

Programme d'enseignement
Thermique Énergétique et Mécanique

Année universitaire 2023-2024

Ecole polytechnique de Nantes Université

13 novembre 2023

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| I Tableaux des unités d'enseignements | 2 |
| Semestre 5 - parcours <i>TEM 3</i> | 3 |
| Humanités - S5 | 3 |
| Outils Mathématiques I | 3 |
| Mécanique I | 3 |
| Thermodynamique - Energétique | 3 |
| Totaux du semestre | 4 |
| Semestre 6 - parcours <i>TEM 3</i> | 5 |
| Outils Mathématiques II | 5 |
| Mécanique II | 5 |
| Thermique - Energétique I | 5 |
| Humanités- S6 | 5 |
| Stage 3A | 6 |
| Totaux du semestre | 6 |
| Semestre 7 - parcours <i>TEM 4</i> | 7 |
| Projet I | 7 |
| Outils Numériques | 7 |
| Thermique - Energétique II | 7 |
| Humanités S7 | 7 |
| Mécanique III | 8 |
| Parcours S7 | 8 |
| Totaux du semestre | 8 |
| Semestre 8 - parcours <i>TEM 4</i> | 9 |
| Sciences pour l'ingénieur | 9 |
| Rayonnement et Métrologie | 9 |
| Echangeurs et Convection | 9 |
| Humanités - S8 | 9 |
| Stage 4A | 10 |
| Projet II | 10 |
| Parcours S8 | 10 |
| Totaux du semestre | 10 |
| Semestre 9 - parcours <i>TEM5 : Expertise des Systèmes Energétiques</i> | 11 |
| Projet | 11 |
| Systèmes de Conversion de l'Energie Thermique | 11 |
| Humanités - S9 | 11 |
| Energétique du Bâtiment | 11 |
| Totaux du semestre | 12 |
| Semestre 9 - parcours <i>TEM5 : Expertise en Conception Thermique</i> | 13 |
| Projet | 13 |
| Thermique des procédés de mise en forme | 13 |
| Humanités - S9 | 13 |
| Conception Thermomécanique | 13 |

| | |
|---|-----------|
| Procédés pour la transition énergétique | 14 |
| Totaux du semestre | 14 |
| Semestre 10 - parcours TEM 5 | 15 |
| Stage de fin d'études | 15 |
| Totaux du semestre | 15 |
| | |
| II Fiches des matières | 16 |
| Algorithmique | 17 |
| Algèbre | 19 |
| Analyse fonctionnelle et Différentielle | 21 |
| Analyse réelle et vectorielle | 23 |
| Anglais Professionnel 3 - s7 | 24 |
| CAO | 25 |
| Climatisation et traitement de l'air | 26 |
| Codes Métiers | 28 |
| Combustibles, combustion et environnement | 29 |
| Conduction Thermique | 31 |
| Contrôle Continu (bis) - s7 | 33 |
| Contrôle Continu (bis) - s8 | 34 |
| Convection monophasique | 35 |
| Différences finies | 36 |
| Dimensionnement Thermique des Procédés | 37 |
| Dimensionnement thermomécanique | 39 |
| Diphasique et multi-espèces | 41 |
| Echangeurs Thermiques | 43 |
| Echangeurs Thermiques Avancés | 45 |
| Eco-conception ACV | 46 |
| Electrotechnique et énergie électrique | 47 |
| Eléments finis | 48 |
| Energies renouvelables | 50 |
| Entrepreneuriat S7 | 51 |
| Entrepreneuriat S8 | 52 |
| Entreprise : Analyse d'entreprise | 53 |
| Entreprise : Approches critiques de l'entreprise | 55 |

| | |
|---|-----|
| Entreprise : Concevoir le management du futur | 57 |
| Entreprise : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat | 58 |
| Entreprise : Démarche QSE 1 | 60 |
| Entreprise : Démarche QSE 2 | 62 |
| Entreprise : Gestion de projet 1 | 64 |
| Entreprise : Gestion de projet 2 | 65 |
| Entreprise : Histoire de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise | 67 |
| Entreprise : Management des personnes | 68 |
| Evaluation stage 3A | 70 |
| Evaluation stage 4A | 71 |
| Explorations interculturelles - s8 | 72 |
| Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7 | 73 |
| Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8 | 74 |
| Froid industriel | 75 |
| Grammaire et anglais professionnel 1 - s5 | 77 |
| Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6 | 78 |
| Humains : Education physique et sportive 1 | 79 |
| Humains : Education physique et sportive 2 | 81 |
| Humains : Education physique et sportive 3 | 83 |
| Humains : Education physique et sportive 4 | 84 |
| Humains : Négociations individuelles et collectives | 85 |
| Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien) | 86 |
| Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette | 88 |
| Humains : Projet professionnel 2 (CV) | 90 |
| Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux) | 91 |
| Humains : Projet professionnel 4 | 92 |
| Humains : Savoir-être | 94 |
| Initiation à la science des matériaux | 96 |
| La combustion et sa modélisation | 98 |
| Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8 | 99 |
| Langue vivante 2 - espagnol - s7 | 100 |
| Langue vivante 2 - espagnol - s8 | 101 |

| | |
|---|-----|
| Langue vivante 2 - japonais - s7 | 102 |
| Langue vivante 2 - japonais - s8 | 103 |
| Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7 | 104 |
| Modélisation et Optimisation des Systèmes | 105 |
| Moteurs diesel, turbines à gaz et à vapeur, chaudières | 107 |
| Mécanique appliquée, DAO | 109 |
| Mécanique des Composites | 111 |
| Mécanique des Fluides | 112 |
| Mécanique des Structures | 114 |
| Mécanique des vibrations | 116 |
| Mécanique générale | 118 |
| Métrologie Thermique | 120 |
| Post-traitement expérimental | 122 |
| Problèmes Inverses | 123 |
| Projet | 124 |
| Projet II | 125 |
| Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7 | 126 |
| Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8 | 127 |
| Projet industriel | 128 |
| Préparation au Toeic - s7 | 129 |
| Préparation au Toeic - s8 | 130 |
| Rayonnement Thermique | 131 |
| Recherche S7 | 133 |
| Recherche S8 | 134 |
| Régulation froid climatisation | 135 |
| Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition | 137 |
| Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1 | 139 |
| Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2 | 140 |
| Société : Economie circulaire | 141 |
| Solaire thermique et géothermie | 142 |
| Stage 4A | 144 |
| Stage de 3ème année | 146 |

| | |
|--|------------|
| Stage de fin d'études | 148 |
| Stockage et décarbonation | 149 |
| Systèmes Energétiques | 151 |
| Systèmes linéaires et différentiels | 153 |
| Thermique du bâtiment - STD | 155 |
| Thermique et réseaux | 157 |
| Thermo-rhéologie | 158 |
| Thermodynamique : Principes et Changement de Phase | 160 |
| Thermodynamique appliquée aux machines et à la combustion | 162 |
| Transition Ecologique et Sociétale S8 | 163 |
| Transition écologique et sociétale S7 | 164 |
| Turbomachines | 165 |

Première partie

Tableaux des unités d'enseignements

Semestre 5 - parcours *TEM 3*

Humanités - S5

ECTS : 8

Responsable : *SOBOTKA Vincent*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Entreprise : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat | 3 | 13.5 | | | | 4 | 13 |
| • Humains : Education physique et sportive 1 | | 21 | | | | 2 | 13 |
| • Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette | 1.5 | 12 | | | | 4.5 | 13 |
| • Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1 | 1.5 | 13.5 | | | | | 13 |
| • Entreprise : Gestion de projet 1 | 4.5 | | 3 | | | 2 | 13 |
| • Grammaire et anglais professionnel 1 - s5 | | 40 | | | | | 35 |
| TOTAL | 10.5 | 100 | 3 | 0 | 0 | 12.5 | |

Outils Mathématiques I

ECTS : 6

Responsable : *LEVY Arthur*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---------------------------------|------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Algorithmique | | 3 | 12 | | | | 25 |
| • Algèbre | 2.5 | 28.5 | | | | 20 | 45 |
| • Analyse réelle et vectorielle | | 21 | | | | 10 | 30 |
| • Post-traitement expérimental | 1.25 | 9 | | | | | 1 |
| TOTAL | 3.75 | 61.5 | 12 | 0 | 0 | 30 | |

Mécanique I

ECTS : 8

Responsable : *RUPIL Jérémie*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|----------------------------|----|-------|----|------|-----|-------|------|
| • Mécanique appliquée, DAO | 10 | 16 | 9 | 9 | | 20 | 40 |
| • Mécanique générale | 15 | 21.25 | 15 | | | 30 | 60 |
| TOTAL | 25 | 37.25 | 24 | 9 | 0 | 50 | |

Thermodynamique - Energétique

ECTS : 8

Responsable : *GADOIN Emilie*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|------|-------|-----|------|-----|-------|------|
| • Energies renouvelables | 20.5 | | | | | | 10 |
| • Thermodynamique : Principes et Changement de Phase | 15 | 17.25 | 7.5 | | | 20 | 45 |
| • Thermodynamique appliquée aux machines et à la combustion | | 32 | 7.5 | | | 20 | 45 |
| TOTAL | 35.5 | 49.25 | 15 | 0 | 0 | 40 | |

Totaux du semestre

| | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|--------|-----|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | 74.75 | 248 | 54 | 9 | 0 | 132.5 | 30 |
| Total présentiel | 385.75 | | | | | | |

Semestre 6 - parcours *TEM 3*

Outils Mathématiques II

ECTS : 5

Responsable : LEVY Arthur

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Analyse fonctionnelle et Différentielle | 2.5 | 27 | | | | 15 | 40 |
| • Systèmes linéaires et différentiels | 10 | 22.5 | | 6 | | | 60 |
| TOTAL | 12.5 | 49.5 | 0 | 6 | 0 | 15 | |

Mécanique II

ECTS : 8

Responsable : GUELED Ahmed

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|----------------------------|-------|-------|----|------|-----|-------|------|
| • Mécanique des Fluides | 18.75 | 21.75 | 20 | | | 30 | 50 |
| • Mécanique des Structures | 16.25 | 21.25 | 15 | | | 20 | 50 |
| TOTAL | 35 | 43 | 35 | 0 | 0 | 50 | |

Thermique - Energétique I

ECTS : 7

Responsable : AUVITY Bruno

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-------------------------|------|-------|----|------|-----|-------|------|
| • Conduction Thermique | 15 | 19.75 | 20 | | | 30 | 60 |
| • Systèmes Energétiques | 7.5 | 12 | | 9 | | | 40 |
| TOTAL | 22.5 | 31.75 | 20 | 9 | 0 | 30 | |

Humanités- S6

ECTS : 8

Responsable : SOBOTKA Vincent

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|----|-------|----|------|-----|-------|------|
| • Entreprise : Histoire de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise | 9 | 10.5 | 12 | | | 5 | 15 |
| • Humains : Education physique et sportive 2 | | 21 | | | | 2 | 15 |
| • Humains : Savoir-être | | 7.5 | | | | | 15 |
| • Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition | | 21 | | | | 10 | 15 |
| • Humains : Projet professionnel 2 (CV) | | 4.5 | | | | | 5 |
| • Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6 | | 39 | 2 | | | | 35 |
| TOTAL | 9 | 103.5 | 14 | 0 | 0 | 17 | |

Stage 3A

ECTS : 2

Responsable : RUPIL Jérémie

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-----------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Stage de 3ème année | | | | | 8 | | 0 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | |

Totaux du semestre

| | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|--------|--------|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | 79 | 227.75 | 69 | 15 | 8 | 112 | 30 |
| Total présentiel | 390.75 | | | | | | |

Semestre 7 - parcours *TEM 4*

Projet I

ECTS : 4

Responsable : RUPIL Jérémie

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|----------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Projet | | | | 40 | | | 100 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | |

Outils Numériques

ECTS : 7

Responsable : FAVENNEC Yann

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|----------------------|----|------|----|------|-----|-------|------|
| • Codes Métiers | | 21 | | | | | 30 |
| • Eléments finis | 5 | 13 | | 12 | | 15 | 43 |
| • Différences finies | 5 | 13.5 | | | | | 27 |
| TOTAL | 10 | 47.5 | 0 | 12 | 0 | 15 | |

Thermique - Energétique II

ECTS : 6

Responsable : BELLETTRE Jérôme

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---------------------------|----|------|----|------|-----|-------|------|
| • Convection monophasique | 15 | 21.5 | 20 | | | 30 | 70 |
| • Turbomachines | | 19.5 | | | | 17 | 30 |
| TOTAL | 15 | 41 | 20 | 0 | 0 | 47 | |

Humanités S7

ECTS : 7

Responsable : SOBOTKA Vincent

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|-----|------|----|------|-----|-------|-------|
| • Entreprise : Analyse d'entreprise | 4.5 | 6 | | | | 3 | 15 |
| • Entreprise : Démarche QSE 1 | | 3 | 3 | | | | 10 |
| • Humains : Education physique et sportive 3 | | 21 | | | | 2 | 10 |
| • Humains : Négociations individuelles et collectives | 3 | 7.5 | | | | 2 | 10 |
| • Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux) | | 6 | | | | 6 | 10 |
| • Société : Economie circulaire | 4.5 | 3 | | | | 6 | 10 |
| • Anglais Professionnel 3 - s7 | | 19 | 2 | | | | 26.25 |
| 1 opt { ▷ Contrôle Continu (bis) - s7 | | | | | | | 8.75 |
| ▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7 | | 18 | | | | | 8.75 |
| ▷ Langue vivante 2 - espagnol - s7 | | 18 | | | | | 8.75 |
| ▷ Langue vivante 2 - japonais - s7 | | 18 | | | | | 8.75 |
| ▷ Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7 | | 18 | | | | | 8.75 |
| ▷ Préparation au Toeic - s7 | | 18 | | | | | 8.75 |
| TOTAL | 12 | 83.5 | 5 | 0 | 0 | 19 | |

Mécanique III

ECTS : 4

Responsable : SOBOTKA Vincent

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|----------------------------|------|------|------|------|-----|-------|------|
| • CAO | | 9 | 6 | | | | 35 |
| • Mécanique des vibrations | 10.5 | 12.5 | 9.5 | | | 10 | 65 |
| TOTAL | 10.5 | 21.5 | 15.5 | 0 | 0 | 10 | |

Parcours S7

ECTS : 2

Responsable : AUVITY Bruno

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Evaluation stage 3A | | | | | | | 50 |
| 1 opt { ▷ Entrepreneuriat S7 | | | | 32 | | | 50 |
| ▷ Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7 | | | | 32 | | | 50 |
| ▷ Recherche S7 | | | | 32 | | | 50 |
| ▷ Transition écologique et sociétale S7 | | | | 32 | | | 50 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | |

Totaux du semestre

| | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|-------|-------|------|------|-----|-------|------|
| Totaux | 47.5 | 193.5 | 40.5 | 84 | 0 | 91 | 30 |
| Total présentiel | 365.5 | | | | | | |

Semestre 8 - parcours *TEM 4*

Sciences pour l'ingénieur

ECTS : 4

Responsable : TARLET Dominique

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|-----|------|----|------|-----|-------|------|
| • Electrotechnique et énergie électrique | | 16.5 | 12 | | | 20 | 50 |
| • Initiation à la science des matériaux | 7.5 | 7.5 | 12 | | | 24 | 50 |
| TOTAL | 7.5 | 24 | 24 | 0 | 0 | 44 | |

Rayonnement et Métrologie

ECTS : 5

Responsable : TARLET Dominique

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-------------------------|-------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Métrologie Thermique | 11.25 | 1.5 | | | | | 20 |
| • Rayonnement Thermique | 16.25 | 16.5 | 20 | | | 25 | 80 |
| TOTAL | 27.5 | 18 | 20 | 0 | 0 | 25 | |

Echangeurs et Convection

ECTS : 4

Responsable : GUELED Ahmed

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-------------------------------|-------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Diphasique et multi-espèces | 13.75 | 12.5 | | 6 | | 15 | 55 |
| • Echangeurs Thermiques | 12.5 | 10.5 | | 1.5 | | 12 | 45 |
| TOTAL | 26.25 | 23 | 0 | 7.5 | 0 | 27 | |

Humanités - S8

ECTS : 6

Responsable : SOBOTKA Vincent

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|----|------|----|------|-----|-------|------|
| • Entreprise : Approches critiques de l'entreprise | | 9 | | | | 3 | 13 |
| • Entreprise : Démarche QSE 2 | | 6 | | | | | 13 |
| • Humains : Education physique et sportive 4 | | 19.5 | | | | 2 | 13 |
| • Humains : Projet professionnel 4 | | 12 | | | | 5 | 13 |
| • Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2 | | 9 | | | | 10 | 13 |
| • Explorations interculturelles - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| 1 opt { ▷ Contrôle Continu (bis) - s8 | | | | | | | 17.5 |
| ▷ Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| ▷ Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| ▷ Langue vivante 2 - espagnol - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| ▷ Langue vivante 2 - japonais - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| ▷ Préparation au Toeic - s8 | | 18 | | | | | 17.5 |
| TOTAL | 0 | 91.5 | 0 | 0 | 0 | 20 | |

Stage 4A

ECTS : 5

Responsable : TARLET Dominique

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Stage 4A | | | | | 13 | | 0 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | |

Projet II

ECTS : 4

Responsable : RUPIL Jérémie

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Projet II | | | | 55 | | | 100 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 55 | 0 | 0 | |

Parcours S8

ECTS : 2

Responsable : AUVITY Bruno

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|----|----|----|------|-----|-------|------|
| 1 opt { ▷ Entrepreneuriat S8 | | | | 32 | | | 100 |
| ▷ Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8 | | | | 32 | | | 100 |
| ▷ Recherche S8 | | | | 32 | | | 100 |
| ▷ Transition Ecologique et Sociétale S8 | | | | 32 | | | 100 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | |

Totaux du semestre

| | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|--------|-------|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | 61.25 | 156.5 | 44 | 94.5 | 13 | 116 | 30 |
| Total présentiel | 356.25 | | | | | | |

Semestre 9 - parcours *TEM5* :

Expertise des Systèmes Energétiques

Projet

ECTS : 10

Responsable : *SOBOTKA Vincent*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-----------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Evaluation stage 4A | | | | | | 20 | 20 |
| • Projet industriel | | | | 130 | | 75 | 80 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 130 | 0 | 95 | |

Systèmes de Conversion de l'Energie Thermique

ECTS : 8

Responsable : *JOSSET Christophe*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|------|-----|----|------|-----|-------|------|
| • Combustibles, combustion et environnement | 13.5 | 1 | | | | 5 | 14 |
| • Froid industriel | 35 | | 4 | | | 20 | 38 |
| • La combustion et sa modélisation | 3 | 7.5 | | | | 7 | 10 |
| • Modélisation et Optimisation des Systèmes | 9 | 12 | | | | 10 | 21 |
| • Moteurs diesel, turbines à gaz et à vapeur, chaudières | 15 | 1.5 | | | | 9 | 16 |
| TOTAL | 75.5 | 22 | 4 | 0 | 0 | 51 | |

Humanités - S9

ECTS : 4

Responsable : *SOBOTKA Vincent*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|-----|------|------|------|-----|-------|------|
| • Entreprise : Concevoir le management du futur | 3 | 6 | | | | 3 | 30 |
| • Entreprise : Gestion de projet 2 | | 15 | | | | 3 | 35 |
| • Entreprise : Management des personnes | | 10.5 | | | | 6 | 30 |
| • Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien) | | 12 | | | | 2 | 5 |
| ▷ Préparation TOEIC - s9 | | 10 | | | | | 0 |
| TOTAL | min | 3 | 43.5 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| | max | 3 | 53.5 | 0 | 0 | 0 | 14 |

Energétique du Bâtiment

ECTS : 8

Responsable : *JOSSET Christophe*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|----|------|----|------|-----|-------|------|
| • Climatisation et traitement de l'air | 9 | 9 | 4 | | | 12 | 29 |
| • Eco-conception ACV | 12 | | | | | 4 | 9 |
| • Régulation froid climatisation | 12 | 1.5 | 4 | | | 10 | 22 |
| • Thermique du bâtiment - STD | 31 | | | | | 17 | 40 |
| TOTAL | 64 | 10.5 | 8 | 0 | 0 | 43 | |

Totaux du semestre

| | | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|-----|---------------|----|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | min | 142.5 | 76 | 12 | 130 | 0 | 203 | 30 |
| | max | 142.5 | 86 | 12 | 130 | 0 | 203 | |
| Total présentiel | | 360.5 à 370.5 | | | | | | |

Semestre 9 - parcours *TEM5* :

Expertise en Conception Thermique

Projet

ECTS : 10

Responsable : *SOBOTKA Vincent*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-----------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Evaluation stage 4A | | | | | | 20 | 20 |
| • Projet industriel | | | | 130 | | 75 | 80 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 130 | 0 | 95 | |

Thermique des procédés de mise en forme

ECTS : 6

Responsable : *LEVY Arthur*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|--|----|-----|----|------|-----|-------|------|
| • Problèmes Inverses | 9 | | 6 | 8 | | 8 | 30 |
| • Dimensionnement Thermique des Procédés | 20 | 1.5 | 16 | | | | 50 |
| • Thermo-rhéologie | 12 | 1.5 | | | | 5 | 20 |
| TOTAL | 41 | 3 | 22 | 8 | 0 | 13 | |

Humanités - S9

ECTS : 4

Responsable : *SOBOTKA Vincent*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|---|------------|--------|--------------|--------|--------|--------|----------|
| • Entreprise : Concevoir le management du futur | 3 | 6 | | | | 3 | 30 |
| • Entreprise : Gestion de projet 2 | | 15 | | | | 3 | 35 |
| • Entreprise : Management des personnes | | 10.5 | | | | 6 | 30 |
| • Humains : Projet Professionnel 5 (journalée compétences et simulations d'entretien) | | 12 | | | | 2 | 5 |
| ▷ Préparation TOEIC - s9 | | 10 | | | | | 0 |
| TOTAL | min max | 3 3 | 43.5 53.5 | 0 0 | 0 0 | 0 0 | 14 14 |

Conception Thermomécanique

ECTS : 5

Responsable : *RUPIL Jérémie*

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-----------------------------------|------|------|----|------|-----|-------|------|
| • Echangeurs Thermiques Avancés | 19.5 | 1.5 | | | | 12 | 30 |
| • Dimensionnement thermomécanique | 9 | 19.5 | | | | 15 | 45 |
| • Mécanique des Composites | 15 | 1.5 | | | | 7 | 25 |
| TOTAL | 43.5 | 22.5 | 0 | 0 | 0 | 34 | |

Procédés pour la transition énergétique

ECTS : 5

Responsable : PY Xavier

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-----------------------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Solaire thermique et géothermie | 12 | 3 | 6 | 3 | | | 55 |
| • Stockage et décarbonation | 7 | 2 | | | | | 20 |
| • Thermique et réseaux | 9 | 2 | | | | | 25 |
| TOTAL | 28 | 7 | 6 | 3 | 0 | 0 | |

Totaux du semestre

| | | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|-----|---------------|----|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | min | 115.5 | 76 | 28 | 141 | 0 | 156 | 30 |
| | max | 115.5 | 86 | 28 | 141 | 0 | 156 | |
| Total présentiel | | 360.5 à 370.5 | | | | | | |

Semestre 10 - parcours *TEM 5*

Stage de fin d'études

ECTS : 30

Responsable : SOBOTKA Vincent

| Matière | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | Coef |
|-------------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| • Stage de fin d'études | | | | | 22 | | 100 |
| TOTAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | |

Totaux du semestre

| | CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers | ECTS |
|------------------|----|----|----|------|-----|-------|------|
| Totaux | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 0 | 30 |
| Total présentiel | | | | | | | |

Deuxième partie

Fiches des matières

Algorithmique

Algorithmic

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 3 | 12 | | | |

Évaluation

Une évaluation : *TP*

Présentation

Le module est souvent un premier contact avec l'informatique, dans son aspect fondamental. En premier lieu, le cours magistral expose les concepts de base de la calculabilité, et de l'utilisation d'un microprocesseur. Puis, l'algorithmique et la construction d'une réponse à un problème donné sont enseignés avec les outils (boucles, etc.) disponibles. La modélisation d'un problème, et le respect de l'aspect séquentiel des algorithmes sont au coeur de l'enseignement théorique. Celui-ci est complété par la pratique de l'algorithmique en travaux dirigés, et enfin par l'utilisation d'un langage de programmation sur ordinateur.

Plan

Notions d' Algorithmique et de Modélisation
Représentation des informations et erreurs numériques
Éléments d'information, Objets simples , Objets structurés
Actions élémentaires & notion d'algorithme
Actions structurées, alternatives ,sélectives, itératives
Analyse descendante,
Actions paramétrées, Fonctions , Procédures
Structure de données, File ,Pile , Arbre et Graphe
Elaboration & Evaluation des algorithmes

Objectifs

Le module d'Algorithmique a pour objectif de construire une méthodologie permettant d'analyser un problème puis d'élaborer des schémas de résolution adaptés, basés sur un ensemble fini et structuré d'objets et d'actions . Ce sont des processus de raisonnement essentiels dans une démarche d'ingénieur pour répondre efficacement à un appel d'offre soumis à un cahier des charges précis

Références

- D.Knuth, "The art of computer programming - Vol. 1 : Fundamental algorithms"; Eds. Addison / Wesley, 2003.
- J. Maysonave; « Introduction à l'algorithmique générale et numérique » ; Masson
- J. Courtin ? I. Kowarski ; « Initiation à l'algorithmique et aux structures de données » ; Dunod
- D. Beauquier, J. Berstel, P. Chrétienne; « Eléments d'algorithmique » ; Masson
- Christophe Darmangeat ; « Algorithmique et programmation pour non-matheux » ; Université Paris 7, www.pise.info/algo/
- Claude Delannoy ; « Le livre du C premier langage » ; Eyrolles, 2001

Prérequis

Le module considère que l'étudiant débute sans notions en algorithmique, ni en programmation informatique.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Construire une démarche rationnelle et structurée permettant d'apporter une solution à un problème d'ingénieur en utilisant des techniques d'algorithmique | . | . | ✓ | . | . |
| • Modéliser, formuler un problème : de la représentation mathématique à la résolution informatique | . | ✓ | . | . | . |
| • Appliquer les méthodologies pour programmer des algorithmes simples en langage C en utilisant des structures de données et des procédures nécessaires à la réalisation de projets numériques dans les semestres suivants | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Dominique TARLET

Algèbre

Algebra

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|------|----|------|-----|-------|
| 2.5 | 28.5 | | | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- *DS2*
- *DS1*
- *CC*

Présentation

La motivation du cours est de maîtriser la représentation matricielle et la résolution de systèmes linéaires nécessaires à la modélisation de systèmes mécaniques, thermiques et énergétiques.

Plan

Rappels et compléments d'algèbre linéaire
Espaces vectoriels, Applications linéaires, Applications multilinéaires, Matrices, déterminants, Vecteurs et valeurs propres

Objectifs

Identifier les applications linéaires
espace vectoriels, bases, rang et noyau
Les représenter matriciellement
Calcul matriciel, composition, changements de base
Résoudre des systèmes linéaires
Déterminants, rang, caractéristiques
Réduire des endomorphismes
Valeurs/vecteurs propres, diagonalisation, trigonalisation
Exemples en science pour l'ingénieur

Références

Toute l'algèbre du premier cycle. Jean-Pierre Escofier. Dunod 2002
Cours de mathématiques : 1 : Algèbre. Ramis Edmond, Deschamps Claude, Odoux Jacques. Dunod 2017
<http://exo7.emath.fr/>
<https://emaths.education>

Prérequis

- En théorie, niveau L2
- Savoir lire le langage mathématique
Fonctions, ?, ?...
- Etre capable d'ABSTRACTION
Notion de variables, variables muettes, paramètres (résolution analytique)
Fonction de fonction (par exemple la dérivation)...

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Utiliser des outils mathématiques pour modéliser et résoudre un problème | . | ✓ | . | . | . |
| • Utiliser des méthodes de résolutions numériques pour simuler un problème complexe | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Arthur LEVY

Analyse fonctionnelle et Différentielle

Differential and Functional Analysis

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| 2.5 | 27 | | | | 15 |

Évaluation

3 évaluations :

- *DS1*
- *DS2*
- *CC*

Présentation

La motivation du cours est d'acquérir des notions de traitement de signal ainsi que des méthodes systématiques de résolutions analytiques d'équations différentielles. L'introduction des distributions mathématiques permettra d'ouvrir l'esprit des étudiants.

Plan

Distribution de Dirac et notion de fonctionnelle, Produit de convolution des fonctions et distributions, Transformée de Fourier des fonctions et distributions, Séries de Fourier, Transformée de Laplace des fonctions et distributions, Applications des transformées intégrales

Objectifs

- Décrire rigoureusement l'impulsion de Dirac
(Notions de distributions, opérations sur les distributions.)
- Maîtriser le produit de convolution
(Application de filtres ; Algèbre de convolution ; réponse impulsionnelle)
- Utiliser les principales transformées intégrales
(Transformée de Fourier ; Transformée De Laplace ; résolution d'équations différentielles)

Références

- L. Schwartz ; « Cours d'analyse » ; Hermann
- R. Petit ; « L'outil mathématique » ; Dunod
- R. Roddier ; « Distributions et transformations de Fourier » ; Ediscience
- N. Boccara ; « Fonctions analytiques » ; Ellipses
- J. Dixmier ; « Cours de Mathématiques » ; Gauthiers-Villars
- P. Benoist-Gueutal et M. Courbage ; « Mathématiques pour la physique » ; Eyrolles
- G. Gasquet et P. Witomski ; « Analyse de Fourier et applications » ; Masson

Prérequis

- En théorie, niveau L2
- Savoir lire le langage mathématique
Fonctions, ?, ?...
- Etre capable d'ABSTRACTION
Notion de variables, variables muettes, paramètres (résolution analytique)
Fonction de fonction (par exemple la dérivation)...
- Savoir ce qu'est une fonction.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Connaître et comprendre les outils de base en analyse fonctionnelle (distribution, équation de convolution et transformées intégrales) et différentielle (en particulier résolution des EDPs de la physique) | · | · | ✓ | · | · |
| • Application de ces outils aux phénomènes de conduction et de transport de la matière et de l'énergie, aux problèmes de traitement du signal | · | · | ✓ | · | · |

Responsable : Arthur LEVY

Analyse réelle et vectorielle

Real and vectorial Analysis

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 21 | | | | 10 |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Présentation

Ce cours vise à donner aux étudiants des outils essentiels pour suivre les cours de sciences de l'ingénieurs, notamment sur les fonctions à valeurs réelles de plusieurs variables réelles, sur l'analyse vectorielle ainsi que sur les équations différentielles.

Plan

1. Fonctions de plusieurs variables
Notion de fonctions à valeurs réelles de plusieurs variables réelles
Notion de limite et de continuité
Dérivées partielles
Différentielle
Développements limités
Fonctions homogènes
Fonctions implicites
Extrema
Intégrales doubles et triples
2. Analyse vectorielle
Notion d'espace vectoriel et d'espace ponctuel
Produit scalaire, vectoriel et mixte
Fonctions vectorielles
Opérateurs vectoriels
Intégrales curvilignes
Intégrales de surface
Théorèmes intégraux
3. Equations diérentielles
Equations différentielles du 1er ordre
Equations différentielles du 2ème ordre

Objectifs

L'objectif est que les étudiants soient à l'aise avec les outils mathématiques standarts utilisés dans les matières connexes, notamment en transfert.

Responsable : Yann FAVENNEC

Anglais Professionnel 3 - s7

Professional English 3

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 19 | 2 | | | |

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *Tutorat*
- *DS*

CAO

CAD

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 9 | 6 | | | |

Évaluation

2 évaluations :

- CR
- DS

Présentation

Ce cours de CAO permet grâce à l'utilisation du logiciel INVENTOR de revenir sur le travail effectué lors des semestres précédents (S5 et S6) sur les systèmes mécaniques (type pompe, réducteur, compresseur, moteur,...) et sur la théorie de la mécanique des solides déformables et indéformables mais uniquement à travers des études numériques.

Plan

1. Calculs de construction mécanique :
 - Arbres, engrenages, roulements, organes de liaison, . . .
2. Pompes, compresseurs, réducteurs : simulations numériques mécaniques
3. Mini-projet :
 - dimensionnement d'un organe mécanique ou d'un mécanisme

Objectifs

Confronter l'étudiant aux problèmes concrets de la conception, de la construction mécanique et de la rédaction d'un rapport d'étude (conception robuste, choix de composants mécaniques, dimensionnement de pièces mécaniques,...).

Références

- F. Esnault ; « Construction mécanique : principes et applications (3 tomes) » ; Dunod,

Prérequis

Mécanique générale
Résistance des matériaux

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Dimensionner arbres, roulements, engrenages, organes de liaison, ... | . | . | ✓ | . | . |
| Mettre en oeuvre une démarche d'optimisation | | | | | |
| • Dessiner un ensemble dimensionné en CAO (Inventor, Catia) Vérifier et valider par simulation numérique | . | . | ✓ | . | . |
| • Rédiger un rapport d'étude | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Jérémie RUPIL

Climatisation et traitement de l'air

Ventilation and Air-conditioning Systems

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 9 | 9 | 4 | | | 12 |

Évaluation

2 évaluations :

- *CR Proj*
- *TP*

Plan

1. L'air humide
 - Rappels sur le diagramme psychrométrique
 - Evolution des constituants de base de traitement d'air
 - Tracé d'une transformation complète
 - Dimensionnement d'une centrale de traitement d'air (CTA)
 - . Données de base . Méthode de calcul
 - Rappels normatifs - législation
2. Systèmes de climatisation
 - Classification
 - Les différents principes
 - . A détente directe . Tout air . Tout eau . Nouveaux principes de climatisation
3. Diffusion d'air
 - Réseau aéraulique
 - . Constituants . Tracé et dimensionnement d'un réseau . Equilibrage
 - Systèmes de diffusion

Objectifs

Ce cours à dominante technologique s'appuie sur les connaissances globales de thermodynamique et de mécanique des fluides pour permettre le dimensionnement des installations de climatisation et de ventilation. L'aspect aéraulique, notamment la problématique de l'équilibrage des réseaux, couplé à la présentation des différents systèmes de climatisation susceptibles d'être installés permet à l'étudiant d'aborder un projet de climatisation avec une vision globale du travail à réaliser depuis le bilan thermique jusqu'au dimensionnement de l'installation de traitement et de diffusion d'air.

Références

- J. Bouteloup, M. le Gay, J. Ligen ; « Conditionnement d'air : tome 4 les systèmes » ; EDIPA, 1998
- J-L Cauchepin ; « La qualité de l'air soufflé : ventilation, climatisation, conditionnement de l'air » ; Les éditions parisiennes
- P. Jacquard, S. Sandre ; « La pratique de la climatisation » ; Dunod, PYC Edition, 2006
- J-L Cauchepin ; « Climatisation et conditionnement de l'air modernes » ; PYC Edition, 2000
- AICVF ; « Guide Thématique n10 "Conception des installations de climatisation et de conditionnement de l'air" » ; Les éditions parisiennes, 1999

- Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger, E.-R. Schramek ; « Le Recknagel - Manuel pratique du génie climatique » ; PYC Editions, 1995
- D. Palenzuela, J.B. Hoffmann ; « Diffusion de l'air en climatisation individuelle : guide pratique » ; COSTIC, 1994

Prérequis

- Conduction thermique
- Convection thermique (Laminaire et Diphasique)
- Convection thermique et Turbulence
- Rayonnement thermique
- Thermique du bâtiment
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Choisir un scénario de traitement d'air et définir l'évolution de l'air dans le diagramme psychrométrique | . | . | ✓ | . | . |
| • dimensionner les constituants du système de traitement d'air | . | . | ✓ | . | . |
| • connaître les différents systèmes de climatisation | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Christophe JOSSET

Codes Métiers

Industrial simulation softwares

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 21 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Présentation

Le module "codes métiers" permet à l'étudiant d'apprendre à réaliser des simulations numériques, à l'aide des Volumes Finis (ANSYS FLUENT) ou des Eléments Finis (COMSOL MULTIPHYSICS). Plusieurs cas de simulations, choisis pour leur intérêt pédagogique, sont implémentés par les étudiants. Ces simulations sont en 2-D puis en 3-D. La maîtrise de ces codes industriels, et la capacité à évaluer la crédibilité de leurs résultats sont au coeur de la valeur ajoutée qu'apporte un ingénieur débutant.

Plan

- 1) Initiation aux logiciels Fluent et Comsol Multiphysics.
- 2) Mise en données de différentes situations physiques mettant en relief les fonctionnalités essentielles de ces outils de simulation.
- 3) Analyse critique des résultats, retour sur les modèles physiques et/ou numériques

Objectifs

Le module "codes métiers" propose à l'étudiant de réaliser des simulations numériques, à l'aide des Volumes Finis (ANSYS FLUENT) ou des Elements Finis (COMSOL MULTIPHYSICS). Il aide surtout à développer un esprit critique vis-à-vis des résultats de simulation obtenus. Plusieurs méthodes de simulations du même cas sont réalisées et comparées. Des tutoriels de simulation sont réalisés, en 2-D puis en 3-D. La maîtrise de ces codes industriels, et la capacité à évaluer la crédibilité de leurs résultats sont au coeur de la valeur ajoutée qu'apporte un ingénieur débutant.

Prérequis

Cours de Systèmes Linéaires et Différentiels (TE4). Cours de méthodes d'approximation, différences finies, éléments finis (TE4). Connaissances générales en thermique, mécanique des fluides, mécanique des milieux continus.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Mettre en place un calcul d'écoulement (Volumes finis) avec FLUENT© | . | . | ✓ | . | . |
| • Mettre en place un calcul (Elements finis) avec COMSOL Multiphysics 4.3© | . | . | ✓ | . | . |
| • Analyser les résultats et évaluer leur crédibilité | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Dominique TARLET

Combustibles, combustion et environnement

Fuel, Combustion and Environment

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|------|----|----|------|-----|-------|
| 13.5 | 1 | | | | 5 |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. Les combustibles
 - Analyses élémentaires
 - Analyses immédiates
2. La combustion
 - Pouvoir fumigène
 - Pouvoir comburivore
 - Excès d'air
3. L'Environnement
 - Seuils réglementaires d'émissions de polluants
 - Quantités de polluants émis
 - Taxes
4. THEMES DES TRAVAUX DIRIGES
 - Calcul des caractéristiques d'un charbon (Pcs, pouvoir fumigène, pouvoir comburivore)
 - Application à une chaudière industrielle de production d'énergie
 - Calcul de rendement et de coût
 - Calcul de masse de polluants émis dans l'atmosphère
 - Taxes associées
5. Visite du site d'un Centre de Production

Objectifs

L'enseignement est destiné à faire connaître les différents combustibles fossiles et leur caractéristiques ainsi que leur combustion au travers de l'utilisation qui en est faite sur un site de production d'électricité. Les principaux polluants générés par ces combustions sont alors identifiés, quantifiés, les taxes afférentes calculées.

Références

- www.eper.cec.eu.int

Prérequis

Thermodynamique

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • connaître les différents combustibles et leur caractéristiques | . | . | ✓ | . | . |
| • connaître les contraintes réglementaires liées aux émissions atmosphériques | . | ✓ | . | . | . |
| • déterminer les coûts associées aux quantités de polluants issus de la combustion | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BELLETTRE

Conduction Thermique

Conductive Heat Transfer (steady state)

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-------|----|------|-----|-------|
| 15 | 19.75 | 20 | | | 30 |

Évaluation

4 évaluations :

- *TP*
- *DS1*
- *DS2*
- *CC*

Plan

1. La loi de Fourier, le gradient thermique, la conductivité thermique
 2. Mise en équation d'un problème de conduction
 - Premier principe de la thermodynamique et équation de la chaleur
 - Les conditions aux limites et la condition initiale
 3. Régime thermique permanent
 - Transmission de la chaleur à travers une paroi homogène ou composée, avec ou sans puissance volumique interne (configuration plane, cylindrique, sphérique)
 - Notion de résistance thermique de paroi, superficielle, de contact
 - Approximation de la barre : étude des ailettes
 - Problèmes permanents bidimensionnels en milieu limité : méthode de la séparation de variables
 - Phénomènes de macro-contriction : résistance thermique de constriction
 4. Régimes instationnaires
 - Notions de diffusivité thermique
 - Problèmes transitoires à une dimension spatiale : méthode de la séparation de variables
 5. Etude des régimes transitoires à leur début
 - Approximation des milieux semi-infinis
 - Résolution des problèmes de conduction en régime transitoire par la transformation de Laplace
 6. Autres méthodes de résolution
 - Résolution des problèmes instationnaires 1D multicouches par la méthode des matrices de transfert
 - Régimes variables en conduction linéaire : théorème de superposition de Duhamel
 7. Les régimes périodiques établis
- 101
8. THEMES DES TRAVAUX DIRIGES
 - La loi de Fourier
 - Régime permanent, notion de résistance thermique
 - Formulation mathématique de problèmes de conduction, épaisseur d'isolation critique, la conductivité dépendant de la température, les ailettes
 - Conduction en régime permanent bidimensionnelle
 - Le régime thermique transitoire : systèmes blocs (schéma capacitif), la méthode de séparation de variables
 - Régime transitoire par la transformation de Laplace; approximation des milieux semiinfinis
 - Le théoreme de Duhamel

- Le régime périodique établi

9. THEMES DES TRAVAUX PRATIQUES

- Transferts thermiques à travers une paroi simple ou multicouche en régime permanent
- Mesure de conductivité thermique des solides par la méthode de la barrière thermique
- Erreur de mesure de température par thermocouple
- Phénomène de constriction thermique et résistance thermique de contact
- Mesure de la diffusivité thermique par la méthode flash
- Mesure du flux thermique par un capteur à inertie

Objectifs

L'objectif du transfert par conduction est la prédiction du flux de chaleur transmis. A la fin du cours l'étudiant doit pouvoir déterminer un champ de température quel que soit le régime thermique dans des géométries fondamentales notamment et d'en déduire les composantes du

vecteur flux transmis. Ceci est un préalable à la question : comment stimuler ou restreindre le transfert afin de satisfaire les conditions à atteindre dans une application donnée.

Références

- A. B. De Vriendt ; « La transmission de la chaleur (tome 1, 2) » ; Gâetan Morin Editeur, 1982
- J. F. Sacadura ; « Initiation aux transferts thermiques » ; Lavoisier (Tec & Doc), 1977
- F. P. Incropera and D. P. Dewitt ; « Fundamentals of Heat and Mass Transfer » ; J. Wiley edition, 4th edition, 1988
- J. P. Holman ; « Heat Transfer » ; Mc Graw Hill, S. I. Metric Edition, 1989
- M. N. Ozisik ; « Heat Transfer, a Basic Approach » ; Mc Graw Hill, 1985
- M. N. Ozisik ; « Heat Conduction, » ; J. Wiley edition ? 1980
- M. N. Ozisik ; « Boundary Value problems of Heat Conduction » ; Dover Publication, 1976
- V. P. Arpaci ; « Conduction Heat Transfer » ; Addison Wesley Edition, 1956
- E. R. G. Eckert and R. M. Drak ; « Analysis of heat and Mass transfer » ; Mc Graw Hill, 1959
- Carslaw and Jaegger ; « Conduction in Solids » ; Oxford Publication, 1959

Prérequis

- Analyse fonctionnelle et différentielle

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Savoir formuler un problème de conduction, notamment bien modéliser les conditions aux frontières | . | . | . | ✓ | . |
| • savoir résoudre un problème de conduction quel que soit le régime thermique et l'étendue du domaine étudié, | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir analyser les solutions obtenues : contribution des différentes sources, chronologie des événements thermiques, superposition | . | ✓ | . | . | . |
| • savoir utiliser la solution du problème de conduction à des fins de dimensionnement d'organe de système | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Nicolas BAUDIN

Contrôle Continu (bis) - s7

Continuous Assessment (bis)

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Contrôle Continu (bis) - s8

Continuous Assessment(bis)

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Convection monophasique

Heat Convection

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 15 | 21.5 | 20 | | | 30 |

Évaluation

3 évaluations :

- *DS1*
- *TP*
- *DS2*

Plan

1. Introduction générale; approche dimensionnelle de la convection
2. Principes fondamentaux : équations de bilan
3. Convection externe laminaire : couches limites
4. Convection laminaire interne
5. Convection naturelle laminaire
6. Convection turbulente de paroi

Objectifs

L'objectif du cours est d'apporter une connaissance approfondie des phénomènes de transfert convectifs en monophasique. L'approche analytique avec la résolution des systèmes d'équations différentielles couplées et l'utilisation des corrélations utiles à l'ingénieur sont abordées. Plusieurs exemples pratiques illustreront le cours.

Références

- J. PADET; « Principes des transferts convectifs »; Polytechnica, 1997
- S. KAKAC & Y. YENER; « Convective Heat Transfer »; CRC Press, 1995, 2nd Edition
- P.H. OOSTHUISEN & D. NAYLOR; « Introduction to Convective Heat Transfer Analysis »; WCB/McGraw-Hill, 1997

Prérequis

- Analyse fonctionnelle et différentielle
- Mécanique des fluides
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Acquérir les notions fondamentales des mécanismes de transferts convectifs laminaire et turbulent | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir utiliser les corrélations en vue de la conception et du dimensionnement des systèmes thermiques | . | . | ✓ | . | . |
| • Dimensionner les équipements thermiques sans changement de phase | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Ahmed GUELED

Différences finies

Finite differences

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|------|----|------|-----|-------|
| 5 | 13.5 | | | | |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- CRSO

Plan

Rappels sur le calcul scientifique et notions historiques.
Développements de Taylor et approximation de dérivées par différences divisées.
Discrétisation spatiale.
Construction par DF sur un problème de Dirichlet de diffusion-réaction en une dimension d'espace.
Prise en compte des conditions aux limites de type Neumann.
Erreurs d'approximation.
Extension au 2D.

Objectifs

Cet enseignement de calcul scientifique vise à fournir les outils numériques de base à la résolution de problèmes physiques régis par des équations aux dérivées partielles.

Avant les méthodes des éléments finis, les méthodes de différences finies sont ici enseignées.

Prérequis

- Algorithmique et langage C
- Analyse complexe et algèbre linéaire
- Analyse fonctionnelle et différentielle
- Systèmes linéaires et différentiels

Dimensionnement Thermique des Procédés

Heat Transfer in Processes

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| 20 | 1.5 | 16 | | | |

Évaluation

2 évaluations :

- *CR 1*
- *CR 2*

Plan

1. Thermique des procédés de mise en forme des pièces polymères et composites
 - a. Généralités sur la consommation énergétique au niveau national et international
 - b. Etude de la fabrication d'une poutre composite en RTM pour application aéronautique
 - i. Le procédé Resin Transfer Molding
 - ii. Dimensionnement thermique de l'outillage
 - iii. Temps de remplissage (Loi de Darcy)
 - c. Le procédé d'injection thermoplastique : Partie 1 : Technologie
 - i. Généralités
 - ii. Les polymères thermoplastiques - Production et principales propriétés
 - iii. Principaux procédés de mise en forme des matériaux thermoplastiques
 - iv. Technologie du procédé d'injection
 - d. Le procédé d'injection thermoplastique : Partie 2 : Analyse Thermique
 - i. Analyse expérimentale d'un cycle
 - ii. Modélisation des transferts dans le polymère pendant un cycle
 - iii. Approche analytique des transferts de chaleur : injection des polymères amorphes
 - iv. Thermique de l'outillage
 - v. Métrologie thermique
 - e. Contenu du TP : Réalisation pratique d'une pièce thermoplastique dans un outillage instrumenté
2. Procédés de mise en forme des pièces métalliques
 - a. Généralités sur les technologies, procédés et phénomènes physiques
 - b. Changements de phase
 - i. Diagrammes binaires
 - ii. Microstructures caractéristiques
 - iii. Effets de la vitesse de refroidissement : cinétique, diagrammes TTT,
 - iv. Diffusion, modèles germination+croissance
 - c. Modélisation multi-physique de la solidification
 - i. Phénomènes physiques prépondérants
 - ii. Modélisations classiques et avancées

Objectifs

L'objectif est d'appréhender les transferts thermiques couplés dans les procédés de mise en forme des pièces polymères, composites et métallique. A travers différentes études de cas, les étudiants sont confrontés à la description des physiques impliquées dans les procédés et leur pilotage. Afin de pouvoir pré-dimensionner la thermique d'un procédé, ils doivent réaliser des hypothèses simplificatrices de ces transferts de façon à pouvoir les résoudre analytiquement afin d'estimer un temps de cycle, une pression maximale admissible, une consommation énergétique. La réalisation pratique d'une pièce plastique dans

un outillage instrumenté permet de mettre en application ces notions en calculant l'évolution des températures et pressions dans les pièces mises en forme et de proposer en conséquence des voies d'amélioration de la production.

La partie procédés métalliques reprend un peu moins les aspects thermiques évoqués dans la partie procédés polymères et focalise sur les conséquences des conditions de refroidissement sur les microstructures générées et les propriétés mécaniques induites. Le cours vise ainsi à acquérir les connaissances de base sur les transformations liquide-solide, solide-solide et les effets de la vitesse de refroidissement sur les transformations métallurgiques. L'accent est aussi mis sur la modélisation numérique de ces phénomènes thermo-mécaniques couplés, notamment au travers de travaux pratiques.

Références

Mise en forme des polymères (4^{Éd.}) Approche thermomécanique de la plasturgie, J.-F. Agassant, P.Avenas, J.-P.Sergent, B.Vergnes, M.Vincent, Lavoisier, ISBN-13 : 978-2743015497

V.Sobotka, D.Delaunay, R.Legoff, A.Agazzi, ?Optimisation thermique des outillages d'injection thermoplastique?, Techniques de l'ingénieur, AM3687, 26 pages, juin 2018

Heat Transfers in Polymer Composite Materials : Forming Processes, ISTE Ltd.(nov. 2015), ISBN-13 : 978-1848217614.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| •? Analyser les phénomènes thermiques dans les procédés de mise en forme | . | ✓ | . | . | . |
| •? Savoir justifier les hypothèses simplificatrices pour analyser la thermique d'un procédé | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Vincent SOBOTKA

Dimensionnement thermomécanique

Thermal Mechanics Dimensioning

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|------|----|------|-----|-------|
| 9 | 19.5 | | | | 15 |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- CR

Présentation

A travers différents cas pratiques (cuve sous pression, frettage, joints de dilatation,...) traités de manière analytique ou numérique, ce cours permet de mettre en évidence les grands principes de la conception dans le cas de chargement thermomécanique afin de comprendre les origines et les méthodes de résolution pratiques.

Plan

Modèles rhéologiques simples (1D).

Endommagement dû aux chocs thermiques (application : résistance à la température d'une céramique industrielle).

Thermomécanique 1D (structure hyperstatiques, RDM).

Thermomécanique 3D (cuve sous pression, frettage).

Flambement thermomécanique.

Objectifs

Comprendre les différents phénomènes physiques d'endommagement d'une pièce ou d'une structure soumise à un chargement thermomécanique : choc thermique, structure hyperstatique, dilatation différentielle.

Savoir résoudre de manière analytique un problème simple de thermomécanique (1D) en utilisant les modèles rhéologiques simples et la théorie de la RDM.

Aborder les problèmes analytiques 3D simples en thermomécanique (réservoir sous pression, frettage).

Être capable de dimensionner une pièce ou un système soumis à un chargement thermomécanique à l'aide du logiciel COMSOL multiphysics.

Références

- J. Lemaître et J.L. Chaboche; « Mécanique des matériaux solides » ; Dunod
- S. Timoshenko; « Résistance des matériaux » ; Dunod, Tome 2
- M. Géradin et D. Rixen; « Théorie des vibrations » ; Masson
- Y. Bamberger; « Mécanique de l'ingénieur » ; Hermann, 4 tomes
- F. P. Incropera and D. P. Dewitt; « Fundamentals of Heat and Mass Transfer » ; J. Wiley edition
- M. N. Ozisik; « Heat Conduction » ; J. Wiley edition

Prérequis

Résistance des matériaux

Transferts thermiques : conduction et convection

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Dimensionner un solide sous chargement mécanique et thermique en 1D (RDM thermomecanique) ou 3D (théorie des cylindres épais) | . | . | ✓ | . | . |
| • Résoudre des problèmes multiphysiques par simulation numérique avec COMSOL | . | . | ✓ | . | . |
| Gérer les problèmes liés aux singularités | | | | | |

Responsable : Jérémie RUPIL

Diphastique et multi-espèces

Multi-species two phase convection

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-------|------|----|------|-----|-------|
| 13.75 | 12.5 | | 6 | | 15 |

Évaluation

3 évaluations :

- *CRSO*
- *1 DS*
- *CC*

Plan

1. Introduction, aperçu des différents phénomènes diphasiques
2. Condensation
3. Ebullition
 - Ebullition en bassin
 - Ebullition en Canal
4. Caloducs

Objectifs

Ce cours traite des écoulements diphasiques et des changements d'état liquide-vapeur qui sont présents dans de nombreux phénomènes

naturels et industriels. Ce cours permettra à l'étudiant d'acquérir les notions physiques fondamentales concernant les changements de phase

liquide/vapeur ainsi que les relations souvent empiriques qui régissent le transfert thermique dans ces conditions.

Références

- Karl Stephan ; « Heat Transfer in Condensation and Boiling » ; Springer-Verlag, 1992
- Van P. Carey ; « Liquid-Vapor Phase-Change Phenomena - An introduction to the thermophysics of vaporization and condensation process in heat transfer equipment » ; Taylor & Francis, 1992
- J.G. Collier & J.R. Thome ; « Convective Boiling and Condensation » ; Oxford University Press, 1994
- E. Hahne & U Grigull ; « Heat Transfer in Boiling » ; Academic Press - Hemisphere Publishing corporation, 1977
- D. Butterworth & G.F. Hewitt ; « Two-Phase Flow and Heat Transfer » ; Oxford University Press, 1977

Prérequis

- Analyse fonctionnelle et différentielle
- Mécanique des fluides
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale - Transfert Convectif en Monophasique

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Acquérir les notions fondamentales des mécanismes de transferts convectifs diphasiques | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir utiliser les corrélations en vue de la conception et du dimensionnement des systèmes thermiques | . | . | ✓ | . | . |
| • Dimensionner les équipements thermiques avec changement de phase | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Ahmed GUELED

Echangeurs Thermiques

Heat Exchanger

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|------|------|----|------|-----|-------|
| 12.5 | 10.5 | | 1.5 | | 12 |

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

1. Description
2. Convection et conduction simultanées
3. Etude théorique d'un échangeur élémentaire
4. Non-uniformité du coefficient de transfert
5. Principe de dimensionnement thermique d'un échangeur à circulations croisées (ou à courants croisés)
6. Démarche d'étude d'un échangeur (Bilan thermique, Surface d'échange, Performances)
7. Efficacité d'un échangeur (Echangeurs antiméthodique, méthodique, à courants croisés)
8. Méthode NUT
9. Encrassement et corrosion
10. Echangeurs à plaques
11. Générateurs de vapeur
12. Séparation eau-vapeur. Séchage
13. Notions sur le fonctionnement d'un générateur de vapeur à circulation naturelle
14. Les condenseurs
15. Réseaux de courbes de vide
16. Extraction des incondensables
17. Rôle dégazeur du condenseur
18. Nettoyage

Objectifs

L'enseignement vise à donner aux futurs ingénieurs les moyens de dimensionner thermiquement les échangeurs monophasiques et diphasiques et résoudre les problèmes principaux rencontrés dans l'industrie.

Références

- W.H. Mc Adams ; « Transmission de la chaleur » ; Dunod Paris, 1961
- F. Kneith ; « Transmission de la chaleur et thermodynamique » ; Masson Paris, 1967
- J.F. Sacadura ; « Initiation aux transferts thermiques » ; Lavoisier Paris, 1993
- J.P. Gupta ; « Fundamentals of Heat Exchanger and Pressure Vessel Technology » ; Hemisphere, 1986
- C. Marvillet, R. Vidil ; « Heat Transfer in Condensation and Evaporation : Application to Industrial and Environmental Processes » ; Proceeding of the Eurotherm Seminar n62, 17-18 nov. 1998, Grenoble, France
- L.S. Tong ; « Boiling Heat Transfer and Two Phases Flows » ; John Wiley, New York, 1965
- Kutateladze, Borishanskii ; « A Concise Encyclopedia of Heat Transfer » ; Pergamon Press, 1966
- D. Chisholm ; « Developments in Heat Exchanger Technology » ; Applied Science Publishers

LTD, 1980

Prérequis

- Mathématiques
- Conduction thermique
- Convection thermique

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Connaître les différentes familles d'échangeur de chaleur. | . | . | ✓ | . | . |
| • Dimensionner un échangeur monophasique, un condenseur ou un Générateur de Vapeur | . | ✓ | . | . | . |
| • Choisir un équipement et exploiter des données constructeurs (abaques ...) | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BELLETTRE

Echangeurs Thermiques Avancés

Advanced Heat Exchangers

Volume horaire

| | | | | | |
|------|-----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 19.5 | 1.5 | | | | 12 |

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

Plan

1. Concevoir un appareil thermique appartenant à un circuit auxiliaire primaire de centrale nucléaire (RIS, RES, RCV, . . .) suivant le code AFNOR (Récipients sous pression non soumis à la flamme)
2. Justifier ou modifier la conception proposée eu égard au cahier des charges fonctionnel imposé
3. Décomposer en sous ensembles en prenant en compte les modes d'élaboration des semiproduits, les modes d'assemblage les mieux adaptés et les contraintes de montage
4. Identifier les matériaux proposés et choisir les autres
5. Elaborer le plan d'une spécification technique d'achat de semi-produits type
6. Dimensionner à l'aide du code les épaisseurs courantes des éléments soumis à pression
7. Identifier les ouvertures nécessitant des renforcements et les dimensionner
8. Choisir les épaisseurs nominales
9. Vérifier que la contrainte dans la situation d'épreuve est compatible avec la contrainte admissible correspondant à la même situation

Objectifs

Cet enseignement vise à effectuer le dimensionnement réel d'un appareil thermique.

Prérequis

- Conduction thermique
- Convection thermique (Laminaire et Diphasique)
- Convection thermique et Turbulence
- Corrosion
- Propriétés des métaux et des alliages
- Rayonnement thermique
- Résistance des matériaux

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Concevoir et dimensionner un appareil thermique appartenant à un circuit auxiliaire primaire de centrale classique ou nucléaire | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Arthur LEVY

Eco-conception ACV

Eco-Design : Life Cycle Analysis

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 12 | | | | | 4 |

Objectifs

L'objectif de ce cycle de conférences est de sensibiliser les futurs ingénieurs à la démarche d'éco-conception, avec un focus particulier sur le secteur du bâtiment (de la construction aux équipements techniques). Une fois présentée l'analyse du cycle de vie (principe, méthodologie et limites), celle ci sera appliquée à des exemples précis de construction (matériaux de structure, isolants...) afin d'illustrer la prise en compte des différents indicateurs de l'analyse (énergie, déchets, eau...) dans le choix final.

le lien sera fait avec la partie environnementale de la RE2020 et mis en pratique dans cadre du projet de thermique du bâtiment.

Références

- Bruno Peuportier ; « Eco conception des bâtiments » ; presse des mines, 2023
- "règlementation environnementale RE2020"

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • connaître les outils d'analyse de cycle de vie | ✓ | . | . | . | . |
| • connaître les critères et la démarche d'éco-conception | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Christophe JOSSET

Electrotechnique et énergie électrique

Electrical engineering and energy

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 16.5 | 12 | | | 20 |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- CR TP

Plan

1. Réseaux d'alimentation électrique monophasé et triphasé - Notion de sécurité électrique - Circuits de protection
2. Circuits magnétiques et transformateurs d'énergie monophasés et triphasés
3. Alternateurs
4. Moteurs et génératrices à courant continu - vitesse variable
5. Moteurs à courant alternatif - vitesse variable

TRAVAUX PRATIQUES :- Transformateur monophasé : essais à vide, en court circuit, en charge - Mesures de puissance en régime triphasé : couplage étoile-triangle - Moteur et génératrice à courant continu : caractéristique couple, rendement,- contrôle de vitesse - Moteur asynchrones : caractéristiques glissement-couple, variateur de vitesse

Objectifs

Donner les bases essentielles de l'électrotechnique : des réseaux de distribution de l'énergie électrique à la description et l'utilisation des machines électriques. Cet enseignement s'effectue sous forme de Cours-TD de manière à permettre une forte interaction entre étudiants et enseignant. Les TP sont une illustration très proche de toutes les notions vues pendant l'enseignement en salle.

Références

- J.L. COQUERELLE; « Génie Electrique du réseau au convertisseur » ; Technip
- I. BERKES ; « Les Bases de l'Electrotechnique » ; Vuibert
- G. SEGUIER, F. NOBLET ; « Electrotechnique Industrielle » ; Lavoisier
- T. WILDI ; « Electrotechnique » ; Deboeck, Université
- MERAT ; « Electrotechnique » ; Nathan

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Connaître et prévoir le comportement électrique des réseaux monophasés et triphasés | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître et modéliser le fonctionnement des transformateurs, alternateurs et moteurs | . | ✓ | . | . | . |
| • Mettre en oeuvre des mesures électriques sur des réseaux et machines | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître les éléments de base de sécurité d'une installation électrique | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Pierre-Yves TESSIER

Eléments finis

Finite difference methods

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 5 | 13 | | 12 | | 15 |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- CRSO

Plan

1. Différences finies : Discrétisation et développements de Taylor, troncature, Retour sur les schémas implicites et explicites, centrés et décentrés aval et amont, Prise en compte des conditions aux limites, Application à des problèmes de diffusion, d'advection et de convection-diffusion

2. Eléments finis : Formulations variationnelles, La base des fonctions chapeaux en 1D et 2D, Comparaison avec les méthodes des différences finies et volumes finis. Avantages et inconvénients, Consistance des bases de P1 et P2, Applications sur Freefem++ à des problèmes de Poisson, à des problèmes d'évolution pour

plusieurs types de conditions aux limites, à des problèmes couplés et non linéaires.

Objectifs

Cet enseignement de calcul scientifique vise à fournir les outils numériques de base à la résolution de problèmes physiques régis par des équations aux dérivées partielles.

Après les différences finis, les méthodes des éléments finis sont ici enseignées.

Références

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri ; « Méthodes numériques pour le calcul scientifique » ; Springer, 2000
- I. Danaila, F. Hecht, O. Pironneau ; « Simulation numérique en C++ » ; Dunod, 2003
- G. Allaire ; « Analyse numérique et optimisation » ; Les éditions de l'école polytechnique, 2005

Prérequis

- Algorithmique et langage C
- Analyse complexe et algèbre linéaire
- Analyse fonctionnelle et différentielle
- Systèmes linéaires et différentiels

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Connaître et comprendre des méthodes de base de discrétisation pour la résolution de problèmes physiques régis par des équations aux dérivées partielles | · | · | ✓ | · | · |
| • Choisir de façon pertinente les paramètres numériques en vue de converger vers la solution | · | · | ✓ | · | · |
| • Utiliser des environnements logiciels basés sur les formulations variationnelles | · | ✓ | · | · | · |

Responsable : Yann FAVENNEC

Energies renouvelables

Renewable energy

Volume horaire

| | | | | | |
|------|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 20.5 | | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Plan

1. Conférence introductive
2. Energies renouvelables
 - Pile à combustible
 - Solaire photovoltaïque
 - Solaire thermique
 - Eolien
 - Energie de la mer
 - Biomasse et énergie
3. Etude de cas

Objectifs

Ce cycle de conférences, données par des chercheurs, des industriels ou des personnalités issues d'institutions telles l'ADEME, donne aux étudiants un panorama sur les énergies renouvelables. Des conférences générales permettent tout d'abord aux élèves d'appréhender la problématique dans le contexte global du développement durable. Des conférences, données par des spécialistes, permettent ensuite d'approfondir chaque type d'énergie, sur le plan technique, comme réglementaire, économique et environnemental. Enfin, une pré-étude de faisabilité réalisée par individuellement par chaque élève clos ce cycle de conférences et permet d'évaluer le cours.

Prérequis

- Conduction thermique
- Convection thermique
- Mécanique des fluides
- Thermodynamique
- Développement durable

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Faire un choix d'un type d'énergie renouvelable en fonction du contexte Technique, Economique, Social et Réglementaire | . | ✓ | . | . | . |
| • Réaliser une étude de pertinence pour un besoin donné | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérémie RUPIL

Entrepreneuriat S7

Entrepreneurship S7

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : John KINGSTON

Entrepreneuriat S8

Entrepreneurship S8

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Analyse d'entreprise

Business analysis

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| 4.5 | 6 | | | | 3 |

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

Présentation

Comprendre la dynamique de fonctionnement de l'entreprise, de ses salariés, de ses réseaux et de ses parties prenantes à travers l'analyse de sa gouvernance, de ses modes de décision, de son écosystème d'affaire et d'innovation et de l'ensemble de ses performances.

Plan

- Parties intéressées, Enjeux, Gouvernance et prise de décision
- Diagnostic stratégique, démarche stratégique
- Analyse de la performance au sens large : indicateurs et tableau de bord
- Droits et devoirs du salarié, responsabilités, engagements et autorités.

Objectifs

- Appréhender la démarche stratégique d'un organisme, ses enjeux et ses impacts
- Connaître les droits et devoirs du salarié au sein de son écosystème de travail
- Interpréter les divers indicateurs de performance de l'entreprise.

Références

- A de Baynast, J Lendrevie, J Levy ; Mercator" ; Dunod. Dernières éditions
- F Canart ; Management de la qualité ; Gualino L Extenso Editions
- Henri Mintzberg, Structure et dynamique des organisations (Éd. d'organisation)
- M.Crozier ; A quoi sert la sociologie des organisations (Éd. Seli Arslan)
- S. Robbins, D. DeCenzo, M. Coulter ; Management, l'essentiel des concepts et des pratiques (9ème éd) Ed. Pearson
- <https://www.l-expert-comptable.com/dossiers/evaluer-l-entreprise-reprendre-grace-l-analyse-economique.html>
- <https://www.fao.org/capacity-development/resources/practical-tools/analyse-organizational-performance/fr/>

Prérequis

- Modules :
- Connaissance de l'entreprise
 - Histoire de l'entreprise
 - Simulation de gestion

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Gwenael THOREL

Entreprise : Approches critiques de l'entreprise

Critical approaches of the firm

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 9 | | | | 3 |

Évaluation

Une évaluation : *Exposé*

Présentation

Aborder des visions alternatives à l'entreprise classique et financiarisée.

Plan

- Séance 1 (1h30) : présentation des attendus, introduction aux 4 thèmes d'entreprises alternatives, constitution des groupes, définition classique de l'entreprise, la financiarisation et ses impacts
- Séance 2 (3h) : travail de groupe, réponse aux questions de chaque groupe sur son thème
- Séance 3 (3h) : soutenance des 4 groupes avec à chaque fois un débat.

Objectifs

- Objectif 1 : Rappeler la définition historique classique de l'entreprise
- Objectif 2 : Comprendre les causes et conséquences de la financiarisation des entreprises
- Objectif 3 : Produire une vision « gouvernance » alternative (SCOP et Entreprise à Mission)
- Objectif 4 : Produire une vision « management » alternative (Entreprise libérée et délibérée)

Références

- Carney, B. M., & Getz, I. (2016). Freedom, Inc : How Corporate Liberation Unleashes Employee Potential and Business Performance. International Creative Management.
- Detchessahar, M. (2019). L'entreprise délibérée : refonder le management par le dialogue. Nouvelle cité.
- Dujarier, M.-A. (2017). Le management désincarné : enquête sur les nouveaux cadres du travail. La découverte.
- Gomez, P.-Y. (2013). Le travail invisible : enquête sur une disparition. Paris : F. Bourin.
- Les statuts juridiques de l'entreprise (Dessine-moi l'éco)
- Rendre le travail visible : la solution pour sortir de la crise (Dessine moi l'éco)

Prérequis

Avoir suivi les modules :
Entreprise : histoire et connaissance de l'entreprise (S5)
Entreprise : simulation d'entreprise (S6)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Roland BESSEY

Entreprise : Concevoir le management du futur

Designing the tomorrow's management

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 3 | 6 | | | | 3 |

Évaluation

Une évaluation : *Grille d'évaluation*

Présentation

Amener les étudiants à concevoir un jeu sérieux qui permet aux joueurs de rencontrer et d'arbitrer des situations possibles coopérations de dons et d'engagement.

Plan

3H CM : Présentation des concepts nécessaires à la conception d'un jeu sérieux

3H TD : Conception et test du jeu

1H30 TD : Amélioration du jeu

1h30 TD : Test final du jeu

Objectifs

Partie "don" :

- Définition économique et sociologique du don
- Modèle des 4 étapes d'une dynamique de don
- Illustration par un cas concret

Partie "mise en place d'une méthode de conception d'un jeu sérieux" :

- Présentation des théories du fun et du flow
- Présentation des spécificités des jeux sérieux
- Présentation du fonctionnement d'un jeu.

Références

Partie don :

L'entreprise une affaire de don (Collectif, 2016)

Recevoir pour donner (Collectif, 2016)

Partie Jeux sérieux :

Theory of Fun for Game Design, Raph Koster, O'Reilly Media; Second edition, ISBN ? 978-1449363215

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | . | ✓ | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | . | ✓ | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | . | . | ✓ | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | . | . | ✓ | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Roland BESSEY

Entreprise : Connaissance de l'entreprise et entrepreneuriat

Business knowledge and entrepreneurship

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|------|----|------|-----|-------|
| 3 | 13.5 | | | | 4 |

Évaluation

Une évaluation : *Etude de cas*

Présentation

Acquérir une culture descriptive et historique de l'entreprise ou de l'organisation et une compréhension des logiques liées à l'entrepreneuriat.

Plan

Partie Histoire (10.5h) : présentation historique (vocabulaire, courants, typologies)

Partie Entrepreneuriat (4.5h) :

3h : Présentation de la démarche de vente et exercices de ventes

1.5h : Utilité du business plan, exemples et BMC

Partie Connaissance de l'entreprise (15h) :

- Organisation de l'entreprise : structure et moyens de coordination, parties prenantes (internes et externes)

- Fonctions de l'entreprise : achats, logistique, production, R&D, marketing, Ressources Humaines, finance/comptabilité

Pour chaque fonction, seront abordés les enjeux (productivité/flexibilité, qualité, SST,...), l'évolution, les différents métiers et le positionnement de l'ingénieur.

Objectifs

- Expliquer l'importance de la perspective historique pour l'analyse de toute entreprise
- Connaître les enjeux et les missions des différentes fonctions de l'entreprise
- Mesurer l'importance de la communication inter-fonctions et du système d'information
- Appréhender les enjeux et les contraintes pour l'ingénieur, en relation avec ces différentes fonctions et les différentes parties prenantes
- Prendre en compte la notion d'entrepreneuriat et le business model canvas : expliquer la signification et le périmètre de la notion d'entrepreneuriat du modèle d'entreprise (Business model) et du Business model Canvas
- Initier une démarche de vente.

Références

? Cyr, A. (2009). Les représentations entrepreneuriales, sous la direction de Louis Jacques Filion et Christian Bourion, Paris, Eska, 2008, 262 p. Revue internationale PME Économie et gestion de la petite et moyenne entreprise, 22(3-4), 174-176.

? Henri Mintzberg, Structure et dynamique des organisations (Éd. d'organisation)

? <http://www.laurentdehouck.fr/enseignements/histoire-des-idees-sur-les-organisations/>

? M. Bidan et Y. Livian (2022), les grands auteurs aux frontières du management (Editions EMS)

? M.Crozier ; A quoi sert la sociologie des organisations (Éd. Seli Arslan)

? Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models : Origins, present, and future of the concept. Communications of the association for Information Systems, 16(1), 1.

? Ramadani, V. (2009). Business angels : who they really are. Strategic Change : Briefings in Entrepreneurial Finance, 18(7?8), 249-258.

? S. Robbins, D. DeCenzo, M. Coulter ; Management, l'essentiel des concepts et des pratiques Ed. Pearson.

? Sarasvathy, S. D. (2001). Causation and effectuation : Toward a theoretical shift from economic inevitability to entrepreneurial contingency. Academy of management Review, 26(2), 243-263.

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Luc OILI

Entreprise : Démarche QSE 1

Quality, security and environmental approaches (QSE1)

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 3 | 3 | | | |

Évaluation

Une évaluation : *QCM+exercices*

Présentation

- Comprendre les leviers des systèmes de management QSE et de la maîtrise opérationnelle QSE pour pouvoir contribuer à son niveau (Salarié, Hiérarchique, Pilote de processus...)
- Maitriser les outils SWOT, PDCA, AMDEC, Pareto, Ishikawa, etc.

Plan

QSE partie 1 : Démarche qualité (7h30)

1. Termes et définitions (1h15)

? Différence Norme et réglementation avec des exemples

? Différence certification et label avec des exemples

? QCM et correction

2. Ecosystème réglementaire et normatif général (1h15)

? Organisation générale de la réglementation française

? Organisation générale de la normalisation

? Présentation du groupe AFNOR et de son rôle

? La structure commune des normes ISO

? QCM et correction

3. Introduction à la certification intégrée (1h30)

? Les 7 principes de la qualité et intérêt de la certification

? Termes et définitions de l'ISO 9001 : 2015

? QCM et correction

4. Approche processus et évaluation des risques (1h30)

? Chapitre 4 avec approche processus et élaboration d'une analyse SWOT et AMDEC

? Etude de cas : échec de la voiture LOGAN en Inde

5. Les 6 chapitres de la normes ISO 9001 (1h30)

? Chapitres 5, 6, 7, 8, 9 et 10

? Exercice de Pareto et 5M pour gérer les non conformités

? Etude de cas : Autoévaluation du SMQ d'un aéroport.

Objectifs

- Comprendre l'intérêt de la certification intégrée QSE ainsi que la structure des normes ISO avec les 10 chapitres et la roue de Deming PDCA.
- Identifier, prendre en compte et contribuer à satisfaire les parties prenantes internes et externes pour l'ISO 9001 (Qualité), ISO 14001 (Environnement) et ISO 45001 (SST)
- Maitriser la cartographie des processus avec des exercices pratiques
- Maitriser les outils d'analyse SWOT et AMDEC
- Réaliser une autoévaluation des 3 systèmes de management QSE
- Comprendre les techniques d'audit avec réalisation d'un programme et plan d'audit.

Références

- Ressources documentaires disponibles sur madoc :
- o Le Code du travail numérique
 - o Code de l'environnement LEGIFRANCE
 - o Les aventures de Napo vidéos d'animation INRS pour sensibilisation à la sécurité au travail
 - o Publications et outils de l'INRS Institut national de recherche et de sécurité
 - o AIDA : Site web des textes réglementaires du Ministère en charge de l'environnement
 - o Les fiches sur le fonctionnement des principales institutions de la République, l'organisation de l'Union européenne et les relations internationales

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| ● Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| ● Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | . | ✓ | . | . | . |
| ● Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| ● Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Démarche QSE 2

Quality, security and environmental approaches (QSE2)

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 6 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *QCM+exercices*

Présentation

- Comprendre les enjeux liés aux exigences réglementaires et normatives
- Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche d'information
- Maîtriser le QQOQCCP, l'Ishikawa, l'ITaMaMI, Le DU et l'arbre des causes.

Plan

QSE partie 2 : Démarche SSE (7h30)

I. Démarche SST ISO 45001 (3h30)

? Les fondamentaux de la Santé et Sécurité au Travail (SST) avec les termes et définitions de la norme.

? QCM et correction

? Droits et obligations au travail

? Dangers, risques et prévention INRS

? Exercice d'élaboration de Document Unique DU

? Gestion des accidents et situations d'urgence

? Exercice d'analyse d'accident de travail avec ITaMaMi

II. Démarche Environnementale ISO 14001 (4h)

1. La réglementation ICPE (1h)

? Présentation de la réglementation et du statut SEVESO

? Présentation des deux règlements européens REACH et CLP ainsi que l'étude de danger

? QCM et correction

? Utilisation et simulation du risque chimique avec ALOHA

2. Etude de cas d'un accident industriel (3h)

? Exemple d'un accident industriel : Bhopal

? Présentation vidéo du déroulement de l'accident

? Elaboration d'une analyse avec les 3 outils QQOQCCP, 5M (Ishikawa) et la séquence des événements

? Proposition des 10 sujets d'accidents industriels à étudier

Chaque binôme évalue un accident industriel en se basant sur le rapport ARIA et l'exemple de l'étude de cas Bhopal

? Présentation orale de 10 min de l'accident étudié.

Objectifs

? Connaître les exigences normatives de l'ISO 45001 et de l'ISO 9001

? Réaliser un Document Unique DU à partir de situations à risques

? Prendre en compte les enjeux environnementaux avec la réglementation ICPE et la familiarisation avec l'outil de classement SEVESO d'une installation

? Prendre en compte les conséquences du non-respect des exigences avec le cas d'accident industriel Bhopal (Utilisation de la séquence/arbre des événements INERIS)

? Réaliser une étude REX d'un accident industriel en utilisant les outils MARP

? Présenter oralement l'accident industriel avec les enseignements tirés.

Références

Références ou ressources documentaires disponibles sur madoc :

- Les fiches sur le fonctionnement des principales institutions de la République, l'organisation de l'Union européenne et les relations internationales
- Publications et outils de l'INRS Institut national de recherche et de sécurité
- Rapports détaillés des accidents industriels sur la base de donnée ARIA
- Outils MARP de Techniques de l'Ingénieur.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | . | ✓ | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Gestion de projet 1

Project management 1

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| 4.5 | | 3 | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Entreprise : Gestion de projet 2

Project management 2

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 15 | | | | 3 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Appréhender les aspects financiers de la gestion de projet et notamment le retour sur investissement (ROI)

Analyser, décrire et quantifier un travail réellement réalisé.

Entendre un retour d'expérience ou une présentation de la gestion de projet dans un secteur économique proche de la spécialité technique et professionnelle des étudiants.

Plan

3h CM : Retour d'expérience d'un acteur du secteur socio-économique proche de la spécialité de l'étudiant

7.5h TD : Finance

4.5h TD : Analyse du travail

Objectifs

Partie finance (7.5h TD) :

- Connaître les notions de taux d'intérêt simples et composés
- Savoir calculer un emprunt et une renégociation d'emprunt
- Savoir calculer simplement un retour sur investissement et intégrer dans cette réflexion le choix du mode de financement

Partie analyse du travail (4.5h TD) :

- Caractériser les temps de travail valorisés, visibles, masqués
- Caractériser les espaces de libertés au travail
- Caractériser les outils de mesure du travail
- Caractériser le travail « bien fait » ou « reconnu »
- Aborder les notions de harcèlement moral, d'injonctions contradictoires et de souffrance au travail

Partie retour d'expérience métier (3h CM) :

- Présentation et discussion autour de la gestion de projet avec un intervenant du monde socio-économique proche de la spécialité de l'étudiant.

Références

Partie analyse du travail : PIERRE VERMERSCH, 1994 « L'entretien d'explicitation », ESF éditeur

Prérequis

Le cours de Gestion de Projet 1 au semestre 6 favorise la compréhension de cours Gestion de Projet 2.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | . | ✓ | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : John KINGSTON

Entreprise : Histoire de l'entreprise et Simulation de gestion d'entreprise

History of organizations and Accounting business game

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 9 | 10.5 | 12 | | | 5 |

Évaluation

Une évaluation : *Soutenance + CC*

Présentation

Appréhender le marketing, la stratégie d'entreprise et la gestion d'entreprise de façon ludique sur la base d'une mise en application simulant la gestion d'entreprise sur plusieurs années, le tout dans un univers concurrentiel.

Plan

- Points théoriques en marketing, gestion et communication
- Simulation de gestion d'entreprise en groupe
- Oral de présentation de l'expérience vécue.

Objectifs

- Objectif 1 : acquérir les bases du marketing et de la gestion
- Objectif 2 : Mettre en application les éléments théoriques sur la base de la simulation dans laquelle il est demandé, tout au long de la simulation, de rendre des calculs précis et de rendre compte de la stratégie déployée
- Objectif 3 : Savoir rendre compte de manière synthétique de l'expérience vécue au sein d'un groupe
- Objectif 4 : savoir travailler en groupe et prendre en compte les divergences et les avis de chacun.

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Entreprise : Management des personnes

People and team management

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 10.5 | | | | 6 |

Évaluation

Une évaluation : *DS*

Présentation

Comprendre le rôle d'un manager et ses paradoxes, les enjeux du management du travail, les comportements individuels et collectifs.

Se préparer à assumer un jour des fonctions d'encadrement d'équipe.

Plan

- 1) Apports et vidéos E.MORIN / complexité
- 2) Histoire tailleur de pierre + exercice dictionnaire + video leadership Cristol
- 3) Auto-évaluation PCM + exercice "je suis formidable" + pyramide personnalité
- 4) Mise en situation / styles de management et canaux de communication
- 5) Mise en situation boîte à outils managériale
- 6) Divers exercices d'intelligence collective et de cohésion d'équipe

Objectifs

- 1) Comprendre les nouveaux enjeux du management « moderne », la complexité de notre système et paradoxes du management dans la complexité (TPN1)
- 2) Se positionner dans son rôle de manager, vis-à-vis de l'équipe, et être reconnue par elle. Différencier manager et leader, identifier les complémentarités, caractériser les différentes postures (TPN6)
- 3) Repérer que sa façon spontanée de manager est liée à sa personnalité. Mieux se connaître pour mieux s'adapter (TPN2)
- 4) Gérer la relation managériale en utilisant les bons canaux de communication et un langage adapté...en fonction de la personnalité dominante de mon interlocuteur (TPN2)
- 5) Connaître les grands types d'outils du manager pour piloter l'activité et savoir les utiliser de façon pertinente (TPN4)
- 6) Donner à son management une dimension collective, cultiver l'esprit d'équipe. Appréhender les comportements collectifs (TPN 2&4)

Références

- Le chaos Management / Tom Peters / Interéditions
- Manager dans la complexité / Dominique Genelot / Insep Editions
- Les responsables porteurs de sens / Vincent Lenhardt / Insep Editions
- De la performance à l'excellence / Jim Collins / Village Mondial
- Comment leur dire / Gérard Collignon / Interéditions
- Communiquer, motiver, manager en personne / Taibi Kahler / Interéditions
- Vidéos d'Edgar Morin sur la complexité / Youtube
- Management et communication : 100 exercices / Denis Cristol / ESF editeur

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Anouk GREVIN

Evaluation stage 3A

3A internship Assesment

Volume horaire

CM TD TP Proj Sta Tpers

Évaluation

Une évaluation : *Rapport de stage 3A*

Présentation

Le stage de 3ème année donne lieu à un rapport évalué dans les départements au S7. L'évaluation du rapport prenant en compte la forme du rapport et vérifie qu'au moins 4 des 7 items cités ci-dessous sont bien questionnés par l'étudiant.

- Valeurs et culture de l'entreprise ;
- Stratégie de l'entreprise ;
- Situation économique et financière, pratiques de gestion ;
- Organisation - Organigramme - Structure ;
- Le développement durable ;
- Santé - Sécurité - Conditions de travail ;
- Management - Relations humaines - Climat social.

Un retour après correction du rapport est fait auprès de l'étudiant par le correcteur.

Responsable : Vincent SOBOTKA

Evaluation stage 4A

4A Internship Assesment

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | | | | | 20 |

Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

Présentation

Le stage de 4ème année donne lieu à un rapport évalué dans le département au S9. Le rapport de stage doit mettre en valeur le travail et doit permettre à l'enseignant-tuteur de comprendre ce qui a été fait, et quel a été l'apport personnel au sein d'une équipe et dans un contexte donné. Pour la rédaction du rapport qui ne peut dépasser une quarantaine de pages, il est demandé de rédiger des parties spécifiques portant sur :

- la présentation de l'entreprise ou du laboratoire ;
- la présentation du sujet et des objectifs ;
- une partie bibliographique ou de recherche documentaire ;
- une présentation et analyse des résultats ;
- une conclusion qui inclut les apports du stage.

Responsable : Vincent SOBOTKA

Explorations interculturelles - s8

Intercultural explorations

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s7

French as a Foreign Language for engineering students

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Français Langue Etrangère pour étudiants ingénieurs - s8

French as a Foreign Language for engineering students

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Froid industriel

Technology in Refrigerating Plant

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 35 | | 4 | | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- *CR Proj*
- *TP2*
- *TP1*

Plan

1. Technologie
 - Le circuit frigorifique de base
 - Technologie des compresseurs (pistons, centrifuges, spiroorbitaux et vis)
 - Lubrification et huiles frigorifiques
 - Les fluides frigorigènes (contexte et contraintes d'utilisation)
 - Les systèmes de détente et d'alimentation des évaporateurs
 - Technologie des évaporateurs et des condenseurs
 - Climatisation automobile
2. Bilan frigorifique
 - Apports de chaleur annexes
3. Utilisation des diagrammes enthalpiques
 - Etude de différents cycles frigorifiques (simple et double étage, injection totale et partielle)
 - Détermination des compresseurs et échangeurs
4. Visite d'usine

Objectifs

Ce cours, très axé sur la technologie des installations frigorifiques, doit permettre de comprendre les enjeux énergétiques et les contraintes environnementales rencontrés dans ce domaine.

Les exercices d'application sur diagrammes enthalpiques permettent d'apprécier les critères d'amélioration

des performances. L'étudiant peut ainsi acquérir les bases des compétences demandées dans le milieu du "froid".

Références

- W. Maake, H.J.Eckert et J.L.Cauchepin; « le Pohlmann »
- PJ Rapin et P Jacquard; « Installations Frigorifiques » ; PYC Editions
- HUGO NOACK et Rolf Seidel; « Pratique des installations frigorifiques » ; PYC Editions
- « la Revue Générale du Froid » ; AFF
- « la Revue Pratique du Froid »

Prérequis

- Systèmes énergétiques
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale
- Turbomachines

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • choisir et dimensionner les compresseurs et échangeurs d'une installation frigorifique | . | . | ✓ | . | . |
| • connaître les différents cycles frigorifiques et comparer leurs performances | . | . | ✓ | . | . |
| • connaître les principales réglementations en vigueur | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Christophe JOSSET

Grammaire et anglais professionnel 1 - s5

Grammar and professional English 1

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 40 | | | | |

Évaluation

2 évaluations :

- *CC*
- *DS*

Grammaire, TOEIC et anglais professionnel 2 - s6

Grammar, ToEIC and professional English 2

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 39 | 2 | | | |

Évaluation

3 évaluations :

- *CC*
- *Tutorat*
- *ToEIC*

Humains : Education physique et sportive 1

Physical education and sport 1

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 21 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |
| • Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche | ✓ | . | . | . | . |
| - Trouver l'information pertinente - Compétence informationnelle | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre sa juste place dans une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer ses capacités physiques, psychiques et émotionnelles | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 2

Physical education and sport 2

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 21 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
 - 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |
| • Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche | ✓ | . | . | . | . |
| - Trouver l'information pertinente - Compétence informationnelle | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre sa juste place dans une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer ses capacités physiques, psychiques et émotionnelles | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 3

Physical education and sport 3

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 21 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Education physique et sportive 4

Physical education and sport 4

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 19.5 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Former par la pratique EPS un ingénieur, citoyen cultivé, leader responsable autonome, physiquement et socialement éduqué.

Plan

- 1) Développer et améliorer sa SANTE
 - S'engager dans un effort (intensité/durée)
 - Analyser et comprendre les causes et effet de d'une action.
- 2) Mieux se connaître :
 - Découvrir ses ressources et capacités physiques et mentales
 - Améliorer sa confiance en soi en travaillant sur l'estime de soi
 - Concept L'écologie personnelle
- 5 "menus" de 3 disciplines sportives sont proposés aux étudiants.

Objectifs

- Objectif 1 : Développer et mobiliser ses ressources (émotionnelles/ physiques) pour enrichir sa motricité, la rendre efficace et favoriser la réussite
- Objectif 2 : Développer des savoirs de méthode d'organisation et de gestion des risques et de la sécurité liés aux pratiques
- Objectif 3 : Développer sa capacité de leadership (manager un groupe, capacité à justifier ses décisions, bienveillance, instaurer un climat collaboration et de confiance...)
- Objectif 4 : Améliorer sa SANTE et connaître les grands principes pour être capable de gérer sa vie physique, psychique et sociale tout au long de sa vie.

Prérequis

Être disponible (dans son corps et dans sa tête)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BEZIER

Humains : Négociations individuelles et collectives

Negotiations

Volume horaire

| | | | | | |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 3 | 7.5 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Vidéo*

Présentation

Mettre en situation de négociation individuelle ou collective

Plan

3h CM : Cours sur l'argumentation, l'éthique et le périmètre de négociation, et explication de l'attendu. Début de travail de réalisation d'une vidéo.

4,5h TD : Ateliers de négociations par tranche d'1.5h, gagnant/gagnant, gagnant/perdant, RH, etc.

3h TD : Ateliers d'animation d'une réunion et de prises de décisions collectives.

Objectifs

- Ateliers de mise en situation
- Amener chacun à vivre et conduire une négociation.

Références

Stimec A. ; « La négociation » ; Dunod

Fisher, Ury ; « Comment réussir une négociation » ; Seuil

Prérequis

Visionner en préalable la valise pédagogique.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | . | ✓ | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : John KINGSTON

Humains : Projet Professionnel 5 (journée compétences et simulations d'entretien)

Professional project 5

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 12 | | | | 2 |

Évaluation

Une évaluation : *Présence*

Présentation

Faciliter l'intégration de l'étudiant dans l'environnement professionnel.

Plan

1. Journée compétences : Organisation d'ateliers d'a minima 45 min, animer par des intervenants professionnels experts dans différentes thématiques en lien avec l'organisation et le développement de l'entreprise, la gestion technique, la gestion humaine, l'organisation professionnelle et l'animation d'équipe.
2. Simulations d'entretiens : Mises en situation (format job dating)

Objectifs

Aider l'étudiant à effectuer son propre bilan de fin de parcours et lui transmettre quelques clés et outils afin de faciliter son insertion professionnelle; notamment en :

- ? Favorisant sa recherche de stage de fin d'étude en lien avec son projet professionnel,
- ? Sachant se présenter à un futur recruteur de manière structurée, avec réalisme quant à ses compétences validées et restant à acquérir ; basant son argumentation sur des exemples concrets
- ? Sachant interagir et communiquer sereinement et efficacement avec les différents clients et professionnels, quelle que soient leurs fonctions et statuts.
- ? Ayant notion d'outils facilitant le travail en équipe
- ? Apprenant à trouver son équilibre vie personnelle et vie professionnelle (valeurs, besoins, gestion du temps et de son bien-être) - logique gagnante pour soi et l'entreprise.

Références

Ressources : Évolueront selon les thématiques choisies par les intervenants - en lien avec les TPN et les objectifs de ce module.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |
| • Travailler dans un contexte international et multiculturel | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Projet professionnel 1 et présentation maquette

Professional project 1

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| 1.5 | 12 | | | | 4.5 |

Évaluation

Une évaluation : *Contrôle continu*

Présentation

Se positionner de façon ajustée dans la relation interpersonnelle.

Plan

PARTIE 1 (12h) : SE CONNAITRE, FAIRE CONNAISSANCE et COMMUNIQUER

Séance 1 (3h) : Faire un point d'étape sur mon parcours

Séance 2 (3h) : Mieux me connaître

Séances 3 et 4 (2x3h) : Les fondamentaux de la communication interpersonnelle.

PARTIE 2 (4.5h) : CONSTRUIRE ET AMELIORER SON CV

Objectifs

- Découvrir les éléments fondamentaux de la communication
- Mieux comprendre son mode de fonctionnement
- Savoir expliquer son mode de fonctionnement en relevant ses atouts et axes de progression
- S'approprier les bases d'une communication efficace : attitude assertive, écoute active, message clair et structuré, éviter les tensions et les conflits
- Construire et consolider des outils facilitateurs dans la recherche d'emploi

Références

- DE LASSUS René, L'analyse transactionnelle : une méthode révolutionnaire pour bien se connaître et mieux communiquer, Marabout (Savoir pratique n3516), 2013, 288 p., ISBN 2501085493
- DE LASSUS René, La communication efficace par la PNL, Marabout (Bien-être - Psy), 2019, 288 p., ISBN 2501089499
- DE LASSUS René, L'ennéagramme : les 9 types de personnalités, Marabout (Poche Psy n3568), 2019, 288 p., ISBN 2501084950
- DE MONICAULT Frédéric / RAVARD Olivier, 100 questions posées à l'entretien d'embauche, Jeunes Editions (Guides J), 2004 (3e édition), 182 p., ISBN-10 : 2844724221 / ISBN-13 : 978-2844724229
- LEONARD Thomas J., The portable coach, Simon & SCHUSTER, 1999, 336 p., ISBN-10 : 0684850419 / ISBN-13 : 9780684850412
- ROSENBERG Marshall B., Les mots sont des fenêtres (ou bien ce sont des murs) : initiation à la communication non-violente, La Découverte, 2016, 320 p., ISBN 2707188794
- www.16personalities.com
- www.acnv.com

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | ✓ | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Projet professionnel 2 (CV)

Professional Project 2

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| | 4.5 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CV rendu*

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Projet professionnel 3 (réseaux sociaux)

Professional project 3

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 6 | | | | 6 |

Évaluation

Une évaluation : *Profil linkedin+rdv*

Présentation

Démontrer une capacité à organiser des RDV professionnels et à en tirer profit.

Objectifs

Organiser des entretiens en ligne ou en réel.

Références

Grant : Givers & Takers TED

Prérequis

Projet professionnel 1

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | . | . | ✓ | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | . | ✓ | . | . | . |
| • Travailler dans un contexte international et multiculturel | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : John KINGSTON

Humains : Projet professionnel 4

Professional Project 4

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 12 | | | | 5 |

Évaluation

Une évaluation : *Oral*

Présentation

Clarifier son projet professionnel et savoir le présenter à l'oral dans différentes circonstances (entretien réseau, entretien d'embauche individuel ou collectif, salon étudiants...)

Plan

Format : 4 séances de 3h TD

Séance 1 : Mes caractéristiques et compétences personnelles et professionnelles

I- Présentation du module, de ses objectifs, des attendus pour l'évaluation

II- Rappels et échanges autour de la notion de projet

III- Travail sur son profil (valeurs, aspirations, compétences, savoir-être, traits de personnalité)

Séance 2 : Explorer mon secteur, choix de mon option, définition de mon projet

I- Recherche sur le secteur de métier et le marché

II- Repérer deux entreprises et remplir la fiche de renseignement

Séances 3 et 4 : Présentation orale de mon projet / Finalisation du dossier écrit

Objectifs

? Comprendre et décrypter les sources d'informations relatives au marché de l'emploi selon les secteurs et métiers envisagés

? Identifier ses compétences, caractéristiques et savoir-faire et savoir les mettre en lien avec le projet repéré

? Construire et déployer un argumentaire à l'écrit et à l'oral permettant de se mettre en avant.

Références

"Le Carnet de Route universitaire et professionnel" - SUIO de l'Université de Nantes - 2008

Prérequis

Avoir suivi les modules :

- Projet professionnel 1 (S5)

- Connaissance de l'entreprise (S5)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |
| • Travailler dans un contexte international et multiculturel | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Sylvaine GAUTIER

Humains : Savoir-être

Soft skills

Volume horaire

| | | | | | |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 7.5 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *Examen :cas pratique*

Présentation

- Préparer le stage de « découverte de l'entreprise » de fin de 3A :
- en proposant de voir l'entreprise avant tout comme un collectif humain plutôt que comme un ensemble de contrats entre individus
 - en montrant que "savoir-être" en entreprise consiste avant tout à gérer des relations interpersonnelles.

Plan

Séance 1 (3h) :

- Présentation du cours et de ses objectifs
- Théorie des jeux et coopération
- La coopération suppose la confiance.

Séance 2 (3h) :

- Récapitulatif séance 1
- La confiance suppose des dynamiques de don
- Fonctionnement des dynamiques de don
- Etude d'un cas blanc

Séance 3 (1.5h) :

- Récapitulatif séance 2
- Correction du cas blanc
- Examen final : cas noté.

Objectifs

- Mieux comprendre son propre comportement en entreprise
- Connaître le dilemme du prisonnier et ses limites
- Comprendre comment la confiance entre collègues évolue avec le temps
- Comprendre la notion de point de vue
- Mettre en articulation/dialogue différents points de vue
- Comprendre ce qu'est une observation d'analyse du travail
- Comprendre ce que signifie le don en entreprise.

Références

- La confiance en gestion : un regard pluridisciplinaire (Boissieu & Oguchi, 2011)
- Trust Rules : How the World's Best Managers Create Great Places to Work (Lee, 2017)
- Give and Take : A Revolutionary Approach to Success (Grant, 2013)
- L'entreprise une affaire de don (Collectif, 2016)
- La théorie des jeux - Science étonnante
- Jeu sur l'évolution de la confiance
- The Office (NBC, 2005)
- Mad Men (HBO, 2007)

Prérequis

- S5 - Humains : projet professionnel 1
- S5 - Entreprise : connaissance de l'entreprise

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les valeurs et les enjeux d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations professionnelles inclusives, constructives et collaboratives | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel et faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |
| • Comprendre et s'adapter au fonctionnement de l'entreprise dans ses différentes dimensions et dans ses dynamiques organisationnelles | ✓ | . | . | . | . |
| • Identifier et et poser une analyse critique des valeurs, règles et pratiques explicites et implicites de l'entreprise | ✓ | . | . | . | . |
| • Développer des relations inclusives, constructives et collaboratives au travail | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre sa juste place dans une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Interagir avec les différents interlocuteurs d'une organisation | ✓ | . | . | . | . |
| • Faire vivre ses compétences tout au long de la vie | ✓ | . | . | . | . |
| • Construire un projet professionnel réaliste et cohérent avec ses aspirations personnelles | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Roland BESSENEY

Initiation à la science des matériaux

Introduction to material science

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|-----|----|------|-----|-------|
| 7.5 | 7.5 | 12 | | | 24 |

Évaluation

3 évaluations :

- *DS*
- *CR TP+SO*
- *CC*

Plan

1. Introduction
2. Liaisons chimiques et propriétés
3. Cristallographie : de la liaison au solide
4. Notions de thermodynamique : diagrammes de phases
5. Microstructures et propriétés
6. Procédés de mise en forme et assemblage : impact sur les propriétés
7. Dégradations des matériaux en cours d'utilisation

Objectifs

Acquérir une culture de science des matériaux afin de pouvoir comprendre les problématiques matériaux rencontrées en domaine industriel, notamment dans les domaines de la thermique et de l'énergie.

Références

Phase diagrams for binary alloys, Hiroaki Okamoto, ASM international; Des Matériaux, Jean-Paul Baïlon, Jean-Marie Dorlot, Presses Internationales Polytechnique; Phase transformations in metals and alloys, David A. Porter, Kenneth E. Easterling, Mohamed Y. Sherif, CRC Press Taylor & Francis Group; Physical Foundations of Materials Science, G. Gottstein, Springer; Introduction to Materials Science for Engineers, James F. Shackelford, Prentice Hall

Prérequis

Thermodynamique et Bases de chimie

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Savoir lire un diagramme de phases | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître les différents phénomènes de corrosion et comment s'en prémunir | ✓ | . | . | . | . |
| • Connaître les liens existant entre les liaisons chimiques, les microstructures et les propriétés des matériaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Savoir lire des diagrammes TRC et TTT | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître les principaux procédés de mise en forme et d'assemblage des matériaux et leurs effets sur les propriétés | ✓ | . | . | . | . |
| • Connaître les principales propriétés des matériaux de structures, savoir ce qu'elles décrivent, comment les mesurer et comment elles peuvent être modifiées | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Laurent COUTURIER

La combustion et sa modélisation

Combustion Modelling

Volume horaire

| | | | | | |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 3 | 7.5 | | | | 7 |

Évaluation

Une évaluation : *SO*

Plan

- Définitions et classifications
 - Flammes de pré-mélange, Flammes de diffusion
 - Combustion laminaire, Combustion turbulente
- Interactions « Chime-Turbulence »
 - Nombre de Damköler
 - Présentation des différentes approches de modélisation (Eddy Break Up, Eddy Dissipation Concept . . .)
- Combustion « di-phasique »
 - Notion d'atomisation
 - Hypothèses régissant l'évaporation et la combustion de gouttelettes liquides
- Applications
 - Simulations d'écoulements réactifs illustrant les différentes approches parmi celles présentées dans le cours.

Objectifs

Il s'agit d'étudier les mécanismes physiques élémentaires présents dans les flammes : transferts de masse, de quantité de mouvement et de chaleur (en régime laminaire ou turbulent) et leurs interactions avec les réactions chimiques. Ces notions permettront d'appréhender la simulation numérique réaliste des écoulements réactifs.

Références

- L. Vervish, D. Veynante, J.P.A.J. van Beek, ; « Turbulent combustion, Lecture series 2005-02 » ; Ed. von Karman Institute for Fluid Mechanics, Belgique, 2005

Prérequis

- Convection thermique (Laminaire et Diphasique)
- Convection thermique et Turbulence
- Mécanique des fluides
- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Reconnaître les différents type de flamme | . | . | ✓ | . | . |
| • Effectuer un choix de modélisation | . | . | . | ✓ | . |
| • Traiter un cas concret de simulation d'un écoulement turbulent réactif | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BELLETTRE

Langue vivante 2 - Langue des signes française - s8

Second foreign language - Sign language

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - espagnol - s7

Second foreign language - Spanish

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - espagnol - s8

Second foreign language - Spanish

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - japonais - s7

Second foreign language - Japanese

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 - japonais - s8

Second foreign language - Japanese

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Langue vivante 2 -Langue des signes française - s7

Second foreign language - Sign language

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Modélisation et Optimisation des Systèmes

Modeling and Optimisation of Energy Systems

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 9 | 12 | | | | 10 |

Évaluation

Une évaluation : *Rapport*

Plan

1. Rappel sur l'analyse exergétique de cycles thermodynamiques
 - Exemple d'application sur un cycle combiné gaz-vapeur
 - Bilan exergétique des échangeurs de chaleur
2. Cycles combinés gaz-vapeur
 - Description générale du cycle
 - Analyse énergétique
 - Etude paramétrique
 - Analyse exergétique
 - Optimisation du cycle : cycle à deux niveaux de pression
 - Performances des cycles combinés représentatifs du marché
3. Analyse exergétique des cycles de réfrigération
 - Exemple d'application de l'analyse exergétique sur une machine frigorifique
 - Production de froid à 3 niveaux de température : analyse exergétique
4. Cogénération
 - Intérêt de la cogénération
 - Critères de performance des installations de cogénération
 - Cogénération par turbine à gaz
 - Cogénération par turbine à vapeur : installations à soutirage et à contrepression
 - Exemple d'application : choix d'une installation de cogénération pour une usine de moulage de pneumatique

Objectifs

Ce cours vient dans la continuité des notions abordées dans le cours de "Systèmes Energétiques" du semestre 7. Dans le cours "Systèmes Energétiques", l'analyse exergétique était introduite et maîtrisée. Dans les cycles thermodynamiques étudiés dans ce cours, elle est utilisée intensivement jusqu'à ce que l'élève-ingénieur en atteigne une réelle expertise. Des cycles énergétiques avancés sont considérés : cycle combiné gaz-vapeur qui permettent d'atteindre des rendements de plus de 50 % et les cycles de réfrigération à plusieurs niveaux de température. Enfin les systèmes de cogénération sont étudiés où l'accent est particulièrement porté sur la valeur énergétique des différentes énergies produites; les rendements pertinents sont mis en évidence. Ce cours s'appuie sur des exemples d'applications d'installations énergétiques concrètes.

Références

- D.E. Winterbone ; « Advanced Thermodynamics for Engineers » ; Arnold, 1997
- Adrian Bejan ; « Entropy Generation Minimization » ; CRC Press, 1996
- Pierre Le Goff ; « Energétique industrielle » ; Technique et Documentation, 1979, Tome

Prérequis

- Mécanique des fluides
- Systèmes énergétiques
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale
- Turbomachines

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Quantifier les dégradations d'énergie dans une opération élémentaire (compression-détente, échange de chaleur, réaction chimique. . .) | . | . | . | ✓ | . |
| • Etre capable d'établir un bilan énergétique et exergetique complet d'une installation industrielle | . | . | . | ✓ | . |
| • Etre capable d'associer à un processus de transfert ou de conversion d'énergie le critère d'efficacité énergétique adéquat. | . | . | . | ✓ | . |

Responsable : Bruno AUVITY

Moteurs diesel, turbines à gaz et à vapeur, chaudières

Diesel Engines, Boilers

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| 15 | 1.5 | | | | 9 |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. Moteurs Diesel
 - Présentation du moteur Diesel (avantages et inconvénients)
 - Rappel de notions théoriques (cycles théoriques et réels - pression moyenne effective - caractéristiques d'utilisation)
 - Problèmes spécifiques aux moteurs Diesel (injection et suralimentation)
 - Présentation de nombreuses illustrations sur la technologie des moteurs
2. Chaudières industrielles et turbines
 - Présentation des chaudières à partir des caractéristiques principales (débit, pression, température, circulation, échanges thermiques. . .)
 - Principaux échangeurs (économiseur, vaporisateur, surchauffeur) : dispositions, technologie
 - Problèmes spécifiques : circulation de l'eau, échanges par convection et rayonnement, architecture
 - Boucles de régulation principales : niveau, pression, surchauffe
 - Sécurités d'exploitation
 - Chaudières de récupération (à l'échappement d'une turbine à gaz)
 - Présentation de nombreuses planches

Objectifs

L'enseignement apporte des connaissances générales sur le moteur Diesel, les chaudières industrielles et leurs problèmes spécifiques.

Références

- R. BRUN; « Science et technique du moteur Diesel industriel et de transports » ; éditions Technip de l'Institut Français du Pétrole
- Techniques de l'Ingénieur
- « Cours chaudières des marines Marchande et Militaire » ; Techniques de l'Ingénieur
- Documentations fournisseurs : SEMT Pielstick, MAN-Sulzer, Babcock, Foster-Wheeler, Stein-Industrie. . .

Prérequis

- Conduction thermique
- Convection thermique
- Mécanique appliquée
- Thermodynamique

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • connaître les caractéristiques énergétiques et environnementales des moteurs, turbines et chaudière | . | ✓ | . | . | . |
| • connaître les contraintes spécifiques à ces équipements | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérôme BELLETTRE

Mécanique appliquée, DAO

Applied Mechanics, DAO

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 10 | 16 | 9 | 9 | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- 1 DS
- CR
- CC

Présentation

A travers l'étude de différents systèmes mécaniques : réducteur, pompe à engrenage, pompe à pistons axiaux, moteur, compresseur, ce cours aborde les aspects pratiques de la mécanique comme la lecture de plan d'ensemble, la manipulation des maquettes numériques, le choix de composants techniques (paliers lisses, vis, engrenages,...) dans des catalogues constructeurs et la conception de solutions d'assemblage simples.

Plan

Partie cours :

Lecture et tracé de plans industriels
Cotation fonctionnelle de plans industriels
Procédés de fabrication
Processus de conception « simplifié »

Partie TP :

prise en main de DAO 3D (CATIA V5)

partie TD :

Études de plans techniques, de solutions technologiques et exercices guidés DAO :

-réducteur marin

-compresseur

-pompe à pistons axiaux

-moteur thermique

partie Micro projet :

Conception d'une solution technique sous CATIA V5 en lien avec une problématique pratique du domaine de la thermique ou de l'énergétique.

Objectifs

- être capable de lire un plan de définition ou un plan d'ensemble d'un système mécanique
- être capable à l'aide de CATIA V5 de :
 - dessiner une pièce
 - réaliser un assemblage
 - réaliser le plan d'une pièce ou d'un assemblage
 - proposer une cotation simple d'une pièce
- être capable de concevoir une solution technique sous la forme d'un assemblage de plusieurs pièces.

Références

Quatremer, R., et al. "Précis de Construction Mécanique, Tome 1, Projets-études, composants, normalisation." (2001).

Fanchon, Jean-Louis. Guide des sciences et technologies industrielles. Nathan, 2013.

Esnault, Francis. Construction mécanique. Dunod, 1993.

Aublin, Michel. "Systèmes mécaniques." (1992).

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Etre capable à l'aide de CATIA V5 de : dessiner une pièce, réaliser un assemblage, tracer un plan de pièce. | · | · | ✓ | · | · |
| • Savoir lire un plan d'un système mécanique classique (reducteur, moteur, pompe,...) | · | · | ✓ | · | · |
| • Etre capable de concevoir un assemblage mécanique afin de répondre à une problématique technique en lien avec le domaine de la thermique ou de l'énergétique. | · | · | ✓ | · | · |

Responsable : Jérémie RUPIL

Mécanique des Composites

Composites Mechanics

Volume horaire

| | | | | | |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 15 | 1.5 | | | | 7 |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- TP

Plan

1. Généralités sur l'effet du renforcement mécanique par des fibres
2. Lois de comportement anisotropes en élasticité linéaire
3. Comportement mécanique des plaques stratifiées : théorie simplifiée de Kirschhoff-Love, matrices de rigidité intégrées
4. Mécanismes de rupture et critères de dimensionnement
5. Exercices d'application

Objectifs

Fournir les connaissances de base sur les effets mécaniques du renforcement par des fibres, les lois de comportement anisotropes en élasticité linéaire. Comprendre les effets de l'agencement des plis pour les composites stratifiés, notamment le phénomène de couplage traction-flexion. Etre capable de concevoir l'architecture d'un stratifié composite pour un chargement donné.

Références

Matériaux Composites, J-M Berthelot, Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 2005. Matériaux Composites, F. Gay, Hermès Science Publications, 2005. Généralités sur les matériaux composites, L. Gornet, Ecole Centrale de Nantes, 2008.

Prérequis

Connaissances de base en mécanique des milieux continus et mécanique des matériaux (contraintes, déformations, lois de comportement en mécanique)

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Connaître les grands principes du renforcement par des fibres | . | . | ✓ | . | . |
| • Maîtriser les concepts d'élasticité anisotrope et les conséquences des symétries matérielles sur le comportement macroscopique | . | . | ✓ | . | . |
| • Comprendre le principe de la théorie des plaques | . | ✓ | . | . | . |
| • Savoir concevoir et dimensionner un composite stratifié pour un état mécanique donné | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Steven LE CORRE

Mécanique des Fluides

Fluid Mechanics

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-------|-------|----|------|-----|-------|
| 18.75 | 21.75 | 20 | | | 30 |

Évaluation

3 évaluations :

- *TP*
- *DS1*
- *DS2*

Plan

1. Introduction
 - Notion de Fluide
 - Propriétés des Fluides
 - Descriptions des Ecoulements (Cinématique)
2. Statique des fluides
3. Relations intégrales sur un volume de contrôle
 - Bilans de conservation (masse, quantité de mouvement, énergie)
 - Equation de Bernoulli
4. Relations différentielles pour une particule fluide
5. Analyse dimensionnelle et similitude
6. Ecoulements visqueux dans les conduites
7. Théorie de la couche limite
 - Equations de la couche limite
 - Forces sur les obstacles
8. Ecoulements potentiels

Objectifs

Ce cours est conçu comme un cours de base en mécanique des fluides pour l'ingénieur. De nombreuses applications finalisées sont étudiées. Les concepts fondamentaux sont établis et permettent de présenter des phénomènes physiques à la base de la convection.

Références

- Franck WHITE ; « Fluid Mechanics » ; MC Graw Hill, 2003
- Etienne GUYON ; « Hydrodynamique Physique » ; EDP Sciences, 2001
- Hermann SCHLICHTING ; « Boundary layer theory » ; MC Graw Hill, 1979

Prérequis

Thermodynamique, Mécanique des milieux continus, Mathématiques pour l'Ingénieur.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Comprendre les phénomènes fondamentaux de la mécanique des fluides | . | . | ✓ | . | . |
| • Concevoir et dimensionner des équipements hydrauliques et aérodynamiques | . | ✓ | . | . | . |
| • Calculer et mesurer les efforts exercés par un écoulement sur un obstacle/paroi | . | . | ✓ | . | . |
| • Calculer et mesurer les champs de vitesse et de pression dans les écoulements | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Ahmed GUELED

Mécanique des Structures

Structural Mechanics

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-------|-------|----|------|-----|-------|
| 16.25 | 21.25 | 15 | | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- *TP*
- *DS1*
- *DS2*

Plan

Sollicitations internes - Diagrammes des sollicitations
Critères de résistance - Sécurité
Théorie des poutres : Traction, Compression, Flexion simple
Cisaillement technologique, cisaillement dans les poutres fléchies, Torsion simple
Sollicitations combinées
Etude des poutres à parois minces (profilés)
Méthodes énergétiques
Thèmes des TP :
Mesures de caractéristiques géométriques et mécaniques
Portiques isostatique et hyperstatique
Cisaillement dans les parois minces
Concentrations de contraintes, Photoélasticimétrie
Modélisation et simulation numérique d'un problème de structure

Objectifs

Calculer les sollicitations internes dans un solide déformable
Calculer contraintes et déformations dans une structure
Dimensionner à l'aide de critères, vérifier par simulation numérique
Caractériser mécaniquement un matériau
Optimiser par choix du matériau et des dimensions

Références

Résistance des matériaux par Giet & Géminard - Editions Dunod
Résistance des matériaux par Kerguignas & Caignaert - Editions Dunod
Résistance des Matériaux par A. Bazergui - Editions Polytech. Montréal

Prérequis

Mécanique générale : Statique des solides
Mécanique des milieux continus : Théorie de l'élasticité

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Calculer les sollicitations internes dans un solide déformable | . | . | ✓ | . | . |
| • Calculer contraintes et déformations dans une structure | . | . | ✓ | . | . |
| Dimensionner à l'aide de critères, vérifier par simulation numérique | | | | | |
| • Caractériser mécaniquement un matériau | . | . | ✓ | . | . |
| Mesurer des déformations | | | | | |

Responsable : Steven LE CORRE

Mécanique des vibrations

Mechanical Vibrations

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|------|------|-----|------|-----|-------|
| 10.5 | 12.5 | 9.5 | | | 10 |

Évaluation

2 évaluations :

- *CR TP*
- *DS*

Plan

Contenu des cours :

-Généralités : Domaine d'application, Position du problème, Théorie linéaire des vibrations, Différents régimes d'oscillations.

-Systèmes à un degré de liberté : Oscillations libres des systèmes non amortis, Oscillations libres des systèmes amortis, Oscillations en régime permanent, Oscillations en régime impulsionnel,

-Systèmes à plusieurs degrés de libertés : Equations du mouvement, Oscillations libres des systèmes non amortis, Oscillations libres des systèmes amortis, Oscillations en régime permanent, analyse spectrale, analyse modale.

Contenu des Travaux dirigés :

Equations du mouvement, Equations de Lagrange, Détermination des réponses libres et forcées, Analyse modale, Analyse spectrale.

Contenu des Travaux Pratiques : Oscillations linéaires libres ou forcées, amorties ou non ; Banc d'équilibrage : analyse de spectre (FFT), modes propres, Table vibrante : amortissement dynamique (FFT).

Objectifs

Ce cours est consacré à la modélisation et la résolution des phénomènes de vibrations dans les solides. On considère les systèmes à 1 et plusieurs degrés de liberté. Les fréquences propres et des modes de vibrations, résonance, phénomène de battement, l'effet de l'amortissement, et des méthodes pour éviter les vibrations excessives sont détaillées.

Références

- M. Del Pedro ; « Mécanique vibratoire » ; Presses polytechniques romandes, 1992
- M. Lalanne ; « Mécanique des vibrations linéaires » ; Masson, 1992
- A. Leclercq ; « Physique des ondes et des vibrations » ; Lavoisier, 1993

Prérequis

- Mécanique générale
- Résistance des matériaux

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Devenir compétent dans la modélisation et l'analyse de systèmes à 1 degré de liberté, vibrations libres, transitoires et vibrations forcées en régime établi, amortissement visqueux. | . | . | ✓ | . | . |
| • Devenir compétent dans la modélisation et l'analyse des systèmes à plusieurs degrés de liberté- équations de Lagrange, analyse modale | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Vincent SOBOTKA

Mécanique générale

General Mechanics

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-------|----|------|-----|-------|
| 15 | 21.25 | 15 | | | 30 |

Évaluation

4 évaluations :

- *TP*
- *DS1*
- *DS2*
- *CC*

Présentation

Ce cours présente les grands principes de la mécanique du solide indéformable Newtonienne (principe fondamental de la statique et de la dynamique, principe des puissances virtuelles, théorème de l'énergie cinétique et équations de Lagrange) ainsi que les méthodes de résolution de problèmes simples.

Plan

1. Introduction (notion de modélisation et hypothèses fondamentales)
2. Repérage/Paramétrage de la position d'un solide
3. Description des mouvements d'un solide (Cinématique du Solide)
4. Modélisation des actions mécaniques (Statique du Solide)
5. Principe Fondamental de la Statique
6. Géométrie des masses
7. Cinétique/Dynamique du solide
8. Approche énergétique
9. Equations de Lagrange

Objectifs

Méthodes de modélisation et de résolution d'un problème de mécanique relatif au point matériel et au solide pesant indéformable :
Calcul d'efforts, de vitesses et d'accélération, d'énergies mécaniques ;
détermination des équations de mouvement.

Références

- J.C. Bône; « Mécanique générale » ; Dunod, 1984
- McLean & Nelson; « Engineering Mechanics » ; Schaum - Metric edition, 1980
- J.L Fanchon "Guide de Mécanique" ; Nathan technique, 2008
- S. Pommier "Mécanique Générale" ; Dunod, 2010

Prérequis

Mathématiques niveau L2 :
calcul vectoriel
intégrales, dérivées
Résolution d'équations différentielles

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Repérer et paramétrer un ensemble de solides indéformables Modéliser les actions mécaniques | . | . | ✓ | . | . |
| • Etablir les équations de mouvement Calculer les efforts inconnus | . | . | ✓ | . | . |
| • Calculer les énergies mécaniques fournies et dissipées | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérémie RUPIL

Métrologie Thermique

Thermal measurement

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-------|-----|----|------|-----|-------|
| 11.25 | 1.5 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. Généralités
 - Echelles de température
 - Grandeurs thermiques
 - Capteurs passifs et actifs
 - Chaînes de mesure
 - Principales caractéristiques métrologiques
 - Normes
2. Thermométrie par contact
 - Principes et caractéristiques des capteurs
 - . Couples thermoélectriques . Résistances métalliques et thermistances . Diodes et transistors
 - Etalonnage des capteurs par comparaison
 - Montages électriques
 - Conditionneurs de signaux
3. Thermométrie par rayonnements optiques
 - Grandeurs photométriques énergétiques
 - Principes et caractéristiques des capteurs optiques
 - . Photodiodes et phototransistors . Détecteurs thermiques . Capteurs d'images
 - Sources étalon
 - Pyrométrie-thermographie infrarouge
 - Photoluminescence-méthodes spectroscopiques
4. Mesure des grandeurs thermiques
 - Propriétés thermo-physiques
 - Propriétés thermo-optiques
 - Flux de chaleur
 - Calorimétrie
 - Détermination de grandeurs dérivées (vitesse, débit, humidité. . .)
5. Applications de la métrologie thermique
 - Flammes et écoulements, basses températures, contrôle non destructif

Objectifs

Ce cours a été conçu pour donner aux élèves les connaissances fondamentales et technologiques nécessaires à la maîtrise des systèmes de mesure, contrôle, et essais, tant au niveau de leur conception que de leur exploitation. Le cours porte sur la mesure des températures, des rayonnements optiques et des diverses grandeurs thermiques. Ce cours porte également sur les applications de la métrologie thermique. Il constitue un complément essentiel aux enseignements de transferts thermiques (conduction, convection, rayonnement).

Références

- John G. WEBSTER; « Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook » ; CRC Press, 1999
- G.ASCH; « Les capteurs en instrumentation industrielle » ; Dunod, 1991
- F. DESVIGNES; « Rayonnements Optiques, Radiométrie, Photométrie » ; MASSON, 1996
- DP DEWITT-GENE D.NUTTER; « Theory and Practice of radiation thermometry » ; WILEY interscience publication, 1998
- « Techniques de l'Ingénieur » ; Nombreux articles du volume Mesures Physiques

Prérequis

- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| ● Acquérir les notions fondamentales nécessaires à la maîtrise des systèmes de mesure, de contrôle, et d'essais en thermique | . | . | ✓ | . | . |
| ● être capable de concevoir, mettre en place, et exploiter des systèmes de mesure thermique | . | . | ✓ | . | . |
| ● Connaître les techniques de mesure de température, des flux de chaleur, et des propriétés thermiques | . | . | ✓ | . | . |

Post-traitement expérimental

Experimental post-treatment

Volume horaire

| | | | | | |
|------|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 1.25 | 9 | | | | |

Présentation

A partir de données expérimentales, les compétences de post-traitement (calcul, adéquation à une formule, affichage graphique, indexation etc.) sont enseignées par la pratique de logiciels libres proposés sur nos serveurs de Polytech (Jupyter / Python).

Plan

- cours : éléments de métrologie thermique
- TP1 : post-traitement de données "TP Moteur Stirling".
- TP2 : données pour traitement, fit, affichage, indexation, slicing.
- TP3 : données expérimentales multi-dimensionnelles.

Objectifs

- capacité à transmettre via Python, calculer / modifier, sélectionner par critères ses données expérimentales.
- édition de graphes de qualité professionnelle (postscript) avec les étiquettes d'axe, les unités, la palette des symboles (marqueurs) et des couleurs, styles etc.
- fitter ses données expérimentales par rapport à une formule théorique (modules d'optimisation, régression linéaire etc.)

Prérequis

Compétences basiques Python.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • s'initier à l'usage d'une nouvelle commande Python. | . | . | ✓ | . | . |
| • Editer ses graphes de qualité professionnelle (postscript). | . | . | ✓ | . | . |
| • Fitter ses données expérimentales à une formule théorique. | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Dominique TARLET

Problèmes Inverses

Inverse Problems

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 9 | | 6 | 8 | | 8 |

Évaluation

Une évaluation : *Projet*

Plan

- Description des problèmes inverses et rapport aux problèmes directs
- Formulation de fonctions écarts permettant de quantifier les erreurs
- Formulation de problèmes d'optimisation
- Résolution de problèmes d'optimisation (ordre 0 et méthodes de gradient)
- Algorithmes de Gauss-Newton et dérivés
- Sensibilités aux erreurs
- Régularisation de Tikhonov, et méthodes de Levenberg-Marquardt
- Projet en diffusion stationnaire où l'objectif est de retrouver un flux inconnu en frontière spacio-dépendant

Objectifs

Ce cours concerne la formulation d'une part et la description de techniques de résolution d'autre part de problèmes dits inverses dans le domaine des transferts de chaleur qui se distinguent des problèmes directs dans le sens où leur formulation vise à estimer la cause d'un phénomène à partir de l'observation de son effet.

Références

- K. A. Woodbury; « Inverse Engineering Handbook » ; CRC Press, 2002

Prérequis

- Analyse complexe et algèbre linéaire
- Conduction thermique
- Systèmes linéaires

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Savoir « formuler » un problème inverse et les distinguer des problèmes directs. | . | . | ✓ | . | . |
| • Résoudre le problème d'optimisation associé par des méthodes itératives de base (type Gauss-Newton), et utiliser les algorithmes libres d'ordre zéro | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître les notions de stabilité et de régularisation nécessaire. Etre capable de s'auto-former pour la résolution de problèmes inverses industriels à grands nombres de liberté. | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Yann FAVENNEC

Projet

Project

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 40 | | |

Évaluation

3 évaluations :

- *Rapport*
- *SO*
- *CC*

Présentation

Cet enseignement consiste en la réalisation d'un projet transversal concret en lien avec le département Thermique Energétique. Les étudiants par groupe de 5 à 7 devront s'organiser afin de répondre à un cahier des charges donné en début d'année.

Objectifs

- Se confronter à un exercice de projet de type « professionnel ».
- Travailler en équipe, s'organiser.
- Approfondir ses connaissances dans les domaines théoriques et numériques.

Prérequis

Mécanique Générale
Résistance Des Matériaux
Mécanique des fluides
Conduction thermique
Convection thermique
Thermodynamique appliquée
Thermodynamique générale
Systèmes énergétiques

Responsable : Jérémie RUPIL

Projet II

Project II

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 55 | | |

Évaluation

4 évaluations :

- *SO1*
- *Rapport*
- *SO2*
- *CC*

Présentation

Cet enseignement consiste en la réalisation d'un projet transversal concret en lien avec le département Thermique Energétique. Les étudiants par groupe de 5 à 7 devront s'organiser afin de répondre à un cahier des charges donné en début d'année.

Objectifs

- Se confronter à un exercice de projet de type « professionnel ».
- Travailler en équipe, s'organiser.
- Approfondir ses connaissances dans les domaines théoriques et numériques.

Prérequis

Mécanique Générale
Résistance Des Matériaux
Mécanique des fluides
Conduction thermique
Convection thermique
Thermodynamique appliquée
Thermodynamique générale
Systèmes énergétiques

Responsable : Jérémie RUPIL

Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S7

Transition Engineering and Interdisciplinarity S7

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Bruno AUVITY

Projet Ingénierie de la Transition et Interdisciplinarité S8

Transition Engineering and Interdisciplinarity S8

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Bruno AUVITY

Projet industriel

Industrial Project

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | | | 130 | | 75 |

Évaluation

Une évaluation : *Rapport+SO*

Plan

Exemples de sujets traités :

- Création d'un modèle numérique d'un évaporateur d'un chauffe-eau Thermodynamique
- Etude de l'alimentation d'une PAC haute température avec du gaz issu de biomasse
- Conception et mise au point d'un dispositif de contrôle thermique de composants électroniques
- Système de refroidissement de batteries de véhicule électrique lors d'une phase de charge rapide
- Comparaison de deux systèmes de climatisation solaire
- Association d'une unité thermodynamique (PAC eau/eau) avec panneaux solaires thermiques
- Etude et modélisation des transferts thermiques dans un outillage composite auto-chauffant
- Contrôle en température d'un stack PEMFC pour le Shell-Eco Marathon

Objectifs

Cette activité de synthèse fait travailler les élèves par groupe de deux sur un sujet proposé par un industriel. A partir d'un cahier des charges fonctionnel, les élèves doivent concevoir une solution concrète.

Travail personnel encadré par un enseignant et un industriel. Suivi du travail du groupe. Mémoire. Soutenance orale.

Références

Spécifique à chaque projet

Prérequis

L'ensemble des matières vues les deux premières années sont mobilisables

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Répondre à une problématique technique exprimée par une société industrielle | . | ✓ | . | . | . |
| • Travailler en Equipe | . | ✓ | . | . | . |
| • Communiquer par écrit et oral à propos de son travail | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Vincent SOBOTKA

Préparation au Toeic - s7

Training for Toeic

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Préparation au Toeic - s8

Training for Toeic

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | 18 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *CC*

Rayonnement Thermique

Thermal Radiation

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-------|------|----|------|-----|-------|
| 16.25 | 16.5 | 20 | | | 25 |

Évaluation

2 évaluations :

- *CR TP*
- *1 DS*

Plan

1. Lois et propriétés fondamentales
 - Définition et lois fondamentales
 - Lois d'émission du corps noir
 - Propriétés des corps opaques
2. Echanges entre surfaces opaques
 - Surfaces noires
 - Surfaces grises et diffuses
 - Facteurs de forme
 - Méthode des radiosités
 - Analogie électrique
3. Introduction au rayonnement des milieux semi-transparentes
4. THEMES DES TRAVAUX DIRIGES
 - Rayonnement du corps noir
 - Bilans thermiques
 - Rayonnement des corps réels
 - Calcul des facteurs de forme
 - Echanges entre surfaces grises et diffuses
 - Echanges entre surfaces non grises.
 - Applications du rayonnement thermique
5. ENONCES DES TRAVAUX PRATIQUES
 - Mesure des absorptivités
 - Mesure des émissivités
 - Pyrométrie optique
 - Ecrans thermiques
 - Transferts de chaleur couplés dans une cavité

Objectifs

Cet enseignement porte sur les concepts fondamentaux du rayonnement thermique ainsi que sur ses applications dans des domaines tels que l'énergie solaire, l'habitat, la métrologie, la conception d'objets. . L'enseignement aborde les questions relatives aux propriétés d'émission thermique des corps et d'absorption du rayonnement. Il introduit les grandeurs énergétiques et les méthodes de calcul nécessaires à l'étude du rayonnement thermique.

Références

- Frank P. Incropera, David P. deWitt ; « Fundamentals of Heat and Mass Transfer » ; John Wiley & Sons, 1996
- Michael F. MODEST ; « Radiative Heat Transfer » ; McGRAW-HILL International Editions, 1993

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Acquérir des connaissances sur l'absorption et l'émission thermique des corps | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir calculer des facteurs de forme et résoudre des équations aux radiosités et par analogie électrique | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir effectuer des bilans thermiques en tenant compte des échanges radiatifs et de couplages | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Yann FAVENNEC

Recherche S7

Research S7

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Antoine GOULLET

Recherche S8

Research S8

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Antoine GOULLET

Régulation froid climatisation

Cooling and Air-Conditionning Regulation

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| 12 | 1.5 | 4 | | | 10 |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. CONTENU DU COURS :

- Terminologie
- Modes d'expression d'une régulation
- Modes de fonctionnement d'une régulation
- Matériel disponible actuellement
- Procédures et contrôles de base
- Schémas d'installations et de systèmes types (production & utilisation)
- Applications

2. THEMES DES TRAVAUX DIRIGES :

- Régulation des unités de production frigorifiques
- Régulation des unités de production de chauffage
- Régulation des systèmes de climatisation
- Régulation des circuits caloporteurs (réfrigération, chauffage)

Objectifs

L'étudiant sera capable de lire les documents techniques descriptifs d'une installation de froid, de chaud, de climatisation, d'en vérifier la conception et le fonctionnement "correct".

Il saura aussi réécrire les documents descriptifs de modifications éventuelles de conception ou de fonctionnement de ces installations.

Références

- René CYSSAU et un groupe de 12 spécialistes de l'acr ; « Manuel de la régulation et de la gestion de l'énergie » ; PYC édition, 1986
- Jacques BOUTELOUP, Michel LEGUAY et Jean LIGEN ; « Production de chaud et de froid » ; Les éditions parisiennes, 1997
- P.J. RAPIN et P. JACQUARD ; « Installations frigorifiques (tome 2) » ; PYC édition
- « Publications des entreprises de la profession »

Prérequis

- Electrotechnique
- Mécanique des fluides
- Systèmes énergétiques
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • connaitre les composants de régulation d'installations fluidiques | . | . | ✓ | . | . |
| • connaitre les schémas types de régulation d'installations fluidiques | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Christophe JOSSET

Société : Débats socio-économiques et Outils pour la transition

Socio-economic debates and Tools for shifting

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 21 | | | | 10 |

Évaluation

Une évaluation : *Exposé débat*

Présentation

Acquérir une culture économique en travaillant sur un exposé, en menant et en participant à des débats argumentés sur des problématiques économiques contemporaines.

Plan

6 débats autour des thèmes suivants :

- Principes fondamentaux de l'économie (prix, offre, demande, marché, courants économiques, bourse, actions, obligations)
- Production, répartition, dépenses, politique budgétaire (PIB, croissance économique, décroissance, redistribution, inégalités, fiscalité, dépenses, déficit public, dette publique)
- Economie internationale et mondialisation (interdépendance, compétitivité, taux de change, risque de change, protectionnisme)
- Création monétaire et politique monétaire (banque centrale, taux directeurs, systèmes monétaires, crypto-monnaies)
- Crises financières et autres crises (sanitaires...) (histoire des crises financières, crise Covid-19)

Objectifs

- Connaître les grands principes fondamentaux de l'économie, les notions économiques de base
- Comprendre des raisonnements économiques simples
- Etre capable d'apporter et de prendre en compte des arguments sur des sujets d'économie qui concernent les étudiants en tant que citoyen et en tant que futurs ingénieurs

Références

De nombreuses références seront proposées dans chacun des 6 thèmes (liens vidéos, articles et livres) ; quelques livres de base peuvent cependant servir à tous les thèmes :

- BRAQUET Laurent et MOUREY David, Comprendre les fondamentaux de l'économie, De Boeck, 2015, 475 p., ISBN 978-2-8041-9021-7
- BIASUTTI Jean-Pierre et BRAQUET Laurent, Les débats économiques d'aujourd'hui, Ellipses, 2019, 278p, ISBN 9782340-031210
- DESCAMPS Christian, L'analyse économique en questions, Vuibert, 2005, ISBN 2-71117-7413-9
- SINAI Agnès, Penser la décroissance, Sciences Po Les presses, 2018, 210 p, ISBN 9782724613001
- SINAI Agnès, Economie de l'après-croissance, Sciences Po Les presses, 2018, ISBN 9782724617559
- PIKETTY Thomas, Capital et idéologie, Seuil, 2019, ISBN 978-2-02-133804-1
- COHEN Daniel, Le monde est clos et le désir infini, Albin Michel, 2015, ISBN 978-2226240293

Prérequis

Aucun

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Animer une organisation et la faire évoluer | ✓ | . | . | . | . |
| • Identifier un besoin d'information et définir sa méthode de recherche | . | ✓ | . | . | . |
| • Évaluer de façon critique l'information obtenue | . | ✓ | . | . | . |
| • Produire et communiquer à partir des résultats d'une recherche d'information | . | ✓ | . | . | . |
| • Appréhender les enjeux environnementaux | ✓ | . | . | . | . |
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux dans les activités de conception | ✓ | . | . | . | . |
| • Appréhender les enjeux de la société | . | ✓ | . | . | . |
| • Prendre en compte les besoins de la société dans les activités de conception | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 1

Sustainable development and social responsibility 1

Volume horaire

| | | | | | |
|-----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 1.5 | 13.5 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : *Grille d'évaluation*

Présentation

Faciliter le passage à l'action par une meilleure compréhension des phénomènes conduisant au réchauffement climatique.

Plan

Séance 1 (3h) : Jouer le Fresque du climat
Séance 2 (3h) : Inventons nos vies bas carbone (constats et solutions)

Objectifs

- Comprendre l'essentiel des enjeux climatiques : prise de conscience
- Réaliser son propre bilan carbone
- Donner envie de passer à l'action individuellement et collectivement.

Références

- Travaux du GIEC
- Global carbon project

Prérequis

Avoir réalisé son propre bilan carbone

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Laurence CHARPENTIER

Société : Développement Durable et Responsabilité Sociétale 2

Sustainable development and social responsibility 2

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 9 | | | | 10 |

Évaluation

Une évaluation : *Soutenance + Rapport*

Présentation

Sensibiliser les élèves aux enjeux environnementaux et sociétaux / DDRS pour favoriser le passage à l'action en tant que citoyen et futur ingénieur.

Plan

- Ordres de grandeur liés au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources
- Présentation de la démarche DDRS de Polytech
- Présentation des attendus du module
- Définition et choix des sujets d'études de cas
- Accompagnement et suivi sur les aspects méthodologiques et contenus
- Restitution collective des travaux des groupes

Objectifs

- Comprendre ce que recouvre le DDRS - lien avec les ODD - environnement,
- Connaître les ordres de grandeur liés au réchauffement climatique et à l'épuisement des ressources et les différentes parties prenantes/institutions internationales et nationales (GIEC, COP, accords de Paris, RSE)
- Comprendre les différents enjeux au regard de sa spécialité
- Développer une approche systémique sur une étude de cas, par l'analyse des impacts d'une action de la vie quotidienne ou de sa spécialité.

Références

- Travaux du GIEC
- Global carbon project

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | . | ✓ | . | . | . |
| • Initier, mettre en oeuvre et piloter des projets | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Laurence CHARPENTIER

Société : Economie circulaire

Circular economy

Volume horaire

| | | | | | |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 4.5 | 3 | | | | 6 |

Évaluation

Une évaluation : *Diagnostic*

Présentation

Connaitre la notion d'économie circulaire et ses composantes, être capable d'établir un diagnostic simple quant à l'inscription ou pas d'une entreprise, d'un secteur d'activité, d'un événement dans l'économie circulaire.

Plan

- Comment en est-on arrivé là ? L'histoire de l'Anthropocène
- La notion d'économie circulaire
#EconomieCirculaire
- Les composantes de l'économie circulaire
#Ecoconception #réseau #fonctionnalité

Objectifs

- Connaitre les grands principes fondamentaux de l'économie circulaire
- Établir un diagnostic simple
- Être capable d'apporter et de prendre en compte des arguments sur des sujets socio-économiques qui concernent les étudiants en tant que citoyens et en tant que futurs ingénieurs.

Références

- AUREZ Vincent, GEORGEAULT Laurent, Economie circulaire, de Boeck
- Cf bibliographie donnée pendant le cours

Prérequis

Module débats socio-économiques S6

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Prendre en compte les enjeux environnementaux, sociaux, économiques et sociétaux | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Chrystèle GONCALVES

Solaire thermique et géothermie

Solar thermal and geothermal energy

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 12 | 3 | 6 | 3 | | |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Présentation

Le module "solaire thermique et géothermie" est composé de séances de cours et de travaux dirigés dédiés aux différentes opérations unitaires et applications domestiques ou industrielles correspondantes. Les principes et technologies de captation, concentration et conversion du rayonnement solaire sont décrits ainsi que de stockages thermiques et systèmes exploitant la production thermique haute température. Les principales applications industrielles de la transition énergétique sont présentées, en particulier les centrales solaires à concentration, la production de chaleur industrielle, le dessalement d'eau de mer,... Ces procédés sont comparés aux procédés conventionnels, en particulier selon les critères d'analyse de cycle de vie, de CAPEX ou d'OPEX. Les travaux de recherche actuels sont enfin présentés. La géothermie de surface est également traitée sur ses principes et applications thermiques. Les technologies utilisées sont présentées et comparées, les travaux dirigés sont l'occasion d'en identifier les limites et d'envisager des améliorations potentielles.

Plan

- (1) la ressource solaire
- (2) les principes de la concentration
- (3) les technologies de concentration
- (4) les matériaux (absorbeurs, stockage, fluides de transfert)
- (5) les applications industrielles pour la transition énergétique
- (6) impacts environnementaux, ACV
- (7) principes généraux de la géothermie de surface
- (8) technologies de la géothermie de surface
- (9) limitations et améliorations de la géothermie de surface

Objectifs

A terme, il s'agit de connaître les différentes technologies solaires à concentration et de géothermie de surface, leurs avantages et inconvénients respectifs, leurs critères différentiant vis à vis des procédés concurrents, d'être à même de choisir laquelle serait la plus pertinente dans un contexte donné et enfin de pouvoir envisager de nouvelles applications.

Références

La bibliographie est fournie pendant les enseignements, on pourra également se reporter aux documents mis à disposition de SolarPaces ou de l'IAE.

Prérequis

Des bases de niveau L en thermique, énergétique et mécanique des fluides sont nécessaires.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • connaissance des différents procédés solaires à concentration | ✓ | . | . | . | . |
| • choix de la techno solaire concentrée adaptée à un procédé | . | . | ✓ | . | . |
| • dimensionnement d'un système solaire à concentration | . | ✓ | . | . | . |
| • connaissance des technologies de géothermie de surface | ✓ | . | . | . | . |
| • identification des effets limitants en géothermie de surface | . | . | ✓ | . | . |
| • dimensionnement d'un système de géothermie de surface | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Xavier PY

Stage 4A

Internship 4th year

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | | 13 | |

Évaluation

Une évaluation : *Doc (Conv/grille/RA)*

Présentation

L'objectif du stage de 4ème année est de vivre une expérience professionnelle en participant à une étude, une réalisation ou un projet d'entreprise concret, en relation avec la spécialité, ou tout travail en

rapport avec une activité de production (organisation ou gestion de production, qualité, sécurité, méthodes, etc.). Il permet à l'élève ingénieur :

- d'enrichir sa connaissance du monde professionnel
- d'explorer un domaine technique et/ou scientifique particulier en lien avec sa spécialité

Durant ce stage, l'élève s'intéressera aux moyens et méthodes mis en oeuvre, appréciera le niveau de connaissances requis, analysera les relations au sein de l'équipe de travail. Il essaiera de situer sa participation et celle de l'équipe dans l'étude, la réalisation du projet d'ensemble. Ainsi, grâce à des observations techniques, humaines, voire économiques, il appréhendera le fonctionnement de l'entreprise ou de la structure d'accueil.

Ce stage peut être un stage d'initiation à la recherche.

-> Durée : 13 semaines minimum pendant la période d'interruption pédagogique entre la 4ème et la 5ème

année.

-> Recherche du stage : à la charge du stagiaire.

-> Statut : Cette expérience peut se faire soit sous forme de stage conventionné, soit sous forme d'emploi salarié avec contrat de travail d'une durée minimale de 13 semaines à plein temps, hors congés.

-> Validation du choix du stage : auprès du responsable des stages de la spécialité en utilisant la fiche de déclaration de stage disponible sur l'intranet de l'école et après accord de la structure d'accueil.

-> Organisation administrative : après accord de la structure d'accueil et validation du choix du stage,

une fiche de stage est à saisir dans la base de données de l'école. Cette saisie permet l'édition de la convention pour les stages conventionnés. La saisie devra avoir lieu de préférence au moins un mois avant le début du stage et nécessairement avant fin Avril pour les stages conventionnés.

Dans le cas des stages à l'étranger, il faut prendre en compte les délais nécessaires à l'obtention des bourses, des visas, etc..., de l'édition et la signature des conventions spécifiques.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Postuler et s'intégrer dans un établissement du domaine en lien avec la spécialité | . | . | . | ✓ | . |
| • S'intégrer dans une équipe et communiquer avec ses collaborateurs | . | . | ✓ | . | . |
| • Mobiliser ses connaissances et compétences scientifiques générales, de la spécialité ou transversales et les appliquer à un projet particulier de la spécialité | . | . | ✓ | . | . |
| • S'autoévaluer | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Vincent SOBOTKA

Stage de 3ème année

Internship 3rd year

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | | 8 | |

Évaluation

Une évaluation : *Conv/grille*

Présentation

L'objectif de ce stage est de

- découvrir le monde de l'entreprise, son organisation, son fonctionnement et/ou de poursuivre cette découverte;
- de s'intégrer et de participer à une organisation professionnelle;
- de vivre une expérience en situation de vie professionnelle.

Cette expérience, indispensable au futur ingénieur, vise à permettre d'appréhender les relations humaines en entreprise et d'analyser le comportement des acteurs de la vie professionnelle et les relations interpersonnelles (management).

De préférence, ce stage aura lieu dans une entreprise en rapport avec la spécialité.

Ce stage se différencie du stage de PeiP ou des stages effectués en cycle pré-ingénieur, en particulier à travers l'attention toute particulière qui devra être apportée à la dimension Homme Entreprise Société (HES) et la restitution qui en sera faite. Les points suivants pourront être analysés :

- Valeurs et culture de l'entreprise;
- Stratégie de l'entreprise;
- Situation économique et financière, pratiques de gestion;
- Organisation - Organigramme - Structure;
- Le développement durable;
- Santé - Sécurité - Conditions de travail;
- Management - Relations humaines - Climat social.

->Durée : 8 semaines minimum dans la même structure pendant la période d'interruption pédagogique

estivale entre la 3ème et la 4ème année.

->Recherche du stage : à la charge du stagiaire.

->Statut : Cette expérience peut se faire soit sous forme de stage conventionné, soit sous forme d'emploi salarié. Les expériences sous forme de contrat d'intérim ne sont pas encouragées sauf si les missions sont de durée suffisamment longue (> 3 semaines).

-> Validation du choix du stage : auprès du responsable des stages de la spécialité en utilisant la fiche de déclaration de stage disponible sur l'intranet de l'école après accord de l'entreprise.

-> Organisation administrative : après accord de l'entreprise et validation du choix du stage, une fiche de stage est à saisir dans la base de données de l'école. Cette saisie permet l'édition de la convention pour les stages conventionnés. Elle devra avoir lieu de préférence au moins un mois avant le début du stage et nécessairement avant fin Juin pour les stages conventionnés

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Découvrir le monde de l'entreprise, son organisation, son fonctionnement | . | ✓ | . | . | . |
| • S'intégrer et participer à une organisation professionnelle | . | ✓ | . | . | . |
| • Analyser les relations humaines en entreprise | . | ✓ | . | . | . |
| • Réfléchir à des problématiques non techniques | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Jérémie RUPIL

Stage de fin d'études

End of Studies Project

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | | | | 22 | |

Évaluation

Une évaluation : *Rapport+Soutenance*

Présentation

Le stage de fin d'études d'ingénieur est un stage de mise en situation. Il s'effectue en entreprise, au sein d'un service ou d'un organisme dont l'activité est représentative de la spécialité choisie à l'école. Le but du stage est de réaliser une (ou des) mission(s) proche(s) de la future fonction d'ingénieur de la spécialité.

Ce stage doit permettre, au travers d'une mise en situation réelle :

- de mettre en oeuvre les connaissances théoriques et pratiques acquises durant la formation ;
- de vérifier les aptitudes de l'élève aux fonctions d'ingénieur dans leurs diversités : techniques, managériales, etc., en particulier en intégrant la démarche projet ;
- à l'élève, de s'intéresser à l'innovation (technologique ou organisationnelle) en entreprise.

Pour les ingénieurs intéressés par la poursuite d'études en doctorat, ce stage pourra avoir lieu en laboratoire de recherche public ou privé. Il aura alors pour but d'initier l'élève à un travail de recherche sur un sujet en liaison avec la spécialité.

-> Durée : 22 semaines minimum dans la même structure et, le cas échéant, une durée suffisante pour

atteindre le minimum total requis pour l'obtention du diplôme.

En aucun cas, la date de fin de stage ne pourra dépasser la date de jury d'attribution du diplôme.

-> Recherche du stage : à la charge du stagiaire.

-> Validation du contenu du stage : auprès du responsable des stages de la spécialité en utilisant la fiche de déclaration de stage disponible sur l'intranet de l'école et après accord de l'entreprise.

-> Organisation administrative : après accord de la structure d'accueil et validation du choix du stage,

une fiche de stage est à saisir dans la base de données de l'école. Cette saisie permet l'édition de la convention pour les stages conventionnés. La saisie devra avoir lieu de préférence au moins un mois avant le début du stage et nécessairement avant fin Décembre pour les stages conventionnés. Les dates sont à adapter pour un stage à l'étranger.

Prérequis

Ensemble de la formation dispensée dans l'école avant le départ en stage.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Acquérir une première expérience du métier d'ingénieur | . | ✓ | . | . | . |
| • Révéler l'aptitude de l'étudiant en milieu professionnel | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Vincent SOBOTKA

Stockage et décarbonation

Storage and decarbonization

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 7 | 2 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Présentation

Les différents types de stockages thermiques (technologies, matériaux et systèmes y compris leurs intégration) sont présentés. Les stockages en chaleur sensible, latent et thermochimique sont traités de manière comparative avec avantages/inconvénients et illustrés à l'aide d'exemples concrets de la transition énergétique. Un développement spécifique est enfin réservé au cas de la décarbonation de l'industrie et des stockages thermiques dédiés (récupération/valorisation de chaleurs fatales industrielles, ..).

Plan

- (1) différents modes de stockage
- (2) généralités sur le stockage thermique
- (3) stockage thermique en chaleur sensible
- (4) stockage thermique en chaleur latente
- (5) stockage thermochimique
- (6) décarbonation, apports du stockage

Objectifs

A l'issue du cours, les élèves ingénieurs maîtrisent les principes généraux et connaissent les différentes technologies des différents stockages thermiques. Ils sont à même de choisir lequel est le plus adapté à une application donnée et peuvent également orienter les choix des matériaux associés. Un focus spécifique applicatif sera dédié aux enjeux de la décarbonation.

Références

Divers documents bibliographiques de référence (review) seront mis à disposition (sous forme de pdf téléchargeables) couvrant les domaines du stockage thermique et de la décarbonation. Au delà des publications académiques sur le sujet, des documents de référence sur les expertises (AIE, ADEME,...) et orientations (plan neutralité carbone, ...) seront également proposés.

Prérequis

les bases de thermique (thermodynamique et transferts) et de mécanique des fluides sont nécessaires

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • connaissance des différents types de stockages thermiques | ✓ | . | . | . | . |
| • capacité à choisir le stockage thermique adapté à un procédé | . | . | ✓ | . | . |
| • choix des matériaux à mettre en oeuvre dans un stockage | . | . | ✓ | . | . |
| • problématiques, enjeux et orientations de la décarbonation | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Xavier PY

Systemes Energétiques

Thermodynamic Systems

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|-----|----|----|------|-----|-------|
| 7.5 | 12 | | 9 | | |

Évaluation

4 évaluations :

- *DS1*
- *CC*
- *DS2*
- *CR*

Présentation

Ce cours s'intéresse aux systèmes énergétiques dont le champ d'application est vaste. Sont abordés les systèmes énergétiques moteurs tels que la turbine à gaz et à la turbine à vapeur dans leur configuration stationnaire pour la production d'électricité et aussi dans leur configuration "transport" pour la propulsion aéronautique (turboréacteur) et la propulsion maritime (chaufferie nucléaire). Les systèmes de production de chaleur, les cycles frigorifiques et les pompes à chaleurs (cycle récepteur) sont également étudiés. L'accent est particulièrement porté sur le fonctionnement réel de ces cycles, c'est-à-dire en tenant compte des irréversibilités, sources de dégradation d'énergie. Ainsi, un concept nouveau pour les élèves ingénieurs à ce stade de leur cursus est introduit : l'exergie. Une approche "ingénieur" est privilégiée où l'objectif est de maîtriser l'utilisation de cette grandeur afin de dresser des bilans énergétiques clairs des systèmes considérés.

Au cours des travaux dirigés, un code de simulation de systèmes de production d'énergie sera pris en main et utilisé sur un ou deux cas d'étude.

En complément, des visites de sites industriels, en lien avec la production ou la conversion d'énergie, pourront être organisées dans le cadre de ce module.

Plan

1. Généralités sur les cycles thermodynamiques
 - Les différentes formes d'énergies et les conversions associées
 - Concepts fondamentaux des cycles moteurs
 - Analyse énergétique des cycles (1er principe)
 - Analyse exergétique des cycles et des modules élémentaires (2ème principe)
2. Turbine à gaz
 - Principe de fonctionnement
 - Cycle de base : cycle de Joule
 - Cycle avec irréversibilités
 - Principales contraintes technologiques
 - Cycle avec régénération
3. Cycles moteurs à vapeur
 - Principes de fonctionnement
 - Choix optimal des états thermodynamiques du cycle
 - Resserchauffe
 - Cycle à soutirage de vapeur
4. Moteurs Alternatifs à Combustion Interne (MACI)
 - Modèle général de fonctionnement Cycle à quatre temps et à deux temps Modes de refroidissement

- Cycles théoriques des MACI
- Courbes caractéristiques des MACI Moteur à essence
- Moteur Diesel
- 5. Cycles de réfrigération à compression de vapeur
 - Principe de fonctionnement
 - Cycle de base
 - Cycle bi-étagé
 - Cycle de réfrigération à plusieurs niveaux de température et un seul compresseur
- 6. Pompe à chaleur

Objectifs

- Quantifier les dégradations énergétiques dans une opération élémentaire (compression-détente, échangeur, réaction chimique ...)
- Dresser un bilan énergétique complet d'une installation industrielle
- Dresser un bilan exergetique complet d'une installation industrielle
- Associer à-un processus de conversion d'énergie les rendements pertinents

Références

- LUCIEN BOREL ET DANIEL FAVRAT ; « Thermodynamique et Energétique » ; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2005
- RENAUD GICQUEL ; « Systèmes Energétiques » ; Les presses de l'Ecole des Mines de Paris, 2001, Tome 1 et Tome 2
- HIH SARAVANAMUTTOO, GFC ROGERS ET H COHEN ; « Gas Turbine Theory » ; PEARSON Prentice Hall, 2001, 5th edition
- VAN WYLEN, SONNTAG ET DESROCHERS ; « Thermodynamique Appliquée » ; Editions du Renouveau Pédagogique, 1992
- M.J. MORAN ET H.N. SHAPIRO ; « Fundamentals of Engineering Thermodynamics » ; John Wiley and Sons, 2004
- G. SARLOS, P.A. HALDI ET P. VERSTRAETE ; « Systèmes Energétiques » ; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2003
- Y.A. CENCEL ET M.A. BOLES ; « Thermodynamics ._.An Engineering Approach » ; MacGraw-Hill, 1998

Prérequis

- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale
- Turbomachines

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • - Quantifier les dégradations énergétiques dans une opération élémentaire (compression-détente, échangeur, réaction chimique ...) | ✓ | . | . | . | . |
| • - Dresser un bilan énergétique complet d'une installation industrielle - Dresser un bilan | . | . | ✓ | . | . |
| • - Associer à-un processus de conversion d'énergie les rendements pertinents | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Bruno AUVITY

Systèmes linéaires et différentiels

Linear and differential systems

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 10 | 22.5 | | 6 | | |

Évaluation

2 évaluations :

- *DS*
- *CC*

Plan

1. Systèmes linéaires : Introduction générale au calcul scientifique, Méthodes directes : Cramer, Pivot de Gausse, décompositions LU et Cholesky, Notions d'erreur pour des systèmes perturbés, normes matricielles, rayon spectral et conditionnements, Méthodes itératives : notions d'écarts, de résidus, d'erreurs. Méthodes de Jacobi, de Gauss-Seidel et SOR. Etudes de convergence, Méthodes itératives de type gradient : plus grande pente, plus grande pente à pas optimal, gradient conjugué, Applications sur des systèmes non linéaires, au lissage polynomial, et à la résolution de problèmes elliptiques issus de discrétisations par différences finies

2. Systèmes différentiels : Introduction, problèmes de Cauchy, définition, ordre et réduction d'ordre, exponentielle de matrices, Méthodes d'Euler et du point milieu, Algorithmique, Méthodes de Runge-Kutta, Notions de consistance et de stabilité. Applications à des formulations explicites, implicites et semi-implicites pour des problèmes de type parabolique

Objectifs

Cet enseignement de calcul scientifique vise à fournir les outils numériques de base à la résolution de problèmes physiques. Deux grandes notions sont ici abordées : la résolution de systèmes linéaires, puis la résolution de systèmes différentiels. On s'attachera aux études de rapidité de calcul, de précision et de stabilité.

Références

- P. Lascaux, R. Théodor ; « Analyse numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur, tome 1 et 2 » ; Dunod, 2000
- J. P. Grivet ; « Méthodes numériques appliquées pour le scientifique et l'ingénieur » ; EDP Sciences, 2009
- L. Amodèi et J.P. Dedieu ; « Analyse numérique matricielle » ; Dunod, 2008
- A. Quateroni, R. Sacco, F. Saleri ; « Méthodes numériques pour le calcul scientifique » ; Springer, 2000
- J. P. Demailly ; « Analyse numérique et équations différentielles » ; EDP Sciences, 2006
- E. Belorizky ; « Outils mathématiques à l'usage des scientifiques et ingénieurs » ; EDP

Prérequis

- Algorithmique et langage C
- Analyse complexe et algèbre linéaire
- Analyse fonctionnelle et différentielle

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Connaître et comprendre les différentes méthodes de base de résolution de systèmes linéaires et différentiels | . | . | ✓ | . | . |
| • Choisir de façon pertinente parmi les différentes méthodes enseignées celle adaptée à la résolution d'un problème particulier. Quantifier le temps de calcul et la précision | . | ✓ | . | . | . |
| • Savoir mettre en place des algorithmes simples | . | ✓ | . | . | . |
| • Etre capable d'extrapoler pour des systèmes complexes ou de grandes tailles, ainsi que d'autres méthodes de la littérature | ✓ | . | . | . | . |

Responsable : Yann FAVENNEC

Thermique du bâtiment - STD

Building Energetics

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| 31 | | | | | 17 |

Évaluation

Une évaluation : *CR*

Plan

1. Bases du confort thermique
2. Réglementation thermique
 - Evolutions de la RT88 à la RT2012
 - Enjeux énergétiques
3. Bilan thermique d'un local
 - Présentation des modes de transferts d'énergie et de masse : eau et air
 - Inertie d'une paroi
 - Isolation thermique
4. Cas hiver : les déperditions
 - Méthodes normalisées de calcul
5. Cas été : Calcul des apports
 - Méthodes normalisées de calcul
6. Application : estimation des besoins en hiver et en été d'un bâtiment et vérification de la conformité des critères réglementaires
7. simulation thermique dynamique
 - présentation de la méthode / logiciel STD
 - projet

Objectifs

Cet enseignement vise à appliquer de manière synthétique les connaissances acquises par l'étudiant en transferts thermiques et énergétique au domaine pratique du bâtiment. L'estimation des puissances échangées par un bâtiment avec son environnement et ses occupants est à la base du dimensionnement de toute installation visant à maintenir un confort thermique optimal ou une ambiance de travail spécifique. L'aspect réglementaire est intimement lié à la physique, avec l'exigence sans cesse croissante de la réglementation thermique (RT2005 à ce jour) impliquant une amélioration continue des performances énergétiques du bâtiment et des installations techniques. A l'issue de ce cours, l'étudiant pourra estimer les besoins énergétiques d'un bâtiment ainsi que sa conformité à la réglementation en vigueur. L'application se fait par le biais d'un projet portant sur l'étude réglementaire et la simulation thermique dynamique d'un bâtiment avec un logiciel professionnel afin de mettre en évidence les effets inertiels ainsi que l'influence de différents choix de conception, notamment : la régulation, la prise en compte de l'environnement (effet de masque) . . . et de quantifier l'influence des différents éléments (vitrage simple, double, triple, vmc simple flux ou double flux. . .) sur la performance énergétique annuelle d'une construction.

Références

- Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger, E.-R. Schramek ; « Le Recknagel - Manuel pratique du génie climatique » ; PYC Editions, 1995
- COSTIC ; « Le calcul simplifié des charges de climatisation : Méthode COSTIC » ; SEDIT, 2004

- COSTIC ; « Amélioration énergétique des bâtiments existants : les bonnes solutions » ; SEDIT, 2004
- P Dal Zotto, J-M Larre, A Merlet, L Picau ; « Mémotech Génie Energétique » ; Casteilla, 2003
- Roger CADIERGUES ; « MEMOCLIM BASE 2006.1 » ; SEDIT, 2006
- Claude Gillet, Gilles Cambillau, Bernard Sesolis ; « Comprendre et utiliser la Réglementation Thermique 2000 » ; Delagrave, 2005
- CSTB ; « Guide réglementaire de la Réglementation Thermique 2012 » ; CSTB, 2012
- Salem Farkh et Thierry Be ; « Les ponts thermiques dans le bâtiment - Mieux les connaître pour mieux les traiter » ; CSTB, 2006

Prérequis

- Conduction thermique
- Convection thermique (Laminaire et Diphasique)
- Rayonnement thermique
- Régulation PID

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • caractériser les paramètres influençant le confort thermique | . | . | ✓ | . | . |
| • établir les bilans thermiques hiver et été d'un bâtiment | . | . | ✓ | . | . |
| • connaître la réglementation thermique en vigueur | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Christophe JOSSET

Thermique et réseaux

Thermal and networks

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| 9 | 2 | | | | |

Évaluation

Une évaluation : 1 CR

Présentation

L'enseignement "thermique et réseaux" est destiné à traiter l'apport de la thermique à la gestion/optimisation des réseaux (réseaux électriques et thermiques). Un développement conséquent sera dédié au cas du "Power-to-Heat" ainsi que des systèmes de stockages thermiques associés, plus largement de l'apport des stockages thermiques dans l'intégration massive des énergies renouvelables variables (VRE) dans les réseaux. Le Power-to-Heat sera également traité au regard des opportunités offertes par les marchés boursiers de l'électricité type marché SPOT.

Plan

- (1) problématiques de l'intégration massive des VRE dans les réseaux
- (2) apport des systèmes de stockage à l'intégration des VRE
- (3) technologies du Power-to-Heat
- (4) Power to Heat avec stockage et marchés type SPOT

Objectifs

les élèves ingénieurs maîtriseront à l'issue du cours les concepts et principes généraux des technologies du génie thermique apportant aux réseaux divers services attendus dans le cadre des transitions. C'est spécifiquement les cas du "power-to-heat", de l'apport des stockages thermiques dans l'intégration massive des énergies renouvelables variables dans les réseaux.

Références

les éléments bibliographiques issus des expertises de l'AIE, ADEME et autres seront mis à disposition ainsi que des publications récentes sur le sujet.

Prérequis

les connaissances de base en thermique et mécanique des fluides sont nécessaires

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • apport des technos thermiques au fonctionnement des réseaux | ✓ | . | . | . | . |
| • technologies émergentes du power-to-heat | . | ✓ | . | . | . |
| • réseaux de chaleur et de froid | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Xavier PY

Thermo-rhéologie

Thermorheology

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-----|----|------|-----|-------|
| 12 | 1.5 | | | | 5 |

Évaluation

Une évaluation : 1 DS

Plan

1. Introduction à la rhéologie
 - Mécanique des milieux continus et rhéologie
 - Phénomènes rhéologiques
 - Description du comportement non-newtonien des fluides en cisaillement
2. Rappel de la mécanique des milieux continus
 - Contraintes
 - Mouvement et déformation
 - Equations de conservation
 - Lois constitutives
3. Ecoulements viscométriques et élongationnels
 - Cinématique des écoulements viscométriques
 - Ecoulements viscométriques contrôlables et partiellement contrôlables
 - Ecoulements cisailés instationnaires
 - Ecoulements élongationnels
 - Résultats expérimentaux
4. Fluides concentrés et dilués
 - Molécules de polymères
 - Molécules de polymères dans les solutions diluées
 - Equations constitutives pour les solutions diluées
 - Classification des écoulements faibles et forts
 - Théorie de suspension
5. Thermo-rhéologie
 - Ecoulements laminaires
 - Transition
 - Ecoulements turbulents
6. Viscosimétrie
 - Notions
 - Principaux types de viscosimétrie
 - Exemples de viscosimétrie
 - . Polymères fondus . Solution de polymères . Système thixotrope . Produits cosmétiques

Références

- Roger I. Tanner ; « Engineering Rheology » ; Oxford Science Publications, 1988, Revised Edition
- J. Mark, K. Ngai, W. Graessley, L. Mandelkern, E. Samulski, J. Koenig & G. Wignall ; « Physical Properties of Polymers » ; Cambridge University Press, 2004, Third Edition
- N. Midoux ; « Mécanique et rhéologie des fluides en génie chimique » ; Technique et Documentation, Lavoisier, 1985

Prérequis

- Analyse fonctionnelle et différentielle
- Convection thermique (Laminaire et Diphasique)
- Convection thermique et Turbulence
- Mécanique des fluides

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Savoir les phénomènes rhéologiques et le comportement non-newtonien des fluides en cisaillement | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir les bases de la thermo-rhéologie : écoulements laminaires, de transition et turbulents | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir les notions de base de la viscosimétrie | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Arthur LEVY

Thermodynamique : Principes et Changement de Phase

Thermodynamics : First and Second Laws, Phase Equilibrium

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|-------|-----|------|-----|-------|
| 15 | 17.25 | 7.5 | | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- 1 DS
- TP
- CC

Présentation

Il s'agit de bien asseoir les bases de la thermodynamique et de l'énergétique. Les concepts fondamentaux sont rappelés. Les principes sont présentés en détail et illustrés sur des cas typiques afin de mettre en valeur et bien comprendre les transferts d'énergie. Les systèmes étudiés sont le corps pur sous une ou plusieurs phases mais aussi les systèmes couplés tels des systèmes thermomécanique ou thermoélectrique.

Plan

1-Premier Principe

Formule magique/De la matière au système/Energie interne : au sein du système/Travail et chaleur : échanges avec l'extérieur/Formulations globale et élémentaire

2-Second Principe

Formule magique/Entropie/Variations : pourquoi?/Conséquences/Formulations globale et élémentaire/Interprétation microscopique, désordre

3-Changement de Phase du Corps Pur

Trois phases... et même plus!/Equilibre entre phases/Fonctions standards/D'un palier à l'autre/Stabilité

4-Fonctions Thermodynamiques

A partir des coefficients calorimétriques/Variables naturelles/Fonction G/Application au gaz parfait/Systèmes couplés

Objectifs

Le but est que l'étudiant ait, à l'issue du module, les idées claires sur les transferts d'énergie. L'énergie, l'énergie interne ou l'enthalpie, sont interprétées physiquement en relation avec l'état de la matière afin de mieux les cerner, d'en comprendre le sens et de toucher du doigt les hypothèses et limites des modélisations. Les échanges d'énergie sous forme de travail sont analysés sous un angle mécanique, les échanges d'énergie sous forme de chaleur sous un angle thermique. L'étudiant doit être amené à bien comprendre comment l'énergie, conservative, se transforme sous une forme ou une autre lors des conversions au cours des évolutions.

Références

J.-N. Foussard, E. Julien, S. Mathé, H. Debellefontaine, "Les bases de la thermodynamique", cours et exercices corrigés, Edition Dunod

M.J. Moran, H.N. Shapiro, "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", John Wiley & Sons, Inc

Y.A. Cengel, M.A. Boles "Thermodynamics, An Engineering Approach", McGraw-Hill

R.E. Sonntag, C. Borgnakke, G.J. Van Wylen "Fundamentals of Thermodynamics", John Wiley & Sons, Inc

Prérequis

Mathématiques pour l'ingénieur : fonctions à plusieurs variables

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|--|---|---|---|---|---|
| • Savoir établir un bilan énergétique au cours de l'évolution d'un système | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir reconnaître et interpréter les transformations réversibles et irréversibles | . | . | ✓ | . | . |
| • Connaître quelques équations d'état d'un système réel | ✓ | . | . | . | . |
| • Connaître le corps pur et ses changements de phase | . | . | ✓ | . | . |
| • Savoir quantifier les échanges d'énergie pour des systèmes couplés | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Emilie GADOIN

Thermodynamique appliquée aux machines et à la combustion

Applied Thermodynamics

Volume horaire

| | | | | | |
|----|----|-----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 32 | 7.5 | | | 20 |

Évaluation

3 évaluations :

- 1 DS
- TP
- CC

Plan

1. Les diagrammes thermodynamiques
2. Machines réceptrices
3. Machines génératrices de travail (moteurs)
4. Les transformations élémentaires utilisées dans les machines
5. Généralités sur les machines étudiées dans ce cours
6. Complément : Thermodynamique de l'air humide (Psychrométrie)

Objectifs

L'objectif du cours est d'apporter une connaissance de base dans les machines thermiques di-thermes : Quelles sont les principales machines ? Sur quels principes technique et thermodynamique fonctionnent-elles ? Comment calculer leur rendement ou coefficient de performance ? Comment tracer et exploiter leur cycle de fonctionnement dans des diagrammes thermodynamiques ?

Références

Lucien Borel, Din Lan Nguyen ; « Thermodynamique et énergétique, Problèmes résolus et exercices » ; Presses polytechniques romandes
R. Kling ; « Thermodynamique générale et applications » ; Editions Technip
R. Giquel ; « <http://www.thermoptim.org/sections/bases-thermodynamique/notions-fondamentales>

Prérequis

Notions de thermodynamique générale : premier et second principes.

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Connaître les principales machines thermiques dithermes | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître le principe thermodynamique de fonctionnement des machines dithermes et savoir tracer leur cycle dans un diagramme quelconque | . | ✓ | . | . | . |
| • Savoir exploiter un cycle de machine ditherme pour en calculer les performances | . | ✓ | . | . | . |
| • Connaître et utiliser les propriétés thermodynamiques de l'air humide (psychrométrie) | . | ✓ | . | . | . |

Responsable : Bruno AUVITY

Transition Ecologique et Sociétale S8

Ecological and Societal Transition S8

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Emilie GADOIN

Transition écologique et sociétale S7

Ecological and Societal Transition S7

Volume horaire

| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
|----|----|----|------|-----|-------|
| | | | 32 | | |

Évaluation

Une évaluation : *Evaluation*

Responsable : Emilie GADOIN

Turbomachines

Turbomachinery

Volume horaire

| | | | | | |
|----|------|----|------|-----|-------|
| CM | TD | TP | Proj | Sta | Tpers |
| | 19.5 | | | | 17 |

Évaluation

2 évaluations :

- 1 DS
- CC

Plan

1. Introduction générale avec présentation des turbomachines hydrauliques
2. Rappel de l'écriture des équations bilan (masse, énergie) dans les systèmes ouverts
3. Machines et circuits
 - Courbe caractéristique machine
 - Courbe caractéristique circuit
 - Point de fonctionnement
4. Cinématique des turbomachines
 - Triangle des vitesses
 - Théorie d'EULER
5. Thermodynamique de la compression et de la détente
 - Rendement isentropique
 - Rendement polytropique
 - Compression multiétagée
6. Lois de similitude des turbomachines en régime incompressible
7. Particularité de fonctionnement des machines réceptrices
 - Mise en parallèle et en série
 - Pompes
8. THEMES DES TRAVAUX DIRIGES
 - Circuit d'alimentation en eau d'une habitation
 - Installation de chauffage central
 - Ventilation d'une automobile
 - Ventilateur axial : triangle des vitesses, débit, puissance consommée, . . .
 - Centrale de pompage-turbinage de Grand'Maison
 - Lois de similitude appliquées aux pompes et aux compresseurs
 - Etablissement des droites d'Euler pour machines axiales et radiales
9. ENONCES DES TRAVAUX PRATIQUES
 - Banc d'essais de pompes en montage série ou parallèle
 - Essai d'un ventilateur axial : détermination expérimentale des courbes caractéristiques, mise en évidence des lois de similitude et de leur limite, illustration de la théorie d'EULER
 - Mesure des efforts de portance et de traînée sur une aube

Objectifs

Ce cours s'intéresse aux machines tournantes utilisées dans le domaine des énergies renouvelables (éoliennes, micro-hydraulique), du génie climatique et en aéronautique (turboréacteur). L'étudiant(e) acquiert une compréhension physique du fonctionnement des turbomachines, des interactions machine-circuit et sera capable d'effectuer le prédimensionnement d'une machine.

Références

- A.J. Smits ; « Physical Introduction to Fluid Mechanics » ; John Wiley and Sons, 2000
- Pierre Henry ; « Turbomachines Hydrauliques » ; Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1992
- Michel Pluviose ; « Machines à fluides : Principes et fonctionnement » ; Ellipses, 2002
- Michel Pluviose ; « Ingénierie des turbomachines » ; Ellipses, 2003
- Renaud Gicquel ; « Systèmes Energétiques » ; Les presses de l'Ecole des Mines de Paris,

Prérequis

- Mécanique des fluides
- Thermodynamique appliquée aux machines
- Thermodynamique générale

Acquis de la formation

| Acquis de la formation | N | A | M | E | O |
|---|---|---|---|---|---|
| • Etre capable de déterminer le point de fonctionnement d'une machine sur un circuit | . | . | ✓ | . | . |
| • Comprendre et modéliser les échanges d'énergie (cinétique, de pression, thermique, frottements) au sein d'une machine tournante | . | . | ✓ | . | . |
| • Etre capable d'effectuer le pré-dimensionnement des aubages d'une machine tournante | . | . | ✓ | . | . |

Responsable : Bruno AUVITY