

THERMOMANAGEMENT FCEV : Gestion Thermique des Véhicules à Pile à Combustible Hydrogène

Lien : https://afrique-formation.com/formation/thermomanagement-fcev-gestion-thermique-des-vehicules-a-pile-a-combustible-hydrogene

DURÉE
8 jours (56h)

RÉFÉRENCE
PGM415

CATÉGORIE
Motorisations et Mobilité Décarbonée

Afrique Formation

🎯 OBJECTIFS DE LA FORMATION

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- ✔ Comprendre les spécificités thermiques des véhicules à pile à combustible
- ✔ Réaliser un bilan thermique complet d'un stack PEMFC
- ✔ Analyser la génération de chaleur et les besoins de refroidissement d'un FCEV
- ✔ Maîtriser la gestion de l'eau et de l'humidification dans les stacks
- ✔ Dimensionner des circuits de refroidissement basse température pour stacks
- ✔ Concevoir la gestion thermique des batteries dans les FCEV hybrides
- ✔ Intégrer le refroidissement de l'électronique de puissance
- ✔ Comprendre la gestion thermique du stockage hydrogène haute pression
- ✔ Concevoir des systèmes de pompe à chaleur pour FCEV
- ✔ Optimiser la récupération de chaleur pour améliorer le rendement global
- ✔ Développer des stratégies de démarrage à froid pour températures négatives
- ✔ Sélectionner et dimensionner les composants thermiques spécifiques aux FCEV
- ✔ Concevoir des architectures thermiques intégrées multi-boucles
- ✔ Définir des stratégies de contrôle thermique adaptatives
- ✔ Analyser l'impact de la thermique sur la durabilité du stack
- ✔ Adapter les systèmes thermiques aux environnements sévères
- ✔ Anticiper les évolutions technologiques en thermomanagement FCEV

Afrique Formation

POUR QUI ?

- Ingénieurs thermiciens spécialisés en véhicules hydrogène
- Concepteurs de systèmes pile à combustible
- Ingénieurs de développement de véhicules FCEV
- Ingénieurs intégration thermique véhicule
- Responsables techniques de projets hydrogène
- Ingénieurs d'essais et validation de systèmes FCEV
- Ingénieurs contrôle-commande de piles à combustible
- Techniciens supérieurs en thermique véhicule
- Chefs de projet en développement de véhicules hydrogène
- Ingénieurs application chez les fournisseurs de composants FCEV
- Ingénieurs du secteur pétrolier en reconversion vers l'hydrogène
- Ingénieurs du secteur minier travaillant sur les engins FCEV
- Responsables de flottes en transition vers l'hydrogène
- Ingénieurs R&D en technologies de piles à combustible
- Ingénieurs fiabilité travaillant sur les systèmes FCEV
- Responsables d'infrastructure de ravitaillement hydrogène
- Ingénieurs environnement et durabilité des transports
- Directeurs techniques évaluant des projets FCEV

Afrique Formation

AFRIQUE FORMATION
La Référence en Afrique pour la Formation



Programme détaillé

1 / Introduction au thermomanagement des véhicules FCEV

- Spécificités thermiques des véhicules à pile à combustible vs BEV et thermiques
- Architecture générale d'un système FCEV et rôle central du thermomanagement
- Enjeux de la gestion thermique pour performance, durabilité et efficacité

2 / Bilan thermique des stacks PEMFC

- Génération de chaleur dans le stack : réaction électrochimique et pertes selon Barbir
- Rendement thermique et électrique : répartition des flux énergétiques
- Évolution des besoins de refroidissement selon les points de fonctionnement

3 / Gestion de l'eau et humidification

- Rôle de l'eau dans la membrane et impact sur la conductivité protonique
- Gestion de l'humidification de l'air cathode et anode
- Condensation, drainage et prévention du noyage

4 / Circuits de refroidissement des stacks

- Spécificités du refroidissement basse température (<80°C) selon Ahluwalia
- Composants : pompes, radiateurs, vannes thermostatiques et réservoirs
- Dimensionnement des circuits pour faible écart de température (ΔT)

Afrique Formation

5 / Gestion thermique des batteries dans les FCEV hybrides

- Besoins thermiques des batteries tampon (Li-ion) dans les FCEV
- Couplage ou séparation des boucles thermiques PAC/batterie
- Optimisation de la température batterie pour performance et durée de vie

6 / Refroidissement de l'électronique de puissance

- Sources de chaleur : convertisseurs DC-DC, onduleur, compresseur d'air
- Technologies de refroidissement : plaques froides, liquide, intégration au circuit principal
- Gestion des différents niveaux de température

7 / Gestion thermique du stockage hydrogène

- Thermique du remplissage : échauffement lors de la compression selon Satyapal
- Refroidissement de l'hydrogène lors du remplissage (protocoles SAE J2601)
- Détente de l'hydrogène et préchauffage avant injection au stack

8 / Pompes à chaleur pour véhicules FCEV

- Principes des pompes à chaleur automobiles selon Hrnjak
- Utilisation de la chaleur du stack pour chauffage habitacle
- Pompes à chaleur réversibles pour chauffage/refroidissement batterie et habitacle

9 / Récupération de chaleur et efficacité globale

- Sources de chaleur récupérables dans un FCEV
- Intégration de la récupération de chaleur dans l'architecture thermique
- Impact sur le rendement global du véhicule et l'autonomie

10 / Démarrage à froid et protection gel

- Défis du démarrage sous températures négatives selon Gasteiger
- Stratégies de préchauffage : résistances, réactions internes, stockage thermique

Afrique Formation

- Purge des membranes et prévention du gel de l'eau résiduelle

11 / Composants thermiques spécifiques aux FCEV

- Radiateurs basse température et dimensionnement pour faible ΔT selon Pesaran
- Échangeurs thermiques : liquide-liquide, liquide-air, intégrés
- Vannes de régulation, pompes électriques et réservoirs de dégazage

12 / Architectures thermiques intégrées

- Boucles multiples : haute température, basse température, réfrigération
- Stratégies de by-pass et couplage/découplage des boucles
- Intégration dans le véhicule et optimisation de l'espace

13 / Contrôle et régulation thermique

- Capteurs de température, débit et pression pour le contrôle thermique
- Algorithmes de contrôle : PID, prédictif, adaptatif selon Stefanopoulou
- Stratégies de gestion thermique selon les modes de fonctionnement

14 / Impact thermique sur la durabilité et perspectives

- Influence de la température sur le vieillissement du stack et des composants
- Cycles thermiques et fatigue des membranes et plaques bipolaires
- Tendances : refroidissement haute performance, matériaux avancés, intégration extrême

Afrique Formation

Approche pédagogique

- Support Ecrit et Projection
- Exposés Interactifs, Podcasts et Vidéos
- Brainstorming et Jeux de Rôle
- Mises en Situation pour faciliter l'assimilation
- Cas Pratiques et Labs inclus pour leur impact opérationnel
- Test de Validation des Acquis des Connaissances

Prochaines dates programmées

30 Nov. au 09 Déc. 2026	Présentiel - Casablanca
08 au 17 Fév. 2027	Présentiel - Casablanca
05 au 14 Avr. 2027	Présentiel - Casablanca
31 Mai au 09 Juin 2027	Présentiel - Casablanca
26 Juil. au 04 Août 2027	Présentiel - Casablanca

Autres dates possibles sur demande. Contactez-nous pour organiser une session intra-entreprise.

Réservation & Renseignements

Téléphone : +212 522 247 210
Email : contact@afrique-formation.com
Web : https//www.afrique-formation.com

Afrique Formation — Tous droits réservés