

QUELLES POSSIBILITÉS ET LIMITES POUR LES BATTERIES DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ?



© Merlin Meunice

laissons
respirer
.brussels 

Septembre 2024

La “Low Emission Mobility Roadmap”¹, de la Région de Bruxelles-Capitale comprend trois mesures générales étroitement liées aux options actuelles et futures pour les véhicules électriques à batterie (VEB) :

1. accélérer l'intégration des véhicules électriques légers à petite batterie dans les flottes publiques locales et régionales;
2. prévoir l'infrastructure de recharge sur base du plan de déploiement “electrify.brussels”²;
3. prévoir une politique de transition énergétique.

La politique de transition énergétique prend en compte les trois lignes directrices suivantes:

1. utiliser la “recharge intelligente” pour minimiser la congestion du réseau, réduisant ainsi le besoin d'investissement dans le réseau dû au développement des véhicules électriques;
2. charger continuellement avec de l'électricité verte et utiliser au maximum les énergies renouvelables produites localement;
3. miser au maximum sur la réutilisation des batteries des véhicules électriques, avant tout en donnant une vision correcte de leur “état de santé” qui indique le degré de dégradation et la capacité restante de la batterie lors de la vente de la voiture sur le marché de l'occasion, puis dans le cadre d'une “seconde vie”.

Les batteries de seconde vie sont celles qui ont atteint la fin de leur durée de vie ‘sous le capot’, mais qui ont encore une capacité résiduelle d'environ 70-80%³. Elles peuvent être utilisées dans des systèmes stationnaires (par exemple comme batterie domestique). En fin de vie, un recyclage maximal des matières premières de la batterie est visé.

Le marché européen et belge des véhicules électriques, spécifiquement des voitures particulières, connaît une croissance rapide depuis plusieurs années. En comparaison avec d'autres technologies, ce sont les VEB qui ont l'impact négatif le plus faible sur la qualité de l'air et la crise climatique dans les villes. En outre, les VEB peuvent être chargés avec de l'énergie renouvelable, et peuvent jouer un rôle important dans le stockage et les échanges avec le réseau électrique via la technologie “Vehicle-to-Grid” (V2G) (ou charge bidirectionnelle). L'idée sous-jacente à la technologie V2G est que les batteries du véhicule soient utilisées comme unités de stockage. Associée à une “gestion intelligente de la charge”, l'énergie renouvelable excédentaire peut être stockée dans les batteries des voitures. Lorsque la demande d'électricité est élevée, l'électricité stockée peut être réinjectée dans le réseau.

Différentes matières premières sont utilisées pour produire des batteries. Le type de matériau détermine la capacité et la taille de la batterie et, par conséquent, l'autonomie, la durée de vie, la puissance, la sécurité, etc. des VEB. Au début des VEB, des batteries plomb-acide étaient utilisées pour stocker l'énergie par voie électrochimique, mais avec une faible densité énergétique (la durée pendant laquelle une batterie peut alimenter un appareil donné, par rapport à son poids ou à sa taille). Dans les années 1990, divers produits chimiques pour batteries ont été utilisés, allant du nickel-hydrure métallique (NiMH) et du nickel-cadmium (NiCd) aux accumulateurs à haute température sodium-soufre (NaS). La première application commerciale du lithium dans les VEB a été introduite en 2008 (voir figure 1).

¹ https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/2022-09/BE_roadMap_NL_final_MD.pdf

² https://electrify.brussels/sites/default/files/2022-12/electrify_plan_de_deploiement_des%20bornes.pdf

³ Wood E., Alexander M., Bradley T.H. (2011). Investigation of battery end-of-life conditions for plug-in hybrid electric vehicle. In Journal of Power Sources, Vol. 196-11, pp. 5147-5154).

Densité massique d'énergie (Wh / Kg)

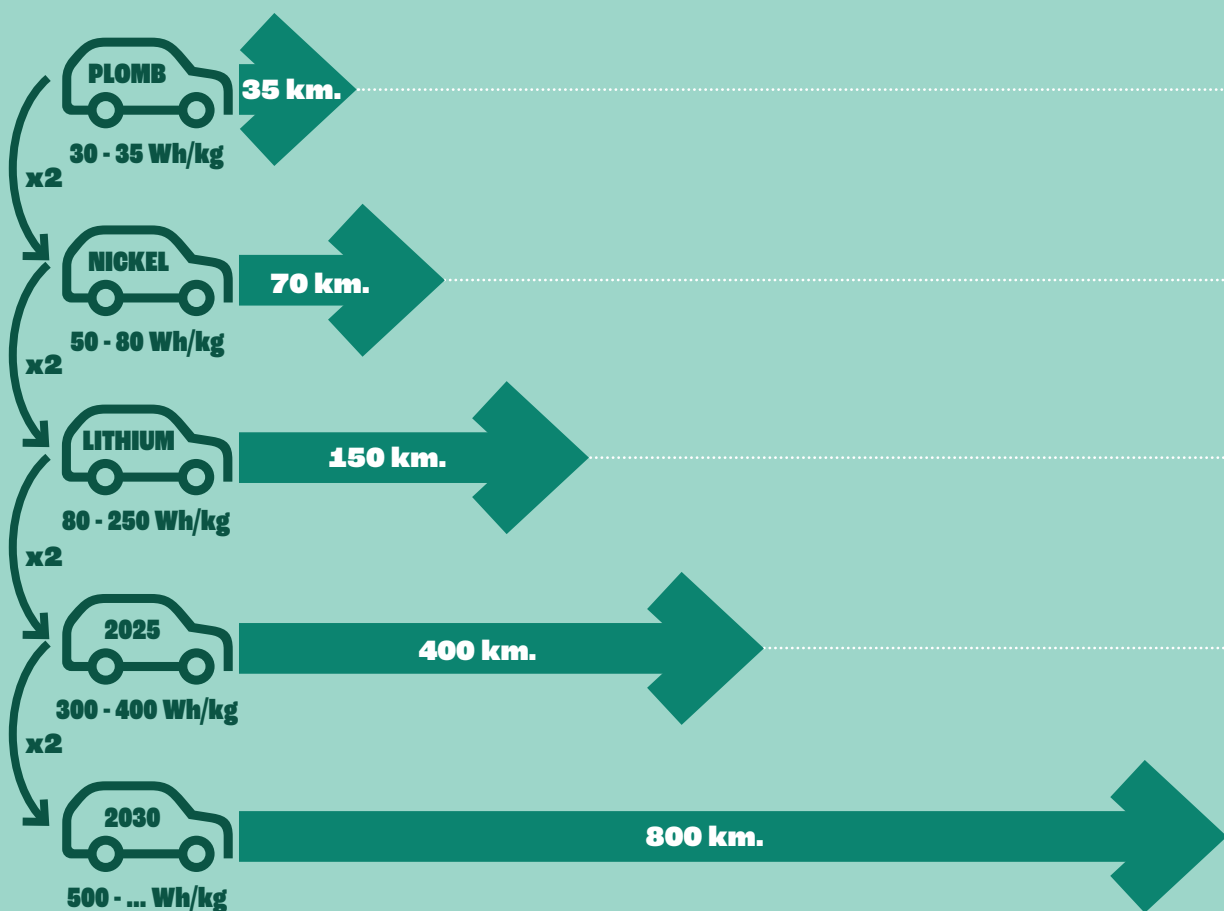


Figure 1 : différentes autonomies (km) et densités énergétiques des batteries en wattheures (Wh) par kilogramme (kg). La durée pendant laquelle une batterie peut alimenter un appareil donné, par rapport à son poids ou à sa taille, est égale à sa densité énergétique.

Malgré ces avantages, les VEB peuvent également avoir un impact négatif sur l'environnement, la santé publique et l'épuisement des ressources. Cet impact dépend du type de source d'énergie utilisée pour produire l'électricité utilisée pour la recharge (par exemple, centrales au charbon vs énergie éolienne) et de certains composants spécifiques des VEB, tels que les batteries⁴.

La production et l'extraction physique des batteries lithium-ion nécessitent beaucoup d'énergie et de main-d'œuvre. Aujourd'hui, les batteries sont fabriquées dans des pays dont le bouquet énergétique est dominé par les combustibles fossiles. L'exploitation minière et l'extraction de certains minéraux présents dans les batteries ont des incidences négatives sur l'environnement, telles que la pollution

localisée de l'eau, du sol et de l'air, la dégradation des écosystèmes et des paysages. Les batteries lithium-ion contiennent des produits chimiques tels que le manganèse, le cobalt et le nickel qui sont nocifs pour l'environnement s'ils ne sont pas manipulés correctement. Enfin, l'extraction et l'exploitation de certains minerais présents dans les batteries peuvent être associées à des violations des droits de l'homme et à une mauvaise protection des travailleurs. Il n'existe pas non plus de loi interdisant aux pays de l'UE de recevoir et de vendre des produits fabriqués dans le cadre du travail forcé ou du travail des enfants. C'est malheureusement le cas pour l'extraction de certains autres matériaux, et pas seulement des métaux des batteries⁵.

⁴ https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/C1200_Volet_1_Partie_1_Technologie.pdf

⁵ What is the Environmental Impact of Lithium Batteries? (cenex-lcv.co.uk)

La croissance de la demande de lithium liée aux futurs scénarios pour les véhicules électriques est significative. Plusieurs études comparatives de l'offre et la demande de lithium pour le marché des VEB établissent que la pénurie de lithium ne sera pas un obstacle, en particulier si le matériau est correctement recyclé. En revanche, les réserves de nickel sont relativement dispersées dans le monde. Toutefois, la demande croissante de batteries pour les véhicules électriques multipliera la demande de nickel par 24 d'ici 2030 par rapport au niveau de 2018, ce qui exercera une pression sur le marché dans les années à venir. Le cobalt, quant à lui, est presque exclusivement un sous-produit, extrait principalement des mines de cuivre et de nickel. Environ 70 % du cobalt actuellement extrait provient de la République démocratique du Congo. La demande mondiale totale de cobalt devrait être multipliée par 4 d'ici 2030 par rapport à 2018, même si la part de cobalt dans les futurs produits chimiques utilisés dans les batteries ne cesse de diminuer⁶.

Parallèlement, les batteries sont le composant du véhicule qui a permis de passer des combustibles fossiles à des sources d'énergie plus durables dans le parc automobile. Un nouveau cadre européen a été adopté pour moderniser la réglementation européenne sur les batteries afin de garantir la durabilité et la compétitivité des chaînes de production de batteries. Il prévoit des critères obligatoires en termes de durabilité (tels que des règles relatives à l'empreinte carbone, un contenu recyclé minimum, des critères de performance et de durabilité), de sécurité et d'étiquetage pour la commercialisation et la mise en service des batteries, ainsi que des critères en termes de gestion de la fin de vie. La réglementation comporte aussi des critères d'exactitude pour les acteurs

du marché en ce qui concerne l'approvisionnement en matières premières. Une augmentation de la production de batteries en Europe est également prévue⁷.

Des avancées importantes sont par ailleurs enregistrées pour réduire les impacts négatifs des batteries, mais aussi pour les rendre plus sûres, évolutives, abordables et plus performantes dans le cadre d'une économie durable et circulaire. On peut s'attendre à des améliorations supplémentaires dans 4 domaines:

1. les matières premières utilisées dans les batteries;
2. l'intégration de technologies intelligentes et innovantes;
3. la gestion de la seconde vie des batteries
4. les technologies V2G (vehicle-to-grid)⁸.

La recherche sur les batteries est un sujet brûlant, car elle vise à obtenir une chimie caractérisée par une densité énergétique et une densité de puissance élevées, tout en limitant l'utilisation de matériaux non éthiques/non durables tels que le cobalt. Deux facteurs principaux permettent d'améliorer les performances des batteries:

1. les progrès des batteries lithium-ion existantes, notamment les batteries lithium "à l'état solide", ou la chimie du lithium-soufre et du lithium-air et
2. l'introduction de batteries post-lithium, telles que sodium-ion, manganèse-ion ou calcium-ion.

⁶ World Economic Forum, M. analysis. A Vision for a Sustainable Battery Value Chain in 2030 Unlocking the Full Potential to Power Sustainable Development and Climate Change Mitigation. (2019).

⁷ https://environment.ec.europa.eu/news/new-law-more-sustainable-circular-and-safe-batteries-enters-force-2023-08-17_en

⁸ Van Mierlo J., Berecibar M., El Baghdadi M., De Cauwer C., Messagie M., Coosemans T., Jacobs A., Hegazy O. (2021). Beyond the State of the Art of Electric Vehicles: A Fact-Based Paper of the Current and Prospective Electric Vehicle Technologies. In World Electric Vehicle Journal (Vol. 12-1, pp.1-26).

Selon les prévisions, seules les batteries lithium à l'état solide devraient toutefois être commercialisées d'ici 2030, tandis que les autres nouvelles technologies de batteries en seront encore au stade de la recherche. La poursuite de la recherche et du développement des matières premières utilisées, de la composition et des étapes de production peut encore améliorer l'autonomie, les performances environnementales et le coût des VEB.

Outre les matériaux utilisés, les nouvelles technologies peuvent également permettre de créer des batteries plus durables et plus sûres. Avec le temps et l'utilisation, la capacité de stockage des batteries lithium-ion diminue en raison de toute une série de mécanismes de dégradation. Du point de vue de l'utilisateur, trois principaux facteurs de stress externes influencent la dégradation : la température (le facteur le plus important, où les écarts par rapport à la température typique de 25°C peuvent entraîner une défaillance accélérée), l'état de charge (ou 'state of charge', une mesure de la quantité d'énergie disponible dans une batterie à un moment donné), et le profil de charge (la variation de la tension électrique par opposition au temps). Un état de charge élevé accélère la dégradation, tandis qu'un courant élevé augmente le risque de panne. Dans ce contexte, des recherches sont en cours sur les capteurs "intelligents" qui peuvent être intégrés dans la batterie pour surveiller son fonctionnement, et même sur le concept de batteries "autoréparantes" (en termes de réparation mécanique, structurelle et chimique, par exemple en testant l'utilisation de nouveaux matériaux et de nouvelles technologies pour protéger les différents composants de la batterie)⁹.

Actuellement, les batteries des VEB ne sont que partiellement recyclées. Il faut s'attaquer à cet aspect. D'autant plus que la mise en œuvre et l'impact positif du recyclage des piles au lithium à grande échelle nécessitent des recherches supplémentaires. Etant donné que les différents composants des batteries peuvent aggraver leur impact sur l'environnement, il convient d'être prudent lors du traitement des déchets de tous les équipements électroniques. Outre le recyclage, les batteries des VEB peuvent également avoir une seconde vie grâce à leur réemploi, leur réparation ou leur reconversion dans l'industrie automobile ou d'autres applications (p.ex. le stockage d'énergie dans les batteries domestiques).

La transition énergétique avec l'introduction des énergies renouvelables est une étape importante dans la lutte contre le changement climatique. Lorsqu'il n'y a pas assez de vent ou de soleil, il faut compter sur d'autres sources ou investir davantage dans le stockage d'énergie. La batterie d'un véhicule électrique peut jouer un rôle important à cet égard. En cas d'excédent d'énergie éolienne ou solaire, celle-ci peut être stockée dans les batteries des voitures. C'est ce que l'on appelle la "gestion intelligente de la charge". Lorsque la demande d'électricité est élevée, l'électricité stockée peut être renvoyée vers le réseau : avec l'option V2G, les batteries peuvent également être utilisées à des fins économiques, car l'énergie peut être stockée lorsque son prix est bas sur le marché et libérée lorsqu'elle est plus chère. En outre, les batteries peuvent contribuer à différer ou à réduire les investissements nécessaires à la production, au transport ou à la distribution d'électricité (voir figure 2).

⁹ Edge S., O'Kane S., Posser R. (2021): Lithium ion battery degradation: what you need to know. Physical Chemistry Chemical Physics journal, 14 (23), 8200–8221

Actuellement, la production de composants spécifiques pour les véhicules électriques, notamment les batteries, est gourmande en énergie et en matériaux. L'extraction de matériaux tels que le cuivre, le lithium et les terres rares a des répercussions majeures sur l'environnement, la société et même la santé publique. Une partie de la solution consiste à utiliser des batteries de plus petite taille (et donc d'une autonomie plus faible). En outre, l'utilisation de technologies de production plus propres, et la réutilisation et le recyclage efficaces des matériaux et des composants devraient être renforcés. Malgré ces défis, les VEB (voitures particulières) ont les plus faibles émissions de CO2 et sont les plus efficaces lorsqu'elles sont rechargées avec de l'énergie renouvelable, même par rapport aux piles à combustible (FCEV).

Pour plus d'informations sur les différentes possibilités de transport et l'infrastructure de recharge pour les véhicules électriques en Région bruxelloise, cliquez ici:

- <https://environnement.brussels/citoyen/nos-actions/plans-et-politiques-regionales/low-emission-mobility-ou-mobilite-basses-emissions-rendre-lair-plus-respirable-en-limitant-la-circulation-des-vehicules-polluants?highlight=roadmap>
- <https://electrify.brussels/fr>

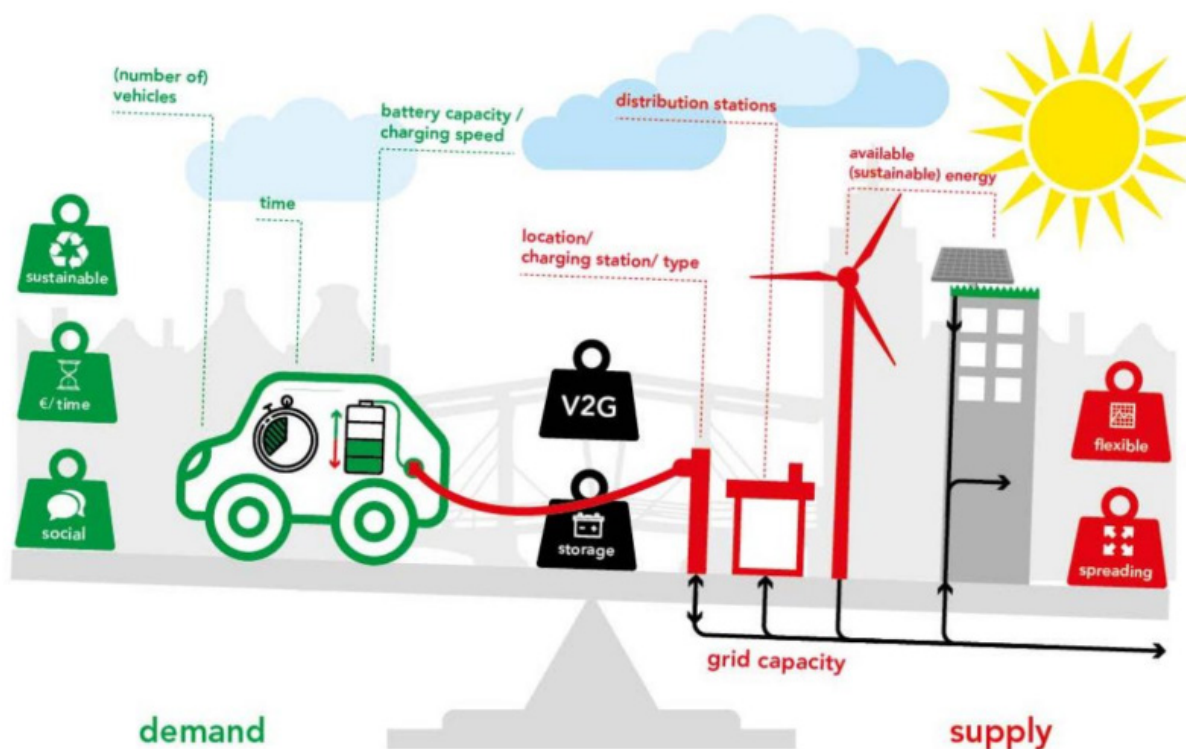


Figure 2 : Un écosystème de recharge intelligent utilisation d'énergie renouvelable (par exemple, les éoliennes ou les panneaux solaires) et l'option V2G pour charger lorsque le réseau n'est pas surchargé (source https://issuu.com/gemeenteamsterdam/docs/plan_amsterdam_4-2018_the_electric_).

laissons
respirer
.brussels 



bruxelles
environnement
.brussels 