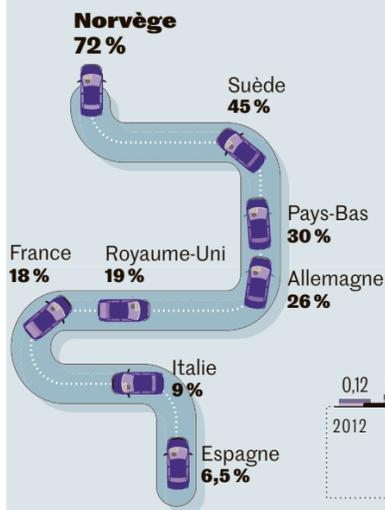


La transition énergétique va entraîner une explosion de la demande de métaux et pose la question de la souveraineté énergétique

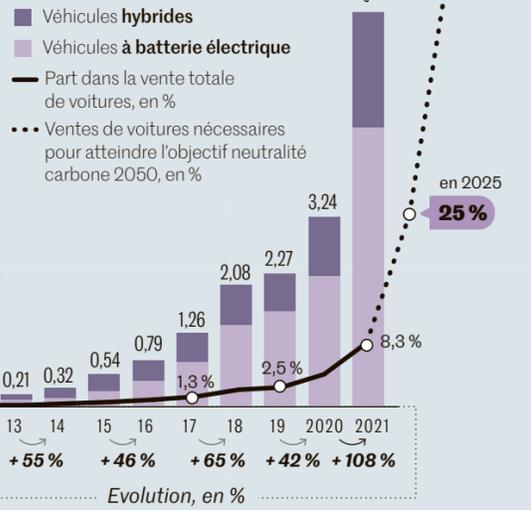
Véhicules électriques : hausse de la demande

2030 Pays ou ville ayant fixé une date d'interdiction des véhicules neufs à moteur thermique avant la décision de l'Union européenne (UE) de fixer cette date à 2035 (voir carte)

Ventes de véhicules électriques et hybrides rechargeables en Europe, en % des ventes par pays, en 2021



Ventes mondiales de véhicules électriques (VE) et hybrides rechargeables, en millions

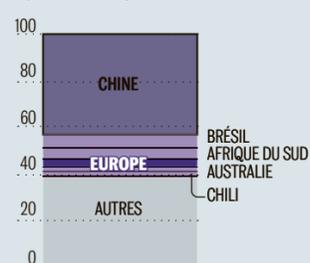


Matières premières : augmentation des besoins et des coûts

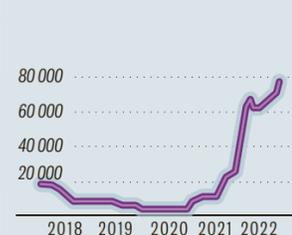
Consommation mondiale de lithium



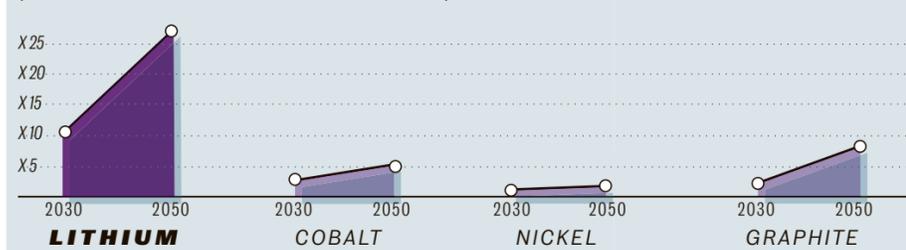
Importations de l'UE de matières premières pour l'éolien, le photovoltaïque et les batteries, en %



Prix d'une tonne de carbonate de lithium négociée en Chine, de janvier 2018 à octobre 2022, en euros (moyenne mensuelle)



Projection de la demande d'ici à 2050, par type de matières premières critiques (pour la fabrication de voitures et de batteries électriques)



Infographie Le Monde : Flavie Holzinger et Floriane Picard

Sources : European Geological Data Infrastructure ; BRGM ; Commission européenne ; Mineralinfo.fr ; GIS Reportonline ; Lek Consulting ; AFP ; UC Louvain ; Le Monde

Dans la vallée du Rhin, l'espoir de « l'or blanc » géothermal

Ces projets d'exploitation du lithium moins polluants que les mines traditionnelles se multiplient en Allemagne et en France

REPORTAGE

INSHEIM (RHÉNANIE-PALATINAT) - envoyée spéciale

Dans la région, l'or blanc n'est pas seulement celui des précieuses grappes de riesling des domaines viticoles. C'est aussi celui logé à plus de 3000 mètres sous le sol, dans les eaux géothermales. « Il est vrai que nous sommes cachés au milieu des vignes », sourit Vincent Ledoux Pedailles, directeur commercial de Vulcan Energy, invitant à le suivre dans la centrale géothermique d'Insheim (Rhénanie-Palatinat). C'est là, à 30 kilomètres de Karlsruhe (Bade-Wurtemberg), que la start-up germano-australienne a installé son projet d'extraction de lithium, ce métal indispensable à la fabrication des batteries électriques.

Une série de tuyaux rouges ou gris courent autour du puits plongeant dans les entrailles de la terre. La saumure – une eau trois fois plus salée que la mer – qui en remonte à 165 °C produit de 3,5 à 4,8 mégawatts d'électricité par an. Dans le bâtiment principal, Vulcan Energy a monté son unité pilote. Une partie de la saumure sortant de la centrale, entre 65 °C et 85 °C, passe dans une colonne remplie d'une résine, qui en récupère le chlorure de lithium et filtre les impuretés. L'eau est ensuite réinjectée dans le sous-sol. « Un circuit fermé qui n'utilise pas de produit chimique », assure Vincent Ledoux Pedailles.

L'ambitieuse start-up de 180 salariés, née en 2018, construit un site de démonstration à Landau, tout près, et deux nouvelles usines géothermiques dans la région, qui devraient entrer en production fin 2025. « Nous avons 12 licences couvrant plus de 1400 kilomètres carrés », détaille M. Ledoux Pedailles. Soit une partie de l'immense réservoir du bassin rhénan, dont l'entreprise compte, à terme, extraire 40 000 tonnes de lithium « vert » par an.

« Produire 10 000 tonnes par an »

Vert ? Sûrement plus que celui extrait du sol par les deux procédés traditionnels. Le premier consiste à exploiter l'or blanc présent dans les roches magmatiques ou granitiques – c'est le cas des mines australiennes dont la matière première, une fois extraite, est envoyée en Chine, où elle est chauffée puis traitée aux acides.

Quinze tonnes de CO₂ sont émises pour extraire 1 tonne d'hydroxyde de lithium de « qualité batterie ».

Le second procédé concerne les salars d'Amérique du Sud : la saumure est pompée dans le sol, puis concentrée dans d'immenses bassins d'évaporation à la surface, semblables à des lacs salés. Cette technique exige des produits chimiques pour purifier le lithium, et 5 tonnes de CO₂ sont émises pour extraire l'équivalent d'une tonne.

L'exploitation des saumures géothermales n'émet quasiment pas de CO₂, assure Vulcan Energy. Mais elle nécessite de gros moyens : avec une capitalisation boursière de 700 millions d'euros, la start-up doit encore sécuriser 1 milliard d'euros de financements d'ici à 2024. Stellantis est entré dans son capital à hauteur de 50 millions d'euros, et elle a déjà signé des contrats d'approvisionnement avec LG, Renault, Volkswagen et le chimiste belge Umicore. Mais les riches saumures du fossé rhénan, zone géologique s'étendant sur 300 kilomètres de long et 40 kilomètres de large entre la France et l'Allemagne, attirent bien d'autres convoitises. Ses réserves en carbonate de lithium sont estimées entre 10 millions et 40 millions de tonnes. L'allemand EnBW projette d'en extraire depuis sa centrale de Bruchsal (Bade-Wurtemberg), près de Karlsruhe. Vulcan Energy a sollicité une licence des autorités tricolores pour explorer également le sous-sol de l'autre côté de la frontière.

En France, le projet de recherche européen EuGeLi, coordonné par le groupe minier Eramet, s'est achevé en décembre 2021 dans la centrale géothermique de Soultz-sous-Forêts (Bas-Rhin), opérée par Electricité de Strasbourg (ES). Il a confirmé la possibilité d'extraire du carbonate de lithium de bonne qualité des eaux géothermales de la centrale. « Désormais, nous étudions la faisabilité industrielle du procédé », explique Béatrice Pandélis, la présidente de la filiale ES Geothermie. Notre objectif est de produire à terme 10 000 tonnes de lithium par an.

A Trappes (Yvelines), dans le centre d'innovation d'Eramet, Fabien Burdet est intarissable sur « l'éponge » à lithium expérimentée à Soultz-sous-Forêts. « Étonnamment, celle-ci est née en Argentine, où nous exploiterons le salar de Centenario-Ratones dès 2024 », explique le responsable de l'unité

lithium du groupe. Pas en déployant des lacs d'évaporation, dévastateurs pour l'environnement, mais en filtrant les saumures grâce à cette « éponge » multibrévétée. « Et nous avons découvert qu'elle fonctionne également avec les saumures géothermales d'Alsace », se félicite Julien Masson, directeur de la stratégie d'Eramet.

Basé à Bischwiller (Bas-Rhin), Lithium de France, une filiale du groupe Arverne, a également décroché un permis de recherche pour prospecter le sous-sol alsacien. Sous réserve d'obtenir les autorisations, la production pourrait démarrer en 2025. « Nous nous projetons à long terme sur le territoire et organisons de nombreuses réunions d'information », insiste Guillaume Borrel, le directeur général de Lithium de France.

« Sismicité »

Car s'ils ont un impact sur l'environnement bien moindre que les mines à ciel ouvert d'Australie et les salars d'Amérique du Sud, les projets autour du lithium rhénan, toujours couplés à une centrale géothermique, sont encore expérimentaux. Et nécessitent d'être acceptés par la population locale. Or la géothermie alsacienne a connu des mois difficiles. En décembre 2020, la centrale de Fonroche, à Reichstett-Vendenheim (Bas-Rhin), déclencha une série de séismes fortement ressentis par les habitants. Le projet fut aussitôt suspendu, soulevant la méfiance.

« Les opérations nécessaires à l'exploitation de la géothermie profonde s'accompagnent toujours d'une sismicité qui, dans la majorité des cas, est contrôlée et non perceptible par la population », explique Jérôme Vergne, sismologue à l'École et observatoire des sciences de la Terre de Strasbourg. Dans le cas de Fonroche, les forages n'avaient pas été menés dans les règles de l'art.

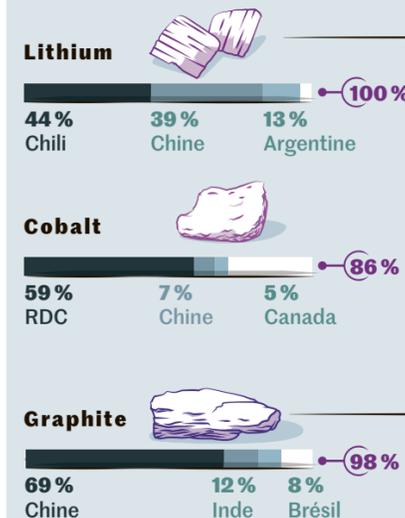
Depuis, les autres projets sont l'objet d'une vigilance renforcée. Pour le moment, ils soulèvent peu d'inquiétude. « Ici, la géothermie fait désormais partie du paysage », juge Christophe Schimpf, le maire de Soultz-sous-Forêts. Avant de confier : « Bien sûr, le lithium sera la cerise sur le gâteau. Mais à l'heure de la crise énergétique, ces centrales ont surtout le potentiel d'attirer des industries très consommatrices en chaleur dans notre région et de créer des emplois. »

MARIE CHARREL

Une dépendance de l'Union européenne dans toute la chaîne d'approvisionnement des batteries de voitures électriques

MATIÈRES PREMIÈRES

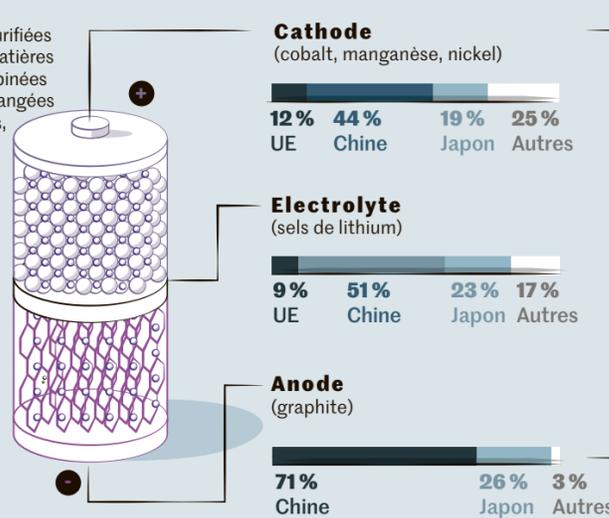
■ Principaux producteurs mondiaux en 2020
X% Dépendance de l'Union européenne (UE) à l'égard des importations en 2020



Après avoir été purifiées et raffinées, les matières actives sont combinées entre elles et mélangées à certains additifs, pour fabriquer les composants des cellules de batterie

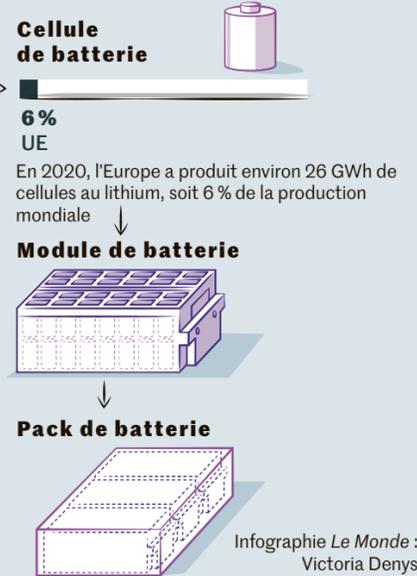
FABRICATION DES COMPOSANTS DE CELLULES

Part dans la fabrication mondiale en 2019



La cellule est placée avec d'autres dans des modules puis connectée. Les modules sont ensuite assemblés pour constituer la batterie

CELLULE DE BATTERIE FINALE



Infographie Le Monde : Victoria Denys