



TENDANCES  
ROUTIER

# Les métaux, précieux carburant du marché automobile dans la course à l'électrification

ANTOINE GILLOD • Directeur de l'Observatoire, Observatoire mondial de l'action climat, Climate Chance

Le rebond des ventes de véhicules neufs observé en 2021 est marqué par l'accélération de l'électrification des modèles. Dans un contexte de forte concentration des ressources en minerais stratégiques et des sites de production de batteries, les acteurs du marché automobile entrent en concurrence pour sécuriser leur approvisionnement et prendre position sur les nouveaux services bas carbone associés à la percée des véhicules électriques. De l'ouverture de mines de lithium au recyclage des batteries en passant par la construction de gigafactories, la compétition industrielle prend une nouvelle dimension. Toutefois, l'élan des véhicules électriques n'enraye pas une autre tendance majeure du marché : la croissance galopante des ventes de SUV.



PANORAMA DES DONNÉES

## L'électrification toujours prise de vitesse par la croissance des SUV

Après un effondrement historique de 9 % entre 2019 et 2020 sous l'effet de la pandémie, les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) du transport routier ont rebondi de 7,1 % en 2021, toujours en dessous (5,5 GtCO<sub>2</sub>) du niveau pré-Covid (6,1 GtCO<sub>2</sub>)<sup>1</sup>. Ce rebond s'explique par la reprise graduelle des activités de transport routier de passagers et de marchandise, qui occupent 75 % des émissions mondiales liées au transport<sup>2</sup>.

La croissance des ventes mondiales de véhicules neufs en 2021 a mis fin à trois années de baisses successives, accélérées par la pandémie. 82 684 788 véhicules neufs ont été écoulés, soit 4,9 % de plus qu'en 2020, mais toujours très en dessous du niveau d'avant crise (-9 %), selon les chiffres de l'Organisation internatio-

nale des constructeurs automobiles (OICA). Le marché européen est demeuré relativement stable (+1 %), tandis que les marchés américains (+6 %) et asiatiques (+6 %) ont rebondi plus fortement. L'Afrique, dont le marché du neuf est plus petit, affiche un taux de croissance très élevé (+24 %). Relativement peu affecté par la crise, le marché automobile chinois était déjà supérieur de 2 % en 2021 à l'année 2019. Des pays comme le Chili (+ 61 %), l'Ukraine (+23 %), l'Arabie saoudite (+23 %) ou le Pakistan (+91 %) ont également retrouvé des volumes de ventes supérieurs à 2019, tandis que de grands pays constructeurs comme l'Allemagne (-9 %), le Japon (-3 %) ou la Corée du Sud (-9 %) ont poursuivi leur dégringolade<sup>3</sup>. Les tendances moribondes de ces derniers s'expliquent par les difficultés rencontrées sur les chaînes d'approvisionnement en raison des goulets d'étranglement produits par l'arrêt des activités durant les confinements, la dispersion des capacités de fret maritime (CF. TENDANCE « MARITIME »), l'explosion de la demande pour les véhicules électriques et surtout l'envolée des prix du pétrole qui a fait chuter les ventes de véhicules thermiques.

Au sein de ce paysage contrasté, le marché poursuit toujours la même double tendance, contradictoire pour son impact sur les émissions : l'électrification des véhicules d'une part et la bascule vers les SUV et les véhicules lourds d'autre part. Les ventes mondiales de véhicules électriques (VE)<sup>a</sup> ont doublé en un an, pour atteindre 6,6 millions d'unités et 10 % du marché mondial. Dès le premier trimestre 2022, les ventes s'élevaient déjà à 2 millions d'unités, soit 75 % de plus qu'au premier trimestre 2021<sup>4</sup>. La Chine (3,3 millions de ventes) est repassée devant l'Europe (2,3 millions, +65 %) au rang des premiers marchés mondiaux, loin devant les États-Unis (630 000 unités). Les VE ont également profité du marasme du marché conventionnel causé par la crise pétrolière pour accroître leur part de marché : désormais, c'est près d'une voiture sur cinq vendue en Chine et en Europe<sup>5</sup> qui est électrique rechargeable (BEV et PHEV). En Inde, ce sont les deux-roues, occupant une place plus importante dans la mobilité, qui connaissent actuellement leur « révolution électrique » : les ventes de deux-roues électriques y ont bondi de 132 % en 2021<sup>6</sup>, et ont été multipliées par cinq au premier semestre 2022, pour atteindre 3,6 % du marché<sup>7</sup>. La part des deux et trois-roues à moteur à combustion interne occupent toujours 84 % des ventes de véhicules dans le pays<sup>8</sup>. L'électrification des segments plus lourds, comme les camions ou les bus (CF. TENDANCE « MOBILITÉ URBAINE »), bien qu'en croissance rapide, reste marginale et essentiellement concentrée sur le marché chinois. Néanmoins, tempère l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les véhicules électriques représentent seulement 1 % du parc automobile mondial à l'heure actuel. Et les véhicules hybrides traditionnels – non rechargeables – ne sont pas en reste, puisque leur part de marché atteignait 22,6 % dans l'UE au premier semestre 2022.

Les gains d'émissions obtenus par l'électrification des véhicules sont contrebalancés par les ventes de SUV. Ces véhicules, plus lourds et plus gourmands en carburant que la moyenne, occupent désormais 45,9 % des ventes mondiales de véhicules<sup>9</sup>. Selon l'AIE, les SUV sont la deuxième cause d'augmentation des émissions de GES entre 2010 et 2021, derrière la production d'électricité et devant l'industrie lourde, alors que les émissions des véhicules traditionnels reculent. Les plus de 35 millions de SUV mis sur le marché en 2021 vont générer 120 MtCO<sub>2</sub> d'émissions annuelles. Comme identifié par l'Observatoire en 2020, le marché des véhicules électriques n'échappe pas non plus à l'engouement des constructeurs et des consommateurs pour les SUV. Bien qu'ils n'occupent pas encore la majorité des ventes, 55 % des modèles de véhicules électriques sur le marché en 2021 étaient des SUV, selon l'AIE. Si l'électrification des SUV progresse désormais au même rythme que le reste du marché, 98 % des 320 millions de SUV en circulation dans le monde sont toujours des véhicules thermiques<sup>10</sup>.

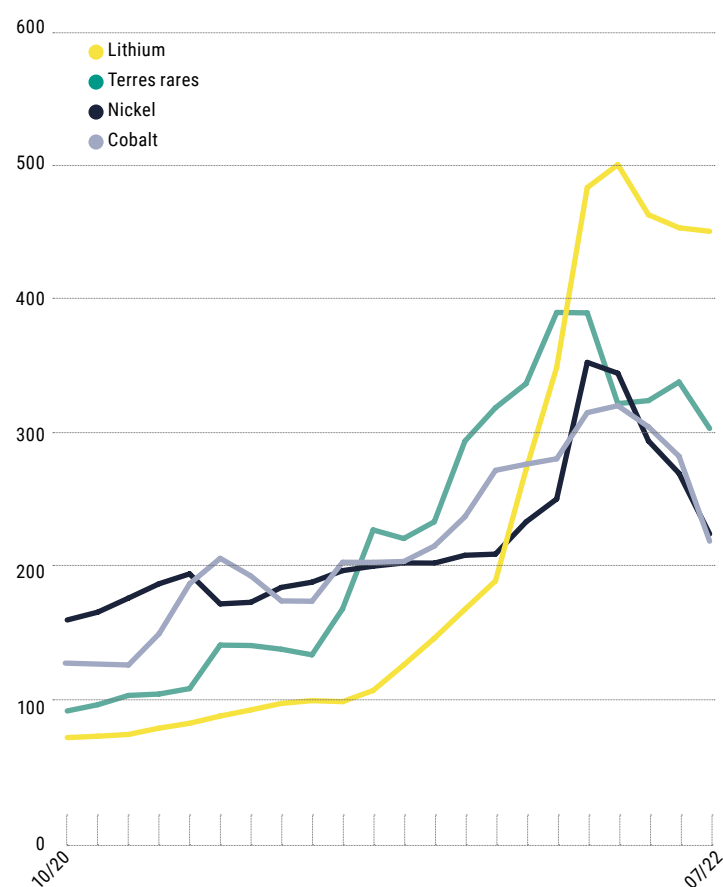
En continuant de s'orienter vers des véhicules de plus en plus lourds et à forte empreinte matérielle, le marché automobile s'expose aux variations de prix des matières premières minérales et des carburants fossiles. La masse moyenne des VE sur le marché est de 1 940 kg : un tiers d'entre eux dépassent les

2 000 kg, et plus de la moitié se situe entre 1 500 et 2 000 kg<sup>11</sup>. C'est bien plus que la moyenne des véhicules neufs en France (1 240 kg<sup>12</sup>), ou même aux États-Unis (1 857 kg)<sup>13</sup>, alors que l'efficacité énergétique d'une voiture électrique tend à diminuer quand sa masse augmente<sup>14</sup>. Une voiture électrique nécessite également une quantité de métaux rares six fois supérieure à ses alternatives conventionnelles<sup>15</sup>. Or les coûts du cobalt, du lithium et du nickel, les trois principaux métaux contenus dans les batteries, ont subi une très forte inflation depuis le deuxième semestre 2020 (FIG. 1).

**FIGURE 1**

**ÉVOLUTION DE L'INDICE DES PRIX (BASE : 100) D'UNE SÉLECTION DE MÉTAUX ENTRE OCTOBRE 2020 ET JUILLET 2022**

Source : FMI Energy Transition Metal Index, 2022



En continuant de s'orienter vers des véhicules de plus en plus lourds et intenses en matières premières, les constructeurs automobiles, les États et les consommateurs s'exposent ainsi aux risques structurels que fait peser la croissance folle de la demande mondiale en métaux stratégiques. C'est pourquoi une tendance majeure du marché automobile cette année est à l'investissement massif des acteurs pour la régionalisation de la production de batteries, la sécurisation des approvisionnements en métaux et l'intégration verticale de la chaîne de valeur.

<sup>a</sup> Les VE incluent les véhicules à batterie « 100 % électriques » (Battery Electric Vehicle – BEV) et les hybrides rechargeables (Plug-In Electric Vehicle – PHEV). Les PHEV sont à dissocier des hybrides traditionnelles (Hybrid Electric Vehicles – HEV).



## Le marché automobile dans une course folle aux batteries électriques

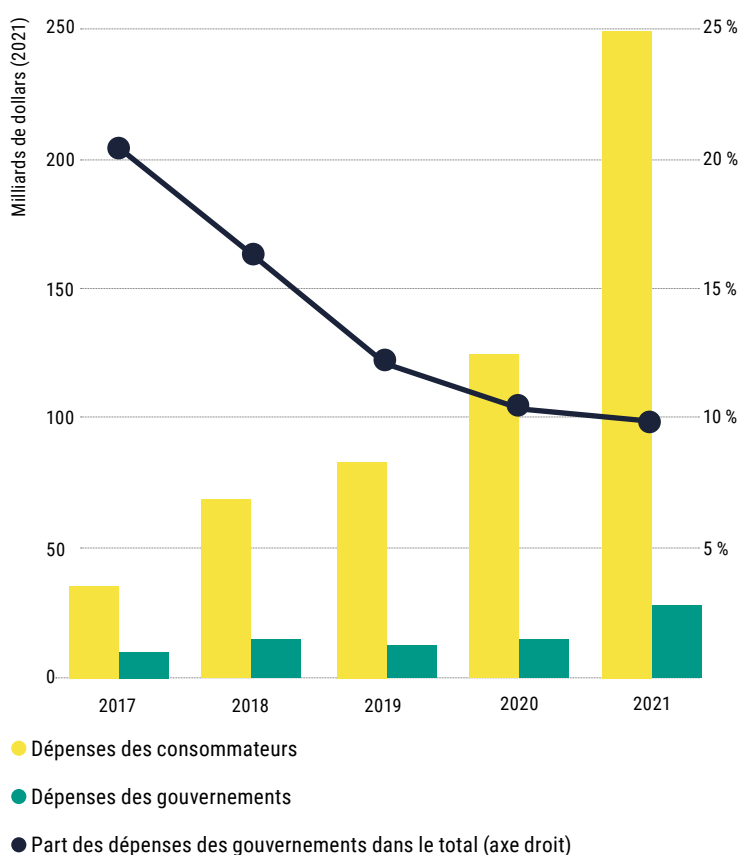
### Les politiques de soutien aux véhicules électriques

Parmi les principaux moteurs du marché, l'AIE insiste sur le doublement des subventions et des incitations publiques pour les VE en 2021 (30 Md\$) tels que les bonus ou les primes à l'achat. Dans le même temps, les dépenses des consommateurs approchent les 280 Md\$. Combiné à la baisse du coût des batteries (**CF. PLUS BAS**), l'effet levier des dépenses publiques est donc certain, puisque la part des dépenses de gouvernement dans le total des investissements pour les véhicules électriques ne cesse de baisser, de 21 % en 2017 à 10 % en 2021 (**FIG. 2**)<sup>16</sup>.

**FIGURE 2**

### DÉPENSES DES CONSOMMATEURS ET DES GOUVERNEMENTS POUR LES VOITURES ÉLECTRIQUES, 2016-2021

Source : AIE, 2022



Le mouvement mondial d'exclusion progressive des véhicules thermiques continue aussi de gagner du terrain. 39 pays, 60 gouvernements locaux et régionaux et 13 constructeurs automobiles sont aujourd'hui signataires de la Déclaration de la COP26 sur l'accélération de la transition vers des voitures et des vans « 100 % zéro émission » à l'horizon 2040<sup>b, 17</sup>. Depuis, l'État de Californie a voté l'interdiction de la vente des véhicules thermiques en 2035, assortie d'un objectif de vente de véhicules de transport de passagers « zéro émission » (BEV et hydrogène) de 35 % en 2026<sup>18</sup>. Une initiative qui devrait automatiquement entraîner ces mêmes effets dans les États de Washington et du Massachusetts, qui ont lié leur réglementation à celle de la Californie. L'Oregon et l'État de New York devraient aussi prendre la suite<sup>19</sup>. Le Canada a également présenté un plan de réduction des émissions en 2030 qui vise la vente de véhicules de transport de passagers 100 % électriques en 2035<sup>20</sup>. Dans sa stratégie nationale pour la mobilité électrique publiée en octobre 2021, le Chili vise l'électrification de 100 % des ventes de véhicules légers, moyens et des transports publics (bus, taxis...)<sup>21</sup>.

Le vote du Parlement européen pour interdire les ventes de voitures thermiques en 2035 marque à cet égard une étape majeure vers l'électrification du marché<sup>22</sup>. Ce nouveau cap vient s'ajouter au règlement européen visant à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des voitures neuves, entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2020 (règlement UE 2019/631<sup>23</sup>), en place pour la troisième année consécutive. Mais c'est seulement la première fois que leurs performances sont mesurées selon les nouvelles normes WLTP<sup>c</sup>.

En 2021, la moyenne d'émissions des constructeurs automobiles s'élevait à 115 g/km en Europe, contre 131 g/km en 2020 (12 %). Avec l'aide des mécanismes de flexibilité, des dérogations et des bonifications prévues par la norme européenne (**CF. ENCADRÉ 1**), la moyenne tombe à 113 g/km. L'ensemble des groupements de constructeurs ont atteint et dépassé leurs objectifs, avec des marges variables : de 1 gCO<sub>2</sub>/km pour Renault-Nissan-Mitsubishi (109 g/km, pour un objectif de 110) jusqu'à 96 gCO<sub>2</sub>/km pour Tesla-Honda-Jaguar Land Rover, qui obtient un résultat de 33 gCO<sub>2</sub>/km contre un objectif de 129<sup>24</sup>. Honda et Jaguar Land Rover bénéficient ainsi des résultats de Tesla, qui ne vend que des BEV, comme l'avait fait l'an passé Fiat-Chrysler, qui a désormais intégré le *pool* Stellantis. Le montant de la transaction pour entrer dans ce groupement n'a pas été révélé. Dans l'ensemble, ces résultats positifs illustrent la poursuite de la pénétration des véhicules électriques dans les flottes des constructeurs.

b Des constructeurs (Toyota, Renault-Nissan, Volkswagen, BMW...) et des économies majeures (France, Allemagne, Chine, États-Unis...), qui ont pourtant des objectifs individuels de transition vers les véhicules électriques et/ou de sortie des véhicules thermiques, n'ont pas signé l'accord.

c La norme d'essai pour l'homologation des véhicules *Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure* (WLTP) remplace depuis 2021 la norme *New European Driving Cycle* (NEDC) précédemment utilisée, dont les failles ont notamment été révélées lors du Dieselgate. Par conséquent, les valeurs WLTP sont plus élevées que les valeurs NEDC. Dans l'édition 2021 du Bilan mondial de l'action climat par secteur, les chiffres donnés sont encore basés sur la norme NEDC ; ainsi, l'ordre de grandeur des résultats présentés ici est différent, mais la tendance demeure à la baisse d'une année sur l'autre.

## LE RÈGLEMENT EUROPÉEN SUR LES NORMES D'ÉMISSIONS DES VÉHICULES NEUFS

Le règlement UE 2019/631 n'impose pas d'objectifs de ventes de véhicules électriques, mais fixe des niveaux d'émissions limites à ne pas dépasser pour chaque constructeur. La limite de 95 gCO<sub>2</sub>/km fixée jusque-là à l'ensemble des véhicules neufs vendus en 2020 n'a pas été renouvelée lors de l'adoption de la méthodologie WLTP. À la place, des objectifs spécifiques à chaque constructeur leur ont été fixés, sur la base de la masse moyenne de leurs véhicules mesurée en 2020 et 2021, et du ratio d'émissions WLTP/NEDC mesuré en 2020. La logique reste la même : il est toujours possible de produire et de vendre des unités dépassant la limite si cette vente est compensée par celle d'un véhicule moins émetteur. De nombreux aménagements au règlement sont prévus. Les constructeurs peuvent se constituer en groupement (*manufacturer pools*), à l'image de Fiat-Chrysler qui s'était associé à Tesla pour faire baisser sa moyenne, contre un paiement de 1,8 Md€ sur trois ans, avant sa fusion avec Peugeot dans le groupe Stellantis. En outre, la limite d'émissions tient compte de la masse des voitures, permettant ainsi d'assouplir l'objectif de CO<sub>2</sub> fixé aux constructeurs automobiles vendant des véhicules plus lourds que la moyenne, ce qui n'incite pas à en réduire le poids. Un système de bonification s'applique également aux véhicules électriques, qui sont comptabilisés plusieurs fois dans le calcul des émissions moyennes et permettent ainsi de flexibiliser la limite d'émissions (1 VE comptait alors pour 2 véhicules en 2020, puis 1,67 véhicules en 2021). Enfin, les constructeurs automobiles peuvent gagner des bonus CO<sub>2</sub> d'éco-innovation en équipant les véhicules de technologies innovantes<sup>25</sup>. Cependant, en 2021, la provision permettant aux constructeurs de ne présenter que 95 % de leur flotte à l'évaluation a été supprimée. En fonction de ces divers aménagements, la limite d'émissions assignée par l'UE à chaque constructeur peut être largement modulée ; entre 100 gCO<sub>2</sub>/km pour Kia, Hyundai et le groupe Renault-Nissan-Mitsubishi, et jusqu'à 133 gCO<sub>2</sub>/km pour Volvo en 2022<sup>26</sup>.

BYD a détrôné Tesla au rang de premier producteur de voitures électriques sur les six premiers mois de 2022. Le constructeur chinois aurait vendu 641 000 véhicules, soit une augmentation de 300 % en un an, contre 564 000 pour Tesla. Tesla aurait particulièrement souffert du confinement imposé sur Shanghai, où BYD n'a pas d'usine<sup>27</sup>. Cependant, la plupart des véhicules BYD sont des PHEV, qui reposent toujours en partie sur un moteur thermique. Plus remarquable encore, BYD a également dépassé LG au second rang des producteurs mondiaux de batteries, derrière une autre entreprise chinoise, Contemporary Amperex Technology (CATL). BYD et Shell ont signé un accord de coopération stratégique en Europe et en Chine. En Europe, les deux entreprises vont former un *pan-European Mobility Service Provider* (MSP), pour fournir aux clients privés et commerciaux de BYD un accès par adhésion au réseau de bornes de recharges électriques de Shell. En Chine, un joint-venture doit être lancé pour équiper la ville de Shenzhen de plus de 10 000 points de recharge électrique<sup>28</sup>.

Les véhicules électriques rencontrent un succès croissant dans les flottes d'entreprises. La Corporate Electric Vehicle Alliance est une initiative portée par le Ceres, qui rassemble des entreprises engagées pour l'accélération de l'électrification de leur flotte d'entreprise. Début 2022, le Ceres a présenté à de grands constructeurs automobiles les résultats d'une enquête conduite auprès de ses membres : des entreprises comme Amazon, Best Buy, DHL, Hertz, Schindler Elevator ou T-Mobile affirment vouloir passer commande de 330 000 VE dans les cinq prochaines années aux États-Unis<sup>29</sup>. En 2021, 31 nouvelles entreprises ont rejoint EV100, l'initiative de Climate Group pour électrifier les flottes d'entreprises ; l'initiative couvre désormais 98 marchés dans le monde, pour un engagement total de 5,5 millions de véhicules électriques. En 2021, le déploiement de VE dans ces flottes d'entreprise a crû de 42 % ; 53 361 VE ont été intégrés, portant la flotte de VE en opération à 209 654 unités. EDF opère la plus importante flotte de VE (6 331 unités) parmi les membres d'EV100, et enregistre la plus forte croissance en 2021, devant E.ON et BT Group<sup>30</sup>.

Le secteur des véhicules de tourisme avec chauffeur (VTC), quant à lui, peine encore à passer à l'électrique. Les acteurs dominants du marché – Uber, Lyft, Didi Chuxing –, mais aussi des gouvernements locaux comme la Californie, ont formulé des engagements à faire passer 100 % des flottes en électrique avant 2030. Au Brésil, l'application 99, principal concurrent d'Uber dans le pays, a signé un partenariat avec BYD pour tester le déploiement de VE à Sao Paulo<sup>31</sup>. Pourtant, l'électrification des flottes de VTC en Europe, aux États-Unis et au Canada est plus lente que le reste du marché, selon une étude du World Resource Institute (WRI)<sup>32</sup>. Les auteurs identifient trois obstacles majeurs à l'électrification des VTC : le coût important à l'achat d'un VE pour le chauffeur, le manque de solutions de recharge rapide, abordable et facilement accessible la nuit, et le manque d'information et de sensibilisation des chauffeurs sur les véhicules électriques. Alors qu'Uber paye ses conducteurs 1 \$/heure supplémentaire lorsqu'ils conduisent un VE, des retards de paiement ont été pointés par Bloomberg l'an passé. Le partenariat signé avec Hertz en octobre 2021<sup>33</sup>, visant à faciliter l'accès des chauffeurs à des Tesla grâce à la location, se révèle également hors de portée de nombreux conducteurs<sup>34</sup>.

Quelques villes font figures d'exception. À Amsterdam, où plus de 6,5 % des véhicules Uber sont électriques, l'installation de bornes de recharge sur demande des usagers a pu faciliter le maillage du territoire en fonction des besoins exprimés par les conducteurs. À Londres, où Uber collabore étroitement avec la municipalité, la firme californienne affirme que près de 90 % des nouveaux chauffeurs conduisent un véhicule 100 % électrique<sup>35</sup>. Alors qu'elle vise des activités 100 % électriques dans la capitale britannique en 2025, Uber a récemment étendu son service « Uber Green » de la Zone 1 à l'ensemble de la ville de Londres<sup>36</sup>. En Inde, Delhi est devenu le premier État du pays à proposer l'électrification obligatoire d'une partie des nouveaux taxis (surtout deux et trois-roues) enregistrés sur application, et de nombreuses start-up s'engouffrent dans ce marché naissant : avec 1 000 quatre-roues

électriques, BluSmart est la plus grande entreprise de VTC 100 % électrique du pays<sup>37</sup>.

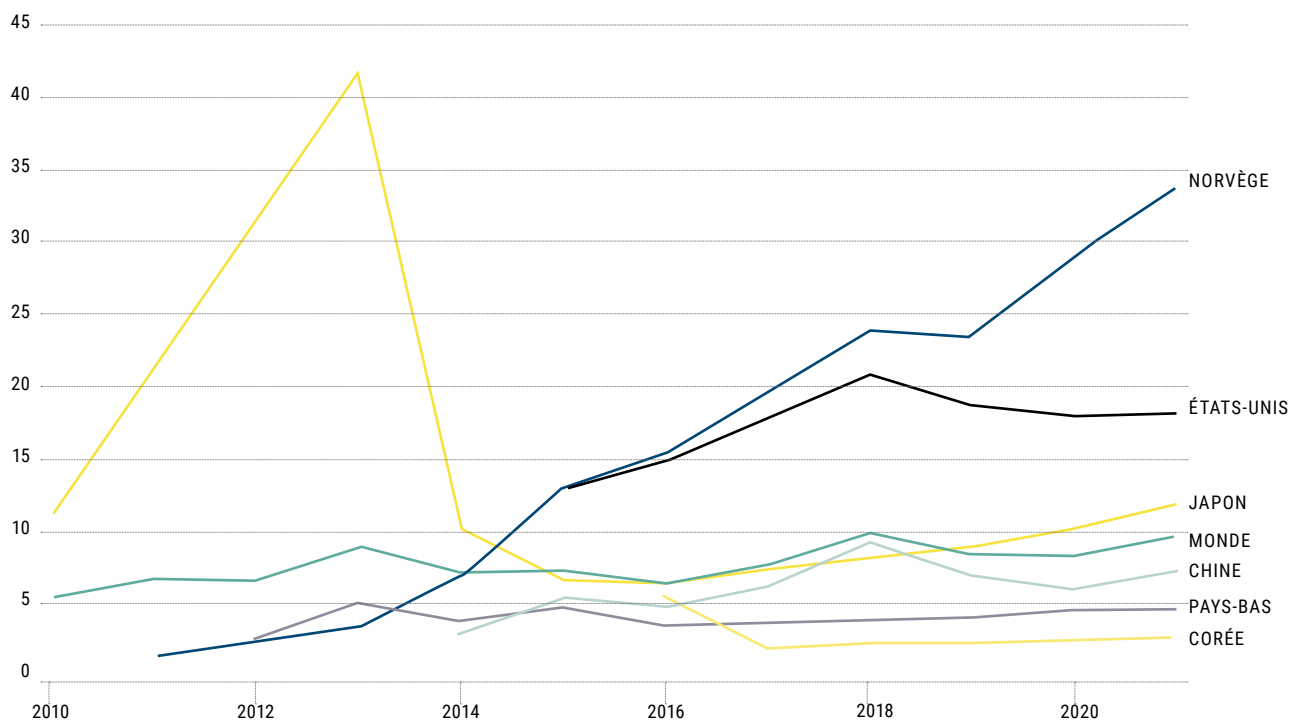
Les points de recharge de véhicules électriques accessibles publiquement étaient en hausse de 40 % en 2021, soit 500 000 nouvelles bornes installées dans le monde<sup>38</sup>. 85 % de ces points de recharge sont situés en Chine. À l'échelle mondiale, l'Agence internationale de l'énergie observe que le ratio VE/point de charge public a tendance à diminuer à mesure qu'augmente la part des BEV dans le parc automobile (FIG. 3). En Chine, en Corée et aux Pays-Bas, ce ratio est relativement stable depuis 2015, signe que le réseau de charge se développe à un rythme similaire à celui du marché des VE. En Norvège et aux États-Unis, où les maisons individuelles avec garage sont très importantes, le ratio est plus élevé que la moyenne et tend à augmenter, en raison d'une prédominance des points de charge à domicile. L'Union européenne, qui, en 2014, s'était fixé dans la directive AFID (*Alternative Fuel Infrastructure Directive*) l'objectif d'une station de charge pour dix véhicules électriques en 2020, n'a pas tenu sa cible (1/14 en 2021)<sup>39</sup>. L'installation de points de charge dans les parkings des nouveaux bâtiments pourrait être rendue obligatoire par la révision de la directive sur la performance énergétique des bâtiments. Lors de la COP26, Boris Johnson, alors premier ministre britannique, a déclaré vouloir rendre obligatoire l'installation de prises de recharge pour VE dans toutes les nouvelles habitations dotées d'un stationnement individuel à partir de 2022<sup>40</sup>.

Aux États-Unis, des villes commencent à restreindre, voire à interdire la construction de nouvelles stations essence. Petaluma, une ville de 60 000 habitants en Californie, fut la première au monde à changer son code de construction afin d'interdire non seulement la construction de nouvelle stations, mais également l'extension des stations existantes. À l'inverse, un élu de Raleigh, en Caroline du Nord, a déposé un projet de loi visant à détruire des bornes de recharge électrique si davantage de stations essence ne sont construites à leurs côtés. L'*Infrastructure Investment and Jobs Act* promulgué par Joe Biden en novembre 2021 prévoit notamment 7,5 Md\$ d'investissement pour aider à l'installation de bornes de recharge électrique, afin d'atteindre 50 % de ventes de véhicules électriques en 2030, contre 2 % aujourd'hui<sup>41</sup>. L'*Inflation Reduction Act*, finalement votée par la Chambre des représentants en août 2022, crée un nouveau crédit d'impôt de 7 500 \$ pour l'achat de véhicule électrique. Cela non seulement dans le but d'accélérer les ventes et la transition du parc automobile, mais également en vue de réorienter les chaînes d'approvisionnement sur le territoire national : seuls les véhicules assemblés aux États-Unis sont en effet qualifiés pour le crédit d'impôt<sup>42</sup>.

**FIGURE 3**

**RATIO DE VÉHICULES LÉGERS ÉLECTRIQUES PAR POINT DE RECHARGE DANS UNE SÉLECTION DE PAYS, 2010-2021**

Source : Agence internationale de l'énergie, 2022



En effet, dans la continuité de l'année 2021, les objectifs climatiques et énergétiques qui motivent en partie l'électrification du transport s'accompagnent d'une quête d'autonomie stratégique des États et des acteurs non-étatiques qui poussent à la régionalisation de la production de batterie et à la sécurisation des approvisionnements en ressources critiques.

### En Europe et aux États-Unis, le virage de la régionalisation pour la production de batteries

La production mondiale de batteries a crû de 83,4 % en un an, pour s'établir à 122,9 GWh entre janvier et avril 2022. À elle seule, la Chine était à l'origine de 77 % des batteries lithium-ion produites dans le monde en 2020<sup>43</sup>. Les producteurs asiatiques dominent largement le marché : le chinois CATL (33,7 % de part de marché), devance le coréen LG Energy Solution (12,8 %) et BYD (12,1 %), autre constructeur automobile chinois. En dépit de la pandémie et des fermetures ponctuelles d'usines comme la *gigafactory* de Tesla à Shanghai, chacun de ces acteurs a doublé, voire triplé sa production annuelle de batteries<sup>44</sup>. Le prix moyen des batteries a continué de diminuer, jusqu'à 132 \$/kWh fin 2021, contre 140 \$/kWh en 2020 et 1 200 \$/kWh en 2010<sup>45</sup>.

Cependant, la tendance décennale à la baisse continue du coût des batteries électriques s'est remarquablement inversée lors du premier semestre 2022, sous l'effet conjugué de la croissance de la demande et de l'inflation des matières premières qui mettent les chaînes d'approvisionnement sous tension. Le coût des batteries lithium-ion<sup>d</sup> est passé de 105 \$/kWh en 2021 à 160 \$/kWh en avril 2022<sup>46</sup>. En moyenne, les batteries produites aux États-Unis et en Europe sont 40 % et 60 % plus chères qu'en Chine, selon BloombergNEF, qui suit la tendance d'année en année. Or le prix des batteries représente 30 à 40 % du coût d'un véhicule électrique<sup>47</sup>. Dans un contexte de forte croissance du marché global des véhicules électriques, cette inflation soudaine presse davantage les stratégies engagées par les acteurs industriels et les États pour rapprocher la production de batteries de leurs sites de construction automobile.

Afin de se défaire de cette double exposition à la domination des acteurs asiatiques et de la pression inflationniste dans un contexte de forte demande, l'Europe et les États-Unis se sont lancés dans une véritable course à la production de batteries électriques. Ces projets sont le résultats d'investissements conjoints de constructeurs automobiles, d'entreprises d'électronique et de soutiens publics. Dans le cadre de l'*Infrastructure Investment and Jobs Act* voté en novembre 2021 par le Congrès des États-Unis, 7 Md\$ ont été débloqués pour aider les entreprises à développer des projets de production et de recyclage domestiques de batteries électriques<sup>48</sup>. Depuis 2017, l'Alliance européenne des batteries (EBA) alloue des fonds publics et autorise les aides d'États pour le développement de projets liés aux batteries ; dans un communiqué de presse paru en février 2022, l'EBA recense 111 projets développés dans

toute l'Europe, pour un investissement total de 127 Md€ sur l'ensemble de la chaîne de valeur<sup>49</sup>.

Ainsi, près de 1 400 GWh de « *gigafactories* » sont en projet en Europe (FIG. 4), de quoi équiper près de 17,5 millions de véhicules par an à horizon 2030<sup>50</sup>. En tout, ce sont près de quarante *gigafactories* qui sont annoncées. Pour l'heure, seules trois usines de fabrication de batteries pour véhicules électriques sont opérationnelles sur le Vieux continent : une petite usine pilote et de R&D, ouverte début 2022 par InoBat en Slovaquie ; une usine opérée depuis 2017 par Samsung à Göd, en Hongrie (40 GWh), et surtout Northvolt Ett, en Suède. Cette dernière *gigafactory*, d'une capacité de 60 GWh, a revendiqué en décembre 2021 la production de la toute première cellule de batterie lithium-ion conçue, développée et assemblée par une entreprise européenne<sup>51</sup>. Northvolt a déjà sécurisé l'équivalent de 50 Md\$ de contrats d'approvisionnement avec des constructeurs comme BMW, Scania, Volkswagen ou encore Volvo, et commencé ses premières livraisons commerciales en juin 2022<sup>52</sup>. En 2022, Northvolt a annoncé l'ouverture de deux nouveaux sites dans les années à venir, dans une ancienne usine à papier près de Göteborg, et dans le nord de l'Allemagne.

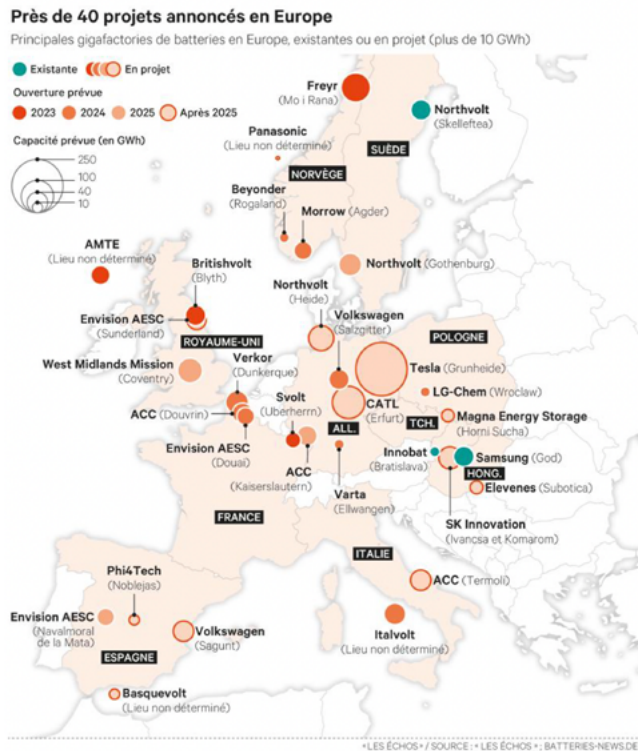
Parmi les derniers projets en date, Volkswagen, actionnaire à 20 % de l'usine Northvolt Ett, a annoncé la création d'une nouvelle société, « PowerCo », qui doit développer cinq *gigafactories* en Europe, dont la première doit voir le jour à Salzgitter, en Allemagne. Au total, le groupe automobile prévoit un investissement de 20 Md€ et la création de près de 20 000 emplois<sup>53</sup>. C'est aussi en Allemagne que Tesla a inauguré, au printemps 2022, la plus grande *gigafactory* d'Europe, à Grünheide, près de Berlin. D'une capacité de 100 GWh, l'usine doit démarrer sa production au deuxième semestre 2022 ; d'abord 30 000 unités lors des six premiers mois, et jusqu'à 500 000 voitures par an à terme<sup>54</sup>. Aux États-Unis, le Département de l'énergie comptabilisait treize projets de *gigafactories* prêtes à devenir opérationnelles en 2025<sup>55</sup>. Depuis, Stellantis et Samsung ont annoncé leur intention d'investir 2,3 milliards d'euros pour construire et opérer une nouvelle *gigafactory* dans l'Indiana<sup>56</sup>, tandis que Honda s'associe à LG Energy Solution pour investir 4,4 Md\$ dans une nouvelle usine de 40 GWh<sup>57</sup>.

<sup>d</sup> Les batteries lithium-ion sont les batteries les plus communément produites pour l'électromobilité, par opposition aux batteries au plomb. Parmi cette famille, on y distingue ensuite les batteries nickel-manganèse-cobalt (NMC), les plus courantes car disposant de la meilleure densité énergétique, des batteries lithium-fer-phosphate (LFP), plus stables et mieux adaptées au stockage de grandes capacités.

**FIGURE 4**

**LES « GIGAFABRIQUES » EXISTANTES OU EN PROJET EN EUROPE (PLUS DE 10 GWH)**

Source : *Les Échos*, 10/07/2022



**La relocalisation de la production de minerais stratégiques se heurte aux oppositions locales**

Outre la production de batteries, un autre déséquilibre de taille se pose en amont de la chaîne de valeur : la concentration des capacités de production, de raffinage et de transformation des métaux critiques (cf. **ENCADRÉ 2**). Ainsi, la République démocratique du Congo extrait 70,9 % du cobalt dans le monde, la Chine 59 % des terres rares<sup>e</sup> et 67,1 % du graphite, et l’Australie 52,3 % du lithium. La RDC concentre également 51,4 % des réserves de cobalt, la Chine, le Brésil et la Russie 68,4 % des réserves de terres rares, quand le Chili et l’Australie gardent en sous-sol près des trois-quarts du lithium disponible dans le monde<sup>58</sup>. Le paysage est encore plus impressionnant en aval des filières, puisque la Chine concentre à elle seule la grande majorité des capacités de raffinage et de transformation de tous ces métaux<sup>f</sup>, ainsi que des parts très importantes des capacités de production.

**ENCADRÉ 2 • POUR MIEUX COMPRENDRE**

**LA CRITICITÉ DES MÉTAUX, UNE NOTION RELATIVE**

Deux facteurs composent la « criticité » d’un métal : les risques qui pèsent sur son approvisionnement (disponibilité géologique, concentration de l’extraction et de la production, stabilité politique des pays producteurs, etc.), et l’importance du métal pour les économies. La variation de l’appréciation de ces facteurs aboutit à des évaluations différentes de la criticité des métaux selon les espaces économiques, les contextes et les périodes : la dernière liste dressée par l’Union européenne en 2020 qualifie 30 matériaux de « critiques » contre seulement 14 en 2011, quand les États-Unis en comptent 35, le Japon 34 et la Chine 24. On trouve dans ces listes aussi bien des métaux rares d’un point de vue géologique que des métaux abondants mais soumis à de fortes pressions en raison de la demande future (cuivre, bauxite, et même les « terres rares »...) ou des contextes politiques et environnementaux de leur extraction lorsque celle-ci est très concentrée géographiquement (cobalt en République démocratique du Congo – RDC).

Sources : *BRGM, 2018 ; Commission européenne, 2020 ; Interior Department of the United States, 2019 ; Andersson, P., 2020*

Symbole absolu de la convergence des enjeux de transition et d’indépendance géostratégique, le président Joe Biden a invoqué au début du mois de mars 2022 le *Defense Production Act* de l’époque de la guerre de Corée pour dégager des crédits supplémentaires afin d’accélérer la production de métaux stratégiques pour la transition énergétique du pays<sup>59</sup>. Les États-Unis ne disposent en effet plus que d’une seule mine de terres rares (Mountain Pass, en Californie), et de nombreux autres projets sont en cours de développement.

La production de minerais stratégiques ravive les nationalismes économiques, y compris dans les pays émergents qui souhaitent tirer profit de leurs ressources en matières premières pour intégrer les chaînes de valeur et gagner en valeur ajoutée. Au Mexique, le président Andrés Manuel López Obrador a annoncé en avril 2022 la création d’une entreprise d’État, Litio para México, pour explorer et exploiter le lithium et en contrôler la chaîne de valeur<sup>60</sup>. Un an auparavant, le coréen LG Energy Solution (LGES), acteur dominant du marché des batteries rechargeables, avait signé un protocole d’accord avec quatre entreprises publiques indonésiennes pour former l’Indonesian Battery Corporation<sup>61</sup>. L’interdiction d’exporter du nickel, décidée en janvier 2020 par le gouvernement, aurait déjà permis d’accroître les investissements sur le territoire national<sup>62</sup>. Raffiné, le sulfate de nickel est un élément essentiel à la fabrication des cathodes dans les batteries domestiques et les batteries lithium-ion utilisées dans les véhicules électriques. L’ambition du président indonésien Joko

e Les « terres rares » désignent un groupe de 17 métaux qui ne sont pas rares à proprement parler, mais dont la concentration dans la croûte terrestre est très faible, ce qui rend leur extraction coûteuse énergétiquement. Ils sont remarquables pour leurs propriétés catalytique, magnétique, électrique, chimique, optique et de résistance à la chaleur, qui en font des matériaux indispensables à de nombreuses technologies comme les smartphones, les écrans LCD, les ampoules basse consommation, les LED, les lasers, les aimants permanents des turbines des éoliennes, notamment offshore, ou encore dans l’armement.

f De 35 % pour le nickel à 50-70 % pour le lithium et le cobalt, et jusqu’à 90 % pour les terres rares, selon les chiffres de l’AIE. Source : *AIE, 2021*

Widodo est de développer une filière économique nationale intégrée, de la mine jusqu'à la production de batteries, plutôt que d'exporter seulement les matières premières. En République démocratique du Congo, en février 2022, un tribunal a retiré le contrôle d'une des plus grandes mines de cobalt au monde à China Molybdenum, soupçonnée de fraude à la redevance<sup>63</sup>. Le gouvernement congolais entend reprendre le contrôle sur la production de cobalt via son entreprise d'État, Gécamines, sur fond de campagne anticorruption et de rapprochement entre le président Félix Tshisekedi et son homologue américain Joe Biden, soucieux du contrôle chinois sur la chaîne d'approvisionnement<sup>64</sup>. En vue de renforcer sa position dominante, la Chine a autorisé la fusion de China Minmetals Rare Earth Co, Chinalco Rare Earth and Metals Co et Ganzhou Rare Earth Group, pour former un seul groupe sous l'autorité du gouvernement central, China Rare Earth Group, qui contrôlera 70 % de la production nationale de terres rares<sup>65</sup>.

Mais la volonté d'ouvrir de nouvelles mines se heurte à l'opposition d'une société civile qui a parfois depuis longtemps tourné la page de son histoire minière. En janvier 2022, le gouvernement serbe a fini par révoquer la licence d'exploitation du groupe anglo-australien Rio Tinto pour l'ouverture d'une des plus grandes mines de lithium au monde dans la vallée de Jadar. Le géant minier, qui prévoyait d'investir 2,4 Md\$, a rencontré une vive opposition de riverains et de responsables politiques<sup>66</sup>. Au Portugal, le projet d'ouverture d'une mine de lithium par Savannah Resources dans la région de Barroso, classée au Patrimoine agricole mondial, à 150 kilomètres au nord-est de Porto, soulève également des protestations<sup>67</sup>. La capacité de la mine pourrait fournir du lithium à 500 000 VE pendant près de dix ans. En France, dans le Finistère, 600 personnes ont manifesté « de façon préventive » contre tout projet d'extraction de lithium dans une zone classée Natura 2000, après que le Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) a publié une carte dévoilant le potentiel de la région<sup>68</sup>. En Indonésie, de plus en plus de militants sont arrêtés depuis la révision de la loi minière en 2020 : en 2021, 53 personnes étaient poursuivies pour des charges criminelles pour s'être opposées à des projets miniers<sup>69</sup>. Enfin, aux États-Unis, des peuples de « natifs américains » se liguent contre le projet Thacker Pass, qui doit devenir la plus grande mine de lithium des États-Unis, construite par Lithium Nevada Corporation. Durant les 41 ans de durée du projet, la mine doit produire 80 000 tonnes de carbonate de lithium par an, soit l'équivalent d'un cinquième de la production mondiale en 2020<sup>70</sup>.

### En quête de sécurité d'approvisionnement, constructeurs et fournisseurs se rapprochent

Sur l'ensemble du marché, les constructeurs tendent à se rapprocher de leurs fournisseurs en signant des contrats d'approvisionnement en métaux stratégiques. Le groupe Stellantis (PSA/ Fiat-Chrysler) a signé un contrat d'approvisionnement en lithium pour ses usines européennes avec Vulcan Energy. Cette jeune entreprise australienne développe en Allemagne un projet intitulé « *Zero carbon Lithium* » qui vise à utiliser

l'énergie géothermique pour produire de l'hydroxyde de lithium à partir de saumure. Elle s'engage à fournir à Stellantis un minimum de 81 000 tonnes d'hydroxyde de lithium sur cinq ans à partir de 2026. Il s'agit d'un projet similaire et concurrent à celui développé par Eramet en Alsace (CF. CAS D'ÉTUDE ALSACE). Renault et le fabricant de batteries LG ont également signé des contrats d'approvisionnement avec la firme australienne<sup>71</sup>. Sur le marché américain, Stellantis a signé un accord avec Controlled Thermal Resources (CTR) pour se fournir en hydroxyde de lithium produit en Californie. CTR en fournira ainsi 25 000 tonnes par an au constructeur durant les dix prochaines années, afin de fabriquer des batteries en Amérique du Nord<sup>72</sup>. De son côté, Ford affirme avoir sécurisé ses approvisionnements pour produire 600 000 VE par an à partir de 2023 ; par exemple via un récent joint-venture avec Loneer Ltd., un fabricant de lithium bientôt implanté dans le Nevada<sup>73</sup>. Profitant d'une visite diplomatique du chancelier allemand Olaf Scholz au Canada au mois d'août 2022, Volkswagen et Mercedes-Benz ont également conclu des accords avec le gouvernement fédéral canadien pour sécuriser leur approvisionnement en lithium, nickel, cobalt et graphite, disponibles en abondance dans l'Ontario<sup>74</sup>.

Une autre façon pour les constructeurs de garantir leurs ressources est d'entrer au capital d'entreprises en aval de la chaîne de valeur. Ainsi, en plus de son contrat d'approvisionnement, Stellantis est également devenu le deuxième actionnaire de Vulcan Energy<sup>75</sup>. Ces stratégies ne sont pas l'apanage des grands constructeurs, et d'autres acteurs intermédiaires font valoir leur position stratégique dans la chaîne de valeur. Ainsi, Plastic Omnium, leader mondial des pare-chocs et des réservoirs, va acquérir Actia Power, une branche du groupe toulousain Actia spécialisée dans la conception et la fabrication de batteries embarquées, d'électronique de puissance et de systèmes d'électrification destinés à la mobilité électrique des camions, bus, cars, trains et engins de chantier<sup>76</sup>.

### Le recyclage des batteries, un raccourci des chaînes de valeur encore lointain

Nouvelle frontière de l'électrification de la mobilité, le recyclage des batteries revêt un enjeu géostratégique supplémentaire dans le contexte concurrentiel international qui entoure l'approvisionnement en métaux<sup>9</sup>. Selon l'AIE, la capacité mondiale de recyclage des batteries s'établit en 2021 à 180 000 t/an, dont la moitié est répertoriée en Chine<sup>77</sup>. Le Japon, la France et l'Allemagne complètent l'essentiel des capacités de recyclage actuelles ou annoncées. Quoiqu'il en soit, la capacité mondiale de recyclage demeure nettement en deçà de ce qui est mis sur le marché, et demeure un parent pauvre des stratégies de régionalisation des filières industrielles. Dans le meilleur des scénarios, l'AIE estime que le recyclage permettra d'atteindre, par exemple, jusqu'à 12 % de la demande mondiale en cobalt et 5 % pour le lithium en 2040. Dans l'Union européenne, seuls 12 % de l'aluminium, 22 % du cobalt, 8 % du manganèse, 16 % du nickel et presque pas de lithium sont recyclés à l'heure actuelle<sup>78</sup>.

g Pour une analyse détaillée des capacités de recyclage des batteries, voir : « Le recyclage des batteries lithium-ion, nouvelle frontière de l'électrification de la mobilité », page 167 dans Observatoire de l'action climat non-étatique (2021). [Bilan mondial de l'action climat par secteurs](#). *Climate Chance*



ENCADRÉ 3 • POUR MIEUX COMPRENDRE

## LES PROCÉDÉS DE RECYCLAGE DES BATTERIES LITHIUM-ION

Une opération de recyclage des batteries lithium-ion se compose de quatre étapes. La stabilisation vise à décharger le pack de batterie. Puis le prétraitement consiste à démonter le pack de batterie pour en isoler les modules. À l'issue de cette étape, les modules sont soit démontés, soit broyés avant une séparation des différents matériaux. Une « masse noire » (*black mass*) est alors obtenue, contenant le carbone hydrophobe et les oxydes de métaux hydrophiles. Deux procédés existent alors à ce stade pour le recyclage des batteries lithium-ion : l'hydrométallurgie et la pyrométallurgie. La pyrométallurgie est le plus courant et consiste sommairement à chauffer à haute température la batterie pour récupérer un alliage de métaux. Il s'agit d'une technique classique de recyclage des métaux qui a été adaptée aux batteries de véhicules électriques. Néanmoins le rendement de l'opération est limité, dans la mesure où il est difficile de retirer des alliages les métaux à haute valeur ajoutée comme le cobalt, le lithium, le nickel ou encore le manganèse. L'hydrométallurgie, une technique émergente, consiste à dissoudre la « masse noire » dans des bassins de solvants (lixiviation) qui vont permettre d'isoler les différents métaux recherchés. C'est donc dans cette dernière technique que les espoirs sont fondés pour permettre de remettre en circulation les minéraux stratégiques qui composent les batteries.

Source : [Culture Sciences Chimie, 2021](#)

Dans le paysage international du recyclage des batteries lithium-ion, le Québec fait office de pionnier<sup>h</sup>. Profitant d'un mix électrique dominé à 95 % par l'hydroélectricité, la situation québécoise est propice à l'électrification des usages, et notamment du transport, qui représente 43 % des émissions de la province. La *Stratégie québécoise de développement de la filière batterie* vise à positionner le Québec parmi les leaders mondiaux sur l'ensemble des échelons de la filière, depuis l'extraction des minerais de ses riches sous-sols jusqu'à la fabrication des batteries, en passant par l'assemblage et la fabrication des anodes et cathodes. La jeune entreprise montréalaise Recyclage Lithion bénéficie de soutien du gouvernement provincial, qui en est actionnaire. Une usine de démonstration d'une capacité de 200 tonnes a vu le jour en 2020 à Anjou, dans un arrondissement de Montréal. Désormais, un site de broyage lithium-ion doit y voir le jour en 2023, d'une capacité de 7 500 tonnes de batteries/an, soit 25 000 VE. Recyclage Lithion a récemment levé 125 M\$CAN supplémentaires pour alimenter son plan d'investissement de 350 M\$CAN en cinq ans<sup>79</sup>. Li-Cycle, une autre entreprise canadienne basée à Toronto, très présente en Amérique du Nord, prévoit l'ouverture de deux usines de recyclage de batteries en Allemagne et en Norvège début 2023, et d'atteindre une capacité de recyclage de 65 000 t/an fin 2023<sup>80</sup>.

<sup>h</sup> Idem.

La demande en matière recyclée en Europe s'accroît en effet à mesure qu'ouvrent de nouvelles *gigafactories*. Northvolt a par exemple pris l'engagement d'atteindre 50 % de matières premières recyclées en 2030. La compagnie minière française Eramet et le géant des services urbains Suez jettent les bases d'un projet d'usine de recyclage de batteries en France à l'horizon 2024<sup>81</sup>, en même temps que BASF en Allemagne<sup>82</sup>.



## GRANDS ENSEIGNEMENTS

**Le rebond des ventes de véhicules automobiles observé en 2021 après l'effondrement provoqué par le Covid-19 poursuit la double tendance engagée depuis plusieurs années. D'une part, l'électrification des ventes de véhicules neufs continue sa course effrénée en Europe et en Chine : un véhicule sur cinq vendu dans le monde est désormais électrique rechargeable (BEV et PHEV). D'autre part, les SUV étendent leur conquête du marché et poussent à l'augmentation de la taille, du poids et de la consommation des véhicules : un véhicule sur deux vendu dans les grandes économies est un SUV, et les véhicules électriques n'échappent pas eux-mêmes à la tendance.**

**Cette double tendance se traduit matériellement par un besoin accru en métaux critiques. En particulier, les besoins en minerais indispensables à la production de batteries électriques (lithium, nickel, cobalt) intensifient la concurrence internationale. Constructeurs automobiles, fabricants de batteries, compagnies minières, États et gouvernements locaux se lancent alors dans une course folle à la sécurisation de leur approvisionnement en matières premières, dans un contexte de forte concentration des chaînes de valeur aux mains de quelques pays. Aux États-Unis et en Europe, la régionalisation et la relocalisation de la production de batteries et de minerais critiques se heurte à des oppositions locales, qui soulignent notamment les contradictions entre la constitution de filières industrielles bas carbone et la préservation de l'environnement. Il en va de même dans les pays émergents, où les politiques d'intégration verticale des chaînes de valeur capitalisant sur les ressources naturelles en minerais rencontrent des contestations. Enfin, la concentration des chaînes de valeur autour d'une poignée d'acteurs dominants en amont et en aval de la filière automobile se confirme.**

## RÉFÉRENCES

RETOUR PAGE PRÉCÉDENTE

- 1 Enerdata, [Global Energy & CO<sub>2</sub> Database](#)
- 2 AIE (2021). [Tracking Transport 2021](#). Agence internationale de l'énergie
- 3 OICA (2022). [Global Sales Statistics 2019-2021](#). International Organization of Motor Vehicle Manufacturers
- 4 AIE (2022). [Global EV Outlook 2022](#). Agence internationale de l'énergie
- 5 ACEA (20/07/2022). [New car registrations by fuel type, European Union](#). European Automobile Manufacturers Association
- 6 Banerji, S. (06/01/2022). [Electric two wheelers register a staggering 132 % growth in 2021 but 2022 promises to be event better](#). Economic Times
- 7 Dalvi, A. (13/07/2022). [EVs account for 3.6 percent of two-wheeler sales in first half of 2022](#). Autocar India
- 8 Kamboj, P., Malyan, A., Kaur, H. et al. (2022). [India Transport Energy Outlook](#). Council on Energy, Environment and Water
- 9 Cozzi, L., Petropoulos, A. (21/12/2021). [Global SUV sales set another record in 2021, setting back efforts to reduce emissions](#). Agence internationale de l'énergie
- 10 Ibid.
- 11 Kane, M. (21/08/2021). [Electric cars from heaviest to lightest](#). InsideEVs
- 12 Ademe (2021). [Évolution de la masse moyenne – Véhicules particuliers neuf vendus en France](#).
- 13 Walton, E. (29/04/2021). [How much does a car weigh?](#) Autolist
- 14 Weiss, M., Cloos, K. C., Helmers, E. (2020). Energy efficiency trade-offs in small to large electric vehicles. *Environmental Sciences Europe*, vol. 32 (46)
- 15 AIE (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#). Agence internationale de l'énergie
- 16 AIE (2022). *Global EV Outlook 2022*, op. cit.
- 17 Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Department for Transport (up. 28/06/2022). [COP26 declaration on accelerating the transition to 100 % zero emission cars and vans](#). Government of United Kingdom
- 18 Karlamangla, S. (29/08/2022). [What to Know About California's Ban on New Gasoline-Powered Cars](#). The New York Times
- 19 Melillo, G. (30/08/2022). [Several states will follow California's lead in banning gas-powered car sales by 2035](#). The Hill
- 20 Dow, J. (01/04/2022). [Canada's new 2035 gas car ban may not actually ban gas cars](#). Electrek
- 21 Ministerio de Energia, Gobierno de Chile (15/10/2021). [Lanzamiento Estrategia Nacional de Electromovilidad : Gobierno anuncia que al 2035 se venderán solo vehículos eléctricos en Chile](#). energia.gob.cl
- 22 Abnett, K. (08/06/2022). [EU lawmakers back ban on new fossil-fuel cars from 2035](#). Reuters
- 23 [REGULATION \(EU\) 2019/631](#) OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 17 April 2019 setting CO<sub>2</sub> emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, and repealing Regulations (EC) No 443/2009 and (EU) No 510/2011
- 24 Tietge, U., Dornoff, J., Mock, P., Diaz, S. (2022). [CO<sub>2</sub> emissions from new passenger cars in Europe : Car manufacturers' performance in 2021](#). The International Council on Clean Transportation
- 25 European Commission (n.d.). [CO<sub>2</sub> emission performance standards for cars and vans](#). ec.europa.eu
- 26 Mock, P., Tietge, E., Wappelhorst, S., Bieker, G., Dornoff, J., Bernard, M.R. (01/09/2021). [Market monitor : European passenger car and light-commercial vehicle registrations, January-July 2021](#). The International Council on Clean Transportation
- 27 White, E., Li, G., Jung-a, S. (05/07/2022). [Warren Buffett-backed Chinese group BYD overtakes Tesla in global electric vehicle sales](#). Financial Times
- 28 BYD (24/03/2022). [BYD and Shell partner on EV charging across China and Europe](#). BYD
- 29 Corporate Electric Vehicle Alliance (20/01/2022). [Major companies with large fleets release new electric vehicle 'blueprint' for car and truck...](#) Ceres
- 30 EV100 (2022). [EV100 Progress and Insights Report 2022](#). Climate Group
- 31 Reuters (12/07/2022). [Brazilian ride-hailing app 99 to test electric car with China's BYD](#). Reuters
- 32 Lazer, L., Wachche, S., Sclar, R., Cassius, S. (2021). [Electrifying Ride-Hailing in the United States, Europe, and Canada : How to Enable Ride-Hailing Drivers to Switch to Electric Vehicles](#). World Resources Institute
- 33 Bellon, T. (27/10/2021). [Uber partners with Hertz to offer 50,000 Tesla rentals to U.S. ride-hail drivers](#). Reuters
- 34 Marshall, A. (22/03/2022). [California's Plan to Electrify Uber and Lyft Doesn't Add Up](#). Wired
- 35 Trudell, C. (05/05/2022). [Uber's Push to Electrify London Turns Former Foes Into Partners](#). Bloomberg
- 36 Hampel, C. (04/04/2022). [Uber expands EV options to the whole of London](#). Electriv
- 37 Roy, S. (14/03/2022). [Delhi : How ride-hailing startups with electric vehicle-only](#). The Times of India
- 38 AIE (2022). *Global EV Outlook 2022*, op. cit.
- 39 Ibid.
- 40 Reuters (22/11/2021). [UK to require charge points for electric vehicles in new buildings](#). Reuters
- 41 Williams, A. (24/07/2022). [US states divided over petrol stations as LA considers ban on new pumps](#). Financial Times
- 42 Rezvani, A. (19/08/2022). [What the Inflation Reduction Act means for electric car buyers and auto companies](#). NPR
- 43 Yu, A., Sumangil, M. (16/02/2021). [Top electric vehicle markets dominate lithium-ion battery capacity growth](#). S&P Global Market Intelligence
- 44 Choo, C. (03/06/2022). [Global EV battery makers raise output by 83 % on year in January-April : SNE Research](#). S&P Global
- 45 BNEF (30/11/2021). [Battery Pack Prices Fall to an Average of \\$132/kWh, But Rising Commodity Prices Start to Bite](#). BloombergNEF
- 46 Lienert, P., Carey, N. (20/04/2022). [Analysis : Soaring battery costs fail to cool electric vehicle sales](#). Reuters
- 47 AIE (2021). [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#). Agence internationale de l'énergie
- 48 Plautz, J. (15/02/2022). [DOE makes \\$3.1B available for battery manufacturing incentives](#). Utility Dive
- 49 Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (23/02/2022). [European Battery Alliance moves ahead : new European Battery Academy launched to boost skills for fast-growing battery ecosystem in Europe](#). Commission Européenne
- 50 Feitz, A. (10/07/2022). [En Europe, la course aux gigafactories](#). Les Échos
- 51 Northvolt (29/12/2021). [Northvolt assembles first lithium-ion battery cell at Swedish Gigafactory](#). Northvolt
- 52 Northvolt (22/06/2022). [Europe's first homegrown gigafactory delivers](#). Northvolt
- 53 Feitz, A. (10/07/2022). [Volkswagen : coup d'envoi d'une offensive massive dans les batteries](#). Les Échos
- 54 Graupner, H. (22/03/2022). [Tesla's first European Gigafactory opens near Berlin](#). Deutsche Welle
- 55 DoE (20/12/2021). [FOTW #1217, December 20, 2021 : Thirteen New Electric Vehicle Battery Plants Are Planned in the U.S. Within the Next Five Years](#). Department of Energy
- 56 Kane, M. (24/05/2022). [Stellantis And Samsung SDI To Build Battery Gigafactory In Indiana](#). InsideEVs
- 57 Reuters (20/08/2022). [Honda Motor, LG Energy to build \\$4.4 bln U.S. EV battery plant](#). Reuters
- 58 BP (2021). [Statistical Review of World Energy](#). British Petroleum
- 59 Williams, A. (10/05/2022). [Powering electric cars : the race to mine lithium in America's backyard](#). Financial Times
- 60 Reyes, C. (23/08/2022). [Nace la empresa Litio Para México; Diario Oficial publica el decreto](#). El Universal

- 61 Ekonid Insight (01/04/2021). [Indonesia launches Indonesia Battery Corporation](#). Perkumpulan Ekonomi Indonesia-Jerman
- 62 Gupta, K. (30/03/2022). [Indonesia's claim that banning nickel exports spurs downstreaming is questionable](#). The Conversation
- 63 Lipton, E., Searcey, D. (28/02/2022). [Chinese Company Removed as Operator of Cobalt Mine in Congo](#). The New York Times
- 64 Searcey, D., Forsythe, M., Lipton, E. (20/11/2021). [A Power Struggle Over Cobalt Rattles the Clean Energy Revolution](#). The New York Times
- 65 Yu, S., Mitchell, T. (23/12/2021). [China merges 3 rare earths miners to strengthen dominance of sector](#). Financial Times
- 66 Dunai, M., Hume, N. (20/01/2022). [Serbia pulls plug on planned Rio Tinto lithium mine](#). Financial Times
- 67 Morel, S. (04/02/2022). [La fièvre du lithium gagne le Portugal](#). Le Monde
- 68 Collet, V. (26/02/2022). [Finistère : 600 personnes contre une exploitation de lithium à Tréguennec](#). Le Figaro
- 69 Jong, H. N. (09/02/2022). [In Indonesia, a 'devious' policy silences opposition to mining, activists say](#). Mongabay
- 70 Stone, M. (28/10/2021). [Native opposition to Nevada lithium mine grows](#). Grist
- 71 Thoin-Bousquié, J. (29/11/2021). [Stellantis va se fournir en lithium made in Allemagne auprès de Vulcan Energy pour ses batteries](#). L'Usine Nouvelle
- 72 Randall, C. (03/06/2022). [Stellantis is buying lithium from California](#). Electrive
- 73 Boudette, N. E. (21/07/2022). [Ford increases its battery supply to meet its electric-vehicle goals](#). The New York Times
- 74 CBC News (23/08/2022). [Agreement with German automakers 'unprecedented' for Canada, says auto industry insider](#). CBC
- 75 Stellantis (24/06/2022). [Stellantis Expands Relationship with Vulcan Energy Becoming Shareholder in Decarbonized Lithium Company](#). Stellantis
- 76 AFP (27/06/2022). [Plastic Omnium va acquérir une branche d'Actia, dédiée notamment à la fabrication de batteries électriques](#). Connaissance des énergies
- 77 Hund, K., La Porta, D., Fabregas, T. P., et al. (2020). [Minerals for Climate Action : The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition](#). Banque mondiale
- 78 Parlement européen (2021). [Briefing. New EU regulatory framework for batteries. Setting sustainability requirements](#). europarl.europa.eu
- 79 Tomesco, F. (24/01/2022). [Lithion Recycling raises \\$125 million, moves closer to recycled battery production](#). Montreal Gazette
- 80 Lazzaro, N. (14/06/2022). [Li-Cycle to reach 65,000 mt battery recycling capacity by end-2023](#). S&P Global
- 81 Reuters (16/03/2022). [Framet, Suez eye EV battery recycling in France by 2024](#). Reuters
- 82 Lewis, M. (20/06/2022). [BASF is going to build a commercial battery-recycling, black-mass plant](#). Electrek