



Diplôme Universitaire de Technologie

GENIE THERMIQUE ET ENERGIE

Programme Pédagogique National

Sommaire

Sommaire.....	1
1. Objectifs de la formation	3
2. Référentiel d'activités et de compétences	3
Activités et compétences de base.....	5
Compétences transversales.....	6
3. Organisation générale de la formation	7
a. Descriptif de la formation.....	7
b. Tableau synthétique des modules et des Unités d'Enseignement par semestre	8
c. Stage et projet tutoré	10
d. Projet Personnel et Professionnel	10
e. Orientations pédagogiques, pédagogie par la technologie	11
f. Prise en compte des enjeux actuels de l'économie	11
4. Description des modules de formation	13
a. Fiche module	13
b. Compétences générales et professionnelles	13
Semestre 1	16
Semestre 2	31
Semestre 3	48
Semestre 4	63

1. Objectifs de la formation

L'enseignement dispensé en DUT Génie Thermique et Energie vise à la formation de collaborateurs polyvalents participant à la responsabilité d'activités relatives à la production, à la distribution, à l'utilisation, à la gestion de l'énergie thermique dans les industries, les transports et le bâtiment. Ces activités concernent les aspects techniques des systèmes thermiques, dans des applications en génie climatique et en énergétique industrielle, mais couvrent également les aspects généraux sans cesse croissants de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables, des impacts sur l'environnement et du développement durable.

Dans les systèmes énergétiques, la composante technologique est très importante pour le développement et l'utilisation optimale de matériels performants, dans un contexte général d'évolutions rapides des sources d'énergie, des attentes sociétales et des contraintes environnementales. Ainsi la spécialité Génie Thermique et Energie est un carrefour entre savoirs scientifique et technique, constituant un domaine privilégié de mise en œuvre de la pédagogie par la technologie.

Energétique et thermique sont régies par des lois scientifiques spécifiques dont le noyau central est constitué de trois composantes de la physique que sont : la thermodynamique, les transferts de chaleur et la mécanique des fluides. Ces disciplines ne sont que très partiellement enseignées en lycée, voire pas du tout. Leur connaissance est indispensable, avec un degré théorique suffisant, afin que soit compris l'ensemble des phénomènes physiques qui gèrent les processus énergétiques et que leur influence puisse être quantifiée. Elles font donc l'objet dans le programme du DUT GTE d'une place importante, mais ne demandent en pré-requis que des notions de base des programmes de baccalauréat. En regard, l'analyse technologique de systèmes énergétiques fournit des illustrations concrètes et un support permanent de compréhension des interactions entre les phénomènes physiques.

Plusieurs disciplines d'application s'appuient sur ces bases scientifiques pour aborder les principes et les techniques mises en œuvre en génie climatique, énergétique industrielle ou transports. Ces techniques font également appel à des savoirs provenant d'autres disciplines telles que la mécanique, les matériaux, l'électricité et la régulation, d'outils indispensables comme les mathématiques, l'informatique, la métrologie, de connaissances technologiques et de savoir-faire de bureau d'études ou de fabrication. Un accent particulier est mis sur la formation personnelle en prenant en compte tous les aspects de l'expression et de la communication, incluant la maîtrise de l'anglais, en développant l'autonomie et l'acquisition d'une méthodologie de travail pour l'apprentissage et en accompagnant l'étudiant dans la définition de son projet personnel et professionnel.

Il est clair aujourd'hui qu'énergétique et thermique connaîtront une évolution à la fois rapide et durable des sources et des besoins et nécessiteront une maîtrise toujours accrue des conséquences pour l'environnement. L'enseignement des savoirs et des technologies du GTE prend en compte ce contexte d'évolution. Il intègre le fait que le diplômé peut envisager de poursuivre des études courtes ou longues et que toute sa vie durant il aura à évoluer et à s'adapter.

2. Référentiel d'activités et de compétences

Les titulaires d'un DUT Génie Thermique et Energie sont des techniciens supérieurs :

- ayant acquis des compétences scientifiques et techniques dans le domaine de l'énergie qu'elle soit renouvelable ou issue de systèmes conventionnels, et en particulier d'origine thermique.
- aptes à appliquer ces compétences à la production, la distribution, l'utilisation et la gestion optimale de toutes les énergies pour l'industrie, le bâtiment et les transports.
- capables de proposer des solutions énergétiques performantes, durables, respectueuses de l'environnement et de la réglementation, tout en sachant optimiser les coûts d'investissement et de fonctionnement.
- sachant faire preuve d'autonomie et d'initiatives, de capacités de communication et d'interaction avec les partenaires et les clients.

Ils exercent leur activité professionnelle majoritairement au sein d'entreprises du secteur privé, grands groupes ou PME, mais aussi au sein d'organismes publics ou de collectivités territoriales :

- en bureau d'études de thermique et d'énergétique, d'organismes d'expertise ou de conseil.
- dans l'industrie ou le bâtiment, pour des tâches de fabrication, d'exploitation, d'installation, de contrôle, de maintenance...
- chez les fabricants et distributeurs en tant que techniciens d'études, chargés d'affaires et technico-commerciaux.

Ils doivent prendre en compte, dans leurs projets, des matériels ou installations énergétiques et climatiques, en accord avec la réglementation (notamment la réglementation thermique des bâtiments), les règles de sécurité et la prise en compte de l'environnement. Ils peuvent également intervenir directement sur ces matériels et installations dans des actions de conception, fabrication, mise en service, vérification de conformité, surveillance de fonctionnement et maintenance :

- matériels spécifiques : climatiseurs et centrales de traitement d'air, machines frigorifiques et pompes à chaleur, chaudières et foyers, chauffages solaires, échangeurs thermiques, turbines à gaz ou à vapeur, moteurs à combustion interne, co-générateurs, compresseurs, propulseurs, tuyères et réacteurs, isolants thermiques...
- installations spécifiques : systèmes de conversion d'énergie thermique, électrique, chimique ou nucléaire, de production d'énergie renouvelable (production photovoltaïque et éolienne, géothermie, biomasse...), de distribution de l'énergie (réseau de chaleur, eau glacée, air comprimé...), de traitements thermiques, de séchage, d'apport ou d'extraction de la chaleur dans des procédés industriels (métallurgie, aéronautique, micro-électronique, agroalimentaire, chimie...).

A titre d'exemples, une partie des activités et des compétences des métiers exercés par les titulaires du DUT Génie Thermique et Energie, se retrouvent partiellement décrits dans les fiches ROME suivantes :

- F1106 : Ingénierie et études du BTP
- F1603 : Installation d'équipements sanitaires et thermiques (niveau encadrement d'équipe)
- H2701 : Pilotage d'installation énergétique et pétrochimique.
- I1306 : Installation et maintenance en froid, conditionnement d'air
- I1308 : Maintenance d'installation de chauffage

D'autres compétences ou activités pouvant être en rapport avec les métiers exercés peuvent encore se retrouver dans les fiches ROME :

- D1407 : Relation technico-commerciale
- F1103 : Contrôle et diagnostic technique du bâtiment
- H1101 : Assistance et support technique au client
- H1102 : Management et ingénierie d'affaires
- I 1602 : Maintenance d'aéronefs

L'énergétique est une discipline exigeante au sein de plusieurs disciplines scientifiques ; une bonne maîtrise des programmes de mathématiques et physique est ainsi souhaitable. Les pré-requis de plusieurs modules de la formation font ainsi référence aux programmes de baccalauréats généraux S (toutes options), STI2D (principalement énergies et environnement) ou STL (mesures et instrumentation).

Activités et compétences de base	
Activités	Compétences (être capable de :)
Conception et Dimensionnement en bureau d'études de thermique et d'énergétique, de systèmes énergétiques, d'installations climatiques ou frigorifiques (réseaux de fluides, ventilation, distribution de chaleur, de froid...) à titre d'exemple : fiche ROME F1106	D1. analyser un cahier des charges et les cahiers de clauses techniques pour répondre à des appels d'offres en génie énergétique ou génie climatique. D2. faire les calculs de dimensionnement thermique, hydraulique et aéraulique et connaître les matériaux et les organes adaptés aux différents systèmes. D3. utiliser les logiciels dédiés (DAO, dimensionnement, application de la Réglementation Thermique) et les documents techniques adaptés. D4. dimensionner du matériel, définir son implantation, estimer le coût et l'efficacité. D5. prendre en compte les spécifications propres aux différents labels de consommation énergétique. D6. réaliser des notes de dimensionnement et des plans d'exécution. D7. produire des documents techniques (cahiers des charges, clauses techniques, dossier des ouvrages exécutés...). D8. assurer le suivi de l'exécution de travaux.
Expertise et Audit énergétique, préconisations amélioration de la rationalisation de l'énergie. à titre d'exemple : fiches ROME F1106, F1103	A1. évaluer les besoins énergétiques d'un bâtiment ou d'un site, d'un procédé industriel ou d'un moyen de transport. A2. réunir les moyens nécessaires (mesures, relevés) et interpréter les résultats pour analyser les énergies et les puissances disponibles et établir un bilan énergétique. A3. proposer des solutions d'économie d'énergie et l'utilisation de sources d'énergies renouvelables (solaire thermique, pompes à chaleur, géothermie, bois, biomasse, cogénération, hydraulique, solaire photovoltaïque, ...). A4. vérifier la cohérence environnementale et économique des solutions proposées, aussi bien au niveau de la conception, que du fonctionnement et du démantèlement. A5. prendre en compte les interactions entre les aspects techniques, réglementaires, métiers, politiques, économiques et environnementaux...
Installation de systèmes climatiques dans les bâtiments. Conduite de travaux de second œuvre en chauffage, climatisation et traitement d'air. Installation de systèmes thermiques et frigorifiques dans les industries de production ou de transformation (mécanique, aéronautique, nucléaire, électronique, chimie, agroalimentaire...) à titre d'exemple : fiches ROME I1306, F1603	I1. coordonner la réalisation d'un chantier ou d'une installation avec les études, les installateurs, la logistique... I2. interagir avec les différents acteurs de la construction, maître d'œuvre, corps de métiers. I3. diriger une équipe d'ouvriers ou d'installateurs, établir et assurer une planification et gérer les ajustements. I4. faire preuve d'organisation, de réactivité. I5. lire et interpréter des plans d'exécution et des documents techniques. I6. mettre en œuvre les techniques nécessaires à la réalisation des installations. I7. assurer le suivi jusqu'à l'exécution, la mise en fonctionnement et la réception par le client.

Exploitation, conduite et entretien d'installations industrielles ou de plates-formes d'essais dans les laboratoires : - fabrication de machines thermiques ou frigorifiques - production centralisée et distribution d'énergie, chaleur, vapeur, air conditionné, cogénération d'énergies - maintenance d'installations. - réalisation d'essais de qualification de matériel ou de recherche et développement. à titre d'exemple : fiches ROME I1308, H2701, I1602	E1. connaître les caractéristiques techniques et comprendre les modes de fonctionnement des systèmes et des installations. E2. mettre en œuvre des moyens de mesures et de contrôle, et interpréter des résultats. E3. réaliser des interventions techniques. E4. planifier des opérations d'exploitation et de maintenance des installations. E5. définir des méthodes d'intervention, suivre les interventions et restituer des résultats. E6. utiliser les moyens de gestion technique des installations : documents techniques, interfaces de conduite, gestion technique centralisée, instrumentation, relevés, ... E7. appliquer et vérifier des procédures. E8. diriger une équipe d'ouvriers.
Commercialisation et promotion, chez les fabricants et distributeurs, d'équipements et de services à caractère énergétique, en poste sédentaire ou itinérant. à titre d'exemple : fiches ROME D1407, H1101, H1102	C1. conseiller un client dans un choix de matériel optimisé vis-à-vis des besoins. C2. défendre une proposition technique et financière par la connaissance des avantages technologiques respectifs de différents systèmes thermiques. C3. présenter les avantages propres aux différents labels de consommation énergétique. C4. fournir une assistance technique et économique auprès d'un installateur ou chargé d'affaires. C5. gérer un portefeuille clientèle et entretenir les relations commerciales.
Compétences transversales (être capable de :)	
T1. comprendre les caractéristiques techniques et les modes de fonctionnement des systèmes et des installations. T2. comprendre les phénomènes physiques qui leur sont associés. T3. déterminer leurs performances et limites de fonctionnement. T4. utiliser une documentation technique. T5. comprendre, appliquer et faire appliquer les normes et les réglementations en vigueur et les règles de sécurité propres à chaque installation. T6. communiquer oralement (réunion, présentation, direction d'équipe, relationnel fournisseurs et clientèle...). T7. communiquer par écrit (documents techniques, rapports d'analyse et de préconisations, rapports d'exploitation, cahiers des charges, comptes rendus d'interventions, offres et bilans commerciaux...). T8. actualiser ses connaissances, assurer une veille technologique et réglementaire, mobiliser les possibilités d'informations par l'intermédiaire des réseaux professionnels. T9. proposer des solutions pour améliorer les performances, diminuer les coûts et la consommation d'énergie et faire respecter les normes en matière d'environnement.	

3. Organisation générale de la formation

a. Descriptif de la formation

Le Diplôme Universitaire de Technologie (DUT) est un diplôme professionnalisant qui s'inscrit dans l'offre de formation de l'université de tutelle, elle-même organisée selon le schéma Licence – Master – Doctorat (LMD). Ainsi, le parcours de formation conduisant au DUT Génie Thermique et Energie (GTE) se conforme aux dispositions de l'arrêté du 3 août 2005 modifié relatif au diplôme universitaire de technologie dans l'espace européen de l'enseignement supérieur.

Dans ce schéma, l'obtention du DUT donne lieu à l'attribution de 120 crédits européens, à raison de 30 crédits par semestre validé. Le principe de capitalisation des crédits est défini par le système ECTS (European Credits Transfer System). Ce principe de capitalisation permet la validation d'études, la validation des acquis de l'expérience et la mobilité étudiante au sein de l'Union Européenne. La durée de formation conduisant au DUT est de quatre semestres. Au sein de chaque semestre, l'enseignement est organisé en unités d'enseignement (UE), elles-mêmes constituées de modules.

Le parcours de formation conduisant au DUT GTE est constitué d'une majeure, qui garantit le cœur de compétence du DUT, et de modules complémentaires. Ces modules complémentaires sont destinés à compléter le parcours de l'étudiant selon qu'il se destine à une insertion professionnelle ou qu'il souhaite une poursuite d'études vers d'autres formations de l'enseignement supérieur.

Les modules complémentaires, quels que soient le parcours et l'orientation suivis par l'étudiant, font partie intégrante du diplôme universitaire de technologie. Ils sont proposés aux semestres 3 et 4 et représentent un volume horaire total de 15 % de la durée de la formation GTE. Pour le parcours conduisant à une insertion professionnelle immédiate de l'étudiant, ils ont pour objet d'étendre ses connaissances à un ensemble élargi de systèmes énergétiques (foyers, machines thermiques, échangeurs...) et de renforcer ses compétences pratiques en dimensionnement de systèmes et utilisation d'outils professionnels (réseaux fluides, logiciels métiers...). Les modules complémentaires destinés à favoriser la poursuite d'études sont offerts à l'étudiant dans le cadre de l'adaptation de son parcours en fonction de son projet personnel et professionnel. Elaborés par l'IUT en prenant appui sur les préconisations de la commission pédagogique nationale GTE, ils présentent les mêmes caractéristiques en termes de volume horaire et de coefficient entrant dans le contrôle des connaissances que les modules visant l'insertion immédiate. Ces préconisations de modules complémentaires de poursuites d'études font l'objet d'un document annexe.

De façon globale, l'enseignement comprend 40% de travaux pratiques (TP), 20% de cours magistraux (CM) et 40% de travaux dirigés (TD). A titre indicatif, ces différentes séquences d'enseignement correspondent aux effectifs d'étudiants suivants pour un enseignant :

- CM (cours magistral) : séquences d'enseignement devant la promotion.
- TD (travaux dirigés) : séquences d'enseignement devant un groupe de 26 étudiants.
- TP (travaux pratiques) : séquences d'enseignement devant un groupe de 13 étudiants. La spécialité utilise souvent en travaux pratiques des installations industrielles lourdes, ce qui incite fortement à ne pas dépasser cet effectif en TP (constituant par ailleurs un demi-groupe de TD). De plus, certains TP sur des installations présentant des dangers particuliers (hautes pressions,...) peuvent nécessiter un encadrement renforcé (groupe réduit ou second encadrant).

Pour aider à l'intégration des différents bacheliers, le semestre 1 a été allégé de façon à faciliter la mise en place d'un emploi du temps ne dépassant pas la trentaine d'heures par semaine et laisser ainsi des plages hebdomadaires de travail personnel. Le programme comporte également en S1 et S2 des modules d'enseignement différenciés permettant de prendre en compte la diversité des profils des étudiants.

b. Tableau synthétique des modules et des Unités d'Enseignement par semestre

					Volume horaire			
S1	coef		coef	Nom du module	CM	TD	TP	total
UE11	10			Connaissances générales de base				
		M1101	4	Mathématiques appliquées	18	40	0	58
		M1102	2	Informatique : tableurs	0	6	20	26
		M1103	2	Expression-Communication : éléments fondamentaux de la communication	0	18	18	36
		M1104	2	Langue vivante 1	0	16	16	32
		M1105	*	Adaptation aux parcours différenciés	0	20	20	40
		M1106	*	Projet tutoré (35h par étudiant)				
UE12	11			Bases d'énergétique				
		M1201	4	Thermodynamique	16	26	20	62
		M1202	3	Electricité	14	20	16	50
		M1203	2	Energie et environnement	10	10	0	20
		M1204	2	Mécanique	12	20	0	32
UE13	9			Bases de pratiques professionnelles				
		M1301	3	Mesure, métrologie	8	20	16	44
		M1302	2	Technologie des systèmes thermiques	8	0	20	28
		M1303	3	Bureau d'Etudes	0	0	48	48
		M1304	1	Projet personnel et professionnel	8	8	8	24
total S1	30		30		94	204	202	500

S2	coef		coef	Nom du module	CM	TD	TP	total
UE21	11			Connaissances générales appliquées				
		M2101	3	Mathématiques appliquées	18	40	0	58
		M2102	2	Automatismes et circuits électriques	0	8	28	36
		M2103	2	Expression-Communication : communication, information et argumentation	0	12	12	24
		M2104	2	Langue vivante 1	0	16	16	32
		M2105	*	Enseignement différencié	0	26	0	26
		M2106	*	Conduite de projet	4	4	0	8
		M2107	2	Projet tutoré (65h par étudiant)				
UE22	10			Mécanique et énergétique				
		M2201	3	Thermodynamique	14	18	20	52
		M2202	3	Mécanique des fluides : hydraulique	20	22	16	58
		M2203	2	Physique des ambiances intérieures : éclairage, acoustique, qualité de l'air	10	12	8	30
		M2204	2	Propriétés des matériaux	16	16	16	48
UE23	9			Thermique				
		M2301	3	Transferts thermiques	16	18	20	54
		M2302	2	Thermique des locaux	6	0	36	42
		M2303	1	Techniques du génie thermique	0	0	24	24
		M2304	2	Electrothermie	6	8	12	26
		M2305	1	Projet personnel et professionnel	4	4	4	12
total S2	30		30		114	204	212	530

(*) L'évaluation de ces modules est intégrée à celle d'autres modules (détails dans les fiches correspondantes).

					Volume horaire			
S3	coef		coef	Nom du module	CM	TD	TP	total
UE31	9			Formation générale et projet				
		M3101	2	Mathématiques appliquées	10	20	0	30
		M3102	2	Expression-Communication : communication professionnelle	0	12	12	24
		M3103	2	Langue vivante 1	0	16	16	32
		M3104	1	Informatique : programmation	4	0	20	24
		M3105	2	Projet tutoré (100h par étudiant)				
UE32	10			Transferts et fluides				
		M3201	4	Transferts thermiques	28	28	28	84
		M3202	3	Mécanique des fluides : aérodynamique	16	16	16	48
		M3203C	2	Combustion et foyers	12	12	16	40
		M3204	2	Etudes techniques	0	10	12	22
UE33	11			Systèmes thermodynamiques				
		M3301	3	Régulation	12	26	24	62
		M3302	2	Machines frigorifiques	12	12	16	40
		M3303	3	Traitement de l'air, climatisation, ventilation	16	16	24	56
		M3304C	1	Dimensionnement aéraulique	0	0	14	14
		M3305	1	Projet personnel et professionnel	8	8	8	24
total S3	30		30		118	176	206	500

S4	coef		coef	Nom du module	CM	TD	TP	total
UE41	9			Préparation à l'insertion professionnelle				
		M4101	1	Expression-Communication : communication dans les organisations	0	12	12	24
		M4102	2	Langue vivante 1	0	12	12	24
		M4103C	1	Fluides et réseaux	10	10	0	20
		M4104C	2	Maîtrise de l'énergie	10	20	0	30
		M4105C	1	Logiciels métiers	0	0	24	24
		M4106C	2	Etudes techniques	0	16	36	52
UE42	9			Energétique industrielle et projet				
		M4201C	3	Machines thermiques	20	20	16	56
		M4202C	2	Echangeurs de chaleur	14	14	12	40
		M4203	4	Projet tutoré (100h par étudiant)				
UE43	12			Insertion professionnelle				
		M4301	12	Stage (10 semaines minimum)				
total S4	30		30		54	104	112	270

total DUT	120		120		380	688	732	1800
				total modules transversaux	20	134	134	288
				total modules de spécialité	360	554	598	1512

Conformément à l'arrêté du 3 août 2005 relatif au DUT, un volume d'environ 10% du temps de formation est consacré à l'innovation pédagogique ou « Apprendre autrement ». Ce volume est d'une part intégré dans les différents modules et se retrouve d'autre part en partie identifié dans le tableau sous forme de modules spécifiques : adaptation aux parcours différenciés et enseignement différencié en première année, études techniques en deuxième année.

c. Stage et projet tutoré

Une approche de la professionnalisation par la conduite d'un projet tutoré :

L'activité de projet tutoré, d'un volume de 300 heures de travail pour l'étudiant sur l'ensemble de la formation, constitue une approche de la pratique du métier de technicien supérieur en entreprise ou organisation et a pour objectifs de développer les aptitudes professionnelles du futur diplômé, à savoir :

- La mise en pratique des savoirs et savoir-faire (recherche documentaire, proposition de solutions, réalisation de tout ou partie d'un produit ou service...),
- l'expérimentation de la transdisciplinarité,
- l'apprentissage et la mise en pratique de la méthodologie de conduite de projets : rédaction d'un cahier des charges, travail en groupe, gestion du temps et des délais, communication écrite et orale,
- le développement des compétences relationnelles de l'étudiant, l'autonomie, le développement des qualités propres au travail en équipe (initiative, aptitude à la communication...).

Une progression est proposée sur les quatre semestres de formation : le projet est individuel ou en binôme au semestre S1, en groupe à partir du semestre S2 pour permettre de mettre en œuvre des méthodes de conduite de projet introduites dans un module spécifique. Le volume horaire étudiant est plus important aux semestres S3 et S4, pour permettre de développer des projets plus complets, comportant une phase de réalisation pratique et donnant lieu à un avancement évalué en fin de S3.

Le coefficient global de l'activité de projet tutoré est de 8. Son évaluation est basée sur une grille de critères permettant de mesurer l'implication de l'étudiant au sein du groupe.

La professionnalisation est finalisée par le stage :

Le stage en entreprise ou en organisation, d'une durée de 10 semaines minimum au semestre S4, finalise la professionnalisation de la formation au DUT. Il doit permettre de réaliser une mission d'envergure conforme aux compétences techniques, technologiques et relationnelles attendues du diplômé.

L'ensemble du processus de stage, de la recherche d'une entreprise ou d'une organisation à la soutenance orale, est conduit dans le cadre d'une démarche de type qualité qui en définit les responsabilités et les procédures, en matière d'accueil et d'intégration du stagiaire dans son unité d'affectation et d'accompagnement par les tuteurs. Cette démarche répond à une charte tripartite entre l'étudiant, le département de formation et l'entreprise ou l'organisation, concrétisée par une convention de stage en conformité avec la réglementation.

La recherche d'une entreprise ou d'une organisation d'accueil par l'étudiant est impérative en ce qu'elle constitue un premier exercice de préparation à la recherche d'emploi.

La mission confiée au stagiaire fait l'objet d'une concertation préalable entre l'entreprise ou l'organisation et le département afin d'en mesurer la faisabilité et l'intérêt partagé des trois parties.

Durant toute la durée du stage, l'étudiant est suivi par un tuteur enseignant et un tuteur au sein de l'entreprise ou de l'organisation.

L'évaluation porte sur le travail réalisé en entreprise ou en organisation (évaluation effectuée conjointement par les deux tuteurs), le rapport écrit et la soutenance orale par un jury mixte entreprise/organisation et département, sur la base d'une grille de critères permettant d'évaluer les compétences attendues individuellement, extraites du référentiel d'activités et de compétences du diplôme.

Le coefficient global du stage est de 12.

d. Projet Personnel et Professionnel

Un fil conducteur, le projet personnel et professionnel (PPP) :

Le dispositif PPP doit permettre à l'étudiant un travail de fond dans l'objectif de se faire une idée précise des nombreux métiers de la spécialité et de ce qu'ils nécessitent comme connaissances et compétences. Les notions de métier et de compétences doivent notamment être approfondies, au-delà des questions de diplôme et de salaire. Il doit amener l'étudiant à questionner l'adéquation entre ses souhaits professionnels immédiats et futurs, ses aspirations personnelles, ses atouts et ses faiblesses, dans l'objectif de concevoir un parcours de formation cohérent avec le ou les métiers envisagés. Enfin, le PPP vise à acquérir des méthodologies d'orientation réutilisables tout au long de la vie.

L'étudiant doit être le principal acteur de la démarche : le PPP insiste sur la nécessité d'un engagement véritable de l'étudiant. L'ensemble des enseignants y participe quelle que soit leur spécialité afin de fournir à l'étudiant les démarches, méthodes et outils pour d'une part lui apprendre à trouver par lui-même des solutions aux problématiques d'orientation, d'insertion professionnelle, de formation tout au long de la vie, qui sont les siennes, d'autre part lui permettre de mettre en pratique les choix effectués. Ces outils, démarches et méthodes s'appuient sur l'approche éducative en orientation et ses développements : l'étudiant doit réaliser son projet à partir

d'expériences construites, vécues, capitalisées et confrontées avec d'autres. Les techniques d'insertion, de reconversion professionnelles et toute forme pédagogique visant la professionnalisation des étudiants, peuvent être mobilisées à cette occasion.

Le coefficient du Projet Personnel et Professionnel de l'étudiant est de 3.

e. Orientations pédagogiques, pédagogie par la technologie

Que ce soit dans les domaines du génie climatique ou de la thermique industrielle, pour leur conception, leur expertise, leur installation, leur exploitation ou leur commercialisation, l'étude des systèmes énergétiques et thermiques associe de façon très étroite les connaissances technologiques et scientifiques. Ainsi le programme des enseignements du DUT Génie Thermique et Energie s'appuie sur les interactions entre ces composantes techniques et théoriques, que l'étudiant se verra proposé en parallèle tout au long des 4 semestres d'études.

Comme illustration de ces interactions, la conception d'un réseau de fluides fait par exemple appel de façon couplée :

- à la connaissance technologique des constituants (organes de sécurité ou de régulation, vannes, pompes, ...), et à celle du choix des matériaux,
- à l'étude théorique des écoulements en mécanique des fluides (hydrodynamique, relation de Bernoulli...),
- à un dimensionnement en bureau d'études par l'utilisation de formulaires ou d'abaques de pertes de charges ou d'une application logicielle équivalente et la réalisation de tracés de réseaux sur plans,
- à la connaissance des moyens de contrôle,
- enfin à la réalisation concrète (brasage du cuivre, pliage de gaines...) et la mise en fonctionnement (équilibrage à l'aide de matériel professionnel).

De même, la connaissance approfondie d'une centrale de traitement d'air ou d'un banc d'essais de moteur thermique, pour leur dimensionnement, leur exploitation ou leur maintenance, nécessite d'avoir acquis des notions complémentaires :

- en technologie des constituants (échangeurs de chaleur, filtres, pompes, ventilateurs, vannes,...), en architecture des systèmes thermiques et lecture ou réalisation de schémas techniques,
- sur les caractéristiques théoriques des gaz et des évolutions thermodynamiques décrivant leurs évolutions (mélanges de gaz, air humide, combustion, bilans de masse et d'énergie, cycles de transformations, lecture et tracés de diagrammes thermodynamiques...),
- sur les principes de fonctionnement des organes de mesures et de régulation, ainsi que le type et le traitement des données (débit, pression, température, humidité, vannes motorisées, alimentation électrique, automatismes, supervision et gestion technique centralisée...),
- d'interprétation de calculs de charges thermiques ou de puissances utiles réalisés en bureau d'études,
- de mise en œuvre pratique sur installations de séquences de pilotage, de mesures et d'analyse de résultats.

De façon générale, l'enseignement des trois composantes de la physique spécifiques à l'énergétique que sont la thermodynamique, les transferts de chaleur et la mécanique des fluides, représente environ 20% des 1800 heures de formation dispensées en cours magistraux, travaux dirigés et travaux pratiques. L'enseignement des applications directes de ces disciplines aux différents systèmes énergétiques et climatiques (machines thermiques et frigorifiques, réseaux fluides et échangeurs, traitement de l'air et thermique des locaux...) représente également environ 20% de la formation.

Les 60% restant sont partagés à part à peu près égales entre :

- les disciplines scientifiques et outils de base (mathématiques, informatique, métrologie...),
- les matières complémentaires (électricité, mécanique, matériaux, régulation, combustion...),
- les connaissances technologiques et les savoir-faire pratiques (bureau d'études, fabrication, études techniques...),
- les modules transversaux (expression-communication, langues, projet personnel et professionnel).

Les travaux pratiques, qui représentent 40% du temps de formation, sont effectués en grande partie sur des matériels et des installations en vraie grandeur, dont une liste indicative est donnée en introduction du référentiel d'activités et de compétences (chapitre 2). Les connaissances technologiques sont acquises tout au long des 4 semestres et sont présentées soit en amont des cours théoriques comme un support de compréhension des phénomènes physiques et de leurs interactions, soit en aval en lien avec l'application des lois scientifiques pour des actions de dimensionnement ou d'exploitation.

f. Prise en compte des enjeux actuels de l'économie

En quelques années, l'énergie, sous toutes ses formes, représente un enjeu majeur pour notre planète et conditionne à relativement court terme l'avenir de notre société. La quantité limitée de nos ressources fossiles et

les effets sur l'environnement amplifient les besoins d'optimisation et de maîtrise des procédés dans tous les domaines de la production, du transport et de l'utilisation de l'énergie.

Entreprenariat

L'énergie est présente dans tous les secteurs professionnels et les métiers s'exercent dans des entreprises de toutes tailles. Expertise, diagnostic, installation sont notamment des activités pouvant donner lieu à la création d'entreprises par des titulaires d'un DUT GTE, le plus souvent après une première expérience ou l'obtention d'une licence professionnelle. Cette possibilité peut être illustrée au sein des départements par les interventions, en modules de PPP ou lors de forums, d'anciens étudiants ou de représentants des organisations professionnelles de branches.

Normalisation

L'évolution rapide de la normalisation dans le domaine de l'énergie est le résultat des échéances rapprochées qu'imposent le nécessaire remplacement des énergies traditionnelles et la maîtrise de notre empreinte environnementale. Cette évolution est illustrée par exemple par les évolutions successives de la réglementation thermique du bâtiment (RT2005, RT2012 et projet en cours de RT2020), les contraintes croissantes imposées par la réglementation nationale applicable aux fluides frigorigènes ou la mise en place de labels énergétiques dans tous les secteurs. Le DUT Génie Thermique et Energie forme les étudiants à prendre en compte ces évolutions, en leur donnant des bases scientifiques pour la compréhension des normes, labels et réglementations, et les préparant à leur mise en application en travaux pratiques de bureau d'études, thermique des locaux, machines thermiques ou frigorifiques.

Santé-sécurité

La réalisation de travaux pratiques sur des installations réelles, l'utilisation de machines-outils en atelier, le câblage d'armoires électriques, la présence de fluides sous pression ou de températures élevées...fournissent aux étudiants de DUT GTE une large gamme de situations dans lesquelles les exigences de sécurité peuvent être illustrées et formalisées. Les travaux pratiques du second semestre en atelier de mécanique et sur des armoires électriques laisseront une place à la sensibilisation des étudiants aux risques pour la santé et à la sécurité au travail.

Gestion de projets

Projets tutorés et études techniques visent à développer l'autonomie des étudiants et constituent un cadre pour qu'ils puissent mettre en application des outils de gestion de projets, qui seront introduits dans un module spécifique au second semestre. La démarche de projet, avec la nécessité d'un suivi régulier et formalisé, fait en outre partie intégrante des modules de PPP.

Intelligence économique

Les débats récurrents sur l'indépendance énergétique, la place des énergies renouvelables dans le «mix» énergétique, les impacts sur la stabilité économique mondiale des chocs pétroliers, les conséquences des accidents nucléaires de Tchernobyl et Fukushima sont autant d'illustrations de l'importance des questions énergétiques pour nos sociétés modernes. Enjeu stratégique aux dimensions à la fois défensive (assurer les besoins vitaux de la société) et offensive (renforcer la compétitivité de nos entreprises), la maîtrise des questions énergétiques rentre pleinement dans le champ de l'intelligence économique.

L'aspect le plus évident, auquel est consacrée une partie des modules d'applications du DUT GTE, est la nécessité pour tous les acteurs de mettre en œuvre une véritable optimisation économique de leur consommation énergétique. Mais un autre aspect de l'intelligence économique apparaît également comme essentiel pour les entreprises du secteur qui ont à relever des défis technologiques dans un contexte de concurrence mondiale. Elle a pour but de leur fournir des outils pour mieux protéger leurs secrets, soigner leur réputation, faire entendre leur voix auprès des législateurs ou encore veiller à recueillir chaque élément d'information disponible sur ses concurrents. Des éléments de ce second aspect pourront notamment être abordés au cours de conférences ou de présentations dans le cadre des modules de PPP, de recherches dans le cadre des modules de projets tutorés ou d'exercices de mise en situation dans le cadre des modules d'expression-communication.

Développement durable

La production et la consommation d'énergie sont un des grands défis à relever du 21ème siècle. Comment alimenter des besoins énergétiques de milliards de personnes, sachant que la production d'énergie est majoritairement polluante, que les réserves de pétrole et de gaz s'amointrissent, que les consommations sont chaque jour plus importantes pour le transport, le résidentiel, le tertiaire, l'industrie ? Ainsi, l'énergéticien doit gérer au mieux les ressources en énergie, les matières premières mais aussi l'air et l'eau. Il se préoccupe de l'impact de ses actions sur l'environnement et plus généralement sur la société. Le développement durable est donc naturellement au centre de ses préoccupations. Des solutions de production et d'utilisation de l'énergie multi-

filières, multi-secteurs, plus propres et efficaces, seront étudiées au cours de la formation au DUT GTE, dans tous les domaines d'applications.

4. Description des modules de formation

a. Fiche module

La fiche de définition d'un module comprend :

- un cartouche, comportant : le semestre de formation, le numéro et le nom de l'unité d'enseignement (UE), le numéro et le nom du module (M), le volume horaire en cours magistraux (CM), travaux dirigés (TD) et travaux pratiques (TP).
- les objectifs du module (intentions pédagogiques générales),
- les compétences visées : appartenant directement pour les modules d'applications au référentiel d'activités et de compétences professionnelles, ou participant pour les modules généraux ou transversaux au développement de ces compétences.
- les pré-requis nécessaires,
- le contenu du module
- les modalités particulières de mise en œuvre
- les prolongements possibles, soit en approfondissement dans le cadre de la formation, soit en parallèle.
- les mots clés de la matière.

b. Compétences générales et professionnelles

Les modules ont pour objectif l'acquisition de compétences générales ou professionnelles et de savoir-faire ; les fiches module sont donc rédigées en ce sens.

Les compétences générales participent à l'acquisition de compétences utiles dans d'autres modules. Ces compétences visées sont explicitées dans la fiche : l'écriture sous-entend « être capable de » suivie d'un verbe. Ce dernier donne une indication du degré de maîtrise attendu dans la compétence : à titre d'exemple des verbes comme maîtriser ou organiser supposent une autonomie dans l'exercice de la compétence, d'autres comme effectuer ou proposer indiquent l'existence d'une supervision du travail par un responsable, enfin des verbes comme apprendre ou s'adapter indiquent la connaissance de notions qui n'ont pas nécessairement donné lieu à des mises en application.

Les compétences professionnelles et savoir-faire visés ont été définis dans le référentiel d'activités et de compétences (RAC) du chapitre 2.

Les listes de compétences identifiées pour les différentes activités professionnelles ont donné lieu à une indexation pour faciliter le lien avec les objectifs de la formation. Une synthèse des compétences visées est ainsi présentée pour l'ensemble des modules dans le tableau suivant. Cette synthèse met en relation les activités et compétences du RAC (chapitre 2) et les modules de formation (chapitre 3b).

La dernière colonne du tableau «Utilisé comme pré-requis dans un module ultérieur» permet de constater qu'une grande majorité des modules de S1, S2 et S3 constituent des pré-requis nécessaires pour au moins un des modules abordés dans la suite du programme. Les compétences du RAC qui apparaissent le moins souvent dans les différents modules sont celles relatives à la coordination de travaux, à la direction d'équipes ou aux relations commerciales, qui s'acquièrent plus par la pratique et peuvent faire l'objet d'approfondissement dans le cadre d'une poursuite d'étude en licence professionnelle.

Tableau croisé des compétences du RAC et des modules de formation (partie 1)																												
	Conception et dimensionnement								Expertise et audit					Installation							Exploitation							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	A1	A2	A3	A4	A5	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
M1101		x								x											x							
M1102		x					x			x											x							
M1103															x	x												x
M1104															x				x						x			
M1105																			x									
M1106																												
M1201	x	x							x	x												x						
M1202		x			x		x	x		x											x							
M1203									x	x	x	x	x															
M1204					x		x	x											x		x							
M1301										x									x	x		x				x		
M1302	x				x													x	x	x	x							
M1303	x	x	x	x						x								x			x		x					
M1304	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M2101		x								x											x							
M2102		x								x								x			x					x		
M2103															x	x												x
M2104															x			x							x			
M2105																												
M2106														x	x	x	x			x				x				x
M2107														x	x	x	x			x				x				x
M2201	x	x			x			x	x	x												x						
M2202	x	x								x	x										x	x						
M2203	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x	x	x	x	x						
M2204																					x							
M2301			x	x			x	x	x	x	x										x	x						
M2302	x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
M2303																			x									
M2304			x	x	x		x	x	x	x	x																	
M2305	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3101		x								x											x							
M3102																												
M3103															x				x						x			
M3104			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x			x	x		
M3105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3201	x	x	x	x			x	x	x	x	x										x	x						
M3202	x	x								x	x										x	x						
M3203C									x	x	x	x	x	x							x	x				x		
M3204	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3301	x	x	x	x	x	x	x			x											x	x						
M3302	x	x			x	x			x	x		x	x							x	x							
M3303	x	x	x	x	x	x	x	x	x											x	x							
M3304C	x	x	x	x						x																		
M3305	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M4101								x						x														
M4102								x						x														
M4103C	x	x							x												x							
M4104C	x								x			x	x	x														
M4105C	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x														
M4106C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M4201C	x	x			x	x			x			x	x								x	x						
M4202C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										x								
M4203	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M4301	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tableau croisé des compétences du RAC et des modules de formation (partie 2)															
	Commercialisation					Compétences transversales									Utilisé comme pré-requis dans un module ultérieur
	C1	C2	C3	C4	C5	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
M1101				x				x							x
M1102								x			x	x			x
M1103					x				x	x	x	x	x		x
M1104				x					x	x	x	x	x		x
M1105						x	x	x	x						
M1106									x		x		x		x
M1201	x					x	x	x						x	x
M1202						x	x	x	x	x				x	x
M1203						x	x	x	x	x	x	x	x	x	
M1204						x	x	x	x	x				x	x
M1301	x							x							x
M1302						x	x							x	x
M1303						x	x	x	x	x					x
M1304	x	x	x	x	x				x		x	x	x	x	x
M2101				x				x							x
M2102						x	x	x	x	x				x	x
M2103					x				x	x	x	x	x		x
M2104				x					x	x	x	x	x		x
M2105						x	x	x	x						
M2106									x	x	x	x	x	x	x
M2107									x	x	x	x	x	x	x
M2201	x					x	x	x						x	x
M2202	x			x		x	x	x						x	x
M2203	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	
M2204	x					x	x	x	x	x				x	x
M2301						x	x	x						x	x
M2302						x	x			x			x	x	x
M2303						x		x		x					
M2304	x					x	x	x	x					x	
M2305	x	x	x	x	x				x		x	x	x	x	x
M3101				x				x							x
M3102									x	x	x	x	x		x
M3103					x				x	x	x	x	x		x
M3104								x							x
M3105	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3201	x	x	x			x	x	x						x	x
M3202	x			x		x	x	x						x	x
M3203C	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	
M3204	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M3301						x	x	x	x	x				x	x
M3302	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	
M3303	x	x		x		x	x	x	x	x				x	
M3304C								x						x	
M3305	x	x	x	x	x				x		x	x	x	x	x
M4101	x				x				x	x	x	x	x		
M4102	x				x				x	x	x	x	x		
M4103C						x		x						x	
M4104C						x	x	x						x	
M4105C				x				x							
M4106C	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M4201C	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	
M4202C	x	x	x	x		x	x	x	x	x				x	
M4203	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
M4301	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Semestre 1

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (18h CM, 40h TD)
M1101	Mathématiques appliquées	Semestre 1
Objectifs du module : Entraîner l'étudiant pour la réalisation courante de calculs simples. Préciser les notions fondamentales. Présenter et faire utiliser les outils mathématiques nécessaires au contexte énergétique.		
Compétences visées : Apprendre à transcrire un problème posé en français en langage mathématique et s'adapter aux notations des objets mathématiques utilisés (variables, fonctions, domaines, ...). Maîtriser toutes les fonctions d'une calculatrice de type collègue. Savoir calculer dans l'espace des Réels et des Complexes (R et C). Savoir effectuer des calculs trigonométriques de base. Savoir déterminer une équation de droite, de cercle dans le plan. Maîtriser les fonctions puissances, circulaires, logarithme et exponentielle. Organiser, concevoir et rédiger une étude de fonction complète. Utiliser les vecteurs dans le plan et l'espace. Effectuer la factorisation des polynômes dans R et dans C. Effectuer la décomposition en éléments simples d'une fraction rationnelle. Effectuer l'analyse du comportement local d'une fonction. Connaître les fonctions hyperboliques et les fonctions réciproques. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Conception et dimensionnement D2, Expertise et audit A2, Exploitation E2, Commercialisation C4 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Programme de baccalauréat STI2D / STL.		
Contenus : <u>Calcul scientifique</u> : Développement d'expressions polynomiales, utilisation de la formule du binôme de Newton, application du cercle trigonométrique à la résolution d'équations et au calcul d'expressions, nombres complexes (module, argument, règle de calcul, notation exponentielle, application dans le plan complexe), factorisation des expressions polynomiales et des polynômes d'ordre 2 dans R. <u>Géométrie</u> : Règles de calcul sur les vecteurs, calcul des composantes, norme, produit scalaire, projection orthogonale sur un axe, produit vectoriel, équation d'une droite et d'un cercle dans le plan. <u>Algèbre</u> : Factorisation dans l'ensemble des réels et dans l'ensemble des complexes, division euclidienne. Décomposition en éléments simples d'une fraction rationnelle en éléments de première espèce. <u>Fonctions numériques</u> : Domaines de définition, parité, périodicité, monotonie, continuité, dérivabilité, limites aux bornes du domaine, tableau de variation, étude des branches infinies, convexité, tracé de fonction, calcul de la dérivée et de la différentielle d'une fonction, fonctions usuelles : logarithme népérien, exponentielle, fonctions puissances, fonctions circulaires et hyperboliques. Définir une fonction réciproque, application aux fonctions circulaires et hyperboliques, savoir utiliser la formule de Taylor-Young pour déterminer la fonction équivalente en un point.		
Modalités de mise en œuvre : Les exercices mettront l'accent sur des applications physiques des notions présentées.		
Prolongements possibles : Racines nièmes de l'unité. Factorisation des polynômes d'ordre 2 dans C, division suivant les puissances croissantes. Equation d'une droite, d'un plan, d'une sphère dans l'espace. Décomposition en éléments de deuxième espèce, un exemple d'intégration pourra être proposé. Développements limités.		
Mots clés : Calculs scientifiques, nombres complexes, polynômes, fractions rationnelles, fonctions numériques, vecteurs.		

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (6h TD, 20hTP)
M1102	Informatique : tableurs	Semestre 1
Objectifs du module : Apprendre à utiliser l'outil informatique, et plus particulièrement les ressources proposées par les tableurs.		
Compétences visées : Utiliser un environnement de travail informatique. Utiliser un tableur pour réaliser des calculs scientifiques, exploiter des données et tracer des graphiques Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment : Conception et dimensionnement D2, D6, Expertise et audit A2, Exploitation E2, et aux compétences transversales T3, T6, T7		
Pré-requis : Fonctions mathématiques usuelles, notions de logique		
Contenus : Présentation de l'environnement de travail et des ressources informatiques dont dispose l'étudiant au sein du département, de l'IUT, de l'Université ou d'IUT en ligne (environnement numérique de travail, messagerie universitaire, ressources TICE...). Eléments fondamentaux sur les tableurs en tant qu'outils scientifiques, de calcul, de représentation graphique, d'exploitation de données, d'analyse et d'aide à la décision. Pratique de l'outil tableur : méthode de travail, feuilles de calculs, graphiques, fonctions intégrées, programmation de fonctions personnelles, tests logiques, macro-commandes...		
Modalités de mise en œuvre : Les séances de TD, suivies d'applications en TP, seront l'occasion de présenter, sur des exemples concrets, les notions que l'on souhaite faire acquérir à l'étudiant et d'insister sur la formalisation nécessaire avant programmation (entrées-sorties, formalisation logique, organigrammes...).		
Prolongements possibles : Exploitation de mesures et comptes-rendus de TP, études techniques, projets, stage. Certification C2I		
Mots clés : Informatique, tableurs, bureautique, calculs scientifiques.		

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (18h TD, 18h TP)
M1103	Expression-communication : éléments fondamentaux de la communication	Semestre 1
Objectifs du module : Prendre conscience des enjeux de la communication et mettre en application les pratiques de base écrites et orales.		
Compétences visées : Connaître et mettre en application les fondements et les codes de la communication. Comprendre le monde contemporain. S'exprimer clairement. Utiliser le support graphique : images ou schémas Rechercher et sélectionner des informations et savoir en rendre compte. S'adapter à la situation de communication dans différents contextes (universitaire, professionnel, autre...) Avoir confiance en soi et s'affirmer dans un groupe. Savoir utiliser les outils de bureautique : traitement de texte, présentation assistée par ordinateur Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Installation I2, I3, Exploitation E8, Commercialisation C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis : Baccalauréat ou titre équivalent. Bonnes compétences linguistiques en français.		
Contenus : Les concepts de la communication (situation, type, fonctions du langage...) La communication interpersonnelle. La communication verbale et non verbale. La communication graphique et par l'image. Les outils et techniques de recherche documentaire. Renforcement des compétences linguistiques. Sensibilisation à l'environnement culturel et interculturel. Initiation aux CV et aux lettres de motivation Utilisation des outils de bureautique : traitement de texte, présentation assistée par ordinateur		
Modalités de mise en œuvre : Exercices de communication écrite et orale : lecture rapide, reformulation, prise de notes, rédaction, courriers, courriels, compte rendu, prises de parole (improvisées, téléphoniques, exposés, présentations de soi...) Quelques séances pratiques de mise en œuvre des outils de bureautique et de représentation graphique (pourraient être optionnelles après une évaluation du niveau des étudiants). Supports visuels : production (posters, flyers ...), et exposé oral avec un logiciel de présentation. Ateliers d'écriture, soutien orthographique et grammatical. En lien avec le module de projet tutoré M1106 : travail d'équipe, études de cas.		
Prolongements possibles : PPP, Projets tutorés		
Mots clés : Communication, culture, écrit et oral, visuels, recherche documentaire, rédaction technique.		

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (16h TD, 16h TP)
M1104	Langue vivante 1	Semestre 1
Objectifs du module Prendre conscience de l'existence d'une langue de spécialité et développer des capacités à communiquer en langue étrangère (oral, écrit)		
Compétences visées Comprendre un document d'actualité ou d'intérêt général Communiquer sur des questions d'actualité liées au monde professionnel, à l'oral comme à l'écrit Faire une présentation orale (exposé) d'un produit, d'un service, d'un projet ou d'un processus Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Installation I2, I5, Exploitation E5, Commercialisation C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis Langue vivante niveau baccalauréat		
Contenus Les contenus des enseignements sont déclinés selon trois champs linguistiques : la langue générale, la langue professionnelle et la langue de spécialité. Sont développés de façon progressive sur les 4 semestres les axes suivants : - communication quotidienne avec une approche fonctionnelle tournée vers les situations professionnelles. - bases langagières et outils de la communication professionnelle (téléphone, courriel, fax, rapport, compte-rendu...) - outils lexicaux pour assurer la communication technique dans le domaine de l'énergétique. (vocabulaire technique, lecture de plans, de notices ...) et le développement d'argumentaires : descriptions, explications, comparaisons et justifications techniques.		
Modalités de mise en œuvre Ecoute d'extraits de conférences (audio, vidéo), étude d'articles de la presse générale ou spécialisée, mise en place de jeux de rôle, présentation orale /exposés, rédaction de résumés ou de synthèses de documents, recherche documentaire pour la constitution de dossiers de presse ou pour les exposés		
Prolongement possibles PPP, Expression Communication		
Mots clés : Communication, monde de l'entreprise, langue de spécialité, recherche documentaire, exposés		

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (20h TD, 20h TP)
M1105	Adaptation aux parcours différenciés	Semestre 1
Objectifs du module Prendre en compte les origines et les profils différents des étudiants pour leur proposer du soutien méthodologique et disciplinaire.		
Compétences visées Améliorer leurs compétences dans les matières concernées. Mettre en œuvre une méthode de travail. Contribue aux compétences transversales du RAC T1 à T4.		
Pré-requis		
Contenus : Méthodologie de travail universitaire. Soutien en sciences, pour les étudiants titulaires de baccalauréats technologiques : mathématiques, physique... Compléments en technologie pour les étudiants titulaires de baccalauréats scientifiques : électricité, mécanique, dessin...		
Modalités de mise en œuvre : Identification des lacunes et difficultés (tests de niveau, résultats des premiers contrôles continus). Travail par groupes de TD ou TP suivant le niveau de suivi nécessaire par un enseignant. Les évaluations de ce module sont intégrées à celles des disciplines concernées.		
Prolongements possibles		
Mots clés soutien méthodologique et disciplinaire		

UE11	Connaissances générales de base	Volume Horaire (35h étudiant)
M1106	Projet tutoré : Mise en application de la communication et des techniques documentaires	Semestre 1
Objectifs du module : Développer des compétences relationnelles et de l'autonomie dans le travail.		
Compétences visées : Synthétiser l'information écrite et réaliser sa présentation orale Mettre en pratique la recherche documentaire Contribue aux compétences transversales du RAC : T4, T6, T8.		
Pré-requis :		
Contenus : Les compétences visées par ce premier module de projet tutoré peuvent être obtenues par une large palette de thèmes, de préférence liés aux métiers de la thermique et de l'énergétique : - études et analyses documentaires - organisation de manifestations par un petit groupe d'étudiants - production de documents (poster, plaquette, diaporama, vidéo...)		
Modalités de mise en œuvre : Ce projet est à conduire en relation étroite avec les enseignements d'expression- communication dont il constitue une mise en œuvre pratique. Il peut constituer un prolongement du PPP Son évaluation au semestre 1 est intégrée à celles de ces modules : M1103 et/ou M1304.		
Prolongements possibles :		
Mots clés : Communication, documentation, TICE, autonomie, initiative.		

UE12	Bases d'énergétique	Volume Horaire (16h CM, 26h TD, 20h TP)
M1201	Thermodynamique	Semestre 1
Objectifs du module : Présenter les différents états de la matière et les caractériser. Introduire les différentes formes d'énergie. Mettre en relation les transformations de la matière et les échanges énergétiques.		
Compétences visées : Connaître les différents états de la matière. Connaître les grandeurs de base ainsi que les unités. Définir un système thermodynamique. Définir l'énergie d'un système et les échanges avec le milieu extérieur. Maîtriser l'application du 1 ^{er} principe à un ensemble de transformations. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, Expertise et audit A1, A2, Exploitation E2, Commercialisation C1 et les compétences transversales T1, T2, T3, T9.		
Pré requis : Fonctions mathématiques usuelles, notions sur les dérivées et différentielles (notations). Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Découverte des notions essentielles en thermodynamique : température, pression, les unités couramment utilisées, les différents appareils de mesure de ces quantités. Identification des variables thermodynamiques : système, variables, états, équations d'état, équilibre, ..., Distinction entre température et chaleur (capacité thermique). Calorimétrie : distinction entre chaleur latente et chaleur sensible, capacités thermiques indépendantes de la température. Notion de force et de travail de pression. Les gaz parfaits : mélange de gaz parfaits, loi de Dalton, pression partielle. La conservation de l'énergie : le 1 ^{er} principe, introduction de l'énergie interne et de l'enthalpie, coefficients calorimétriques. Bilans énergétiques. Les transformations thermodynamiques : définitions, représentation dans un diagramme de Clapeyron. Calculs du travail et des quantités de chaleur échangées pour chacune d'entre elles. Cycle de Carnot : applications simples aux cycles moteurs et récepteurs avec calcul de rendement et d'efficacité.		
Modalités de mise en œuvre : Les TP couvriront l'ensemble des notions abordées et pourront éventuellement être groupés à une autre matière (exemple : capteurs de température avec des TP de métrologie). On privilégiera les problèmes en régime stationnaire et les notions abordées mettront en évidence des problèmes de la vie courante.		
Prolongements possibles : Gaz réels, capacités thermiques dépendant de la température, mélanges de gaz (air humide).		
Mots clés : Calorimétrie, thermométrie, capteurs, gaz parfaits, chaleur, travail, 1 ^{er} principe, bilan énergétique.		

UE12	Bases d'énergétique	Volume Horaire (14h CM, 20h TD, 16h TP)
M1202	Electricité	Semestre 1
Objectifs du module : Apprendre aux étudiants les principes de base de l'électricité et leurs applications aux appareillages électriques en lien avec la production et l'utilisation de l'énergie.		
Compétences visées : Connaître et maîtriser les lois fondamentales de l'électricité. Effectuer un calcul en régime monophasé et triphasé. Connaître le fonctionnement et savoir dimensionner une machine électrique. Mesurer les grandeurs électriques Connaître les règles de sécurité du matériel et des personnes. Connaître les convertisseurs électriques. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment Conception et dimensionnement D2, D4, D6 et D7, Expertise et audit A2, Exploitation E1, et aux compétences transversales T1 à T5, T9.		
Pré-requis Nombres complexes, notions sur les lois du courant continu. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Loi des nœuds, mailles, association de dipôles. Valeurs instantanées, efficaces, moyennes. Calcul de courant, tension, puissances. Machine à courant continu, moteurs asynchrones, alternateurs. Utilisation des appareillages de mesure. Systèmes de protections en électricité. Régime de neutre. Redresseurs, onduleurs, hacheurs.		
Modalités de mise en œuvre : Les TP porteront sur les circuits, les mesures, les machines, le courant triphasé, les systèmes de protection.		
Prolongements possibles : Complément au second semestre par des TP de câblage d'armoires électriques, dans le module M2102 Automatismes et circuits électriques Habilitation électrique.		
Mots clés : Systèmes électriques, courant continu, courant alternatif, sécurité électrique.		

UE12	Bases d'énergétique	Volume Horaire (10h CM, 10h TD)
M1203	Energie et environnement	Semestre 1
Objectifs du module : Présenter aux étudiants un panorama de l'ensemble de la filière énergétique actuelle sous contrainte de changement climatique, de raréfaction du pétrole et de limitation programmée de la production électronucléaire.		
Compétences visées : Manipuler les unités et ordres de grandeur d'énergie et de puissance. Analyser un système énergétique de la ressource primaire à l'énergie utile. Avoir une connaissance des données énergétiques à l'échelle mondiale et nationale. Connaître les divers impacts environnementaux liés à la production et à l'utilisation de l'énergie. Quantifier les émissions de gaz à effet de serre d'une activité. Comparer deux systèmes de production d'énergie d'un point de vue environnemental. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Expertise et audit A1 à A5 et aux compétences transversales T1 à T9.		
Pré-requis : Aucun		
Contenus : <u>Définitions et unités</u> : Différents types d'énergie et leur transformation, unités et ordres de grandeur d'énergie et de puissance, analyse d'un système énergétique depuis la « ressource primaire » jusqu'à « l'énergie utile » en passant par « l'énergie finale », notions de perte et de rendement. <u>Panorama énergétique mondial et national</u> : Ressources : fossiles, renouvelables et autres. Production électrique et ordres de grandeurs des différents outils de production : thermique nucléaire et classique, hydroélectricité, éolien, etc... Consommations d'énergie par secteurs et son évolution dans le monde. <u>Impacts environnementaux et moyens de limitation des impacts</u> : Grandes lignes du changement climatique : effet de serre, augmentation des températures, changement global Quantification des émissions de gaz à effet de serre d'une activité. Autres impacts environnementaux liés à la production et aux usages de l'énergie : évolution de la couche d'ozone stratosphérique, par exemple. Moyens pouvant être mis en œuvre pour la réduction des émissions (procédés d'épuration des fumées, grandes décisions internationales, règles professionnelles)		
Modalités de mise en œuvre : L'accent sera mis sur les différentes sources d'énergie, les réserves, les consommations d'énergie mondiales et à l'échelle de la France ainsi que sur les impacts environnementaux. Utilisation des documents spécifiques (données statistiques de la Direction Générale de l'Energie et du Climat, rapport du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat, base Carbone [®] de l'ADEME. Mise en place de travaux dirigés de comptage carbone ou d'initiation à la méthode Bilan Carbone [®] (ou autre méthode équivalente), études de cas de scénarios de pollution atmosphérique		
Prolongements possibles : BEGES (méthode Bilan Carbone [®]) en projet tutoré, maîtrise de l'énergie.		
Mots clés : Ressources énergétiques, énergie finale, effet de serre, climat, comptage carbone, impacts environnementaux		

UE12	Bases d'énergétique	Volume Horaire (12h CM, 20h TD)
M1204	Mécanique	Semestre 1
Objectifs du module : Acquérir une culture scientifique de base permettant la compréhension des lois du mouvement et une certaine maîtrise dans le maniement des outils de la dynamique avec des applications en rapport avec la thermique et l'énergétique.		
Compétences visées : Comprendre la modélisation et savoir résoudre un problème simple de mécanique du solide (en statique, en cinématique, en dynamique). Etablir une équation de mouvement. Maîtriser les notions de travail, puissance et énergie mécanique. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D4, D6 et D7, Installation I6, Exploitation E1, et aux compétences transversales T1 à T5, T9.		
Pré-requis : Vecteurs, trigonométrie.		
Contenus : Torseurs et équilibre statique. Applications simples Cinématique : Etude des mouvements de translation et rotation autour d'un axe Théorème de l'énergie cinétique et applications élémentaires. Torseur cinétique du solide indéformable : définition, établissement dans des cas simples Torseur dynamique du solide indéformable : définition, établissement dans des cas simples Principe fondamental de la dynamique. Lois de mouvement. Définition du travail, de la puissance et de l'énergie. Théorème de l'énergie cinétique		
Modalités de mise en œuvre : Résoudre des problèmes simples de dynamique du solide Applications en rapport avec la thermique et l'énergétique		
Prolongements possibles : Etude d'éolienne, d'équilibrage d'axe moteur Vibrations, équilibrage dynamique.		
Mots clés : Mécanique, cinématique, dynamique, solide, énergie, travail, puissance.		

UE13	Bases de pratiques professionnelles	Volume Horaire (8h CM, 20h TD, 16h TP)
M1301	Mesure, Métrologie	Semestre 1
Objectifs du module : Sensibiliser les étudiants à l'ensemble des problèmes liés aux mesures et leur exploitation. La mesure-métrologie est une matière transverse utile à toutes les disciplines scientifiques et techniques. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de déterminer les caractéristiques du mesurande et d'entreprendre une démarche dans le choix du capteur adéquat : Que doit-on mesurer ? Comment le mesurer ? Que faire de la mesure ?		
Compétences visées : Maîtriser le vocabulaire de base de la métrologie. Caractériser le mesurande. Choisir l'appareil ou la chaîne de mesure. Connaître les capteurs et maîtriser ceux du génie thermique. Analyser et exploiter les mesures. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités d'Expertise et audit A2, Installation I6, I7, Exploitation E2, E6, Commercialisation C1 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Dérivées des fonctions usuelles (log, exp, sin, cos...)		
Contenus : Définition de mesurage, mesurande, grandeur, unités, dimension, erreur, incertitude... Système International d'unités, unités légales en France et changement d'unités. Les 7 grandeurs fondamentales. Dimension d'une grandeur physique et équations aux dimensions. Homogénéité d'une équation. Classe de précision des appareils analogiques. Etendue de mesure, étalonnage, sensibilité, précision (justesse, fidélité), hystérésis. Dynamique (temps de réponse, bande passante) des appareils. Les différents capteurs de température. Notions sur les capteurs de pression et débit/vitesse. Incertitudes absolue et relative, incertitudes par la méthode statistique (type A) et incertitudes sur les corrections d'environnement d'étalonnage (type B). Propagation des incertitudes. Interpolation et extrapolation. Exploitation graphique, droite de régression.		
Modalités de mise en œuvre : Proposition de TP : multimètre, oscilloscope, sondes de températures, débitmètre.		
Prolongements possibles : Application à l'ensemble des TP de physique (exploitation des mesures, calcul d'incertitude) Présentation de certains appareils professionnels : Thermographie Infrarouge, Vannes d'équilibrage, ...		
Mots clés : Unités, dimension, étalonnage, erreur, incertitude.		

UE13	Bases de pratiques professionnelles	Volume Horaire (8h CM, 20h TP)
M1302	Technologie des systèmes thermiques	Semestre 1
Objectifs du module : Présenter les principaux appareils de chauffage, de distribution et de transfert de fluides, moteurs et machines frigorifiques et en étudier la décomposition en sous-ensembles. Montrer les aspects technologiques et le couplage entre les machines qui transfèrent les fluides et les réseaux qui les distribuent.		
Compétences visées : Acquérir le vocabulaire technique adapté à chaque système. Connaître les caractéristiques techniques et comprendre les modes de fonctionnement des systèmes et des installations. Réaliser des interventions techniques Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D4, D8, Installation, I5, I6, I7, Exploitation E1, E3 et aux compétences transversales T1, T2, T9.		
Pré requis : Notions d'énergie, de débit et de puissance.		
Contenus : Présentation du fonctionnement des systèmes thermiques classiques et des éléments les composant : Machines frigorifiques, chaudières, brûleurs, moteurs thermiques. Présentation des principes et fonctions caractéristiques des différents organes de distribution des fluides. éléments de circuits, pompes, compresseurs. Montage et démontage de quelques éléments de circuit et de systèmes thermiques		
Modalités de mise en œuvre : Quelques séances de cours pour présenter les matériels et leurs fonctionnalités suivies de travaux pratiques. A ce stade, l'accent doit être mis sur les aspects technologiques et fonctionnels : quel est le problème pratique posé et quelle réponse technique peut être proposée ? Les matériels présentés pourront servir par la suite de supports de compréhension pour les applications des disciplines scientifiques.		
Prolongements possibles : Réalisations en projet tutoré, analyses plus approfondies de machines réelles (moteurs, machines frigorifiques...)		
Mots clés : Machines thermiques, machines frigorifiques, circuits de distribution, technologie, composants.		

UE13	Bases de pratiques professionnelles	Volume Horaire (48h TP)
M1303	Bureau d'Etudes	Semestre 1
Objectifs du module : Préparer l'étudiant à collaborer avec des intervenants issus des domaines connexes à l'énergétique, notamment les transports, l'industrie, le secteur secondaire, les équipements techniques et réseaux du bâtiment. Apprendre la lecture et la réalisation de plans techniques (représentation orthogonale et isométrique). Introduire les moyens de communication du monde professionnel de la spécialité par l'utilisation d'un ou plusieurs logiciels métiers.		
Compétences visées : Lire et réaliser un plan technique Lire et réaliser un plan d'architecte ou de réseau Utiliser les logiciels de CAO/DAO et de calculs de la spécialité Comprendre et utiliser des informations des documents techniques dans les domaines de la mécanique et du bâtiment. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment les compétences de Conception et dimensionnement D1 à D4, D6 et D7, Expertise et audit A2, Installation I5, Exploitation E1, et aux compétences transversales T1 à T5.		
Pré-requis :		
Contenus : Réaliser des plans techniques de définition et/ou de conception Tracer un réseau fluides et ses composants. Réaliser des plans de câblages hydrauliques ou électriques La pratique de logiciels métier (CAO, DAO) est indispensable, mais une partie du contenu peut aussi être mis en œuvre sur planche à dessin.		
Modalités de mise en œuvre : Vu son caractère appliqué, cet enseignement se fera sous forme de travaux pratiques ou de projets. Il pourra être mis en application au travers des études techniques et lors des réalisations en projets tutorés,		
Prolongements possibles : Approche de l'étude 3D des représentations graphiques des réseaux et systèmes énergétiques.		
Mots clés : Dessin technique, plan, réseaux fluides, CAO, DAO		

UE13	Bases de pratiques professionnelles	Volume Horaire (8h CM, 8h TD, 8h TP)
M1304	Projet Personnel et Professionnel : Découverte des métiers et des environnements professionnels, initiation à la démarche de projet	Semestre 1
Objectifs du module : Faire découvrir l'amplitude des métiers, des environnements professionnels et des conditions d'exercice liés à la spécialité. Donner des notions de savoirs et savoir-faire des différents métiers, des qualités et compétences requises pour les exercer. Faire prendre conscience des étapes pour la mise en œuvre et la réalisation d'un projet professionnel, d'orientation ou de formation. Identifier les parcours de formation permettant l'accès à ces métiers et postes de travail		
Compétences visées : Connaître le milieu professionnel et les acteurs des différents métiers de la spécialité. Structurer et synthétiser les informations. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités et aux compétences transversales T4 et T6 à T9.		
Pré-requis :		
Contenus : Réalisation d'enquêtes métier, recherches documentaires sur le même métier et confrontation des informations recueillies des deux manières. Visite d'entreprises ou d'organisations. Manifestations : journées des anciens, conférences thématiques/ métiers... Travail à partir d'un produit ou service : identification des différents métiers qui mènent à sa mise en oeuvre... Présentation des enquêtes post DUT de parcours des diplômés		
Modalités de mise en œuvre : Mettre l'étudiant en situation d'aller voir par lui-même, d'expérimenter afin de construire sa propre connaissance et son point de vue et l'aider à produire ce point de vue. La restitution pourra se faire devant un groupe d'étudiants afin d'enrichir leurs connaissances et de confronter leurs représentations. Permettre de faire comprendre par cette démarche les différentes étapes dans l'élaboration d'un projet (en partant de projets déjà réalisés) et accompagner le projet personnel et professionnel en cours d'émergence ; comprendre les différentes étapes dans la prise de décision, dans la constitution d'un choix et d'une réalisation finale. Les conférences peuvent être effectuées en CM alors que les TD et TP seront plus appropriés pour des travaux de groupes (restitution, confrontation, etc...). On privilégiera le travail en autonomie sur les recherches, en relation avec le module de projet tutoré M1106. Un entretien individuel en début et en fin de semestre peut compléter l'accompagnement de l'étudiant. <u>Modes possibles d'évaluations :</u> Exposé, dossier, affiche/diaporama sur l'enquête métier, dossiers de synthèse sur les manifestations organisées, synthèse écrite ou orale des informations récoltées et de l'avancée des projets des étudiants ... La tenue d'un carnet de bord (papier ou e-portfolio) pourra rendre compte de l'appropriation de la démarche de projet.		
Prolongements possibles : L'initiation à la démarche de projet sera reprise tout au long de la formation.		
Mots clés : Métiers, activités professionnelles, environnements professionnels, projet.		

Semestre 2

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (18h CM, 40h TD)
M2101	Mathématiques appliquées	Semestre 2
Objectifs du module : Savoir intégrer une fonction à une ou deux variables. Maîtriser les techniques simples de résolution d'équations différentielles.		
Compétences visées : <u>Calcul intégral :</u> Maîtriser les formules de primitives usuelles. Appliquer différents procédés d'intégration. <u>Equations différentielles :</u> Mettre en œuvre les techniques de résolution d'équations différentielles linéaires. Utiliser des conditions initiales/limites pour trouver l'unique solution à un problème. <u>Fonctions réelles de plusieurs variables réelles :</u> Déterminer la différentielle d'une fonction. Reconnaître une forme différentielle exacte de 2 ou 3 variables et savoir l'intégrer. Appliquer la formule de dérivation des fonctions composées. Calculer une intégrale double en coordonnées cartésiennes et polaires. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Conception et dimensionnement D2, Expertise et audit A2, Exploitation E2, Commercialisation C4 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Programme de terminale STI2D/STL et module de mathématiques appliqués M1101.		
Contenus : <u>Calcul intégral :</u> Notion de primitives et d'intégrales définies sur un segment, introduction aux intégrales généralisées, intégration par parties, changement de variables, par identification, par linéarisation dans le cas de produits de fonctions trigonométriques, après décomposition en éléments simples dans le cas d'une fraction rationnelle. <u>Equations différentielles :</u> Equations à variables séparées, équations différentielles linéaires du 1 ^{er} ordre, méthode de la variation de la constante, équations différentielles linéaires du 2 nd ordre à coefficients constants avec second membre de la forme polynôme, avec ou sans exponentielle, $\cos(x)$ et / ou $\sin(x)$. <u>Fonctions réelles de plusieurs variables :</u> Domaine de définition d'une fonction de plusieurs variables, formule de dérivation des fonctions composées, exemples de résolution d'équations aux dérivées partielles (EDP) simples, utilisation des coordonnées cartésiennes et polaires dans le calcul de l'intégrale double.		
Modalités de mise en œuvre : Les exercices mettront l'accent sur des applications physiques des notions présentées.		
Prolongements possibles : Etudier localement les fonctions à plusieurs variables (formule de Taylor, extrema, équation du plan tangent, ...). intégrales triples. Etude des courbes définies par une représentation paramétrique polaire ou autre.		
Mots clés : Intégration, équations différentielles, fonctions de plusieurs variables.		

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (8h TD, 28h TP)
M2102	Automatismes et circuits électriques	Semestre 2
Objectifs du module : Donner les bases théoriques en automatismes. Permettre aux étudiants d'appréhender les systèmes électriques en lien avec la production et l'utilisation de l'énergie, leur composition, leur fonctionnement et leur pilotage.		
Compétences visées : Programmer en logique booléenne. Etablir un GRAFCET. Programmer un automate simple. Etablir des schémas électriques simples. Connaître la gestion centralisée (GTC) et la gestion à distance. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment les compétences : de conception D2 d'expertise A2, d'installation I5, d'exploitation E1, E6 transversales T1 à T5 et T9		
Pré-requis : Notions de bases binaires. Module d'électricité M1202.		
Contenus : Les différentes fonctions logiques et les différentes règles et théorèmes utilisés en logique booléenne. Différents types de GRAFCET et les règles du GRAFCET. Utilisation d'un logiciel de programmation et câblage d'un automate. Lecture de plan. Câblage d'éléments de commande et de protection. Application des systèmes de commandes centralisées au domaine de l'énergie.		
Modalités de mise en œuvre : En GTE les automatismes ne sont pas dissociés de leur intégration dans les systèmes électriques d'alimentation et de commande, si bien qu'une partie des TP sera consacrée aux circuits et à la pratique du câblage d'armoires électriques. Les travaux pratiques de câblage doivent permettre de sensibiliser les étudiants aux problèmes de sécurité électrique.		
Prolongements possibles : Habilitation électrique.		
Mots clés : Automates, câblage, gestion centralisée, programmation		

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (12h TD, 12h TP)
M2103	Expression-communication : communication, information et argumentation	Semestre 2
Objectifs du module : Structurer une réflexion, développer l'esprit critique et la culture générale.		
Compétences visées : Se documenter, collecter et analyser des informations. Connaître et analyser les médias, grand public et spécialisés. Connaître et savoir utiliser les techniques d'argumentation et de persuasion. Organiser et structurer ses idées. Enrichir sa culture générale. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Installation I2, I3, Exploitation E8, Commercialisation C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis : Module d'expression-communication M1103.		
Contenus : Recherche documentaire. Rédaction et mise en forme de documents : normes de présentation, normes typographiques, fiches bibliographiques et sitographiques. Techniques du compte rendu, du résumé, de la synthèse. Sémiologie de l'image. Argumentation écrite, orale, par l'image. Renforcement des compétences linguistiques.		
Modalités de mise en œuvre : Analyse des médias (presse, sites web), études de cas, participation à des activités culturelles et productions culturelles, exposés, débats, rédaction de comptes-rendus, résumés, synthèses, revues de presse, ateliers d'écriture...)		
Prolongements possibles : TICE PPP, projets tutorés		
Mots clés : Presse, médias, revue de presse, argumenter, synthétiser, TICE, culture.		

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (16h TD, 16h TP)
M2104	Langue vivante 1	Semestre 2
Objectifs du module Approfondir la langue de spécialité tout en développant des capacités à communiquer en langue étrangère avec le monde professionnel		
Compétences visées Développer un point de vue sur un sujet d'actualité ou sur une stratégie d'entreprise Développer les capacités de communication à l'écrit comme à l'oral (techniques de présentations évoluées et rédaction de rapports, notes de synthèses...) Rédiger un CV et une lettre de motivation Se préparer à un entretien Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Installation I2, I5, Exploitation E5, Commercialisation C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis Module de langue vivante 1 M1104		
Contenus Les contenus des enseignements sont déclinés selon trois champs linguistiques : la langue générale, la langue professionnelle et la langue de spécialité. Sont développés de façon progressive sur les 4 semestres les axes suivants : - communication quotidienne avec une approche fonctionnelle tournée vers les situations professionnelles. - bases langagières et outils de la communication professionnelle (téléphone, courriel, fax, rapport, compte-rendu...) - outils lexicaux pour assurer la communication technique dans le domaine de l'énergétique. (vocabulaire technique, lecture de plans, de notices ...) et le développement d'argumentaires : descriptions, explications, comparaisons et justifications techniques.		
Modalités de mise en œuvre Ecoute d'extraits de documents audio et vidéo, étude d'articles de la presse générale ou spécialisée, mise en place de jeux de rôle (simulation d'entretiens d'embauche/de stage), présentation orale /exposés, rédaction de résumés ou de synthèses de documents, recherche documentaire pour la constitution de dossiers de presse ou pour les exposés. Les recherches de stages à l'étranger ou de poursuites d'études à l'étranger peuvent constituer un support intéressant.		
Prolongements possibles Stages PPP Expression Communication		
Mots clés Communication, monde de l'entreprise, langue de spécialité, recherche documentaire, techniques d'entretien, exposés		

UE21	Connaissances générales de base	Volume Horaire (26h TD)
M2105	Enseignement différencié	Semestre 2
Objectifs du module Aider à l'approfondissement méthodologique et proposer un complément disciplinaire. Prolonger en début de S2 le module de soutien différencié M1105.		
Compétences visées Améliorer ses compétences dans les matières concernées Mettre en œuvre une méthode de travail. Contribue aux compétences transversales du RAC T1 à T4.		
Pré-requis Tous les enseignements du S1		
Contenus : Méthodologie de travail universitaire. Soutien en sciences et compléments en technologie en fonction des lacunes principales identifiées au S1. Reprises de TP : amélioration de l'exploitation et du compte-rendu, lien avec les disciplines scientifiques.		
Modalités de mise en œuvre Analyse des résultats du semestre 1 pour définir, en début de S2, les enseignements complémentaires à assurer. Travail par groupes disciplinaires. Soutien méthodologique pour faciliter l'assimilation croisée de disciplines ou de séance diverses (cours, TD, TP, projets). Les évaluations de ce module sont intégrées à celles des disciplines concernées.		
Prolongements possibles		
Mots clés Soutien méthodologique et disciplinaire		

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (4h CM, 4h TD)
M2106	Conduite de projet	Semestre 2
Objectifs du module : Appréhender la méthodologie de conduite de projets.		
Compétences visées : Appliquer la méthodologie et les outils de base de la gestion de projet Contribue aux compétences du RAC pour les activités d'Installation I1 à I4, I7 et Exploitation E4, E8, et aux compétences transversales T4 à T9.		
Pré-requis :		
Contenus : La démarche projet. Les acteurs de la gestion de projet : le maître d'ouvrage (le commanditaire), le maître d'œuvre, les sous-traitants, comité de pilotage. L'équipe projet : répartition des rôles Le cahier des charges : analyse et compréhension des besoins du client. La définition des tâches, planification et enchaînement, attribution des ressources. Les outils d'ordonnancement : graphe Pert, diagramme de Gantt. La documentation.		
Modalités de mise en œuvre : Recours à un logiciel de gestion de projet. Développement d'une démarche projet. Mise en application dans le cadre du module projet tutoré M2107. L'évaluation de ce module sera intégrée à celle du module de projet tutoré.		
Prolongements possibles : Modules de mise en situation professionnelle en S3 et S4.		
Mots clés : Maître d'ouvrage, maître d'œuvre, besoins, équipe, cahier des charges, planification.		

UE21	Connaissances générales appliquées	Volume Horaire (65h étudiant)
M2107	Projet tutoré : description et planification de projet	Semestre 2
Objectifs du module : Mettre en œuvre des méthodes de conduite de projet dans un cas pratique. Travailler en équipe.		
Compétences visées : Mettre en pratique de la méthodologie de conduite de projets. Développer l'autonomie et la prise d'initiative. Développer les aptitudes au travail en équipe. Contribue aux compétences du RAC pour toutes les activités, et notamment celles d'Installation I1 à I4, I7 et Exploitation E4, E8, et aux compétences transversales T4 à T9.		
Pré-requis : Ensemble des modules d'enseignement précédents, notamment expression-communication M1103 et projet tutoré M1106.		
Contenus : Le projet doit avoir une envergure réaliste pour mettre en œuvre l'ensemble des activités, des tâches et des contraintes de la conduite d'un projet industriel ou de service, à savoir : Rédaction d'un cahier des charges Constitution d'une équipe Répartition et planification des tâches Gestion du temps et des délais Utilisation d'un logiciel de gestion de projet et des outils d'ordonnancement Recherche des contraintes Documentation, mémoire et présentation orale		
Modalités de mise en œuvre : Il nécessite la constitution d'une équipe projet de 4 à 8 étudiants pour l'expérimentation de la répartition des tâches. Le projet doit permettre la comparaison de diverses approches décrites en conduite de projet, notamment la comparaison d'outils de gestion de projet. L'accompagnement par un intervenant professionnel est suggéré pour compléter l'approche pédagogique par la réalité des exigences techniques et économiques de l'entreprise. La phase de réalisation n'est pas une fin en soi à ce stade suivant l'importance du projet.		
Prolongements possibles : Projet professionnel, mise en situation professionnelle de S3-S4		
Mots clés : Maître d'ouvrage, maître d'œuvre, besoins, équipe, cahier des charges, planification.		

UE22	Mécanique et énergétique	Volume Horaire (14h CM, 18h TD, 20hTP)
M2201	Thermodynamique	Semestre 2
Objectifs du module : Appliquer le formalisme de la thermodynamique aux changements d'états de la matière. Introduire les notions de réversibilité, de dégradation de l'énergie et de rendement thermodynamique, les différents énoncés du second principe et la fonction entropie. Mettre en œuvre des bilans thermodynamiques pour l'étude des systèmes ouverts. Introduire et utiliser la fonction enthalpie. Etudier les cycles des machines thermiques idéales. Introduire les notions nécessaires pour appréhender les cours de machines frigorifiques (M3302) et machines thermiques (M4201C).		
Compétences visées : Décrire les changements d'états des corps purs et représenter graphiquement les changements de phase. Etablir le bilan énergétique d'un changement de phase. Comprendre les notions de réversibilité et de dégradation de l'énergie et les différents énoncés du deuxième principe. Connaître la fonction d'état entropie. Savoir utiliser la fonction enthalpie. Maîtriser l'établissement des bilans en énergie et en puissance pour les systèmes ouverts. Savoir tracer une transformation sur un diagramme thermodynamique. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, Expertise et audit A1, A2, Exploitation E2, Commercialisation C1 et les compétences transversales T1, T2, T3, T9.		
Pré requis : Module de thermodynamique M1201. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Réversibilité – irréversibilité : l'entropie et les différents énoncés du 2 nd principe. Bilans d'un système ouvert : introduction de la fonction enthalpie, bilan en énergie et en puissance, notion de variables thermodynamiques massiques (intensives). Les différents états de la matière : changements d'états d'un corps pur, relation de Clapeyron. Diagramme d'équilibre (P,V) et (P,T). Grandeurs des changements d'état (titre, pression de vapeur saturante, température critique...). Chaleur latente et enthalpie de changement d'état. Utilisation des différents diagrammes thermodynamiques. Applications aux machines dithermes et aux machines thermiques avec changement de phase : cycles idéaux des moteurs à gaz et à vapeur, cycle idéal des machines frigorifiques.		
Modalités de mise en œuvre : Les TP pourront être regroupés avec d'autres disciplines du semestre 2. Les tracés de cycles seront mis en pratique.		
Prolongements possibles : Cycles réels des moteurs à air chaud, compresseurs. Bilans de co-génération.		
Mots clés : Changement d'état, entropie, enthalpie, cycles thermodynamiques, machines thermiques, systèmes ouverts.		

UE22	Mécanique et énergétique	Volume Horaire (20h CM, 22h TD, 16hTP)
M2202	Mécanique des fluides : hydraulique	Semestre 2
Objectifs du module : Décrire les phénomènes de base en mécanique des fluides que l'on retrouve dans de nombreux secteurs du génie thermique (transfert convectif, machines, réseaux, chauffage-ventilation-climatisation (CVC). On se focalisera sur les écoulements incompressibles en régime permanent.		
Compétences visées : Connaître la définition d'un fluide et les principales propriétés des fluides. Observer les mouvements d'un fluide. Connaître les grandeurs fondamentales en mécanique des fluides : pression, débit, vitesse. Calculer les effets de la pression dans un fluide au repos. Analyser les pertes de charge d'un circuit hydraulique ou aéraulique. Déterminer le fonctionnement d'une installation simple. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, D4, D6, Expertise et audit A3, Exploitation E1, E2, Commercialisation C1, C4 et aux compétences transversales T1, T2, T3 et T9.		
Pré requis : Connaissances correspondant à celles du bac S et STI2D/STL Notions de Mathématiques (M1101) calcul vectoriel, fonctions (dérivée, intégrale simple, graphe). Notions de Mécanique (M1204) : principe fondamental de la dynamique, vitesse, accélération. Notions de Thermodynamique (M1201) : pression, énergie. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Définition et propriétés des fluides. Cinématique : ligne de courant, d'émission, trajectoire. Régime permanent. Statique des fluides : calcul de la force due à une pression (module, point d'application) sur des géométries simples. Dynamique des fluides incompressibles : formule de Bernoulli. Notion de charge. Prise en compte de la viscosité, régimes d'écoulements. Pertes de charges (diagramme de coefficient de pertes régulières, pertes singulières) Détermination de la caractéristique d'un réseau simple. Courbes caractéristiques d'une machine (ventilateur, pompe, turbine, ...). Point de fonctionnement. Choix de la machine		
Modalités de mise en œuvre : Travaux pratiques (exemples) : Viscosimétrie, pertes de charge régulières et singulières, mesures de débit, pompes avec montage en parallèle et en série. Les notions d'intégrales multiples d'un scalaire et d'un vecteur sur des surfaces devront être introduites si nécessaire.		
Prolongements possibles : Tension de surface et capillarité, visualisation d'écoulements, rhéologie de fluides complexes, turbomachines.		
Mots clés : Hydrostatique, hydrodynamique, écoulement en conduites, pertes de charges, machines hydrauliques.		

UE22	Mécanique et énergétique	Volume Horaire (10h CM, 12h TD, 8hTP)
M2203	Physique des ambiances intérieures : éclairage, acoustique, qualité de l'air	Semestre 2
Objectifs du module : Fournir des connaissances pratiques directement applicables tant dans l'industrie que dans le bâtiment pour préciser des conditions de confort : le diagnostic d'une installation d'éclairage intérieur en termes de confort visuel, performance énergétique et conformité réglementaire, les dispositions relatives à l'adaptation acoustique et à la lutte contre les nuisances sonores, la composition de l'air intérieur.		
Compétences visées : Définir ou analyser le cahier des charges d'un projet d'installation d'éclairage intérieur. Evaluer l'impact acoustique d'une installation et proposer des solutions de réduction du bruit. Etudier la conformité normative et réglementaire. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment les compétences : de conception D1 à D8, d'expertise A1, A5, d'installation I5, I6, I7, d'exploitation E1, E2, de commercialisation C1 à C4, et transversales T1 à T5 et T9		
Pré-requis : Energie et puissance, spectre de la lumière blanche, angle solide. Mathématiques : logarithmes Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : <u>Eclairage :</u> La constitution d'une installation d'éclairage intérieur et son optimisation : sources (flux, efficacité, température de couleur, rendu des couleurs), luminaires (intensité lumineuse, rendement, luminance), ballast (classe), système de gestion. La place de l'éclairage dans la Réglementation Thermique en vigueur. Le calcul en coût global d'une installation. <u>Acoustique :</u> Bases de l'acoustique : notions sur la génération et la propagation du son et sur la perception acoustique humaine Gérer l'environnement acoustique : Compréhension et utilisation des différentes grandeurs utilisées en acoustique. Définitions relatives aux sources de bruits. Applications pratiques en acoustique des salles, des conduits et des gaines, des parois. Connaissances des outils métrologiques associés. Comprendre les normes et réglementations en vigueur. <u>Qualité de l'air :</u> Descriptions des bases définissant la qualité de l'air : composition, poussières, composés organiques volatils (COV)...Principes de filtration.		
Modalités de mise en œuvre : La notion d'éclairement et d'angle solide est commune à l'éclairage et aux transferts de chaleur par rayonnement. Le module pourra aborder sous forme de travaux pratiques : le diagnostic de l'éclairage intérieur d'un local et l'estimation des consommations d'énergie et coût global. l'utilisation d'un sonomètre pour réaliser l'étude acoustique d'une installation. Dans les deux domaines, l'utilisation de logiciels de simulation est possible.		
Prolongements possibles : Facteur de Lumière du Jour conformément à certains référentiels HQE. Certificats d'Economie d'Energie.		
Mots clés : Eclairage, acoustique, bruit, qualité de l'air, confort		

UE22	Mécanique et énergétique	Volume Horaire (16h CM, 16h TD, 16hTP)
M2204	Propriétés des matériaux	Semestre 2
Objectifs du module : Donner une culture scientifique de base sur le comportement des solides déformables et la résistance des matériaux, Amener l'étudiant à comprendre les notions de propriétés des principaux matériaux d'ingénierie débouchant sur les critères de choix et les précautions d'utilisation de ceux-ci en relation avec la thermique et l'énergétique.		
Compétences visées : Dimensionner en statique des structures simples : ossatures, conduites réservoirs. Dimensionner en statique des structures sous chargement thermomécanique. Connaître les critères de choix et d'utilisation des matériaux, notamment dans le domaine du génie énergétique. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D4, D6 et D7, Installation I6, Exploitation E1, Commercialisation C1 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Module mécanique M1204 Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Généralités : Définition de contrainte et déformation. Notions descriptives sur les essais mécaniques : traction, dureté, résilience, fatigue. Lois de comportement, élasticité, plasticité, viscosité. Modes de rupture, fragilité, ductilité. Comportement élastique des poutres : traction, compression, torsion, flexion, sous chargements simples. Propriétés des matériaux d'ingénierie thermique : classification des matériaux, propriétés physiques, mécaniques et thermiques, effets du vieillissement. Contraintes thermiques : notion de dilatation thermique, relation contrainte - déformation – température. Conséquences pratiques des échauffements sur les structures et les mécanismes : déformation des conduites, blocages des machines tournantes. Directions principales de contrainte et déformation : application au dimensionnement et à la conception des conduites et réservoirs.		
Modalités de mise en œuvre : Lien avec l'enseignement des techniques du génie thermique M2303 et travaux pratiques pouvant également illustrer le module de mécanique M1204. On propose d'envisager un type de matériau pour une application donnée et de justifier son choix en relation avec les propriétés requises, les possibilités de mise en œuvre et les gains de performance par rapport aux coût et difficultés de recyclage. Utilisation possible de logiciels de choix de matériaux en fonction de cahier des charges techniques.		
Prolongements possibles : Projets, mécaniques des fluides, machines frigorifique et thermiques		
Mots clés : Contraintes, déformations, dimensionnement des structures, matériaux		

UE23	Thermique	Volume Horaire (16h CM, 18h TD, 20hTP)
M2301	Transferts thermiques	Semestre 2
Objectifs du module : Introduire les trois modes fondamentaux du transfert thermique : conduction, convection et rayonnement, puis étudier plus spécifiquement le transfert par conduction en régime permanent. Enseigner les compétences nécessaires à la résolution des cas usuels de transfert par conduction en s'appuyant sur des exemples concrets ayant trait à la thermique des locaux, à l'industrie ou de la vie courante. Introduire les transferts en régime variable par l'évolution de systèmes à température uniforme.		
Compétences visées : Maîtriser les bases du transfert par conduction et par les autres modes : la terminologie, les grandeurs, les lois fondamentales. Traiter les cas simples de transfert par conduction en régime permanent. Calculer le régime variable d'un système à température uniforme. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D2, D3, D4, D6, D7, Expertise et audit A1, A2, A3 et Exploitation E1, E2, et aux compétences transversales T1, T2, T3 et T9.		
Pré-requis : Outils mathématiques du module M1101 : dérivation, intégration. Notions de thermodynamique du module M1201 : 1 ^{er} principe. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : <u>Introduction aux transferts thermiques :</u> Phénomènes physiques, terminologie et lois élémentaires propres aux trois modes de transfert thermique : conduction, convection et rayonnement. <u>La conduction - application en régime permanent et introduction au régime variable</u> Généralités et définitions : concepts de base et terminologie associée au transfert conductif. Lois fondamentales : notion de bilan d'énergie, lois fondamentales (loi de Fourier et équation générale de la chaleur), grandeurs physiques associées (conductivité, coefficients d'échange), conditions aux limites spatio-temporelles. Application à la conduction en régime permanent : flux de chaleur, profils de températures et valeurs des résistances thermiques pour des configurations de base (mur simple et composite, cylindre creux, barre pleine), avec ou sans dissipation de puissance interne. Résistances thermiques associées en série et en parallèle. Cas des barres et des ailettes : profil de température, performance, efficacité. Introduction à la conduction en régime variable : termes et grandeurs propres au transfert conductif en régime variable (effusivité et diffusivité). Exemples d'évolution temporelle d'un système à température uniforme. <u>Introduction des coefficients d'échanges en convection et en rayonnement</u> Convection forcée et naturelle. Loi de Newton. Coefficient d'échange. Echanges radiatifs entre deux corps noirs. Coefficient d'échange radiatif, linéarisation. Coefficient d'échange global et résistance thermique.		
Modalités de mise en œuvre : Le cours, les TD et les TP permettront d'illustrer ces différentes notions pour des géométries simples. Ils donneront les ordres de grandeur des phénomènes : conductivité des matériaux, étude de la conduction axiale et radiale, refroidissement d'un corps en ambiance isotherme... Des interactions sont à prévoir avec les modules du même semestre : thermique des locaux M2302, physique des ambiances intérieures M2203 (éclairage), électrothermie M2304.		
Prolongements possibles :		
Mots clés : Conduction, convection, rayonnement, flux de chaleur, coefficient d'échange thermique, résistance thermique.		

UE23	Thermique	Volume Horaire (6h CM, 36hTP)
M2302	Thermique des locaux	Semestre 2
Objectifs du module : Former l'étudiant au calcul d'installations de chauffage et de ventilation de bâtiments. Ce module permet d'une part d'effectuer des calculs simples dans une démarche de bureau d'études à l'aide des outils informatiques. Il permet d'autre part d'aborder la réglementation thermique (RT) et introduit l'utilisation de logiciels métiers (base de données, CAO-DAO, application de la RT)		
Compétences visées : Mettre en œuvre un cahier des charges Lire et comprendre un plan Utiliser un logiciel de DAO Maîtriser les calculs de déperditions à travers les parois et par renouvellement d'air. Connaître les bases de la Réglementation Thermique en vigueur. Utiliser un logiciel de calculs thermiques réglementaires. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1 à D7, Expertise et audit A1, et aux compétences transversales T1, T2, T5, T8, T9.		
Pré-requis : Thermodynamique M1201, Technologie des systèmes thermiques M1302, Bureau d'études M1303, Transferts thermiques M2301.		
Contenus : Lecture et analyse de plans, réalisation de maquettes numériques avec un logiciel de DAO. Etablissement/analyse d'un cahier des charges Calcul des déperditions de chaleur à travers les parois et des déperditions par renouvellement d'air. Dimensionnement d'installations simples : générateur, réseau de distribution, émetteurs Vérification de la conformité à la réglementation : présentation de la RT et mise en œuvre pratique d'un logiciel de calculs thermiques réglementaires.		
Modalités de mise en œuvre : Ce module peut être abordé sous forme de projets extraits de dossiers de consultation d'entreprise. Attention à la coordination avec le module de transferts thermiques du même semestre M2301.		
Prolongements possibles : Projets, Stage		
Mots clés : Chauffage, ventilation, déperditions, Réglementation Thermique, dimensionnement, logiciels métiers.		

UE23	Thermique	Volume Horaire (24h TP)
M2303	Techniques du génie thermique	Semestre 2
Objectifs du module : Développer la culture technologique du futur technicien supérieur en lui donnant les bases nécessaires à la compréhension des méthodes de mise en œuvre des matériaux. Présenter les machines et leur utilisation dans des processus de fabrication de matériels de thermique et d'énergétique.		
Compétences visées : Appréhender les matériaux spécifiques de la fabrication d'éléments mécaniques ou thermiques. Maîtriser les principes généraux du travail des métaux en feuille. Former et assembler les métaux en feuille pour obtenir la géométrie souhaitée. Usiner avec enlèvement de copeaux, couper et découper les métaux. Former et assembler les profils ronds. Acquérir les notions élémentaires de sécurité et les notions spécifiques à chaque métier de l'art. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Installation I6, Exploitation E3, et aux compétences transversales T1, T3, T5.		
Pré requis : Calculs élémentaires de base, fonctions trigonométriques. Notions de force, de moment.		
Contenus : Produire des objets simples avec les métaux traditionnels, les matériaux composites, les matières plastiques. Suivant l'équipement des ateliers, l'étudiant pourra être amené à pratiquer tout ou partie des activités suivantes : - exécuter des tracés, développés ou recherche de vraies grandeurs. - tracer, plier, percer, cisailier...des tôles tout en respectant les exigences dimensionnelles. - cintrer, couder, tronçonner, cisailier les métaux en barre. - tronçonner, cintrer, fileter les profils creux. - souder, braser, coller, visser, sertir, et riveter en respectant le niveau de qualité requise. - percer, tarauder, tourner, fraiser, meuler, oxy-découper. - souder, piquer, former un collet battu, cintrer, raccorder, les éléments de plomberie. Il aura dans tous les cas à exécuter un ensemble de processus de fabrication en appliquant les consignes de sécurité.		
Modalités de mise en œuvre : Lien avec l'enseignement propriétés des matériaux M2204. L'utilisation de machines-outils est indispensable. Ces travaux pratiques doivent laisser une large part à la sensibilisation des étudiants aux problèmes de risques pour la santé et de sécurité au travail, qui leur sera nécessaire pour les études techniques ou projets des semestres 3 et 4.		
Prolongements possibles : Mise en pratique dans le cadre des étapes de réalisation en études techniques M3204 et M4106C.		
Mots clés : Fabrication et découpage, assemblage, soudure, métaux, composites, plastiques, plomberie.		

UE23	Thermique	Volume Horaire (6h CM, 8h TD, 12hTP)
M2304	Electrothermie	Semestre 2
Objectifs du module : Donner à l'étudiant la connaissance des méthodes de chauffage utilisant l'électricité, de leurs caractéristiques (surface, volume, matériaux) et de leurs domaines d'application. Réaliser un choix de chauffage dans un contexte donné.		
Compétences visées : Choisir et mettre en œuvre un mode de chauffage utilisant l'électricité. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D2, D3, D4, D6, D7, Expertise et audit A1, A2, A3, et Commercialisation C1, et aux compétences transversales T1 à T4, T9		
Pré-requis : Dérivée de fonction, intégrale simple. Fonctions usuelles. Module M1101. Bases d'électricité. Module M1202. Modes de transferts thermiques du module M2302 Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Bilan thermique dans une enceinte en vue de dimensionner des résistances chauffantes. Chauffage par induction électromagnétique dans le cas de pièces de géométrie simple. Chauffage par hystérésis diélectrique (haute et hyper fréquence). Technologies de chauffage par rayonnement (rayonnement infra rouge, micro ondes, lasers) Quelques applications sur des cas simples.		
Modalités de mise en œuvre : En relation avec l'enseignement d'électricité du module M1202, certaines notions spécifiques nécessaires pourront demander à être introduites ou précisées : effet joule, résistivité, notions d'électromagnétisme. Les applications pourront faire appel à des connaissances acquises dans le module de transfert de chaleur M2301. Ce module sera l'occasion de présenter des matériels et des modes de mesures spécifiques et d'effectuer des TP concernant les modes de chauffage de base.		
Prolongements possibles : Chauffage par plasma, arc électrique, laser, bombardement électronique.		
Mots clés : Effet joule, induction électromagnétique, rayonnement infra rouge.		

UE23	Thermique	Volume Horaire (4h CM, 4h TD, 4hTP)
M2305	Projet personnel et professionnel : formalisation du projet, mieux se connaître et préparer son stage	Semestre 2
Objectif du module : Conforter l'étudiant dans son orientation universitaire et renforcer ses motivations pour la mener à bien. Faire en sorte que l'étudiant énonce peu à peu ses appétences, ses souhaits, ses aspirations en termes de projet de vie (professionnelle...) et les confronte à ce qu'il a appris dans le module M1304. Lui faire identifier la nature des arguments qui lui permettront de préciser ses choix quant à son parcours au sein du DUT (Modules complémentaires) et post DUT. Accompagner l'étudiant dans la détermination du secteur d'activité ou de l'environnement professionnel dans lesquels il souhaite effectuer son stage.		
Compétences visées : Améliorer la connaissance de soi. Choisir une orientation professionnelle. Développer son esprit de synthèse Mettre en forme l'information Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités et aux compétences transversales T4 et T6 à T9.		
Pré-requis : Modules de S1 : Expression-Communication M1103, PPP M1304		
Contenus : Intérêts professionnels, valeurs, motivations, expériences professionnelles Choix et exploration d'un métier, interviews de professionnels, élaboration d'une fiche métier, analyse d'offres d'emploi. Démarches de recherche d'emploi : identifier les cibles recherchées pour l'établissement de CV, lettres de motivation, prises de contacts, entretiens...L'élaboration de ces outils se fera plus particulièrement au S3 en modules d'expression communication M3102 et PPP M3306.		
Modalités de mise en œuvre : Travailler en lien avec le module PPP M1304 « Découverte des métiers et des environnements professionnels et initiation à la démarche de projet » et partir de ce que l'étudiant a appris dans ce cadre pour aller vers l'énonciation de ses souhaits. Les TD et TP seront privilégiés pour des travaux de groupes (démarche de recherche d'emploi, etc...). Le travail en autonomie et individualisé sera essentiel pour l'identification des intérêts professionnels, valeurs, motivation, etc... Evaluation : Carnet de bord (papier ou e-portfolio) récapitulant l'argumentaire et les démarches menées, l'impact sur le ou les projets des étudiants.		
Prolongements possibles : possibilité d'associer des partenaires extérieurs : employeurs, recruteurs, étudiants diplômés, ...		
Mots clés : Réflexivité, questionnement, analyse, compétences, démarche de choix.		

Semestre 3

UE31	Formation générale et projet	Volume Horaire (10h CM, 20h TD)
M3101	Mathématiques appliquées	Semestre 3
Objectifs du module : Introduire et faire appliquer les développements d'outils mathématiques nécessaires au contexte énergétique.		
Compétences visées : <u>Transformée de Laplace :</u> Combiner les transformées des fonctions usuelles et les propriétés de la transformée de Laplace pour calculer une fonction de transfert. Résoudre des équations différentielles linéaires et des systèmes d'équations différentielles linéaires. <u>Fonctions vectorielles de plusieurs variables réelles :</u> Calculer une intégrale curviligne. Reconnaître les opérateurs différentiels linéaires et connaître leur expression en coordonnées cartésiennes. <u>Calcul matriciel élémentaire :</u> Mettre en équation matricielle un problème linéaire à plusieurs variables. Résoudre un système d'équations linéaires par inversion de matrice. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Conception et dimensionnement D2, Expertise et audit A2, Exploitation E2, Commercialisation C4 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Modules de mathématiques appliquées M1101 et M2101.		
Contenus : <u>Transformée de Laplace :</u> Définition de la transformée de Laplace, propriétés des transformées de Laplace, transformées des fonctions usuelles. Exemples possibles d'application : régulation, transferts thermiques ou électricité. <u>Fonctions vectorielles de plusieurs variables réelles :</u> Intégrale curviligne avec ou sans paramétrisation, champs de vecteurs, opérateurs différentiels linéaires et notation « nabla ». <u>Calcul matriciel élémentaire :</u> Définition d'une matrice, opérations d'addition et de multiplication de plusieurs matrices, calcul de déterminants, inversion de matrices, résolution de systèmes d'équations par méthode matricielle et de Cramer.		
Modalités de mise en œuvre : Les exercices mettront l'accent sur des applications physiques des notions présentées.		
Prolongements possibles : Réponse indicielle, ou à une rampe, d'un système linéaire du premier et deuxième ordre. Théorèmes d'analyse vectorielle		
Mots clés : Intégrale curviligne, opérateurs vectoriels, matrices, système d'équations linéaires.		

UE31	Formation générale et projet	Volume Horaire (12h TD, 12h TP)
M3102	Expression-communication : communication professionnelle	Semestre 3
Objectifs du module : Maîtriser les modalités de la communication en milieu professionnel. Communiquer en milieu universitaire et professionnel : formaliser une expérience.		
Compétences visées : Rendre compte d'une expérience professionnelle à l'écrit et à l'oral. Maîtriser les processus et les outils nécessaires à l'insertion en milieu professionnel. Contribue aux compétences transversales du RAC T4 à T8.		
Pré-requis : Modules d'expression-communication M1103 et M2103, modules de PPP M1304 et M2305.		
Contenus : Techniques de recherches d'emploi : CV, lettre de motivation ; analyse de sites (d'entreprises, spécialisés dans la recherche d'emploi), entretiens. Ecrits et oraux professionnels. Méthodologie du rapport de stage et préparation de la soutenance de stage du DUT.		
Modalités de mise en œuvre : Rédaction du CV, de la lettre de motivation, entretiens individuels et de groupe, tests, jeux de rôles, courriers, notes de service, notes de synthèse, communiqué de presse, compte-rendu, études de cas... Rédaction du rapport de stage (compléments sur les normes de présentation), aide à la préparation de la soutenance de stage du DUT. Ateliers d'écriture.		
Prolongements possibles : Projets tutorés, stages, PPP Actions de communication événementielle (forum, salons...).		
Mots clés : Insertion professionnelle, techniques de recherche d'emploi, CV, lettre de motivation, rapports, soutenance.		

UE31	Formation générale et projet	Volume Horaire (16h TD, 16h TP)
M3103	Langue vivante 1	Semestre 3
Objectifs du module Perfectionner la connaissance de la langue de spécialité, développer un esprit critique et une connaissance des réalités sociales et culturelles des pays de langues cibles (communication interculturelle)		
Compétences visées Développer une analyse critique et argumenter (à la suite d'études d'articles de presse, de documents audio ou vidéo liés à la langue de spécialité) Connaître les réalités sociales et culturelles des pays de langues cibles Avoir une approche culturelle des mondes professionnels des pays de langues cibles Communiquer par téléphone, rédiger des courriels. Contribue plus directement aux compétences du RAC pour les activités : Installation I2, I5, Exploitation E5, Commercialisation C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis Modules de langue vivante 1 M1104 et M2104.		
Contenus Les contenus des enseignements sont déclinés selon trois champs linguistiques : la langue générale, la langue professionnelle et la langue de spécialité. Sont développés de façon progressive sur les 4 semestres les axes suivants : - communication quotidienne avec une approche fonctionnelle tournée vers les situations professionnelles. - bases langagières et outils de la communication professionnelle (téléphone, courriel, fax, rapport, compte-rendu...) - outils lexicaux pour assurer la communication technique dans le domaine de l'énergétique (vocabulaire technique, lecture de plans, de notices ...) et le développement d'argumentaires : descriptions, explications, comparaisons et justifications techniques.		
Modalités de mise en œuvre Ecoute d'extraits de documents audio et vidéo, étude d'articles de la presse spécialisée, mise en place de jeux de rôle, présentation orale /exposés, rédaction de résumés ou de synthèses de documents, recherche documentaire pour la constitution de dossiers de presse ou pour les exposés, contacts possibles avec des étudiants inscrits dans des institutions partenaires par courriels, vidéoconférence..., mise en place de conférences de professionnels en langue étrangère.		
Prolongement possibles Stages PPP Expression Communication		
Mots clés Communication interculturelle, monde de l'entreprise, langue de spécialité, recherche documentaire, écrits professionnels, exposés.		

UE31	Formation générale et projet	Volume Horaire (4h CM, 20h TP)
M3104	Informatique : programmation	Semestre 3
Objectifs du module : Permettre l'acquisition par l'étudiant de techniques informatiques pour développer des programmes métiers : analyser le problème posé, mettre en forme les lois et formules à appliquer, réaliser leur programmation.		
Compétences visées : Programmer des applications dans un langage évolué. Contribue aux compétences du RAC notamment en Conception et dimensionnement D2, D3, D4, D6, D7, Expertise et audit A1 à A4, A5 et Exploitation E1 ,E2, E5, E6 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Modules de mathématiques M1101, M2101. Module M1102 informatique : tableurs		
Contenus : Bases d'algorithmique. Analyse d'un problème et mise en forme de la méthode de résolution numérique. Structuration et ordonnancement des tâches. Programmation des applications.		
Modalités de mise en œuvre : Les bases communes d'algorithmique et de présentation du langage de programmation sont présentées en cours, puis mises en application sur ordinateur dans le cadre de la résolution de problèmes pratiques. Un lien pourra par exemple être fait avec le module de mathématiques M2101 pour des méthodes numériques d'intégration ou le module M3101 pour la résolution d'un système matriciel.		
Prolongements possibles : Logiciels de simulation numérique. Utilisation de solveurs.		
Mots clés : Algorithmique, programmation, solveurs.		

UE31	Formation générale et projet	Volume Horaire (100h étudiant)
M3105	Projet tutoré : mise en situation professionnelle	Semestre 3
Objectif général : Mettre l'étudiant en situation d'activité de technicien supérieur en le préparant à son stage en milieu professionnel Objectifs opérationnels : Conduire en équipe un projet d'envergure professionnelle mettant en œuvre la transversalité des connaissances techniques, technologiques et générales de la spécialité. Développer les compétences relationnelles de l'étudiant : autonomie, initiative, aptitude au travail en équipe.		
Compétences visées : Pratiquer la méthodologie de conduite de projets sur un sujet d'importance Comprendre les contraintes de l'entreprise Analyser et synthétiser un sujet d'envergure transdisciplinaire dans le domaine de l'énergie Comparer diverses solutions techniques, technologiques et économiques Restituer de façon précise et synthétique les informations techniques Contribue aux compétences du RAC pour toutes les activités		
Pré-requis : Ensemble des modules précédents, aptitudes développées dans les modules de projet tutoré M1106 et M2107		
Contenus : Le projet doit avoir une envergure réaliste quant à sa faisabilité mais suffisante pour mettre en œuvre la méthodologie de conduite et de réalisation d'un projet, décrites dans le module de gestion de projet et expérimentées en module de projet tutoré M2107 : - rédaction précise d'un cahier des charges - analyse comparative de diverses solutions techniques et technologiques - utilisation des outils de gestion de projet expérimentés en projet tutoré du S2 pour la planification et la répartition des tâches - analyse économique des diverses solutions - réalisation de la solution technique retenue - rédaction des rapports d'étape - présentation d'un avancement détaillé à mi-parcours.		
Modalités de mise en œuvre : L'expérimentation du travail en équipe nécessite la constitution de groupes de 4 à 8 étudiants suivant la dimension du projet. Le projet s'étale entre les semestres S3 et S4. Ce module M3105 est donc suivi d'un module au S4 M4203. Les parties éventuelles de sa réalisation nécessitant des moyens lourds (machines-outils, équipements professionnels) pourront donner lieu à l'établissement de cahiers des charges spécifiques qui seront traités en modules d'études techniques M3204 ou M4106C. L'accompagnement par des intervenants extérieurs à divers stades du projet est recommandé pour en augmenter la dimension professionnelle. Dans la mesure du possible, le projet pourra être conduit en partenariat avec un organisme professionnel qui peut en être le commanditaire. L'évaluation au S3 sera réalisée au vu d'un avancement détaillé, écrit ou oral, et des rapports d'étapes.		
Prolongements possibles : Stage, modules d'études techniques.		
Mots clés : Cahier des charges, conduite de projet, travail d'équipe.		

UE32	Transferts et fluides	Volume Horaire (28h CM, 28h TD, 28h TP)
M3201	Transferts thermiques	Semestre 3
Objectifs du module : Traiter la conduction en régime variable. Donner les outils permettant de calculer les coefficients de transfert en convection forcée et naturelle et par rayonnement pour des corps noirs et réels		
Compétences visées : Traiter un cas simple de transfert par conduction en régime variable. Maîtriser les bases du transfert convectif, et choisir une corrélation pour estimer un coefficient d'échange. Réaliser les applications aux échangeurs de chaleur monophasiques et diphasiques. Maîtriser les bases du transfert radiatif et appliquer ces notions aux systèmes de chauffage rayonnant, thermographie infrarouge, capteurs solaires et aux bases de l'effet de serre. Contribue aux compétences du RAC notamment en Conception et dimensionnement D1 à D4, D6, D7, Expertise et audit A1, A2, A3, Exploitation E1, E2, E3 et Commercialisation C1, C2, C3 et aux compétences transversales T1, T2, T3 et T9.		
Pré-requis : Outils mathématiques des modules M1101, M1201, M3101. Module de thermique M2301. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : <u>La conduction – application en régime variable :</u> Rappel des termes et grandeurs propres au transfert conductif en régime variable. Nombres de Biot et de Fourier. Méthodes de résolution de l'équation de la chaleur en régime variable et applications. <u>La convection :</u> Généralités et définitions : termes et grandeurs physiques. Régimes d'écoulement laminaire/turbulent. Etude phénoménologique : notions de couches limites thermique et dynamique. Différents modes d'échange convectif. Nombres adimensionnels associés. Applications : loi de Newton. Principales corrélations expérimentales pour trois configurations de base : convection le long d'une plaque plane, à l'intérieur et à l'extérieur d'un tube. Effets des changements de phase : description des phénomènes et corrélations usuelles. Analogie entre convection et transfert de masse. <u>Le rayonnement :</u> Généralités et définitions : grandeurs et phénomènes physiques : émission, absorption, réflexion, transmission ; loi de Kirchhoff ; dépendance à la longueur d'onde et position angulaire. Grandeurs énergétiques et spectrales. Lois fondamentales : corps noir, loi de Stefan-Boltzmann, de Planck, de Wien. Corps gris. Corps réels. Applications - échanges d'énergie par rayonnement entre surfaces grises : facteurs de forme géométriques et physiques. Emissivités et radiosités. Modèles adaptés aux configurations simples (plaques, corps convexe dans une enceinte, écrans).		
Modalités de mise en œuvre : Exemples de TP : étude des échanges convectifs le long d'une plaque, étude d'échangeur : estimation des coefficients d'échange, thermographie infrarouge, mesures de diffusivité, méthode flash, simulations...		
Prolongements possibles : Caractéristiques de la conduction en régime périodique et application dans le domaine solaire. Résolution de problèmes pour lesquels les transferts de chaleur interviennent de manière couplée. Relations avec les transferts de masse et l'évaporation.		
Mots clés : Conduction instationnaire, convection naturelle et forcée, rayonnement, corps noirs et réels, coefficients d'échanges.		

UE32	Transferts et fluides	Volume Horaire (16h CM, 16h TD, 16h TP)
M3202	Mécanique des fluides : aérodynamique	Semestre 3
Objectifs du module : Posséder les notions d'aérodynamique, et d'hydrodynamique, permettant le calcul des efforts exercés sur un obstacle placé dans un écoulement. Comprendre l'importance de la couche limite et des lois de similitude.		
Compétences visées : Analyser les interactions entre un fluide en mouvement et un solide et estimer les efforts. Appréhender les effets de la viscosité sur une paroi plane ou courbe Étudier un écoulement par analogie Connaître l'existence des principaux moyens d'essais Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, D4, D6, Expertise et audit A3, Exploitation E1, E2, Commercialisation C1, C4 et aux compétences transversales T1, T2, T3 et T9.		
Pré requis : Notions de mathématiques : M1101, M2101. Calcul vectoriel, intégrale (circulation d'un vecteur). Module de mécanique des fluides : hydraulique M2202 Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : <u>Théorème des quantités de mouvement :</u> Notion de repère relatif et choix du domaine de contrôle. Applications : coude, aubage fixe et mobile, éjecteur ... <u>Description de la couche limite :</u> Adhérence à la paroi, croissance, structure, sous couche visqueuse. Lien avec les pertes de charges. Phénomène de décollement. Description des techniques de contrôle (aspiration, soufflage, ...) <u>Interactions entre un fluide et un solide.</u> Définition des efforts aérodynamiques. Vitesse relative. Création de la portance. Typologie des corps (courbure progressive, profilés épais, minces, à arrêtes vives). Surface de référence (maître couple et surface portante) Traînée. Portance. Polaire d'aile. Finesse. <u>Similitude en Mécanique des fluides.</u> Conditions de similitude géométrique et dynamique. Notion de similitude complète et restreinte. Distorsion d'échelle. Critères simples de choix des conditions de similitude. Description des moyens d'essais aérodynamiques (soufflerie, tunnel hydrodynamique, bassin de carènes...)		
Modalités de mise en œuvre : On limitera l'étude aux régimes permanents. Le cours magistral pourra s'appuyer sur la présentation de vidéos des phénomènes étudiés (couche limite, décollement). Exemples de TP : action d'un jet, essai en soufflerie, étude d'une couche limite.		
Prolongements possibles : Étude des équations de la couche limite. Théorie des maquettes. Lien circulation-tourbillon-portance. Théorie des hélices propulsives et des éoliennes (Froude-Betz). Visualisation d'écoulements.		
Mots clés : Viscosité, pression dynamique, couche limite, aérodynamique, similitude		

UE32	Transferts et fluides	Volume Horaire (12h CM, 12h TD, 16h TP)
M3203C	Combustion et foyers	Semestre 3
Objectifs du module : Réaliser un bilan thermique et environnemental sur un appareil à combustion. Proposer des solutions pour améliorer les rendements utiles et de combustion et pour réduire les émissions polluantes d'un appareil à combustion. Dimensionner un appareil à combustion (brûleur, foyer). Donner un état actuel des combustibles fossiles et des combustibles de substitution.		
Compétences visées : Déterminer les débits ou les proportions du couple comburant/combustible nécessaires à la combustion en respectant les contraintes technologiques et environnementales. Analyser la qualité de la combustion (énergétique et environnementale) à partir des mesures des produits mesurés dans la cheminée. Connaître les paramètres permettant le réglage d'un brûleur, connaître les techniques de mesure de polluants et les unités associées, connaître les techniques de dépollution (pré-combustion, in situ, post-combustion). Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D5 à D8, Expertise et audit A1 à A5, Exploitation E1, E2, E3, E6, Installation I6 et Commercialisation C1 à C4 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Notion de chimie : équilibrage de réaction. Thermodynamique M1201, M2201. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Définitions des différents types de flamme (pré-mélangées ou non, turbulentes, laminares...). Définitions des différents types de combustions (homogène, hétérogène, nuage de goutte). Les combustibles réels : origine, production, transport, composition, caractéristique, contenus énergétique et carboné (combustibles fossiles, combustibles de substitution,...). L'équilibre de réaction d'un combustible. Equation théorique de la combustion complète oxydante (droite de contrôle), notion d'excès d'air (ou facteur d'air, richesse...). Relation entre la mesure du CO ₂ (ou O ₂) et l'excès d'air de combustion. Caractéristiques macroscopiques du combustible (volume d'air théorique, volume des fumées, PCI, PCS). Combustion incomplète en défaut d'air ou en excès d'air (Diagramme d'Ostwald) Calcul simplifié (sans dissociation) de la température adiabatique de combustion. Introduction des enthalpies de formation et de réaction. Calcul du rendement de combustion. Influence des dissociations sur la température de combustion et composition des fumées à l'équilibre thermodynamique. Notions de cinétiques chimiques de la combustion : application à la formation des polluants (NO _x , CO,...). Notions macroscopiques de la combustion : coïncement, stabilisation, vitesse de flamme, domaine d'inflammabilité... Connaissance des technologies de brûleur en fonction de la nature du combustible (solide, liquide, gazeux). Domaine de fonctionnement d'un brûleur. Technologie et dimensionnement des foyers. Technologie des mesures de polluants et procédés de réduction d'émissions polluantes.		
Modalités de mise en œuvre : Les travaux pratiques ou certaines études techniques porteront sur les études de flammes, études de brûleurs, études des foyers, mesure des PCI, analyse de gaz brûlés, étude de mélange...		
Prolongements possibles : Machines Thermiques – Thermochimie - Transferts Thermiques		
Mots clés : Energie primaire, combustible, production de chaleur, brûleur, foyer, pollution atmosphérique.		

UE32	Transferts et fluides	Volume Horaire (10h TD, 12h TP)
M3204	Etudes techniques	Semestre 3
Objectifs du module : Perfectionner ses compétences professionnelles et développer son autonomie et sa capacité à travailler en équipe par la mise en application des connaissances de conception et de réalisation technique.		
Compétences visées : Analyser un appel d'offre et interpréter un cahier des charges. Définir, organiser et planifier un projet. Faire une proposition technique, réaliser un dimensionnement. Effectuer une réalisation technique : développer un prototype ou mettre en œuvre un moyen de mesure... Evaluer des performances, restituer des résultats. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités.		
Pré requis : Toutes les matières scientifiques, technologiques et transverses du programme.		
Contenus : Analyse d'un appel d'offre et d'un cahier des charges Définition des besoins, organisation et planification du projet. Conception, organisation, dimensionnement Réalisation, expérimentation, mise au point		
Modalités de mise en œuvre : Ce module sera l'occasion, pour un groupe d'étudiants, de mettre en application des connaissances scientifiques, technologiques, et organisationnelles pour la réalisation d'un projet commun, en réponse à un appel d'offre : - une partie sous forme de travaux dirigés : conception, organisation, dimensionnement... - une partie sous forme de travaux pratiques : réalisation, expérimentation, mise au point...		
Prolongements possibles : Le projet technique pourra être développé en réponse à des appels d'offre de groupes de projets tutorés pour les réalisations techniques lourdes ou en réponse à des appels d'offre issus de dossiers de consultation d'entreprises. Une seconde étude technique sera proposée en module complémentaire au semestre 4 pour préparer à l'insertion professionnelle immédiate.		
Mots clés : Projet, conception, dimensionnement, fabrication, atelier, prototype, expérimentation		

UE33	Systèmes thermodynamiques	Volume Horaire (12h CM, 26h TD, 24h TP)
M3301	Régulation	Semestre 3
Objectifs du module : Fournir à l'étudiant des connaissances qui lui permettront de concevoir et exploiter les divers systèmes automatiques rencontrés en génie climatique et en génie des procédés. Orienter les applications sur les installations rencontrées tant dans le bâtiment que dans l'industrie. Traiter les problèmes de régulations de température, de niveau, de débit... Des exemples de régulateurs industriels seront présentés. Une initiation à la gestion centralisée sera abordée.		
Compétences visées : Identifier et caractériser un système linéaire. Modéliser un système linéaire. Régler un correcteur. Décrire les principaux schémas hydrauliques utilisés dans les systèmes thermiques et énergétiques. Connaître la Gestion Technique des Bâtiments (GTB) et la domotique. Connaître les systèmes discrets. Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités, notamment les compétences : de conception D1, D2, D4, D5, D6 d'expertise A2, d'installation I5, d'exploitation E1 à E7, transversales T1 à T5 et T9		
Pré-requis : Notions de base d'automatisme (entrées /sorties logiques ou analogiques) : Automatisme et circuits M2102. Connaissance des systèmes physiques du Génie Thermique (Mécanique des Fluides M2202, Thermodynamique M2201, Thermique M2301, Electricité M1202, Mécanique M1204, Mesures M1301). Transformation de Laplace (voir modalités).		
Contenus : Equations différentielles/fonction de transfert. Boucle ouvertes / boucles fermées. Utilisation des courbes de réponse. Méthodes de réponse indicielle. Utilisation de logiciels. Précision, stabilité, rapidité. Etudes des actions TOR, P, I et D. Etude des actionneurs utilisés en régulation dans le domaine du Génie Thermique et Energie. Utilisation de logiciels métiers. Modélisation des systèmes régulés.		
Modalités de mise en œuvre : Lien avec le module de mathématiques M3101 pour la transformation de Laplace.		
Prolongements possibles : Etudes de la régulation de systèmes énergétiques particuliers (systèmes frigorifiques, pompes à chaleur (PAC), chaudière, brûleurs, systèmes solaires...)		
Mots clés : Régulateurs, systèmes bouclés, identification, gestion technique du bâtiment (GTB), domotique		

UE33	Systèmes thermodynamiques	Volume Horaire (12h CM, 12h TD, 16h TP)
M3302	Machines frigorifiques	Semestre 3
Objectifs du module : Décrire le fonctionnement d'une machine frigorifique et l'utilisation des fluides frigorigènes. Analyser l'incidence des paramètres de fonctionnement sur les performances d'une machine. Présenter la législation, les nouvelles technologies, les nouvelles tendances en fonction de critères environnementaux.		
Compétences visées : Connaître les caractéristiques techniques et comprendre les modes de fonctionnement des systèmes frigorifiques Dimensionner du matériel, définir son implantation, estimer le coût et l'efficacité. Connaître les paramètres de fonctionnement et interpréter des mesures. Proposer des solutions d'économie d'énergie. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, D4, D5, D7, D8, Expertise et audit A3, A4, Installation I6, I7, Exploitation E1 à E8, Commercialisation C1 à C4 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Modules de thermodynamique M1201 et M2201. Module de technologie des systèmes thermiques M1302. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Cycles thermodynamiques exploités dans les machines frigorifiques. Diagramme enthalpique. Les fluides frigorigènes : caractéristiques physiques, incidences sur l'environnement, législation. Régime de fonctionnement d'une machine frigorifique mono-étagée, évaluation de ses performances et incidence de la modification des paramètres de fonctionnement. Principes des machines multi étagées et des machines à compression thermique (absorption, éjection), bilans énergétiques. Choix d'une machine en fonction d'une application (PAC géothermique, PAC air/air, installation de congélation...). Principaux dysfonctionnements, identification, conséquences et remèdes.		
Modalités de mise en œuvre : Travaux pratiques sur des installations réelles : chambre froide, pompe à chaleur, climatiseur, groupe d'eau glacée...		
Prolongements possibles : Introduction aux très basses températures et aux machines cryogéniques.		
Mots clés : Machines frigorifiques, fluides frigorigènes, pompes à chaleur, climatiseurs, chambres froides.		

UE33	Systèmes thermodynamiques	Volume Horaire (16h CM, 16h TD, 24h TP)
M3303	Traitement de l'air, climatisation, ventilation	Semestre 3
Objectifs du module : Caractériser l'air humide, définir les conditions de confort et de renouvellement d'air. Choisir et dimensionner un système de traitement de l'air (CTA), de climatisation ou de ventilation.		
Compétences visées : Calculer toutes les propriétés de l'air humide et savoir retrouver ces propriétés à partir du diagramme de l'air humide. Calculer et tracer dans un diagramme les évolutions élémentaires de l'air humide. Prendre en compte les charges thermiques et hydriques d'un local. Définir les évolutions complexes de l'air humide pour le traitement de l'air d'hiver et été. Dimensionner les principaux systèmes de chauffage, de climatisation ou de ventilation. Connaître les paramètres de fonctionnement et interpréter des mesures. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1 à D8, Installation I6, I7, Exploitation E1 à E8, Commercialisation C1, C2, C4 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Modules de thermodynamique M1201 et M2201. Module de technologie des systèmes thermiques M1302. Module de thermique des locaux M2302. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Physiologie thermique (sensation de confort) Caractéristiques de l'air sec et de l'air humide. Utilisation des diagrammes de l'air humide : évolutions élémentaires et complexes de l'air humide. Bilan thermique d'un local, droite de soufflage. Renouvellement d'air. Filtration. Technologie des systèmes de traitement de l'air, climatisation et ventilation. Dimensionnement et fonctionnement d'installations.		
Modalités de mise en œuvre : Les applications peuvent être extraites de dossiers de consultation d'entreprise. Travaux pratiques sur des installations réelles : Centrale de traitement d'air (CTA), ventilation mécanique contrôlée (VMC).		
Prolongements possibles : Régulation d'une CTA. Réglementation sanitaire.		
Mots clés : Climatisation, chauffage, centrale de traitement d'air (CTA), diagramme de l'air humide, ventilation.		

UE33	Systèmes thermodynamiques	Volume Horaire (14h TP)
M3304C	Dimensionnement aéraulique	Semestre 3
Objectifs du module : Approfondir l'analyse technique des composants et de la structure d'un réseau de ventilation. Choisir des composants et appliquer des méthodes de dimensionnement.		
Compétences visées : Contribue aux compétences du RAC pour la conception et le dimensionnement D1 à D4 et D6, l'expertise A2 et l'exploitation des systèmes E1et à renforcer les compétences transversales T3 et T9.		
Pré requis : Technologie des systèmes thermiques M1302 Mécanique des fluides M2202 Thermique des locaux M2302		
Contenus : Etude des composants d'un réseau de ventilation (différents types de ventilateurs, caissons, bouches de soufflage ou de reprises, registres...). Bases pratiques de dimensionnement et d'équilibrage d'un réseau de ventilation et mise en application. Choix de composants sur catalogues. Evaluation de la consommation d'énergie et de la maintenance nécessaire.		
Modalités de mise en œuvre : Les applications peuvent être extraites de dossiers de consultation d'entreprise. Une partie pourrait être consacrée au contrôle du fonctionnement d'un réseau de ventilation mécanique contrôlée (VMC) : mesures et diagnostic		
Prolongements possibles : Fluides et réseaux M4103C		
Mots clés : Ventilation, VMC, écoulements		

UE33	Systèmes thermodynamiques	Volume Horaire (8h CM, 8h TD, 8h TP)
M3305	Projet personnel et professionnel : préparer son parcours post-DUT	Semestre 3
Objectif du module : Aider à élaborer des outils pertinents et efficaces et une méthodologie de recherche de stage et d'emploi. Permettre à l'étudiant de construire son parcours post-DUT en analysant les différentes pistes qui s'offrent à lui afin qu'il choisisse et mette en œuvre la plus pertinente. Présenter les formations complémentaires au DUT et les parcours post DUT, la formation tout au long de la vie (VAP 1985, VAE, Formation continue). Déchiffrer une offre d'emploi, une offre de formation, pour mieux appréhender le marché de l'emploi.		
Compétences visées : Mettre en œuvre un projet professionnel Identifier et valoriser ses compétences Contribue aux compétences du RAC pour l'ensemble des activités et aux compétences transversales T4 et T6 à T9.		
Pré-requis : Modules de PPP des semestres précédents, modules d'expression-communication, tous les modules cœur de métier, modules de projets tutorés.		
Contenus : Mise en œuvre ou réactivation des outils et démarches de recherche d'un stage, d'une alternance, d'un emploi. Les diverses possibilités post-DUT (discussion collective des avantages et des inconvénients de chaque piste). Analyse des offres d'emploi, état du marché de l'emploi. Analyse des offres de formation pour le secteur à partir de l'enquête nationale de parcours des diplômés Rencontre avec des anciens diplômés, des professionnels. Présentation des possibilités de formation tout au long de la vie (CIF, VAE, ...) <u>Evaluation :</u> Présentation par l'étudiant de l'évolution de son PPP sur les 3 semestres et la justification de son positionnement entre le secteur d'activité visé et ses motivations. Synthèse écrite ou orale (dossier, exposé, carnet de bord papier ou e-port-folio) des informations recueillies et de leur intégration dans la réflexion d'ensemble.		
Modalités de mise en œuvre : Ateliers d'échanges sur les démarches de recherche d'un stage, d'une alternance, d'un emploi. Simulation d'entretiens. Ateliers d'analyse des offres d'emploi, de formation ; en travaillant avec les résultats des enquêtes nationales sur le devenir des diplômés de DUT... Les TD et TP seront privilégiés pour des travaux de groupes. Le travail en autonomie et individualisé sera essentiel pour le développement de la démarche personnelle.		
Prolongements possibles :		
Mots clés : Stage, emploi, CV, lettre de motivation, parcours, formation tout au long de la vie.		

Semestre 4

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (12h TD, 12h TP)
M4101	Expression-communication : communication dans les organisations	Semestre 4
Objectifs du module : Comprendre la communication dans les organisations. Construire des médiations. Prendre en compte la dimension interculturelle de la communication (notamment en situation professionnelle).		
Compétences visées : Produire des supports de communication efficaces en contexte professionnel. Travailler en équipe et coopérer. Animer une réunion. Développer des compétences en situation de communication interculturelle. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D7, Expertise et audit A5, Installation I2, Exploitation E5, Commercialisation C1, C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis : Modules d'expression-communication M1103, M2103 et M3102. Modules de PPP M1304, M2305 et M3305		
Contenus : Communication interne et externe. Place des réseaux sociaux professionnels. Rédaction d'un cahier des charges et d'autres écrits professionnels. Conduite de réunions : préparation, animation, compte-rendu... Gestion des conflits. Approche des différences sociales et culturelles.		
Modalités de mise en œuvre : Jeux de rôle, études de cas, exposés, dossiers, étude de documents écrits et audiovisuels, synthèses		
Prolongements possibles : Stages en France ou à l'étranger. Animation d'associations (bureau des élèves...)		
Mots clés : Gestion de conflits, réunion, écrits professionnels, communication interculturelle, éthique de la communication.		

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (12h TD, 12h TP)
M4102	Langue vivante 1	Semestre 4
Objectifs du module Affiner la connaissance des différents modes ou outils de communication dans le monde du travail (réunion, visioconférence, travail en équipe...) et développer une aisance à prendre la parole et à rédiger des écrits professionnels, tout en prenant en compte la dimension culturelle des mondes professionnels.		
Compétences visées Comprendre des documents (audio, vidéo, écrit) du domaine professionnel et être capable d'en faire une restitution écrite ou orale Produire des supports de communication d'entreprise (type plaquette d'entreprise ou encart publicitaire pour un produit, un service ou un procédé) Préparer et animer des réunions Développer les capacités de travail en équipe, notamment en équipe plurinationale. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D7, Expertise et audit A5, Installation I2, Exploitation E5, Commercialisation C1, C5 et aux compétences transversales T4 à T8.		
Pré-requis Modules de langue vivante 1 M1104, M2104, M3103. Modules d'expression-communication M1103, M2103 et M3102. Modules de PPP M1304, M2305 et M3305		
Contenus Les contenus des enseignements seront déclinés selon trois champs linguistiques : la langue générale, la langue professionnelle et la langue de spécialité. Seront développés de façon progressive sur les 4 semestres les axes suivants : - communication quotidienne avec une approche fonctionnelle tournée vers les situations professionnelles. - bases langagières et outils de la communication professionnelle (téléphone, courriel, fax, rapport, compte-rendu...). - outils lexicaux pour assurer la communication technique dans le domaine de l'énergétique (vocabulaire technique, lecture de plans, de notices ...) et le développement d'argumentaires : descriptions, explications, comparaisons et justifications techniques.		
Modalités de mise en œuvre Ecoute d'extraits de documents audio et vidéo, étude d'articles de la presse professionnelle, mise en place de jeux de rôle, présentation orale /exposés, rédaction de synthèses de documents, recherche documentaire pour la constitution de dossiers de presse ou pour les exposés, travail de groupe sur des projets (en incluant éventuellement des étudiants étrangers en situation de mobilité internationale)		
Prolongement possibles Stages PPP Expression Communication		
Mots clés Communication, monde de l'entreprise, langue de spécialité, recherche documentaire, travail d'équipe, exposés.		

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (10h CM, 10h TD)
M4103C	Fluides et réseaux	Semestre 4
Objectifs du module : Montrer l'omniprésence des réseaux de fluides dans tous les domaines de l'énergétique. Mettre en œuvre les techniques de calcul simple pour dimensionner un réseau de fluides en écoulement incompressible. Identifier les pathologies sur un réseau de fluides pouvant être rencontrées dans les bâtiments et dans le secteur industriel.		
Compétences visées : Maîtriser la typologie des réseaux. Dimensionner une canalisation d'un réseau selon différents critères. Trouver le point de fonctionnement d'un réseau complexe. Reconnaître les pathologies sur les réseaux. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D1, D2, Expertise et audit A1, Exploitation E1, et aux compétences transversales T1, T3, T9.		
Pré requis : Notions de mathématiques : M1101, M2101, calculs itératifs Notions de mécanique des fluides : hydraulique M2202. Notions d'électricité M11202 : réseaux série, parallèle, résistance équivalente.		
Contenus : <u>Typologie des réseaux :</u> Vocabulaire spécifique aux réseaux. Réseaux simple, ramifié, maillé. Réseaux de transport (pétrole, eau, vapeur, air, gaz) Condition d'incompressibilité de l'écoulement d'un gaz dans un réseau. <u>Dimensionnement d'un réseau simple :</u> Analyse dimensionnelle des pertes de charges. Algorithme de dimensionnement pour un réseau simple. Critères de dimensionnement (énergétique, acoustique, financier). <u>Réseaux complexes :</u> Détermination de la caractéristique d'un réseau série ou parallèle. Caractéristique d'un réseau ramifié Couplage réseau / machines (point de fonctionnement). Équilibrage d'un réseau. <u>Description sommaire des pathologies courantes :</u> Coup de bélier, refoulement, cavitation, instabilité de pompage, ...		
Modalités de mise en œuvre : Le dimensionnement d'un réseau simple peut être l'occasion d'utiliser en TD un tableur, un solveur ou même un logiciel. L'étude du point de fonctionnement peut être abordée par une méthode graphique. Illustrations possibles en laboratoire sur un banc d'équilibrage.		
Prolongements possibles : Étude de réseaux maillés sur logiciel. Canaux à surface libre. Écoulement compressible subsonique (gazoduc), Blocage sonique. Étude des coups de bélier. Dimensionnement des vannes et robinets, autorité de vanne.		
Mots clés : Pertes de charge, réseaux, équilibrage.		

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (10h CM, 20h TD)
M4104C	Maîtrise de l'énergie	Semestre 4
Objectifs du module : Proposer des solutions permettant d'augmenter l'efficacité énergétique en favorisant notamment l'identification des économies d'énergie et la mise en œuvre de technologies plus performantes. Réduire la facture énergétique et les émissions de gaz à effet de serre.		
Compétences visées : <u>Réduire le besoin énergétique :</u> Programmer, réorganiser l'activité consommatrice d'énergie, optimiser les réseaux de transport d'énergie, améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et des équipements. <u>Utiliser des énergies renouvelables :</u> Vérifier leur disponibilité, leur impact environnemental et l'aspect économique de leur utilisation. Contribue aux compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D1, Expertise et audit A1, A3, A4 et A5 et aux compétences transversales T1,T2, T3 et T9.		
Pré requis : Modules de thermodynamique M1201 et M2201, énergie et environnement M1203, régulation M3301		
Contenus : Sources d'énergie permettant de répondre à une demande de consommation. Méthodes permettant de limiter la consommation d'énergie tout en répondant à des nécessités de fonctionnement. Équipements de production d'énergie à partir d'énergies renouvelables. Comparaison de solutions possibles en se basant sur des critères techniques et économiques.		
Modalités de mise en œuvre : On privilégiera des applications, à partir de cahier des charges, portant sur des projets neufs ou de rénovation d'installations industrielles, de bâtiments. Les solutions possibles et retenues devront s'appuyer sur des éléments comme l'investissement, le fonctionnement, l'amortissement, l'impact sur l'environnement.		
Prolongements possibles : Développer des procédures d'analyses simples permettant de faciliter un choix parmi plusieurs solutions possibles		
Mots clés : Optimisation, économie d'énergie, consommation, environnement.		

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (24h TP)
M4105C	Logiciels métiers	Semestre 4
Objectifs du module : Renforcer les compétences de l'étudiant dans l'utilisation de logiciels métiers. Faire la synthèse des modules liés aux logiciels métiers. Aborder le calcul dans une démarche de bureau d'études à l'aide des outils informatiques.		
Compétences visées : Contribue à renforcer les compétences du RAC pour les activités Conception et dimensionnement D1 à D7, Expertise et audit A1, A3, A4 et A5, Commercialisation C4 et à la compétence transversale T3.		
Pré-requis : Module de bureau d'études M1303 Module de thermique des locaux M2302 Modules d'informatique M1102 et M3104 Modules d'études techniques M3204		
Contenus : Analyse de problèmes pour proposer des solutions adaptées Structuration et ordonnancement des tâches Exploitation de logiciels métier (RT, etc...) pour valider les solutions proposées et les quantifier.		
Modalités de mise en œuvre : Il est abordé sous forme de projets extraits de dossiers de consultation d'entreprise. On profite de ce module pour montrer à l'étudiant les limitations des calculs utilisés afin qu'il puisse acquérir une démarche critique vis à vis de la modélisation.		
Prolongements possibles : Simulation numérique. Utilisation de solveurs.		
Mots clés : Logiciels métiers, solveurs		

UE41	Préparation à l'insertion professionnelle	Volume Horaire (16h TD, 36h TP)
M4106C	Etudes techniques	Semestre 4
Objectifs du module : Perfectionner ses compétences professionnelles et développer son autonomie et sa capacité à travailler en équipe par la mise en application des connaissances de conception et de réalisation technique.		
Compétences visées : Contribue à renforcer les compétences du RAC pour l'ensemble des activités.		
Pré requis : Toutes les matières scientifiques, technologiques et transverses du programme. Module d'études techniques M3204.		
Contenus : Analyse d'un appel d'offre et d'un cahier des charges. Définition des besoins, organisation et planification du projet. Conception, organisation, dimensionnement. Réalisation, expérimentation, mise au point.		
Modalités de mise en œuvre : Ce module doit permettre d'approfondir l'application des connaissances scientifiques, technologiques, et organisationnelles pour la réalisation d'un projet commun, en réponse à un appel d'offre et de progresser en autonomie et en réactivité tant en conception qu'en réalisation.		
Prolongements possibles : Le projet technique pourra être développé en réponse à des appels d'offre de groupes de projets tutorés pour les réalisations techniques lourdes ou en réponse à des appels d'offre issus de dossiers de consultation d'entreprises.		
Mots clés : Projet, conception, dimensionnement, fabrication, atelier, prototype, expérimentation		

UE42	Energétique industrielle et projet	Volume Horaire (20h CM, 20h TD, 16h TP)
M4201C	Machines thermiques	Semestre 4
Objectifs du module : Fournir des connaissances sur les modes de productions d'énergie mécanique (électrique) actuels et futurs à partie d'énergie thermique. Donner des ordres de grandeur de l'utilisation de ces machines dans la propulsion et la production d'électricité à l'échelle mondiale et locale. Associer la technologie des machines au cycle thermodynamique qui leur correspond. Evaluer leur efficacité énergétique et environnementale notamment en termes de gaz à effet de serre.		
Compétences visées : Connaître le fonctionnement et les caractéristiques des organes des différentes machines thermiques. Savoir calculer leurs performances sur la base des cycles associés (idéaux puis réels) et en tirer les conséquences économiques et environnementales. Connaître les verrous technologiques limitant l'efficacité de ces machines Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1, D2, D4, D5, D7, D8, Expertise et audit A3, A4, Installation I6, I7, Exploitation E1 à E8, Commercialisation C1 à C4 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Modules de technologie des systèmes thermiques M1302, thermodynamique M 2201, transferts thermiques M2301 et M3201, mécanique des fluides M2202 et M3202. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Présentation des différents types de moteurs (à gaz ou à changement de phase, en cycle ouvert ou fermé, à apport de chaleur externe ou combustion interne) et des cycles thermodynamiques correspondants. Détail du fonctionnement, grandeurs caractéristiques, cycles idéaux et cycles réels, rendements : - moteurs à air chaud - moteurs alternatifs à allumage commandé ou spontané - turbines à gaz et turboréacteurs - turbines à vapeur - cycles combinés, cogénération		
Modalités de mise en œuvre : Exemples de TP : banc d'essai de moteur alternatif, co-générateur, technologie des systèmes de distribution, turbine à gaz ou à vapeur...		
Prolongements possibles : Dimensionnement des turbocompresseurs de suralimentation. Cycles thermiques innovants : moteurs non conventionnels, systèmes à basses émissions de CO ₂ (solaire, captage CO ₂ ...)		
Mots clés : Moteurs, production d'énergie, efficacité énergétique, pollution.		

UE42	Energétique industrielle et projet	Volume Horaire (14h CM, 14h TD, 12h TP)
M4202C	Echangeurs de chaleur	Semestre 4
Objectifs du module : Présenter les échangeurs de chaleur comme un élément de base de la formation de tout spécialiste en énergétique en application des modules de transferts thermiques Donner aux étudiants les connaissances nécessaires pour choisir une technologie d'échangeur, déterminer ses caractéristiques dimensionnelles et/ou de fonctionnement pour tous types d'applications, industrielles ou tertiaires.		
Compétences visées : Connaître les différents modes de fonctionnement et technologies des échangeurs. Connaître les profils de température et estimer le coefficient d'échange suivant la technologie de l'échangeur. Faire un bilan thermique et dimensionner un échangeur. Connaître les ordres de grandeur des coefficients d'échange thermique globaux notamment pour des échangeurs diphasiques. Connaître les échangeurs particuliers et comprendre leurs principes de fonctionnement. Contribue aux compétences du RAC pour les activités de Conception et dimensionnement D1 à D8, Expertise et audit A1, A2, A3, Installation I6, Exploitation E1, E2 et Commercialisation C1 à C4 et aux compétences transversales T1 à T5 et T9.		
Pré-requis : Modules de transferts thermiques M2301 et M3201, thermodynamique M2201, mécanique des fluides M2202, propriétés des matériaux M2204. Modules Informatique : tableurs M1102 et Mesure, métrologie M1301 pour les TP.		
Contenus : Généralités et définitions : présentation et classification des échangeurs thermiques. Etude des échangeurs suivant le sens de circulation des fluides : contre-courant, co-courants, courants croisés. Etude de certaines technologies de base des échangeurs : écoulement à l'intérieur d'un tube, écoulement dans un espace annulaire, écoulement entre deux plaques. Etude des grandeurs caractéristiques : coefficient d'échange thermique global, différence de températures moyennes logarithmiques (DTLM), rapport de débits de capacité thermique, résistances d'encrassement. Dimensionnement des échangeurs - étude des caractéristiques : efficacité, nombre d'unités de transfert (NUT), facteur de correction, rendement, pertes thermiques, pertes de charge, évolution avec l'encrassement... Présentation des échangeurs à changement de phase (condenseur, évaporateur, bouilleur) : principe de fonctionnement et applications industrielles. Présentation d'échangeurs particuliers : caloducs, tours de refroidissement, lits fluidisés, régénérateurs...		
Modalités de mise en œuvre : Prévoir la caractérisation et la comparaison en travaux pratiques de différentes technologies d'échangeurs.		
Prolongements possibles : Analyse détaillée des échangeurs de machines thermiques, machines frigorifiques, centrales de traitement d'air.		
Mots clés : Puissance thermique, efficacité, coefficient d'échange, régime d'écoulement, changement de phase.		

UE42	Energétique industrielle et projet	Volume Horaire (100h étudiant)
M4203	Projet tutoré : mise en situation professionnelle	Semestre 4
Objectif général : Développement et finalisation du module de projet tutoré M3105.		
Compétences visées : Pratiquer la méthodologie de conduite de projets sur un sujet d'importance Comprendre les contraintes de l'entreprise Analyser et synthétiser un sujet d'envergure transdisciplinaire dans le domaine de l'énergie Comparer diverses solutions techniques, technologiques et économiques Restituer de façon précise et synthétique les informations techniques Contribue aux compétences du RAC pour toutes les activités		
Pré-requis : Ensemble des modules de la formation, module de projet tutoré M3105		
Contenus : Le projet doit avoir une envergure réaliste quant à sa faisabilité mais suffisante pour mettre en œuvre la méthodologie de conduite et réalisation d'un projet décrites dans le module de gestion de projet et expérimentées en module de projet tutoré M2107 : - rédaction précise d'un cahier des charges - analyse comparative de diverses solutions techniques et technologiques - utilisation des outils de gestion de projet expérimentés en projet tutoré 2 pour la planification et la répartition des tâches - analyse économique des diverses solutions - réalisation de la solution technique retenue - rédaction des rapports d'étape - rédaction du mémoire de synthèse - présentation orale du projet		
Modalités de mise en œuvre : Ce module M4203 est une suite du module de S3 M3105 dont il reprend et développe une partie des aspects, notamment de réalisation. Les parties éventuelles de sa réalisation nécessitant des moyens lourds (machines-outils, équipements professionnels) pourront comme pour le module précédent donner lieu à l'établissement de cahiers des charges spécifiques qui seront traités en modules d'études techniques M4106C. L'accompagnement par des intervenants extérieurs à divers stades du projet est recommandé pour en augmenter la dimension professionnelle. Dans la mesure du possible, le projet pourra être conduit en partenariat avec un organisme professionnel qui peut en être le commanditaire. L'évaluation au S4 sera réalisée au vu d'un compte rendu final de présentation de la réalisation et de synthèse des étapes successives du projet.		
Prolongements possibles :		
Mots clés : Cahier des charges, conduite de projet, réalisation technique, travail d'équipe.		

UE43	Energétique industrielle et projet	Volume Horaire (10 semaines)
M4301	Stage	Semestre 4
Objectif du module : Découverte de l'entreprise ou de l'organisation dans ses aspects sociaux, technico-économiques et organisationnels. Découverte de la réalité de l'activité du technicien supérieur. Mise en application des connaissances et savoir-faire acquis durant la formation. Acquisition de savoir-faire professionnels.		
Missions : Travaux d'études et/ou de réalisations en entreprise ou en organisation conformes à la spécialité.		
Compétences attendues : Ensemble de compétences du RAC pour toutes les activités et compétences transversales		
Pré-requis : ensemble de la formation académique – conduite de projets - expérience acquise en projets tutorés.		
Modalités de mise en œuvre : L'ensemble du processus stage doit se faire dans le cadre d'une démarche de type qualité, décrivant clairement les étapes à respecter : la recherche des stages incluant la négociation préalable des travaux d'études et de réalisation à mettre en œuvre au cours du stage, la signature des conventions, le déroulement du stage, le suivi des stagiaires (points intermédiaires, visite), le compte rendu d'activité (rapport écrit et soutenance suivant une démarche professionnelle), la structure des comptes rendus écrit et oral, la qualité de communication, l'argumentation. Le processus est piloté par un responsable des stages ; il implique l'ensemble de l'équipe pédagogique pour assurer le suivi des stagiaires (lien avec les tuteurs professionnels, visite en entreprise ou en organisation).		
Evaluation du stage : Le stage est évalué conjointement par l'entreprise ou l'organisation (tuteur entreprise/organisation) et le département (tuteur enseignant et jury) sur les éléments suivants : - le travail en entreprise ou en organisation, au regard des objectifs fixés dans la convention - le rapport écrit, cadré dans sa forme, mettant en évidence les compétences mises en œuvre au cours du stage - la soutenance orale par un jury mixte entreprise/organisation – département. Pour ces 3 éléments, l'évaluation du stagiaire doit porter sur : - sa capacité à utiliser ses acquis académiques dans la réalisation de sa mission - les acquis résultant de l'immersion dans le milieu professionnel : compétences techniques et compétences relationnelles en référence au référentiel d'activités et de compétences du DUT. En termes de coefficients, l'évaluation se fera à parts égales entre, - le travail en entreprise - la restitution de la mission de stage sous forme d'un rapport de stage et d'une soutenance.		
Documents produits à l'issue de la soutenance Rapport de stage de l'étudiant, Rapport de soutenance du jury Fiche d'évaluation de l'entreprise /organisation		
Documents supports de référence : Charte ministérielle des stages Convention de stage Documents de la démarche type qualité : - Fiche descriptive des missions du responsable des stages et du tuteur enseignant - Grille d'évaluation du stage - Trames standard de restitution écrite et orale de la mission - Echange d'expériences entreprise/organisation - Echange d'expériences de la promotion d'étudiants		