



Batteries & Véhicules Électriques :

Étude et résultats

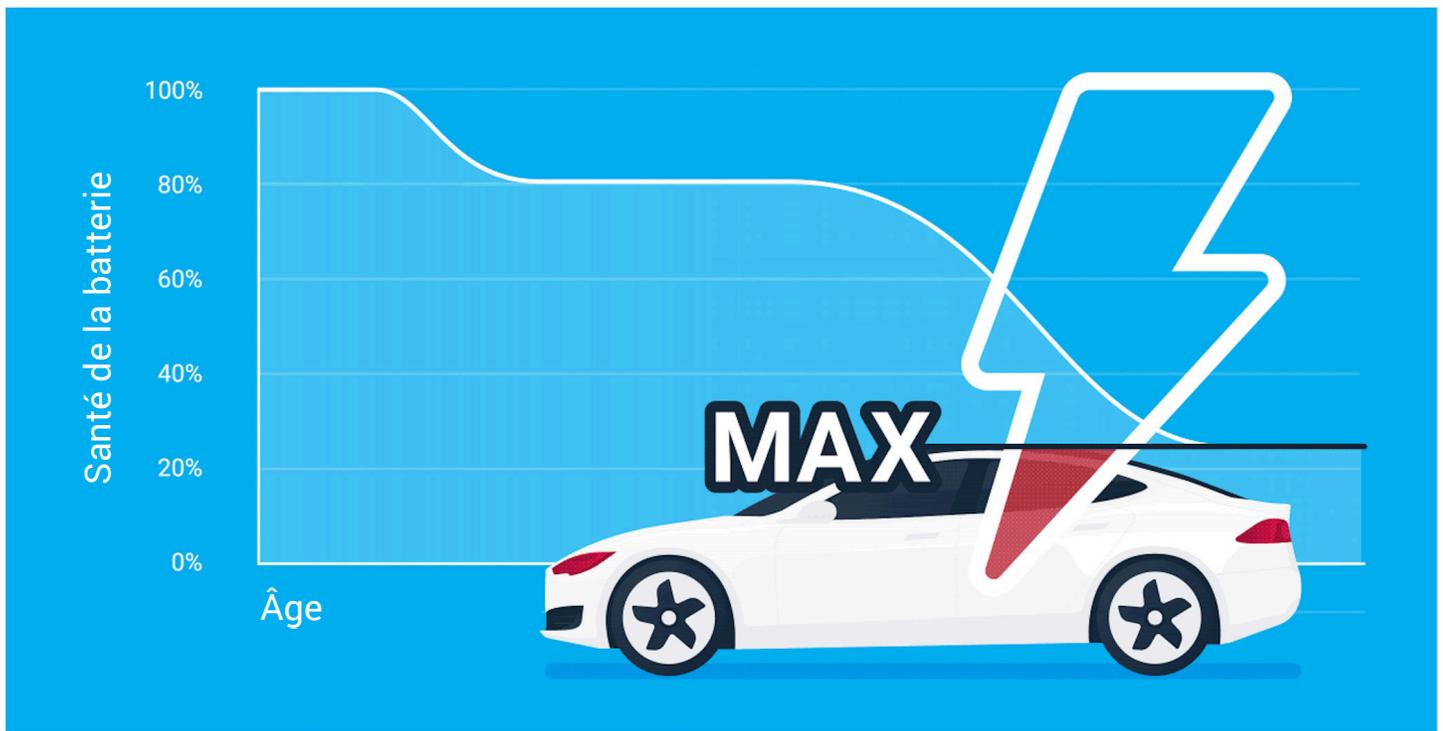
GEOTAB®

Auteur: Charlotte Argue, Directrice principale, Électrification de la flotte

Mise à jour le 20 décembre : L'analyse des facteurs d'accélération (température, utilisation des chargeurs rapides à courant continu ou « DCFC », etc.) a été mise à jour pour inclure davantage de véhicules et un script d'analyse des facteurs amélioré. Cet ensemble de données amélioré ne modifie pas les conclusions générales. Toutefois, le degré d'impact de certains facteurs a été mis à jour pour refléter les données les plus récentes. Au fil du temps, cette publication continuera d'être mise à jour afin de fournir les informations de la meilleure qualité et les plus récentes.

Quelle est la durée de vie de la batterie d'une voiture électrique ? Utilisez l'outil gratuit de comparaison de la dégradation de la batterie des VE pour comparer la dégradation moyenne de la batterie au fil du temps sur différentes marques et années-modèles de véhicules. Geotab a mis au point l'outil sur la base d'une analyse de 6 300 véhicules électriques de flottes et de particuliers.

Lisez la suite pour en savoir plus sur la santé de la batterie des VE et obtenir des informations essentielles sur les performances réelles de la batterie.



L'importance des batteries des VE

Si vous envisagez d'acquérir un VE, vous devez prendre en compte certains facteurs importants.

Ces trois questions sont probablement celles qui vous viennent à l'esprit en premier :

- + Combien coûtera le VE ?
- + Quelle est son autonomie ?
- + Quelle est la durée de vie de sa batterie ?

Du point de vue du cycle de vie, les performances et la santé de la batterie sont le nerf de la guerre. La batterie étant le composant le plus coûteux d'un VE, sa santé affecte non seulement la valeur résiduelle du véhicule (ce qui contribue à répondre à la question du coût), mais a également un impact direct sur l'autonomie utile maximale au fil du temps.

Quelle est la durée de vie de la batterie d'un VE ?

Vous avez peut-être remarqué qu'il est difficile d'obtenir une réponse simple à la question sur la durée de vie de la batterie. Vous trouverez plutôt des déclarations indiquant que les batteries sont couvertes par la garantie en cas de problème. Généralement, la batterie couvre 8 ans/160 000 km, mais cela varie selon le fabricant et le pays.

Rassurez-vous, le prix des batteries diminue considérablement d'année en année. En effet, depuis 2010, le prix d'un bloc-batterie lithium-ion moyen a chuté de **plus de 80 %** !.

La garantie sur la technologie de batterie d'un constructeur automobile et la promesse d'une réduction des coûts doivent inspirer confiance. Cependant, ne serait-il pas plus intéressant de savoir à quelle vitesse votre batterie devrait se dégrader, et quelles sont les solutions pour minimiser cette perte ?

Qu'est-ce que la dégradation de la batterie des VE ?

La dégradation de la batterie est un processus naturel qui réduit de façon permanente la quantité d'énergie qu'une batterie peut stocker ou la quantité d'alimentation qu'elle peut fournir. Les batteries des VE peuvent généralement fournir plus d'alimentation que les composants du groupe motopropulseur ne peuvent prendre en charge. Par conséquent, la dégradation de l'alimentation est rarement observable dans les VE, et seule la perte de capacité de la batterie à stocker l'énergie compte.

L'état d'une batterie est appelée le SOH (« state of health », ou « état de santé »). Les batteries commencent leur vie avec 100 % de SOH et, au fil du temps, elles se détériorent. Le SOH est une mesure de la quantité d'énergie que la batterie peut fournir (kWh).

Gardez à l'esprit que ce n'est pas la même chose que [l'autonomie du véhicule](#) (la distance que le véhicule peut parcourir avec ces kWh), qui fluctuera selon le jour et le trajet, en fonction d'un certain nombre de facteurs, notamment le niveau de recharge, la topographie, la température, l'utilisation auxiliaire, les habitudes de conduite et la charge des passagers ou de la cargaison.

Les facteurs courants qui ont un impact sur la santé de la batterie lithium-ion sont :

1. Le temps
2. Les températures élevées
3. Le fonctionnement à un état de recharge élevé et faible
4. Le courant électrique élevé
5. L'utilisation (cycles d'énergie)

Bien que de nombreuses recherches aient été menées sur la santé de la batterie, il n'y a eu que très peu de données sur les performances réelles des VE au fil du temps, et encore moins des comparaisons entre différent(e)s marques et modèles. Jusqu'à maintenant.

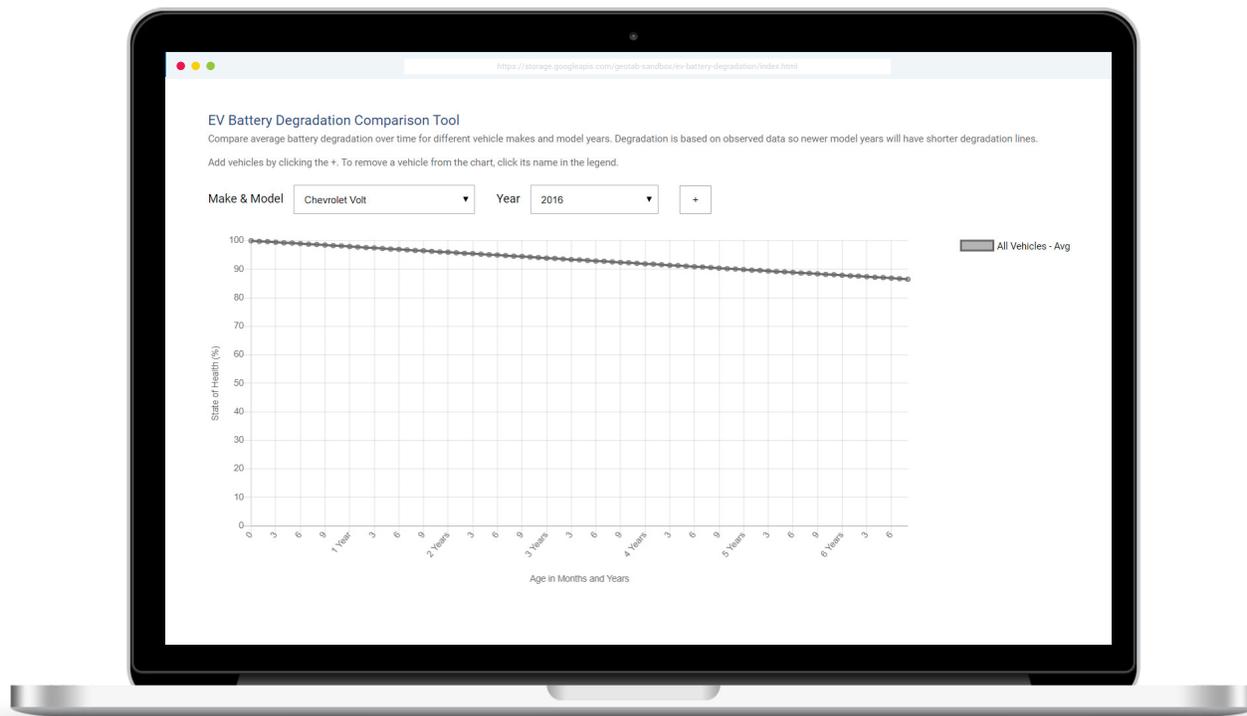
Présentation de l'outil de suivi de la dégradation de la batterie des VE

Geotab a créé l'outil de suivi de la dégradation de la batterie des VE pour évaluer la façon dont les batteries résistent dans le temps et examiner l'importance relative des facteurs ci-dessus sur la vie des batteries des VE dans des conditions réelles.

Nous avons analysé la santé des batteries de 6 300 VE de flottes et de particuliers, ce qui représente 1,8 million de jours de données. Grâce aux données télématiques traitées, nous avons appris comment les conditions réelles influencent la santé des batteries des véhicules électriques, fournissant des données de dégradation moyennes agrégées pour 21 modèles de véhicules distincts, représentant 64 marques, modèles et années.

Remarques sur l'outil :

- + Les courbes de dégradation affichées ci-dessous sont la ligne de tendance moyenne issue des données analysées.
- + Ces graphiques peuvent fournir un aperçu de la santé moyenne des batteries au fil du temps, mais ne doivent pas être interprétés comme une prédiction précise concernant un véhicule spécifique.
- + Un sous-ensemble de marques, modèles et années de véhicules n'est pas disponible dans l'outil de visualisation : nous avons exclu les véhicules dont les données sont insuffisantes. (Ne soyez pas inquiet si la voiture de votre choix est manquante !)



Points clés à retenir

Des niveaux élevés de santé conservée de la batterie sont observés

Tout d'abord, selon les données de plus de 6 000 véhicules électriques couvrant tous les principaux marques et modèles, les batteries présentent des niveaux de santé conservée élevés. Si les taux de dégradation observés se maintiennent, la durée de vie de la grande majorité des batteries dépassera la durée de vie utile du véhicule.

Comme pour nous, la santé décline avec l'âge

Comme vous pouvez vous y attendre, plus le véhicule est ancien, plus sa batterie est susceptible de s'être détériorée. Cependant, en examinant le déclin moyen sur tous les véhicules, on peut considérer que la perte est mineure, à 2,3 % par an. C'est une bonne nouvelle ! Si vous achetez aujourd'hui un VE avec une autonomie de 240 km, il est peu probable que la perte d'environ 27 kilomètres d'autonomie accessible après cinq ans ait un impact sur vos besoins quotidiens.

La dégradation de la batterie des VE est-elle linéaire ?

Excellente question. Bien que cet outil montre une dégradation plus ou moins linéaire, en règle générale, les batteries des VE devraient décliner de manière non linéaire : une chute initiale, qui enchaîne ensuite sur un déclin mais à un rythme beaucoup plus modéré. Vers la fin de sa vie, la batterie subit une chute significative finale, comme illustré ci-dessous.

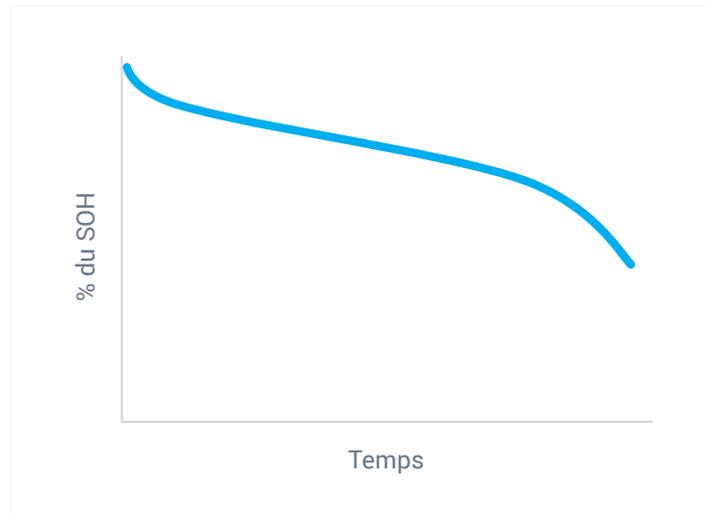


Figure 1 : Une courbe de dégradation normale devrait ressembler à ceci.

Heureusement pour les conducteurs, cette courbe de dégradation nous permet de comprendre et d'anticiper l'évolution de la batterie jusqu'à sa fin de vie. Nous continuerons donc la surveillance pour voir le moment où la dégradation non linéaire (également appelée « talon ») commence.

Il existe une différence mesurable entre les marques, les modèles et les années

Nos données révèlent que les batteries des véhicules résistent différemment à l'épreuve du temps, selon leur marque et leur année-modèle. Pourquoi certains modèles de véhicule semblent-ils, en moyenne, se dégrader plus rapidement que d'autres ? Deux facteurs potentiels : la chimie de la batterie et la gestion thermique du bloc-batterie. Bien que les VE soient équipés de batteries au lithium-ion, il existe de nombreuses variations chimiques du lithium-ion (la différence la plus importante étant les matériaux utilisés pour les électrodes). La composition chimique d'une batterie influencera sa réaction au stress. Outre la chimie cellulaire, les techniques de contrôle de la température diffèrent selon les modèles de véhicules. Une distinction majeure réside dans le refroidissement et/ou le chauffage du bloc-batterie par air ou par liquide.

Comparons un véhicule équipé d'un système de refroidissement par liquide à un véhicule équipé d'un système de refroidissement par air passif : respectivement la Tesla Model S de 2015 et la Nissan LEAF de 2015. La LEAF présente un taux de dégradation moyen de 4,2 %, celui-ci s'établissant à 2,3 % pour la Model S. Une bonne gestion thermique signifie une meilleure protection contre la dégradation.

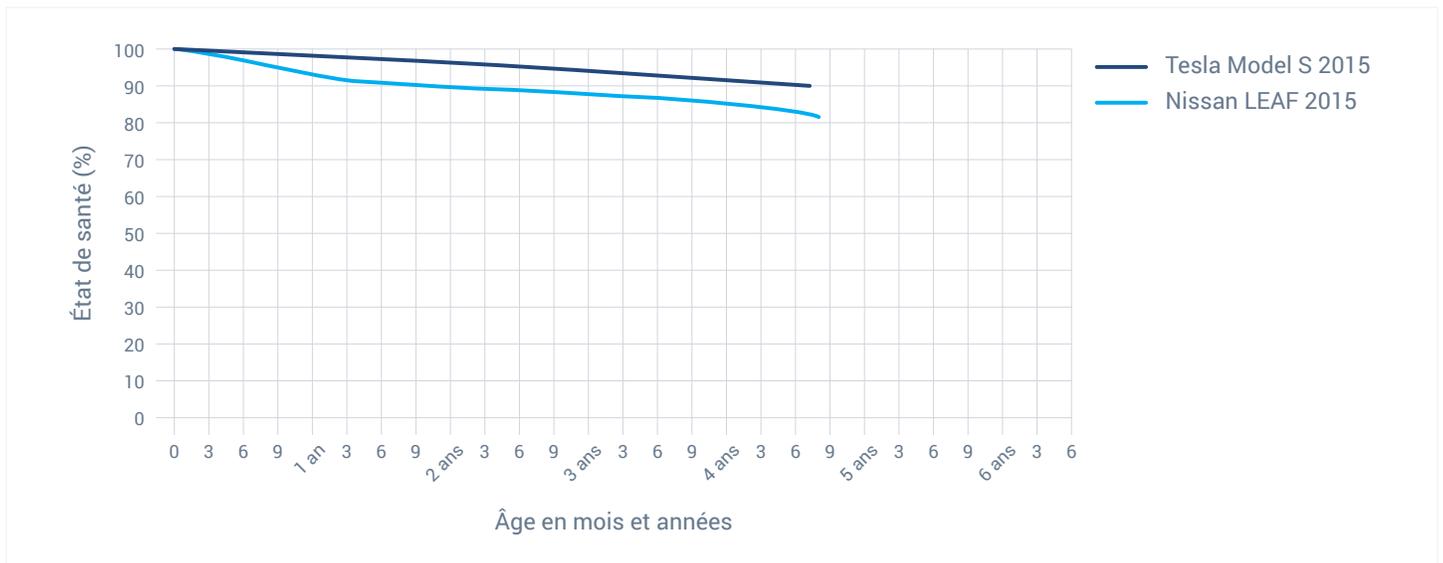


Figure 2 : Comparaison de la dégradation de la batterie de la Tesla Model S de 2015 (refroidissement liquide) par rapport à la Nissan LEAF de 2015 (refroidissement par air passif).

L'état de recharge (« State of Charge », « SOC ») et l'effet tampon

Une autre raison attendue des différences de santé des batteries entre les fabricants est la manière dont le SOC est contrôlé. La mise en fonctionnement d'une batterie presque pleine ou vide a des conséquences sur sa santé. Pour limiter cet effet, de nombreux fabricants ajoutent un tampon, empêchant ainsi l'accès aux extrémités de la fenêtre du SOC (montré sur l'image ci-dessous).

Outre les tampons de protection à l'extrémité supérieure et inférieure de la charge de la batterie, de nombreux véhicules permettent au propriétaire du VE d'arrêter la charge quotidienne normale à un niveau inférieur à 100 %.

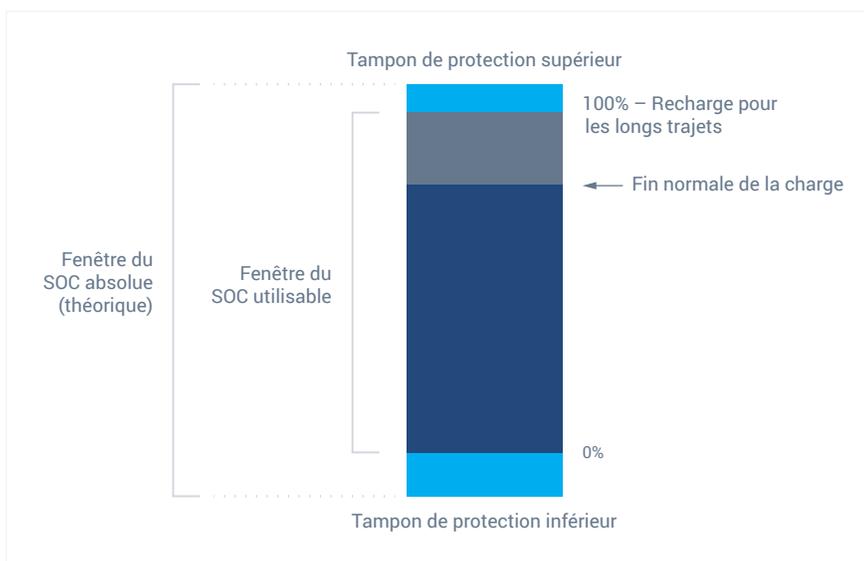


Figure 3 : Les tampons de protection de la batterie contrôlent la fenêtre de l'état de recharge utile d'un VE.

Le saviez-vous ?

La suppression des extrémités est non seulement effectuée pour préserver la santé de la batterie, mais également pour garantir la sécurité de l'utilisation du véhicule. Aux extrémités, la batterie ne serait pas en mesure d'accepter ou de fournir une puissance intégrale et l'expérience de conduite serait affectée. En substance, une batterie à 100 % n'est pas complètement rechargée du point de vue de la chimie de la batterie pure.

De même, 0 % ne signifie pas complètement vide. Étant donné que les propriétaires des véhicules ne sont pas en mesure d'accéder à ces parties de la recharge de la batterie pour des raisons de sécurité et de durée de vie de cette dernière, il est probable que beaucoup n'aient même pas conscience de leur existence. Grâce aux mises à niveau logicielles par liaison radio, il est possible que la taille du tampon soit modifiée au fil du temps, comme l'ont découvert certains propriétaires de Tesla en 2019 lorsqu'ils ont remarqué une diminution de leur autonomie maximale. Tesla a confirmé que la mise à niveau visait « à protéger la batterie et améliorer sa longévité ».

De plus, certains constructeurs automobiles disposent de plafonds de recharge réglables, permettant à l'utilisateur de pré-régler à quel niveau la batterie cesse de se recharger (par exemple, il peut demander au véhicule d'arrêter la recharge à 75 % au lieu de 100 %). Cette région à la discrétion du propriétaire (B dans le graphique) fonctionne en combinaison avec le tampon non discrétionnaire (A) pour limiter le fonctionnement de la batterie dans les zones de dégradation plus élevée. Dans les mises à jour ultérieures de l'outil de suivi de la dégradation, nous avons l'intention d'inclure l'impact du propriétaire dans cette région discrétionnaire (B) ainsi que l'impact qui résulte sur les taux de dégradation.

Prenons un exemple. La Chevrolet Volt, en particulier les premières années-modèles, possède des tampons de protection supérieurs et inférieurs relativement grands (régions A et D) qui changent de manière dynamique au fur et à mesure que la batterie vieillit. Si des tampons plus grands signifient moins d'énergie pour la conduite, ils devraient prolonger la durée de vie du bloc-batterie. Compte tenu de la dimension supérieure des tampons de SOC, de la gestion thermique par liquide et de la taille dynamique (décroissante) des tampons, des taux de dégradation plus lents que la moyenne doivent être attendus sur la Volt.

Tenez-vous bien :

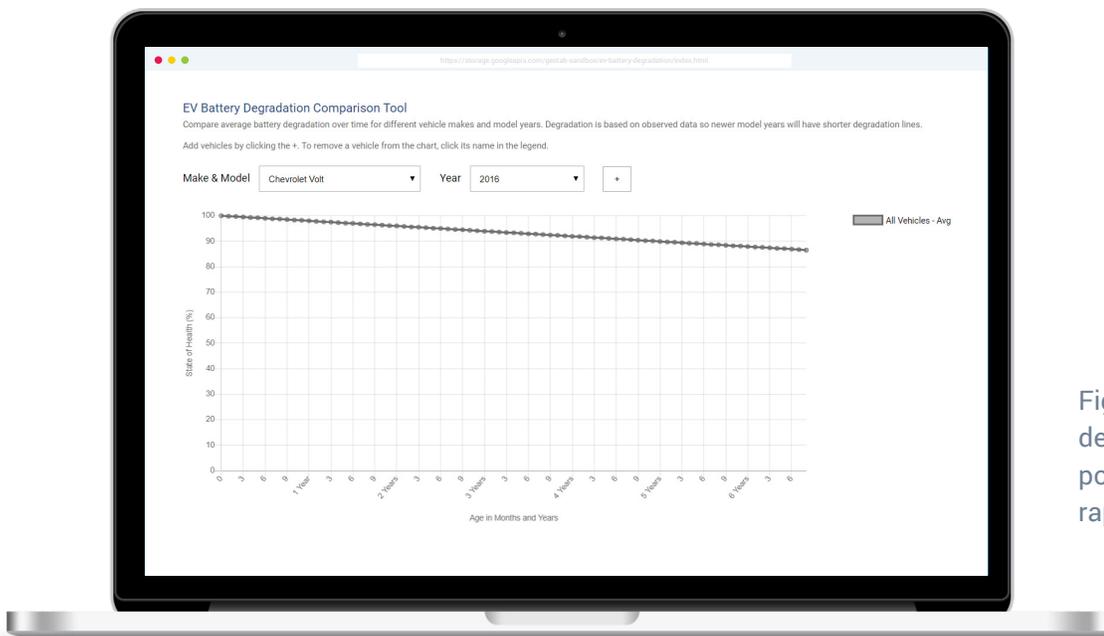


Figure 4 : Dégradation de la batterie au fil du temps pour une Chevrolet Volt par rapport à tous les véhicules.

Quels facteurs supplémentaires semblent avoir une influence sur la santé de la batterie ?

Sur la base des données télématiques disponibles, nous avons pu évaluer la dégradation de la batterie en fonction de différents facteurs auxquels les véhicules ont été exposés pour voir s'il existait une corrélation avec le déclin de la santé. Ces facteurs incluent :

- + l'utilisation,
- + les climats extrêmes et
- + le type de recharge.

Au fil du temps, nous espérons grâce à ces connaissances créer un outil sur la dégradation capable de mieux prédire l'état de santé du VE.

Une utilisation intensive du véhicule n'équivaut pas à une dégradation plus importante de la batterie

L'une des informations intéressantes que nous avons pu recueillir à partir des données était que les véhicules utilisés de manière intensive ne présentaient pas de dégradation statistiquement plus élevée de la batterie. Cette information doit être accueillie de manière positive, puisque vous ne bénéficiez pas des avantages d'un VE s'il reste dans le parc de véhicules sans rouler.

Le point à retenir ? N'ayez pas peur de mettre vos VE dans des cycles d'utilisation intensifs. Tant qu'ils restent dans leur autonomie de conduite quotidienne, la durée de vie de leur batterie ne sera pas affectée. Une mise en garde : si une utilisation intensive nécessite une recharge rapide à courant continu de routine, veillez à lire la section sur l'impact du type de recharge.

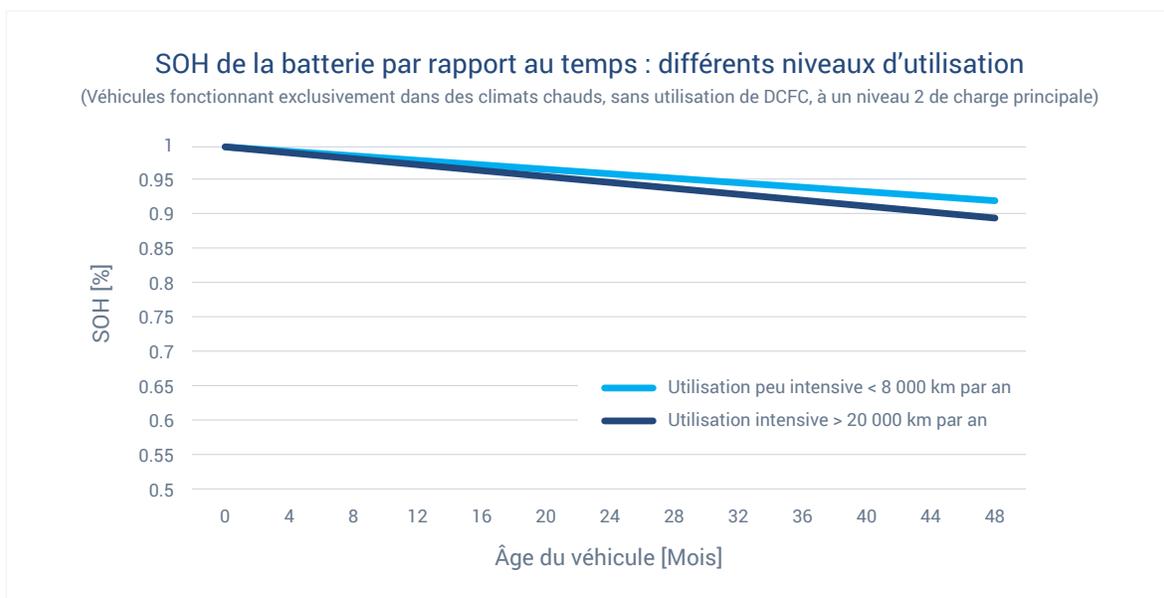


Figure 5 : La quantité d'utilisation ne semble pas avoir un impact important sur les taux de dégradation.

Les véhicules roulant dans des conditions où les températures sont élevées montrent un déclin plus rapide du SOH de la batterie

Une batterie exposée à des températures très élevées risque davantage d'être endommagée, mais de combien ? La batterie d'un VE aura-t-elle une durée de vie différente Arizona et en Norvège ? Pour le savoir, nous avons regroupé les véhicules en fonction des conditions climatiques suivantes :

- + Tempérées (moins de 5 jours par an au-dessus de 27 °C ou au-dessous de -5 °C)
- + Chaudes (plus de 5 jours par an au-dessus de 27 °C)

Comme illustré ci-dessous, les véhicules utilisés dans des climats chauds ont montré un taux de déclin nettement plus rapide que ceux utilisés dans des climats modérés. Ce n'est pas une bonne nouvelle si vous et votre flotte roulez sous le soleil !

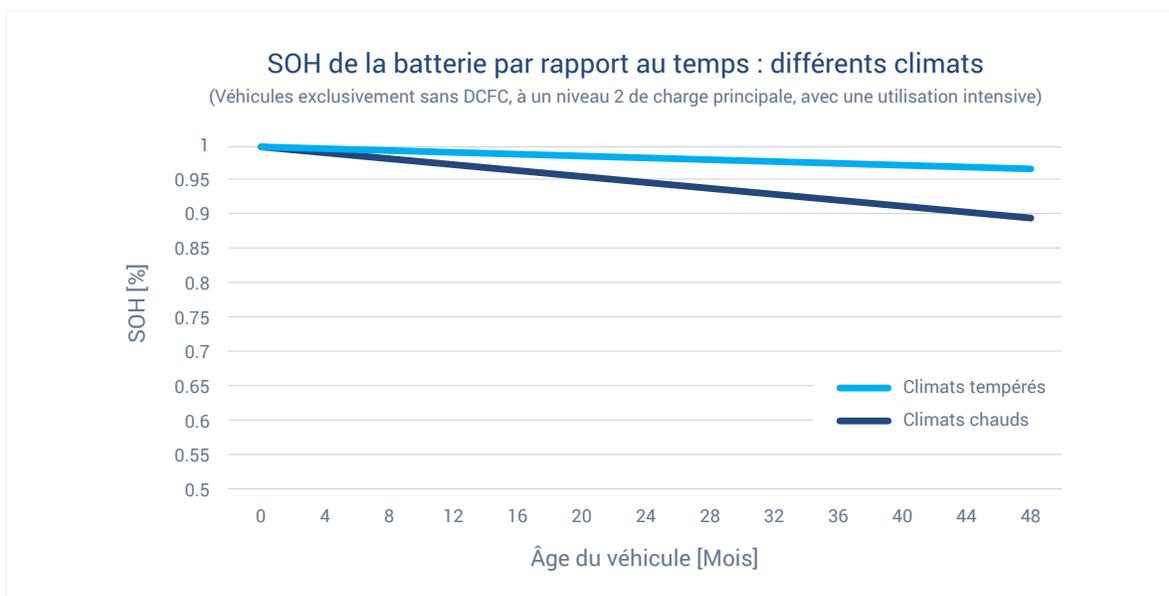


Figure 6 : Les batteries exposées à des températures élevées se dégradent plus rapidement que celles des climats tempérés.

L'impact des différents types de recharge

Nous avons pu observer le niveau de recharge prédominant utilisé pour les VE dans notre système. Les stations de recharge de VE d'Amérique du Nord sont classées en trois catégories courantes :

1. Niveau 1 (120 V - une prise domestique standard en Amérique du Nord)
2. Niveau 2 (240 V - habituel pour la recharge domestique ou de flotte)
3. Chargeur rapide à courant continu (DCFC, « direct-current fast charger » - pour les recharges plus rapides).

Pour obtenir un aperçu de la recharge et des coûts associés, [lisez notre guide simple sur la recharge des VE](#).

La recharge dans la plupart de l'Europe est décrite en courant alternatif ou « AC » (généralement équivalent au niveau 2 en Amérique du Nord) et en courant continu ou « DC » (les « DCFC » mentionnés ci-dessus).

Bien que le niveau 2 soit souvent cité comme la meilleure façon de recharger un VE, la différence de santé de la batterie entre les voitures régulièrement rechargées au niveau 2 par rapport à celles qui utilisaient le niveau 1 apparaissait observable mais n'était pas au-delà du niveau significatif d'un point de vue statistique.

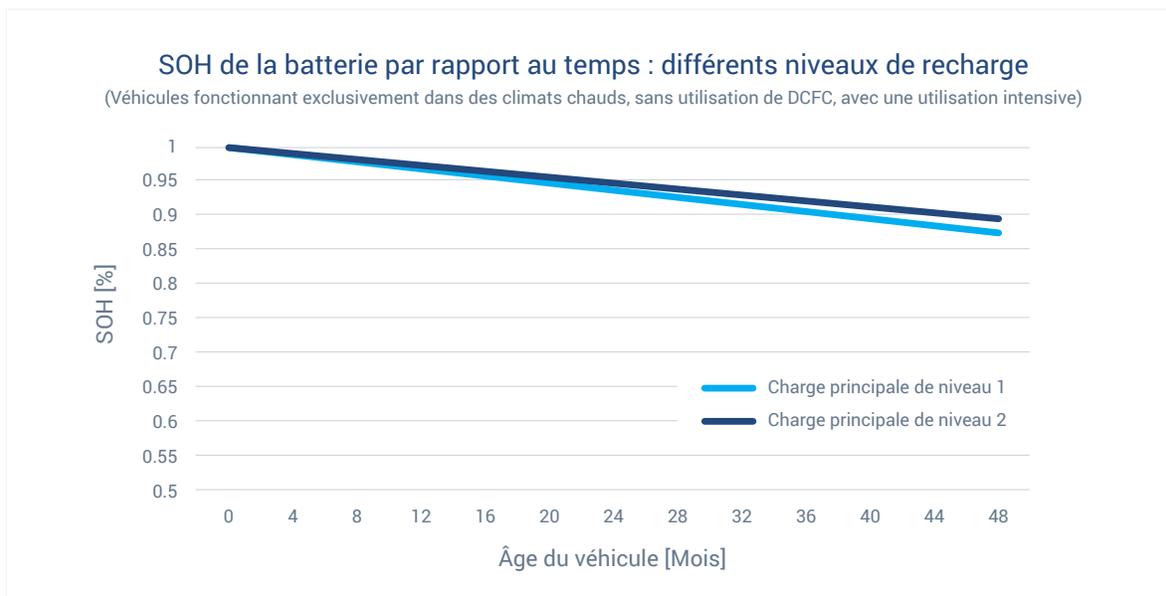


Figure 7 : Dégradation de la batterie pour les véhicules qui se chargent principalement au niveau 1 par rapport au niveau 2.

Cependant, l'utilisation de DCFC semble avoir un impact sur la vitesse de dégradation des batteries. La charge rapide d'une batterie signifie des courants élevés qui entraînent des températures élevées, tous deux connus pour mettre de la pression sur les batteries. En fait, de nombreux constructeurs automobiles suggèrent de limiter l'utilisation des DCFC dans le but de prolonger la durée de vie de la batterie de leurs véhicules.

Nous examinons ici tous les véhicules électriques à batterie du même groupe climatique (nous avons choisi de nous pencher sur le groupe le plus sensible, celui des véhicules roulant dans des conditions climatiques extrêmes) et les avons classés en fonction de leur fréquence d'utilisation d'un DCFC : jamais, occasionnellement (1 à 3 fois par mois) et fréquemment (plus de 3 fois par mois).

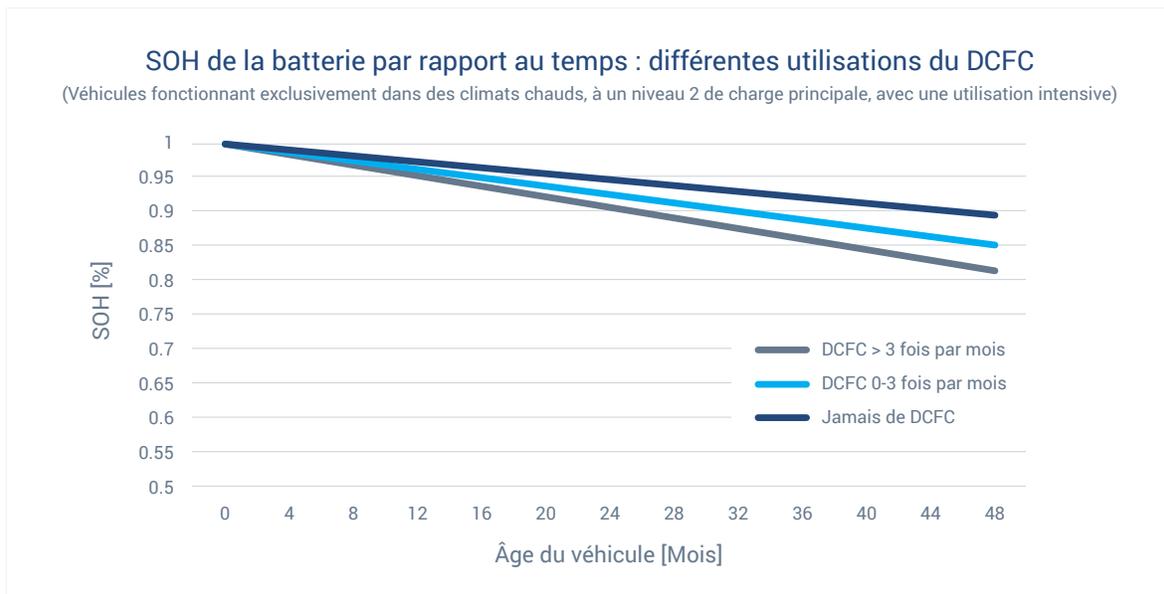


Figure 8 : La dégradation de la batterie semble fortement corrélée à l'utilisation des DCFC pour les véhicules dans les climats chauds ou saisonniers.

La différence entre les véhicules des climats chauds ou saisonniers qui n'ont jamais utilisé de DCFC et ceux qui en ont utilisé, même occasionnellement, était notable. Bien qu'il puisse y avoir d'autres facteurs en jeu (nous insistons sur le fait qu'il ne s'agissait pas d'une expérience contrôlée), la recharge de niveau 2 à faible puissance doit être prioritaire.

Conseils pour prolonger la vie de la batterie de votre VE

Bien que la dégradation de la batterie varie en fonction du modèle et des conditions externes telles que le climat et le type de recharge, la majorité des véhicules qui roulent à l'heure actuelle n'ont pas connu de déclin significatif. En fait, la dégradation dans son ensemble a été très limitée, avec une perte de capacité moyenne de seulement 2,3 % par an. Dans des conditions climatiques et de recharge idéales, la perte s'établit à 1,6 %.

Même si certains éléments ne sont pas du ressort de l'utilisateur, il existe des moyens grâce auxquels vous pouvez prolonger la durée de vie de la batterie de votre VE.

Quelques conseils pour l'utilisation de vos VE :

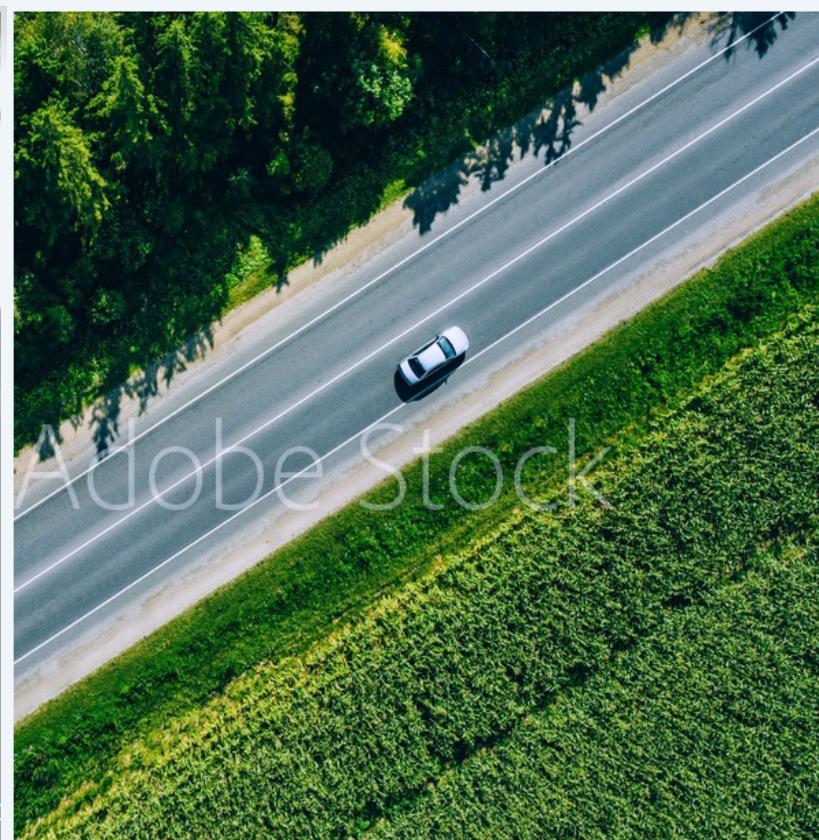
- + Évitez de laisser votre voiture à l'arrêt avec la batterie complètement rechargée ou complètement vide. Dans l'idéal, maintenez votre SOC entre 20 et 80 %, en particulier lorsque vous laissez votre véhicule pendant des périodes plus longues, et rechargez-le entièrement pour les voyages longue distance uniquement.
- + Minimisez la recharge rapide (« DCFC »). Certains cycles d'utilisation intensifs nécessiteront une recharge plus rapide, mais si votre véhicule n'est pas utilisé pendant la nuit, le niveau 2 devrait suffire pour la majorité de vos besoins en matière de recharge.
- + Le climat n'est pas du ressort de l'utilisateur, mais faites tout votre possible pour éviter les températures chaudes extrêmes : gardez-vous par exemple sur les places à l'ombre par temps chaud.
- + L'utilisation intensive ne pose pas problème, et les flottes ne doivent donc pas hésiter à y avoir recours. Un VE n'est pas utile lorsqu'il reste dans le parc de véhicules sans rouler, et l'augmentation du nombre de kilomètres parcourus par véhicule représente globalement une meilleure pratique de gestion de la flotte.

Et pour finir : ne vous inquiétez pas pour les petits détails. Étant donné que les véhicules sont équipés de blocs-batterie plus grands, la perte de capacité peut ne pas avoir d'impact sur vos besoins de conduite au quotidien et ne doit pas éclipser les nombreux avantages offerts par les VE.

Vous envisagez d'électrifier votre flotte de véhicules ? Les clients Geotab peuvent obtenir une évaluation de compatibilité VE gratuite pour obtenir des réponses à leurs questions sur l'approvisionnement en VE. Découvrez les VE qui seront efficaces et vous permettront de faire des économies. Pour en savoir plus, rendez-vous sur : [geotab.com/ev](https://www.geotab.com/ev)

Autres articles de cet auteur :

[Préparation pour les véhicules électriques : Les conclusions de l'étude Charge the North EV pour les opérateurs de flottes](#)



GEO TAB[®]

management by measurement

—— www.geotab.com ——

