



**CAMPUS
DES MÉTIERS
ET DES
QUALIFICATIONS**

Auto'Mobilités
Auvergne-Rhône-Alpes



CONTROLE MOTEUR

Parcours de formation

Ce document vous est remis à titre personnel. La reproduction, l'adaptation ou l'utilisation de tout ou partie de ce document est autorisée pour un usage personnel et privé, à l'exclusion de toute utilisation commerciale. En cas de partage et/ou d'adaptation, vous vous engagez à créditer le document et à indiquer si des modifications ont été effectuées.

CARA



AUVERGNE-RHÔNE-ALPES
EUROPEAN CLUSTER
FOR MOBILITY SOLUTIONS

PRESENTATION

Le Campus des Métiers et des Qualifications Auto'Mobilités (Auvergne-Rhône-Alpes) est fier de vous partager cet e-book de formation sur le thème du contrôle moteur.

Co-créé par des professionnels de la pédagogie, des industriels, des chercheurs et des apprenants, ce livret propose différents modules reprenant les besoins en compétences clés lié au thème associé.

Chaque e-book propose :

1. Un panorama des objectifs pédagogiques reprenant les besoins du terrain
2. Un séquençement lisible en modules et en chapitres
3. Les savoirs clés essentiels pour chaque chapitre
4. Des suggestions de questions d'évaluation

Tout enseignant ou formateur peut exploiter et s'approprier les ressources de ce parcours pour son propre exercice.

Le campus met également à disposition des outils pédagogiques matériels et digitaux développés collaborativement.

N'hésitez pas à nous contacter pour obtenir les parcours développés sur d'autres thématiques, pour toute suggestion ou question sur les contenus et outils pédagogiques.

POUR + D'INFORMATIONS

Rendez-vous sur [le site internet du CMQ Auto'Mobilités](#)

Contactez le directeur opérationnel du campus : [M. BENECH David](#)

SOMMAIRE

MODULE 1 – Qu'est ce qu'un contrôle moteur ?	4
Chapitre 1 : A quoi sert le contrôle moteur ?	5
Chapitre 2 : Quels effets de l'électrification des véhicules sur le contrôle moteur ?	6
Chapitre 3 : Quels sont les composants essentiels du contrôle moteur ?	7
MODULE 2 – Comment les stratégies de contrôles évoluent-elles pour les véhicules électrifiés ?	8
Chapitre 1 : A quoi sert une loi de commande ?	9
Chapitre 2 : Comment évoluent les lois de commande pour les véhicules électrifiés ?	9
MODULE 3 – Comment mobiliser les stratégies de contrôle ?	10
Chapitre 1 : Comment paramétrer un contrôle moteur adapté ?	11
Chapitre 2 : Comment diagnostiquer un moteur électrique ou hybride ?	11
MODULE 4 – Comment intégrer les différents processus et leurs évolutions ?	12
Chapitre 1 : Comment les étapes du contrôle moteur s'articulent à différents niveaux ? ...	13
Chapitre 2 : Comment évoluent les procédures de sécurité ?	13
EVALUATION DU PARCOURS – questions de QCM	14

MODULE 1

Qu'est-ce qu'un contrôle moteur ?

- **Chapitre 1 : A quoi sert le contrôle moteur ?**
- **Chapitre 2 : Quels effets de l'électrification des véhicules sur le contrôle moteur ?**
- **Chapitre 3 : Quels sont les composants essentiels du contrôle moteur ?**

Et 3 niveaux d'apprentissage :

-  Sensibilisation
-  Approfondissement
-  Expertise

MODULE 1

Qu'est-ce qu'un contrôle moteur ?

Chapitre 1 ●

A quoi sert le contrôle moteur ?

- Un véhicule comporte plusieurs calculateurs qui permettent de gérer en réseau multiplexé les différents flux d'information et de gérer son fonctionnement. Ces calculateurs dialoguent entre eux. C'est la notion d'intersystème.
- Certains de ces calculateurs ont pour mission de surveiller le bon fonctionnement de la chaîne de traction et plus particulièrement du moteur. C'est le contrôle moteur.
- Dans un véhicule hybride, il y a un calculateur pour le contrôle du moteur thermique et un autre pour le moteur électrique.
- Il est essentiel de positionner son activité dans l'enveloppe complète de la mise au point du véhicule. Par exemple : on ne peut pas dissocier la mise au point du moteur thermique de celle du moteur électrique pour un véhicule hybride.

- Rôle du contrôle moteur :
 - Contrôler/surveiller le bon fonctionnement du moteur
 - Piloter les organes qui permettent de gérer les paramètres de fonctionnement optimum : débits/pression/température à l'admission, à l'échappement par rapport aux prestations souhaitées en lien avec la volonté conducteur/constructeur (couple, puissance, consommation, rejets, agrément de conduite...)
 - Assurer un fonctionnement en mode dégradé

- La mise au point se positionne dans le cadre du compromis entre consommation, performance/ergonomie, et émissions. Son rôle est de garantir la dépollution du véhicule tout en garantissant les performances ciblées par le cahier des charges.



Avoir une vision intégrale du contrôle moteur
Expliquer le rôle du contrôle moteur pour les véhicules électrifiés
Comprendre les inter systèmes

MODULE 1 Qu'est-ce qu'un contrôle moteur ?

Chapitre 2 ● Quels effets de l'électrification des véhicules sur le contrôle moteur ?

- Les principales fonctions copilotées par le contrôle moteur sont : la propulsion, le transfert d'énergie, et le stockage dans certains cas.

Propulsion (électrique, thermique, hybride)

- La gestion de la motorisation et de l'énergie transmise aux roues ainsi que les paramètres à surveiller sont donc très différentes selon l'architecture des véhicules et que le véhicule soit thermique, électrique ou hybride.
- Le nombre de paramètres en jeu est bien plus important sur un véhicule hybride rendant son pilotage bien plus complexe : arrêt, démarrage, mise en température du moteur...
- Le positionnement des différents moteurs dans le véhicule (architecture) modifie également la Gestion de la traction et permet de nouveaux usages : passage de traction/propulsion à 4x4, moteurs-roues...

Transfert d'énergie (électrique, mécanique, potentielle)

- La rétropropulsion est un mode de fonctionnement possible avec les motorisations électriques et permet d'utiliser l'énergie de freinage pour recharger les batteries
- Le système de freinage devient plus complexe (freinage régénératif sur les véhicules électriques et hybrides)
- L'électrification a également un impact sur les faisceaux du véhicule et sur le faisceau moteur en particulier.

Stockage (électrique, autres...)

- Le stockage d'énergie dans le véhicule est également impacté (réservoir, batterie), tout comme la manière utilisée pour le transfert d'énergie ou sa récupération.

Tout cela impacte la stratégie du contrôle moteur.



Savoir à quoi sert le contrôle moteur
Connaitre les impacts de l'électrification des véhicules sur le contrôle moteur
Comprendre l'évolution des analyses fonctionnelles avec l'intégration des véhicules électrifiés

MODULE 1 Qu'est-ce qu'un contrôle moteur ?

Chapitre 3 ●

Quels sont les composants essentiels du contrôle moteur ?

- Un calculateur moteur est constitué
 - D'un hardware (boîtier physique), qui reçoit des informations des capteurs et pilote des actionneurs. Il doit faire l'objet d'une veille technologique en lien avec la fin de vie des composants – voir le parcours campus « Développement durable »
 - D'un software (un logiciel), c'est l'algorithme de gestion
 - D'une calibration (un fichier de données), qui permet le paramétrage des grandeurs que le software utilise
- Un calculateur peut être fermé ou ouvert. Un calculateur ouvert permet d'intervenir également sur le soft/logiciel, et permet réalisation de la mise au point par un constructeur.
- Dans le cadre du véhicule électrique, les sous-systèmes connectés au calculateur sont amenés à évoluer : convertisseur DC/DC, onduleur, capteurs, actionneurs... – voir le parcours campus « Electronique de puissance »



Identifier les composants en jeu dans le contrôle moteur
Différencier un soft d'une calibration

MODULE 2

Comment les stratégies de contrôles évoluent-elles pour les véhicules électriques et hybrides ?

- Chapitre 1 : A quoi sert une loi de commande ?
- Chapitre 2 : Comment évoluent les lois de commande pour les véhicules électrifiés ?

Et 3 niveaux d'apprentissage :

-  Sensibilisation
-  Approfondissement
-  Expertise

MODULE 2

Comment les stratégies de contrôles évoluent-elles pour les véhicules électrifiés ?

Chapitre 1 : A quoi sert une loi de commande ? ●

- Une loi de commande est un algorithme qui permet de commander, piloter des actionneurs (sortie) en fonction de paramètres en entrée et d'opérations réalisées dessus.
- Les lois de commande existent pour gérer l'ensemble des actionneurs de la chaîne de traction, il est souvent nécessaire d'en avoir plusieurs pour un actionneur.
- C'est l'ensemble des lois qui fait la stratégie de contrôle.



Définir une loi de commande et ses fonctions
Définir une stratégie de contrôle

Chapitre 2 : Comment évoluent les lois de commande pour les véhicules électrifiés ? ●

- Les stratégies de gestion du groupe motopropulseur varient suivant son architecture et les types d'énergies utilisées.
- Par conséquent, chaque élément de la chaîne de traction aura sa propre stratégie de contrôle tenant compte de ses caractéristiques et limites de fonctionnement propres.
- Tous ces éléments devront ensuite être pilotés par une gestion d'ensemble de l'énergie du véhicule afin de diriger le flux d'énergie en fonction des situations rencontrées par le véhicule (phase d'accélération/freinage/autoroute...) et d'en gérer son optimisation.



Expliquer les stratégies de contrôle des machines électriques dans un véhicule électrique ou hybride

MODULE 3

Comment mobiliser les stratégies de contrôles ?

- Chapitre 1 : Comment paramétrer un contrôle moteur adapté ?
- Chapitre 2 : Comment diagnostiquer un moteur électrique ou hybride ?

Et 3 niveaux d'apprentissage :

-  Sensibilisation
-  Approfondissement
-  Expertise

Comment mobiliser les stratégies de contrôles ?

Chapitre 1

Comment paramétrer un contrôle moteur adapté ? ●

- Il est essentiel de calibrer un moteur selon son type (Thermique /Électrique / Hybride) et selon son environnement (poids du véhicule, nombre de roues motrices, type de carburant...)
- Le contrôle d'une machine électrique ne sera pas le même selon son courant : machine à courant continu, asynchrone et synchrone.
- Un même moteur peut se comporter très différemment en fonction de la calibration qui lui est appliquée, c'est le cas notamment pour les véhicules hybrides.



Mettre en œuvre les notions de contrôle des machines électriques
Réaliser des paramétrages selon des méthodologies de travail.

Chapitre 2

Comment diagnostiquer un moteur électrique ou hybride ? ●

- Les étapes du diagnostic moteur sont similaires aux étapes d'intervention sur un moteur thermique :
 - Analyser le journal des défauts (les défauts remontent sous forme de code défaut)
 - Identifier l'origine d'une défaillance
- Avec les véhicules électrifiés, c'est la manière dont les informations remontent qui évolue.
- Les outils embarqués (valise diag) évoluent également avec l'électrification de véhicules
- A chaque évolution sur une calibration, il faut valider un certain nombre d'éléments (conformité de la nouvelle prestation, non régression...). Pour cela, on peut mobiliser plusieurs moyens :
 - Banc HIL (simulation, virtuel)
 - Banc composants
 - Banc véhicule
 - Essais routiers - roulages fonctionnels
- Ces moyens d'essais sont amenés à évoluer avec l'électromobilité : passage du thermique (essence, diesel, gaz) à l'électrique, ou l'inverse.



Réaliser un diagnostic moteur
Comprendre comment l'électrification impacte le diagnostic
Savoir quels validations/tests sont à réaliser par suite d'une évolution de soft/calibration

MODULE 4

Comment intégrer les différents processus et leurs évolutions ?

- **Chapitre 1 : Comment les étapes du contrôle moteur s'articulent-elles à différents niveaux ?**
- **Chapitre 2 : Comment évoluent les procédures de sécurité ?**

Et 3 niveaux d'apprentissage :

-  Sensibilisation
-  Approfondissement
-  Expertise

Chapitre 1

Comment les étapes du contrôle moteur s'articulent-elles à différents niveaux ? ●

- Pour décrire les tâches / étapes de la mise au point moteur, on utilise un plan d'expérience. Le plan d'expérience permet de structurer les tâches de mise au point et de dimensionner au juste nécessaire les essais physiques, longs et coûteux
- Une vision systémique du processus de contrôle comprend :
 - Ressources nécessaire (Humain et moyen)
 - Difficulté
 - Volume de travail (ampleur...)
- Ces éléments seront impactés par l'électrification des véhicules



Décrire les tâches et étapes du processus de mise au point
S'inscrire dans le processus global, connaître les différentes étapes

Chapitre 2

Comment évoluent les procédures de sécurité ? ●

- Les nouvelles énergies entraînent des évolutions en termes de sécurité nécessaire à l'intervention sur des systèmes. Des habilitations spécifiques peuvent être demandées pour intervenir, notamment :
 - Habilitation électrique (lié à la tension en jeu dans un véhicule électrique (~400V))
 - H2 (ATEX, Haute pression...)
 - Habilitation gaz.
- Les conditions d'intervention (température...) sont amenées à évoluer également. Les zones à risque spécifiques et les précautions à prendre doivent être identifiées avant toute intervention.
- Une des principales normes à prendre en compte est : la norme NF C 18-550, recommandée par le code du travail pour intervenir sur des moteurs électriques. Les autres normes sont : B1V, B2V, BR, BC, BE, H1V, H2V, HC, HE, BS BE et H0V-B0V



Connaître les protocoles de sécurité liés à l'intervention sur véhicule électrique

EVALUATION DU PARCOURS

Retrouvez ci-dessous des exemples de questions de QCM à réutiliser sur cette thématique

1. La mise au point du contrôle moteur est un compromis entre :
 - a. Consommation
 - b. Performance
 - c. Emissions
 - d. Bruit
 - e. Usure

2. Quel(s) élément(s) lié(s) aux véhicules électrifiés peu(ven)t complexifier le contrôle moteur ?
 - a. L'interface avec une borne de recharge
 - b. La récupération d'énergie
 - c. La présence de plusieurs moteurs

3. De quoi est constitué un calculateur moteur ?
 - a. Un boîtier connecté à des capteurs
 - b. Un boîtier connecté à des actionneurs
 - c. Un logiciel
 - d. Une calibration
 - e. Un système électronique

4. Qu'est-ce qu'une stratégie de contrôle ?
 - a. C'est l'ensemble des étapes suivies par le constructeur pour le contrôle moteur
 - b. C'est le protocole de paramétrages des grandeurs par la calibration
 - c. C'est l'ensemble des lois de commande qui pilotent les actionneurs

5. Comment le diagnostic moteur évolue-t-il pour les véhicules électrifiés ?
 - a. De nouvelles étapes d'intervention s'ajoutent aux étapes déjà présentes pour les véhicules thermiques
 - b. Les informations collectées ne remontent plus de la même façon
 - c. Les outils de diagnostic doivent s'adapter à ces types de véhicules

6. A quoi sert un plan d'expérience pour la mise au point ?
 - a. À structurer les tâches de mise au point
 - b. À dimensionner les essais physiques
 - c. À anticiper les évolutions de moyens d'essais

7. Dans un véhicule hybride, il y a un calculateur pour contrôler le moteur thermique, et un autre pour le moteur électrique
 - a. Vrai
 - b. Faux

8. Quel type de véhicule aura le plus grand nombre de paramètres à piloter ?
 - a. Le véhicule électrique
 - b. Le véhicule hybride
 - c. Le véhicule thermique

9. En optimisant le contrôle moteur, on peut réduire les coûts d'entretien d'un moteur.
 - Vrai
 - Faux

10. En optimisant le contrôle moteur, on peut réduire les émissions de polluants d'un moteur.
 - Vrai
 - Faux



Ce parcours a été réalisé avec le soutien du Programme d'investissement d'avenir

