



Rapport public 11

Test de batterie lithium-ion

INGÉNIERIE | STRATÉGIE & CONSEIL | ANALYSE

Septembre 2021

Avertissement

Une personne ou une organisation choisissant d'utiliser des documents préparés par IT Power (Australia) Pty Ltd accepte ce qui suit:

- a) Les conclusions et les chiffres présentés dans les projets de documents sont susceptibles d'être modifiés. IT Power (Australia) Pty Ltd n'accepte aucune responsabilité pour leur utilisation en dehors du rapport original.
- b) Le document ne doit être utilisé qu'à des fins explicitement convenues par IT Power (Australia) Pty Ltd.
- c) Toute la responsabilité et tous les risques associés à l'utilisation de ce rapport incombent à la personne ou à l'organisation qui choisit de l'utiliser.

ITP Renouvelables

Bureau : Niveau 1, 19-23, rue Moore
Tourneur ACT 2612

Adresse postale : PO Box 6127
O'Connor ACT 2602
Australie

Courriel : info@itpau.com.au
Téléphone : +61 (0) 2 6257 3511

itpau.com.au

À propos des énergies renouvelables ITP

ITP Renewables (ITP) est un leader mondial de l'ingénierie énergétique, du conseil et de la gestion de projets, avec une expertise couvrant l'ensemble des énergies renouvelables, du stockage, de l'efficacité, de la conception de systèmes et des politiques.

Nous travaillons avec nos clients au niveau local pour fournir une combinaison unique d'ingénieurs expérimentés en énergie, de conseillers stratégiques spécialisés et d'experts en économie, analyse financière et politique. Nos experts ont des antécédents professionnels dans l'industrie, le milieu universitaire et le gouvernement.

Depuis l'ouverture de notre bureau de Canberra en 2003, nous nous sommes étendus en Nouvelle-Galles du Sud, en Australie-Méridionale et en Nouvelle-Zélande.

ITP est fier de faire partie du groupe international ITP Energized, l'un des cabinets de conseil en ingénierie spécialisés les plus importants, les plus respectés et les plus expérimentés au monde, axé sur les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique et le changement climatique.

Établi au Royaume-Uni en 1981, le Groupe a été l'un des premiers cabinets de conseil dédiés aux énergies renouvelables. En plus du Royaume-Uni, elle maintient une présence en Espagne, au Portugal, en Inde, en Chine, en Argentine et au Kenya, ainsi que nos bureaux ITP en Australie et en Nouvelle-Zélande.

À l'échelle mondiale, le Groupe emploie des experts dans tous les aspects des énergies renouvelables, y compris le photovoltaïque (PV), le solaire thermique, le marin, l'éolien, l'hydroélectricité (micro à moyenne échelle), l'hybridation et les biocarburants.

À propos de ce rapport

Soutenu par une subvention de 1,29 million de dollars de l'Agence australienne des énergies renouvelables dans le cadre de son programme Advancing Renewables, le programme du centre de test des batteries lithium-ion implique des tests de performance des technologies de batteries conventionnelles et émergentes. L'objectif des tests est de vérifier de manière indépendante les performances de la batterie (faible capacité et efficacité aller-retour) par rapport aux affirmations des fabricants.

Ce rapport décrit les résultats des tests et les observations générales ou les problèmes rencontrés jusqu'à présent pour chaque batterie.

Ce rapport, les rapports précédents et les résultats des tests en direct sont publiés sur batterytestcentre.com.au.

Ce projet a reçu un financement de l'ARENA dans le cadre du programme Advancing Renewables de l'ARENA. Les opinions exprimées ici ne sont pas nécessairement celles du gouvernement australien, et le gouvernement australien n'accepte aucune responsabilité pour les informations ou conseils contenus dans ce rapport.

Liste des abréviations

CA	Courant alternatif
Tout-en-un	Tout-en-un (se référant à une unité de batterie combinée à un onduleur à batterie et à un onduleur PV)
ARÈNE	Agence australienne des énergies renouvelables
AUD	Dollar australien
BESS	Système de stockage d'énergie de batterie
BMS	Système de gestion de batterie
BOS	Équilibre du système
C (nombre)	"C Rate" (taux de charge), est une mesure du taux auquel la batterie est chargée/déchargée par rapport à sa capacité nominale. Inversement, il peut être considéré comme le temps pendant lequel toute la capacité (nominale) de la batterie est chargée/déchargée (c'est-à-dire qu'un taux C10 indique un taux de charge/décharge auquel une charge/décharge complète prend 10 heures. A 2C taux indique un taux de charge/décharge auquel une charge/décharge complète ne prend que 0,5 heure)
CAN (autobus)	Controller Area Network (un protocole de communication basé sur des messages permettant aux microcontrôleurs et aux appareils de communiquer sans ordinateur hôte)
CC	Courant continu
DOD	Profondeur de décharge d'une batterie
VHU	Très basse tension
IR	Infrarouge (région du spectre de rayonnement électromagnétique utilisé en imagerie thermique)
PTI	IT Power (Australia) Pty Ltd, agissant sous le nom d'ITP Renewables
kW	Kilowatt, unité de puissance
kWh	Kilowattheure, unité d'énergie (1 kW généré/utilisé pendant 1 heure)
kWc	Kilowatt-crête, unité de puissance des panneaux PV testés au STC
LFP	Lithium Fer Phosphate (une chimie courante des batteries li-ion)
Li-ion	Lithium-ion (faisant référence à la variété des technologies de batterie dans lesquelles les ions lithium sont intercalés à l'anode/cathode)
OVM	Oxyde de manganèse au lithium (une chimie courante des batteries li-ion)
OLT	Titanate de lithium (une chimie courante des batteries li-ion)
MODBUS	Un protocole de communication série pour transmettre des informations entre des appareils électroniques
NMC	Nickel Manganèse Cobalt (une chimie courante des batteries li-ion)
CNC	Code national de la construction
PbA	Plomb-acide
ACGA	Courant alternatif à aimant permanent (une variété de moteurs électriques)
PV	Photovoltaïque
—	Énergie renouvelable
COS	État de charge d'une batterie
UPS	Alimentation sans interruption
VRB	Batterie Vanadium Redox, un type de batterie à flux
VRLA	Acide de plomb régulé par valve

Contenu

RÉSUMÉ	1
1.CONTEXTE DU PROJET	2
2.VUE D'ENSEMBLE DU FONCTIONNEMENT DE LA BATTERIE	4
3.MISE À JOUR DE LA PHASE 1	5
3.1. Sony Fortelion.....	5
4.MISE À JOUR DE LA PHASE 2	6
4.1. BYD B-Box LVS.....	6
4.2. GNB Lithium.....	7
4.3. LG Chem RESU HV.....	7
4.4. Pylontech US2000B.....	8
4.5. Redflow ZCell.....	9
4.6. Tesla Powerwall 2	10
5.MISE À JOUR DE LA PHASE 3	11
5.1. BYD B-Box HVM.....	11
5.2. Systèmes à décharge profonde (DCS) PV 10.0 5.3. FIMER REACT 2	12
5.4. FZSoNick.....	13
5.5. PowerPlus Energy Life Premium.....	13 14
5.6. Solax triplepuissance.....	15
5.7. sonnen Batteri.....	17
5.8. Zenaji Eon.....	18
6.COMPARAISON DES PERFORMANCES	19
6.1. Résultats du test de capacité de la phase.....	19
1 6.2. Résultats du test de capacité de la phase.....	20
2 6.3. Résultats du test de capacité de la phase.....	22
3 6.4. Efficacité aller-retour.....	24
7.DÉVELOPPEMENT DU MARCHÉ	25
8.LEÇONS APPRISES	26
ANNEXE A : PARTAGE DES CONNAISSANCES	27
ANNEXE B : PROCÉDURE DE TEST	30
ANNEXE C : RÉSUMÉ DU RAPPORT PRÉCÉDENT	32



Résumé

ITP Renewables (ITP) teste les performances des batteries à l'échelle résidentielle et commerciale dans une enceinte spécialement conçue et climatisée à l'Institut de technologie de Canberra. Huit batteries ont été installées initialement, suivies de dix autres installées dans une deuxième phase. Huit autres batteries, dont une batterie au lithium-titanate et une batterie au sodium-nickel, ont été installées fin 2019. Il s'agit du onzième rapport public semestriel.

Alors que de nombreuses batteries ont connu des pannes et/ou ont échoué prématurément, la batterie Sony de la phase 1 s'est avérée très fiable à ce jour, aux côtés des batteries Pylontech et GNB Lithium de la phase 2.

La batterie Sony (Phase 1) a conservé plus de 80 % de sa capacité initiale après près de 3 300 cycles. La batterie Pylontech (Phase 2) a également conservé plus de 75% de sa capacité initiale après près de 2 500 cycles.

La plupart des batteries de phase 3 ont effectué moins de 1 000 cycles à ce jour, à l'exception de la FIMER REACT2 qui a conservé plus de 85 % de sa capacité initiale après près de 1 300 cycles. La batterie FZSoNick affiche une perte de capacité minimale, mais son taux de décharge plus faible signifie qu'elle n'a pas effectué autant de cycles que les autres batteries installées dans la même phase. Les trois batteries sans communication avec l'onduleur ont accumulé des cycles plus lentement en raison de décharges peu profondes.

L'efficacité aller-retour est assez constante entre les batteries et a été observée entre 78 et 95 % (DC).

Aucune progression majeure des coûts n'a été observée depuis le rapport précédent. La plupart des analystes continuent de croire que la grande capacité de production de lithium-ion actuellement en développement exercera une pression à la baisse sur les prix à moyen terme. L'opinion d'ITP est que ces réductions de prix sont nécessaires pour une adoption par le marché de masse, parallèlement à des améliorations des produits, des interfaces et du support technique.

1. CONTEXTE DU PROJET

ITP Renewables (ITP) teste les performances des batteries à l'échelle résidentielle et commerciale dans une enceinte spécialement conçue et climatisée à l'Institut de technologie de Canberra. L'objectif des tests est de vérifier de manière indépendante les performances de la batterie (rétention de capacité et efficacité aller-retour) par rapport aux affirmations des fabricants.

Six packs de batteries au lithium-ion, un au plomb conventionnel et un au plomb avancé ont été installés au cours de la phase 1 de l'essai, qui a débuté en août 2016. La phase 2 a débuté en juillet 2017 avec l'ajout de huit packs au lithium-ion, un batterie à circulation au bromure de zinc et un groupe de batteries « eau salée ». La phase 3 a débuté fin 2019 avec l'ajout de huit autres batteries, dont une batterie lithium-titanate (LTO) et une batterie sodium-nickel. Les batteries testées par ITP sont listées ci-dessous.

Produit	Taper	Capacité nominale (kWh nominal)	Phase	Statut
CALB CA100	Fer au lithium Phosphate	10.24	1	Tests terminés
Écoult UltraFlex	Plomb Carbone	14.8	1	Tests terminés
GNB Sonnenschein	Plomb-acide	14.4	1	Tests terminés
Kokam + ADS-TEC	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	8.3	1	Tests terminés
LG Chem RESU 1	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	9.6	1	Tests terminés
Tout-en-un Samsung	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	10.8	1	Tests terminés
Sony Fortelion	Fer au lithium Phosphate	9.6	1	Tests en cours
Tesla Powerwall 1	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	6.4	1	Tests terminés
AlphaESS M48100	Fer au lithium Phosphate	9.6	2	Tests terminés
Ampetis Super Lithium	Fer au lithium Phosphate	9.0	2	Tests terminés
Aquion Aspen	Hybride aqueux Ion	17.6	2	Tests terminés
SimpliPhi PHI 3.4	Fer au lithium Phosphate	10.2	2	Tests terminés

Produit	Taper	Capacité nominale (kWh nominal)	Phase	Statut
BYD B-Box	Fer au lithium Phosphate	10.24	2	octobre 2020 – Remplacé par BYD B-Box LVS (8 kWh) Tests en cours
GNB Lithium	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	12.7	2	Tests en cours
LG Chem RESU HV	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	9.8	2	Tests en cours
Pylontech US2000B	Fer au lithium Phosphate	9.6	2	Tests en cours
Redflow ZCell	Flux de bromure de zinc 10.0		2	Tests en cours
Mur d'alimentation Telsa 2	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	13.5	2	Tests en cours
BYD B-Box HV	Fer au lithium Phosphate	10.2	3	Juin 2020 - Remplacé par BYD B-Box HVM (11,04 kWh) Tests en cours
DCS PV 10.0	Fer au lithium Phosphate	10.0	3	Tests en cours
FIMER REACT 2	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	8.0	3	Tests en cours
FZSoNick	Nickel de sodium Chlorure	9.6	3	Tests en cours
Durée de vie énergétique PowerPlus Prime	Fer au lithium Phosphate	9.9	3	Tests en cours
SolaX triple puissance	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	12.6	3	Tests en cours
sonnenBatterie	Fer au lithium Phosphate	10.0	3	Tests en cours
Zenaji Eon	Titanate de lithium	9.6	3	Tests en cours

Tableau 1 : Récapitulatif des batteries testées par ITP au centre de test

2. APERÇU DU FONCTIONNEMENT DE LA BATTERIE

La figure 1 donne un aperçu des problèmes rencontrés par les batteries installées lors de l'essai. Notez que seuls les problèmes entraînant une interruption complète du cycle sont affichés.

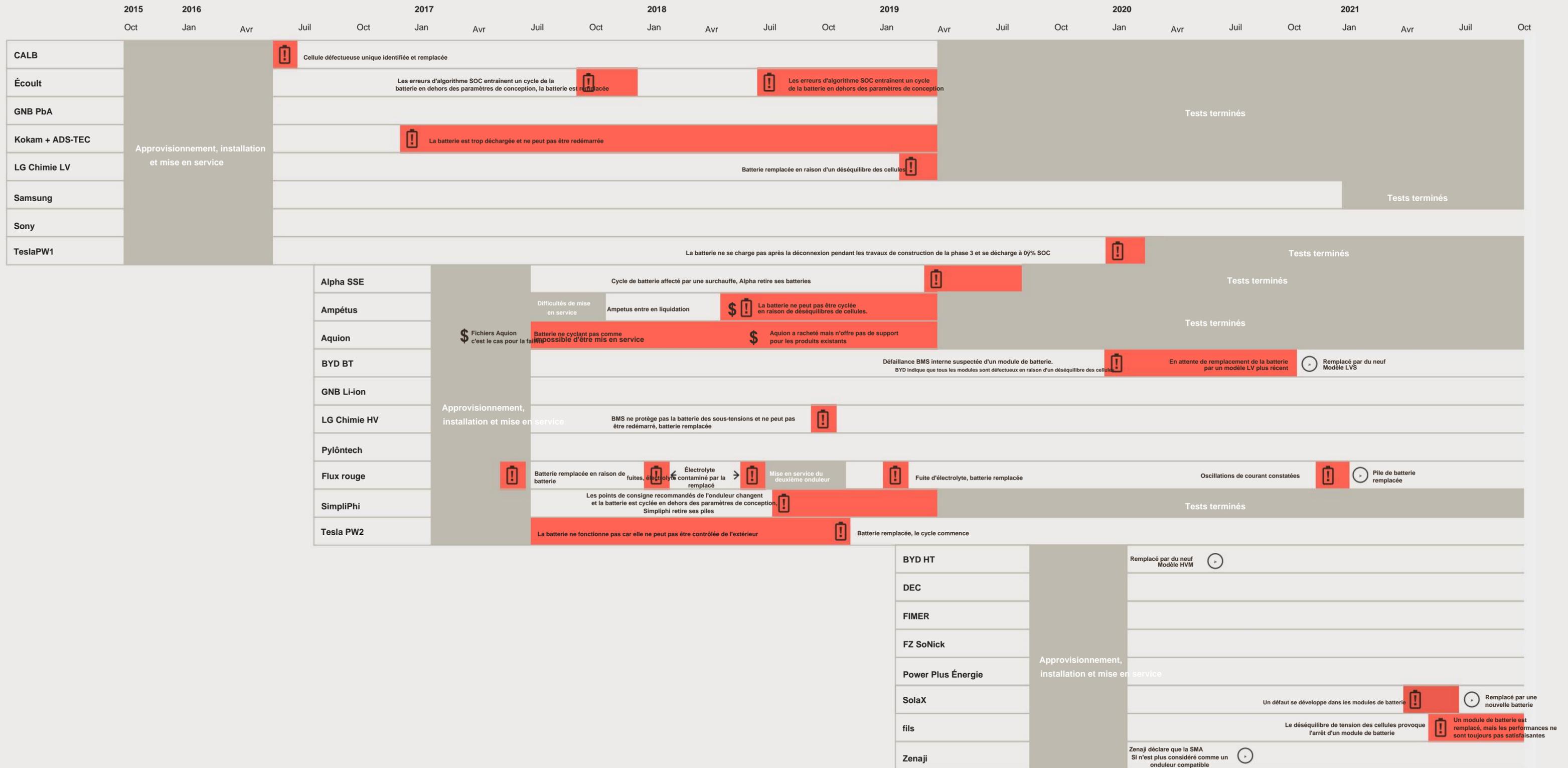


Figure 1 : Vue d'ensemble du fonctionnement de la batterie

3. MISE À JOUR DE LA PHASE 1

Cette section fournit un résumé de tous les développements au cours des six derniers mois pour les batteries Phase 1 restantes et donne une mise à jour sur les progrès du cycle en général.

3.1. Sony Fortelion

Les problèmes opérationnels

Le pack Sony a effectué un nombre élevé de cycles. Aucun défaut n'a été rencontré au cours des six derniers mois ou à aucun moment pendant les tests, et il fonctionne toujours extrêmement bien. Il y a un petit saut dans le SOC à la fin du cycle de charge car il recalcul de 93 % à 100 %.



Fondu de capacité

L'énergie déchargée par cycle est illustrée à la figure 2. La capacité semble avoir diminué de manière linéaire au fil du temps avec un SOH d'environ 81 % après environ 3 330 cycles apparents.



Figure 2 : Énergie déchargée par cycle par la batterie Sony

4. MISE À JOUR DE LA PHASE 2

Cette section fournit un résumé de tous les développements au cours des six derniers mois pour les batteries de phase 2 restantes et donne une mise à jour sur les progrès en général.

4.1. BYD B-Box LVS

Les problèmes opérationnels

La BYD B-Box LV a été remplacée par la BYD fin octobre 2020 avec une modèle plus récent (BYD B-Box LVS) et roule sans problème depuis lors. Les problèmes rencontrés avec le modèle précédent sont décrits dans les rapports précédents.

Fondu de capacité

L'énergie déchargée par cycle est illustrée à la figure 3. Les données suggèrent un SOH d'environ 97 % après avoir terminé environ 760 cycles.

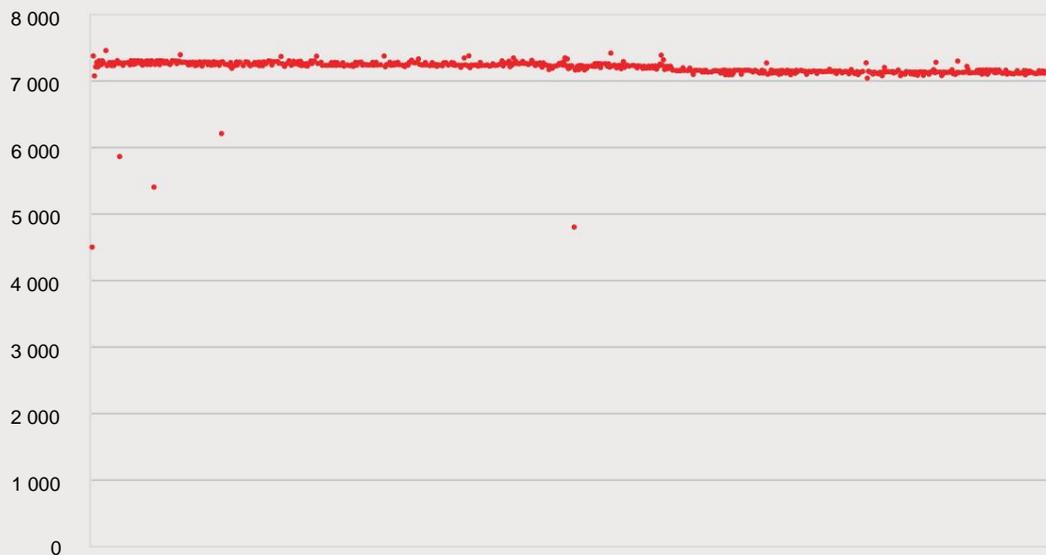


Figure 3 : Énergie déchargée par cycle par la batterie BYD LVS

4.2. GNB Lithium

Les problèmes opérationnels

ITP n'a rencontré aucun problème opérationnel avec la batterie au lithium GNB, mais a contacté GNB concernant la diminution rapide de la capacité. ITP a révisé la plage de cyclage après avoir reçu des éclaircissements de GNB sur les limites SOC minimales de la batterie et les exigences opérationnelles pour maintenir son compteur SOC précis.

Cela a initialement augmenté la capacité calculée, mais le SOH a ensuite chuté.

Fondu de capacité

La capacité de décharge complète impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 4. Les données suggèrent un SOH d'environ 47 % après environ 1 780 cycles.

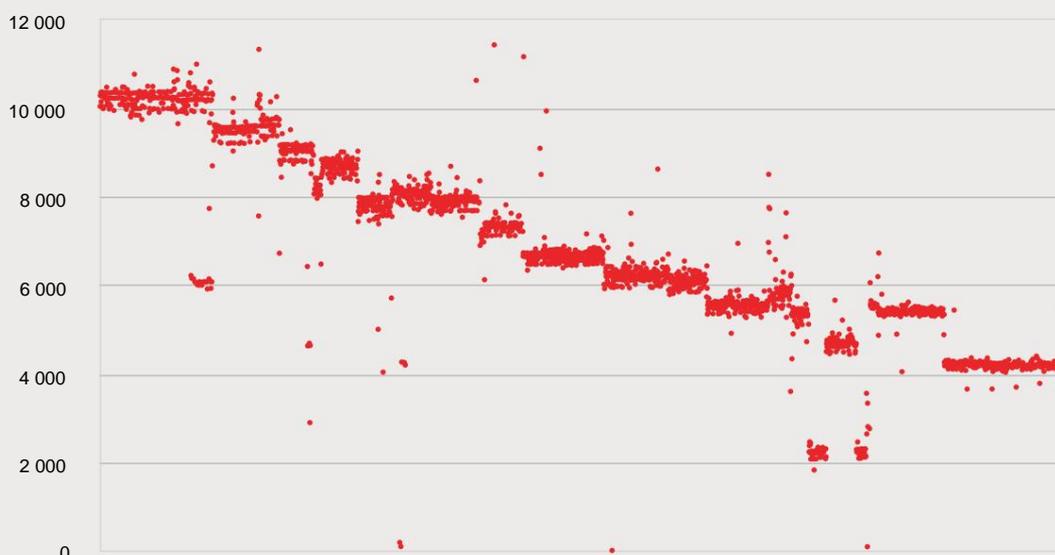


Figure 4j: capacité de charge complète estimée par cycle par le bloc-batterie GNB LFP

4.3. LG Chem RESU HV

Les problèmes opérationnels

Aucun problème opérationnel n'a été rencontré depuis le remplacement de cette batterie en octobre 2018. Les problèmes rencontrés avec le modèle précédent sont décrits dans les rapports précédents.

Fondu de capacité

La capacité de décharge complète impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 5. Les données suggèrent un SOH d'environ 75% après environ 1740 cycles.



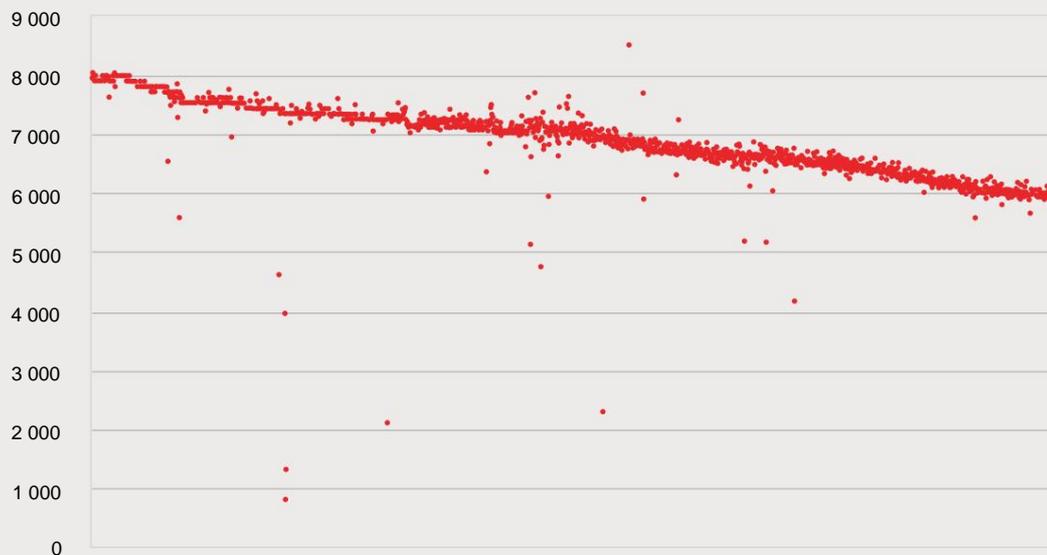


Figure 5 : Capacité de charge complète estimée par cycle par la batterie LG Chem RESU HV

4.4. Pylontech US2000B

Problèmes de

fonctionnement ITP n'a rencontré aucun problème de fonctionnement avec la batterie Pylontech.



Fondu de capacité

La capacité de décharge complète impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 6. Les données suggèrent un SOH d'environ 78 % après environ 2 570 cycles.

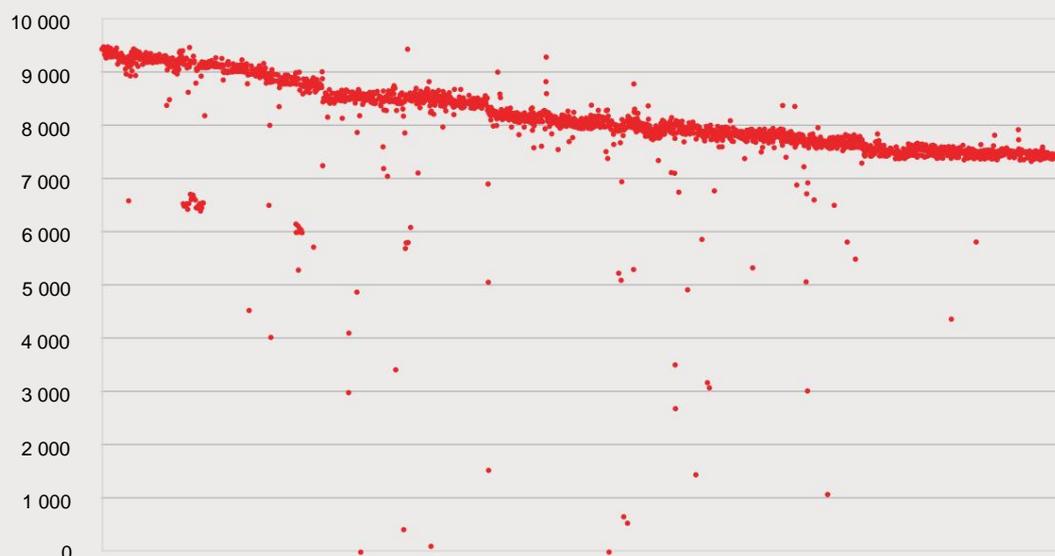


Figure 6j: Capacité de charge complète estimée par cycle par la batterie Pylontech

4.5. Redflow ZCell

Les problèmes opérationnels

Il s'agit de la cinquième batterie Redflow à être installée dans le centre de test, avec quatre remplacements précédemment en raison d'électrolyte contaminé et de fuites d'électrolyte. La batterie de la cinquième batterie a été remplacée en novembre 2020.

Depuis lors, la batterie Redflow n'a rencontré aucun problème de fonctionnement.

La batterie Redflow fonctionne selon un régime de cycle légèrement différent des autres batteries de l'essai. En raison des limites de taux de charge de la batterie, ainsi que de l'exigence de cycles de maintenance réguliers pendant lesquels le fonctionnement normal est interrompu, le Redflow n'effectue que deux cycles complets par jour.

Le but du cycle de maintenance est d'éliminer tout le zinc de la pile d'électrodes afin que le prochain cycle de charge commence avec une "table rase". Le cycle de maintenance nécessite que la batterie soit complètement déchargée avant que la maintenance puisse avoir lieu. Pour l'essai, cela est prévu à la fin de chaque journée (après deux cycles complets).



Fondu de capacité

La capacité de décharge complète impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 7. Les données suggèrent un évanouissement très mineur de la capacité (c'est-à-dire un SOH de 99 %) après environ 450 cycles.



Figure 7: Capacité de charge complète estimée par cycle par le bloc-batterie Redflow

4.6. Tesla Powerwall 2

Les problèmes opérationnels

Le Powerwall 2 a été remplacé par Tesla en septembre 2018 et roule sans problème depuis lors. Les problèmes rencontrés avec le modèle précédent sont décrits dans les rapports précédents.

ITP n'a aucun contrôle direct sur la batterie (car Tesla n'autorise pas ce niveau de contrôle de leurs produits) mais compte sur Tesla pour mettre en œuvre le programme de cyclage.

Cela nécessite un contact intermittent avec Tesla car il semble que le contrôle ne soit défini que pour une période finie à chaque fois qu'il est mis en œuvre.

La surveillance conviviale du Tesla Powerwall 2 n'est possible que via l'application mobile de Tesla. Certaines données sont disponibles à partir de l'interface Web locale du Tesla Powerwall 2. Cependant, les données détaillées ne sont accessibles que via l'interface de programmation d'application (API). Bien que Tesla n'ait pas publié de documentation sur l'API locale, des groupes de la communauté en ligne ont publié un didacticiel expliquant comment extraire des données de la batterie². Les données utilisées par ITP pour la surveillance et l'analyse sont obtenues à partir de cette API.

Le Tesla Powerwall 2 connaît de petits sauts dans le SOC à la fin du cycle de charge car il recalculé de 92% à 100%, mais cela n'a pas d'impact sur le cycle.

Fondu de capacité

L'énergie déchargée par cycle est illustrée à la figure 8. Les données suggèrent un SOH d'environ 79 % après environ 2 110 cycles.

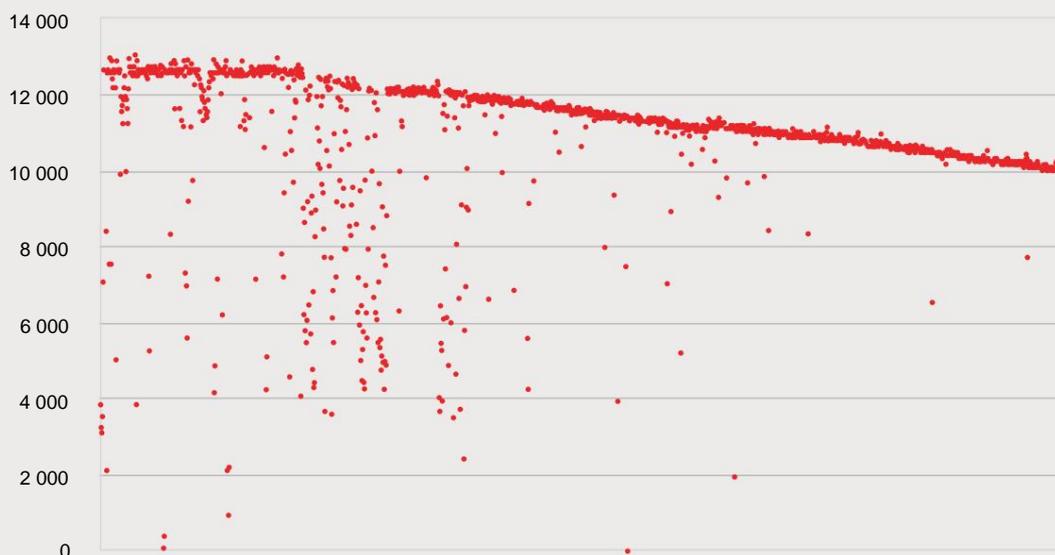


Figure 8 : Énergie déchargée par cycle par la batterie Tesla Powerwall 2

² <https://mikesgear.com/2017/12/07/monitoring-teslas-powerwall2-on-pvoutput-org/>

5. MISE À JOUR DE LA PHASE 3

Cette section fournit un résumé de tous les développements au cours des six derniers mois pour les batteries de phase 3 restantes et donne une mise à jour sur les progrès en général.

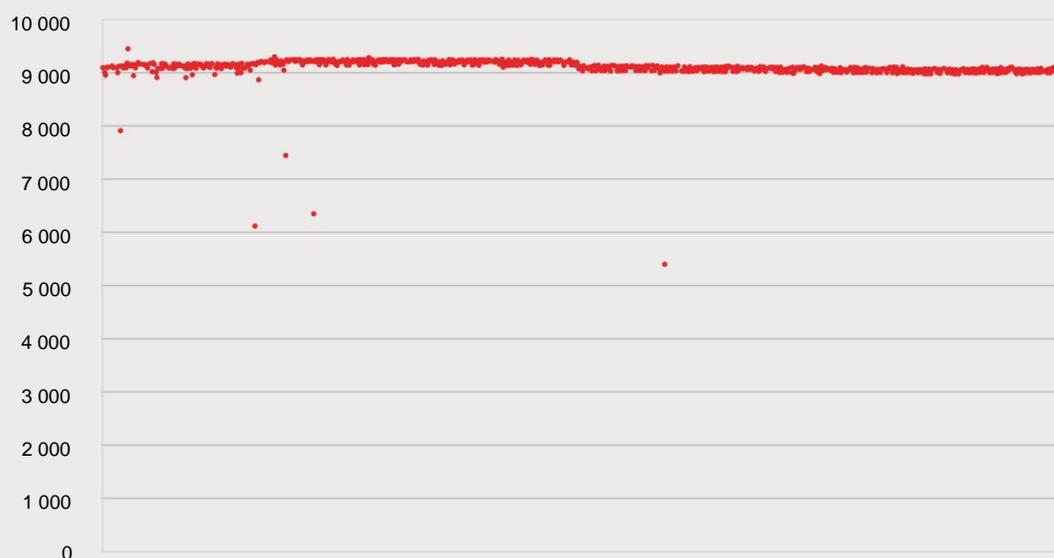
5.1. BYD B-Box HVM

Les problèmes opérationnels

Le BYD B-Box HV a été remplacé par le modèle HVM le plus récent de BYD en juin 2020. Une fois les problèmes de micrologiciel de l'onduleur résolus (discutés dans le rapport précédent), la batterie a fonctionné de manière fiable.

Fondu de capacité

La capacité de décharge complète impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 9. Les données suggèrent un évanouissement très mineur de la capacité (c'est-à-dire un SOH de 98 %) après environ 790 cycles.



5.2. Systèmes à décharge profonde (DCS) PV 10.0

Les problèmes opérationnels

La batterie DCS de cet essai est connectée à un onduleur SMA Sunny Island. Bien que la batterie ait un BMS, elle ne communique pas avec l'onduleur. Par conséquent, l'onduleur est responsable de l'estimation du SOC en fonction des paramètres de batterie saisis et de ses propres mesures (par exemple, tension, température, Coulombs, etc.).

La batterie DCS est cyclée entre les limites de tension minimale et maximale de la batterie (selon les conseils du DCS), ainsi qu'un SOC minimum de l'onduleur (pour éviter l'arrêt de l'onduleur), ce qui signifie que la fin du cycle de décharge est déterminée par la tension minimale de la batterie. ou le SOC de l'onduleur est atteint en premier. Lors de la décharge de la batterie à un taux C3, la tension de la batterie et le SOC estimé par l'onduleur chutaient à leurs niveaux de coupure bien avant que l'énergie attendue ne soit déchargée. Au début de la période de test, DCS a envoyé un chargeur CC à ITP pour confirmer qu'il n'y avait aucun problème avec la batterie.

ITP a effectué une décharge de 1 kW jusqu'à la tension minimale et a constaté que la batterie était toujours à pleine capacité. Pour maximiser l'énergie déchargée par cycle tout en maintenant trois cycles par jour, ITP a réduit la charge/taux de décharge ainsi que le temps de repos entre les cycles. Le taux de décharge plus lent permet de décharger plus d'énergie à chaque cycle avant que les limites de coupure ne soient atteintes; cependant, la « pleine » capacité de la batterie n'est toujours pas déchargée par ce régime de cyclage.



Fondu de capacité

L'énergie déchargée par cycle est illustrée à la figure 10. Les données suggèrent un SOH d'environ 73 % après environ 880 cycles.

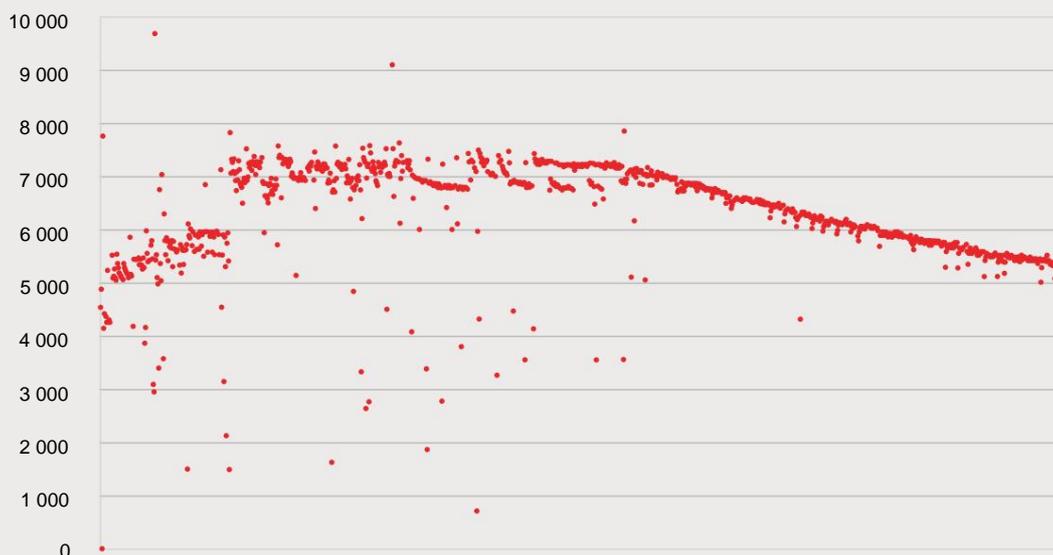


Figure 10 : Énergie déchargée par cycle par le bloc-batterie DCS

5.3. FIMER REACT 2

Les problèmes opérationnels

ITP n'a rencontré aucun problème de fonctionnement avec la batterie FIMER REACT 2.

Fondu de capacité

La capacité de décharge totale impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 11. Les données suggèrent un SOH de 88 % après environ 1 320 cycles.

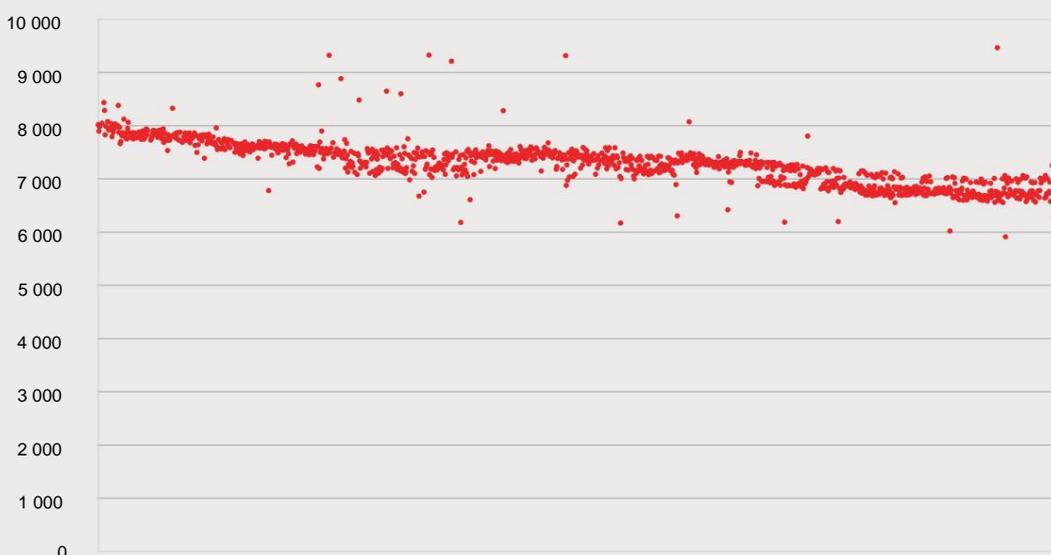


Figure 11 : Estimation de la capacité de charge totale par cycle par le bloc-batterie FIMER

5.4. FZSoNick

Les problèmes opérationnels

Le FZSoNick est connecté à un onduleur Victron. La batterie fonctionne sur un régime de cycle légèrement différent des autres batteries de l'essai. En raison des limites du taux de charge de la batterie, il n'effectue que deux cycles complets par jour.

Au moment de l'installation, il n'y avait pas de communication directe entre le FZSoNick BMS et l'onduleur, de sorte que l'onduleur Victron ne connaît pas le SOC estimé par le BMS. Avec le soutien du distributeur australien GridEdge, ITP a mis en place un système qui lit le SOC de la batterie directement à partir du BMS et utilise cette valeur pour déterminer si elle doit se charger ou se décharger.

GridEdge a récemment informé ITP qu'il avait entrepris un développement, de sorte que dans les nouvelles installations, le FZSoNick puisse désormais communiquer le SOC directement à l'onduleur Victron. Victron a déclaré dans son forum produit qu'un pilote a été développé pour les batteries FIAMM FZSoNick mais ne dispose d'aucune documentation formelle avec des détails.



FZSoNick a également conseillé que la batterie entreprenne un cycle hebdomadaire avec des périodes de charge prolongées et se décharge jusqu'à 0% SOC afin de préserver la capacité de la batterie et de maintenir la précision du calculateur BMS SOC. Ces différences opérationnelles signifient que la batterie FZSoNick accumule des cycles à un rythme plus lent que les autres batteries de l'essai.

En dehors de ces exigences, ITP n'a rencontré aucun problème de fonctionnement avec la batterie FZSoNick.

Fondu de capacité

La capacité de décharge totale impliquée par chaque cycle partiel est illustrée à la figure 12. Les données suggèrent un SOH de 98% après environ 760 cycles.

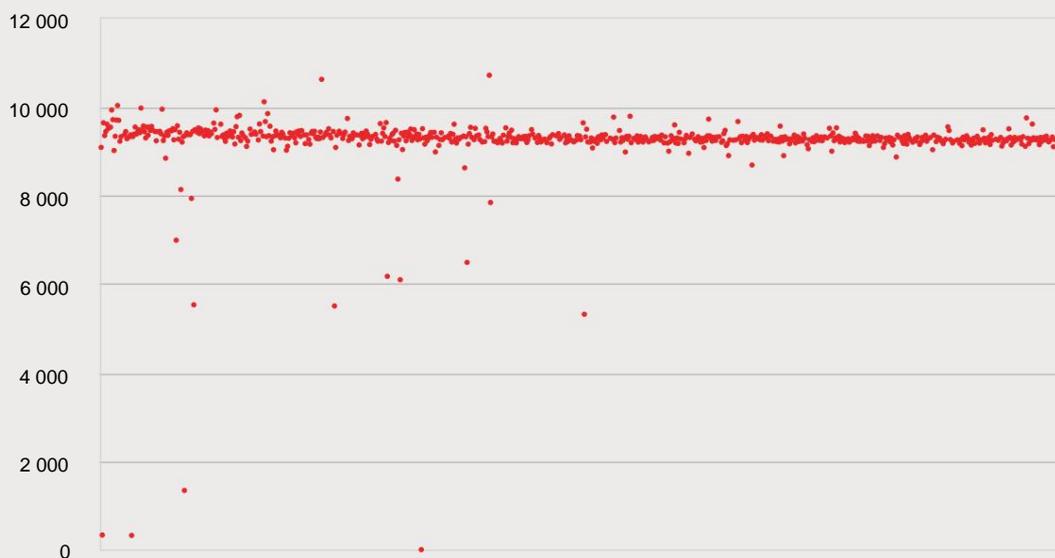


Figure 12: Capacité de charge complète estimée par cycle par la batterie FZSoNick

5.5. PowerPlus Énergie LiFe Premium

Les problèmes opérationnels

Les batteries PowerPlus de l'essai sont connectées à un onduleur SMA Sunny Island. Bien que chaque batterie ait un BMS, le BMS ne communique pas avec l'onduleur. Par conséquent, l'onduleur est responsable de l'estimation du SOC en fonction des paramètres de batterie saisis et de ses propres mesures (par exemple, tension, température, Coulombs, etc.).



Cependant, l'onduleur ne semble pas capable d'estimer avec précision le SOC de la batterie PowerPlus, car le SOC saute à la fin des cycles de décharge et à la fin du cycle de charge. La fin de chaque cycle de décharge est limitée par la consigne SOC minimum de l'onduleur (pour éviter l'arrêt) plutôt que par la consigne de tension minimum.

ITP a constaté que lors d'un cycle à des taux C3 (c'est-à-dire 3 heures), l'énergie déchargée pendant chaque cycle n'était pas proche du maximum apparemment disponible, car les limites SOC de l'onduleur étaient atteintes en premier. La batterie effectue maintenant un cycle plus proche d'un taux C4 et la batterie décharge plus d'énergie à ce taux avant d'atteindre le SOC minimum.

La garantie de la batterie dépend du fait que la batterie n'est pas cyclée en dessous de 20% SOC. Étant donné que les données SOC ne sont pas directement communiquées du BMS à l'onduleur, il semble que PowerPlus dépende de l'onduleur pour estimer avec précision ou de manière prudente le SOC de la batterie. L'expérience d'ITP suggère que l'estimation du SOC de l'onduleur ne devrait pas

être invoqué pour cette tâche.

La batterie PowerPlus nécessite également une recharge à 100 % tous les 7 à 14 jours pour maintenir la précision du compteur SOC externe.

Fondu de capacité

Un certain affaiblissement de la capacité est apparent (~ 95% SOH) après ~ 790 cycles et chaque cycle peut être considéré comme fournissant beaucoup moins d'énergie que la capacité nominale. Cela est probablement dû aux problèmes décrits ci-dessus.

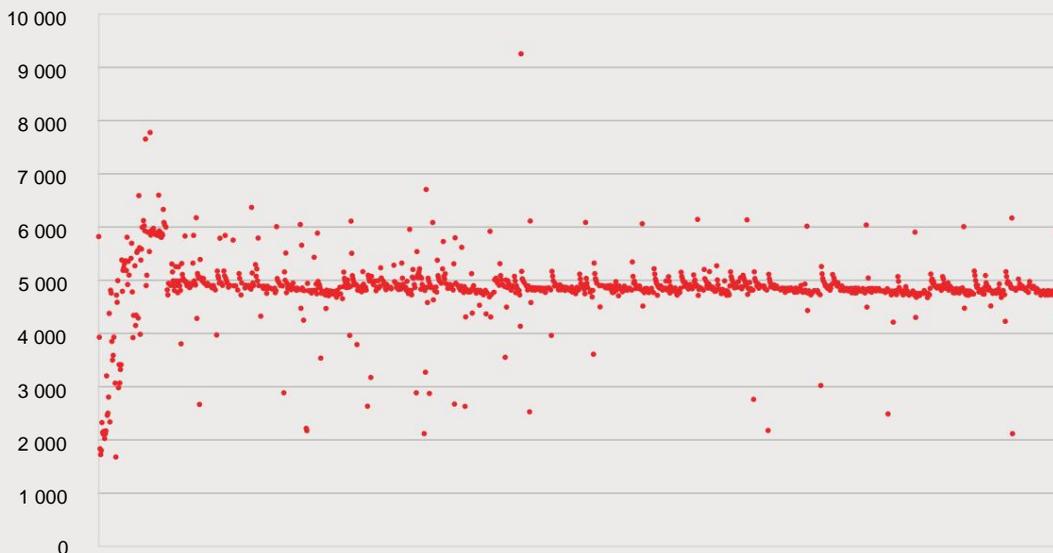


Figure 13 : Énergie déchargée par cycle par le bloc-batterie Powerplus

5.6. SolaX triple puissance

Les problèmes opérationnels

La batterie SolaX avait cyclé de manière fiable jusqu'au début de 2021, lorsque ITP a remarqué que l'énergie et le SOC déchargés par cycle commençaient à chuter rapidement. ITP a contacté SolaX alors que le SOC de la batterie commençait à chuter brusquement de ~ 60% à ~ 10%. SolaX a d'abord soupçonné un problème de micrologiciel et a envoyé à ITP un nouveau dongle de connexion Wi-Fi, mais après une discussion plus approfondie, SolaX a conclu que les modules de batterie du laboratoire étaient défectueux et les a remplacés en juillet 2021. La batterie fonctionne de manière fiable depuis le remplacement.

Fondu de capacité

Aucun affaiblissement de capacité n'est apparent après ~140 cycles.





Figure 14 : Énergie déchargée par cycle par le pack batterie SolaX

5.7. sonnenBatterie

Les problèmes opérationnels

Suite à quelques problèmes d'établissement du contrôle de la batterie lors de la mise en service, ITP n'a rencontré aucun problème opérationnel avec la sonnenBatterie jusqu'en mars 2021, lorsqu'une baisse accélérée de l'énergie et du SOC déchargé par cycle a été observée.

ITP a contacté sonnen concernant le problème en avril 2021, mais ils n'ont pas pu diagnostiquer le problème à distance. Un représentant de leur équipe technique s'est rendu au laboratoire en juin 2021 pour effectuer des diagnostics sur place et remplacer un module défectueux dans la batterie. L'enquête de Sonnen a révélé que l'une des cellules n'était pas en mesure de gérer correctement sa tension, ce qui a provoqué l'arrêt du module entier plus tôt lors de la décharge.



Sonnen a surveillé à distance les performances de la batterie remise à neuf et a de nouveau contacté ITP en juillet 2021. Sonnen a noté que les performances de la batterie n'étaient toujours pas à la hauteur de leurs normes de qualité et aimerait visiter à nouveau le site pour effectuer des diagnostics supplémentaires. Malheureusement, cela n'a pas été possible en raison des restrictions de confinement liées au COVID-19.

Fondu de capacité

L'énergie déchargée par cycle est représentée sur la figure 15. La capacité de la batterie a rapidement diminué depuis le problème de gestion de la tension décrit ci-dessus. La capacité a augmenté suite au remplacement du module défectueux, mais a diminué par la suite.

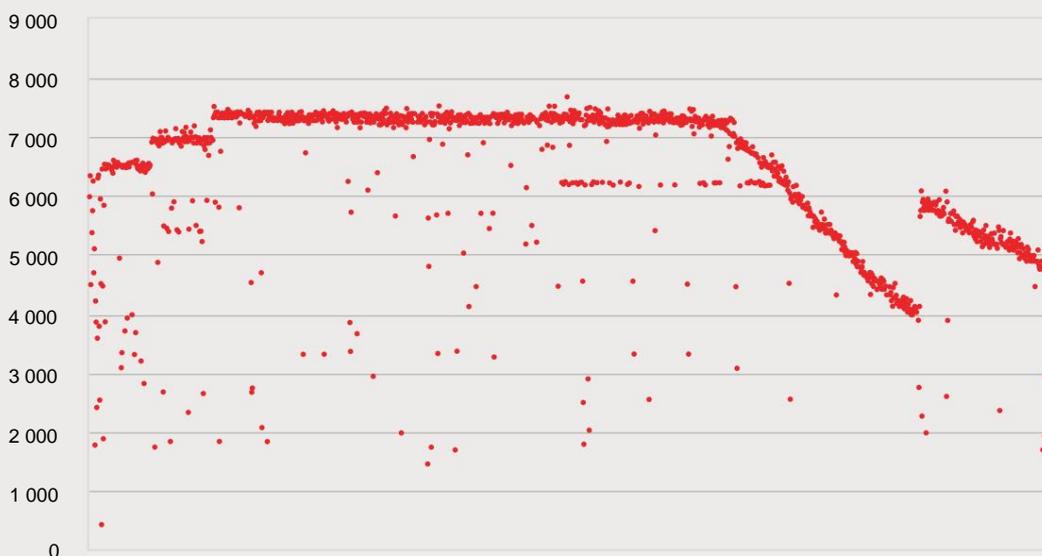


Figure 15 : Énergie déchargée par cycle par cycle par le pack batterie sonnen

5.8. Zenaji Eon

Les problèmes opérationnels

Les batteries Zenaji sont connectées à un onduleur SMA Sunny Island.

Bien que chaque unité dispose d'un BMS, le BMS ne communique pas avec l'onduleur. Par conséquent, l'onduleur est responsable de l'estimation du SOC en fonction de paramètres configurables et de ses propres mesures (par exemple, tension, température, Coulombs, etc.).

Cependant, l'onduleur ne semble pas être en mesure d'estimer avec précision le SOC car le SOC saute à la fin des cycles de décharge (en ligne avec la tension de la batterie) puis recalculé à la baisse. Il y a aussi un saut brusque vers le haut à mi-chemin du cycle de charge. Le SOC ne dépasse généralement pas 85 %, et la fin de chaque cycle de décharge est limitée par la consigne SOC de l'onduleur (pour éviter l'arrêt) plutôt que par la consigne de tension minimale.

Ce comportement a rendu difficile le cycle des batteries selon la méthodologie de test (c'est-à-dire ~ 3 x cycles complets par jour). L'énergie déchargée lors de chaque cycle n'est pas proche du maximum apparemment disponible.

ITP a communiqué avec Zenaji au sujet de ces difficultés et des meilleurs paramètres à utiliser. Début juillet 2020, Zenaji a informé ITP qu'il ne recommandait plus l'utilisation de l'onduleur SMA Sunny Island avec les batteries Aeon et le retrait de sa liste d'onduleurs compatibles.

Fondu de capacité

En raison des problèmes décrits ci-dessus, la tendance à l'affaiblissement de la capacité n'est pas claire après environ 540 cycles.

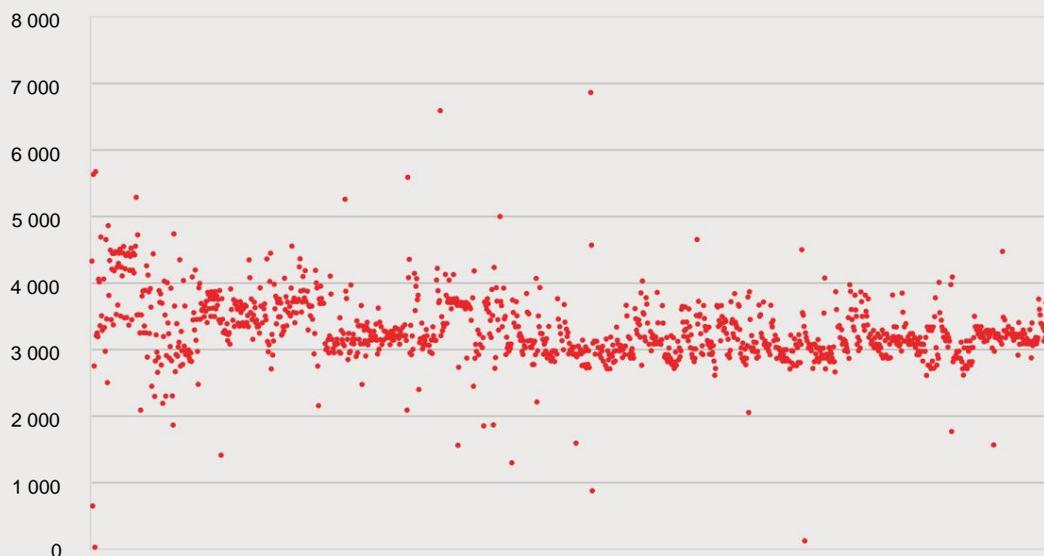


Figure 16 : Énergie déchargée par cycle par la batterie Zenaji

6. COMPARAISON DES PERFORMANCES

Tester la capacité d'une cellule de batterie consiste à décharger la cellule entre une limite de tension supérieure et inférieure à un courant fixe, à une température ambiante donnée. Étant donné qu'ITP effectue des tests au niveau du pack, les limites de tension supérieure et inférieure ne sont généralement pas accessibles et, par conséquent, les SOC maximum et minimum sont utilisés comme approximation. Le résultat est que la précision d'un seul test de capacité dépend de manière significative de l'estimation du SOC, effectuée soit par l'onduleur/chargeur de batterie, soit par le BMS intégré.

Tout au long de l'essai, ITP a observé une estimation erratique du SOC entraînant une variabilité significative de l'énergie déchargée à chaque cycle. En tant que tel, ce rapport fournit des données et une analyse basées à la fois sur l'énergie déchargée lors des tests de capacité mensuels (ci-dessous), ainsi que sur l'énergie déchargée à chaque «cycle» au cours de l'essai (voir les sections 3, 4 et 5 ci-dessus). Les deux ensembles de données doivent être pris en compte avant de tirer des conclusions.

6.1. Résultats du test de capacité de la phase 1

La figure 17 montre l'état de santé estimé (SOH) par rapport aux cycles terminés pour chaque bloc-batterie de phase 1 encore en cours de cycle (c'est-à-dire uniquement le Sony). Le SOH est estimé en divisant l'énergie délivrée lors de chaque test de capacité par l'énergie délivrée lors du premier test de capacité.

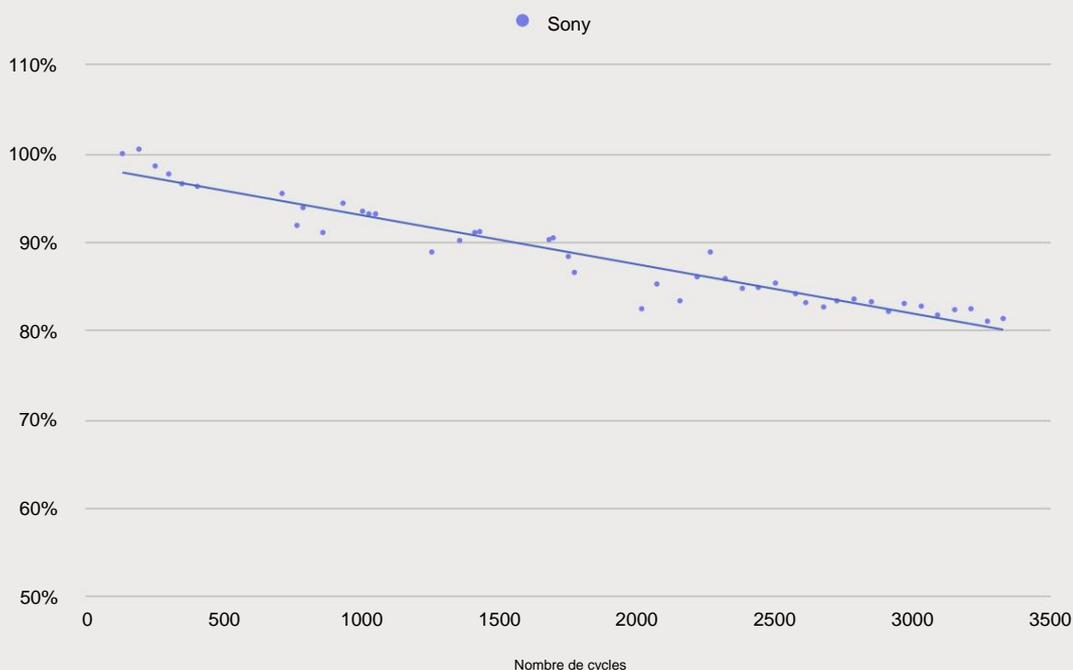


Figure 17 : Évanouissement de la capacité des blocs-batteries de la phase 1 sur la base des tests de capacité mensuels

Il convient de noter que la figure 17 comprend des lignes de "meilleur ajustement" qui sont déterminées par simple régression linéaire entre les cycles et SOH. Bien qu'une relation linéaire semble fournir un bon ajustement aux données de test de capacité recueillies à ce jour, une extrapolation linéaire dans le futur peut ne pas être appropriée.

Sony Fortelion

Sur la base d'une régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 17), le pack Sony Fortelion est sur la bonne voie pour un SOH de 60% à environ 6960 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

6.2. Résultats du test de capacité de la phase 2

La figure 18 montre l'état de santé estimé (SOH) par rapport aux cycles terminés pour chaque bloc-batterie de phase 2 encore en cours de cycle. Le SOH est estimé en divisant l'énergie délivrée à chaque test de capacité par l'énergie délivrée lors du premier test de capacité. Aucune ligne de meilleur ajustement n'a été incluse pour les batteries avec moins de 500 cycles, ou pour lesquelles il est difficile d'établir une tendance significative.

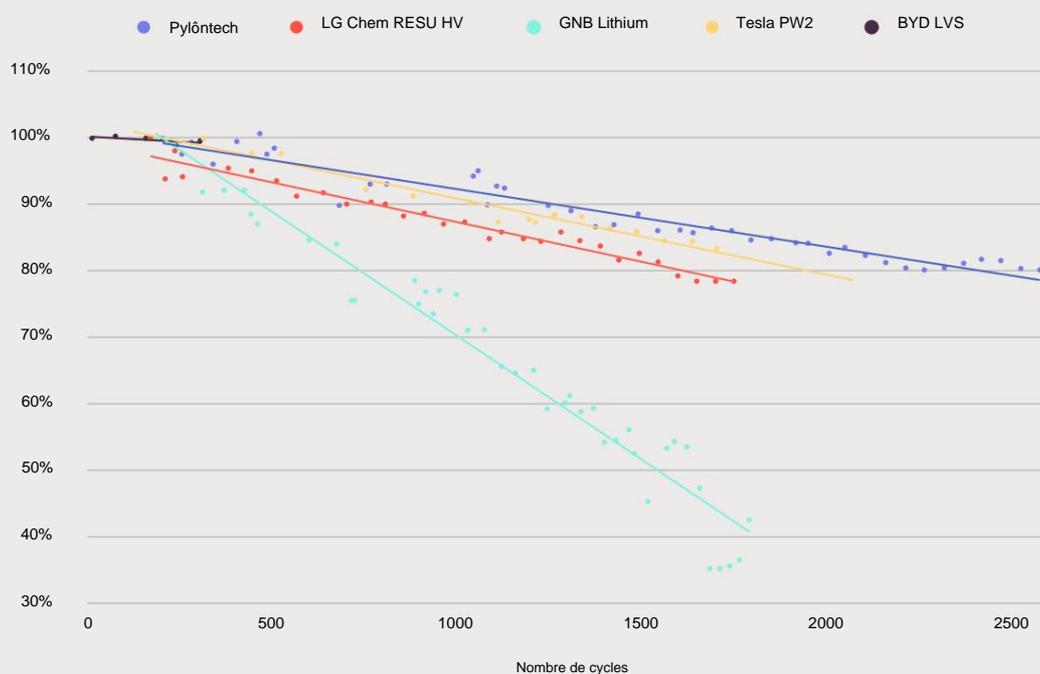


Figure 18 : Dégradation de la capacité des batteries de la phase 2 basée sur des tests de capacité mensuels

Il convient de noter que la figure 18 comprend des lignes de "meilleur ajustement" qui sont déterminées par simple régression linéaire entre les cycles et SOH. Bien qu'une relation linéaire semble fournir un bon ajustement aux données de test de capacité recueillies à ce jour, une extrapolation linéaire dans le futur peut ne pas être appropriée.

BYD LVS

Sur la base d'une régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 18), la batterie BYD LVS est sur la bonne voie pour 60% de SOH à environ 4280 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

GNB Lithium

Sur la base d'une régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 18), le GNB Lithium a atteint 60% de SOH à environ 1265 cycles. Comme ci-dessus, cependant, les données suggèrent une certaine non-linéarité qui peut invalider cette extrapolation.

LG Chem RESU HV

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 18), le LG Chem RESU HV est sur la bonne voie pour 60% de SOH à environ 3275 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

Pylontech US2000B

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 18), le Pylontech US2000B est sur la bonne voie pour 60% de SOH à environ 4700 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

Tesla Powerwall 2

Le régime de cycle Tesla Powerwall 2 est mis en œuvre par Tesla, sur la base des demandes d'ITP. Cela nécessite une communication intermittente avec Tesla car leurs horaires mis en œuvre expirent périodiquement.

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 18), le Tesla Powerwall 2 est sur la bonne voie pour un SOH de 60% à environ 3675 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

Redflow ZCell

Le Redflow ZCell est contrôlé via le portail ZCell, où il suit un régime de cycle quotidien. Le portail n'autorise pas actuellement les modifications mensuelles prévues pour mettre en œuvre le régime de test de capacité.

6.3. Résultats du test de capacité de la phase 3

La figure 19 montre l'état de santé estimé (SOH) par rapport aux cycles terminés pour chaque bloc-batterie de phase 3. Le SOH est estimé en divisant l'énergie délivrée à chaque test de capacité par l'énergie délivrée lors du premier test de capacité.

Il convient de noter que la figure 19 comprend des lignes de "meilleur ajustement" qui sont déterminées par simple régression linéaire entre les cycles et SOH. Bien qu'une relation linéaire semble fournir un bon ajustement à certaines données de test de capacité recueillies à ce jour, une extrapolation linéaire dans le futur peut ne pas être appropriée. Aucune ligne de meilleur ajustement n'a été incluse pour les batteries avec moins de 500 cycles ou pour lesquelles il est difficile d'établir une tendance significative.

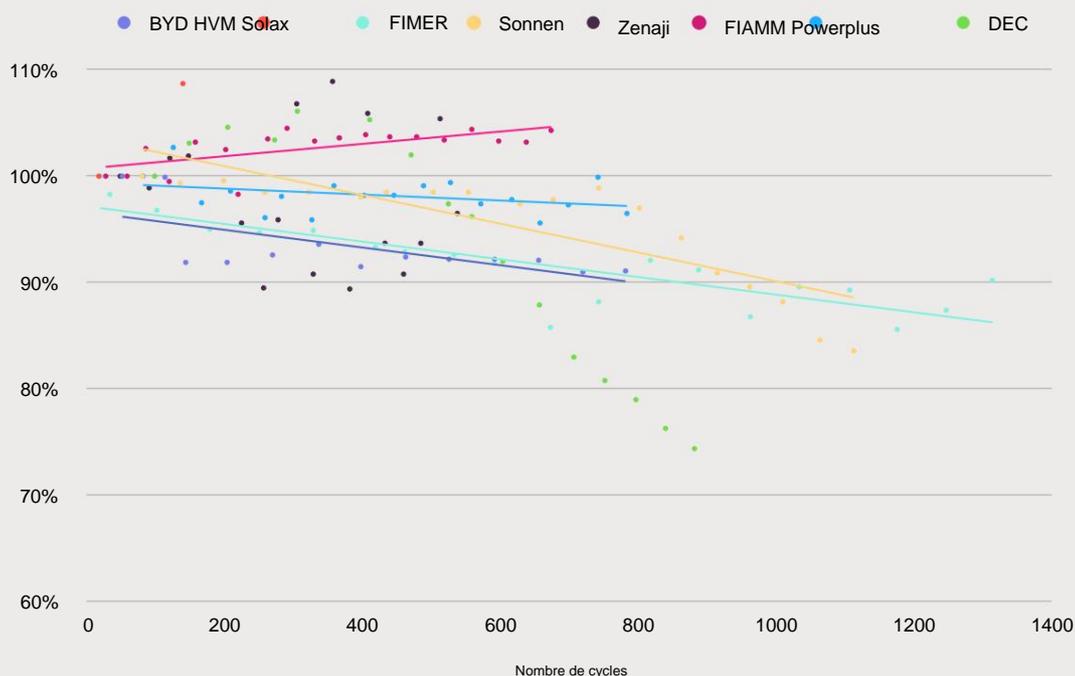


Figure 19 : Dégradation de la capacité des batteries de la phase 3 basée sur des tests de capacité mensuels

BYD B-Box HVM

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 19), le BYD B-Box HVM est sur la bonne voie pour un SOH de 60% à environ 400 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée, d'autant plus que la capacité mesurée dans les tests de capacité a chuté après le premier test et s'est stabilisée depuis.

DCS PV 10.0

La capacité de la batterie n'a pas suivi une tendance linéaire à ce jour.

FIMER REACT 2

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 19), le FIMER REACT 2 est sur la bonne voie pour 60 % de SOH à ~ 3 480 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée.

FZSoNick

La capacité de cette batterie semble avoir augmenté avec les cycles effectués jusqu'à présent.

PowerPlus Énergie LiFe Premium

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 19), le PowerPlus Energy LiFe Premium est sur la bonne voie pour un SOH de 60 % à ~14 400 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée, et il convient de noter que la profondeur de décharge, les taux de charge et de décharge sont faibles pour cette batterie.

sonnenBatterie

Sur la base de la régression linéaire entre le SOH estimé et les cycles terminés (Figure 19), la sonnenBatterie est sur la bonne voie pour un SOH de 60% à environ 3 230 cycles. Comme ci-dessus, cependant, une extrapolation linéaire peut ne pas être appropriée, en particulier compte tenu de la récente accélération de la dégradation des capacités.

Zenaji Eon

La capacité de la batterie n'a pas suivi une tendance linéaire à ce jour.

6.4. Efficacité aller-retour

Les résultats d'efficacité aller-retour à vie sont indiqués pour chaque batterie dans la Figure 20. Notez que les résultats indiqués pour la sonnenBatterie et Tesla PW2 sont en orange car ces valeurs sont l'efficacité aller-retour AC. Les valeurs DC ne sont pas disponibles mais on peut supposer qu'elles sont plus élevées.

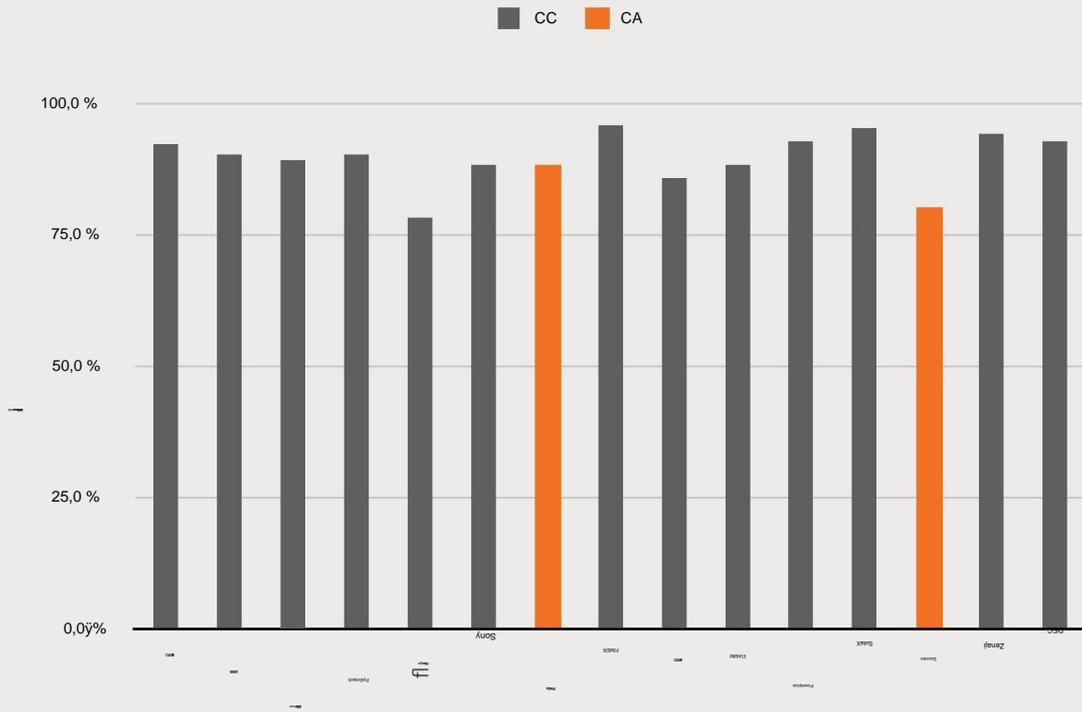


Figure 20 : Efficacité aller-retour à vie pour chaque bloc-batterie

7. DÉVELOPPEMENT DU MARCHÉ

Depuis le début de l'essai en 2016, la plupart des fabricants ont considérablement modifié leur offre de produits, et beaucoup ont quitté le marché ou sont devenus insolvables. Le coût des batteries lithium-ion à l'échelle résidentielle et commerciale a baissé, mais la progression des coûts a ralenti ces dernières années en raison de la forte demande de modules de batterie du secteur des véhicules électriques. La figure 21 montre les prix de gros des batteries pour les modèles de batterie NMC, LFP et LTO installés dans le centre de test de batterie au fil du temps.

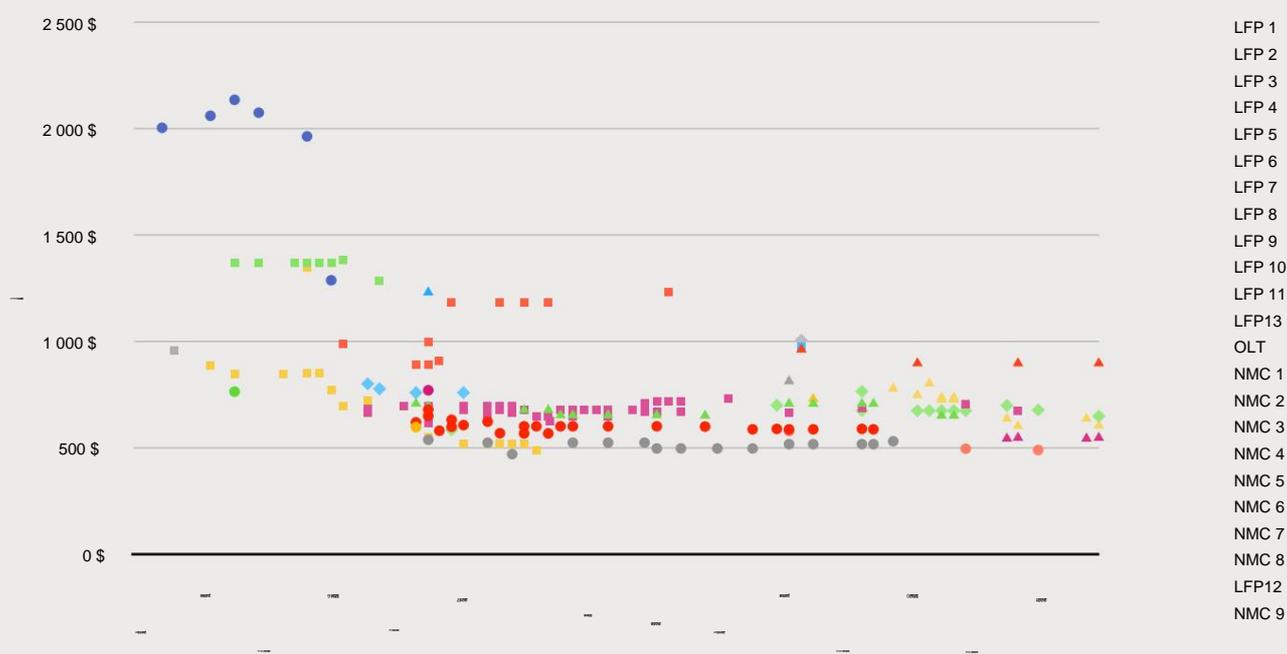


Figure 21 : Prix de gros des batteries lithium-ion installées dans le Battery Test Center

À l'échelle mondiale, une importante capacité de production supplémentaire de batteries lithium-ion est en cours de développement à mesure que les marchés des véhicules électriques et du stockage stationnaire se développent. Comme cette offre rattrape la demande, de nouvelles réductions des prix des batteries lithium-ion sont attendues.

8. LEÇONS APPRISES

En opération depuis maintenant cinq ans, le projet Battery Test Center a révélé un certain nombre d'enseignements précieux. Les enseignements tirés concernent non seulement les performances des batteries tout au long de l'essai, mais également les performances des fournisseurs dans la livraison des produits et l'assistance technique lors de la mise en service et de l'exploitation. Ces leçons ont été décrites dans des rapports précédents, disponibles sur batterytestcentre.com.au. Bien que toutes ces leçons soient toujours pertinentes, les observations supplémentaires suivantes ont été faites depuis le dernier rapport public.

- Certaines pannes sont difficiles à diagnostiquer à distance. Dans ces cas, une équipe de support technique locale (basée en Australie) est importante pour résoudre les problèmes en temps opportun, y compris le remplacement si nécessaire.
- S'appuyer sur un équipement externe (par exemple, un onduleur) pour estimer le SOC de la batterie peut entraîner des problèmes de performances optimales du système et potentiellement présenter un risque pour le fabricant de la batterie s'il fonde les conditions de garantie sur cette estimation. D'après l'expérience d'ITP, ces risques sont supprimés si l'estimation du SOC est effectuée par le BMS et communiquée directement à l'onduleur (ou au contrôleur du système). Au minimum, les fabricants de batteries doivent entreprendre des tests d'intégration approfondis pour être en mesure de fournir une liste d'onduleurs « compatibles » avec les paramètres recommandés.
- Certains des défauts rencontrés par les batteries lors de l'essai ont entraîné une baisse des performances, mais pas nécessairement une perte de fonctionnement complète. Il n'est pas clair si la plupart des propriétaires de systèmes (domestiques ou commerciaux) seraient en mesure d'identifier de tels changements de performance à moins qu'ils n'entreprennent une surveillance régulière et minutieuse. L'accès au système à distance par le fabricant peut apporter de la valeur dans ces cas et offre la possibilité d'une surveillance automatisée plus large des performances.

Annexe Aÿ: Partage des connaissances

Une partie importante du projet de test de batterie a consisté à maximiser la valeur de démonstration de l'essai enÿ:

- Partager les connaissances avec le plus large public possible
- Publier des données d'une manière hautement accessible et conviviale
- Ajouter de la valeur aux données brutes grâce à l'analyse et aux commentaires d'experts

Le partage des connaissances vise à publier les données et les analyses générées par les tests de batterie afin d'aider à surmonter les obstacles qui entravent l'adoption de la technologie de stockage de batterie. En particulier, il cherche à surmonter l'obstacle qu'il n'y a pas d'études publiées connues de comparaisons de batteries côte à côte qui testent les affirmations des fabricants concernant les performances des batteries. Cette absence de vérification indépendante contribue à l'incertitude des investisseurs.

Les utilisateurs prévus des informations générées par le projet comprennentÿ:

- Les futurs développeurs de projets énergétiques, y compris les fournisseurs de technologie et les financiers, qui examineront les cas d'investissement d'une gamme d'options de stockage d'énergie.
- Des analystes énergétiques impliqués dans la projection des coûts futurs des énergies renouvelables et des taux d'adoption.
- Les parties prenantes de l'industrie de l'électricité, y compris les producteurs, les TNSP, les DNSP et les régulateurs.

Le site Web du Battery Test Center a été créé en tant que mécanisme clé pour ce partage des connaissances. Le site Web comprend des informations sur le projet, un suivi en direct de l'état de la batterie et un composant de réalité virtuelle qui reproduit l'installation de test de la batterie. À ce jour, le site a enregistré plus de 312 300 pages vues avec une moyenne de 2:08 minutes passées par page globale et 3:51 minutes passées sur la page des rapports.

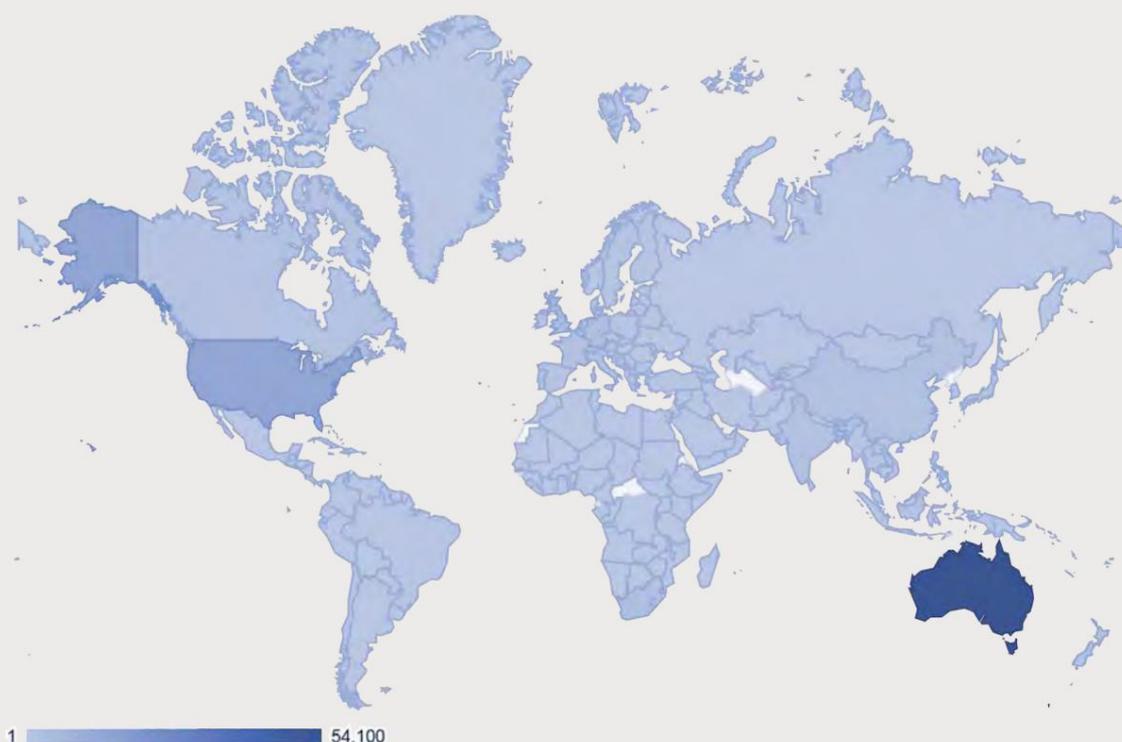


Figure 22 : Nombre de sessions par pays

Les données du site Web montrent que le public clé est l'Australie, les adresses IP australiennes représentant 76 823 sessions (46,3%). Une session est enregistrée en tant que spectateur unique qui peut afficher plusieurs pages au cours d'une période restreinte (les périodes sont normalement réinitialisées après 30 minutes d'inactivité). L'Australie est suivie par 16 868 sessions des États-Unis, 5 653 du Royaume-Uni et l'Allemagne pas loin derrière sur 5 120. Il est intéressant de noter, cependant, que le contenu a été consulté depuis le monde entier.

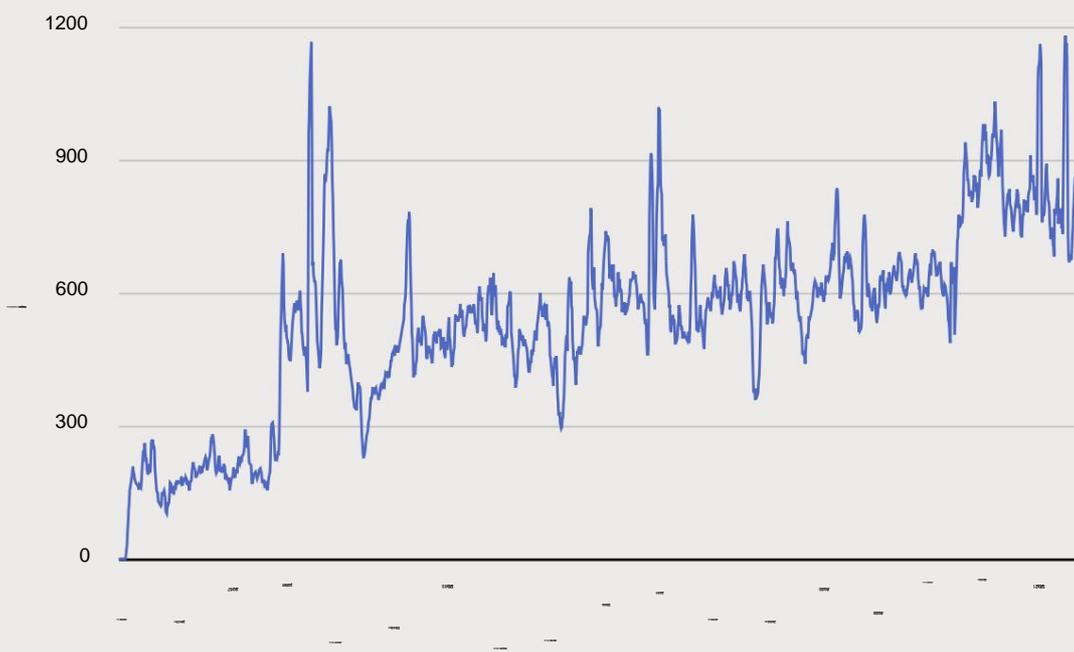


Figure 23 : Utilisateurs actifs hebdomadaires

La figure 23 ci-dessus montre le nombre d'utilisateurs actifs hebdomadaires qui ont accédé au site Web et il y a une nette augmentation entre les chiffres de la phase 1 à environ 250 utilisateurs hebdomadaires, jusqu'au lancement de la phase 2 en août 2017 lorsque les moyennes hebdomadaires ont presque doublé pour atteindre environ 500 utilisateurs hebdomadaires actifs. Les pics ont coïncidé avec des articles de presse diffusés à ces dates. Depuis lors, le nombre d'utilisateurs a suivi une trajectoire ascendante progressive, avec une augmentation notée après la publication du rapport 6 et des articles de presse associés en juin 2019. Vers avril 2020, il y a eu une légère baisse du nombre de téléspectateurs, probablement en raison de l'accent mis sur COVID-19 nouvelles liées à ce moment-là. À long terme, l'intérêt pour le site est resté raisonnablement constant, le nombre d'utilisateurs hebdomadaires oscillant autour de 600 en moyenne. Mais l'intérêt pour le site Web a de nouveau augmenté à partir de cette année avec le non. des utilisateurs hebdomadaires allant jusqu'à 800. Des pics de 1 100 utilisateurs hebdomadaires ont été observés en juin et juillet 2021, ce qui a coïncidé avec la diffusion d'articles en ligne à ces dates, ainsi qu'une visite de laboratoire qui a été effectuée pour la branche IEEE ACT.

Il y a une bonne répartition des vues sur le site Web, en particulier les pages de technologie et de résultats; les cinq pages les plus consultées après la page d'accueil (19%) sont la page des rapports (13%), la page des batteries (10%), Pylontech US2000B (10%), LG Chem RESU (5%) et la page de fond sur le lithium -technologie ionique (4%).

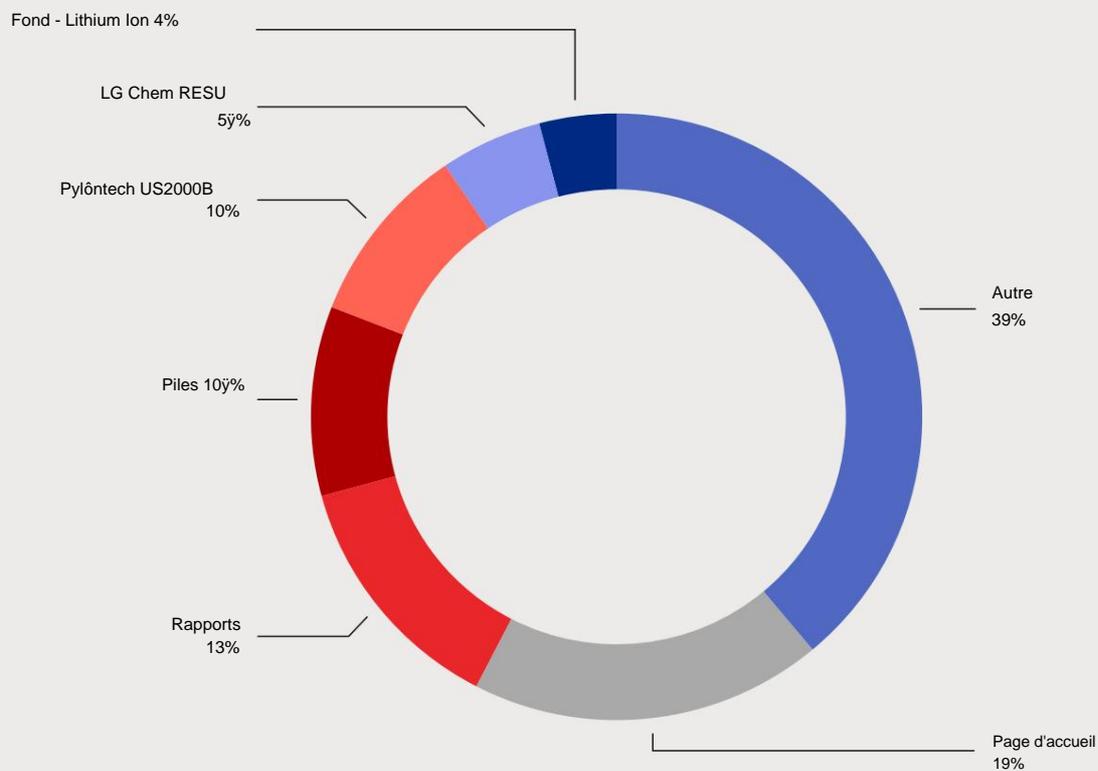


Figure 24 : Répartition des 312 300 pages vues

Annexe Bÿ: Procédure de test

L'objectif principal des tests est de mesurer la diminution de la capacité de stockage des batteries au fil du temps et avec le débit d'énergie. Au fur et à mesure que les batteries sont cyclées, elles perdent la capacité de stocker autant d'énergie que lorsqu'elles sont neuves.

Pour étudier cet évanouissement de capacité, les batteries lithium-ion sont déchargées à un état de charge (SOC) compris entre 5% et 20% (selon les limites autorisées du BMS), tandis que les batteries au plomb sont déchargées à un 50 % SOC (soit 50 % de la capacité nominale utilisée). La batterie au plomb avancée est cyclée entre 30% et 80% SOC. Ces plages de fonctionnement sont conformes aux recommandations des constructeurs pour chaque technologie.

Chaque batterie est chargée pendant plusieurs heures (imitant la charge diurne à partir du PV), suivie d'une courte période de repos, puis déchargée pendant quelques heures (imitant la fin d'après-midi, début de soirée) suivie d'une autre courte période de repos. Au total, il y a trois cycles de charge/décharge par jour.

Profil de température

L'essai ITP sur les batteries lithium-ion vise à tester les batteries dans des conditions australiennes "typiques". On s'attend à ce que la plupart des systèmes de batteries résidentiels ou commerciaux soient à l'abri de la pluie et de la lumière directe du soleil, mais soient toujours exposés aux températures extérieures; par conséquent, la température ambiante dans la salle d'essai des batteries varie quotidiennement et varie tout au long de l'année. Les hautes et basses températures sont données dans le tableau 1.

ITP met en œuvre des régimes de température « été » et « hiver » pour les trois cycles de charge/décharge quotidiens. Pendant les mois d'été, les batteries subissent deux cycles à la température mensuelle élevée et le troisième à la température mensuelle basse, et pendant les mois d'hiver, les batteries subissent deux cycles à la température mensuelle basse et le troisième à la température mensuelle élevée.

	Jan	Fév	mars avril mai juin				Juil	Août	Sep	Oct	nov.	déc.
Faible (°C)	22	20	18	16	14	12	dix	12	14	16	18	20
Haut (°C)	36	34	32	30	28	26	24	26	28	30	32	34
Régime (°C)	S	S	S	S	WWWWWW						S	S

Tableau 2 : Températures ambiantes maximales et minimales quotidiennes tout au long de l'année

Compte tenu de l'accent mis sur l'efficacité énergétique et la faible consommation d'énergie au Centre de formation aux compétences durables du CIT, la synchronisation des cycles de haute et basse température est adaptée aux variations de températures extérieures, pour permettre d'aider les transitions entre les points de consigne de haute et basse température. par l'air extérieur. Le calendrier des cycles de charge et de décharge est illustré aux figures 2 et 3.

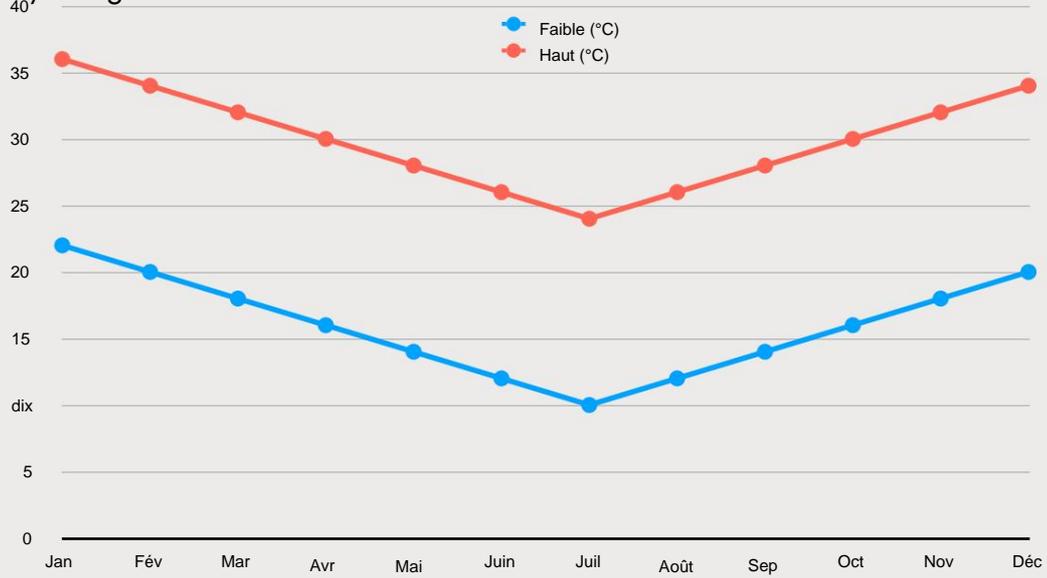


Figure 1 : Températures quotidiennes des cycles chauds et froids tout au long de l'année

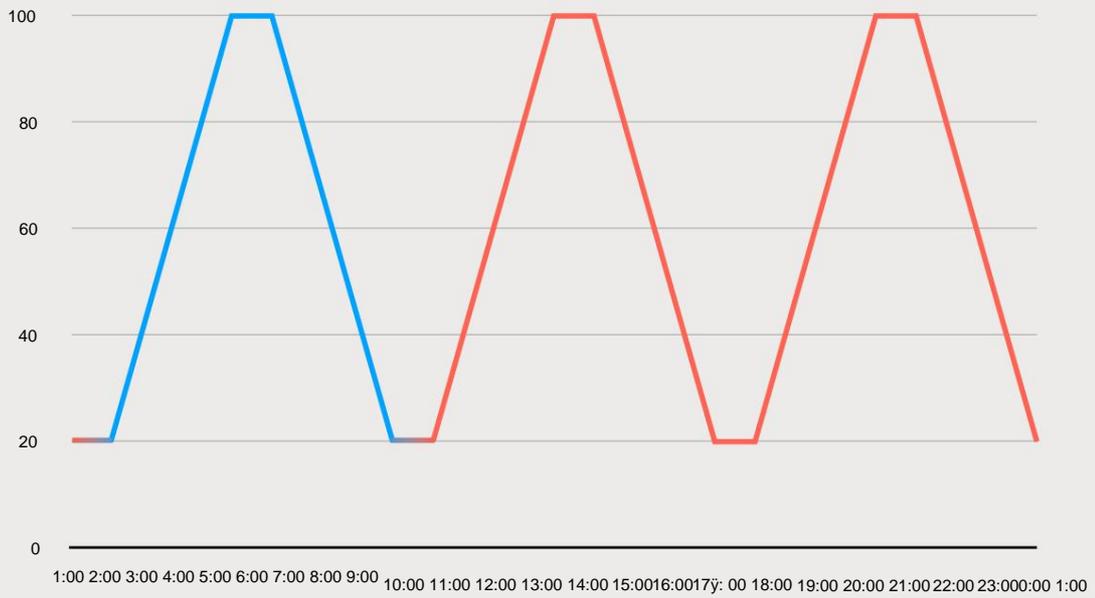


Figure 2 : Régime de température d'été et régime de charge

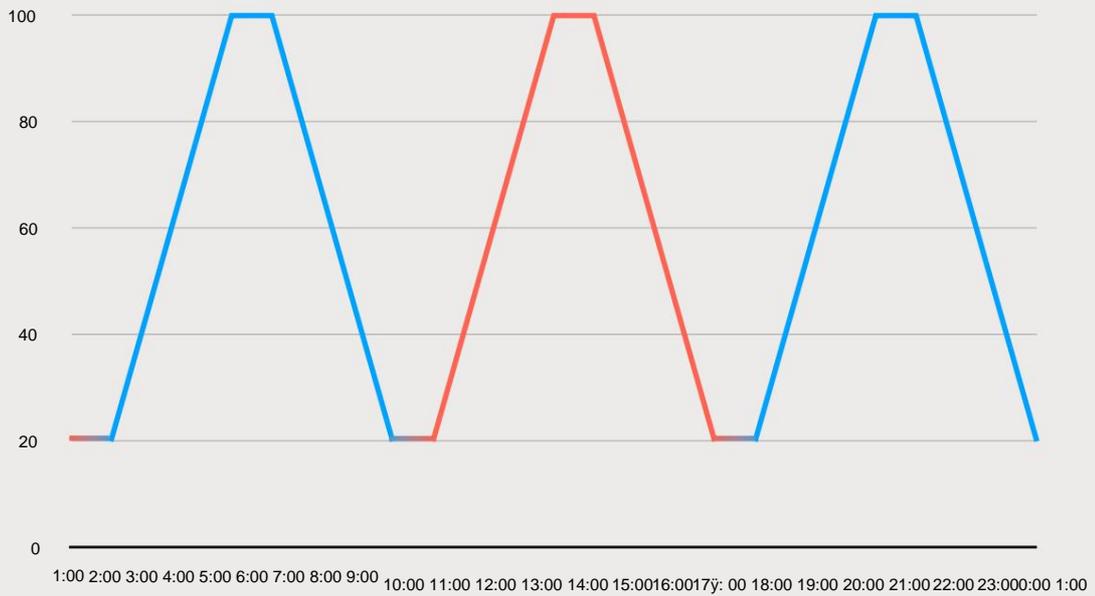


Figure 3y: Régime de température hivernal et régime de charge

Annexe C : Résumé du rapport précédent

Rapport 1 Septembre 2016

Le rapport 1 a été publié en septembre 2016 et décrit le contexte du projet. Le public visé par l'essai comprenait le grand public, les organismes de recherche, les entités commerciales et les organisations gouvernementales qui envisagent d'investir dans le stockage d'énergie par batterie.

Le rapport décrivait les technologies conventionnelles au plomb et au lithium-ion, le processus de sélection des batteries et la procédure de test. Le processus de mise en œuvre, de l'approvisionnement à l'installation jusqu'à la mise en service, a également été décrit pour les huit batteries de la phase 1 répertoriées dans le tableau 3 ci-dessous.

Produit	Taper	Capacité nominale (kWh nominal)
CALB CA100	Phosphate de fer au lithium	10.24
Écoult UltraFlex	Plomb Carbone	14.8 (C8)
GNB Sonnenschein	Plomb-acide	14.4 (C100)
Kokam Storaxe + ADS TEC BMS	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	8.3
LG Chem RESU 1	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	9.6
Tout-en-un Samsung	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	10.8
Sony Fortelion	Phosphate de fer au lithium	9.6
Tesla Powerwall 1	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	6.4

Tableau 3 : Blocs-batteries Phase 1

À la fin du premier rapport, le cycle de la batterie était en cours depuis environ trois mois. À ce stade précoce des tests, les données ne fournissaient pas d'informations significatives sur les performances de la batterie à long terme. En tant que tel, le rapport s'est concentré sur les leçons apprises au cours des phases d'approvisionnement, d'installation et de mise en service et a défini la structure dans laquelle les résultats seraient publiés dans les rapports futurs.

Rapport 2 Mars 2017

Des tests de capacité ont été menés au cours de chacun des six mois entre septembre 2016 et février 2017, et les résultats

ont été publiés dans le rapport public 2.

Pendant ce temps, la batterie du Kokam était trop déchargée et n'a pas pu être redémarrée.

Il a également été signalé que le pack CALB nécessitait une cellule de remplacement et était ensuite fonctionnel, mais présentait toujours des preuves d'une cellule faible ou d'une mauvaise gestion de la batterie par le BMS externe.

La perte de capacité était évidente pour certaines des batteries testées, comme prévu. Cependant, pour d'autres, les tendances à long terme n'étaient pas encore discernables en raison de la variabilité inhérente des résultats des tests de capacité individuels, attribuée à l'imprécision de l'estimation du SOC.

En termes d'efficacité aller-retour, malgré les données limitées, on a déjà pu observer que le lithium-ion surpasse la batterie au plomb conventionnelle, bien que l'efficacité au plomb semble supérieure aux attentes générales. Reportez-vous au rapport complet pour plus de détails.

Rapport 3 novembre 2017

Le rapport 3 décrit le processus d'achat et d'installation des 10 packs de batteries de phase 2 répertoriés dans le tableau 4 ci-dessous, et décrit les résultats des tests et les observations générales ou les problèmes rencontrés avec les packs de batteries de phase 1.

Produit	Taper	Capacité nominale (kWh nominal)
AlphaESS M48100	Phosphate de fer au lithium	9.6
Ampetus Super Lithium	Phosphate de fer au lithium	9.0
Aquion Aspen	Ion hybride aqueux	17.6
BYD B-Box	Phosphate de fer au lithium	10.24
GNB Lithium	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	12.7
LG Chem RESU HV	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	9.8
Pylontech US2000B	Phosphate de fer au lithium	9.6
Redflow ZCell	Flux de bromure de zinc	10.0
SimpliPhi PHI 3.4	Phosphate de fer au lithium	10.2
Mur d'alimentation Telsa 2	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	13.5

Tableau 4 : Blocs-batterie Phase 2

En particulier, le rapport 3 décrivait comment les problèmes d'approvisionnement et d'installation des batteries continuaient d'entraver la progression du marché dans son ensemble, et qu'un certain nombre de fabricants avaient soit quitté le marché, soit modifié considérablement leurs offres de produits. Il convient également de noter que les leaders du marché, Tesla et LG Chem, ont fortement réduit les prix de gros et introduit des batteries de deuxième génération.

En termes de performances du pack de phase 1, une défaillance de cellule d'Ecoul a été signalée et des problèmes généraux d'estimation du SOC avec le

La batterie au plomb GNB et l'onduleur Sunny Island ont été décrits.

L'intégration des blocs-batteries avec les onduleurs a continué à poser des problèmes en général, l'interface de communication étant le défi le plus fréquemment rencontré. Il n'y avait toujours pas d'approche standardisée des communications batterie-onduleur et le rapport décrivait l'attente selon laquelle les problèmes d'installation et de mise en service resteraient courants jusqu'à ce que les protocoles d'interface de communication soient normalisés.

Les résultats des tests de batterie de la phase 1 ont indiqué que les tendances naissantes d'affaiblissement de la capacité étaient perceptibles et que les batteries lithium-ion continuaient de démontrer une efficacité plus élevée.

Rapport 4 Mars 2018

Le rapport 4 a été publié en mars 2018. Il décrit les résultats des tests préliminaires et les problèmes généraux rencontrés avec les batteries de phase 1 et de phase 2. Ce rapport a fourni des détails particuliers sur les défis de mise en service en cours avec les packs de batteries Tesla Powerwall 2 et Aquion, le remplacement des packs Redflow et Ecoult défectueux et les mises à niveau du pack Ampetus.

Des problèmes persistants d'estimation du SOC pour les batteries au plomb CALB et GNB ont été observés, mais une efficacité aller-retour généralement plus élevée pour la technologie lithium-ion par rapport aux technologies conventionnelles au plomb et au bromure de zinc a continué d'être démontrée.

Les résultats des tests de capacité ont montré un affaiblissement caractéristique de la capacité pour tous les blocs-batteries de phase 1 (plus de 1 000 cycles terminés) encore en fonctionnement. Une variabilité significative entre les packs a été observée, et le rôle potentiel des effets de la température dans la contribution à ces résultats a été discuté. Les packs de batteries de la phase 2 (plus de 500 cycles terminés) ont montré des tendances initiales similaires et une variabilité de l'affaiblissement de la capacité.

Rapport 5 Septembre 2018

Les tests des batteries de phase 1 et 2 étant bien avancés au moment de la publication du rapport 5, les tendances de perte de capacité étaient bien établies avec une variation significative des performances entre les packs apparents. L'efficacité aller-retour CC variait moins entre les packs, avec des valeurs moyennes de 85 à 95 %.

Bien que plusieurs batteries aient continué à bien fonctionner, le rapport décrivait des problèmes de performances et de fiabilité avec certaines batteries. Dans la plupart des cas, les problèmes ont été attribués à un développement de produit inadéquat et/ou à un manque de compréhension de la part des vendeurs/techniciens locaux en ce qui concerne l'intégration du produit (c'est-à-dire avec des onduleurs ou des systèmes de contrôle).

En particulier, le rapport décrit le remplacement des packs Redflow ZCell et SimpliPhi PHI 3.4, les défis en cours pour contrôler le Tesla Powerwall 2, l'insolvabilité d'Aquion et d'Ampetus, et certains problèmes opérationnels avec le CALB, LG Chem, EcoUlt et GNB plomb-acide Batteries phase 1.

Rapport 6 Juin 2019

Les essais de phase 1 se terminant fin mars 2019, le rapport 6 comprenait une analyse complète des

performances de ces batteries, ainsi qu'une mise à jour sur les batteries Phase 2. Dans l'ensemble, les batteries Sony (Phase 1) et Pylontech (Phase 2) ont démontré une excellente rétention de capacité, et les batteries Sony, Samsung, Tesla (Phase 1), BYD et Pylontech (Phase 2) ont démontré une grande fiabilité. Les batteries Samsung et BYD en particulier ont démontré une efficacité aller-retour élevée et constante.

Une efficacité aller-retour comprise entre 85 et 95 % a été observée pour les technologies plomb-acide et lithium-ion, tandis que l'extrapolation linéaire de la rétention de capacité à ce jour suggère qu'entre 2 000 et 6 000 cycles pourraient être fournis par des batteries lithium-ion fonctionnant correctement.

Le rapport a également évoqué le nombre élevé de batteries installées dans le centre de test qui avaient été retirées ou remplacées prématurément en raison de défauts. Ces problèmes sont symptomatiques d'une nouvelle technologie et d'un nouveau marché, et devraient s'améliorer avec le temps.

Rapport 7 Septembre 2019

Le rapport 7 comprenait une analyse et des commentaires sur les trois batteries de la phase 1 (Sony, Samsung et Tesla Powerwall 1) et sept batteries de la phase 2 (Alpha ESS, BYD LV, GNB Lithium, LG Chem HV, Pylontech, Redflow et Tesla Powerwall 2) qui étaient encore en test.

Alors que certaines batteries avaient rencontré des défauts et/ou avaient échoué prématurément, les batteries Sony, Samsung, Tesla Powerwall 1, BYD, Pylontech et GNB Lithium avaient généralement démontré une grande fiabilité, avec des problèmes minimes rencontrés tout au long de la période de test.

L'extrapolation linéaire de la capacité d'effacement à ce jour suggère que la durée de vie varie considérablement d'un produit à l'autre. Les batteries Sony, Samsung et Pylontech ont continué à démontrer une bonne rétention de capacité sur un grand nombre de cycles. Après les remplacements, les Tesla Powerwall 2 et Redflow ZCell actuels faisaient également preuve d'une excellente rétention de capacité, même si le nombre de cycles effectués était faible à l'époque.

La variabilité de l'efficacité aller-retour était plus faible et avait généralement été observée entre 85 et 95 % pour les technologies plomb-acide et lithium-ion.

Rapport 8 Avril 2020

Le rapport 8 comprenait une analyse et des commentaires sur les trois batteries de la phase 1 (Sony, Samsung et Tesla Powerwall 1) et six batteries de la phase 2 (BYD LV, GNB Lithium, LG Chem HV, Pylontech, Redflow et Tesla Powerwall 2) qui étaient encore en test, ainsi qu'un aperçu de l'approvisionnement et de l'installation de huit batteries ajoutées aux tests pour la phase 3.

Les batteries Sony et Samsung de la phase 1 se sont avérées fiables, aux côtés des batteries Pylontech et GNB Lithium de la phase 2. Le Tesla Powerwall 1 et le BYD B-Box LV ont cessé de fonctionner en raison de problèmes opérationnels, au cours de la période couverte par ce rapport.

Pour les batteries Sony et Samsung (Phase 1), plus de 80 % de la capacité initiale a été conservée après plus de 2 000 cycles. L'extrapolation linéaire suggère que la batterie Pylontech (phase 2) est actuellement sur une trajectoire similaire. Après les remplacements, les Tesla Powerwall 2 et Redflow ZCell (Phase 2) actuels font également preuve d'une excellente rétention de capacité.

L'efficacité aller-retour est plus constante entre les batteries et a généralement été observée entre 85 et 95 % pour les technologies plomb-acide et lithium-ion.

L'exercice d'approvisionnement de la phase 3 a mis en évidence l'évolution du marché vers des produits de batterie et d'onduleur intégrés, ou des produits de batterie qui ne sont compatibles qu'avec les onduleurs du même fabricant; ainsi qu'une exigence accrue d'enregistrement des produits. Les deux pointent vers une préférence de plus en plus forte des fabricants pour des interfaces réduites et une dépendance vis-à-vis des systèmes externes associés.

Produit	Taper	Capacité nominale (kWh nominal)
BYD B-Box HV	Phosphate de fer au lithium	10.2
DCS PV 10.0	Phosphate de fer au lithium	10.0
FIMER REACT 2	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	8.0
FZSoNick	Chlorure de nickel de sodium	9.6
Durée de vie énergétique PowerPlus Prime	Phosphate de fer au lithium	9.9
SolaX triple puissance	Lithium Nickel Manganèse Cobalt	12.6
sonnenBatterie	Phosphate de fer au lithium	10.0
Zenaji Eon	Titanate de lithium	9.6

Tableau 5 : Blocs-batterie Phase 3

Rapport 9 Septembre 2020

Le rapport 9 comprenait une analyse et des commentaires sur deux batteries de la phase 1 (Sony et Samsung), six batteries de la phase 2 (BYD LV, GNB Lithium, LG Chem HV, Pylontech, Redflow et Tesla Powerwall 2) et huit batteries de la phase 3 (BYD HV, DCS, FIMER, FZSoNick, PowerPlus, SolaX et sonnen).

ITP a rencontré des difficultés lors de la mise en service et du contrôle des trois packs de batteries Phase 3 qui ne communiquent pas leur SOC à l'onduleur.

La batterie Sony de la phase 1 avait continué à fonctionner de manière fiable, aux côtés des batteries Pylontech et GNB Lithium de la phase 2. Les batteries Sony et Pylontech affichaient également une excellente rétention de capacité après un nombre élevé de cycles. Les batteries de la phase 3 n'avaient pas effectué de nombreux cycles à ce moment-là.

L'efficacité aller-retour était plus constante entre les batteries, avec des valeurs CC aussi élevées que 95 % pour certaines batteries lithium-ion et aussi basses que 78 % pour la batterie au brome de zinc de Redflow.

Rapport 10 Mars 2021

Le rapport 10 comprenait une analyse et des commentaires sur deux batteries de la phase 1 (Sony et Samsung), six batteries de

Phase 2 (BYD LV, GNB Lithium, LG Chem HV, Pylontech, Redflow et Tesla Powerwall 2) et huit batteries de la Phase 3 (BYD HV, DCS, FIMER, FZSoNick, PowerPlus, SolaX et sonnen).

La batterie Sony de la phase 1 avait continué à fonctionner de manière fiable, aux côtés des batteries Pylontech et GNB Lithium de la phase 2. Les batteries Sony et Pylontech affichaient également une excellente rétention de capacité après un nombre élevé de cycles. Les batteries de la phase 3 avaient effectué moins de 1000 cycles jusque-là.

ITP a conclu les tests de la batterie Samsung, qui nécessitait des interventions fréquentes pour permettre le cycle vers la fin de sa période de test. Dans l'ensemble, la batterie était très fiable et avait effectué plus de cycles que la plupart des autres batteries du centre de test.

La batterie Redflow a dû remplacer sa batterie. Auparavant, quatre remplacements étaient effectués en raison d'électrolyte contaminé et de fuites d'électrolyte.

Bien que la rétention de capacité ait varié considérablement d'un bloc-batterie à l'autre, l'efficacité aller-retour n'a pas varié au même degré. ITP a observé des valeurs d'efficacité aller-retour CC aussi élevées que 95 % pour certaines batteries lithium-ion et aussi basses que 78 % pour la batterie au brome de zinc de Redflow.



ITP Renewables

Bureau : Niveau 1, 19-23, rue Moore
Tourneur ACT 2612

Adresse postale : PO Box 6127
O'Connor ACT 2602
Australie

Courriel : info@itpau.com.au
Téléphone : +61 (0) 2 6257 3511

itpau.com.au

