



---

## Guide pédagogique

*Module ENERGIE TC 6.3 (5 crédits ECTS)*

---

### ***Place du module et enjeux***

L'UE Energie est une unité d'enseignement du tronc commun du cursus d'ingénieur généraliste de IMT Mines Ales, destinée à coordonner les enseignements de sciences et techniques relatifs à l'énergie. L'élève-ingénieur de IMT Mines Ales doit développer pendant son cursus des compétences dans la conception et l'optimisation des systèmes thermiques où les conversions d'énergie et les transferts de chaleur occupent une place importante (**Thermo-technique**). Il doit acquérir des notions élémentaires en génie électrique, notamment en ce qui concerne le transport et la distribution de l'électricité, la conception d'installations de type industriel, la conversion électromécanique, et les composants et dispositifs d'électronique de puissance (**Électrotechnique**). Dans toutes ces études, il est nécessaire d'intégrer l'aspect « fluides », c'est-à-dire d'être en mesure de concevoir et dimensionner des installations hydrauliques ou aérauliques (**Mécanique des fluides**). L'objectif de cette UE est donc : « À l'issue de cette UE, les étudiants de 1ère année de IMT Mines Alès seront capables de concevoir une solution technique répondant à une problématique énergétique nouvelle. »

---

## Teaching guide and syllabus

*Module ENERGY TC 6.3 (5 ECTS credits)*

---

### ***Subject matter importance and associated issues***

The Energy module is a part of the common core of the generalist engineering curriculum, intended to coordinate the lessons relating to energy. The IMT Mines Ales engineering student has to develop competencies related to design and optimization of thermal systems where energy conversions and heat transfers occupy an important place (**Thermo-technique**). He has to acquire basic notions in electricity domain, including transport and distribution, design of industrial installations, electric actuators and power electronics (**electrical engineering**). In all these studies, it is necessary to integrate the "fluid" aspect, i.e. to be able to design and size hydraulic and aeraulic installations (**Fluid mechanics**). The purpose of this module is therefore: "At the end of this module, first year students of IMT Mines Ales will be able to design a technical solution to a new energy problem."

Responsable Isabelle Marc

Téléphone : 04 34 24 62 61

Courriel : [isabelle.marc@mines-ales.fr](mailto:isabelle.marc@mines-ales.fr)



**IMT Mines Alès**  
École Mines-Télécom

## Module

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
<b>UE énergie</b>	<b>90 h</b>		
○ Mécanique des fluides		2	5
○ Thermo-technique		2	
○ Electrotechnique		2	
○ Projet		3	

Titre de la Conférence introductive présentant les enjeux et l'encrage du module dans les problématiques technologiques et sociétales.	Intervenant (nom/ statuts/ expertise)
Conférence de lancement	I.MARC / Maitre-assistant IMT Mines Alès

### Matière 1 :

<i>Titre de la matière : Mécanique des fluides</i>	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Energie
<b>Semestre :</b> S5	<b>Cursus de rattachement :</b> <i>Tronc commun</i>

<b>Titre</b>	Mécanique des fluides
<b>résumé</b>	

<b>Responsable</b>	<i>P. LAURET (LGEI)</i>
<b>Equipe enseignante</b>	L. APRIN (LGEI), A. BIZE, C.CHANUT

<b>Mots-clés</b>	Statique / cinématique / dynamique / fluides parfaits et réels
<b>Prérequis</b>	

### Matière 2 :

<i>Titre de la matière : Thermo-technique</i>	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b> Energie
<b>Semestre :</b> S5	<b>Cursus de rattachement :</b> <i>Tronc commun</i>

<b>Titre</b>	Thermo-technique
<b>résumé</b>	

<b>Responsable</b>	<i>S. TEIL</i>
<b>Equipe enseignante</b>	V. TURC, C. CORAILLER

<b>Mots-clés</b>	Transferts thermiques / convection / échangeurs de chaleur / thermodynamique / machines thermiques
<b>Prérequis</b>	Bases en transfert thermique (conduction) et thermodynamique (1 <sup>er</sup> et 2 <sup>nd</sup> principe)

### Matière 3 :

<i>Titre de la matière : Electrotechnique</i>	
<b>Code :</b>	<b>Titre du module :</b>
<b>Semestre :</b> S5	<b>Cursus de rattachement :</b> <i>Tronc commun</i>

<b>Titre</b>	Electrotechnique
<b>résumé</b>	

<b>Responsable</b>	<i>I. MARC (LG/2P)</i>
<b>Equipe enseignante</b>	O. DANJOU, P. EFFANTIN, Y. THIAUX, V. TURC

<b>Mots-clés</b>	Grandeurs électriques en monophasé et en triphasé, installations électriques, chaîne de motorisation électrique
<b>Prérequis</b>	Lois fondamentales de l'électricité (Ohm, Kirchhoff) et de la mécanique (principe fondamental de la dynamique)

Les informations suivantes concernent l'ensemble du module :

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
90	126					3*3*45 min + 30 min	3h/semaine		5

## Contexte et objectif général :

Le regroupement au sein d'un même module des enseignements relatifs à la mécanique des fluides, la thermo-technique et l'électrotechnique a pour objectif, au-delà de l'apprentissage de connaissances dans chacune de ces matières, de permettre aux élèves de mieux assimiler les notions de conversion et de transfert d'énergie (mécanique, thermique, électrique).

## Programme et contenu :

Le programme est détaillé au paragraphe « Acquis d'apprentissage visés »

## Méthode et organisation pédagogique

La formule pédagogique retenue est l'Apprentissage Par Problèmes et Projet (AP2P). C'est une méthode pédagogique structurée au service d'un apprentissage individuel, qui mise sur la participation active de l'élève dans le processus d'apprentissage.

L'acquisition des compétences se fera selon deux modalités : des polycopiés de cours et des recueils d'exercices corrigés sont mis à disposition des élèves pour un auto-apprentissage. Les acquis de ces apprentissages sont mobilisés pour la résolution d'un problème, présenté en début de module. Les étudiants sont regroupés par équipes et doivent chercher à expliquer les phénomènes sous-jacents en formulant des hypothèses, en les vérifiant par la recherche d'informations et en effectuant une synthèse. L'enseignant est alors présent pour guider le groupe vers la résolution de ce problème. Le plus important sera donc bien le développement des compétences listées au paragraphe ci-dessous, le projet est un support. Ce n'est pas la solution technique qui sera jugée ni les résultats techniques des études mais bel et bien la démarche scientifique, les compétences techniques acquises et la capacité à prendre du recul.

## Acquis d'apprentissage visés :

Les objectifs d'apprentissage sont exprimés ci-dessous pour chaque enseignement : mécanique des fluides, thermo-technique et électrotechnique. Pour chacun des objectifs, un indicateur correspondant à un niveau d'exigence est exprimé.

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

1. Mécanique des fluides

CHAPITRE 01 : STATIQUE DES FLUIDES						
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES			Indicateurs			
			1	2	3	
1	Appliquer la relation fondamentale de la statique des fluides (fluides incompressibles et compressibles)					
2	Appliquer le théorème d'Archimède					
3	Calculer des forces de pression sur des parois					

CHAPITRE 02 : CINEMATIQUE DES FLUIDES						
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES			Indicateurs			
			1	2	3	
1	Distinguer la description d'Euler et de Lagrange					
2	Appliquer l'équation de continuité					
3	Analyser le mouvement d'un élément de volume fluide					
4	Étudier les fonctions de courant					
5	Appliquer à différents écoulements plans					

CHAPITRE 03 : DYNAMIQUE DES FLUIDES PARFAITS						
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES			Indicateurs			
			1	2	3	
1	Écrire des forces de surface et décrire le tenseur des contraintes					
2	Appliquer le principe fondamental de la dynamique					
3	Appliquer l'équation de Navier-Stokes pour un fluide newtonien					
4	Écrire l'équation fondamentale en volume et théorème d'Euler					
5	Appliquer l'équation de Bernoulli					
6	Justifier les applications pratiques des équations de Bernoulli (tube de Pitot, Phénomène de Venturi, Écoulement par orifice-Torricelli)					

CHAPITRE 04 : DYNAMIQUE DES FLUIDES REELS						
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES			Indicateurs			
			1	2	3	
1	Caractériser des régimes d'écoulement, à partir du nombre de Reynolds					
2	Appliquer l'équation de Bernoulli généralisée					

2. Thermo-technique

CHAPITRE 01 : Transferts thermiques et convection						
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES			Indicateurs			
			1	2	3	
1	Décrire les transferts thermiques en présence dans un système					
2	Calculer le coefficient de convection dans un échange thermique entre un fluide et un solide					
3	Déterminer un coefficient global d'échange thermique dans un système					
4	Déterminer la puissance échangée entre deux milieux à des températures différentes					
5	Analyser les résultats obtenus					

6	Proposer des améliorations chiffrées aux résultats obtenus par des modifications techniques			
<b>CHAPITRE 02 : Échangeurs thermiques statiques</b>				
<b>OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES</b>		<b>Indicateurs</b>		
		1	2	3
1	Décrire les différents types d'échangeurs utilisés dans le milieu industriel et dans le bâtiment			
2	Connaître les différentes grandeurs qui permettent de caractériser un échangeur thermique			
3	Choisir le type d'échangeur le plus approprié pour une utilisation donnée			
4	Décrire et calculer les échanges thermiques mis en jeu dans un échangeur			
5	Dimensionner un échangeur et sélectionner le matériel chez un fabricant			
6	Définir les caractéristiques techniques des échangeurs			
<b>CHAPITRE 03 : Machines thermiques dithermes</b>				
<b>OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES</b>		<b>Indicateurs</b>		
		1	2	3
1	Décrire physiquement et techniquement les éléments et phénomènes en présence dans un système ditherme			
2	Schématiser un système thermodynamique, donner ses caractéristiques essentielles et décrire les échanges thermiques en présence			
3	Déterminer les cas d'utilisation d'un système ditherme dans le bâtiment ou l'industrie			
4	Tracer un cycle thermodynamique sur le diagramme de Mollier et déterminer les caractéristiques du fluide en chaque point du système			
5	Calculer les puissances mises en jeu dans le système ditherme, en déduire les performances du système			
6	Calculer les performances attendues et réelles d'un système ditherme et analyser les différences			
<b>3. Electrotechnique</b>				
<b>Partie 01 : Notions fondamentales sur l'énergie électrique : grandeurs monophasées et triphasées</b>				
<b>OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES</b>		<b>Indicateurs</b>		
		1	2	3
1	Calculer les courants, les tensions et le déphasage entre courant et tension, dans un circuit comportant un ou plusieurs générateurs et un ou plusieurs récepteurs de nature résistive, inductive ou capacitive, en régime continu, alternatif monophasé ou triphasé			
2	Calculer le facteur de puissance, les puissances instantanées, actives, réactives et apparentes, et l'énergie consommée, dans un circuit comportant un ou plusieurs générateurs et un ou plusieurs récepteurs de nature résistive, inductive ou capacitive, en régime continu, alternatif monophasé ou triphasé .			
3	Utiliser les diagrammes de Fresnel pour représenter les tensions et les courants dans un circuit.			
<b>Partie 02 : Production, transport, distribution et utilisation de l'énergie électrique</b>				
<b>OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES</b>		<b>Indicateurs</b>		
		1	2	3
1	Décrire les principales méthodes de production d'énergie électrique utilisées actuellement			
2	Décrire les principales caractéristiques des réseaux électriques : réseau de transport / réseau de distribution / poste de transformation			
3	Connaître la définition du smart grid			
4	Étudier le fonctionnement d'une installation électrique comportant un transformateur (monophasé ou triphasé) réel : calculer les tensions et courants simples et composés.			

5	Choisir un transformateur pour une installation électrique industrielle, à partir d'une documentation technique			
6	Connaître l'origine physique des pertes énergétiques dans un transformateur			
7	Connaître les effets physiologiques de l'électricité, et les valeurs de tension de sécurité			
8	Faire le bilan des puissances consommées dans une installation			
9	Dimensionner les dispositifs pour la compensation de la puissance réactive d'un équipement ou d'une installation			
10	Connaître les schémas de liaison à la terre, et leurs domaines d'utilisation			
Partie 03 : Conversion électromécanique				
OBJECTIFS OPERATIONNELS OBSERVABLES				
		Indicateurs		
		1	2	3
1	Connaître la signification des termes : force, couple, puissance, vitesse, accélération, vitesse angulaire, accélération angulaire, rendement, moment d'inertie, rapport de réduction mécanique.			
2	Appliquer les relations qui existent entre ces grandeurs : principe fondamental de la dynamique (mouvement linéaire et rotation), transmission de puissance et de couple par un réducteur mécanique.			
3	Analyser le fonctionnement d'une machine électrique (moteur, variateur de vitesse) en termes de quadrants de fonctionnement et de réversibilité.			
4	Connaître les principales familles de moteurs électriques, et leurs principes de fonctionnement (à courant continu, synchrone, brushless, asynchrone, pas à pas).			
5	Connaître les principaux avantages, inconvénients et domaines d'utilisation des différents types de moteur.			
6	Calculer la puissance mécanique et le couple nécessaire pour le déplacement d'une charge mécanique			
7	Dimensionner une chaîne de motorisation pour une application donnée			
8	Choisir un moteur pour une application donnée en utilisant une documentation technique			
9	Connaître la fonction réalisée par chaque type de convertisseurs statiques (redresseur, onduleur, hacheur, gradateur, cycloconvertisseur), et les composants utilisés pour les réaliser.			
10	Choisir le type de convertisseur statique pour la variation de vitesse en fonction du moteur			

## Supports pédagogiques et références :

### Pour la mécanique des fluides

- 1 e-learning (chapitre 1) + 1 MOOC (chapitres 2 à 4)
- 1 polycopié de cours
- 1 fascicule comprenant un formulaire et des synthèses de cours
- 1 fascicule de TDs corrigés
- Les évaluations corrigées des 3 dernières années
- Des QCM d'auto-évaluation

### Pour la thermotechnique

- 2 polycopiés de cours
- 1 fascicule comprenant un formulaire et des tables de données
- 2 fascicules de TDs corrigés
- Les évaluations corrigées des 3 dernières années

### Pour l'électrotechnique

- 3 polycopiés de cours – version papier et version électronique interactive
- 1 fascicule de TDs corrigés
- des QCM d'entraînement et d'auto-évaluation
- Les évaluations corrigées des 3 dernières années

## Modalité d'évaluation

Pour chacune des trois matières : évaluation individuelle 3 QCM (45 min)

Pour la partie projet : évaluation en groupe, basée sur

- un dossier technique, constitué au cours du semestre
- une soutenance finale, avec rédaction d'un poster
- 

## Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

- Séance de correction et de questions/réponses après chaque QCM dans chaque matière

## Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Obligation des cours (Selon l'article 5.3 du Règlement Intérieur, on peut définir la présence obligatoire ou non à certains exercices pédagogiques): oui

### **Nombre d'heures estimées de travail personnel :**

Pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par heure programmée à l'emploi du temps.

**Pénalité pour retard** (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable, la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 3 points par jour de retard.

## Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Contact
Laurent Aprin	Mécanique des fluides	Laurent.Aprin@mines-ales.fr
Alain Bize	Mécanique des fluides	
Clément Chanut	Mécanique des fluides	Clement.Chanut@mines-ales.fr
Christophe Corailler	Thermotechnique	
Olivier Danjou	Electrotechnique	
Patrick Effantin	Electrotechnique	
Pierre Lauret	Mécanique des fluides	Pierre.Lauret@mines-ales.fr
Isabelle Marc	Electrotechnique	Isabelle.Marc@mines-ales.fr
Stéphane Teil	Thermotechnique	
Yael Thiaux	Electrotechnique	
Vincent Turc	Thermotechnique Electrotechnique	

## Module

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
<b>UE énergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fluid mechanics</li> <li>○ Thermo-technics</li> <li>○ Electrical engineering</li> <li>○ Projet</li> </ul>	<b>90 h</b>	2 2 2 3	5

Title of Conference presenting subject matter importance and associated issues.	Speaker (name/ expertise)
Introductory conference	I.MARC / Maitre-assistant IMT Mines Alès

### Class 1

<i>Class title : fluid mechanics</i>	
<b>Code : TC 6.3</b>	<b>Module title : Energy</b>
<b>Semester: S6</b>	<b>Classification : (obligatory courses, options, department-specific, etc)</b>

<b>Title</b>	Fluid mechanics
<b>Summary</b>	

<b>Head</b>	<i>P. LAURET (LGEI)</i>
<b>Teaching team</b>	L. APRIN (LGEI), A. BIZE, C.CHANUT

<b>Key words</b>	statics, dynamics, kinematics, perfect and real fluids
<b>Prerequisites</b>	Basic notions in fluid mechanics

### Class 2

<i>Class title : Thermo-technics</i>	
<b>Code : TC 6.3</b>	<b>Module title : Energy</b>
<b>Semester: S6</b>	<b>Classification : (obligatory courses, options, department-specific, etc)</b>

<b>Title</b>	Thermo-technics
<b>Summary</b>	

<b>Head</b>	<i>S. TEIL</i>
<b>Teaching team</b>	V. TURC, C. CORAILLER

<b>Key words</b>	Heat transfers / convection / heat exchangers / thermodynamics / heat engines
<b>Prerequisites</b>	Basic notions in thermal transfer (conduction) and thermodynamics (1st and 2nd principle)

### Class 3

<i>Class title : Electrical engineering</i>	
<b>Code : TC 6.3</b>	<b>Module title : Energy</b>
<b>Semester: S6</b>	<b>Classification : (obligatory courses, options, department-specific, etc)</b>

<b>Title</b>	Electrical engineering
<b>Summary</b>	

<b>Head</b>	<i>I. Marc</i>
<b>Teaching team</b>	O. DANJOU, P. EFFANTIN, Y. THIAUX, V. TURC

<b>Key words</b>	Single-phase and three-phase electrical quantities, electrical installations, electric drive chain
<b>Prerequisites</b>	Basic laws in electricity (Ohm, Kirchoff) and mechanics (fundamental principle of dynamics) area



The following information applies to the whole module:

## Context and general objective:

The grouping within the same module of teaching related to fluid mechanics, thermo-technics and electrical engineering aims, beyond the learning of knowledge in each of these subjects, to allow students to better understand the concepts of conversion and (mechanical, thermal, electrical) energy transfer.

## Programme and contents:

The program is detailed in the following paragraph "Targeted learning outcomes".

## Method and pedagogic organisation:

The pedagogical method is Learning by Problems and Project (AP2P). It is a structured teaching method for individual learning that focuses on the active participation of the student in the learning process. Skills and knowledge acquisition will be done in two ways: course resources and corrected exercise books are available to students for self-study. The achievements of these learnings are mobilized for the resolution of a problem, presented at the beginning of the module. The students are grouped in teams and must seek to explain the underlying phenomena by formulating hypotheses, verifying them by searching for information and carrying out a synthesis. The teacher is then present to guide the group towards solving this problem. The most important will therefore be the development of skills listed in the paragraph below, the project is a support. It is not the technical solution that will be judged nor the technical results of the studies but rather the scientific approach, the technical skills acquired and the ability to take a step back.

## Targeted learning outcomes :

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

1. Fluid mechanics					
CHAPTER 01 : STATICS					
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES			Indicateurs		
			1	2	3
1	Apply the fundamental relation of fluid statics (incompressible and compressible fluids)				
2	Apply Archimedes' theorem				
3	Calculate pressure forces on walls				
CHAPTER 02 : CINEMATICS					
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES			Indicateurs		
			1	2	3
1	Differentiate Euler and Lagrange description				
2	Apply the continuity equation				

3	Analyze the motion of a fluid volume element			
4	Study the current functions			
5	Apply to different plane flows			

CHAPTER 03 : KINEMATICS						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Write the surface forces and describe the stress tensor					
2	Apply the fundamental principle of dynamics					
3	Apply the Navier-Stokes equation for a Newtonian fluid					
4	Write the fundamental equation in volume of Euler's theorem					
5	Apply the Bernoulli equation					
6	Justify the practical applications of the Bernoulli equations (Pitot tube, Venturi phenomenon, Torricelli phenomenon)					

CHAPTER 04 : Real fluids dynamics						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Characterize flow regimes, from Reynolds number					
2	Apply the generalized Bernoulli equation					

2. Thermo-technics

CHAPTER 01 : Heat transfer and convection						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Describe the thermal transfers present in a system					
2	Calculate the convection coefficient in a heat exchange between a fluid and a solid					
3	Determine an overall coefficient of heat exchange in a system					
4	Determine the power exchanged between two media at different temperatures					
5	Analyze the results obtained in previous calculations					
6	Propose numerical improvements to the results obtained by technical modifications					

CHAPTER 02 : Static heat exchangers						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Describe the different types of exchangers used in the industrial and building sectors					
2	Know the different quantities which characterize a heat exchanger					
3	Choose the type of heat exchanger most suitable for a given use					
4	Describe and calculate the thermal exchanges involved in a heat exchanger					
5	Size a heat exchanger and select a device from a manufacturer					
6	Define the technical characteristics of the exchangers					

CHAPTER 03 : Heat engine						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Physically and technically describe the elements and phenomena present in a heat engine with two thermal reservoirs					
2	Modelize a thermodynamic system with its essential characteristics and describe the thermal exchanges in the presence					
3	Determine the use of a two thermal reservoir system in building or industry					
4	Draw a thermodynamic cycle on the Mollier diagram and determine the characteristics of the fluid at each point of the system					

5	Calculate the powers involved in the ditherme system, deduce the performance of the system			
6	Calculate the expected and actual performances of a ditherme system and analyze the differences			

3. Electrical engineering

Part 01 : Fundamentals of electrical energy: single-phase and three-phase quantities						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Evaluate currents, voltages and the phase difference between current and voltage, in a circuit comprising one or more generators and one or more receivers of resistive, inductive or capacitive nature, in DC, single-phase or three-phase modes					
2	Evaluate the power factor, the instantaneous, active, reactive and apparent powers, and the energy consumed in a circuit comprising one or more generators and one or more receivers of resistive, inductive or capacitive nature, in DC, single-phase, or three-phase mode					
3	Use Fresnel diagrams to represent voltages and currents in a circuit.					

Part 02 : Production, transport, distribution and use of electrical energy						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Describe the main methods of electric power generation currently used					
2	Describe the main characteristics of electricity grids: transmission system / distribution network / transformer substation					
3	Know the definition of smart grid					
4	Study the operation of an electrical installation with a real (single phase or three phase) transformer: calculate the (line to line and line to neutral) voltages and (line and phase) currents					
5	Choose a transformer for an industrial electrical installation, from a technical documentation					
6	Know the physical origin of energy losses in a transformer					
7	Understand the physiological effects of electricity, and safety voltage values					
8	Evaluate(active reactive and apparent) powers consumed in an installation					
9	Size devices for reactive power compensation for an equipment or an installation					
10	Know the earth connections, and their areas of use					

Part 03 : electromechanical conversion						
OBSERVABLE OPERATING OBJECTIVES				Indicateurs		
				1	2	3
1	Know the definitions for: force, torque, power, speed, acceleration, angular velocity, angular acceleration, efficiency, moment of inertia, mechanical reduction ratio.					
2	Apply the relations that exist between these quantities: fundamental principle of the dynamics (linear movement and rotation), transmission of power and torque by a mechanical reducer.					
3	Analyze the operation of an electric machine (motor, variable speed drive) in terms of operating quadrants and reversibility.					
4	Know the main families of electric motors (DC, synchronous, brushless, asynchronous, stepper) and their principles of operation.					
5	Know the main advantages, disadvantages and areas of use of different types of electric motors.					
6	Calculate the mechanical power and torque needed to move a mechanical load					
7	Dimensioning a motorization chain for a given application					
8	Choose a motor for a given application using technical datasheets					
9	Know the function performed by each type of static converters (rectifier, inverter, chopper, dimmer, cycloconverter), and the components used to make them.					
10	Choose the type of static converter for speed variation according to the motor specifications					

## Testing procedures

For each of the three classes: 3 multiple choice exam (3\*45 min)

For the project part: group evaluation, based on

- a technical file,
- a final defense, for which the students are asked to write a scientific poster

## Feedback made to the student

- lecture session for correction and questions/answers after each multiple choice exam, for each class.

## Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Obligatory presence in classes (according to article 5.3 of the Code of conduct, physical presence at certain teaching exercises can be deemed obligatory): yes

**Estimated hours of personal study** (evaluate in function of the type of teaching method used):  
in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45 min of personal study time per hour spent in class.

**Late penalties** (According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgement).

All late work is subject to penalties as follows: 3 points per day.

## Teaching team

<i>Name</i>	Field of expertise	Email/phone
Laurent Aprin	Fluid Mechanics	Laurent.Aprin@mines-ales.fr
Alain Bize	Fluid Mechanics	
Clément Chanut	Fluid Mechanics	Clement.Chanut@mines-ales.fr
Christophe Corailler	Thermo technics	
Olivier Danjou	Electrical Engineering	
Patrick Effantin	Electrical Engineering	
Pierre Lauret	Fluid Mechanics	Pierre.Lauret@mines-ales.fr
Isabelle Marc	Electrical Engineering	Isabelle.Marc@mines-ales.fr
Stéphane Teil	Thermo technics	
Yael Thiaux	Electrical Engineering	
Vincent Turc	Thermo technics; Electrical Engineering	

---

## Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du....

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur ....

<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Validation</b>
L'enseignant responsable du module :	Le responsable d'UE / de département :	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :