

Conférence Débat : Matériaux stratégiques et filière batterie

Compte-rendu du lundi 07 avril 2025

Bordeaux, Cap Sciences

Cette conférence débat s'inscrit dans le cadre de la concertation préalable autour du projet EMME qui se déroule du 24 mars au 15 mai 2025. Elle est encadrée par la CNDP (Commission Nationale du Débat Public). La réunion était également accessible en visioconférence. Au total, 28 personnes ont participé à cette rencontre (19 en présentiel et 9 en visioconférence). La conférence débat a pour objectifs de donner des clés de compréhension du contexte dans lequel s'inscrit le projet concernant les matériaux stratégiques et la filière des batteries.

Introduction

Jean-Michel THORNARY et Richard PASQUET, garants nommés par la Commission Nationale du Débat Public pour le projet EMME

La CNDP est une autorité administrative indépendante des pouvoirs publics. Son rôle est de défendre le droit à l'information et à la participation des décisions publiques ayant des incidences sur l'environnement (article 7 du Code de l'environnement). La concertation préalable permet de débattre du bien fondé d'un projet à un stade où celui-ci n'est pas figé mais aussi de ses caractéristiques, de ses impacts sur l'environnement et des moyens pour les éviter, les réduire ou les compenser. Enfin ce droit permet l'information et la participation de tous les publics jusqu'à l'enquête publique grâce à la concertation continue qui débute à la fin de la concertation préalable.

La CNDP compte 6 principes :

- L'indépendance vis-à-vis de toutes les parties prenantes.
- La neutralité par rapport au projet.
- La transparence de l'information.
- L'argumentation pour enrichir les échanges.
- L'égalité de traitement entre tous les publics : collectivité, syndicat, association et citoyen.
- L'inclusion de tous les publics.

La mission des garants est constituée de trois étapes :

- La réalisation d'une étude de contexte par la rencontre d'acteurs pour identifier les questions du public et les modalités de concertation à mettre en œuvre et conseiller le maître d'ouvrage.
- Pendant la concertation préalable, les garants veillent au respect des engagements du maître d'ouvrage et à la transmission des informations données aux questions posées.

- A la suite de la concertation préalable, les garants rédigent un bilan de concertation pour rendre compte du déroulement de la démarche mais aussi pour retranscrire l'ensemble des arguments exprimés par le public. Ce bilan est rendu public et le maître d'ouvrage est tenu d'y répondre deux mois après sa publication en précisant s'il souhaite poursuivre son projet.

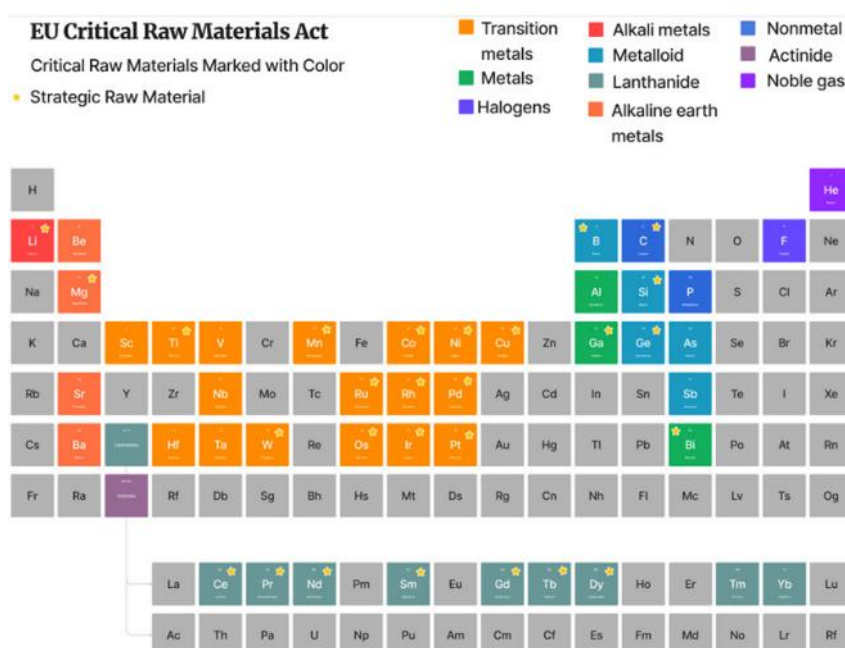
Les matériaux stratégiques

Jacob OLCHOWKA, chargé de recherche CNRS

Affecté depuis 2017 à Bordeaux à l'ICMCB (L'industrie de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux), son travail se situe dans le domaine des matériaux pour les batteries et le recyclage. Il est également responsable d'une licence professionnelle de chimie des matériaux, du stockage d'énergie et du recyclage. M. OLCHOWKA est membre des réseaux français et européens sur le stockage électrochimique de l'énergie (RS2E).

Les matières premières critiques revêtent une grande importance économique pour l'Europe car elles présentent un risque élevé de rupture d'approvisionnement en raison de la concentration géographique de la ressource et de l'absence de substituts de qualités abordables. Un matériau critique n'est pas nécessairement rare.

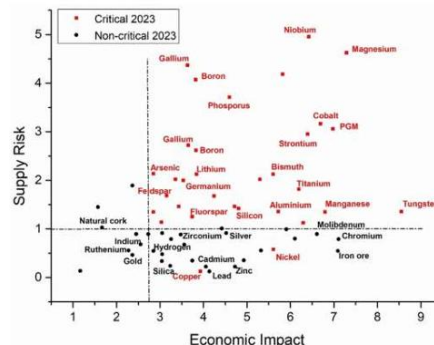
L'Union Européenne détermine et réalise une classification des matières critiques. Elle est renouvelée tous les trois ans et la dernière date de 2023. Ces dernières sont importantes pour certaines applications technologiques dans la chaîne de valeur industrielle (la défense spatiale). L'Europe ne possède que peu de matériaux critiques et rencontre des difficultés pour les substituer.



Les éléments colorés dans le tableau ci-dessus sont considérés comme critiques. Ils sont utilisés pour différentes applications mais ne sont pas forcément stratégiques pour le développement d'un pays. Les éléments chimiques marqués d'une étoile représentent des éléments stratégiques.

Le graphique ci-contre représente l'impact économique par rapport au risque d'approvisionnement des différents matériaux. Le cobalt, par exemple, n'a pas un grand risque d'approvisionnement mais il est considéré comme un matériau critique par son importance économique pour le développement des filières stratégiques.

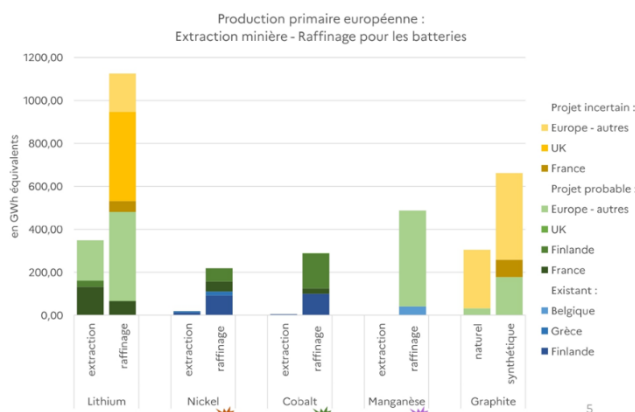
Ces matériaux sont utilisés dans le photovoltaïque, l'éolien et les batteries électriques. De nombreux matériaux stratégiques proviennent de l'étranger. La souveraineté énergétique de l'Union Européenne est critique dans beaucoup d'applications stratégiques.



Alice MARIE, ingénieure chercheuse, CEA LITEN et OFREMI

Le CEA est le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies intermédiaires. LITEN est le Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies nouvelles et les Nanomatériaux. L'OFREMI est l'Observatoire Français sur les REssources MINérales pour les filières industrielles qui rassemble différents instituts de recherche dont le CEA, le BRGM (sur la partie géologie) et l'ADEME. L'objectif de ce groupement d'instituts est de conseiller l'Etat et les filières industrielles françaises sur les risques en approvisionnement en matières critiques.

Le graphique ci-dessous représente la répartition de la production mondiale des différents matériaux critiques des batteries entre les différents pays producteurs. Pour chaque matériau est représenté l'étape d'extraction et l'étape de raffinage. Quelques pays concentrent la majorité des capacités de la production mondiale, en particulier lors de l'étape de raffinage. La Chine a presque le monopole sur tous les matériaux critiques des batteries. La république démocratique du Congo et l'Indonésie concentrent la majeure partie de l'extraction du cobalt et du nickel. Ces principaux producteurs ont donc un fort pouvoir géopolitique. L'Union Européenne dispose d'une faible capacité d'extraction et de raffinage (bleu) et souhaite se doter de nouvelles capacités d'extraction et de raffinage (jaune et vert) par la réouverture de mines mais aussi le développement de projet de raffinage.



La criticité est complexe et multicritère, c'est-à-dire qu'il y a plusieurs raisons pour qu'un matériau soit considéré comme critique. Dans la filière des batteries, ces différents matériaux ne sont pas critiques pour les mêmes raisons. Les cinq matériaux critiques de batteries (le lithium, le cobalt, le nickel, le manganèse et le graphite) le sont selon des critères différents :

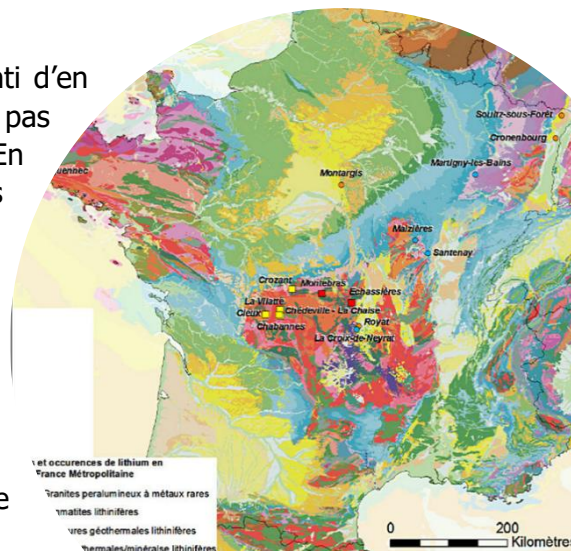
- Le critère de la ressource primaire correspond au potentiel minier de la France, et par exemple, cela rend particulièrement critique le cobalt car il n'est pas présent dans le sous-sol français.
- Le critère de la vulnérabilité de la chaîne de valeur correspond à la capacité de raffinage et de fabrication des composants en France. Par exemple, le cobalt est particulièrement critique pour ces raisons.
- Le critère de la ressource secondaire désigne ce qui peut être recyclé facilement. Par exemple, le graphite est très critique car difficilement recyclable.
- L'écart mondial entre l'offre et la demande et le risque de tension sur le marché font, par exemple, du lithium un matériau critique.
- La dépendance technologique fait également, par exemple, du lithium un matériau critique car c'est un matériau très utilisé dans la technologie et difficile à substituer.
- Enfin, il y a le critère de risques géopolitiques de ces matériaux. La Chine pourrait mettre en place un contrôle de l'exportation de ces matériaux. Elle a déjà instauré des licences d'exportation. Elle peut décider de laisser sortir ou non ses productions de graphites, ce qui rend ce matériau critique d'un point de vue géopolitique.

Jérôme GOUIN, responsable projets - Mines & Carrières, Géotechnique, POLE AVENIA

M. Gouin est géologue minier et possède 10 ans d'expérience au sein du BRGM, et 5 ans comme géologue d'exploration en France pour une compagnie minière. Il est depuis 5 ans en charge des périmètres mines - carrières et géotechnique au pôle Avenia, une association loi 1901, basée à Pau, et labellisée "pôle de compétitivité" par le premier ministre et dédiée aux filières françaises des industries du sous-sol. Depuis 5 ans, le pôle Avenia s'est diversifié sur les aspects mines et carrières.

Un certain nombre de programmes régionaux a été mis en place par Avenia, notamment aLiNA qui a pour vocation de s'intéresser à la sécurisation des approvisionnements en matière premières minérales pour les filières bas-carbone et les industries de pointes. Ce programme s'inscrit dans un partenariat avec d'autres régions européennes et le Québec pour développer des synergies et des projets R&D innovants afin de trouver de nouvelles ressources et d'exploiter au mieux les ressources naturelles.

Concernant le lithium, il n'est pas toujours garanti d'en trouver assez pour ouvrir une mine car il n'est pas réparti de manière homogène dans la roche. En fonction de la nature de la roche présente dans les sols et sous-sols, le lithium sera retrouvé en quantité variable. Sur la carte ci-contre, les tâches rouges représentent le potentiel minier du lithium. En France, deux projets parmi les 47 projets stratégiques labellisés par l'Union Européenne sont sur l'extraction et le raffinage : le projet IMERYS à Echassières pour le lithium roche, et un projet en Alsace pour valoriser le lithium dans les eaux géothermales.

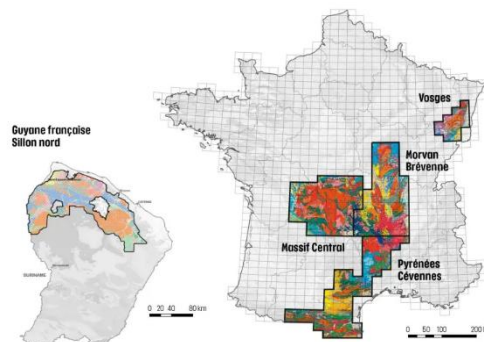


Le nickel et le cobalt ne se retrouvent pas dans l'hexagone mais en Nouvelle-Calédonie, notamment pour le nickel. La seule usine capable de produire du « Grade Batterie » se situe au sud de la Nouvelle-Calédonie et appartient à Prony Resources.

Depuis quelques semaines, le BRGM a été mandaté par l'Etat français pour réaliser un inventaire des ressources du sous-sol, et travailler sur certaines zones en France et en Guyane qui permettront peut-être de mettre en évidence :

- du lithium et du cuivre au sein de l'hexagone
- du cuivre, du fer, du nickel et du manganèse en Guyane.

Les travaux dureront 5 ans afin de trouver de nouveaux sites d'intérêt, qui devront par la suite être explorés avant d'envisager une éventuelle ouverture de mines.



La transition énergétique contribuera à l'augmentation des besoins en matières premières. Il faut ajouter à cela l'instabilité du contexte géopolitique entre le conflit en Ukraine, les problématiques américaines, la dépendance à la Chine. Il y a un enjeu à développer des unités de recyclage qui peuvent traiter les minerais non présents en sous-sol français et européens en attendant l'ouverture de futures mines. Il faut également que ces unités de production aient la capacité d'incorporer des matériaux issus du recyclage.

Vincent Smith, directeur technique, EMME

L'idée du projet EMME est venue lorsque les chaînes d'approvisionnement industrielles, notamment celles des matériaux critiques, ont été gravement perturbées pendant le COVID.



Le projet EMME produira 20 000 tonnes de nickel et 3 000 tonnes de cobalt en sulfate pour les batteries des véhicules électriques.

Dans un premier temps, ces matériaux doivent être importés sous la forme de « MHP » qui est une matière première contenant du nickel, du cobalt et du manganèse, et 50% d'eau. EMME sourcera ce produit dans des mines certifiées IRMA, un standard environnemental et social d'audit et de certification.

L'unité EMME est conçue pour traiter d'autres matières premières que le MHP, notamment des composants métalliques issus du recyclage.

Temps d'échanges

Question : « *Bonsoir, en effet cette usine est indispensable pour la souveraineté du pays, mais aussi dans un contexte géopolitique compliqué, pour être dans un monde de paix, cette usine est indispensable c'est un fait. Ma question concerne les ponctions faites en Nouvelle-Calédonie, Il s'agit de leur seule ressource, quelles vont être les rétrocessions économiques pour eux, tout en prenant compte de la pollution liée à l'extraction ?* »

Réponse de EMME : Pour l'instant, il n'y a plus de production en Nouvelle-Calédonie. Si cette production redémarre nous évaluerons bien-entendu la possibilité de travailler avec eux. Il est à noter que le MHP de Nouvelle Calédonie contient beaucoup d'impureté. Si la Nouvelle-Calédonie devient l'un de nos fournisseurs, il faudra donc le convertir pour que sa qualité soit suffisante pour entrer dans la chaîne de production.

Question : « *Bonsoir, et merci aux intervenants pour toutes les informations. J'ai été fasciné par le diagramme sur l'extraction et le raffinage. On voit que la Chine n'extrait pas de matériaux critiques à part le graphite, donc comment avons nous fait pour laisser la Chine prendre le monopole ? En combien de temps pouvons-nous espérer rattraper la Chine ?* »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Le quasi-monopole de la Chine sur l'étape de raffinage peut venir de la période de délocalisation et désindustrialisation de l'Europe. Mais aussi d'une très bonne stratégie long terme chinoise pour attirer et sécuriser les compétences et partenariats sur les filières stratégiques comme celle des batteries. Pour autant, on peut distinguer 2 types de matériaux sur ce graphique : ceux dont l'usage principal est pour les batteries (un marché récent), et ceux qui sont déjà utilisés à l'échelle industrielle depuis plusieurs décennies. Le lithium, avant son usage dans les batteries, n'était que peu utilisé. Le nickel n'était utilisé que pour la fabrication d'alliage dans l'industrie. Il est difficile de quantifier le retard que nous avons avec la Chine. Nous sommes actuellement dans une phase de relocalisation et de réindustrialisation. Les instituts de recherches développent des process avec une meilleure empreinte carbone. Des projets portés par des Chinois et des Européens se développent pour profiter des compétences chinoises afin de les rapatrier en France.

Question en ligne : « *Est ce que les mines en Nouvelle-Calédonie sont classées IRMA ?* »

Réponse du POLE AVENIA : Non, pas encore mais les documents et la demande doivent être en cours afin d'obtenir la labélisation car cela va être une nécessité pour approvisionner le marché européen.



Question en ligne : « Les gisements de nickel en Nouvelle-Calédonie ont tendance à s'épuiser et tout le nickel provient aujourd'hui d'Indonésie. »

Réponse de EMME : Le schéma d'approvisionnement n'est pas exclusif à la Nouvelle-Calédonie, mais plutôt tourné vers l'Indonésie et le Brésil, en choisissant des mines certifiées.

Question en ligne : « S'il n'y a plus de nickel en Nouvelle-Calédonie, quelle serait l'autonomie de la France pour cet approvisionnement ? »

Réponse du POLE AVENIA : La compétitivité entre la Nouvelle-Calédonie et l'Indonésie réside principalement sur le coût de production, très impacté par le coût de l'énergie. De plus, à l'heure actuelle le cours du nickel est assez bas. Des réflexions sont en cours pour essayer de préserver la filière et de faire qu'elle produise mieux pour pérenniser les emplois.

Question en ligne : « Pourquoi ne pas raffiner sur place directement ? »

Réponse de EMME : L'objectif du projet EMME est de développer la souveraineté Européenne. Actuellement, le raffinage est à 80% fait en Chine. Il faut donc raffiner en Europe et avoir plusieurs fournisseurs afin de limiter les risques géostratégiques.

Question : « Que vont devenir les parties des minéraux non utiles pour les batteries ? Comment ces éléments vont-ils être évacués ? »

Réponse de EMME : Nous essayons de valoriser au maximum tous les entrants et tous les sortants. La liste des déchets et des coproduits est disponible dans le dossier de concertation avec les différentes filières identifiées. Les résidus métalliques, hors Nickel et Cobalt, seront condensés en sels et vendus à d'autres industries comme les fabricants de détergents ou des verreries.

Question : « Bonsoir, pour revenir au graphique d'extraction, on ne mentionne pas les Etats-Unis ? Est-ce un manque de données ou n'y a-t-il pas d'extraction et de raffinage là-bas ? Ma deuxième question elle concerne la ville de Parempuyre, pourquoi l'avez-vous choisi stratégiquement ? »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Non. Le graphique ne représente que les principaux producteurs, puis tous les autres sont regroupés dans le gris. Les Etats-Unis ne font pas partie des grands producteurs de lithium, cobalt, nickel, manganèse ni graphite, et leurs capacités de production sont donc incluses dans ce gris. Ils ont également des projets de relocalisation comme l'Europe mais aujourd'hui ils ne sont pas identifiés comme gros producteurs et raffineurs.

Réponse de EMME : Nous avons étudié plus de 10 sites en France. Il fallait un site disponible et suffisamment grand pour accueillir l'usine et sa zone de stockage et également un quai portuaire pour développer une logistique maritime. Le quai et la plateforme portuaire sont déterminants.

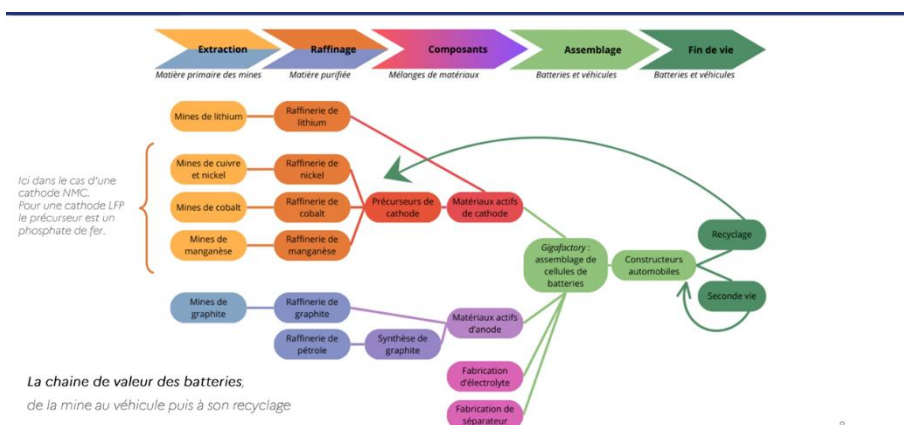
Question : « Je voudrais revenir sur le bilan matière, pour produire 20 000 tonnes de nickel vous avez besoin de 50 000 tonnes de produits entrants, plus les réactifs. Pouvez-vous nous donner une vue globale du bilan de toutes les matières qui vont transiter sur le site ? »

Réponse de EMME : Il ne faut pas oublier le rôle important de l'eau incluse dans les produits. Toutes ces données sont mentionnées page 23 et 41 du dossier de concertation.

La filière batterie

Alice MARIE, ingénieure chercheuse, CEA LITEN et OFREMI

L'image ci-dessous montre les différentes étapes de la chaîne de valeur des batteries, de la mine jusqu'au véhicule électrique ainsi que son recyclage.



La première étape consiste à extraire de la mine les différents matériaux, les critiques mais aussi d'autres matériaux entrant dans la composition d'une voiture électrique comme l'acier. Ensuite, il y a l'étape de conversion afin que le minerai atteigne une concentration et une forme suffisante pour l'intégrer dans cette batterie. Il faut ensuite concevoir des précurseurs de cathode, et le matériau actif de cathode. Dans une batterie, il y a un pôle positif (la cathode) et un pôle négatif (anode) ainsi qu'un séparateur. Ces éléments baignent dans un électrolyte.

Le lithium, le nickel, le cobalt et le manganèse sont contenus dans la cathode. Des procédés chimiques permettent de mélanger ces éléments pour obtenir la bonne forme (étape de cristallisation). En parallèle, le matériau actif d'anode est composé de graphite. Le graphite provient de mine ou il peut être un résidu du raffinage de pétrole. L'assemblage des composants est réalisé dans les gigafactories.

En fin de vie d'une voiture électrique, il est possible de récupérer la batterie pour l'utiliser ou réemployer dans une voiture ou dans le stockage stationnaire, c'est-à-dire pour stocker l'énergie du réseau comme un barrage. Après sa seconde vie, elle est recyclée.

L'OFREMI a modélisé les besoins annuels en matériaux critiques pour les batteries de la mobilité électrique française jusqu'à 2050 (c'est-à-dire les matériaux contenus dans les véhicules électriques des Français). Les résultats dépendent des hypothèses de modélisation (comme l'interdiction de vente de véhicules thermiques en 2035), mais on estime qu'en 2035 les besoins français seront équivalents à 18 kilotonnes de lithium, La France consommerait alors 5.3% du lithium produit dans le monde (à nouveau il y a des hypothèses pour estimer le lithium produit en 2035). Pour mieux appréhender ce que ce pourcentage représente, on peut le comparer à la place de la France dans le monde vers 2030-2035 : la France c'est 2.3% du PIB mondial, environ 2.5% des ventes de véhicules mondiales, et environ 0.8% de la population mondiale.

En comparant ces besoins estimés avec les capacités de production des usines (installées ou qui s'installent en France) annoncées pour l'horizon 2030 (les annonces datant de fin 2024 et



pouvant rapidement évoluer) à chaque étape de la chaîne de valeur des batteries, on remarque un manque de capacité de production notamment pour le raffinage de nickel-cobalt et la fabrication de précurseurs de cathode, de matériaux de cathode et d'anode.

Florian Robert, consultant, Voltaire Minerals

En 2024, une hausse de 25 % de la vente de véhicules électriques a été enregistrée avec 17 millions de véhicules électriques vendus dans le monde, une croissance soutenue principalement par la Chine avec 11 millions de véhicules électriques vendus sur 2024. En Chine a un véhicule neuf vendu sur deux est électrique. On constate un ralentissement en France et plus globalement dans l'Union Européenne en 2024 mais le marché global lui continue d'accélérer et d'exercer une pression sur les chaînes d'approvisionnement de batteries mais aussi les métaux critiques qui les composent.

En Europe, 20 % des ventes de véhicules étaient électriques, et l'Agence International de l'Energie estime à 55 % les ventes de véhicules électriques en Europe. Cela implique une hausse exponentielle de la demande en nickel, cobalt et lithium, avec tous les enjeux que cela soulève en matière de sécurisation des approvisionnements et de souveraineté procédée industrielle. Surtout aujourd'hui dans un contexte de de globalisation et de tarifs douaniers.

Chaque batterie est adaptée à un usage spécifique. Dans le cadre de la mobilité verte, 3 critères sont essentiels :

- La durée de vie, c'est-à-dire le nombre de cycles qu'une batterie peut avoir sur un cycle de charge et de décharge entier. En effet tout comme les smartphones, une fois que la batterie atteint sa limite de cycle, elle perd de sa capacité à stocker de l'énergie par rapport à son service initial.
- La capacité de charge et de décharge de la batterie, c'est-à-dire la vitesse à laquelle la batterie peut rendre l'énergie. Dans le cas d'une mobilité verte, c'est un point critique pour ces applications, en effet la batterie doit être capable de retourner l'énergie de manière adaptée.
- La densité énergétique exprimée en watt-heure par kilo. Plus la densité est élevée, plus on peut stocker d'énergie dans un format léger. A l'inverse, les batteries au plomb présentes dans les véhicules thermiques ont une densité faible, et donc incompatibles avec les véhicules électriques.

Aujourd'hui, les trois types de chimie de batterie les plus utilisées sont :

- LCO (Lithium, Cobalt, Oxyde) utilisée dans les appareils électroniques (smartphones, ordinateurs, tablettes, etc.) mais aussi dans les drones pour l'armement. C'est une chimie relativement chère et peu adaptée au marché de masse pour la mobilité verte.
- LFP (Lithium, Fer, Phosphate), une technologie très utilisée en Asie car il s'agit d'une batterie avec une densité et un coût faible. Elle permet d'équiper des véhicules très légers pour de la mobilité urbaine.
- NMC (Nickel, Manganèse, Cobalt), une chimie privilégiée sur les véhicules en Europe et dans l'Ouest, car elle offre un bon compromis entre la densité énergétique, son coût et sa stabilité thermique. En termes d'autonomie, pour un poids équivalent, elle est meilleure qu'une LFP.



Aujourd'hui, ce sont les batteries NMC — Nickel, Manganèse, Cobalt — qui dominent dans les applications pour véhicules électriques et la mobilité verte.

Elles offrent une densité énergétique plus élevée que les batteries LFP, ce qui permet de gagner en autonomie à poids équivalent. C'est un atout majeur pour les constructeurs qui cherchent à optimiser l'espace et le poids tout en offrant de meilleures performances.

Les batteries NMC évoluent vers des formulations riches en nickel, comme le NMC que l'on appelle 811 (80% nickel, 10% cobalt, 10% manganèse), pour plusieurs raisons stratégiques :

1. Plus de densité énergétique : Le nickel augmente fortement la capacité de la batterie donc plus d'autonomie pour un même poids.
2. Réduction du coût par kWh : Le nickel coûte moins cher que le cobalt.

En augmentant la part de nickel, on réduit la dépendance au cobalt dont l'approvisionnement est plus complexe en RDC.

Le coût de production d'une batterie représente 30 et 50 % du prix du véhicule électrique. La cathode représente 50 % du prix de la batterie. L'essentiel du coût de production d'un véhicule électrique réside en la production de la cathode. Le nickel apporte la densité énergétique, le manganèse permet de garder un prix bas et le cobalt assure la stabilité thermique de la batterie.

Sur les batteries lithium-ion, lors d'un cycle de charge les ions migrent sur la cathode et à l'inverse, sur un cycle de décharge, les ions migrent sur l'anode. Aujourd'hui les cathodes et les anodes d'une batterie baignent dans une solution électrolyte liquide mais les recherches tendent à remplacer ce liquide par du solide composé de céramique ou de polymère. C'est ce qu'on appelle les batteries à électrolyte solide, ou Solid-State Batteries. Ce changement permettrait d'utiliser une anode de liquide métal à la place du graphite. Le coût de production est plus cher mais cela permet d'augmenter de manière significative la densité énergétique (autonomie équivalente par rapport aux véhicules thermiques : 800 à 1000 km d'autonomie). Ce procédé verra le jour dans quelques décennies mais il sera compatible avec les procédés industriels existants pour les cathodes NMC.

Le recyclage en boucle fermée est un autre avantage des batteries NMC. L'idée étant de récupérer à partir des batteries usagées appareils électronique ou VE en fin de vie des sulfates de nickel (NiSO_4) et de cobalt (CoSO_4) directement réutilisables dans les procédés industriels.

Ce type de recyclage est rentable pour les batteries NMC, car elles contiennent des métaux à forte valeur.

À l'inverse, les batteries LFP, sans cobalt ni nickel ont une forte concentration en Lithium et sont donc pas intéressantes à recycler économiquement. À terme, l'enjeu sera d'intégrer le recyclage et de ce qu'on appelle sa « mine urbaine » (les VE et appareils électroniques en circulation) dans la chaîne, pour bâtir une véritable économie circulaire européenne.

Vincent Smith, directeur technique, EMME

Le MHP étant composé de 40 % de nickel, 4 à 7 % de cobalt et 5 % de manganèse. C'est la chimie la plus adaptée pour le NMC. Il existe une forte demande en France et en Europe, et les capacités seront absorbées par l'industrie dans les années à venir. Le projet EMME est

compatible avec la technologie NMC et pourra répondre aux besoins futurs de l'industrie de l'automobile.

Temps d'échanges

Question d'un garant de la CNDP : « J'aimerais bien qu'on revienne sur votre deuxième slide avec les évaluations à 2030, 2035 etc. Ça permet de placer la production potentielle de EMME. En France, pour la mobilité française, les voitures viendront d'où elles viendront, ce n'est pas obligatoirement la production française mais ça permet quand même d'avoir une idée. Si on se place en 2035, on est sur le nickel, ce qu'on voit c'est que le besoin que vous estimez est pratiquement à 80 000 tonnes, là où la production de EMME est envisagée à 20 000 tonnes, c'est bien ça ? Et ici je trouve que c'est intéressant aussi, on est à 9 000 tonnes de besoin de cobalt et là on voit qu'il y a une part plus importante, malgré tout, qui est prise en charge par la technologie proposée par EMME. Sur le manganèse je n'ai plus en tête le tonnage de sulfate de manganèse qui devrait sortir ... »

Réponse de EMME : A peu près la même quantité que le cobalt, mais en tant que coproduit et non pas en minerai raffiné.

Suite de la question du garant : « Cela permet, je trouve, de situer la production potentielle de EMME par rapport à ce dont on aura besoin au niveau français en sachant que ça viendra d'où ça viendra.

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Ensuite on peut voir aussi comment ces besoins évoluent. Donc là c'est un exemple de chiffre mais derrière il y a un modèle qui calcule ses besoins en matière et on peut voir aussi comment en faisant varier certaines hypothèses par exemple sur les technologies de batterie utilisées, ça peut faire varier ces chiffres. Donc entre la chimie NMC et la chimie LFP forcément ça fait varier les quantités de nickel et de cobalt.

Complément de réponse de EMME : On a eu au début de la concertation quelques questions sur le fait d'exprimer notre production en tonnes de nickel ou en tonnes de sulfate de nickel. Vous voyez que la chaîne de valeur parle en tonnes de nickel. Et comme le montrent les deux intervenants précédents, parler en tonnes de nickel et en tonnes de cobalt est beaucoup plus pertinent si on veut faire des comparaisons sur la chaîne de valeur aval. Ceci étant, en termes de production on produit bien des sulfates de nickel et sulfate de cobalt.

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Exactement donc là ce sont bien des tonnes de nickel et si on revient au graphique précédent on peut même parler directement en gigawattheure de batterie qu'on va pouvoir produire avec ces matériaux et c'est une capacité de stockage d'énergie. Une tonne de nickel, ça va permettre de fabriquer tant de batteries et donc tant de gigawattheure.

Question d'une participante dans la salle : « Est-ce qu'on peut revenir justement à la diapo d'après ? Je voudrais être sûre de bien comprendre. On est sur les besoins en matériaux des véhicules électriques comparé avec l'offre mondiale en matériaux. Le lithium dont on a besoin en France pour les véhicules électriques, ça représenterait 5,3% de l'offre raffinée mondiale de lithium. C'est ça qu'il faut comprendre ? »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : C'est ça, à son maximum, en 2035.

Suite de la question : « Ma question est la suivante, ces matériaux-là ne servent pas que pour les véhicules électriques. Donc la question c'est : quels sont les autres besoins identifiés en France de ces métaux ? Pour voir ce que ça représente par rapport à l'offre raffinée mondiale, sachant que la France représente combien de la population mondiale : très peu. Parce que vous avez abordé effectivement le sujet d'un point de vue très économique. Moi je vous propose la question aussi de l'accès. Globalement finalement on est plein d'humain sur la planète. On a le droit d'accès à ces matériaux aussi dans plein de pays donc effectivement ça renvoie à la question du recyclage mais c'est quand même une question parce que le recyclage ça ne sera pas forcément demain.

J'avais une autre question aussi, c'est que justement sur toutes les comparaisons que vous avez faites après sur les différentes technologies, est-ce que vous avez justement cette comparaison en matière d'analyse de cycle de vie, qui intègre des questions environnementales. Je vois que par exemple, vous [EMME] dites clairement que les besoins pour l'Union européenne ce n'est pas comme en Indonésie parce qu'on a besoin de beaucoup d'autonomie. On sait très bien que dans les prospectives par rapport aux enjeux climatiques, on est sur une obligation de sobriété, ce qui est très souvent mis en avant. Donc la question est la suivante, parce que je sais qu'elle est en débat souvent c'est : est-ce que le véhicule électrique est adapté pour parcourir des distances longues ? Est-ce que ça ne serait pas quelque chose qui serait plus intelligent pour des distances courtes et de recourir éventuellement à d'autres énergies ? Alors il y a eu des choix politique qui ont été faits d'aller un peu vers le tout électrique, mais on voit bien quand même qu'il y a plein de sujets derrière. Et notamment de disponibilité de la ressource. Sans compter éventuellement les effets environnementaux. Donc j'aurais aimé avoir votre éclairage sur ces sujets. »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Sur la question en fait de la concurrence d'usage. Le lithium effectivement est utilisé aussi dans les céramiques, mais c'est quand même principalement utilisé dans les batteries. En revanche le nickel par exemple est utilisé aussi beaucoup comme alliage dans les métaux. Sur le graphique lorsqu'il est indiqué « offre raffinée », il s'agit de matériau raffiné sous sa forme pour les batteries donc il n'y a pas de concurrence d'usage parce que dans les autres usages il va être sous une autre forme donc ça va être une autre filière de raffinage. Donc par exemple si l'offre raffinée mondiale va être de 400 kilotonnes, pour les batteries seulement il va y avoir encore 200 autres kilotonnes pour les céramiques qui seront d'une forme différente. Ce sont des chiffres au hasard pour l'exemple. Cependant quand on parle d'offre minière mondiale, là c'est un minerai qui va donc devoir remplir aussi les usages autres que les batteries et donc effectivement il faut considérer que ça s'ajoute dans ses besoins. Souvent les autres usages vont être des usages dont la demande est plus stable. On ne va pas voir cette forte croissance du besoin pour les batteries. La part des besoins en batterie va augmenter dans les usages de ces matériaux, mais on va toujours avoir besoin de nickel dans les alliages métalliques, de cobalt dans les alliages pour l'aéronautique et la défense et de lithium pour les céramiques.

Sur l'aspect environnemental je n'ai pas en tête exactement les comparaisons en ACV (analyse de cycle de vie). Je sais dire qu'un véhicule électrique par rapport à un véhicule thermique, en

analyse de cycle de vie, va être moins impactant sur l'environnement. En particulier en France où l'électricité est très décarbonée. Ça va être très vite intéressant de remplacer un véhicule thermique par un véhicule électrique. En fait, un véhicule électrique va avoir un impact à la fabrication mais ensuite à l'usage il va avoir très peu d'impact. Alors qu'un véhicule thermique va consommer et donc émettre du carbone tout au long de sa durée de vie. Et cependant je ne saurais pas dire entre le LFP et le NMC, donc entre les différentes technologies de batterie quelle est la différence d'analyse de cycle de vie. Je n'ai pas en tête les chiffres.

Complément de réponse de l'ICMCB : L'ADEME a fait pas mal d'études en analyse cycle de vie sur la comparaison entre les voitures électriques et les voitures à moteur thermique. Et en fait ça dépend beaucoup du modèle de voiture. Si vous prenez une petite citadine c'est 15 ou 20 000 km pour avoir la neutralité carbone. La batterie électrique est plus polluante à la production mais en France le mix énergétique décarbonaté à l'usage le véhicule électrique sera très intéressant.

Relance de la participante : « Là c'est le carbone. L'analyse en cycle de vie c'est multi critère. »

Complément de réponse de l'ICMCB : Lorsqu'on parle en analyse cycle de vie on raisonne en équivalence émission de carbone pour donner une unité de grandeur. Après oui, il y a d'autres impacts en termes de consommation. En revanche si vous prenez un SUV, là c'est de l'ordre de 50 000 à 60 000 km pour arriver à la neutralité. Si vous allez sur le site de l'ADEME vous aurez toutes les réponses.

Question d'un participant en ligne : « Si on augmente le nombre de véhicules électriques sur le marché, est-ce que ça va diminuer le nombre de véhicules thermiques ? Sinon cela n'a aucun intérêt pour la décarbonation. »

Réponse Voltaire Minerals : Sur la partie marché automobile, on est dans une tendance où les marchés ne grandissent pas. Donc depuis 2019 que ce soit en Europe ou aux États-Unis on a un marché qui décroît. Les chiffres en valeur absolue prouvent que le marché électrique continue d'augmenter et aussi en part de marché, mais on a un parc auto qui a tendance à baisser ou à stagner. Donc toutes les additions qu'on aura en forme électrique vont venir réduire la partie thermique. Et c'est pour ça qu'on a en Chine les 50% d'électrique, c'est parce qu'on a un recul important des véhicules thermiques surtout.

Question d'un participant en ligne : « Est-ce que l'hydrogène rentre en concurrence avec ses projections sur le marché de l'électrique ? »

Réponse Voltaire Minerals : Ça reste aujourd'hui quelque chose de plutôt très peu significatif en termes de part de marché. Il y a eu beaucoup de travaux qui ont été faits entre 2010 et 2020 avec des Japonais mais ça déplace le problème parce que finalement les véhicules à hydrogène doivent avoir une petite batterie lithium et nécessitent toute une infrastructure de stockage de l'hydrogène qui est aussi très coûteuse. Ça reste quand même quelque chose qui est intéressant pour les bus et les poids lourds où l'utilisation des batteries au lithium est très limitée du fait de leur poids.

Complément de réponse du CEA LITEN / OFREMI : Sur l'hydrogène c'est aussi intéressant en termes de vitesse de recharge donc c'est intéressant par exemple pour les bus qui doivent circuler tout le temps ou pour les camions qui circulent longtemps et qui n'ont pas le temps de recharger une batterie et pour lesquelles la batterie serait très lourde. En revanche, pour

le véhicule particulier c'est probablement un marché de niche qui ne dépassera pas ce stade-là.

Question d'un participant en ligne : « Est-ce que les modèles présentés prennent en compte la réduction des déplacements pour atteindre un monde encore vivable ? »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Sur la prise en compte des réductions de déplacement. Ce n'est pas vraiment un modèle qui prend en compte la façon dont les gens se déplacent. Ça part de chiffres de vente de véhicules. Cependant on a pris en compte des hypothèses de sobriété, donc des véhicules dont la taille se réduit petit à petit, un allongement de la durée de vie, c'est-à-dire que en 2050 dans ce modèle un véhicule et une batterie vivent 20 ans alors qu'au début des calculs, ils vivent plutôt 15 ans. Ça participe aussi à réduire les ventes.

Relance d'une participante dans la salle : « Vous avez bien dit que le modèle tient compte d'une sobriété, vous avez dit « batteries plus performantes » ...

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Des batteries plus petites.

Complément de question de la participante Est-ce que ça veut dire que les véhicules sont plus petits aussi ?

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : En fait l'idée c'est qu'entre 2024 et 2050 on suppose qu'il y aura de moins en moins de SUV et de plus en plus de véhicules type citadine. Après on a fait différents scénarios où ces changements sont plus ou moins forts, mais le scénario qui est présenté là a déjà une diminution du nombre de SUV. On a estimé que c'était une tendance réaliste pour le futur.

Complément de réponse de Voltaire Minerals : Aujourd'hui, ça reste encore difficile de connaître la fin de vie d'un véhicule électrique. On a l'exemple de taxis au Royaume-Uni qui étaient les premières mises en circulation de véhicules électriques et ce sont des véhicules dont la batterie d'origine a fait plus de 600 000 ou 700 000 km. Il a été constaté une diminution de la capacité de 30%. Il y avait juste une autonomie de 70% par rapport à sa mise en service initiale. Ce sont des nouvelles technologies, c'est dur d'établir une fin de vie pour ces véhicules aujourd'hui.

Séquence 3 – Le recyclage

Alice MARIE – CEA LITEN / OFREMI

Les différentes étapes du recyclage

Le procédé débute par la collecte de la batterie. Lors de la récupération des véhicules en fin de vie, il faut en récupérer la batterie en évitant qu'elle soit exportée. Elles sont ensuite démantelées puis déchargées. C'est une étape très importante pour la mise en sécurité car les batteries de véhicules stockent beaucoup d'énergie.

L'étape suivante est le pré-traitement c'est-à-dire la concentration de la matière. Cela consiste généralement à broyer cette batterie puis trier les différents éléments. Il y a plusieurs processus possibles pour cette étape. L'enjeu ici c'est d'obtenir une blackmass, c'est à dire une poudre noire qui est concentrée en matériaux critiques. Cette black mass doit être la plus pure

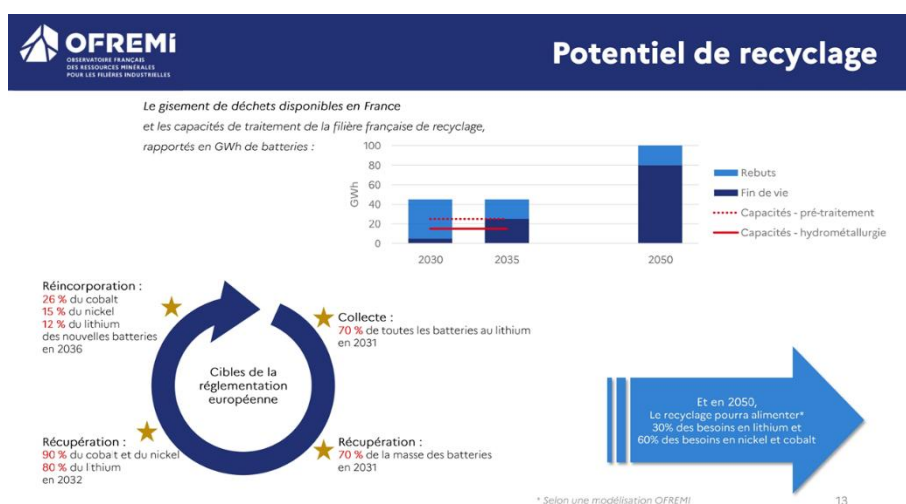
possible. Les autres éléments éliminés seront aussi valorisés (le cuivre, les plastiques, les ferreux, etc.). En sortie du pré-traitement l'objectif est d'éviter à nouveau l'exportation de cette blackmass et donc que les matières critiques restent en France ou en Europe.

L'étape suivante, c'est l'hydro métallurgie, c'est-à-dire des procédés chimiques où cette black masse va être mise en solution. La poudre va être mise dans un liquide qui va la dissoudre. Cela se fait généralement avec un acide. Ce liquide sera séparé chimiquement pour en dissocier les différents éléments : le lithium, le cobalt, le nickel ou le manganèse. Le produit est retransformé en poudre de haute pureté avec les éléments bien séparés.

Une fois cette matière obtenue il est possible d'introduire ces éléments purifiés dans le process de fabrication des batteries.

Les ordres de grandeurs sur le recyclage en France

Une première source de batteries à recycler provient des gigafactories qui s'installent en France et qui vont fabriquer des batteries, elles vont avoir des pertes lors de la fabrication et ces pertes peuvent entrer dans la boucle de recyclage. A cela s'ajoutent les batteries des véhicules électriques en fin de vie. Lorsqu'ils seront envoyés à la casse, leurs batteries seront recyclées.



Sur ce graphique, en bleu sont indiquées les quantités de batteries qui vont arriver et qui vont être disponibles au recyclage en 2030, 2035 puis 2050 et en rouge ce sont les capacités de traitement de ces batteries à recycler. Ce sont les capacités annoncées par les recycleurs qui, pour le moment, ont prévu de s'installer en France. Il y aura sûrement d'autres projets qui vont compléter ses capacités.

Une réglementation européenne est en train de se mettre en place et a déjà été votée. Elle va imposer aux États et aux industriels des taux de recyclage. Sur la collecte, il va falloir collecter en vue de recyclage 70% de toutes les batteries au lithium. Sur la récupération, il va falloir recycler 70% de la masse des batteries. Et récupérer 90% du cobalt et du nickel et 80% du lithium contenu dans les batteries. Et enfin ces matériaux, une fois récupérés, il faudra les réincorporer, c'est à dire les réutiliser dans les nouvelles batteries. Les nouvelles batteries devront donc, en 2036, inclure 26% de cobalt recyclé, 15% de nickel recyclé et 12% de lithium recyclé.

La même modélisation de l'OFREMI estime qu'en 2050 ce recyclage pourra alimenter 30% des besoins en lithium et 60% des besoins en nickel et en cobalt. C'est significatif pour avoir de la



matière dont on contrôle l'approvisionnement. Il sera possible de s'approvisionner en lithium et en nickel et en cobalt grâce à ce recyclage en grande partie.

Jean-Paul Garnier – SYENSQO

Perspectives sur le recyclage des batteries

Syensqo est une société qui a été créée à la fin de 2023 et qui est issue de la scission de Solvay. C'est donc une entreprise toute nouvelle mais qui a une expérience et une histoire de plus de 150 ans. Solvay a absorbé Rhodia puis Cytec. C'est une société qui veut se développer sur des axes de développement durable, notamment par un large investissement dans l'électromobilité avec des recherches sur les batteries solides notamment dont on a parlé précédemment. Syensqo a un pilote à La Rochelle et investit aussi énormément sur les séparateurs pour les batteries. L'entreprise est un des leaders mondiaux de cette technologie et a beaucoup de centres de recherche dont un à Pessac. C'est donc un acteur européen et français avec une perspective mondiale.

Sur le recyclage une question première est qu'il faut de la matière à recycler. Aujourd'hui en Europe il y a à peu près 50 000 tonnes de batterie en fin de vie à recycler. Comme évoqué précédemment il y a une proportion plus importante de batteries qui viennent des rebuts de fabrication des gigafactory parce que le gisement des batteries en fin de vie est encore à l'état embryonnaire. Elles ont une durée de vie qui est assez longue. Le marché a débuté il y a moins d'une dizaine d'années et donc aujourd'hui il y a très peu de batterie en fin de vie à recycler.

L'essor du marché doit contribuer à alimenter ce marché. Ces volumes vont augmenter tout comme le nombre de gigafactories en Europe. A terme il y aura plus de rebuts et plus de véhicules en fin de vie. Les calculs faits par Syensqo montrent une multiplication de ce nombre par 14 dans les 10 prochaines années. Si aujourd'hui avec 50 000 tonnes, il y a de quoi alimenter à l'échelle européenne une seule usine, il sera possible d'en alimenter 14 à l'échelle 2035. C'est indispensable parce que si on a une seule usine en Europe, il faut faire venir les batteries usagées de toute l'Europe vers cette usine-là. Cela n'a pas grand sens d'un point de vue environnemental et ça serait très cher d'un point de vue logistique, d'autant plus que les batteries usagées sont considérées comme des déchets, or la Convention de Bâle interdit le transfert transfrontalier de déchets. Il est donc important de localiser les usines de recyclage au plus près des marchés et de multiplier ces usines qui vont être alimentées à terme avec les volumes conséquents et d'en avoir un petit peu partout en Europe pour répondre au marché local et réduire l'empreinte carbone du transport de ces déchets.

L'autre aspect est le débouché des produits du recyclage. Ces derniers vont avoir besoin de clients. Il faut donc localiser ces usines à proximité des utilisateurs finaux qui vont être les producteurs de précurseurs de cathodes.

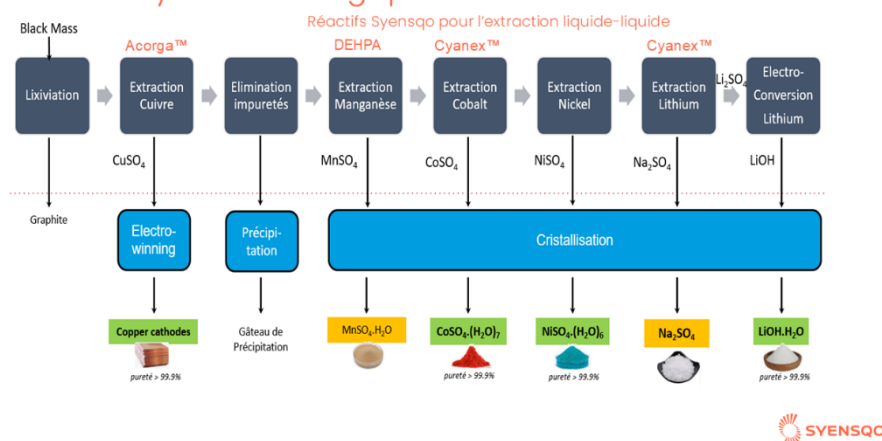
Il faut faire la différence entre le recyclage et le réemploi. À la fin de la vie des batteries on peut encore les employer pour en faire du stockage fixe qui permet d'absorber les pics de production d'énergie renouvelables. Il y a une première étape de recyclage qui est le réemploi, avant de faire du recyclage qui va procéder au démantèlement et à la séparation de tous les éléments contenus dans les batteries.

La première l'étape du recyclage c'est donc de collecter toutes les batteries en fin de vie. C'est déjà un processus en lui-même, une activité à part entière. C'est quelque chose qui n'existe pas aujourd'hui donc elle devra être mise en place. L'étape suivante consiste à faire une

séparation physique donc mécanique de la batterie par un démontage pour récupérer tous les éléments massifs. Il s'agit essentiellement de l'acier. Après le broyage il est encore possible de faire des séparations aérauliques pour pouvoir récupérer les plastiques, les papiers, les différents éléments métalliques, l'aluminium (qui sert de collecteur comme le cuivre) Ainsi est alors obtenu cette black mass qui va pouvoir être traitée par des procédés d'hydrométallurgie qui fait donc intervenir la chimie.

Si Syensqo est intéressé par ce marché, c'est parce que l'entreprise produit l'essentiel des réactifs qui permettent de séparer les différents métaux, que ce soit le cuivre, le manganèse, le cobalt, le nickel ou le lithium. Syensqo a pour chacun de ces métaux des réactifs particuliers. Ce sont des procédés complexes puisque pour chacun de ces métaux il doit y avoir finalement une petite unité déléguée pour obtenir les grades de pureté nécessaires au réemploi dans le marché des batteries. Historiquement le recyclage des batteries était assez facile. Il suffisait de prendre la batterie et de la jeter dans un haut fourneau et ça permettait de faire une proportion de nickel de cobalt dans ce qui allait devenir un acier inox. C'était très simple et le reste était négligé et disparaissait dans les fumées même si elles étaient traitées. Aujourd'hui l'objectif est de récupérer et recycler les batteries pour pouvoir récupérer ces éléments dans la chaîne de valeur des batteries et en faire une économie circulaire et pas simplement se débarrasser d'un déchet.

Procédé Hydrométallurgique



Cette diapositive montre tous les sulfates évoqués précédemment et ce sont ces sels qui sont réemployés dans la fabrication des précurseurs de cathode et des cathodes pour les batteries NMC.

Comme vu précédemment il y a très peu de mines en France et en Europe. Il va donc être possible d'alimenter cette chaîne de valeur à partir du recyclage en fournissant un certain pourcentage des métaux nécessaires. Pour cela il faut donc avoir toutes les autres étapes mises en œuvre, dont la collecte. Aujourd'hui il n'y a pas de dispositif de collecte de ces batteries et cela doit se faire au niveau européen. Il va y avoir des contraintes logistiques, il ne sera pas possible d'avoir plus de 28 usines dans tous les pays européens. Il faudra mettre en commun ces ressources. Il faut pouvoir répondre à tous les objectifs de l'Europe en termes de procédés, d'efficacité des procédés et de pureté. Pour pouvoir réemployer les produits obtenus, il faut obtenir la pureté du grade batterie. Ce sont des contraintes qui sont importantes. Il faut s'installer dans des pays avec des installations en place puisqu'on manipule des produits dangereux de façon responsable.

En remontant dans tout en haut de la chaîne il faut avoir les clients pour ces produits recyclés, c'est-à-dire les producteurs de PCAM et de CAM (Précurseurs de cathode et cathodes). Et ces industries-là n'existent pas encore non plus en Europe. Tous ces produits-là sont importés aujourd'hui. Il est donc question de recyclage et de raffinage mais il y a aussi tous les autres éléments de la chaîne de valeur des batteries qui doivent être mis en place. Donc c'est un marché conséquent. C'est une industrie qui va absorber des emplois qui va en générer d'autres donc c'est quelque chose de très bénéfique au niveau européen. Mais aujourd'hui tout reste à faire.

En conclusion, les grands défis sont que tout reste à faire. D'une part, il y a des contraintes énormes d'un point de vue logistique que ce soit pour les batteries recyclées comme pour les produits qui sont issus de ce recyclage. Il y a un élément de coût qui est très important. Une unité qui traitera à peu près 50 000 tonnes de batterie, vaut selon les estimations de Syensqo environ 500 millions d'euros. C'est un investissement considérable. S'il en faut 14, d'ici 2030, ce ne sont pas des montants qui sont à la portée de tous. Il y a aussi tout un ensemble de contraintes réglementaires auxquelles il faut répondre. Au-delà des réglementations on va dire contraignantes et aussi des objectifs de l'Europe en termes de volume de recyclage, de qualité des produits à recycler. Pour cela il faudra donc des procédés de plus en plus performants pour pouvoir obtenir à la fois les degrés de recyclage en volume et les qualités.

Aujourd'hui tous les procédés dont il est question vont générer du sulfate de sodium. Une fois ces capacités de production multipliées par 14, le marché du sulfate de sodium sera saturé et il ne pourra plus être recyclé ni dans la verrerie ni dans quoi que ce soit. Un nouvel axe de progrès pour ce marché-là, est de savoir comment substituer le sulfate de sodium en modifiant les procédés pour fabriquer autre chose. Il est possible d'utiliser d'autres acides, d'autres bases pour avoir d'autres sels in fine ou alors de trouver d'autres usages et pouvoir recycler lui-même les produits du recyclage que représente le sulfate de sodium qui aujourd'hui sera un petit peu « l'éléphant dans la pièce » quand on va parler du recyclage.

Vincent SMITH – EMME

Les arguments en faveur du recyclage sont clairs : c'est déjà dans les réglementations et l'industrie va suivre. Évidemment, il y a des défis. Il est question d'un processus qui est complexe et qui va débiter à petite échelle. D'ici à 2035 le volume disponible augmentera.

La conclusion à retenir c'est que le projet EMME a pour ambition, et cela est visible dans sa conception, d'être flexible dans ses approvisionnements. Le projet vise à maximiser sa capacité de traiter des intrants qui sont non primaires, c'est-à-dire qui ne proviennent pas de mines. Une des sources les plus évidentes serait d'utiliser le cobalt et le nickel issus de batteries recyclées. Ces produits intermédiaires qui sont à peu près la moitié du cycle hydrométallurgique seront des intrants idéaux pour l'usine EMME.

Temps d'échanges

Question d'un participant en ligne : « Quels seront les risques industriels liés au traitement de la black mass, quelle que soit l'étape dans son traitement ? Est-ce que cela a notamment un impact sur l'environnement ? »

Réponse de Syensqo : Oui, comme tout procédé chimique il y a des risques industriels. On utilise des acides concentrés, des bases concentrées. Les sels de cobalt et de nickel sont toxiques, les sels de lithium le seront bientôt. Donc il y a des risques mais l'industrie chimique montre qu'on peut relever ses risques, qu'on sait les traiter. Donc pour l'environnement il n'y a pas vraiment de risque particulier qui serait différent de ceux que l'on a aujourd'hui dans la plupart des usines SEVESO en France et en Europe. Ces risques sont maîtrisés. Ces risques sont connus. Ces risques sont analysés par les administrations dans les processus d'autorisation. Et donc l'industrie chimique est aujourd'hui une des industries les plus sûres de l'ensemble des industries de la planète parce que justement on sait que l'on manipule des produits dangereux, des procédés qui sont dangereux et on prend toutes les précautions qui sont nécessaires.

Question d'un participant en ligne : « Si on crée une filière de black mass au sein du projet, est-ce que cela nécessiterait une extension du site ? »

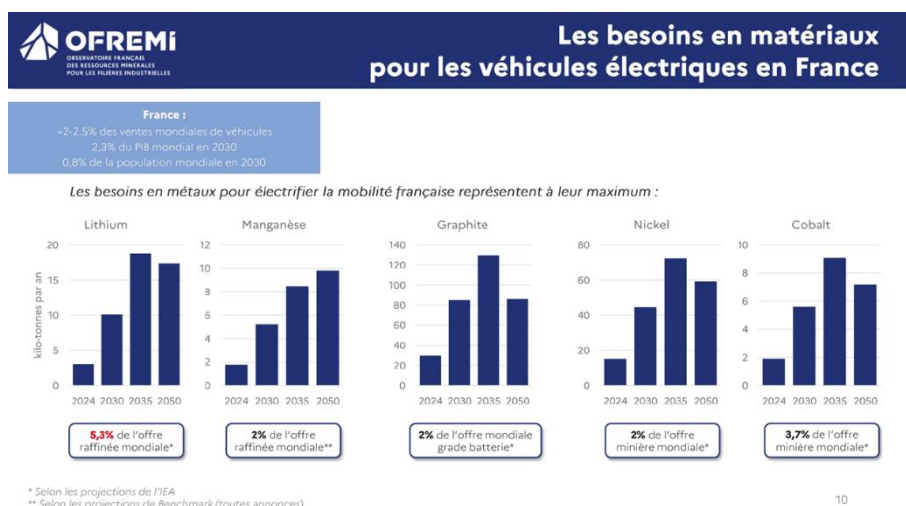
Réponse de EMME : Il n'est pas possible physiquement d'étendre le site dont on parle aujourd'hui dans cette concertation et dans ce projet. S'il y a des opportunités de nouveaux développements, cela l'objet d'autres projets, d'autres concertations, d'autres demandes d'autorisation, d'autres vérifications par la DREAL, etc.

Je voudrais préciser que le projet EMME tel qu'il est décrit actuellement ne traitera pas directement de la black mass mais un produit intermédiaire, concentré métallique issu du recyclage.

Question d'un participant en salle : « Question habituelle, est ce qu'on aura le diaporama ? »

Réponse de l'animatrice : Oui vous aurez le diaporama sur le site internet de la concertation comme tous les diaporamas qui sont utilisés dans des rencontres de concertation sur le projet.

Question d'une participante dans la salle : « Merci je voulais être sûr parce... Toujours la même diapo qu'on a vu tout à l'heure dans la séquence précédente sur les parts d'évolution des besoins dans les différents matériaux. Je voulais savoir ce qui a été dit c'est que quand on voit que ça diminue après c'est la part de recyclage ? C'est ça ? Par rapport aux besoins et on intègre la part de recyclage en 2050 ? »



Réponse de Syensqo : Il y a une évolution des technologies de batterie. Donc on utilise différentes technologies de batterie qui vont employer moins de métaux et les technologies existantes vont être en partie alimentées par le recyclage.

Complément de question de la participante dans la salle : « Mais ma question c'était que je trouvais qu'il n'y avait pas de correspondance avec les pourcentages qui ont été donnés pour le recyclage en 2050. »

Réponse du CEA LITEN / OFREMI : Tout à fait. En fait, là ce sont les besoins en métaux pour électrifier la mobilité française peu importe si ce sont des métaux qui proviennent des mines ou du recyclage. Donc on ne voit pas sur ce graphique l'effet du recyclage, effectivement. La baisse entre 2035 et 2050 du besoin en nickel et en cobalt et en graphite est lié à des évolutions technologiques et à de la sobriété. Les évolutions technologiques ça va être par exemple d'utiliser des technologies NMC qui consomment moins de cobalt ou alors d'utiliser d'autres technologies que la NMC, par exemple la LFP ou d'autres nouvelles technologies innovantes. Ça ce sont les compositions chimiques des batteries, ce sont les évolutions technologiques. Le graphite, pareil, ce sont des évolutions technologiques pour mettre moins de graphite dans les batteries. Et il y a la sobriété, donc allonger la durée de vie ou utiliser des batteries plus petites. Tout ça va créer cette diminution des besoins entre 2035 et 2050 pour les matériaux qui sont sur la droite du graphique. En revanche on voit que pour le lithium et le manganèse on n'a pas de baisse ou très peu de baisse après 2035. C'est lié au fait que ces matériaux sont peu substituables. Dans les technologies, les technologies lithium ion, on utilise du lithium. Ce sont les besoins mais on pourrait, et on l'a fait, on peut distinguer ce qui est approvisionné par de la matière primaire des mines et qu'est-ce qui peut être approvisionné par de la matière secondaire du recyclage. Et là on verrait sur le graphique que la barre du lithium est découpée avec 30% pour le recyclage et 70% qui vient de la mine. Mais c'est encore une diminution supplémentaire.

Intervention d'une participante : « Je voudrais dire que quand on a toutes ces explications, par des scientifiques... parce que c'est scientifique toute la démonstration que l'on a eu ce soir, c'est important. Donc le CNRS, le CEA, le BRGM etc. Je trouve que ça me renforce dans votre notion de sécurité face à cette usine. On pouvait peut-être avoir des questionnements par rapport à ça. Mais je trouve qu'avec une démonstration de ce haut niveau scientifique, je trouve que c'est extrêmement rassurant. Et en plus, cette usine, ce qui est quand même très important c'est qu'elle va créer des emplois. Parce que c'est quand même le deuxième volet où malheureusement... j'ai assisté à toutes les interventions et franchement c'est mis sous la table. Ce n'est pas normal. 200 emplois directs, 300 emplois induits. 1000 emplois pour la construction. 30% d'augmentation du trafic du port de Bordeaux par rapport à maintenant c'est quand même quelque chose. Il faut arrêter d'avoir des arguments... moi je veux bien qu'on parle de la promenade des petits poissons, de ce qu'ils mangent, la promenade des petits oiseaux dans les mares etc. Enfin il y a quand même d'autres enjeux et d'un autre niveau. En plus par rapport à l'indépendance nationale. Parce que c'est quand même la position du Parti communiste français. »

Complément de réponse de EMME : Concernant l'échange précédent sur le besoin en nickel à 2050 et sur la prise en compte du recyclage ou non, les 20 000 tonnes de nickel produit par le projet EMME le seront avec de la matière première qui pourra être recyclée ou pas. Donc



cela ne change rien au pourcentage que Monsieur Thornary mentionnait au début de cette conférence, les 20 000 tonnes sont bien à mettre en regard du volume total indiqué sur le graphique, que ce soit avec du recyclage ou pas.

Conclusion

Equipe projet - EMME

Je voudrais remercier chacun d'entre vous, chacun des intervenants. Le sujet et l'objectif de cette conférence débat était de parler du projet mais aussi parler de façon approfondie, sérieuse, rigoureuse, scientifique de la filière, des matériaux et du recyclage. Vous avez contribué, et je vous en remercie, à faire de cette conférence un moment intéressant et instructif pour chacun d'entre nous. Donc merci à tous les intervenants.

Garants - CNDP

Je rajoute un mot mais qui sera le même. C'est pour remercier, les intervenants et intervenantes d'abord pour tout ce que vous nous avez apporté. Moi j'ai appris beaucoup de choses au-delà de ce que j'avais appris sur cette chimie particulière dans le projet avec l'entreprise. Là j'ai appris encore autre chose et j'ai trouvé ça extrêmement intéressant. Ça permet quand même de situer le projet dans son environnement, dans la filière des batteries.

Ce sont des éléments qui sont, me semble-t-il, importants pour que chacun ou chacune se fasse un avis sur le projet qui lui est présenté. Et je remercie aussi ceux qui étaient en visio. Je ne sais pas s'ils étaient nombreux ou pas nombreux, vous me direz mais vu qu'il y a des questions qui en sont sorties je pense que c'est toujours intéressant. Et puis dans tous les cas on remettra tout ça sur le site de manière à ce que ceux ou celles qui n'ont pas pu participer à la conférence puissent bénéficier de toutes les informations qui ont été échangées ce soir. Merci à tous et à toutes.

Annexe

Contributions et questions n'ayant pas pu être traitées lors de la conférence

« Votre modèle économique ne tient plus la route. La batterie Li-Ion NMC n'a plus d'avenir car elle est trop chère et car son seul avantage, à savoir l'autonomie, n'est plus le facteur prédominant des véhicules électriques. Les constructeurs chinois BYD et autres l'ont bien compris en développant des batteries Li-Ion LFP beaucoup moins chères. Vu le coût des matières premières des batteries Li-Ion sur base NMC, il est désormais évident que l'avenir est à la batterie Li-Ion sur base LFP. Ce n'est pas un hasard si Northvolt a fait faillite et si Verkor et ACC sont en mauvaise posture, tous ont misé sur la technologie NMC. En Espagne, CATL va investir 4G€ pour monter une usine de fabrication de batteries Li-Ion LFP à Saragosse. Renault va faire fabriquer sa future Twingo à Novo Mesto en Slovénie avec un bloc moteur électrique – convertisseur – batterie LFP directement importé de Chine. Tous les constructeurs européens réfléchissent à mettre en tout ou partie leurs batteries en technologie LFP. Il faut se faire une raison, dans 10 ans toutes les batteries seront, soient fabriquées en Chine, soient en Europe mais par des constructeurs chinois. Dans moins de 10 ans, votre projet coulera... »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : Les batteries NMC ont comme avantages la possibilité de développement d'une industrie européenne, ce qui serait plus difficile à rendre compétitif sur la chimie LFP. Les constructeurs chinois diversifient leur production avec également du LFP mais continuent à produire du NMC. Les LFP est moins cher mais pas beaucoup moins cher que le NMC. Les annonces citées précédemment montrent plutôt une diversification. Les constructeurs continuent néanmoins de s'intéresser au NMC, en particulier pour sa bonne recyclabilité (car économiquement viable).

« Autre remarque : Il serait plus logique de faire votre projet proche des centres d'extraction, en Indonésie pour le nickel, ou en RD Congo pour le cobalt. Le besoin d'une puissance en électricité de 30MW, au final pas très élevée et avec l'aberration de la brancher à une ligne 63kV, ne justifie pas sa localisation en France. »

« On parle de souveraineté mais l'usine de Prony ressources au sud de la nouvelle Calédonie est à vendre.... visité par Abu Dhabi pour achat. En France, l'usine de raffinage de Sandouville non rentable a été vendue à un consortium d'Afrique du Sud ? en quoi est-ce donc stratégique ?

Le porteur de projet annonce qu'il va se fournir en Indonésie. Il n'y a aucune souveraineté industrielle dans cette idée. Il y a un an le porteur de projet vendait le même projet pour 'aider' la nouvelle Calédonie ... et pour rester sur la souveraineté française. Ça change en fonction des besoins et surtout du sens du vent ...

Vous dites que vous voulez améliorer le bilan carbone mais vous faites exactement le contraire en raffinant à des dizaines de milliers de kilomètres de la nouvelle Calédonie, de l'Indonésie, du Canada ... et à un endroit où il n'y a pas de fabrication de batterie. Quel sens cela a-t-il ? l'aquitaine n'est pas le bon endroit pour planter et décarboner »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : Cela fait gagner une étape, même si la France ne peut pas créer du nickel dans son sous-sol. Et cette étape de raffinage sera cruciale pour boucler la boucle du recyclage. Il y a plusieurs gigafactories qui s'installent en France et en Europe et qui auront besoin de matière première. L'implantation en Europe permet également d'assurer des standards environnementaux.

« Le Critère zone non inondable a-t-il été pris en compte ? est-ce que le critère économique ne prend pas plus le dessus ? »

Réponse EMME : Le critère inondation a été pris en compte. La taille, le profil, la hauteur du remblai du site de l'usine ont été définis après itérations pour sécuriser l'usine dans différents scénarios

d'inondation sans générer d'impact sur les alentours. Le profil de l'usine, les scénarios pris en compte sont détaillés dans le dossier de la concertation en pages 39 et 40.

« Le NHP contient 50% d'eau. Comment pouvez-vous justifier de transporter des centaines de milliers de tonnes d'eau par la mer et donc avec de l'énergie fossile et expliquer que vous allez décarboner ? La seule justification d'une énergie nucléaire ne saurait être une fin en soi. D'autres territoires présentent les mêmes caractéristiques au plus près de l'extraction ou de la transformation »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : Voir une empreinte carbone sur le cycle de vie de la batterie. La fabrication de la batterie est émettrice de carbone en effet, mais ces émissions ramenées sur toute la vie de la batterie la rendent moins émettrice de carbone qu'un véhicule thermique. Pour les émissions liées au transport, le transport d'un véhicule entier venant de Chine est plus carboné que de transporter les matériaux semi-raffinés et poursuivre la fabrication en Europe. Cela suppose qu'il n'y a pas des aller-retours dans le monde à chaque étape de la chaîne, et donc d'avoir des acteurs locaux pour chaque étape (sauf les mines qui sont localisées là où se trouve la ressource, et les voitures là où se trouvent les consommateurs).

« Même remarque pour le départ des produits finis dont on comprend bien aujourd'hui qu'ils ne participeront en rien à la souveraineté de la France ou de l'Europe mais bien à des ventes à des clients mondiaux et en fonction de la loi du marché : à savoir le prix. Les prix du Nickel sont au plus bas. Comment donc aller vous rentabiliser votre transport et vos coûts de production en comparaison avec ce qui se pratique sur des transformations réalisées dans les pays qui possèdent les minerais ? A quel coût de subventions européennes ? »

Réponse EMME : Comme indiqué lors de la conférence, notamment par Mme Alice Marie du CEA Liten et par Florian Robert, de Voltaire Minerals, la chaîne de valeur amont des batteries est fragmentée et les pays qui possèdent les minerais n'en sont pas les transformateurs.

« Pour le recyclage des LFP cela viendra avec le développement du marché. L'économie circulaire est aussi liée à la diffusion des produits ... on le voit sur l'ensemble des matériaux de recyclage. À un moment on passe à une économie d'échelle. C'est aussi et surtout une politique publique de gestion des déchets. Nombre de déchets au départ non rentable le sont devenus. Cela viendra donc, d'autant que les extractions de ces matières premières détruisent l'environnement. »

« Il ne s'agit pas ici de "vendre la voiture électrique" mais de comprendre si le projet est implanté au bon endroit compte tenu de la classification de la zone en zone inondable. Le seul critère de la production de batteries électriques ne saurait être un laisser passer pour faire n'importe où. En l'occurrence la prise de risque devrait être le premier critère, en préalable à toute considération économique. On le voit bien sur tous les accidents industriels en bord de mer, de fleuve ou d'estuaire. »

« Le point de vue est toujours traité dans un seul objectif : vendre ce projet. Il manque du recul, de l'analyse et de la prospective à moyen et long terme. Or nous sommes sur un business plan à 50 ans. »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : Le CEA-OFREMI ne présente pas son avis sur ce projet qu'il n'a pas analysé, mais propose un contexte sur les approvisionnements en matériaux critiques et la filière industrielle des batteries.

« Pouvez-vous préciser le type de véhicule premium dont on parle ? Ratio poids véhicules/poids batterie/consommation d'énergie électrique nécessaire à leur usage ? »

« "devrait rester dominante en Eu" : à ce stade ce n'est donc pas garanti... Par ailleurs, les stocks mondiaux sont aujourd'hui au plus haut et ils ne sont pas du tout pris en compte dans cette analyse, comme si à chaque fois la production était assurée d'être vendue. L'hypothèse doit prendre en compte le marché et le cours mondial. C'est naïf de présenter que ce sera un long fleuve tranquille. Il est donc essentiel de parler de coût de production, de coûts de transport, de concurrence. »



« Si la filière de recyclage des déchets ne se met pas en place en parallèle de la filière de production de déchets on recommence les erreurs du passé. Quelle garantie d'être sélectionné dans la filière européenne ? »

« Je trouve optimiste de penser que le problème de la filière de recyclage sera réglé à 2031 alors que l'on n'a pas réglé le problème du dérèglement climatique documenté depuis 1970 ! »

« Surtout pour seulement 30MW de puissance, pas besoin d'énergie nucléaire. Pour rappel, la zone de Fos sur Mer, ce sera bientôt 6 000MW : on ne va pas pour autant mettre un EPR à Fos sur Mer. »

« Les premiers métaux des batteries Li-Ion, ce sont surtout et avant tout le cuivre et l'aluminium qui ne sont pas dans ce tableau. »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : En termes de quantités nettes oui, mais la consommation mondiale de cuivre est bien supérieure à celle de lithium par exemple. L'étude s'est concentrée sur les matériaux actifs des batteries (c'est-à-dire prenant part aux réactions chimiques) et critiques. Mais le cuivre est effectivement un matériau critique, dont une petite part sera mobilisée pour les batteries (et plus largement les véhicules et les infrastructures de recharge). La criticité du cuivre et de l'aluminium sont également traitées par ailleurs à l'OFREMI et à l'Europe, par une approche multisectorielle.

« Clairement, ces projections jusqu'en 2050 sont absolument irréalistes : personne n'est capable d'estimer à 5 ans les besoins en métaux ! »

Eléments de réponses du CEA LITEN / OFREMI : L'objectif de cette étude prospective de l'OFREMI n'est pas de prédire le futur, mais de donner les besoins matières équivalents aux trajectoires d'électrification de la planification écologique, et de donner des leviers de réduction des besoins matières par une analyse de sensibilité.

« La prochaine fois, faites en sorte que le son soit de meilleure qualité, car c'était quasiment inaudible et incompréhensible ! »