

Rapport de veille technologique - Technifutur Campus Francorchamps - Projet PAE

Date de création : 11/06/2020

Rédacteur : Julien Ory

Technologie concernée

Domaine concerné : Automobile - Sécurité

Technologie(s): Motorisation alternative, Stockage électricité, Haute tension, Hybride, Electrique

Contexte

Le développement des technologies liées aux véhicules électriques et hybrides suit une importante croissance depuis une dizaine d'années. Premièrement, les véhicules électriques longtemps considéré comme de « niche » proposant une faible autonomie pour un coût important commencent à se démocratiser. D'autre part, l'hybridation de certains véhicules thermiques ayant presque exclusivement comme but de réussir à ne pas dépasser certaines limites imposées en terme de dépollution est devenu un avantage en terme de fiscalité et d'économie pour l'utilisateur professionnel et/ou particulier.

Ces véhicules intègrent des technologies qui jusqu'ici n'existaient quasiment pas dans le secteur de l'automobile qui nécessitent des procédures distinctes permettant de limiter au maximum les risques pour les techniciens.

Ces véhicules pouvant être impliqué dans des accidents de la route au même titre que des véhicules thermiques, il faut également veiller à informer les services d'intervention qui pourraient eux aussi faire face à certains risques.

Description de l'innovation

1) Introduction

Les évolutions technologiques qui ont menés à l'arrivée des véhicules hybrides et électriques sont particulièrement liées à plusieurs facteurs :

- Pollution atmosphérique et réglementations de plus en plus strictes
- Changement climatique
- Fluctuation du prix du pétrole
- Opinion publique suite au « diesel-gate »
- Fiscalité avantageuse

2) Technologie

Afin d'améliorer les émissions polluantes d'un véhicule, il existe deux solutions techniques qui sont abordées dans ce rapport : L'hybridation ou l'électrification du groupe motopropulseur.

Concernant l'hybridation, il s'agit d'ajouter une source d'énergie embarquée permettant de propulser le véhicule et donc de diminuer éventuellement le temps de fonctionnement du moteur thermique. La source d'énergie supplémentaire dans ce rapport sera principalement stockée dans un système de stockage d'énergie électrique qui sera utilisé pour alimenter un moteur électrique.

Les principaux composants utilisés soit par l'hybridation soit par l'électrification sont pour la plupart communs :

- **Machine électrique** : Permet d'entraîner les roues (rôle de moteur) et de recharger le système de stockage d'énergie électrique (rôle de générateur). Il donc réversible.
- **Système de stockage d'énergie électrique** : Plus communément appelé batterie, ce composant permet de stocker l'énergie électrique lors d'un rechargement en connexion à une borne de rechargement, lors d'un freinage ou lorsque un générateur est entraîné par le moteur thermique. L'énergie électrique est stockée sous forme de tension continue (DC)
- **Convertisseur DC/AC**: Permet de transformer la tension continue (DC) stocké dans le système de stockage d'énergie électrique en tension alternative (AC) pour l'alimentation d'une machine électrique. Ce composant est également électriquement réversible.
- **Convertisseur DC/DC** : Permet de transformer la haute tension continue (DC) stockée dans le système de stockage d'énergie électrique en basse tension continue (DC) pour alimenter le réseau de bord (généralement 12V)
- **Convertisseur AC/DC** : Permet de recharger le véhicule en transformant la tension alternative (AC) du réseau électrique en haute tension continue (DC) vers le système de stockage d'énergie électrique.
- **La prise de charge** (uniquement sur les modèles électriques et « Plug-in ») : permet la connexion électrique vers une installation fixe pour réaliser la charge du système de stockage d'énergie électrique. Suivant le type d'installation, cette prise de charge peut accueillir un connecteur faisant transiter de la tension alternative (AC) vers le convertisseur AC/DC et/ou directement de la tension continue (DC) vers le système de stockage d'énergie électrique.

Ces composants sont reliés entre eux par des **câbles dédiés à la haute tension** de couleur orange.

En plus d'un conducteur central permettant le passage de la haute tension, la plupart des câbles dédiés sont fabriqués avec une couche supplémentaire permettant de mesurer en temps réel si l'isolement électrique du câble par rapport à l'extérieur est maintenu.

La haute tension présente dans ces différents composants est comprise entre 60 Volts et 1500 Volts en DC et entre 30 Volts et 1000 Volts en AC.

Il est donc important de noter que l'hybridation sous 48V DC ne vas pas représenter les mêmes risques et le constructeur ne devra pas satisfaire aux réglementations liées à la haute tension présente dans un véhicule.

Il existe plusieurs architectures possibles, le plus souvent, définies par le rôle que va tenir le moteur thermique lors de son fonctionnement :

- **Hybride parallèle** : Le moteur thermique ET le moteur électrique peuvent entraîner les roues. Soit l'un, soit l'autre voir les deux en même temps. Plusieurs déclinaisons sont possibles permettant, par exemple, un roulage du véhicule sur un mode purement électrique.
- **Hybride série** : Le moteur thermique n'entraîne jamais les roues. Il permet, via l'entraînement d'un générateur, de recharger le système de stockage d'énergie électrique (la batterie) qui alimente un moteur électrique permettant d'entraîner les roues.
- **Hybride combiné** : L'architecture permet un fonctionnement hybride parallèle et série en même temps. Le moteur thermique peut donc entraîner les roues ET alimenter le système de stockage d'énergie électrique.

3) Les risques

Toute personne qui sera amené à intervenir sur un véhicule hybride ou électrique doit être consciente des différents risques qui sont désormais liés à ces technologies.

Ces risques sont principalement liés à la présence de haute tension à bord du véhicule et au système de stockage d'énergie électrique :

- **Risques électriques**

Avec la présence de haute tension continue et alternative, il est nécessaire de se protéger suffisamment lors d'une intervention sur les composants haute tension. En effet, la résistance de la peau humaine n'est pas assez élevée et le courant résultant d'un contact avec cette haute tension peut se révéler mortelle.

De plus, lors d'un court-circuit, l'arc électrique qui se produit peut mener à une explosion importante ayant différentes conséquences possibles : Vaporisation de métaux, fumées toxiques, lumière vive, ondes sonores importantes, onde de pression, et chaleur importante.

Même si le choc électrique est faible, les risques secondaires peuvent avoir des conséquences graves. Par exemple, chute mortelle si travail en hauteur, coups violents suite à la contraction musculaire ou sur accident.

- **Risques d'incendie**

Conséquence directe de la présence de la haute tension dans certains composants, un court-circuit peut mener à un dégagement de chaleur important et avoir comme conséquence un début d'incendie ou d'explosion.

Certains systèmes de stockage d'énergie (batteries électrochimiques) sont sensibles à la température. Si la température de fonctionnement dépasse la valeur maximale admissible pendant un temps trop long, il existe alors un risque de réaction chimique interne pouvant mener à un dégazage voir même à l'explosion.

La recharge du système de stockage d'énergie doit également être monitorée en permanence par le système de gestion intégré. Elle sera donc effectuée uniquement en respectant les procédures et le matériel prescrits par le constructeur.

- **Risques chimiques**

Certains composants liés au système de stockage d'énergie (batteries électrochimiques) peuvent représenter un risque lors d'un contact ou de leur inhalation.

Il est donc important de se protéger en cas de fuite et de traiter les éventuels résidus avec le matériel prescrit par le constructeur.

- **Risques magnétiques**

Dans certaines machines électriques, la partie en rotation (rotor) peut être constituée d'aimants permanents ayant un champ magnétique très intense.

Ce champ magnétique peut influencer ou perturber le fonctionnement d'appareils médicaux et de matériaux sensibles.

D'autre part, la manipulation d'objets métalliques à proximité de ces aimants peut présenter, en plus du risque de pincement entre l'objet et le rotor, la détérioration de celui-ci.

- **Risques liés à la conduite du véhicule**

Les véhicules électriques et la plupart des véhicules hybrides n'émettent pas de son, vibration, ... lorsqu'ils sont prêts à rouler.

C'est donc grâce à l'instrumentation de bord qu'il sera possible d'identifier si le véhicule peut se déplacer ou démarrer son moteur thermique.

De manière générale, un témoin affichant « Ready » situé au niveau du tableau de bord permet d'identifier rapidement si le véhicule est prêt à rouler. Dans ce cas, le véhicule pourra se déplacer sous certaines conditions (Sélection du mode D (Drive) ou R (Rear), Frein de stationnement desserré, pédale de frein relâchée) et dans un véhicule hybride, le moteur thermique pourra démarrer automatiquement sans intervention du conducteur.

4) Procédures de travail et certification pour le secteur garage

En Belgique, il existe une certification sectorielle qui concerne les travailleurs qui peuvent entrer en contact avec un véhicule électrique ou hybride dans le cadre de leur travail.

Les risques précédemment cités sont abordés lors de cette certification pour permettre d'informer tous les intervenants.

Suivant les tâches qui sont confiées au travailleur, trois niveaux de certifications sont prévus :

- **Collaborateur sensibilisé** : Le collaborateur sensibilisé entre en contact avec des véhicules électriques ou hybrides durant l'exécution de son travail. Il ne travaille cependant pas sur le système haute tension, à moins que ce système ait été mis hors tension par un collaborateur qualifié. Dans ce cas, il peut travailler sur le système haute tension, mais sous la responsabilité du collaborateur qualifié. Il ne met jamais le système hors tension lui-même.
- **Collaborateur qualifié** : Cette personne met le véhicule hors tension en toute sécurité et remet également le système sous tension. Elle n'intervient sur des éléments haute tension qu'après avoir contrôlé qu'ils sont mis hors tension.
- **Collaborateur spécialisé** : Il exécute des tâches, même sous tension, sur le système haute tension ou sur des éléments de celui-ci.

Cette répartition permet de scinder les travaux sur le véhicule entre ceux qui impactent les composants sous haute tension et ceux qui ne le sont pas.

Pour réaliser une mise hors tension du système haute tension, les procédures que le constructeur prescrit sont à respecter car les emplacements des composants et les manipulations peuvent différer d'un modèle à l'autre.

Parmi les systèmes permettant de mettre hors tension le système haute tension en toute sécurité, les deux suivants sont les plus représentés :

- Mise hors tension via connecteur de service haute tension :

Lors de la procédure, il est demandé à l'intervenant de manipuler un connecteur permettant de sectionner physiquement la haute tension au niveau du système de stockage d'énergie électrique. Etant donné que ce connecteur est situé dans le circuit de haute tension, tous les équipements de protection individuels liés à la présence de haute tension et prescrits par la procédure doivent être utilisés

- Mise hors tension via connecteur de service basse tension :

Lors de cette procédure, la mise hors tension de la haute tension du système de stockage d'énergie électrique est réalisée sur un connecteur qui permet de désactiver le circuit haute tension sans faire partie intégrante de ce circuit, il peut donc être manipulé sans les équipements de protection individuels liés à la haute tension mais toujours dans le respect de la procédure prescrite par le constructeur.

Afin d'éviter une remise sous tension accidentelle par une autre personne, les procédures sont complétées par différentes étapes de mise en sécurité et de contrôles tels que :

- Mise en place de signalisation autour et dans le véhicule
- Retrait et sécurisation de la clé de contact du véhicule
- Vérification de l'absence de témoin de fonctionnement du système haute tension
- Déconnexion de la batterie basse tension (12V/24V)
- Contrôle de l'absence de tension sur le circuit haute tension
- Suivi des étapes grâce à un document de travail dédié

5) Procédures d'intervention pour les services de secours

1ère étape : Identification de véhicule électrique ou hybride

Afin de procéder efficacement à cette identification, plusieurs indices peuvent être pris en compte :

- Badge/écussons présents sur la carrosserie portant la mention « Electric », « Hybrid »,...
- Modèle spécifique (n'existe uniquement qu'en motorisation électrique ou hybride)
- Présence de câbles électriques de couleur orange
- Pictogramme « Haute tension / High Voltage »

2^{ème} étape : Reconnaissance

Lorsqu'une intervention est menée sur un véhicule clairement identifié comme électrique ou hybride, une reconnaissance permet la prise en compte des dangers et des risques précédemment cités.

Cette reconnaissance est réalisée avec le matériel de protection individuel et les instruments de contrôle spécifiques aux véhicules électriques ou hybrides, tels que :

- Appareil respiratoire individuel
- Gants isolants électriques de classe 0 avec protection contre chocs mécaniques
- Protection des yeux et du visage
- Caméra thermique

Un accès à la documentation technique liée au véhicule permet une intervention plus rapide et sécurisée. Plusieurs sources d'information sont disponibles :

- Emergency Response Guide (ERG)
- Rescue sheets
- Safety Data Sheets

Les ERG étant plus volumineux et pas toujours accessibles rapidement, les informations nécessaires à la reconnaissance et aux composants internes aux véhicules se retrouvent directement sur les rescue sheets qui sont recommandées en intervention.

Des plateformes commerciales permettent un accès via PC pour identifier rapidement le type de véhicule impliqué.

Au mois de juin 2020, l'Euro NCAP (European New Car Assessment Program) a mis en ligne un outil de type « application pour smartphone » permettant un accès direct, en ligne ou hors-ligne, aux rescue sheets.

Cet outil appelé « Euro Rescue » est disponible pour les appareils IOS et android, directement dans les magasins d'applications respectifs.

3^{ème} étape : Maitrise des risques et stabilisation

La stabilisation du véhicule est effectuée en tenant en compte la masse des différents composants haute tension.

Le véhicule est ensuite déconnecté au niveau de la haute tension et de la basse tension.

4^{ème} étape : Accès, traitement médicalisé, création d'espace autour de la victime et extraction de la victime

Pendant cette étape, un contrôle permanent des composants sous haute tension et plus particulièrement de la stabilité thermique de la batterie est nécessaire.

5^{ème} étape : Rangement du matériel et remorquage du véhicule

Le matériel et plus particulièrement les équipements de protection individuelle doivent être testés avant rangement.

Avant que le véhicule soit dépanné, la stabilité thermique des composants sous haute tension doit être contrôlée.

Il est également déconseiller d'effectuer un remorquage avec le ou les essieux moteurs au sol, une tension électrique non contrôlée pourrait être créée.

Sources d'information

<https://www.educam.be/fr/certification/vehicules-hybrides-et-electriques>

<http://www.auto-innovations.com/>

<https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R100r1f.pdf>

<http://www.homologation.be/fr/>

<https://afdc.energy.gov/fuels/>

<http://www.ieahev.org/>

<https://www.civieleveiligheid.be/fr/formation/vehicules-hybrides-et-electriques-fonctionnement-securite-intervention>