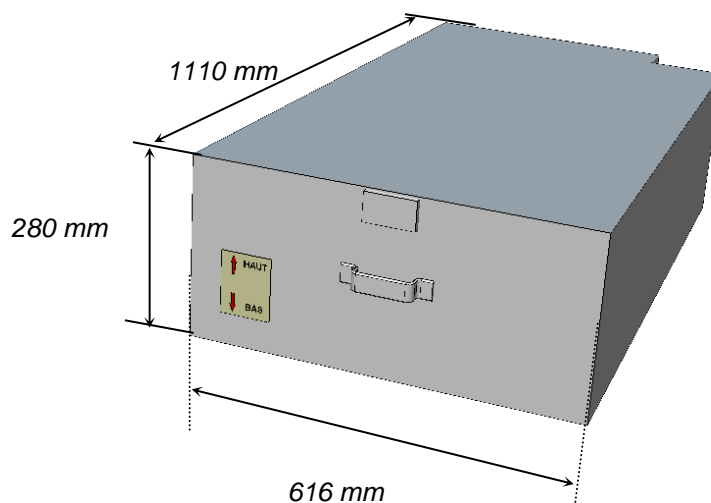
- Opérateur d'exploitation,
- Technicien de maintenance,
- Ingénieur de maintenance.

2.1.5. ETRE ADAPTE AUX INTERFACES DES AUTRES EQUIPEMENTS (FC3)

2.1.5.1. Etre adapté aux interfaces du VL (FC3A)

Les dimensions maxi de la batterie en mm sont précisées sur le plan d'interface [0]. Les dimensions en mm hors tout pour information sont de (LxlxH).

Longueur **	largeur	Hauteur
1 110 ext coffre	616 hors tout	280



Nota (**): la valeur 1110mm pour la longueur est réservatoire de la batterie d'origine de capacité 21 kWh. Pour une batterie d'une capacité cible au-dessus de 10 kWh il est souhaité une réduction d'encombrement de l'ordre de 30% de cette longueur.

La batterie doit être compatible des interfaces VL suivantes pour sa manutention et son exploitation (précisées sur le plan d'interface [0]) :

- Interface de fixation de la batterie sur le châssis du véhicule,
- Interface de manutention (préhension) avec le VL.

Pour le bridage de la batterie dans le VL, la batterie coulisse sur des bandes de PTFE sous la batterie (a priori 2 bandes à 1/3 de la largeur des parois latérales) et sur les côtés de la batterie. Pour le bridage longitudinal, il y aura également un verrouillage manuel sur la face arrière lors du montage de la batterie dans le VL. Le ou les revêtements de finition devront résister aux frottements sur les bandes de PTFE.

Le VL équipé de la batterie devant circuler sur un plancher, il est nécessaire que cet ensemble respecte une masse maximale. La **masse maxi de la batterie est de 250 kg**.

Deux types d'interfaces électriques sont identifiés entre la batterie et son environnement :

- **Interface électrique, connexion de puissance pour charge et décharge**

La localisation de la connectique est précisée sur le plan d'interface [0]. Pour la transmission de puissance une connexion est identifiée :

- Une connexion commune pour le chargeur de batterie et l'alimentation VL est souhaitable.

- **Interface électrique, bus de communication entre la batterie et le VL**

La localisation de la connectique est précisée sur le plan d'interface [0]. La connexion pour le transfert des informations demandées, met en jeux les liaisons suivantes :

- Liaison protocolée de type ETHERNET, ou (non exclusif) bus de terrain (CAN OPEN ou PROFIBUS DP),
- Borne pour capteur incendie si l'option est retenue (cf §2.1.3.2),
- Connectique dédiée pour la charge (si préconisation fournisseur).

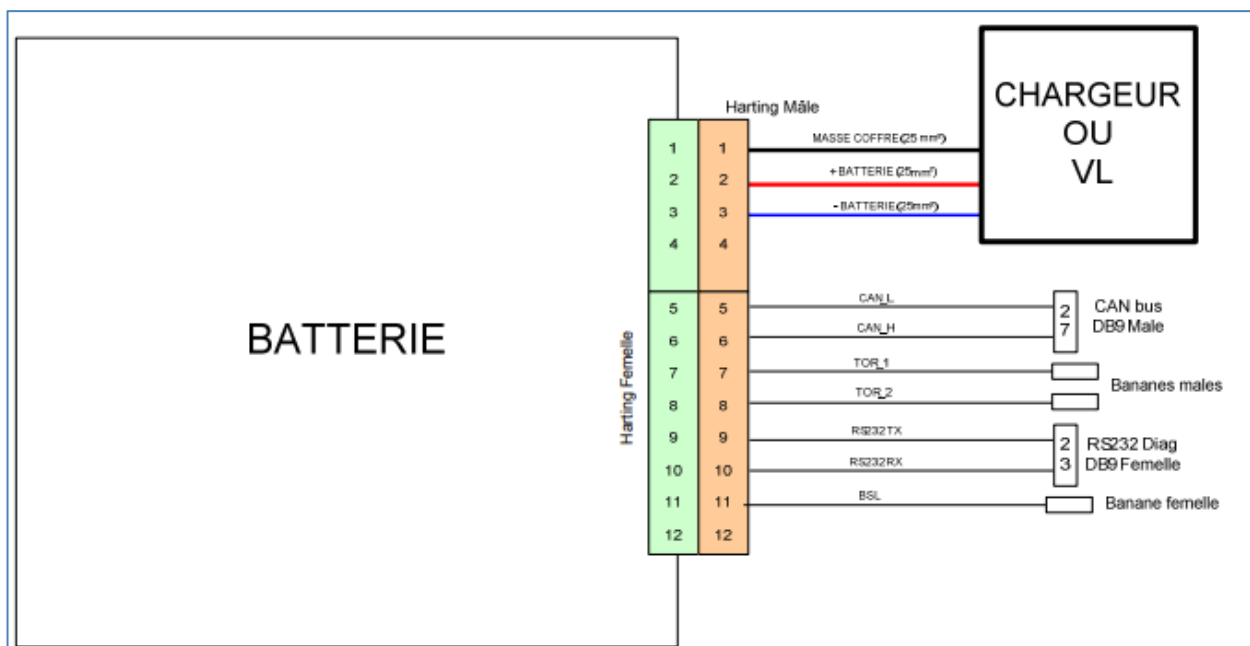
La connectique est compatible d'une intervention manuelle.

Les connecteurs doivent être verrouillables (1/4 de tour ou butée).

Ils seront choisis parmi des connecteurs de « série industrielle » avec des cycles de vie d'au moins 500 cycles de connexions/déconnexions.

Le titulaire fournira le jeu de connecteurs complets, le CEA aura la charge de connectoriser les câbles en attente du VL.

A titre indicatif, le schéma ci-dessous présente la connectique actuelle :



2.1.5.2. Etre adapté aux interfaces du chargeur (FC3B)

Deux types d'interfaces électriques sont identifiés entre la batterie et son environnement :

- **Interface électrique, connexion de puissance pour charge et décharge**

Voir §2.1.5.1

- **Interface électrique, communication en charge et décharge**

En plus de la connectique commune avec les interfaces VL (voir §2.1.5.1), la batterie intégrera la connectique utile au chargeur (suivant préconisation fournisseur). Une connectique commune aux deux modes de fonctionnement de la batterie est souhaitable.

2.1.5.3. Etre adapté aux interfaces de l'outillage de manutention batterie (FC3C)

Le système de soutien est doté d'outillages qui permettent de transporter la batterie depuis le VL jusqu'à la salle de recharge de la batterie.

Les interfaces suivantes, pour la manutention et l'exploitation de la batterie sont précisées sur le plan d'interface [0].

Ces outillages sont :

- 1 outillage de transfert d'une batterie entre le VL et sa palette d'entreposage et de charge électrique : plan Réf. [4] ;
- 2 palettes de manutention et d'entreposage d'une batterie pour son stockage et sa charge dans la zone réservée à cet usage : plan Réf. [6].

2.2. CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT (FC4)

2.2.1. Température

Les conditions de température et d'hygrométrie auxquelles sera soumise la batterie sont les suivantes :

Au niveau de la Salle d'Expériences et du BSHE :

- Température $21\text{ °C} \pm 0,5^{\circ}$
- Hygrométrie $50 \pm 10\text{ (\%Hr)}$

Cet environnement thermique est l'état de la spécification de la climatisation du bâtiment.

Au niveau de la base arrière temporaire (salle A150 non climatisée) :

- Température $18\text{ °C} \pm 2^{\circ}$
- Hygrométrie non contrôlée

Cet environnement thermique est l'état de la spécification de la climatisation du bâtiment.

La température de peau maxi du bac à batterie tolérée est de 50°C .

2.2.2. Sollicitations en phase "Circulation BSHE-HE" du VL

Pendant cette phase, l'ensemble VL se déplace à une vitesse maximale de 0,3 m/s et il est soumis aux accélérations suivantes :

- Accélération transversale : $\pm 0,1\text{g}$ valeur moyenne
- Accélération verticale : $\pm 0,75\text{g}$ valeur efficace sur un signal sinus de 45ms

Le niveau de choc admissible par la batterie, au niveau des faces d'appui ou des points de levage est donc de $0,75\text{g}$, dans toutes directions.

La fréquence propre du VL est estimée à 20Hz.

2.2.3. Rayonnement

Le Véhicule Lourd ne sera pas dans la Salle d'expériences au moment des tirs.

Tout ce qui entre dans la Salle d'expériences en dehors des tirs reçoit environ $2,5\text{ mrad/heure}$.

Pour 1128 heures par an, la batterie recevra $2,82\text{ rad/an}$.

2.2.4. Propreté

La batterie étant intégrée sur le VL dans un environnement de classe ISO8, elle est tenue de respecter un certain nombre de règles pour maintenir un tel niveau de propreté.

A ce titre, le titulaire se reportera à la spécification [3] pour prendre connaissance des exigences générales de propreté.

Egalement, dans le cas d'emploi de matériels existants non développés explicitement avec cette contrainte et devant être intégrés au sein de la batterie, il y a lieu d'identifier les écarts potentiels et les adaptations possibles pour réduire ces écarts.

3. LE CHARGEUR DE BATTERIE

3.1. EXIGENCES FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES

Le chargeur doit assurer la charge de la batterie dans toutes les conditions de sécurité et de sûreté de fonctionnement lié à la technologie.

3.1.1. Assurer la charge de la batterie (FP3)

Les caractéristiques principales du chargeur sont :

- Charge
La durée de charge doit être inférieure à 6 heures.
- Décharge
Le chargeur intègre toutes les fonctions permettant d'assurer l'entretien optimum de la batterie.
- Gestion du chargeur
Le chargeur intègre un module assurant sa gestion et peut communiquer son état, aux opérateurs, par le biais d'une IHM ou d'un bornier pour retransmission externe vers PC de surveillance (PC sous Windows 11 64 bits de fourniture CEA) :
 - Défauts
 - Etat de la charge en cours (%)
 - Tension (V)
 - Température (°C)
 -

Cette liste n'est pas exhaustive, elle sera discutée avec le CEA et sera complétée par le titulaire pour les besoins propres à la gestion de la batterie : communication avec le BMS, contacts secs de sécurité tels que des dispositifs d'arrêts d'urgence.

3.1.2. Assurer la sécurité des matériels et des personnes (FC5)

3.1.2.1. Prévenir le risque électrique

La conception du chargeur sera réalisée en respectant les normes d'installation électriques (voir §3.1.2.6) et le chargeur sera certifié par un organisme agréé pour sa définition et sa mise en œuvre.

3.1.2.2. Prévenir le risque incendie**➤ Prévention du risque incendie**

Le chargeur dans sa conception comporte les sécurités nécessaires (Disjoncteur, limitation de tension ...) pour prévenir le risque incendie lors des opérations de charge et décharge de la batterie.

➤ Choix des matériaux

Pour prévenir l'occurrence et les risques d'un incendie, les matériaux employés doivent être de classe M1 et C1 (non propagation du feu, voir norme CEI 60950).

3.1.2.3. Répondre aux exigences de sécurité particulières rattachées à la technologie LI-ION

Le chargeur dans sa conception comporte les sécurités nécessaires particulières rattachées à la technologie Li-ion.

3.1.2.4. Etre en adéquation avec les contraintes CEM

Le chargeur devra être conçu en respectant les normes suivantes :

	Norme à respecter
Isolation	NFC 15 – 100 – Installations électriques à basse tension (avec additifs)
Compatibilité électromagnétique (immunité)	EN 61000-6-2:2001 Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 6-2: Normes génériques — Immunité (Modifié) pour les environnements industriels
Compatibilité électromagnétique (émission)	NF EN 61000-6-4:2001 Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 6-4: Normes génériques —Norme (Modifiée) sur l'émission pour les environnements industriels

3.1.2.5. Répondre aux exigences concernant l'utilisation (ergonomie)

Le chargeur est équipé d'un dispositif lui permettant d'être déplacé de la zone de stockage à la zone prévue pour la maintenance de la batterie par un opérateur d'exploitation.

Le chargeur intègre une Interface Homme Machine qui permet aux utilisateurs d'assurer sa gestion (défauts, fin de charge, marche/arrêt) (Cf. § 3.1.1).

Les normes et prescriptions anthropométriques sont décrites dans le code du travail et dans le document : NF EN ISO 14738 (X34-104).

3.1.2.6. Exigences normatives

Le dispositif doit être compatible des exigences liées à l'emploi des batteries (Voir §2.1.3.6).
Exigences propres à l'équipement : la conformité CE à la directive 2014/35/UE est exigée.

3.1.3. Etre compatible des exigences opérationnelles et logistiques (FC6)

3.1.3.1. Répondre aux exigences de durée de vie

L'installation est conçue pour une durée de vie de 30 ans.

Les URL dont les durées de vie seront inférieures à 30 ans feront l'objet d'une maintenance préventive dont la faisabilité devra être garantie.

Dans la configuration initiale retenue, la durée de vie de production exigée est de 10 ans.

3.1.3.2. Respecter les exigences de fiabilité

Rédaction réservée.

3.1.3.3. Respecter les exigences de maintenabilité

Le système doit être équipé d'une fonction diagnostic la plus exhaustive possible qui puisse permettre de localiser avec précisions où se trouve la défaillance.

Le chargeur devra être conçu de manière à faciliter le rechange des URA. Ce qui implique une accessibilité des composants.

Le temps de réparation de l'équipement (MTTR) par échanges des éléments maintenables devra être inférieure à 2 jours (au sein de l'atelier de maintenance du LMJ). Objectif à discuter avec le CEA.

Le titulaire fournira une nomenclature de ces composants remplaçables.

3.1.3.4. Etre compatible des exigences de soutien logistique

D'une manière générale, le titulaire garantira la pérennité en terme de fonction et d'interface fonctionnelle.

Tous les moyens requis pour permettre l'emballage, la manutention, le stockage et le transport du chargeur pendant sa durée de vie, devront être prévus.

Le titulaire se reportera à la spécification [2] pour prendre connaissance des exigences de marquage.

Les modalités de montage doivent laisser visible (dans la mesure du possible) les marquages de l'équipement à échanger.

Une documentation de maintenance sera fournie par le titulaire. Le document précisera notamment les opérations à effectuer en maintenance préventive, ainsi que leur périodicité.

La qualification du personnel et les habilitations éventuelles nécessaires pour la manutention et la maintenance de la batterie seront précisées par le titulaire. Pour information, les catégories de personnel sont :

- Opérateur d'exploitation,
- Technicien de maintenance,
- Ingénieur de maintenance.

3.1.4. Etre adapté aux interfaces des autres équipements (FC7)

3.1.4.1. Exigences de dimensions et masse

Le chargeur doit rester mobile et compatible de la force d'un seul opérateur.

3.1.4.2. Etre adapté aux interfaces de la batterie

Les principales interfaces électriques sont les suivantes :

- Interface électrique, connexion de puissance
Câble pour connexion à la batterie : longueur à définir en fonction des dimensions de la batterie intégrée dans les outillages de manipulation et de façon exceptionnelle dans le VL.
- Interface électrique, de contrôle de charge
A définir en fonction des besoins de la batterie et de son suivi.

3.1.4.3. Etre adapté aux interfaces "Servitudes"

Les sources d'énergie électriques disponibles dans le BSHE sont :

- Tension 240 Vac monophasée 50 Hz
- Tension 400Vac triphasée + Neutre 50 Hz (puissance maxi 6 KVA / facteur de puissance prévu 0,8)

Communication de données

Le chargeur devra également intégrer les interfaces :

- Permettant la récupération des données gérées vers un PC sous Windows 11 64 bits (PC de fourniture CEA) connectable à celui-ci, si ce n'est pas couvert par les données du BMS accessibles au travers de son outil de suivi ;
- Assurant la mise à disposition d'un signal d'alarme en cas de défaut détecté (sortie TOR).

3.2. CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT (FC8)

3.2.1. Température

Les conditions de température et d'hygrométrie auxquelles sera soumis le chargeur sont les suivantes :

Au niveau du BSHE :

- Température 21 °C $\pm 0,5^\circ$
- Hygrométrie 50 ± 10 (%Hr)

Cet environnement thermique est l'état de la spécification de la climatisation du bâtiment.

Au niveau de la base arrière temporaire (salle A150 non climatisée) :

- Température 18 °C $\pm 2^\circ$
- Hygrométrie non contrôlée

Pour limiter les perturbations thermiques du système ECI, la température de peau maxi du chargeur tolérée est de 50°C. Il faut également limiter les dégagements de chaleur.

3.2.2. Rayonnement

Sans objet – Le chargeur n'est utilisé qu'au BSHE.

3.2.3. Propreté

Le chargeur est stocké et est exploité dans un environnement de propreté de classe ISO8. Pour maintenir un tel niveau de propreté, le matériel est tenu de respecter un certain nombre de règles. Celles essentielles applicables sont rappelées dans le Chapitre 2.2.4.

3.2.4. Respecter les exigences d'insonorisation

Les principes généraux de prévention des risques dus au bruit, doivent être mis en œuvre et intégrés dès la conception du matériel : réduire les bruits, diminuer leur propagation, réduire la réverbération.

4. DISPOSITIONS IMPOSEES

4.1. EXIGENCES DE REALISATION

Le titulaire se reportera à la spécification [2] pour prendre connaissance des exigences d'approvisionnement, de réalisation et de contrôle.

En particulier, le titulaire se reportera à la spécification [1] pour prendre connaissance des exigences générales de traitement de surface. La peinture du bac devra être compatible d'un glissement avec frottement faible sur le PTFE.

De même, pour le conditionnement, l'emballage et le transport, le titulaire respectera les points suivants :

- La réception des équipements propres : dégraissés, nettoyés, etc...
- Le bon état de fonctionnement des équipements,
- Le bon état de surface des équipements (pas de frottement ou de chocs qui engendreraient la création de particule), ces derniers étant installés au sein d'un environnement ISO 8 cf. § 2.2.4 ;

- Le bon état des éléments de transport.
- Les équipements seront livrés dans un emballage (type film plastique) permettant d'assurer la tenue du niveau de propreté requis (Cf § 2.2.4) ;
- La conformité à la norme en vigueur régissant le transport des produits batterie lithium-ion (Cf § 2.1.3.6).

Le titulaire se reportera à la spécification [2] pour prendre connaissance des exigences de marquage :

- En particulier, chaque exemplaire de batterie portera une plaque de marquage collée sur la même face de sortie des connexions (Cf. [0]). En plus du « code à barre CEA » (cf [2]), on retrouvera les éléments suivants :
 - Référence fournisseur,
 - Date de mise en service,
 - Indication haut/bas,
 - Marque de contrôle de recette usine.
- Marquage de sécurité, en conformité avec la réglementation en vigueur pour l'utilisation et le transport de batterie lithium-ion.
- De même, le chargeur portera une plaque d'identification.

Suivi des batteries : Pour chaque batterie fournie, un fichier d'informations lui sera rattaché.

Lors de l'installation sur un VL, son code d'identification est lié au fichier du VL :

- Code d'identification de la Batterie
- N° de série
- Date de mise en service
- ...

4.2. QUALITE

Le niveau d'assurance qualité requis pour la fourniture des équipements est le référentiel ISO 9001 V2000.

Il sera réalisé un dossier de fabrication et de contrôle.

Chaque équipement sera livré avec un certificat de conformité aux performances attendues, des certificats de conformité aux normes et réglementation en vigueur et une fiche de recette.

4.3. DOCUMENTATION

La documentation technique associée aux produits doit être rédigée en langue Française.

5. EXIGENCES D'ASSURANCE DE RESULTAT

5.1. JUSTIFICATION DE LA DEFINITION

Un plan de justification de la définition sera proposé en réponse à chaque exigence de la présente spécification.

5.2. ACCEPTATION DU PRODUIT

Un plan de démonstration de la réponse aux exigences sera proposé.

Plus généralement, la recette se décompose en deux parties :

- Une Recette Usine chez le fournisseur permettant le contrôle de la réalisation des équipements, pour vérifier la compatibilité avec les exigences techniques spécifiées aux § 2 et § 3 ;
- Une recette finale à CEA/CESTA pour la qualification avec le VL et les outillages de mise en œuvre des batteries.

5.2.1. Conditions de recette usine

La présentation en Recette Usine est effectuée par le fournisseur. La Recette Usine comprendra les opérations systématiques suivantes (liste non exhaustive et indicative) et sera accompagnée d'une fiche de contrôle :

- Contrôle d'aspect : de la tenue des composants, de la présence de tous les câbles, plaque d'identification, etc...
- Contrôle dimensionnel : dimensions de la batterie, masse, position des connecteurs, longueur des câbles d'interfaces, etc...
- Mise sous tension, contrôles des signaux,
- Vérification de la polarité de la connexion,
- Vérification de l'autonomie,
- Acceptation de la documentation technique, d'utilisation et de maintenance des équipements
- A compléter...

Un certificat de conformité des organes de sécurité de la batterie sera joint à la fiche de recette.

5.2.2. Recette finale

Après Recette Usine, la batterie et le chargeur seront livrés au CEA pour le contrôle final. La Recette Finale comprendra les opérations systématiques suivantes (liste non exhaustive) :

- Validation de la maintenance d'une batterie sur VL à l'aide de son outillage,
- Tenue mécanique de la batterie dans le VL sur un cycle de manœuvre type,
- Compatibilité avec le contrôle commande du VL.
- A compléter...

La recette finale sera prononcée à l'issue de ces opérations.

5.2.3. Fiche de contrôle

Une Fiche de Contrôle sera remplie par le représentant du Service Qualité Fournisseur, visée à l'issue de la recette usine et transmise au correspondant CEA désigné dans la commande.

5.3. EXIGENCES D'ASSURANCE DE RESULTATS SLI / SDF

Ces exigences, dont les thèmes sont Durée d'Emploi, Fiabilité, Maintenabilité, Nettoyabilité, Ergonomie, Système de Soutien, sont traitées au même titre que les exigences fonctionnelles et techniques exposées aux § 2.1 et § 3.1.

5.4. EXIGENCES DE LIVRAISON

Il sera démontré que toutes les performances des composants seront préservées depuis leur réception technique en usine jusqu'à leur intégration finale sur site.

ANNEXE 1 : Profil d'emploi annuel du sous-système batterie

Le sous-système batterie est composé de 2 batteries. Le SIHE est généralement exploité sur un poste de 8h par journée et de manière exceptionnelle en 2x8.

Une année type se décompose ainsi :

Libellé des journées type	Nb total de jours / an	Utilisation VL
Journées d'arrêt prolongé du SIHE par période 30 à 60 jours	125	Non
Journées de maintenance annuelle et tests SIHE	15	oui
Journées d'emploi programmé du SIHE configuration expérimentale	15	Oui
Journées de veille pour correctifs configuration expérimentale	140	potentiel
Journées d'emploi SIHE pour configuration hall d'expériences	15	oui
Journées de veille pour correctifs configuration hall d'expériences	55	potentiel
Total	365	

- *Non utilisation du VL* : 125 jours, la batterie est retirée du VL et mise en stockage sécurisé
- *Utilisation du VL* : 1 opération type par jour, exceptionnellement 2 opérations
- *Utilisation potentielle du VL* : le VL est apte à réaliser une opération type sans préavis (1 batterie chargée, 1 batterie en stockage chargée selon préconisation constructeur)

Opération type :Par jour

Une opération complète relative (référence opération avec la BTDP polaire, aller-retour) dure en moyenne 4 heures. Typiquement, une opération maximum peut être effectuée sur une journée de 8 heures.

En terme d'énergie, il est pris en compte une réserve permettant d'effectuer une 2^{ème} opération sans recharge batterie.

Par opération :

- Le véhicule circule pour une consommation de 2.3 kW.h - puissance max 3.1 kW
- Le véhicule est en veille pour une consommation de 1 kW.h - puissance max 0.39W
- Le véhicule réalise des franchissements de seuils pour une consommation de 0.3 kW.h - puissance max 4 kW (5s pour un seuil)
- Les vérins réalisent des accostages pour une consommation de 0.5kW.h - puissance max de 3.7kW

On obtient donc un bilan moyen de 4kW.h pour une opération.

La batterie devra avoir une capacité minimale de 8kW.h.

Il s'agit du besoin énergétique théorique. Compte tenu d'un taux de restitution de 85% pour une batterie en fin de vie et d'un taux de perte électrique dans les câbles de 5%, il est nécessaire d'installer une batterie d'une capacité minimale initiale de **10 kWh**.

DIFFUSION

UNITE	NOM OU FONCTION	MESSAGERIE (PDF)
Destinataires :		
CESTA/DLP/SISE	N. FERRIOU-DAURIOS	
CESTA/DLP/SISE/LEM	Y. SCHIANO Th. MARTIN M. MOREAU	
CESTA/DAO/SG/BACO	V. QUEBERT	
Copie :		
CESTA/DLP/SISE/LEM	Chrono Emetteur	