



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

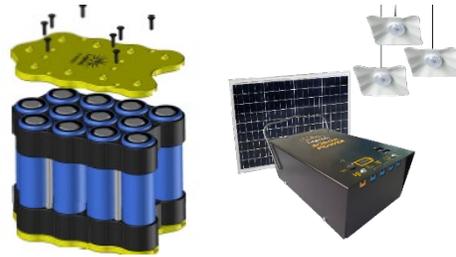




Projet pilote E-WASTE

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



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 CO



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...



Miawodo au Togo

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



Dédougou, Burkina Faso

- Mise en place d'une traçabilité

Police		Alignement		Nombre		contourner		de tableau		cellules	
EB		3,65									
A	B	C	LFP	D	E	F	G				
Type	SP	20	SP	20				Type			
Référence								Référence			
Désignation	1 cellule en parallèle	2 cellules en parallèle	3 cellules en parallèle	4 cellules en parallèle	5 cellules en parallèle			Désignation			
Emballage nominal (V)	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2			Emballage nominal (V)			
Emballage (mAh)	2	2	2	2	2			Emballage (mAh)			
Emballage (mAh)	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65			Emballage (mAh)			
Fournisseur cellules (NOM)	WISUN WISUN	WISUN WISUN	WISUN WISUN	WISUN WISUN	WISUN WISUN			Fournisseur cellules (NOM)			
Informations Coûts											
Période cellule/modèle	Date fabrication ou réception (si applicable)	Date mise en service (si applicable)	Date collecte (si applicable)	Produit fini (si applicable)	Détail module (BSC, Diagnostics, etc.)	Fabricant					
A-2000-M01			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M02			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M03			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M04			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M05	10/12/2018		lun 8 août 2021	Lite Solarline 1/2p							
A-2000-M01			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M02			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M03			mer 3 août 2021	Kabo 3000 1/2p							
A-2000-M04			lun 8 août 2021	Lite Solarline 1/2p							

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

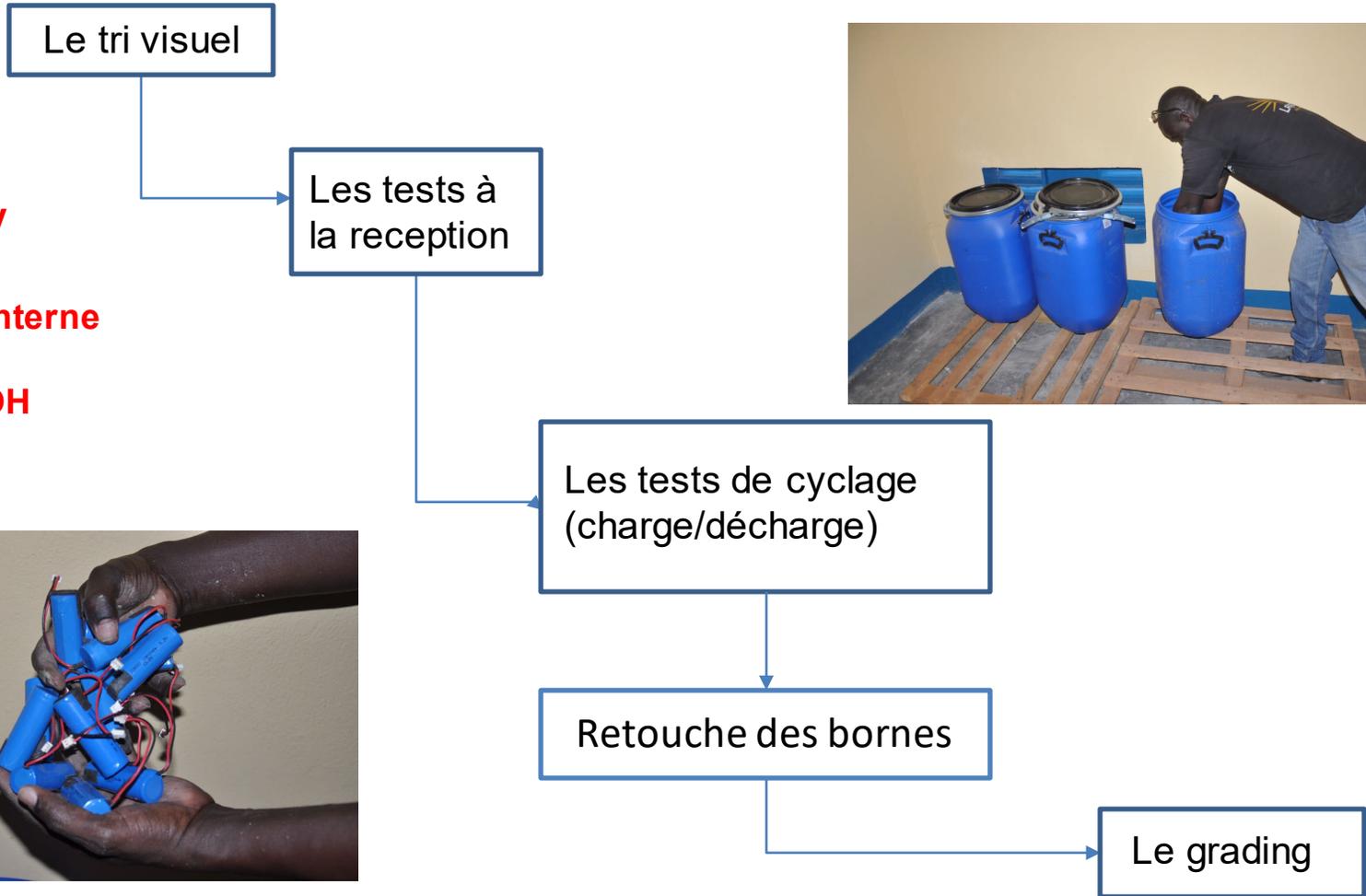
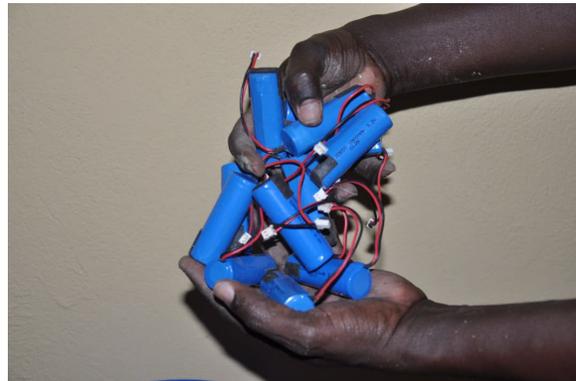


- Recherche de partenariats pour mutualisation des volumes d'expédition cellules en fin de vie pour recyclage

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. 600 €
- 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 répliation 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 Sachet plastique

- Le fût en polyéthylène permet de collecter les batteries.
- Le sachet 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 tête 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



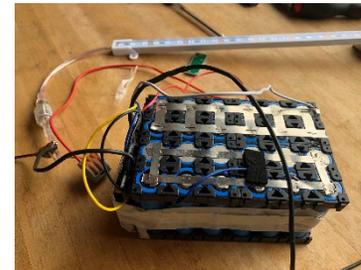
Soudeuse



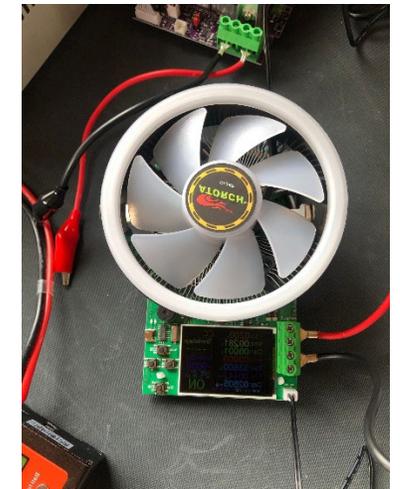
Compresseur



Chargeur



Pack

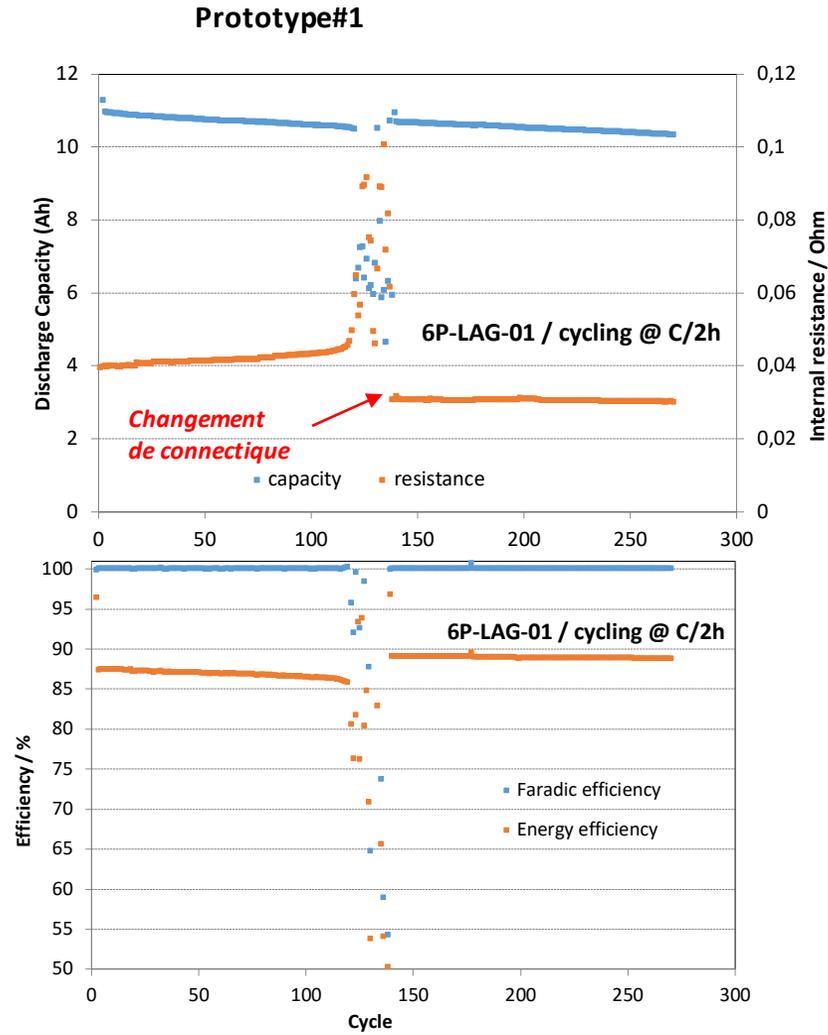


Déchargeur

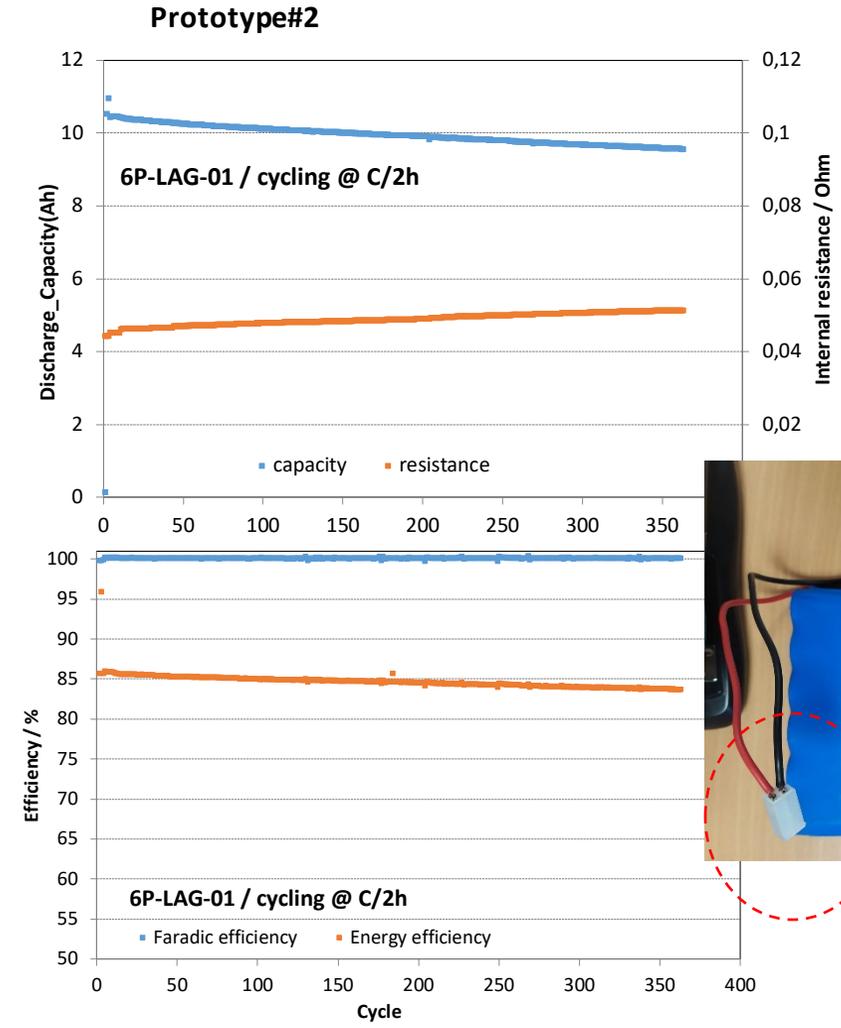


Communication

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 2nde vie

a. Test des cellules assemblées sans BMS

Résultats :

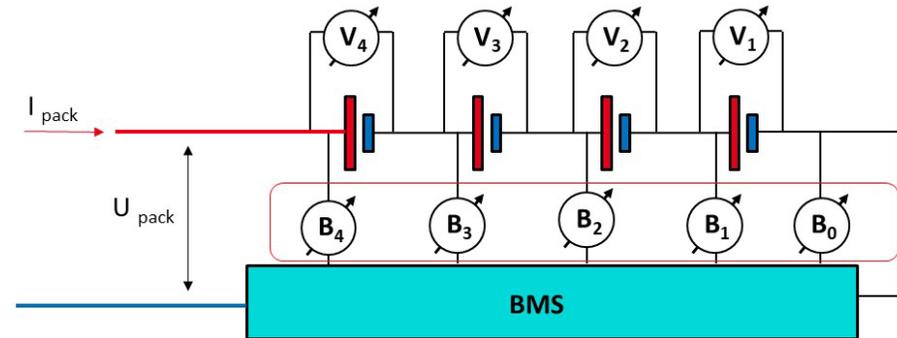
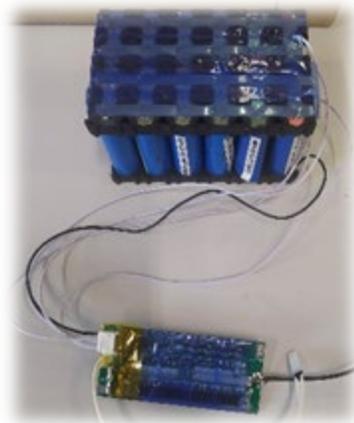
- Importance des connectiques (importance de la qualité du sertissage)
- Importance d'utiliser la même technologie au sein d'un pack
- Peu d'importance sur l'homogénéité si utilisation de cellules de même technologie



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 2nde 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





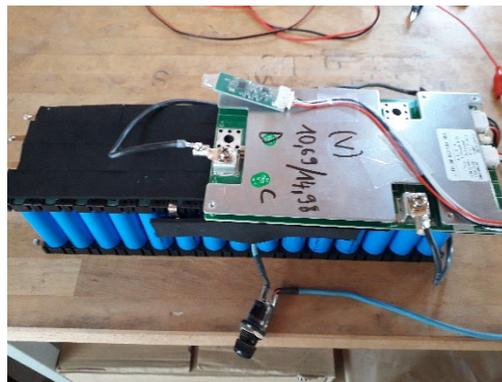
Le
reconditionnement

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

AFRIQUE 	FRANCE 
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.



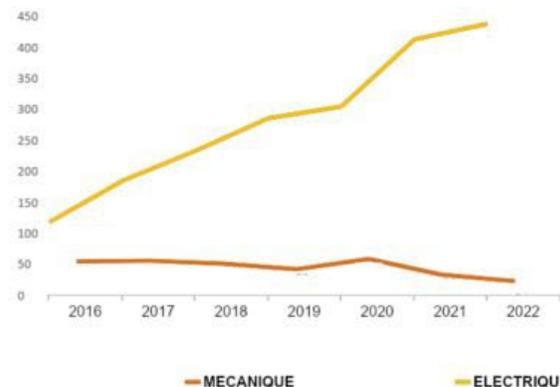
- Ventes 2022 en France : 738.454 vélos et 759.000 trottinettes électriques: autant de batteries qui devront être recyclées

LES EDPM : UNE VALEUR DE MARCHÉ QUI NE CESSE DE PROGRESSER (en valeur)

Part de marché des types d'EDP en 2022



Evolution des ventes par année



- 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 Screlec
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 2nde 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

BURKINAFASO
Route de Bobo-Dioulasso
BP111 DÉDOUGOU
+226 63 17 63 63

BENIN
Todowa, 5^e arrondissement
PORTO NOVO
+229 99 99 61 61

contact@lagazel.com

lagazel.com

