



**Réduction des déchets par la mise en place de solutions de diagnostic, de tri, et de reconditionnement des produits solaires**





## Présentation de LAGAZEL

# Lagazel : industrialisation de la fabrication d'équipements solaires en Afrique

Créée en 2015, LAGAZEL une entreprise qui fabrique des équipements solaires pour les zones hors-réseau en Afrique et ailleurs, afin d'apporter une solution de qualité et de proximité aux 650 millions de personnes qui n'ont pas accès au réseau électrique (plus de 1 milliard dans le monde). Elle est implantée à St Galmier dans la Loire et adossée au groupe familial CHABANNE.

LAGAZEL c'est donc

- 20 ans d'expérience en Afrique de l'ouest
- 3 sites de production au Burkina Faso, au Bénin et au Sénégal
- Plus de 100,000 lampes et stations autonomes fabriqués depuis 2016
- Une gamme variée d'équipements solaires de qualité
- Un business model qui intègre les notions de SAV et de réparabilité
- Des emplois en France et en Afrique

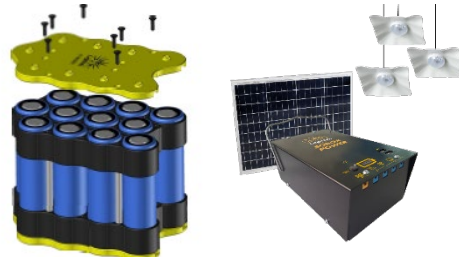




## Projet pilote E-WASTE

# Réduire le volume de déchets par la mise en place d'un démonstrateur industriel de tri, de test et de reconditionnement de produits et composants issus de l'industrie solaire

1 - Réduire le volume de déchets par la réutilisation de composants issus de l'industrie solaire hors-réseau: panneau solaire, batterie



2 – Améliorer l'offre de valeur des entreprises du off-grid par leur intégration dans une chaîne formelle et vertueuse de fin de vie de leurs produits



Partenaires de collecte

3 - Répliquer le démonstrateur du Burkina Faso dans d'autres pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Sénégal, Mali, Togo...)



Partenaire technique



Partenaires financiers



2020-2022



MINISTÈRE  
DE L'ÉCONOMIE,  
DES FINANCES  
ET DE LA RELANCE

Liberté  
Égalité  
Fraternité

2021-2023

Réduction des dépenses énergétiques



Développement Industriel et création d'emplois



Réduction de la production de déchets





Collecte et  
stockage de  
batteries  
usagées

# Environ 10000 batteries collectées pour des tests et le pilote de reconditionnement

- Création de partenariat pour mettre en place des collectes au Burkina Faso, Bénin, Mali, Togo...



Mlawodo au  
Togo

- Construction d'un bâtiment dédié pour le stockage et le reconditionnement de batteries



Dédougou, Burkina  
Faso

- Mise en place d'une traçabilité

Type		LFP		Type	
Modèle	SP	L	SP	SP	SP
Capacité	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Tension nominale (V)	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Tension maximale (V)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
Format cellule (mm)	18650	18650	18650	18650	18650

Informations Collecte						
Délivrance cell-à-celle	Date fabrication ou réception (si système)	Date mise en service (si système)	Date collecte (dd/mm/yyyy)	Produit fini use / Configuration	Défaut module (SA) (si autonome) / Référence module_1	Fabricant
A-21803-M01			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M02			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M03			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M04			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M05	MIXED08		lun 8 août 2021	Kala 5000 1x3p		Clansion
A-21803-M01			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M02			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M03			mar 3 août 2021	Kala 5000 1x3p		
A-21803-M04			lun 8 août 2021	Kala 5000 1x3p		

- Etude d'impact environnemental et aménagement conformément aux recommandations de sécurité

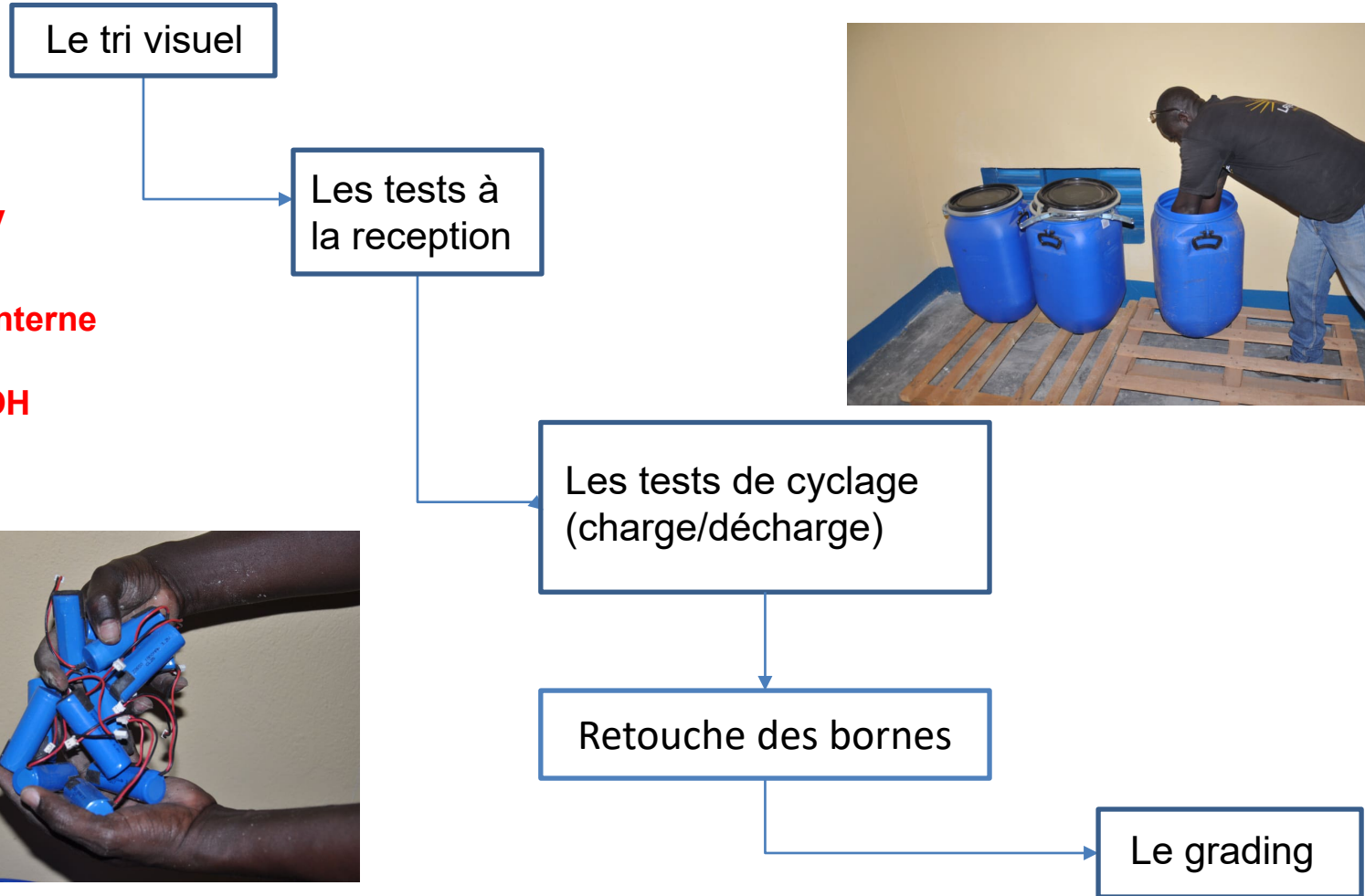
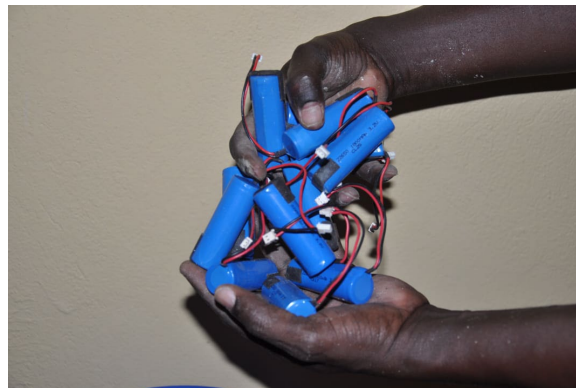


- Recherche de partenariats pour mutualisation des volumes d'expédition cellules en fin de vie pour recyclage

## Processus de tri: du démontage à la classification

La stratégie de tri définie en accord avec l'étude réalisée en amont par le CEA comporte 5 phases principales :

- **Tension OCV**
- **Résistance interne**
- **Capacité, SOH**



## Les outils de tests: développer des outils de tests adaptés au contexte africain

Pour réaliser les différents tests nécessaires au tri des cellules, nous avons validé divers équipements avec le concours des laboratoires du CEA/INES

### Equipements pour process de tri

#### Coûts :

- Banc de charge 10 voies env. 300 €
- Banc de décharge 10 voies env. 500 €
- Banc de mesure résistance interne 5900 €
- Banc de polissage env. 1680 €

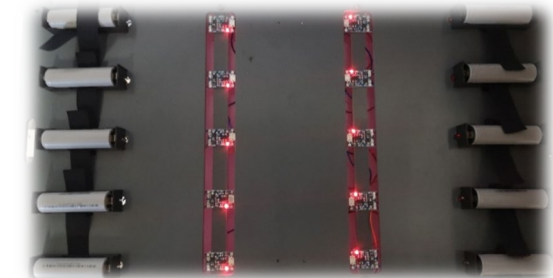
*Ces outils à bas coût permettent de réaliser des mesures clés sur des cellules de différentes technologies*

- Moyen d'essai simple
- Peu couteux
- Besoins électriques limités
- Environnement thermique non maitrisé

### Pour la résistance interne



### Pour la charge/décharge





## Déploiement au Burkina Faso



*Usine Lagazel, Dédougou*

### Formation des équipes locales

- sur la sécurité 'Montage et démontage batterie' (utilisation des EPI...)
- sur les process de désassemblage-tri-réassemblage



# Un guide open source pour faciliter la réplication des processus

Pour assurer la vulgarisation de notre procédé, nous avons rédigé un guide open source qui sera mis à disposition dans le cadre du projet. Il contient entre autre des conseils et des informations sur :

- **L'environnement et le cadre législatif du domaine**
- **Les aspects de sécurité et gestes de premiers secours**
- **Le processus de collecte, de transport et de stockage.**
- **La stratégie de tri**
- **Le reconditionnement en seconde vie**
- **La gestion ultime des déchets**

**COMMENT REMPLIR CORRECTEMENT LES FÛTS DE COLLECTE ?**

Les batteries ayant été utilisées une première fois dans un équipement solaire domestique ou de mobilité sont considérées comme des « déchets dangereux ». Ainsi, il est primordial de respecter des conditions strictes pour la collecte de ces batteries.

**Equipements nécessaires pour la collecte**



Fût en polyéthylène      Sacchet plastique

- Le fût en polyéthylène permet de collecter les batteries.
- Le sacchet plastique permet de séparer les batteries.
- La vermiculite permet d'éviter que les étages de bord de la chaleur en cas d'échauffement. Utiliser du sable.
- Le scotch permet d'isoler les pôles de la batterie.

**Types de batteries acceptées**

Les batteries acceptées par Lagazel sont du type cylindrique Nickel (Nimh).



Batteries issues des équipements solaires domestiques.

**PROCEDURE POUR FAIRE UN PACK BATTERIE DE 157P**

Pour faire un pack batterie de 157P, veuillez suivre les étapes ci-dessous :

➔ **Etape 1**

**Allumer et régler le poste à souder**

- Fixer les deux électrodes.
- Brancher la commande à pédale.
- Régler l'impulsion de la soudure à 2P à l'aide des boutons indiquant les flèches et l'étoile.
- Régler le pourcentage du courant à 60 à l'aide des boutons indiquant les flèches et l'étoile.
- Le bouton situé au-dessus du poste à souder permet d'ajuster la pression de soudure de la pédale (pour diminuer la pression, il faut tourner le bouton vers la gauche. Pour augmenter la pression, il faut tourner le bouton vers la droite).



➔ **Etape 2**

**Assemblage des cellules**

- Assembler les 7 cellules à l'aide d'un support.
- Vérifier bien que les bornes sont identiques de part et d'autre.
- Vérifier que les cellules ne bougent pas.



➔ **Etape 3**

**Faire des points de soudure**

- Mettre l'ensemble (cellules et tôle nickel) au niveau des 2 électrodes du poste à souder.
- Appuyer sur la commande à pédale.
- Faire 4 points de soudure sur chacune des bornes des cellules.
- Assembler les 7 cellules en faisant des points de soudure. (Faire cette opération sur les bornes positives et négatives des cellules).



3





Le  
reconditionnement  
des packs

## Les packs de batteries reconditionnés avec bande nickel soudée

- Reconditionnement des packs
- Montage de packs avec cellules reconditionnées



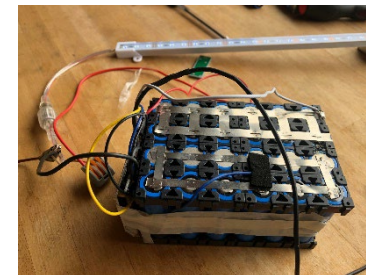
Soudeuse



Compresseur



Chargeur



Pack

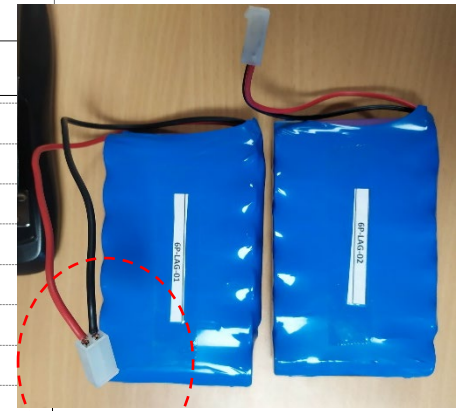
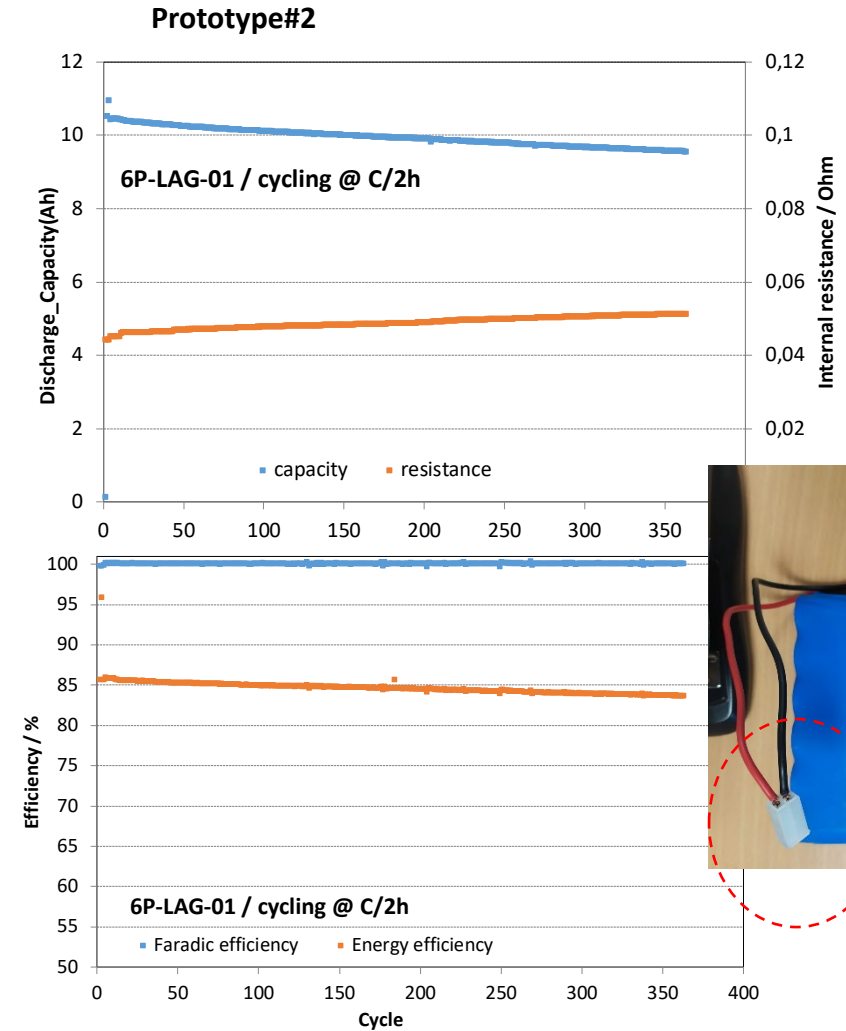
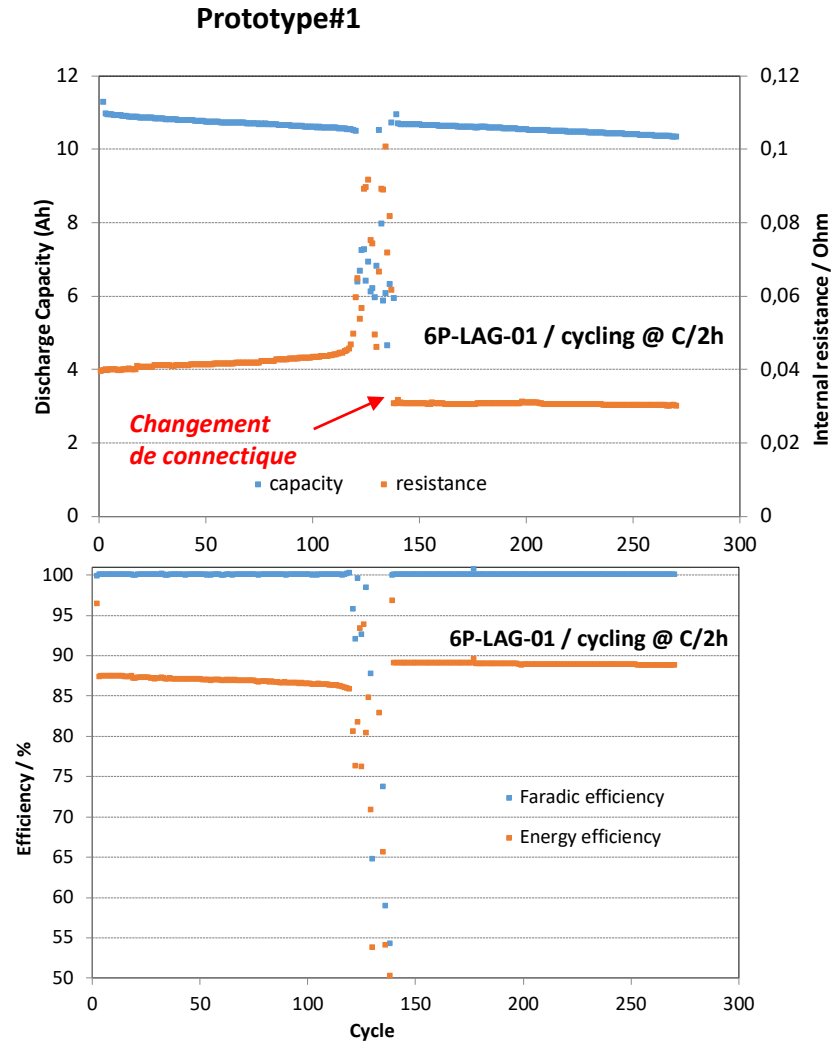


Déchargeur



Communication

# Essais d'endurance cyclique des modules reconditionnés



- Excellente rétention de la capacité
- Excellent rendement énergétique

- Une défaillance « réparable » lié à la prise de connexion
- Pas d'anomalies « électrochimiques » liées aux cellules Li-ion

## Réutilisation des batteries en 2<sup>nd</sup>e vie

### a. Test des cellules assemblées sans BMS

Résultats :

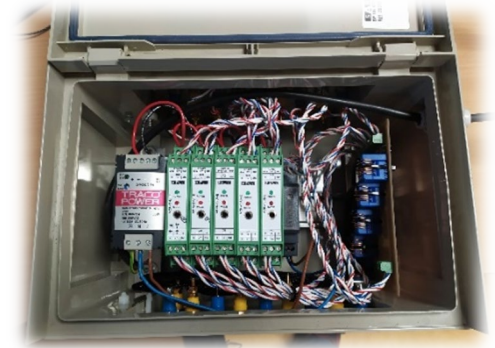
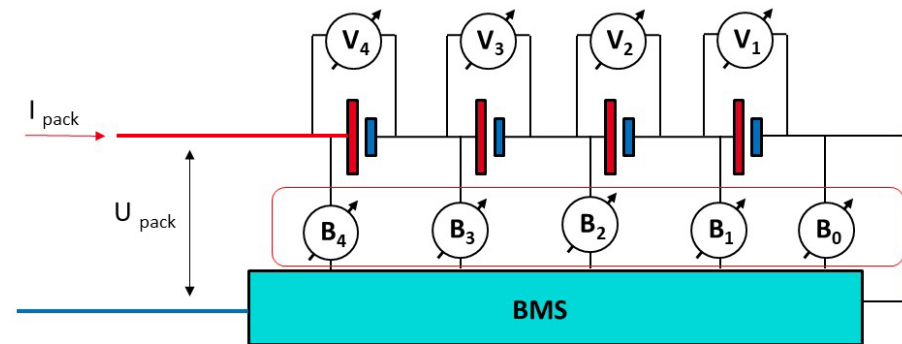
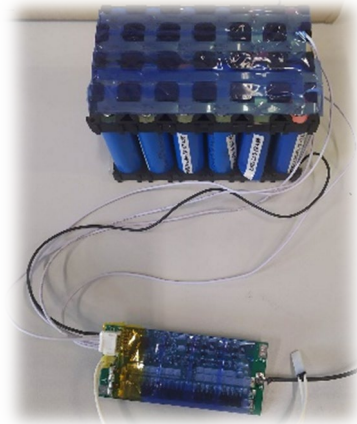
- Importance des connectiques (importance de la qualité du sertissage)
- Importance d'utiliser la même technologie au sein d'un pack
- Peu d'importance sur l'homogénéité si utilisation de cellules de même technologie



### b. Montage d'un pack Li-ion pour test du BMS

Développement d'un coffret spécifique pour la mesure des différents courants et tensions

Conclusion → la mesure de la tension semble suffisante

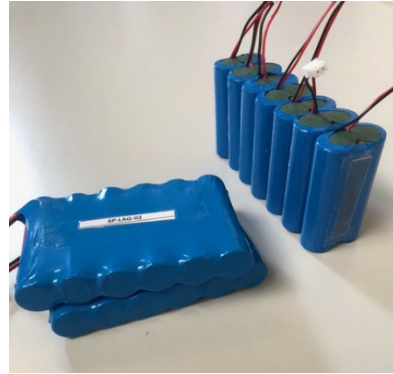


Les essais et analyses effectués ont permis de vérifier que les batteries ont des performances résiduelles satisfaisantes pour une utilisation en 2<sup>nd</sup>e vie.



Le  
reconditionnement  
des cellules

## Reconditionnement de cellules en packs batteries : Volonté de développement d'une technique d'assemblage sans soudure



**Le développement d'une technologie innovante d'interconnexion et d'assemblage sans soudure doit:**

- Faciliter le remplacement d'une cellule défectueuse sans risqué d'endommager la batterie elle même
- Permettre une réparation facile et rapide
- Déboucher sur une solution modulable pour diverses capacités

**Prochaine étape: réalisation d'un prototype**





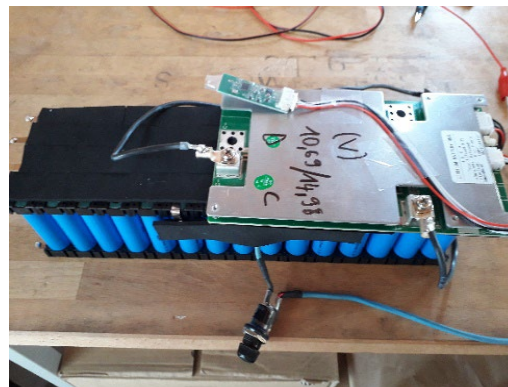
Le  
reconditionnement

## Les produits reconditionnés : utiliser des cellules de seconde vie dans des batteries destinées à des usages stationnaires

Exemples d'applications pour cellules 2de vie ou batteries reconditionnées

- Stockage d'énergie pour résidentiel (ex radiateur électrique)
- Eclairage et stockage pour zones hors réseau (Afrique)
- Station autonome pour habitation hors réseau (Afrique)
- Batterie Lithium en remplacement du plomb (camping car.....)
- Station de recharge pour tél portable ou autres (power bank)
- Chariots automatisés AGV
- Fourniture de cellules de seconde vie

Pack Smart-batterie 12 V avec validation de BMS



Pour la suite, nous allons devoir éprouver:

- Les **performances** et la **durée de vie** de ces prototypes.
- La **sécurité** qu'ils offrent.
- Leur **pertinence** par rapport au marché (attentes des clients, coût produit reconditionné vs neuf...).



## Analyse | Contraintes



Quels sont les modèles économiques ?



- Faible coût des équipements du process
- Pas de qualification spécifique = facilité d'insertion professionnelle et de recrutement
- Capacité de tri et de tests, évolutive en fonction des volumes



- Besoin important de main d'œuvre
- Difficultés d'approvisionnement en ressources suffisantes

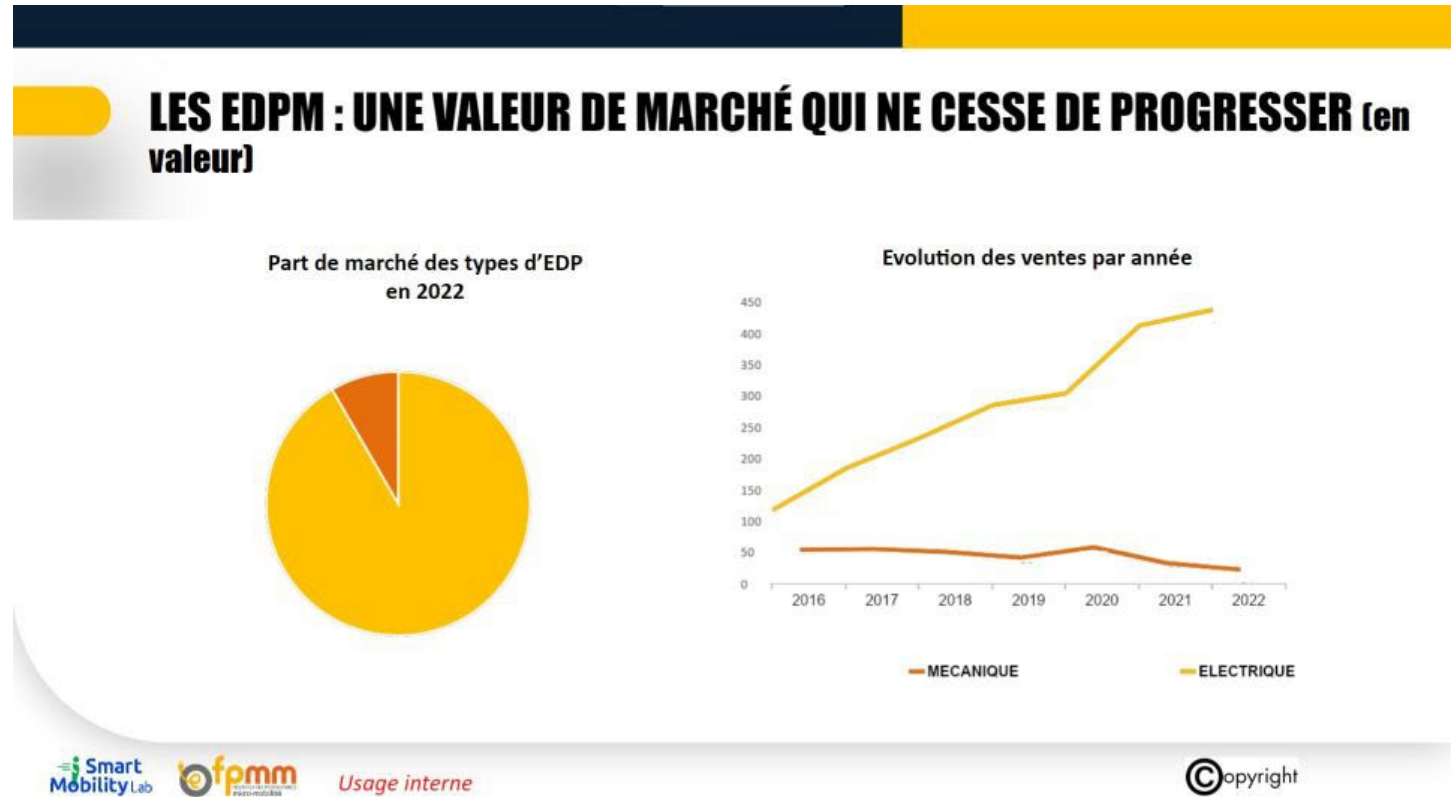
<b>AFRIQUE</b> 	<b>FRANCE</b> 
Main d'œuvre peu couteuse = prix de la cellule reconditionnée compétitif mais peu de ressources	Main d'œuvre élevée = prix de la cellule quasiment identique à celui d'une cellule neuve alors que beaucoup de ressources
Pas de structuration de la collecte	Les collectes sont déjà en place
Packs collectés sont de petite taille	Fortes contraintes (lobbying, normes pas adaptées qui tendent à évoluer)

**Notre problématique aujourd'hui est de définir un schéma de partenariat permettant de développer cette activité naissante et novatrice ?**

**Le marché de la micro-mobilité électrique ne cesse de croître depuis 2016.  
Cela génère des batteries dont le potentiel de réutilisation est élevé.**



- Ventes 2022 en France : 738.454 vélos et 759.000 trottinettes électriques: autant de batteries qui devront être recyclées



- 2/3 des cellules récupérées/collectées sont réutilisables.
- En changeant l'usage, on augmente la durée de vie.





## Exemple de modèle économiques

### Idée de mise en œuvre en France

Acteurs envisagés : collectivités, associations locales et entreprises privées sensibles au traitement des déchets dont les batteries.

1. Service de collecte publique ou privée de batteries Lithium cylindriques, ou collaboration avec Scirelec
2. Acheminement à une unité de démantèlement et de tri (association | ESAT | ...). Elimination des cellules irrécupérables auprès des services dédiés (éco organismes)
3. Transfert des cellules triées et fabrication de nouveaux packs par le reconditionneur
4. Réutilisation en 2<sup>nd</sup>e vie pour des usages type éclairage public de la collectivité

#### **Bénéfices :**

- ❖ Réutilisation, augmentation durée de vie
- ❖ Diminution des déchets
- ❖ Création de richesse locale
- ❖ Impact environnemental fortement réduit
- ❖ Création d'emplois
- ❖ Faible consommation énergétique



Tout en créant de l'activité locale aussi bien d'un point de vue économique que social avec un produit fiable, durable, et local.





## Obstacles rencontrés et pistes de solutions

### En vrac ....

- **Accès à la ressource**

Volume batteries Li accessible mais MO démantèlement très importante

- **Cadre législatif changeant**

Évolution plutôt favorable

Transport (internationaux) reste compliqué

Sensibilité pour diminuer l'impact

- **Modèle économique**

Batterie Lithium : nbre cellules multiplié par 15 à l'horizon 2030 par rapport à 2010. Prix lithium x5 depuis 06/2021.

- **Difficulté**

Automatisation difficile pour petit pack,

- **Avenir**

Batteries démontables (sans soudure) pour au moins toutes les applications stationnaires,



>**Partenariats pour la collecte et le démantèlement ?** Nécessité de MO pas chère

>**Lobbying**

Considérer les batteries ayant un potentiel de réutilisation comme une ressource



>**Incitation économique**

Plus de ressources → plus de possibilité de ré-utilisation.



>**Facteur d'Echelle**

Si grosse ressource, possibilité de choisir les batteries à démonter.



>**Double intérêt**

Gain de temps sur démontage  
Grosse facilité de remplacement des cellules



**FRANCE**  
441 Route de Rivas- BP16  
42330 SAINT-GALMIER  
+33 (0)4 27 64 30 51

**BURKINA FASO**  
Route de Bobo-Dioulasso  
BP111 DÉDOUGOU  
+226 63 17 63 63

**BENIN**  
Todowa, 5<sup>e</sup> arrondissement  
PORTO NOVO  
+229 99 99 61 61

[contact@lagazel.com](mailto:contact@lagazel.com)

[lagazel.com](http://lagazel.com)

