

Le passeport batterie: vers une transparence et une sécurité accrues

Entretien avec Nora Bartolomé

Jusqu'à présent, les batteries des voitures électriques étaient une boîte noire. Cela a suscité des inquiétudes, notamment quant à la difficulté de revendre les voitures électriques d'occasion, car la durée de vie résiduelle de la batterie n'était pas claire. Le passeport batterie de l'UE, un passeport numérique pour les produits, vise à garantir la transparence dans ce domaine. Dans cet entretien, Nora Bartolomé, chimiste environnementale experte en gestion durable des déchets d'équipements électriques et électroniques à l'Empa et au Switzerland Innovation Park Biel/Bienne, donne un aperçu de la situation actuelle.

Bulletin: Où en sont les spécifications du passeport batterie de l'UE?

Nora Bartolomé: Conformément au règlement européen 2023/1542 relatif aux batteries, depuis le 18 août 2024, les batteries doivent porter le marquage CE pour pouvoir être vendues dans l'UE. À partir du 18 février 2027, conformément à l'article 77 de ce même règlement, toutes les batteries pour les véhicules électriques, les moyens de transport légers (trottinettes électriques, etc.) et les batteries industrielles d'une capacité supérieure à 2 kWh devront disposer d'un passeport numérique accessible via un code QR. Les informations les plus importantes concernant le passeport batterie se trouvent dans le nouveau règlement européen 2023/1542 relatif aux batteries, au chapitre IX (articles 77 et 78) ainsi que dans l'annexe XIII.

Le projet consortial « Battery Pass », cofinancé par le ministère fédéral allemand de l'Économie et de la Protection du climat, est un groupe de travail public-privé qui a publié deux documents: un guide technique en avril 2023 et un guide de contenu en décembre 2023, dans lesquels sont définis plus de 100 attributs de données tels que l'empreinte car-

bone, l'origine des matériaux, les performances, l'état de santé (State of Health, SoH) et la recyclabilité. Le groupe de travail œuvre actuellement à l'élaboration de normes techniques, à une architecture de données pour le flux de responsabilité, à la conception de codes QR, à la fréquence de mise à jour et à l'audit, ainsi qu'au nouveau passeport en cas de reconditionnement, etc., qui devraient être disponibles l'année prochaine.

Il y a, à ma connaissance, deux projets importants au niveau européen qui font avancer cette initiative: d'une part, le programme Battery Pass, qui a mené de grands projets pilotes dans lesquels ont été testées la collecte de données de bout en bout ainsi que l'interopérabilité avec les exigences du règlement européen relatif aux batteries; et d'autre part, la Global Battery Alliance, qui a soutenu en 2023 une preuve de concept dans le cadre de laquelle des entreprises ont travaillé sur des concepts et des systèmes d'évaluation interopérables.

Le passeport batterie devrait offrir divers avantages. Quelles sont les applications envisageables?

Il existe plusieurs avantages tout au long de la chaîne de valeur de la batterie. En voici quelques exemples:

- Une transparence accrue pour les consommateurs grâce à des données importantes telles que l'origine des matériaux, le bilan CO₂, les performances et la durée de vie prévue, qui peuvent être consultées via le code QR. Ceci peut également les aider à calculer la valeur résiduelle de la batterie, par exemple le SoH ou la durée de vie résiduelle en cas de revente.
- Une réduction des risques lors du transport et du commerce grâce à la connaissance de l'historique des batteries, de leur composition chimique et de leur état en fin de vie.

- La facilitation des marchés de seconde vie et de la réparation : la connaissance du cycle de vie et des données d'utilisation contenues dans le passeport de la batterie aide à prendre plus facilement la décision d'opter pour des applications de seconde vie telles que l'utilisation dans des systèmes de stockage d'énergie. La capacité d'une batterie à être réutilisée peut être mieux prédite si l'on connaît, par exemple, la composition chimique, la durée de vie initiale et les accidents auxquels la batterie a pu être exposée.
- Un recyclage plus efficace : si la composition d'origine de la batterie est connue, le recyclage peut être organisé de manière plus efficace. Cela devrait également permettre de réduire les coûts de prétraitement.
- Les économies et le respect de l'environnement : selon le projet Battery Pass, une prolongation appropriée de la durée de vie des batteries permettrait, par exemple, d'économiser 2 à 10% des coûts de test, 10 à 20% des coûts de recyclage, ainsi que 0,37 à 1,3 Mt de CO₂ dans l'UE.

Quand pouvons-nous espérer l'introduction d'un passeport pour les batteries ?

À partir du 18 février 2027, toutes les batteries industrielles rechargeables d'une capacité supérieure à 2 kWh, les batteries pour véhicules électriques et les batteries pour moyens de transport légers devront être munies d'un passeport numérique accessible via un code QR.

Où les données du passeport batterie seront-elles stockées ? Dans la batterie, dans le véhicule ou dans le cloud ?

Les données ne seront pas stockées directement dans la batterie ou dans le véhicule. Le système repose sur une architecture hybride et interopérable. Il s'appuie sur des systèmes de stockage des données distribués ou dans le cloud, gérés par des acteurs autorisés dans l'écosystème des batteries : un écosystème numérique réglementé et sécurisé dans lequel les fabricants, les recycleurs et les autorités de régulation échangent des données conformément à des protocoles définis, dont l'accès est autorisé au moyen de justificatifs d'autorisation signés numériquement et d'autorisations basées sur les rôles.

Le système prend en charge aussi bien les données publiques (par exemple, la composition chimique, le bilan CO₂) que les données spécifiques destinées aux autorités de régulation ou aux groupes autorisés (état de santé, cycles d'utilisation, etc.).

Existe-t-il déjà des véhicules équipés d'un précurseur du passeport batterie de l'UE ?

À ma connaissance, il en existe deux exemples : d'une part, la Volvo EX90 lancée sur le marché



Dr Nora Bartolomé.

Figure: Radomír Novotný

en 2024, qui dispose d'un passeport contenant des informations sur l'origine et la composition de la batterie, le bilan CO₂, la fabrication et le recyclage, ainsi que sur l'état de santé et la durée de vie prévue. D'autre part, le groupe Audi/VW dispose d'un passeport conforme au passeport batterie de l'UE, qui contient des informations sur les matières premières, la durabilité et le cycle de vie de la batterie.

Comment le passeport batterie améliorera-t-il la durabilité des systèmes de stockage d'énergie ? Quels seront les avantages du passeport batterie du point de vue du recyclage ?

Le passeport batterie peut faciliter le recyclage des batteries de différentes manières : il contient des instructions de démontage avec des informations sur les composants dangereux, le type de connecteur, les outils et les procédures. Cela facilite le tri (manuel ou robotisé) et améliore la pureté des matériaux. Il renferme également des informations sur l'état de santé de la batterie et sa durée de vie résiduelle. Le passeport contient des indicateurs SoH, l'historique des cycles et les modèles d'utilisation. Ceci peut aider à déterminer la meilleure seconde utilisation et à choisir entre la réutilisabilité, la réparabilité ou la fin de vie et le recyclage. Il permet également une identification précise des matériaux : les informations relatives à la chimie de la batterie, aux types de cel-



Dans le cadre de ses recherches, Nora Bartolomé s'intéresse notamment au recyclage des batteries lithium-ion.

Figure : Radomír Novotný

lules et à la teneur en matériaux peuvent contribuer à optimiser le meilleur traitement en fin de vie, les processus de démontage et de traitement, ou la technologie de récupération. Il contient en outre des informations sur l'origine et la traçabilité de la conformité, qui peuvent contribuer au respect des réglementations environnementales et EPR, ainsi qu'à la traçabilité de la part recyclée dans les nouvelles batteries. Enfin, il fournit des informations sur la réalisation des objectifs minimaux en matière d'efficacité du recyclage.

Le passeport batterie contiendra de nombreuses informations. Selon vous, quelles informations potentiellement importantes n'y figureront toutefois pas ?

C'est une question intéressante. De nombreuses informations devront y figurer, mais certaines manqueront et pourraient également être utiles: par exemple, des informations supplémentaires sur les paramètres de dégradation de la batterie. Le SoH fournit certes un aperçu du taux de dégradation, mais d'autres paramètres pourraient aider à mieux comprendre les tendances en matière de dégradation des batteries. Par exemple, l'impédance interne et la résistance constituent des paramètres importants pour le vieillissement des batteries. À ma connaissance, ils ne sont actuellement pas explicitement mentionnés. Ils pourraient toutefois être pris en compte indirectement par le biais de l'évaluation des indicateurs de performance de la batterie. D'autres manques concernent le comportement des utilisateurs, comme la recharge rapide et les conditions de conservation, ainsi que l'historique des réparations de la batterie.

Les constructeurs automobiles ou les autorités de régulation sont-ils plutôt enclins à retarder la mise en œuvre ?

Cela dépasse quelque peu mon domaine de compétence. Mais à mon avis, oui, tant les constructeurs automobiles que les autorités de régulation. Certains constructeurs automobiles freinent les progrès afin de protéger leur propriété intellectuelle, car ils craignent les risques en matière de responsabilité ou les coûts liés à l'introduction du passeport batterie. Cependant, nous voyons également des exemples tels que Volvo, Audi ou Tesla, qui lancent des projets pilotes visant à intégrer un passeport batterie dans leurs véhicules. D'autre part, les autorités de régulation ralentissent le processus avec la bureaucratie, les consultations, etc.

Existe-t-il déjà des procédés et des installations pour le recyclage des batteries au lithium ?

Il est important de souligner que le recyclage des batteries lithium-ion comprend tout type de mesure de valorisation dans laquelle les déchets sont transformés en produits, matériaux ou substances destinés à leur usage initial ou à un autre usage, à l'exception de la valorisation énergétique (directive 2008/98/CE, directive-cadre de l'UE relative aux déchets). Ce processus peut être divisé en deux phases principales: premièrement, le démontage et le prétraitement et, deuxièmement, la récupération des éléments et matériaux de valeur.

En Suisse, trois grandes entreprises se consacrent au recyclage des batteries usagées: Batrec, Librec et Kyburz. Elles prennent principalement en charge la première phase du processus de recyclage, qui comprend la collecte, le démontage et le traitement des batteries afin d'obtenir ce que l'on appelle la «masse noire». Kyburz procède en outre à la récupération des matériaux actifs de la cathode et de l'anode ainsi que d'autres composants.

La deuxième étape, qui consiste à récupérer les différents éléments chimiques de cette masse noire ou à purifier et régénérer les matériaux actifs, est généralement réalisée dans des installations spécialisées de plus grande envergure. En Europe, on trouve des exemples en Belgique (Umicore), en Allemagne (Duesenfeld, BASF) et en France (Veolia).

Pour quels éléments chimiques le recyclage n'est-il pas encore très avancé ? Quels éléments sont perdus ?

Dans le cas des batteries lithium-ion, il existe encore certains éléments pour lesquels les technologies de recyclage ne sont pas encore au point. Le lithium, par exemple, présente actuellement des taux de récupération relativement faibles, généralement compris entre 30% et 50% selon le procédé de recyclage utilisé. Cependant, le nouveau règlement européen relatif aux batteries fixe un objectif de 80% de récupération du lithium d'ici 2031, ce qui exerce une pression considérable sur l'industrie pour qu'elle améliore ces technologies. Il en va de même pour le manganèse, qui affiche également des taux de recyclage relativement faibles, principalement en raison de sa valeur économique moindre par rapport à des métaux plus précieux tels que le cobalt et le nickel.

Les batteries lithium-ion contiennent également des matériaux non métalliques qui affichent aujourd'hui des taux de recyclage très faibles. C'est le cas du graphite, qui est souvent brûlé pendant le processus de recyclage ou qui finit dans le flux de déchets. Les batteries lithium-fer-phosphate (LFP) en sont un autre exemple: le processus de recyclage actuel ne permet souvent de récupérer que le lithium. Les autres éléments sont généralement perdus. Il existe cependant déjà des procédés prometteurs à l'échelle du laboratoire qui prouvent la faisabilité de la récupération du graphite et des autres éléments contenus dans les batteries LFP. Citons par exemple les procédés de recyclage direct, qui permettent de conserver la structure du matériau en vue de sa réutilisation.

Les composants plastiques de la batterie, tels que les séparateurs et les boîtiers, sont aujourd'hui aussi généralement incinérés pour produire de l'énergie, plutôt que recyclés en de nouveaux produits. Cela contribue certes à la production d'électricité, mais entraîne une perte de matériaux potentiellement réutilisables.

Interview: Radomír Novotný

Liens

- > thebatteryass.eu
- > bauen-digital.ch/wp/wp-content/uploads/2024_09-Whitepaper_Digital-Product-Passport_EN.pdf
- > www.globalbattery.org
- > digiprodpass.com
- > batrec.ch
- > librec.ch
- > kyburz-switzerland.ch/en/battery-recycling

Die deutsche Version dieses Interviews ist im Bulletin Electrosuisse 7/2025 erschienen.

En quelques mots

D^r Nora Bartolomé est chimiste environnementale à l'Empa et au Switzerland Innovation Park Biel/Bienne. Elle mène des recherches dans les domaines de la gestion durable des déchets, des déchets d'équipements électriques et électroniques (directive DEEE) et de l'économie circulaire.

- > nora.bartolome@empa.ch
- > Empa, 9014 Saint-Gall
- > nora.bartolome@sjpbb.ch
- > Swiss Innovation Park Biel/Bienne, 2503 Biel/Bienne

Forum FRED
9 juin 2026 | Beaulieu, Lausanne

forumfred.ch

electro suisse