

La voiture verte, un conte de fée électricité ?

Vantés comme une solution écologique, les véhicules rechargeables ou hybrides sont liés à des filières, minières notamment, aux impacts environnementaux et sociaux très lourds pour les populations de pays en développement. Les batteries constituent le point noir de cette tentative de décarbonation.

Par **AUBRE COULAUD**, **MARGAUX LACROUX** et **AUDE MASSIOT**

« **S** i le rythme de transition vers un marché automobile décarboné reste forcément incertain, le destin des thermiques à long terme semble bel et bien scellé. » L'assertion ne vient pas d'une ONG environnementaliste, mais d'une référence dans la pros-

pective économique sectorielle, l'institut d'études Xerfi. Ce texte publié en février développe : « Les ventes de voitures électriques et hybrides rechargeables devraient bondir de 30% par an en moyenne, pour représenter en 2025 [...] environ un quart du marché total (contre autour de 10% aujourd'hui, ndr). » Les gains pour le climat semblent avérés : « En France, les émissions de gaz à effet de serre (GES) induites par la fabrication, l'usage et à la fin

de vie d'un véhicule électrique sont actuellement deux à trois fois inférieures à celles des véhicules essence et diesels », conclut une étude de l'Agence de l'environnement (Ademe) de 2018. Mais à quel prix cette transition se fera-t-elle ? Se concentrant sur l'élément le plus important, mais aussi problématique de ces véhicules, Libération a retracé le parcours d'une batterie, de l'extraction de ses minerais à sa fin de vie, pour interroger le poids



Des femmes employées d'une mine de cobalt entre Lubumbashi et

réal de ce qui est parfois présenté comme une solution miracle.

L'EXTRACTION DE MINERAIS

Sous la carrosserie rutilante des voitures électriques se cachent des objets qui ne fonctionnent que grâce à des minerais « stratégiques » : le cobalt, le lithium, le manganèse et le nickel, principalement. Le développement fulgurant du marché de la batterie électrique a déjà provoqué une envolée de la demande pour ces ressources. Entre 2010 et 2018, la production mondiale de cobalt a bondi de 89 500 à 140 000 tonnes. Or les populations des pays de production subissent déjà les répercussions de cette ruée vers la voiture électrique. Ainsi, 50% des réserves mondiales de cobalt se trouvent en république démocratique du Congo (RDC), dans certaines régions en conflit. L'extraction du minerai est réalisée soit dans des mines artisanales qui échappent aux contrôles des autorités congolaises et font travailler des enfants, soit dans des mines industrielles dans lesquelles les conditions ne sont pas toujours meilleures. Comme le met en lumière un rapport de l'ONU publié en juin, l'excavation mécanique des minerais crée par exemple des poussières pouvant contenir de l'uranium, et susceptibles de provoquer « des problèmes respiratoires et des malformations de naissance », ainsi que des problèmes d'audition et de vision. Les sites miniers abandonnés de cuivre et

cobalt sont aussi à l'origine d'une contamination de l'eau de surface. Des études scientifiques ont montré des liens avec le développement de cancers lors d'expérimentations sur des animaux.

L'exploitation du lithium, dont 58% des réserves se trouvent sur le sol chilien, n'est pas plus reluisante. « Des communautés autochtones qui vivent depuis des siècles dans les régions andines du Chili, de Bolivie et d'Argentine se disputent avec les mineurs l'accès à l'eau et aux terres communales », expose l'ONU. L'industrie minière est extrêmement gourmande en eau. « Dans le salar chilien d'Atacama [étendue naturelle salée riche en lithium], ces activités d'extraction consomment 65% de l'eau de la région. Cela a un fort impact sur les agriculteurs locaux, qui cultivent le quinoa et étèvent des lamas. »

Pour les fabricants automobiles, garantir un approvisionnement durable et éthique de ces minerais est un casse-tête. Jean-Philippe Hermine, directeur de la stratégie environnement de Renault, le reconnaît : « Cela n'est pas évident parce qu'on a sept niveaux de fournisseurs. Il faut les sensibiliser. Nous sensibilisons notre fournisseur direct, qui sensibilise les siens, et puis on procède à des audits. » De même chez Tesla (13,4% du marché européen en 2020), lit-on dans un rapport interne. Le problème est tel que la Commission européenne a proposé, en décembre, une ambitieuse « régulation sur les batteries » (le texte final de-



Un site d'extraction de lithium dans le désert d'Atacama, au Chili en 2013. PHOTO 1 ALVARADO REUTERS



Kolwezi (RDC) en 2015. PHOTO FEDERICO SCOCCA, AFP

vrait émerger d'ici deux à trois ans. «C'est une belle avancée, car elle propose la mise en place du principe de responsabilité des fabricants sur la provenance des matières premières», salue Cecilia Mattea, de l'ONG Transport & Environment. Pour le chercheur Ben Radley de l'université de Bath, qui a travaillé sur le sujet en RDC, il faut aider à structurer le secteur des mineurs artisanaux, et non pas les pousser dans les bras des industriels. Il ajoute: «Au vu de la crise climatique, on ne doit pas ralentir les solutions permettant de sortir des énergies fossiles. [...] Les politiques doivent en revanche faire attention à ne pas répéter les inégalités historiques [entre pays du Nord et du Sud].»

DES BATTERIES MADE IN EUROPE?

Une fois les minerais extraits, vient la construction de la batterie. Selon l'Ademe, 35 % du bilan carbone d'un véhicule électrique provient de la fabrication de son cœur. Presque toutes les voitures électriques actuelles ont des batteries lithium-ion à base de nickel, manganèse et cobalt (NMC). Comme leur nom l'indique, elles fonctionnent grâce au lithium sous forme d'ions qui circulent entre deux électrodes baignant dans un liquide. L'électrode positive est composée de graphite, et dans la négative se nichent des oxydes des NMC. Ces éléments forment des cellules aplaties qui, empilées façon millefeuille, constituent les batteries.

Comme ce sont aussi les plus performantes, les chercheurs tentent d'optimiser la proportion des minerais utilisés. «Il y a cinq ans, les quantités de nickel, manganèse et cobalt étaient égales [environ 30 % chacun]. Aujourd'hui, on essaie de réduire le cobalt en raison des problèmes éthiques qui y sont liés. La formule la plus répandue est désormais le 6-2-2: 60% de nickel, 20% de manganèse et 20% de cobalt», détaille Jean-Marie Tarascon, professeur de chimie au Collège de France. Un cœur de Renault Zoé contient ainsi 7 kilos de lithium, 11 kilos de manganèse, 11 kilos de cobalt et 34 kilos de nickel. La fabrication des électrodes des batteries est aussi très énergivore. «Les matériaux sont chauffés dans des fours aux alentours de 1000°C. On pourrait prendre des matériaux dont la température de préparation est de 400°C, mais les performances des batteries en seraient affectées», explique Jean-Marie Tarascon. L'empreinte environnementale est encore plus conséquente si l'énergie utilisée par les fabricants provient du charbon. Or, actuellement, l'assemblage des batteries est presque exclusivement effectué en Asie: au Japon, en Corée du Sud, mais aussi en Chine, pays où les centrales à charbon fournissent encore 70% de l'électricité. Le chinois CATL est le leader mondial des batteries pour véhicules et fournit en partie les mastodontes BMW, PSA, Volkswagen, Toyota, Renault ou encore Tesla. Une filière

européenne est cependant en train d'éclorre pour grappiller des parts de marché et décarboner la fabrication. L'UE vise les 15 % de capacités mondiales de production de cellules de batteries à l'horizon 2024, contre 3 % aujourd'hui. Pour arriver à ses fins, la Commission européenne a lancé en 2017 un projet d'Alliance européenne des batteries. De nombreux consortiums se sont formés pour répondre à l'ambition de créer un «Airbus des batteries». Des mégas-usines commencent à éclorre en Suède et en Allemagne. En France, Total et PSA-Opel devraient lancer une géofactory en 2023. Renault compte aussi relocaliser la production en installant une usine de batteries dans le nord de la France.

ROULER 30 À 40 KILOMÈTRES PAR JOUR

Une fois la batterie intégrée au véhicule, il ne reste plus qu'à prendre la route. Les atouts de l'électrique sont indéniables: pas de pollution sonore ni d'émissions de polluants majeurs. Seul bémol: «La batterie de la Renault Zoé, par exemple, pèse 300 kilos de plus qu'une voiture essence ou diesel. Conséquence, ça remet plus de particules en suspension», explique Nicolas Meilhan, conseiller scientifique chez France Stratégie, institution publique rattachée au Premier ministre. A cause de ses capacités techniques encore limitées, la voiture électrique n'est pas destinée (dans l'immédiat) à tous les automobilistes. D'abord, il faut disposer d'une place de stationnement avec prise de courant pour la borne de recharge (cela fonctionne sur une prise standard, mais au risque de l'abîmer sur le long terme). Impossible de compter sur le réseau existant à l'extérieur, encore trop peu fourni. Pour tenter d'y remédier, le gouvernement a d'ailleurs lancé fin 2020 «Objectif 100 000 bornes».



Chaque mois, Libération.fr creuse une thématique environnementale. Après la chasse, le zèle de l'Etat face aux associations écologistes, les manipulations du recyclage ou le réensauvagement, ce mois-ci dans le Fil vert: un avenir plus vert passe-t-il forcément par la voiture électrique?

Aussi, il est conseillé de rouler au moins 30 à 40 kilomètres par jour pour rentabiliser le véhicule, aides de l'Etat incluses (bonus écologique et prime à la conversion). Car s'il n'est plus nécessaire de payer du carburant, il faut tout de même déboursier entre 90 et 120 euros par mois pour la location d'une voiture électrique d'occasion, et entre 30 000 et 50 000 euros pour l'achat d'une voiture neuve. S'ajoute parfois à cette seconde option la location d'une batterie chez certains constructeurs. A contrario, l'entretien est simplifié par rapport aux voitures thermiques: moins de petites pièces dans le moteur. Rouler oui, mais pas trop loin non plus. Les voitures électriques d'occasion bénéficient d'une autonomie d'environ 200 kilomètres; les neuves, de 400 kilomètres en ville et de 250 kilomètres sur les autoroutes, où le réseau de bornes de recharge public est limité. Seule alternative: être en mesure d'acquiescer un tout-électrique de chez Tesla (compter entre 60 000 et 80 000 euros à l'achat, qui a réussi à développer son propre réseau de bornes. Au vu de la multiplication des voitures électriques, l'alimentation ac-

tuelle sera-t-elle en mesure d'approvisionner et de supporter la charge? Enedis, qui gère le réseau de distribution d'électricité sur 95 % du territoire, a démontré «que l'intégration de la mobilité électrique au sein du système électrique français ne présente pas de difficultés particulières pour le réseau, ni au niveau local ni au niveau national».

UN RECYCLAGE ENCORE PARTIEL

La fin de vie «représenterait 12% des émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie des batteries en Europe», rappelle une récente étude de l'Institut français des relations internationales. Or, dès 2022, on attend chaque année 50 000 tonnes de batteries en bout de vie en Europe. Si elles ne sont plus assez performantes pour la voiture, les batteries ne sont pas pour autant hors d'usage. Elles peuvent être installées pour stocker de l'énergie issue de l'éolien ou du solaire et la restituer au réseau électrique. Renault veut développer ce procédé pendant que la batterie fonctionne encore dans la voiture, lorsqu'elle est stationnée. Une façon d'amortir davantage le bilan carbone des batteries. Une fois épuisées, toutes doivent être récupérées par les constructeurs. Ces derniers doivent aussi recycler au moins 50 % du poids de chaque batterie. Beaucoup vont au-delà mais ont tendance à se concentrer sur les éléments les plus lourds, tels que le boîtier. Le lithium, léger, est donc très peu recyclé. D'autant que se fournir en matières premières issues des mines est pour l'instant plus avantageux économiquement. C'est pourquoi la Commission européenne veut durcir sa réglementation, en passant à 70 % de la masse à recycler obligatoirement en 2030. Certains constructeurs ont pris les devants. A l'instar de Renault, qui recycle déjà 80% du poids de ses batteries et affirme que 90 % des métaux (cobalt, nickel, lithium, aluminium et cuivre) sont extraits et réutilisés dans le domaine de la métallurgie.

Le manganèse, «diffus et dissous dans le reste», est un cas à part, selon le responsable environnement de Renault. Le groupe a formé un double partenariat avec Solvay, spécialiste de l'extraction chimique, et Veolia, historique recycleur de batteries. Objectif: purifier suffisamment les minerais des batteries usagées pour les réinjecter en tant que matières premières dans de nouvelles batteries made in France. Seulement, avec la hausse exponentielle des ventes, le nombre de pièces recyclées ne suffira pas. La fin des minerais issus des mines n'est donc pas pour tout de suite. Quant à une production débarrassée de charbon, l'horizon est encore lointain, mais porteur d'espoirs, selon Jean-Marie Tarascon, du Collège de France: «Si on développe le véhicule électrique avec de l'énergie renouvelable, en 2040, le passage du véhicule thermique à l'électrique pourra abaisser les émissions de CO₂ à hauteur de 30% des objectifs définis par l'accord de Paris.»



Le rechargement d'une Renault Zoé. PHOTO F. MELO MOREIRA, AFP



Une borne Tesla à Urvillers (Aisne). PHOTO CHINE NOUVELLE, SFA