



Modules	Thèmes	Périodes
1	L'énergie dans l'industrie et les entreprises; notions de base en électricité, thermique, hydraulique; composants	36
2	Diagnostic et optimisation énergétique : méthodes et outils	46
3	Equipements et systèmes thermiques : caractéristiques et potentiels d'optimisation	48
4	Equipements et systèmes électriques : caractéristiques et potentiels d'optimisation	50
Nombre total de période de cours		180
Evaluation des modules		8
Contribution de l'expérience professionnelle du participant		52
Travail de certificat		120
Nombre total de périodes équivalentes (12 crédits ECTS)		360

CONTENU DES MODULES		Périodes
1	L'énergie dans l'industrie et les entreprises; notions de base en électricité, thermique, hydraulique; composants	36
1	Introduction: objectifs, contenu et déroulement du CAS; Notions de base énergies	1
1.1	Contexte et consommations d'énergies des entreprises et industries : formes et conversions d'énergie; unités; statistiques énergétiques et analyse; production thermique et procédés consommateurs de chaleur dans l'industrie, plages de températures;	1
1.2	Consommation d'électricité des entreprises et industries par application; contexte légal, réglementaire et normatif; labellisation des bâtiments; mesures d'encouragement et aides financières	4
1.3	Notions de base en électricité, production d'électricité : grandeurs électriques, lois de base et relations fondamentales, alimentations mono- et triphasées; puissances active, réactive, apparente, pertes; charges R,L,C; compensation du réactif; harmoniques et perturbations; comptage, tarification, et factures d'électricité	8
1.4	Notions de base en thermique et hydraulique : grandeurs thermodynamiques, diagrammes d'état; bilans de masse et d'énergie; transfert de chaleur; cycles thermodynamiques et efficacités; combustion et combustibles; air humide; traitement de l'eau thermique; hydraulique	14
1.5	Types et caractéristiques de composants essentiels: pompes, ventilateurs, compresseurs, pompes à vide, etc.	8
2	Diagnostic et optimisation énergétique : méthodes et outils	46
2.1	Techniques de mesure et de réglage : analyse de combustion, instrumentation, rendement et bilan thermique; systèmes de mesure et compteurs; symboles et schémas P&ID; principes et composants MCR; API, GTB, GTC, protocoles de communication	8
2.2	Systèmes industriels et management de l'énergie	4
2.3	Audits énergétiques, lignes directrices et stratégies d'amélioration, monitoring, calculs économiques, exemples : pré-pré-diagnostic, audit énergétique, mesurages et bilan d'énergies, livrables et communication; types d'interventions possibles et identification des pistes, priorisation; calculs de rentabilité et analyse financière: management, processus décisionnels et aspects stratégiques de l'énergie, indicateurs, benchmarking, monitoring; mesurages, analyse de régression, protocole IPMVP, contrat de performance énergétique	10
2.4	Méthode de l'Analyse Pincement: principes et outils de base, exemples: problématique, domaines d'applications; besoins de transfert de chaleur et diagramme T-H; courbes composites, optimisation économique, pincement et valeurs cibles; grande composite et optimisation des utilités; conception de réseaux d'échangeurs de chaleur; exemple pratique avec logiciel PinCH; récupération et stockage de chaleur (aperçu)	12
2.5	Exercice de planification de mesure de performance d'une installation : identification des grandeurs pertinentes, choix des appareils adaptés, lecture de schémas P&ID	2
2.6	Etude de cas : diagnostic énergétique, identification des potentiels d'optimisation thermique et électrique, rentabilité : présentation de l'étude de cas (site industriel); thème n°1: diagnostic de la chaufferie vapeur, pistes ; thème n°2: diagnostic et optimisation de la production de froid; thème n°3: diagnostic et optimisation de la distribution de froid avec récupération de chaleur; thème n°4: analyse et intégration énergétique des procédés	10



Modules	Thèmes	Périodes
3	Equipements et systèmes thermiques : caractéristiques et potentiels d'optimisation	48
3.1	Production et distribution d'énergie thermique : technologies, caractéristiques, domaines d'application, diagnostic, opportunités d'optimisation : production d'eau chaude et d'eau surchauffée; production de vapeur (saturée et surchauffée); étude de cas: mesures des performances d'une chaudière vapeur; capteurs solaires thermiques; chaudières à huile thermique; cogénération (turbines à gaz, turbines à vapeur, moteurs à combustion interne, piles à combustible, ORC); gestion des pointes et stockage tampon (aperçu)	12
3.2	Machines frigorifiques et pompes à chaleur : technologies, caractéristiques, contraintes, domaine d'application, diagnostic, opportunités d'optimisation, dimensionnement, exemples. Froid process / confort. Froid commercial	8
3.3	Echangeurs de chaleur : technologies, caractéristiques, contraintes, domaine d'application, diagnostic, opportunités d'optimisation, dimensionnement, exemples (inclus aérorefroidisseurs / condenseurs, sec et humide)	8
3.4	Air comprimé : technologies (production, séchage, distribution), caractéristiques, domaines d'application, diagnostic, bonnes pratiques et opportunités d'optimisation, étude de cas	4
3.5	Chauffage, ventilation, climatisation : technologies, caractéristiques, dimensionnement, diagnostic, opportunités d'optimisation. fonctions et contraintes des installations de ventilation (confinement, filtration, hygiène, chauffage / refroidissement free-cooling air, humidification / déshumidification, etc.), adaptation à la demande, bonnes pratiques, étude de cas	6
3.6	Etude de cas pratique, analyse Pinch : identification des flux, courbes composites, targeting, réseau d'échangeurs, logiciel PinCH	4
3.7	Etude de cas PAC / installation frigorifique : mesures de performances, COP / EER, pression flottante, compresseur à vitesse variable, connaissance des installations de laboratoire	3
3.8	Etude de cas Air Comprimé et/ou CVC : mesures de performances, efficacité, tests de configurations, optimisations d'installations	3
4	Equipements et systèmes électriques : caractéristiques et potentiels d'optimisation	50
4.1	Installations électriques dans les industries et les entreprises : architecture réseau, schéma de principe CFO; schématique et régime de neutre; protections des installations électriques et des personnes; perturbations (types, influences); transformateurs: principes, types et caractéristiques; aspects énergétiques; mesures; production d'énergie (photovoltaïque, éolien, hydraulique)	4
4.2	Mesure et surveillance de la consommation d'énergie électrique : systèmes de mesures et surveillance des consommations énergétiques; réseaux de distribution et systèmes de mesure de l'électricité intelligents (<i>smart buildings, smart grid/metering</i>); analyse, réflexion, choix, communication	2
4.3	Techniques d'éclairage : grandeurs et unités de mesures : flux de rayonnement, éclairage, intensité, luminance; oeil et vision : le système visuel, confort, performance, agrément; sources lumineuses électriques : lampes à incandescence, lampes à décharge, diodes électroluminescentes (LED); efficacité lumineuse et rendu des couleurs. Eclairages industriel et public	8
4.4	Moteurs électriques : principes de fonctionnement, structure et caractéristiques des principaux moteurs électriques; conversion électromécanique d'énergie, puissances, pertes, rendement et échauffement, facteur de puissance, champ tournant; classe d'efficacité énergétique et normes; moteurs asynchrones pour l'entraînement de pompes, ventilateurs, compresseurs et convoyeurs; alimentation directe, démarreur progressif, convertisseur de fréquence; exemples d'applications et exercices	8
4.5	Convertisseurs électroniques : introduction aux semi-conducteurs de puissance (diode, MOSFET, IGBT); topologies les plus utilisées (convertisseurs DC/DC, ponts en H et demi-ponts, ponts triphasés, récupération et structures PFC); commande PWM & applications; boucles de réglage et leurs implications; circuits de protection, déparasitage et séparation galvanique; caractéristiques de moteurs (& transmissions) et leurs effets / influences sur la commande & alimentation électronique; exemples d'application (stockage et charge batteries de traction, ...)	8
4.6	Entraînements électriques : approche système : alimentation, moteur, transmission et charge; entraînements directs et indirects, transmissions mécaniques; caractéristiques de la charge, services types, caractéristique couple-vitesse; efficacité énergétique des entraînements électriques; exemples d'applications	4
4.7	Exemples concrets d'optimisation électrique : pompes : mesures sur bancs d'essais au laboratoire; vitesse variable pour l'entraînement de pompes afin de réduire la consommation énergétique; pompes de circulation; pompes en parallèle	8
4.8	Optimisation des entraînements électriques en milieu industriel: méthodologie de diagnostic et préconisations - exemples concrets de ventilateurs : préparation et déroulement du diagnostic énergétique d'une installation électrique; mesures, analyse du profil de consommation et courbes de charge; identification des potentiels d'économies et retour sur investissement; exemples d'application en ventilation	8