

ETUDE DE LA SECONDE VIE DES BATTERIES DES VEHICULES ELECTRIQUES ET HYBRIDES RECHARGEABLES

Juin 2011

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par Schwartz and Co et
AJI Europe

Coordination technique :

Patrick COROLLER – Service Transport et mobilité - ADEME Valbonne Fabienne BENECH –
Service Filières REP et Recyclage – ADEME Angers



SYNTHESE

Le plan national de développement des véhicules décarbonés lancé par le gouvernement fixe un objectif d'un parc de deux millions de véhicules électriques (VE) et hybrides rechargeables (VHR) à l'horizon 2020, sachant que le lancement des premiers véhicules a eu lieu fin 2010 et se poursuit en 2011.

La mesure 14 de ce plan véhicules décarbonés: « Donner une seconde vie à la batterie et à ses éléments » et la mise en place d'un groupe de travail « Seconde vie » animé par l'ADEME et rassemblant les constructeurs automobiles, fabricants de batteries, énergéticiens et recycleurs montrent l'intérêt du thème de la seconde vie des batteries qui équipent ces véhicules décarbonés.

Dans ce cadre, la mission confiée à Schwartz and Co consiste à réaliser une étude d'éclairage sur les pistes les plus prometteuses aux plans technique, économique et de l'environnement, pour une seconde utilisation des batteries des véhicules électriques et hybrides rechargeables. Cette note synthétise les résultats de cette étude, qui ont été validés par l'ensemble des membres du groupe de travail.

En effet, le coût élevé des batteries lithium-ion (Li-Ion), qui équipent la plupart des véhicules hybrides rechargeables, pourrait être un obstacle au démarrage rapide du marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables.

Ces batteries, lorsqu'elles sont hors d'usage pour une propulsion automobile optimale, pourraient toutefois être exploitées comme réservoirs d'énergie pour d'autres applications embarquées ou stationnaires en fonction de leur viabilité technique, économique et environnementale.

Dans ce contexte, la question de la viabilité technique, économique et environnementale d'une seconde utilisation de ces batteries devient un enjeu industriel important puisqu'elle modifie la chaîne de valeur de la filière batteries et en conséquence celle des véhicules électriques et hybrides rechargeables. En conséquence, les acteurs industriels pourraient chercher aujourd'hui à se positionner dans ce marché en voie de création.

Le thème de la seconde vie des batteries suscite de l'intérêt à l'étranger, mais il ne fait encore l'objet que de projets de recherche à un stade préliminaire. Le joint-venture « 4R » entre Nissan et Sumitomo, créé à la fin de l'année 2010 avec pour objet la seconde vie des batteries et leur recyclage n'est pas encore opérationnel.

Les batteries pour véhicules électriques et hybrides rechargeables montées par les grands constructeurs automobiles ne sont pas standardisées et ne le deviendront pas. Elles varieront d'un constructeur à l'autre par leurs dimensions, par les chimies utilisées et par le système de gestion de la batterie. Chez un même constructeur, elles seront spécifiques pour chaque modèle, au moins dans leurs dimensions. Cette absence de standardisation facilite l'innovation, mais constitue un frein au développement de la seconde vie : pour les usages requérant plusieurs batteries, il est en effet nécessaire d'assembler des batteries ayant des caractéristiques électriques homogènes (même tension, même puissance, système de gestion compatible).

Des écarts importants apparaissent sur les données de prix des batteries Li-Ion que ce soit dans la littérature ou parmi les personnes interrogées. Aujourd'hui, le prix se situerait entre 500 €/kWh et 1 000 €/kWh. En 2020, ce prix pourrait se réduire, pour atteindre une valeur de l'ordre de 250 €/kWh. De tels écarts entre les estimations de prix sont fréquents lorsque l'on évalue une technologie qui n'a pas atteint sa maturité industrielle.

Selon les personnes interrogées, les performances des batteries Li-Ion, en termes de capacité massique (kWh stockés par kg de batterie) progresseront au cours de la décennie tandis que leur prix baissera.

Un consensus apparaît sur le fait que la technologie Li-Ion restera dominante jusqu'en 2020. Au-delà, les recherches en cours sur d'autres technologies (Lithium Air, par exemple) pourraient déboucher sur une application à échelle industrielle pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables.

Il n'apparaît pas de consensus sur la capacité résiduelle des batteries automobiles en fin de première vie : selon les experts rencontrés, la fin de la première vie se situe à 80%, 75% ou 70% de la capacité initiale. La durée estimée par les différents interlocuteurs pour atteindre la fin de première vie varie également entre 5 ans et 10 ans. La perte de puissance varierait plus lentement ou bien au même rythme que la capacité. Toutefois, tous s'accordent à dire que la puissance étant largement dimensionnée, sa baisse ne sera pas le facteur déclenchant de la fin de la première vie.

La synthèse des entretiens a fait émerger les usages de seconde vie les plus pertinents :

- Véhicules électriques poursuivant leur utilisation avec une batterie aux performances dégradées,
- Véhicules de type chariots élévateurs,
- Lissage de la pointe d'appel de puissance par des batteries installées dans les sous-stations SNCF,
- Lissage des injections sur le réseau d'une installation éolienne ou photovoltaïque et écrêtage de la demande d'électricité pour les usages domestiques individuels ou collectifs¹, notamment au niveau local et dans les DOM-TOM
- Alimentations électriques sans coupure : hôpitaux, télécommunications, centres de traitement informatique,
- Substitution aux groupes électrogènes utilisés par ERDF,
- Alimentation des auxiliaires dans les centrales électriques, les stations et les sous-stations des réseaux,
- Stockage de l'énergie d'une installation éolienne ou photovoltaïque isolée,
- Installation isolée autonome sur batterie.

Le seuil de fin de vie ultime (après la seconde vie) est estimé par les experts entre 60% et 50% de la capacité initiale : au-delà, le risque d'une dégradation brutale de la batterie serait élevé.

Les marchés et/ou les niches actuels pour les batteries utilisent des batteries industrielles au plomb. Pour ces usages, les batteries Li-Ion de seconde vie présenteraient des avantages par rapport aux batteries au plomb : durée de vie plus longue, pas d'entretien, pas d'émissions d'hydrogène en fin de charge. Toutefois la R&D en cours aux Etats-Unis sur les batteries au plomb pourrait améliorer leurs caractéristiques en termes de durée de vie et de cyclage. La concurrence entre batteries Li-Ion de seconde vie et batteries au plomb se jouera également au niveau du prix. De même, si les prix de batteries Li-Ion neuves diminuaient significativement, la concurrence des batteries Li-Ion neuves pourrait apparaître.

Les constructeurs automobiles, quel que soit le modèle économique (batterie louée ou achetée avec le véhicule), pensent qu'une partie des batteries resteront utilisées dans les VE bien en-deçà d'une capacité réduite à 80% ou 70% de la capacité initiale : la seconde vie ne serait alors que la poursuite de la première vie. Dans cette hypothèse, les flux réels de batteries disponibles pour la seconde vie seraient inférieurs aux flux théoriques de batteries qui auront atteint les seuils de fin de première vie.

¹ Certains membres du Groupe de Travail ont souligné que la disparition à terme des tarifs préférentiels de rachat des énergies renouvelables pourrait amener les producteurs à stocker leur production pour la vendre durant les périodes où elles sont mieux rémunérées ; que le stockage chimique pour la fourniture d'électricité aux heures de pointe (notamment par écrêtage de la demande) serait moins polluant que l'utilisation de centrales de pointe, ce qui permettrait le développement de ces 2 usages en France métropolitaine.

La question de la « valeur » des batteries en fin de vie ultime doit être posée : si cette valeur était positive, le recyclage pourrait constituer une alternative à la seconde vie. Or, la valeur des produits (métaux, produits chimiques) récupérés est aujourd'hui inférieure aux coûts de recyclage et devrait le rester selon les experts interrogés.

Il est donc probable que l'étape ultime de recyclage reste un coût net et ne puisse pas avoir un impact favorable sur la chaîne de valeur des batteries pour en diminuer le coût initial. En conséquence, l'intérêt pour un usage en seconde vie s'en trouve renforcé.

Pour proposer une stratégie de la filière seconde vie, nous envisageons 3 scénarios contrastés, reposant sur des hypothèses cohérentes. La principale conclusion que l'on peut en tirer est que, dans l'hypothèse d'une durée de première vie de 7 à 10 années, même dans le scénario le plus favorable au développement du marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables, les volumes disponibles pour une seconde vie ne deviendraient significatifs qu'au-delà de 2020.

Une analyse multicritère a permis d'identifier les usages seconde vie les plus prometteurs en France métropolitaine². Ces usages « prioritaires » des batteries de seconde vie seraient :

- Véhicules électriques poursuivant leur utilisation avec une batterie aux performances dégradées,
- Lissage de la pointe des sous-stations SNCF,
- Alimentations électriques sans coupure,
- Remplacement des groupes électrogènes d'ERDF.

En outre, selon certains experts, à l'horizon 2020 / 2025, l'utilisation des batteries de seconde vie pour le lissage des interactions entre les énergies renouvelables et le réseau pourrait s'avérer intéressant :

- pour le stockage local des énergies renouvelables afin de lisser l'offre et la demande et écrêter les pointes de manière à limiter l'appel à des sources d'énergie carbonées tout en diminuant les besoins de renforcement local du réseau électrique.
- pour le stockage local de petite production renouvelable dans le secteur résidentiel par exemple.

La structuration de la filière seconde vie en France pourrait se faire sous le leadership de 4 types d'acteurs, le reconditionnement étant l'étape clé du processus :

1. Les constructeurs automobiles,
2. Les fabricants de batteries,
3. Les recycleurs,
4. Des utilisateurs de batteries de seconde vie dotés d'importants besoins.

Les constructeurs automobiles en tant que « metteur sur le marché » sont responsables des batteries tout au long de leur vie, jusqu'au recyclage. De ce fait leur légitimité à vouloir structurer la filière seconde vie n'est pas discutable.

Les constructeurs automobiles et les fabricants de batteries détiennent les savoir-faire autour de la batterie et ils apparaissent, au moins dans un premier temps, comme les plus à même de réaliser le reconditionnement nécessaire à une seconde vie au meilleur coût.

² Dans les départements insulaires, la « fragilité » des réseaux électriques rend d'ores et déjà utile le stockage d'énergie, pour « lisser » soit la demande, soit la production d'énergie renouvelable ; toutefois ce stockage, quelle que soit la technologie retenue (Li-Ion ou autre), ne peut pas être rentable du fait de la péréquation tarifaire avec la métropole.

Les recycleurs seront amenés à « ouvrir » les batteries : ils seront particulièrement bien placés au plan logistique pour collecter les batteries, en trier les éléments (packs, modules, cellules) et procéder au reconditionnement des éléments susceptibles d'avoir une seconde vie. Ils reconnaissent ne pas avoir les compétences pour le reconditionnement et envisagent de s'associer avec les détenteurs de savoir-faire (constructeurs automobiles et/ou fabricants de batteries).

Sans exclure du schéma les recycleurs, il apparaît que la structuration de la filière seconde vie autour des constructeurs automobiles, s'appuyant sur les fabricants de batteries (lorsqu'ils ne sont pas eux-mêmes fabricants de batteries) serait le schéma le plus efficace, compte tenu des savoir-faire spécifiques qu'ils détiennent.

Pour faciliter le démarrage d'une filière française de la seconde vie, pleinement efficace en 2025, les autorités françaises pourraient engager une démarche avec 3 composantes :

1. Mise en place d'un « Observatoire des véhicules décarbonés et de leur stockage d'énergie »
2. D'ici 3 à 4 ans, lorsque l'on disposera des premières batteries ayant atteint la fin de leur première vie, lancement de projets pilotes seconde vie, pour les usages les plus prometteurs afin de préciser la faisabilité technico économique de la filière. Les projets pourraient faire appel à des partenariats entre établissements publics, centres de recherche, fabricants de batteries, constructeurs automobile et entreprises utilisatrices des batteries de seconde vie.
3. En fonction des retours d'expérience des projets pilotes seconde vie et de l'évolution des marchés des véhicules décarbonés, définition d'une stratégie française de la seconde vie. Les choix pour la structuration de la filière industrielle pourront être faits de manière étayée, en s'engageant, dans des démarches telles que :
 - Augmentation et accélération de l'effort en matière de recherche et développement sur les batteries, tant sur les aspects chimiques que sur les caractéristiques physiques
 - Développement de normes et standards (de performance, de forme, de poids) des batteries, qui s'imposeront progressivement aux constructeurs de batteries et/ou d'automobiles
 - Définition d'instruments d'ordre réglementaire visant à améliorer les taux de collecte et de réutilisation en seconde vie des batteries
 - Conception d'outils de nature financière ou économique permettant de susciter les besoins de stockage d'électricité, par exemple dans le cas des énergies renouvelables intermittentes, au niveau du tarif d'accès au réseau imposé au stockage.

En conclusion, cette étude démontre qu'en l'état actuel des connaissances, il est pertinent d'envisager une « seconde vie » pour les batteries des véhicules décarbonés. Plusieurs usages paraissent prometteurs et pourraient donner aux batteries en fin de première vie une valeur résiduelle positive. L'utilisation en « seconde vie » des batteries aurait ainsi un impact bénéfique pour le développement du marché des véhicules décarbonés. Le recyclage, qui devrait continuer à représenter un coût net, ne constitue pas une alternative à la seconde vie.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr