

Atelier N°2 BATTERS
Déchets de production (pré-consommation) des batteries
Réunion teams, 30-06-22

Participants

Naeem Adibi (WeLOOP), Agathe Wattelier (WeLOOP), Sophie Lebouil (Eramet), Sebastien Mussa Peretto (ACC), Gilles Moreau (Verkor), Maxime Balva (TND), Nadia Chibani (Renault), Elodie Malka (ACC), Romain Duboc (Veolia), Sébastien Mussa Peretto (ACC), Arthur Perroton (Eramet), Emeric Malefant (Veolia), Sophie Schmidlin (Renault – Economie circulaire), Thierry Lo Vecchio (Stellantis), Pierre-Benoit Hamon (Renault ElectriCity), Valerie Weigel (Eramet), Arnaud Villers d'Arbouet (Mecaware), Christian Traisnel (Hexa Strategie), Georges Evrard (TotalEnergies/SAFT), Luz Cely (Orano), Antoine Garandeau (TEAM2), Frédéric Salin (SNAM), Carole Magniez (TEAM2), Philippe Capron (CEA), Bruno Courtaud, Nicolas Coppey (SNAM), Philippe Suisse (Région Hauts-de-France), Christophe Couesnon (Solvay), Luz-Deinny Cely Hostos (Orano)

Atelier N°2 BATTERS

Objectifs de la réunion :

Suite au premier évènement au siège de la Région Hauts de France le 3 mai 2022, la question du recyclage des déchets post-production des batteries de véhicules électriques pour qu'elles soient considérées comme nouvelles ressources a été évoquée par certains acteurs industriels.

Cette première rencontre avait pour objectif de :

- Tester la faisabilité et l'intérêt de réunions multi acteurs, pour identifier des axes de collaboration et de coopération
- Initier un travail collectif autour des enjeux pour le recyclage des déchets de production, afin qu'elles deviennent des ressources significatives dans ce secteur.

Points importants abordés :

- Les chiffres et ratios des volumes de déchets de production des batteries estimés par WeLOOP sont cohérents avec la réalité (slide numéro 6). Cependant, la projection future doit se faire sur une base décroissante pour atteindre un taux potentiel de 5% en situation stable. A noter que les chiffres indiqués représentent l'ensemble des composants électriques des batteries. WeLOOP va intégrer les commentaires des constructeurs et acteurs pour retravailler l'estimation à long terme (slides 6 à 8).
- L'élément manquant principal pour compléter les boucles locale économie circulaire en Région Hauts-de-France est le manque d'intégration des acteurs autour de CAM/pCAM (Cathode Active Materials) dans la démarche.
- Des questions autour des effets d'échelle et de seuil ont été abordées (les seuils de rentabilité pour les différentes technologies de recyclages sont cités dans le compte rendu détaillé). Des regroupements des flux permettraient d'atteindre des seuils intéressants économiquement.
- Actuellement, pas de discussions/projets de regroupement des déchets de productions identifiés pour les 3 gigafactories des HdF (mais l'intérêt existe pour un futur proche, une fois que les quantités, types et les étapes auxquelles les pertes sont attribuées seront identifiées)
- Il y a nécessité d'un développement rapide, mais le marché n'existe pas encore formellement → enjeux des nouveaux sites (accès, visibilité, flux de produits dangereux entrants/sortants ...)

- Un accompagnement des administrations (type DREAL et services préfectoraux) sur les aspects réglementaires a été évoqué par les acteurs.
- Les acteurs présents ont insisté pour la mise en place de groupes de discussion pour favoriser les échanges et interactions entre les acteurs (via l'organisation de séminaire, groupes de discussion ...) – écosystème autour de sujet des Batteries

Prochaines étapes :

- Diffusion du compte rendu de la réunion par WeLOOP,
- Organisation d'une série d'ateliers sur les sujets identifiés, en lien avec la Région. Le format de réunion du premier atelier semble approprié pour favoriser les échanges.

Les thématiques suivantes ont été soulignées pour les prochains ateliers (+ celles identifiées lors d'atelier précédent) :

1. **Quelle stratégie pour favoriser l'implémentation d'un acteur autour de CAM/pCAM en Région Hauts-de-France ?**
2. **Inviter des acteurs des services d'administration d'Etat (DREAL...) et des acteurs territoriaux pour évoquer l'intérêt et la nécessité d'une implémentation rapide des acteurs sur le recyclage de Batteries. (Pour une transition dynamique soutenue par les autorités locales)**
3. **La mise en place d'une plateforme sécurisée d'échange entre les acteurs de batteries (concepteurs, fabricants, acteurs des valorisations possibles post-production et post-consommation, etc.)**
4. **Questions spécifiques sur les déterminants et modèles économiques possibles pour le réemploi des batteries en seconde vie (petite mobilité, véhicules électriques, etc.)**
5. **Ecoconception des batteries (intégration en amont pour une économie circulaire plus performante)**

Déroulement de l'atelier

Partie 1 - Présentations

- **Présentation de WeLOOP et du projet BATTERS**

(Voir documents joints)

WeLOOP a établi des hypothèses de volume de déchets de production en se basant sur des pertes de 10 à 30% sur la production. Il a été relevé que les taux sont en réalité difficiles à estimer mais que l'hypothèse de 10-30% est cohérente. Cependant, le taux de pertes est décroissant et peut atteindre 5% en situation stable. De plus, le chiffre utilisé porte sur l'ensemble des composants électriques

- **MECAWARE/MTB**

Présentation du consortium

D'après l'étude « Circular Energy Storage Research and Consulting », au niveau de l'Europe, une réestimation faite en 2022 est de moitié inférieure aux estimations de pertes post-production évaluées en 2021. La nouvelle estimation de 2022 annonce moins de 900 000T par an en Europe en 2030 contre presque 1.8T prévu par les estimations de 2021. Le consortium pour évaluer les marchés se basent sur ces chiffres.

MTB en quelques mots

- Initialement acteur du recyclage des câbles et de la production de cuivre, puis acteur de la fabrication et de la vente d'équipements de recyclage de métaux, avec ingénierie et accompagnement industriel. L'entreprise cherche à se positionner sur diverses activités et marchés complémentaires
- MTB a développé une technologie de préparation de Black Mass (BM), avec :
 - Broyage pack cellule
 - Dissociation des matériaux
 - Séparation électrolyte, polymères, matière métallique

MECAWARE :

- Créé en 2021 pour développer un procédé d'extraction métallique

Procédé de recyclage proposé :

- Le procédé commence par la récupération de produits contenant des métaux critiques, rebus production, batterie
- Du CO₂ est utilisé dans leur technologie d'extraction des métaux. Ce CO₂ provenant des émissions industrielles, cela permet de contribuer à la décarbonisation
- La dissolution de la Black Mass se réalise dans de l'amine (produit basique, utilisé pour capter CO₂). La réaction entre l'amine et le CO₂ crée une série de molécules qui peuvent s'associer aux molécules métalliques
- C'est un procédé de dissolution et transformation moléculaires
- Le procédé permet l'extraction de différents matériaux présents dans la BM (Li, Mn, Co, Ni) avec une pureté élevée, ce qui favorise le réemploi des matériaux
- Ce type de recyclage mène à la formation de carbonate ou d'hydroxyde

Avancement du procédé...

- Distinction en 2020 : SFC (Société Chimique de France) et ACS (American Chemical Society)
- Actuellement à l'échelle pilote, avec un démonstrateur actif depuis novembre 2021.
- Le procédé permet le recyclage de différentes typologies de batterie (NiMH et Li-ion), ainsi que de BM de batterie en fin de vie et scrap (des tests sont réalisés dans leur prototype à Lyon)

Retraitement des scraps ...

- Le cycle complet du recyclage des scraps est pris en compte :
 - Collecte des rebus
 - Mise en forme mécanique de la matière (avec séparation de l'électrolyte, sauf pour les déchets de production)
 - Séparation des matériaux
 - Extraction métallique
 - Refabrication

MECAWARE travaille avec un labo pour la refabrication de matière active, électrode et cellule. L'objectif est de contrôler et valider la capacité à refabriquer à partir des métaux obtenus par recyclage

Objectifs du Consortium :

- Travailler sur les sites des gigafactories : en interne ou proximité immédiate
- Avec un Procédé compact (pas effluent, peu consommation d'énergie)
- 1^{er} démonstrateur depuis fin 2021, pilote en flux continu (50T/an) pour 2023, unité industrielle 6000T/an pour 2025
- Le fait de « Traiter le scrap » sur site
 - Accroit les performances industrielles
 - Permet l'indépendance industrielle → matériaux sur territoire
 - Permet de mieux gérer le Statut administratif des scraps (matière à valoriser et non déchet) → enjeux par rapport au renvoi des matériaux

Remarques/Questions

- Q : Actuellement le sulfate est utilisé plutôt que carbonate, quels enjeux pour transition ?
- R :
 - Il y a la possibilité de changer entre le carbonate et l'hydroxyde pour 7 des 8 éléments récupérés
 - Le sulfate n'est pas toujours avantageux pour les matériaux
 - L'utilisation de carbonate a des avantages sur les critères de stabilité et environnementaux

• VEOLIA

Le groupe travaille sur la chaîne de valeurs à 3 niveaux :

- La réutilisation des batteries (batterie en fin de vie) afin de valoriser celles-ci
- Le recyclage, avec un travail en boucle fermée qui permet de réintégrer les matériaux recyclés dans la production
- L'éco design et l'éco-conception afin de réduire l'empreinte carbone en agissant sur l'ensemble de la chaîne valeur

Activités de recyclage

- 30 000 T / an de déchets sont traités sur les 3 sites. Les déchets de production ainsi que les batteries en fin de vie sont inclus.
- 1 usine se trouve en Chine, et 2 usines sont en France (une usine pour les premières étapes procédés, une deuxième spécialisé sur traitement chimique). Actuellement une nouvelle usine est en construction au Royaume Uni.

Traitement fin de vie

- Veolia utilise des procédés capables de traiter différentes technologies et formats de batteries
- Le traitement inclus différentes étapes : tri, décharge, démantèlement, séparation physique, broyage humide, purification, production de nouvelles cellules
- Le traitement permet de valoriser différents matériaux, notamment des plastiques, de l'acier, des composants électroniques, de l'aluminium, du cuivre, du NMP, et des sels de Ni, Co, et Li
- Veolia travaille également sur l'amélioration de la pureté des matériaux récupérés

Le procédé se déroule en 3 étapes :

- Une unité de collecte, démantèlement, et décharge
- Une unité de séparation mécanique, et de BM
- Un unité hydro métallurgique
- A noter que les 2 premières unités peuvent être implantées sur sites des partenaires. Cependant, l'unité Hydro ne s'y fera pas directement pour des questions de sécurité, de question administrative, d'économie d'échelle...

Remarques/Questions

- Les taux de récupération actuels de Veolia sont en accord avec la réglementation de 2025, cependant pas encore avec celle de 2030. Il est relevé qu'ils atteignent 90% de récupération.

• **TND**

L'objectif de TND est d'industrialiser des procédés de traitement de cathodes et recyclage batteries

Présentation de leur procédé global : le Recyclage mixte

- Le procédé mixte est une combinaison des procédés hydro et pyro
- Du cuivre est utilisé en fusion pour séparer éléments de la BM
- Le Cu, Co, et Ni se solubilisent et se concentrent dans le cuivre
- Le Li, Mn s'oxydent et se retrouvent dans la scorie avec l'Al, et le Fe
- Le graphite est utilisé en tant qu'agent réducteur dans le four

Les Etapes du procédé

1. Traitement physique
 - Le procédé de l'allemand URT (Umwelt und Recyclingtechnik) est pris en référence
 - Le procédé peut traiter des batterie de petite taille ou de petite mobilité, ainsi que des cellules séparées
 - Une étape de broyage est nécessaire pour obtenir la BM
2. Four fusion (traitement pyro)
 - Le four de fusion est alimenté en scrap de cuivre (câble, chutes de production ...)
 - On obtient une scorie en sortie de four
3. Electrolyse du cuivre
 - L'électrolyse permet l'obtention de cathode de cuivre pur
4. Traitement électrolyte
 - L'électrolyte est traité par extraction par solvant
 - Ce traitement permet la récupération de sels (Ni, Co) par évaporation

➔ L'utilisation d'un process par solvant permet d'obtenir des niveaux élevés de pureté

➔ Le TRL 5 atteint pour ce procédé

➔ Un premier essai pilote est prévu en 2023 (pilote de 3T pour le four), avec pour objectif d'installer par la suite une usine dans les HdF

Traitement rebuts de production

- Les rebuts de production peuvent être intégrés à différentes étapes, selon leur typologie

- Les cellules sont intégrées dans l'unité de broyage pour récupérer de la BM
- Les électrodes et la matière active sont introduit dans le four de fusion
- Les hypothèse d'intégrations se basent sur des cellules complètes

- ➔ Traiter les rebus de production permet la récupération de Co et Ni de haute pureté qui peuvent être réutilisés par la suite
- ➔ Le traitement permet de récupérer du cuivre de haute pureté
- ➔ La consommation de réactif est limitée puisque le travail est effectué en boucle fermée
- ➔ Il n'y a pas de génération d'effluent aqueux puisqu'il y a des étapes d'évaporation

Remarques/Questions

- Les objectifs européens sont atteints au stade labo. La fusion entraîne peu de pertes, contrairement aux pertes qui peuvent survenir pour le process hydro mais un taux d'au moins 95% de récupération est atteint
- Concernant la proportion de lithium par rapport à une scorie traditionnelle, le lithium est difficilement récupérable (étude de Umicore). Cependant, charger le four de BM et de Cu permet d'obtenir des scories concentré en Li et Mn (cette hypothèse n'a pas encore été testée, étape de développement)

<ul style="list-style-type: none">• Présentation supplémentaire (sans support)

La SNAM est intervenue pour présenter ses avancées

Deux divisions → SNAM recyclage batterie (retour aux matières premières et secondaires) pyro base thermolyse, procédé hydro

- Apporte meilleure efficacité
- Atteindre taux de récupération et de pureté
- Répondre aux spécifications

Autres activité → division batterie, unité de fabrication batterie neuve, 80% éléments recyclés, réparation batteries VE et hybrides

Partie 2 – Echanges sur les thématiques identifiées

- **Travail en boucle fermée : quels facteurs de réussite ?**
 - Logique de proximité des producteurs pour BM
 - Une usine nécessite un volume significatif pour que le raffinage soit rentable → d'où plusieurs unités en amont pour 1 unité en aval
 - Logique d'intégration → intégrer hydro, besoin de sulfate, cristallisation coûteuse, d'où synergie industrielle à développer
 - Proximité des gigafactories dans les HdF est un atout
 - Manque d'acteurs CAM/pCAM → intégration nécessaire
 - Questions d'effet d'échelle et de seuil → à partir de quel volume une technologie devient intéressante ? Viabilité économique ?
 - Procédé de recyclage en boucle fermé d'Eramet → 50 000T en module
 - Procédé de MTB/ MECAWARE → 5 000T/an
 - VEOLIA → usine en France traite 20 000T en équivalent batterie
 - TND → 10 000T/an de batteries
 - Possibilité de travailler sur les matériaux de moindre intérêt
 - Travailler sur les technologies de demain, optimisation de la performance des matériaux

- **Technologies et usines de recyclage post-production : quels besoins et quelles ressources ?**
 - Recyclage direct → problématique des cellules, séparation anode/cathode, récupération BM, difficulté d'obtention des matériaux purs
 - Recyclage LFP → pas de solution de recyclage → intérêt économique à approfondir
 - En fonction des types de scraps → pas de mélange → ligne de broyage dédiée pour scrap de production qui permet de récupérer les matériaux → le recyclage peut présenter des avantages dans ce contexte
 - Convergence des flux → séparer les flux permet un meilleur rendement, regrouper les flux peut entraîner des difficultés pour le prestataire de traitement des « déchets » et leur valorisation
 - Intervenir dès le début sur les lignes de production pour avoir des « déchets » distincts et les envoyer dans la filière adaptée → optimisation des rendements
 - Industrie en développement → on peut mettre en place les méthodes dès la phase de construction
 - Actuellement, pas de discussions/projets de regroupement des « déchets » de productions pour les 3 gigafactories des HdF → trop tôt pour connaître les quantités, types et les étapes auxquelles ont aura des pertes
 - Technologie DROPS de Verkor → permet de connaître le flux, les types de scraps et les envoyer dans la filière la plus adaptée → possibilité de se réunir avec les autres gigafactories
 - En interne → transformation locale des « déchets » en « produits de valeurs »
 - Respect du code de l'environnement par rapport au mélange des déchets
 - Question des réglementations → statut déchet, Seveso, conditions de broyage sur site, déclaration des « déchets », conditions d'autorisation, statut ICPE
 - Si process de recyclage intégré aux gigafactories → fait partie de l'autorisation globale → les produits qui ressortent sont soumis à REACH

- Si externe → demande d'autorisation d'exploitation propre à l'installation de recyclage
- Maturité des technologies
 - Hydrométallurgie conventionnel → stable
 - Progrès sur les rendements
 - Expertise en développement pour certains métaux (Li)
 - Maturité sur les métaux stratégiques
 - Question sur la gestion des nouvelles technologies → principalement tout solide
- **Collaboration des acteurs en Région : Comment ? Quels sont les atouts / Comment favoriser votre installation en Région ?**
 - Intégration des CAM, PCAM
 - Synergie industrielle, utilisation de l'énergie, chaleur
 - Réglementation, gestion des rejets
 - Interaction entre acteurs (organisation de séminaire, groupes de discussion ...) → écosystème
 - Le plan « France 2030 » fournit des opportunités diverses pour investir dans les projets autour des batteries. Voir aussi avec les plans de la Région Hauts de France.
 - Nécessité d'un développement rapide, marché qui n'existe pas encore → enjeux des nouveaux sites (accès, visibilité, flux de produits dangereux entrants/sortants ...)
 - Accompagnent des administrations sur les aspects réglementaire
 - Administration partie prenante, scénario de co-construction
 - Transition dynamique soutenue par les autorités
 - Inviter les acteurs des services d'administrations pour évoquer les thématiques
 - Nécessité de soutien de la part des autorités (c'est stratégique)
 - **Question sur l'ACV et la transparence des entreprises vis-à-vis des impacts environnementaux**
 - Analyses environnementales nécessaires
 - Industrie naissante avec évolution rapide → VEOLIA a réalisé des ACV sur des processus il y a 3 ans qui doivent aujourd'hui être refaits pour refléter les procédés actuels
 - Changement rapide des procédés et des technologies de batteries