

Structure du programme et liste des cours

PC en sciences et technologies de l'hydrogène

(Cheminement: 1)

A moins d'indication contraire, un cours comporte trois (3) crédits

Cours obligatoires (6 crédits)

L'étudiant doit suivre les 2 cours suivants (6 crédits). Avant d'effectuer son choix de cours, l'étudiant doit contacter sa direction de programme.

ENG6004 - L'hydrogène comme vecteur énergétique

Objectifs : Se familiariser avec certains aspects de l'hydrogène comme vecteur énergétique. Prendre connaissance des divers modes de production, de distribution et de stockage de l'hydrogène. S'initier à divers aspects liés à la sécurité de l'hydrogène.

Contenu : Propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène. Introduction aux divers modes de production de l'hydrogène : reformage, extraction de la biomasse, électrolyse. Initiation aux principaux modes de stockage de l'hydrogène : compression, liquéfaction, stockage sur matériaux. Méthodes de distribution de l'hydrogène. Rôles de l'hydrogène. L'hydrogène et le système énergétique. Hydrogènes et batteries. Utilisation sécuritaire de l'hydrogène.

GEI6066 - Déploiement des technologies de l'hydrogène (études de cas, Code et standards)

Ce cours présente plusieurs projets réels de déploiement des technologies de l'hydrogène (boucle hydrogène pour les mines, flottes d'autobus hydrogène, électrolyseurs de forte puissance connectés au réseau, etc) dans les contextes québécois, canadiens et internationaux. Ceux-ci sont abordés d'un point de vue technique mais également économique (microéconomie, analyse de rentabilité, contexte macroéconomique, etc). Le cours abordera le développement de projet mais également les spécificités des technologies de l'hydrogène tout au long du cycle de vie du projet (gestion des actifs, maintenance, formation des opérateurs, etc). Les chaînes de valeurs des technologies de l'hydrogène seront présentées. La prise en compte des aspects sécurités tout au long de la mise en oeuvre du projet sera détaillée. Une attention particulière sera accordée aux codes et standards encadrant les technologies de l'hydrogène (Canadian Hydrogen Installation Code par exemple).

Cours optionnels (6 crédits)

L'étudiant doit suivre 2 cours parmi la liste de cours suivants (6 crédits). Avant d'effectuer son choix de cours, l'étudiant doit contacter sa direction de programme.

ENG6006 - Hydrogène et métaux

Ce cours porte sur les différentes interactions entre l'hydrogène et les métaux. Plus spécifiquement : les hydrures métalliques, la fragilisation par l'hydrogène, les interactions entre l'hydrogène et les catalyseurs, la diffusion de l'hydrogène, les propriétés de surface, propriétés magnétiques et supraconductivité. Les aspects théoriques (théorie quantique, thermodynamique, élasticité) seront considérés ainsi que les techniques expérimentales. Les sujets seront établis en fonction de l'auditoire.

GEI6067 - Intégration des systèmes hydrogènes au sein de systèmes énergétiques

Ce cours se concentre sur les applications des systèmes hydrogènes. Une première partie traitera des véhicules à hydrogène (véhicule routier léger et lourd, applications ferroviaires, aéronautiques et maritimes). Les grandes contraintes de conception seront abordées (volume, masse, coût, durée de vie, etc) de même que les différentes architectures envisageables (hybridation avec un pack batterie par exemple). Une attention particulière sera accordée au dimensionnement du système pile à combustible vis-à-vis des profils de puissance appelés par la partie traction. Enfin, les problématiques du contrôle et de la gestion d'énergie seront détaillées. Une seconde partie traitera de l'intégration des technologies de l'hydrogène dans les systèmes stationnaires (groupe électrogène de secours, micro réseau électrique autonome et/ou îloté, réseau électrique de forte puissance, etc). La mise en oeuvre d'une boucle hydrogène (électrolyseur, stockage, pile à combustible) au sein des systèmes d'énergie renouvelable (photovoltaïque et/ou éolien) sera détaillée (dimensionnement des différents éléments). Le contrôle et la gestion intelligente de l'énergie seront également traités (correcteurs, optimisations, IA, etc).

GMC6005 - De la cellule électrochimique au système hydrogène (pile à combust. et électrolyseur)

Ce cours se concentre sur le développement des systèmes hydrogènes, piles à combustible et électrolyseurs en particulier. Une première partie du cours traitera de la cellule électrochimique. Les principes électrochimiques et thermodynamiques de la conversion seront détaillés ainsi que les différents facteurs influant sur les performances de cette conversion (température, pression, humidité, etc). Une seconde partie abordera la constitution du stack. Seront traitées les questions de la conception (canaux d'alimentation en gaz par exemple) et du dimensionnement (nombre de cellules, surfaces actives, etc). La troisième partie se concentrera sur l'intégration du stack au sein d'un système hydrogène. Les différentes architectures seront détaillées (cathode ouverte, recirculation d'hydrogène, mode bouché, etc) ainsi que les différents auxiliaires (balance of plant) nécessaires au bon fonctionnement du système (compresseur, système de gestion thermique, humidificateur, etc). L'impact des auxiliaires sur les performances sera étudié ainsi que leur contrôle et leur gestion. Les notions de durée de vie, diagnostic et pronostic seront ainsi abordées.

PMO6014 - Introduction aux piles à combustibles et électrolyseurs

Ce cours porte sur l'étude des piles à combustible et des électrolyseurs. Après un survol des principes chimiques et physiques de base nécessaires au cours, Il s'intéressera à leurs principes de base, à leur fonctionnement et à leurs performances.