



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

## 2016 - 2017

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Aéronautique</i>	<i>Propulsion Aéronautique</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا  
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



## مواعمة

### عرض تكوين ماسرر أكاديمي

2017-2016

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	علم الطيران	الدفع الطيراني

## **I – Fiche d'identité du Master**

## Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Aéronautique	Propulsion aéronautique	Aéronautique	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Energétique	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Physique énergétique (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

## **II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité**

**Semestre 1 Master : Propulsion aéronautique**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Thermodynamique	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Aérodynamique Numérique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Matériaux des structures aéronautiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Méthodes des éléments finis	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Matériaux des structures aéronautiques	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	TP Thermodynamique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Aérodynamique Numérique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Méthodes des éléments finis	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 2 Master : Propulsion aéronautique**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Combustion	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Dynamique des gaz	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Control et Dynamique du vol	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Turbomachines	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	T.P Dynamique des gaz	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	T.P Turbomachines	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Assemblage des structures aéronautiques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Combustion	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		

**Semestre 3 Master : Propulsion aéronautique**

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Transferts de chaleur et de masse interne aux turbomachines	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Aéroélasticité	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Aéro acoustique et turbulence	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Ecoulements compressibles et supersoniques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Transfert de chaleur	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Essais non destructifs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Conception des aéronefs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Ecoulements compressibles et supersoniques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	<i>Panier au choix</i>	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>375h00</b>	<b>375h00</b>		



**UE Découverte (S1, S2 et S3) au choix**

1. *Mécanique des orbites*
2. *Carburants des avions et Pollution*
3. *Traitement du signal*
4. *Management et sécurisation des aéroports*
5. *Programmation pour le calcul scientifique*
6. *Installation, exploitation et opération*
7. *Utilisation des logiciels en CFD*
8. *Autres (à définir par l'équipe de formation en fonction des priorités locales et/ou régionales)*

**Semestre 4**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

**Ce tableau est donné à titre indicatif**

**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

- |                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1. Valeur scientifique (Appréciation du jury)                   | /6 |
| 2. Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury)                  | /4 |
| 3. Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) | /4 |
| 4. Appréciation de l'encadreur                                  | /3 |
| 5. Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury)      | /3 |

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière : Thermodynamique.**  
**VHS: 67h30 (cours: 3h00, TD : 1h30)**  
**Crédits : 6**  
**Coefficients : 3**

**Objectifs de l'enseignement:**

(Connaissance et analyse thermodynamique des nouveaux procédés de génération de froid : notamment à partir des énergies renouvelables :(cycle à absorption et à éjecteur) et les diverses configurations ainsi que l'analyse des diverses unités d'opération tels que l'absorbeur, le régénérateur).

**Connaissances préalables recommandées:**

(Thermodynamique, turbo machines, transfert de chaleur, mécanique de fluide, transfert de masse).

**Contenu de la matière:**

1. Généralités et principes fondamentaux **(2semaines)**  
 -Thermodynamique et l'énergie. - les états et équilibre d'un système. - le principe zéro de la thermodynamique. - premier et deuxième principe de la thermodynamique.
2. Les cycles a puissance a gaz **(3 semaines)**  
 -Cycle de Carnot.- Cycle d'Otto. - Cycle Diesel. - Cycle de Stirling et d'Ericsson. - Cycle de Brayton.
3. Les cycles de puissance a vapeur **(3 semaines)**  
 Cycle de vapeur de Carnot. - Cycle de Rankine idéal. - Cycle de resurchauffe. - Cycle de régénération. - Cycle de cogénération.
4. Les cycles de réfrigérations **(3 semaines)**  
 -Machines frigorifiques. - Cycle de Carnot inverse, Les fluides frigorigènes, les pompes, les systèmes de réfrigération à compression innovants, les cycles de réfrigération à gaz.
5. Les relations thermodynamiques et les mélanges gazeux **(3 semaines)**  
 - Un aperçu des dérivées partielles et de leur relations, Relation de Maxwell, Equation de Clapeyron, Quelques relations générales de thermodynamique, Coefficient de Joule-Thompson, variations d'enthalpie, d'énergie interne et d'entropie des gaz réels, Composition d'un mélange gazeux, Les comportement P-V-T des mélanges, les variables thermodynamiques de mélanges de gaz réels.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Y. A. Cengel, M. A. Boles. « Thermodynamique : une approche pragmatique ». McGRAW-HILL.
2. J. C. Sisi, « Principes de thermodynamique », McGRAW-HILL, EDITEURS.
3. J. Vidal, « Thermodynamique : Application au génie chimique et à l'industrie pétrolière », Edition TECHNIP.

4. J. Vidal, « *Thermodynamique : Application au génie chimique et à l'industrie pétrolière* », Edition TECHNIP.
5. A. Lallemand, « *Exercices et problèmes de thermodynamiques, de principes aux applications aux machines* », TECHNOSUP, Ellipses.
6. A. Lallemand, « *Machines à froid et pompes à chaleur, de la théorie à la pratique, Cours et problèmes corrigés* », TECHNOSUP, Ellipses.
7. W. Alexandre, « *Thermodynamique macroscopique. À l'usage des étudiants en sciences de l'ingénieur* ».

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**

**Matière 1: Aérodynamique Numérique.**

**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

(Ce cours a pour but de familiariser l'étudiant à des méthodes de base appliquée en mécanique des fluides numérique (CFD) à savoir les différentes méthodes de discrétisation et les algorithmes les plus couramment utilisés en simulation numérique appliquée en aérodynamique. Ce cours permis aussi d'initier l'étudiant à développer des codes de résolution numérique des équations de Navier-Stokes incompressibles ou compressibles ainsi que l'utilisation des codes commerciaux dans ce domaine).

**Connaissances préalables recommandées:**

(Résolution d'équations différentielles ordinaires, résolution de systèmes linéaires, méthodes directes et méthodes itératives, différences finies).

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1: Introduction**

**(2 semaines)**

Rappel des équations de conservation en mécanique des fluides. Écoulements permanents et non-permanents. Nombres adimensionnels et équations sans dimension.

**Chapitre 2: Écoulements incompressibles**

**(5 semaines)**

La méthode des volumes finis pour maillage structuré et non-structuré. Méthodes numériques pour écoulements incompressibles: maillage décalé et formulation en vitesse pression. Traitement des conditions aux limites.

**Chapitre 3: Écoulements compressibles**

**(3 semaines)**

Systèmes hyperboliques en forme conservative : équations d'Euler pour écoulements compressibles, discontinuités, conditions de sauts; schémas explicites et implicite.

- *Schémas numériques pour les équations scalaires* : méthode de MacCormack, méthode de Godunov, schémas monotones et entropiques, schémas TVD, méthode de Van Leer.
- *Schémas numériques 1-D pour les systèmes* : schémas centrés, à décomposition de flux, de type Godunov avec solveur exact ou approché du problème de Riemann, schéma de Roe et méthode de Van Leer.
- *Volumes finis multidimensionnels* : définition et implémentation numérique, traitement des termes sources, implémentation en temps, termes diffusifs, conditions aux limites.

**Chapitre 4: Modèles de premier ordre**

**(3 semaines)**

- viscosité turbulente
- longueur de mélange

**Chapitre 5: Ecoulement en présence de paroi et modèle k- $\epsilon$ , k-w**

**(3 semaines)**

- profil de vitesse par zone
- spécificité de la couche limite
- frottement turbulent rugueux

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *Introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method.* Versteeg H.K, Malalasekera W.
2. *Computational Fluid Dynamics The Basics With Applications.* John D. Anderson, JR (1995).
3. *Computational Fluid Dynamics Volume 1. 2 & 3,* Klaus A. Hoffmann, Steve T. Chiang. Fourth edition (2000).
4. *Computational Fluid Dynamics for Engineers.* T.Cebeci J.RShao F. Kafyke E. Laurendeau (2000).
5. *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow.* Suhas V Patankar (1980).
6. *Computational Methods for Fluid Dynamics,* Ferziger & Peric.
7. *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems,* Randall J. Leveque.
8. *High Resolution Methods for Incompressible and Low Speed Flows,* Drikakis & Rider.
9. *E. Godlewski, P.A. Raviart, Hyperbolic systems of conservation laws , Collection Mathématiques et Applications de la SMAI, Ellipses, Paris (1991).*
10. *E. Godlewski, P.A. Raviart, Numerical approximation of hyperbolic systems of conservation laws , Springer, New York (1996).*
11. *E. Toro, Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics , Springer, Berlin (1999).*
12. *R. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems , Cambridge University Press (2002).*
13. *B. Després, F. Dubois, Systèmes hyperboliques de lois de conservation. Application à la dynamique des gaz , Editions de l'Ecole Polytechnique (2005).*
14. *C. Dafermos, Hyperbolic Conservation Laws in Continuum Physics , Springer, Berlin (2005).*

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**

**Matière : Matériaux des structures aéronautiques**

**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

(L'objectif de ce cours est de présenter à l'étudiant en aéronautique les différents matériaux utilisés dans les structures aéronautique, que ça soit dans les carlingues, les structures porteuses, les planchers, les revêtements... etc. Il est notamment question de choisir et d'analyser les matériaux en fonction de leur rôle et leur emplacement dans la structure et en fonction des sollicitations auxquelles ils sont soumis).

**Connaissances préalables recommandées:**

(Les connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement sont les cours suivants : Résistance des matériaux, matériaux composites, Mécanique des Milieux Continus).

**Contenu de la matière:**

**Chapitre 1:**

**(3semaines)**

- Introduction et rappels sur les structures aéronautiques
- Conception des structures aéronautiques
- Structures porteuses - Structures secondaires - Carénages et carlingues Mécanismes et éléments mobiles - éléments extérieurs, ailerons, gouvernails et aérofreins

**Chapitre 2: Matériaux utilisés dans les structures aéronautiques**

**(3semaines)**

- Alliages d'aluminium et de zinc - Matériaux composites - Aciers Spéciaux et Céramiques.
- Classification des matériaux : Les céramiques, Les composites, Les plastiques, Les matériaux frittés

**Chapitre3 : Alliages d'aluminium :**

**(03 semaines)**

- Historique et fabrication de l'aluminium
- Avantages techniques et économiques
- Influence des éléments d'alliage
- Influence des conditions de fabrication
- Technologie de mise en œuvre
- Caractéristiques des alliages d'aluminium
- Classement des alliages d'aluminium suivant leurs utilisations.

**Chapitre 4 : Céramiques techniques**

**(03 semaines)**

- Elaboration ;
- Caractérisations ;
- Propriétés mécaniques, physiques et thermiques
- Comportement mécanique et thermique;
- Transition fragile-ductile ;
- Plasticité à chaud et fluage ;
- Endommagement des céramiques ;
- Vieillessement des céramiques techniques



**Chapitre 5 : Polymères****(03 semaines)**

- Structures des polymères ;
- Types de polymères ;
- Polymères Amorphes et cristallins
- Elaboration ;
- Caractérisations mécaniques ;
- Comportement mécanique ;

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *Didier Bellet et Jean-Jacques Barrau, Cours d'élasticité, Toulouse, Cepadues Éditions, coll. « La Chevêche », 1990, 370 p. (ISBN 2-85428-245-0)*
2. *Matériaux et techniques, Volume 76*
3. *Analyse des structures et milieux continus: mécanique des structures, PPUR presses polytechniques, 1 janv. 2000*
4. *Détection précoce d'instabilité aérolélastique des structures aéronautiques, Rafik Zouari 2008 - 182 pages*
5. *Matériaux composites à matrice organique: constituants, procédés, propriétés, Pierre-Etienne Bourbon, PPUR presses polytechniques, 2004*
6. *Matériaux composites, Daniel Gay, Hermès, 1 janv. 1997*

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière : Méthodes des éléments finis.**  
**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

(Connaitre les principes théoriques, mathématiques et techniques, accompagnés d'exemples et d'exercices d'application).

**Connaissances préalables recommandées :**

(Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux).

**Contenu de la matière :**

- Chapitre 1 :** Introduction générale **(02 semaines)**
- la méthode des éléments finis et ses applications
  - Les différentes méthodes des éléments finis
- Chapitre 2 :** matrice de rigidité **(03 semaines)**
- Détermination de la matrice de rigidité des éléments barre, poutre, plaque et autres
  - Analyse des éléments triangulaires et types de déformation (bi dimensionnel)
  - Analyse de l'élément tétraèdre (tri dimensionnel)
- Chapitre 3 :** Analyse dynamique des corps **(04 semaines)**
- Analyse dynamique des corps discrets et continus par la méthode des éléments finis
  - Détermination de la matrice des masses et des amortissements
  - Théorème de Castigliano et des énergies potentielles de déformation
- Chapitre 4 :** Vibration libre et forcée **(04 semaines)**
- Vibration libre et forcée par éléments finis : un, deux et/ou plusieurs degrés de libertés
  - Application aux corps continus et aux structures discrètes (éléments barres, poutres et éléments continus)
- Chapitre 5 :** Applications **(02 semaines)**
- Application aux structures internes d'avions et structures spéciales : structures en treillis, structures internes aux ailes d'avions

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *Analyse des structures par éléments finis*, J.F.imbert, Édition : Cepadues
2. *Modélisation des structures par éléments finis*, J-L.Batoz, Édition : Hermes
3. *Mécanique des structures par la méthode des éléments finis*, Ph.Trompette, Édition : Masson
4. *Méthodes d'éléments finis pour les problèmes de coques minces* M.Bernadou, Édition : Masson
5. *Méthode des éléments finis*, T.Gmur, Édition : Romandes
6. *le calcul des structures par éléments finis*, H.Debaecker, Édition : Hermes

7. *Éléments finis, volume 1, Zienckewiz, Édition : B.H*
8. *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés), Jean-Louis Batoz et Gouri Dhatt. Modélisation des structures par éléments finis volume 1,2.*
9. *Introduction à la méthode des éléments finis Lenneth Rocky, Roy Evans, William Griffiths et David Nethercit*
10. *Finite Element Methodes H.T.Yang*
11. *Finite element modeling For stress analysis, Robert D. Cook*
12. *Finite element analysis, McGRAW-HILL. George R. Buchanan. Shaum's outlines series.*
13. *Structural analysis R.C.Coates, M.G.Coutie, F.K.Kong. Second edition.*

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.1**

**Matière : TP Matériaux des structures aéronautiques.**

**VHS: 37h30 (cours: 1h30, TP : 1h00)**

**Crédits : 3**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Apprendre et connaître d'une façon pratique les méthodes de fabrication de pièces métalliques des structures aéronautiques par des procédés de mise en forme sans enlèvement de la matière).

**Remarque:** Avant la séance l'étudiant, doit lire l'énoncé et savoir répondre aux questions : quel est le système étudié ? Comment est-il constitué ? Que va-t-on mesurer, avec quels moyens et dans quel but ? Quelle modélisation utilise-t-on et quelles sont les conclusions attendues ?

**Connaissances préalables recommandées:**

Cours des Matériaux de structures aéronautiques

**Contenu de la matière:** (Selon les moyens disponibles dans l'établissement)

- Durcissement Structural ;
- Analyse microstructural ;
- Caractérisation mécaniques des alliages d'aluminiums et de titane et polymères :
- Essai de Dureté,
- Essai de traction, essais de résilience, essai de ténacité, essai de fatigue
- Classement des alliages d'aluminium suivant leurs utilisations.
- Exemple sur la coulée continue
- Coulée d'une pièce en lingotière
- Initiation à la fabrication d'une pièce par la fonderie
- Méthodes de préparation des poudres
- Pratique du frittage
- Fabrication d'une pièce par la métallurgie des poudres
- Fabrication d'une pièce par forgeage
- Fabrication d'une pièce par matriçage

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière : TP Thermodynamique.**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

(Réaliser différentes expériences de thermodynamique physique : Application de la thermodynamique).

**Remarque :** Avant la séance l'étudiant, doit lire l'énoncé et savoir répondre aux questions : quel est le système étudié ? Comment est-il constitué ? Que va-t-on mesurer, avec quels moyens et dans quel but ? Quelle modélisation utilise-t-on et quelles sont les conclusions attendues ?

**Connaissances préalables recommandées:**

(Cours thermodynamique).

**Contenu de la matière:**

**T.P. N°1 :** Détermination de coefficient de performance dans:

- une pompe à chaleur, eau-air
- une machine frigorifique (eau-eau, air-air)

**T.P. N°2 :** Détermination du coefficient de performance pour différents fluides  
 Frigorigène (R134a et R22)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 100% .

**Références bibliographiques:**

1. Y. A. Cengel, M. A. Boles. « Thermodynamique : une approche pragmatique ». McGRAW-HILL.
2. D. Richon, « Eléments de la thermodynamique expérimentales », Ecole des Mines de Paris
3. A. Lallemand, « Exercices et problèmes de thermodynamiques, de principes aux applications aux machines », TECHNOSUP, Ellipses.
4. A. Lallemand, « Machines à froid et pompes à chaleur, de la théorie à la pratique, Cours et problèmes corrigés », TECHNOSUP, Ellipses.
5. Livres et photocopiés existants au niveau des laboratoires de pédagogie (Laboratoire Thermique, Laboratoire MDF, Laboratoire Moteur) et des bibliothèques du département et
6. Sites Internet et autres.

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière : TP Aérodynamique Numérique.**  
**VHS: 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

### Objectifs de l'enseignement:

Ce TP a pour but de familiariser l'étudiant à des méthodes numérique de base utilisées en aérodynamique 'CFD' et de l'initier à l'utilisation des codes commerciaux dans ce domaine. Ces outils sont incontournables pour le calcul de problèmes industriels et leur compréhension (Algorithmes numériques, maillage, stabilité, convergence,...)

L'objectif est l'exploitation du code de calcul Fluent pour l'étude des écoulements et le calcul des différents paramètres caractérisant cet écoulement. Ce TP permet aussi à l'étudiant d'avoir développé l'aptitude à comprendre et à programmer la méthode des volumes finis pour les régimes incompressibles et compressibles et être capable d'utiliser un logiciel commercial ou Open-source de CFD.

### Connaissances préalables recommandées :

(Méthode des volumes finis, Fortran 90, éléments finis, etc.).

### Contenu de la matière :

Exploitation du code de calcul Fluent

**T.P. N°1 :** Programmation en (**Fortran 90, C++, Maple, Matlab,...**) de la méthode des volumes finis appliquée sur les écoulements compressibles et incompressibles.

**T.P. N°2 :** Visualisation des résultats par OriginLab, Tecplot 360.

**T.P. N°3 :** Modélisation par le pré-processeur **Gambit**, des géométries complexe 2D, 3D (Aile d'avion NACA, fuselage, chambre de combustion,...)

**T.P. N°4 :** Application du **Solver Fluent** (Flux 2D, 3D, problème stationnaire ou instationnaire, écoulement derrière une marche descendante, écoulement autour des obstacles : Ail d'avion de type NACA, cylindre, écoulement compressible dans les tuyères converge-diverge...).

- *Des travaux pratiques peuvent être aussi réalisés en utilisant la soufflerie subsonique (UMC).*
- *La portée et la traînée seront déterminées pour différentes valeurs de vitesse de l'air introduit dans la soufflerie.*

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

### Références bibliographiques:

1. John D. Anderson, JR. *Computational Fluid Dynamics The Basics With Applications.* (1995).
2. T.Cebeci J.RShao F. Kafyeke E. Laurendeau. *Computational Fluid Dynamics for Engineers.* (2000).
3. Suhas V Patankar. *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow.* (1980).
4. Ferziger & Peric .*Computational Methods for Fluid Dynamics.*
5. Randall J. Leveque. *Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems,*
6. E. Toro. *Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics , Springer, Berlin (1999).*

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière : TP Méthodes des éléments finis.**  
**VHS: 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Dans cette matière, des travaux pratiques (TP) en méthodes des éléments finis seront réalisés. L'étudiant est sensé de réaliser des modélisations numériques en se basant sur la méthode des éléments finis pour des structures continues, discrètes ou composées afin de déterminer les contraintes limites élastiques et plastiques pour éviter la ruptures et la fissuration des matériaux.

**Connaissances préalables recommandées :**

Calcul matriciel, méthodes numériques, résistance des matériaux.

**Contenu de la matière :**

- *Réalisation et développement des programmes de calcul (somme, produit et inverse des matrices de grandes dimensions)*
- Modélisation des éléments barres, poutres et ressorts
- *Techniques de maillages sur Abaqus*
- *Analyse statique des structures continues et discrètes et continues utilisant la méthode des éléments finis et détermination de la matrice globale de rigidité*
- *Analyse dynamique des structures continues et discrètes utilisant et continues utilisant la méthode des éléments finis et détermination des différents modes propres de la structure*
- *Développement de propres programmes en comparant les résultats avec ceux obtenus utilisant Ansys, Abaqus et autres.*

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100% .

**Références bibliographiques:**

1. *Comprendre les éléments finis (Principes, formulation et exercices corrigés)*
2. *Jean-Louis Batoz et Gouri Dhatt. Modélisation des structures par éléments finis volume 1,2.*
3. *Lenneth Rocky, Roy Evans, William Griffiths et David Nethercit. Introduction à la méthode des éléments finis .*
4. *Robert D. Cook. Finite element modeling For stress analysis.*
5. *McGRAW-HILL. Finite element analysis. George R. Buchanan. Shaum's outlines series.*
6. *R.C.Coates, M.G.Coutie, F.K.Kong. Structural analysis. Second edition.*
7. *Sites internet*
8. *Abaqus6.11*
9. *Scintifique Work Place 5.5*
10. *T. R. Chandrupatala, A. D. Belegundu, 'Introduction to Finite Element in Engineering', Prentice-Hall International Editions, New Jersey, 1991.*

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UET 1.1**  
**Matière 1: Anglais technique et terminologie**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédits: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

### **Contenu de la matière:**

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

**Recommandation :** Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques*, Editions d'Organisation 2007
2. A. Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais*, Didier 1992
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais*, Dunod 2002.
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English*, Oxford University Press, 1980
5. E. H. Glendinning and N. Glendinning, *Oxford English for Electrical and Mechanical Engineering*, Oxford University Press 1995
6. T. N. Huckin, and A. L. Olsen, *Technical writing and professional communication for nonnative speakers of English*, Mc Graw-Hill 1991
7. J. Orasanu, *Reading Comprehension from Research to Practice*, Erlbaum Associates 1986



**Semestre : 2**  
**VHS: 67h30 (cours: 3h00, TD : 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Unité Fondamentale UEF 1.2.1**  
**Intitulé de la matière : **Combustion.****  
**Crédits : 6**  
**Coefficients : 3**

### **Objectifs de l'enseignement:**

(Le but de ce cours est de fournir aux étudiants une compréhension des principes de base associés aux processus de combustion, comment ces concepts se rapportent à des observations expérimentales et comment elles peuvent être utilisées pour la modélisation théorique et / ou numérique.)

### **Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser les notions de thermodynamique et de mécanique des fluides).

### **Contenu de la matière :**

#### **1. Combustion**

Introduction : contexte et objectifs. Bilans de matière et d'énergie appliqués à la combustion complète et incomplète. Application au calcul des foyers de combustion, à la récupération énergétique et au contrôle de la combustion **(5 semaines)**

Transferts de chaleur appliqués à la combustion : rayonnement des gaz contenant des éléments absorbants. Détermination de l'émission d'un volume gazeux, extension de la méthode des zones au cas d'un gaz absorbant. Application au calcul des chambres de combustion. Etude des flammes : bases théoriques (inflammation, propagation, limites d'inflammabilité) **(5 semaines)**

#### **2. Technologie des brûleurs**

Introduction, généralités, classification. Brûleurs à gaz à flamme de prémélange. Brûleurs à gaz à flamme de diffusion. Brûleurs à combustible liquide. **(5 semaines)**

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. S.R.Turns "An introduction to combustion- concepts and applications". Mac-Graw Hill int. Ed.2000.
2. Irvin Glassman, Combustion, 3rd Edition, Academic Press, 1996, Chap. 4, 6.
3. Kenneth K.Kuo, Principles of Combustion, John Wiley & Sons, 1986, Chap. 7.
4. N. Peters, Turbulent Combustion, Cambridge University Press, www.cup.cam.ac.uk, 2000.
5. F.Almahallawi, S. eddine Habik. Fundamentals and Technology of Combustion.
6. Chang K. Law. Combustion Physics.
7. Forman A Williams Combustion Theory The Fundamental Theory of Chemically Reacting Flow Systems.

**Semestre : 2**

**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Unité Fondamentale UEF 1.2.1**

**Intitulé de la matière : *Dynamique des gaz.***

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(À l'issue de ce cours l'étudiant devra pouvoir étudier la dynamique des gaz dans les conduites et les tuyères sans et avec présence d'onde de choc normale).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Il est recommandé de maîtriser les mathématiques et les bases de la thermodynamique, La mécanique des fluides).

### **Contenu de la matière :**

#### **1. Notions de base**

**(1 semaine)**

Principales notions et relations de base. -point d'arrêt et état générateur. -Rappels de dynamique des fluides. -Rappels de physique du son.

#### **2. Généralités sur l'écoulement isentropique**

**(2 semaines)**

-Relations de saint-venant. - Vitesse limite et vitesse critique. - Relation de Hugoniot

#### **3. Ecoulement avec transfert de chaleur et sans frottement**

**(3 semaines)**

Hypothèses et relations fondamentales. - Courbes de Rayleigh. - Relations différentielles de l'écoulement. - Ecoulement isotherme.

#### **4. Ecoulement adiabatique avec frottement**

**(3 semaines)**

Hypothèses et relations fondamentales. - Relations différentielles de l'écoulement.- Caractéristiques des courbes de Fanno.- Ecoulement dans une conduite alimentée en subsonique et supersonique

#### **5. Ecoulement isentropique dans les tuyères**

**(3 semaines)**

Ecoulement dans une tuyère convergente.- Ecoulement dans une tuyère convergente-divergente.

#### **6. Ondes de choc droits**

**(3 semaines)**

Variation des propriétés du gaz au travers de l'onde de choc. - variation de l'entropie au travers de l'onde de choc.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Robert d. Zucker oscar biblarz *fundamentals of gas dynamics, second edition , 2002*
2. Cambel, A. B., Jennings, B. H., *Gas Dynamics, McGraw-Hill, New York, 1958.*
3. Anderson, J. D., *Modern Compressible Flow, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1990.*
4. Hall, N. A., *Thermodynamics of Fluid Flow, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1951.*
5. John, J. E. A., *Gas Dynamics, 2nd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.*
6. Liepmann, H. W., and Roshko, A., *Elements of Gasdynamics, John Wiley & Sons, New York, 1957.*
8. Saad, M. A., *Compressible Fluid Flow, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.*
9. Shapiro, A. H., *The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, Vol. I, John Wiley & Sons, New York, 1953.*

11. *Zucrow, M. J., and Hoffman J. D., Gas Dynamics, Vol. I, John Wiley & Sons, New York, 1976.*
12. *Thompson, P. A., Compressible Fluid Dynamics, McGraw-Hill, New York, 1972.*
13. *Anderson, J. D., Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, McGraw-Hill, New York, 1989 (presently available as an AIAA textbook).*
14. *Owczarek, J. A., Fundamentals of Gas Dynamics, International Textbook Co., Scranton, PA, 1964.*

**Semestre : 2**

**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Unité Fondamentale UEF 1.2.2**

**Intitulé de la matière : Control et Dynamique du vol.**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(L'objectif de ce cours est de donner les bases de la dynamique du vol).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Il est recommandé de maîtriser les notions de base de la mécanique des fluides et l'aérodynamique).

### **Contenu de la matière :**

#### **1. Principales propriétés de l'air**

**(2 semaines)**

- Caractéristiques de l'air. - Les écoulements de l'air. - Les causes de la résistance de l'air. - Résistance de l'air sur une surface inclinée. - Les composantes de la résistance de l'air

#### **2. Forces appliquées a un aéronef en vol**

**(2 semaines)**

- Rappel sur les forces. - La traction GMP (ou la poussée). - La résultante aérodynamique. - Equations du vol

#### **3. Les principes de la sustentation**

**(2 semaines)**

- La portance et la traînée.- Les facteurs qui influent sur la résultante aérodynamique  
- La forme de l'aile (profil et allongement). - Les angles particuliers et la position de l'aile par rapport au vent relatif

#### **4. Eléments aérodynamiques de l'aile**

**(2 semaines)**

Coefficients de portance et de traînée. - Coefficient de moment. - Polaire d'un profil. - Déflexion et angle d'attaque. -centre de poussée et foyer d'une aile

#### **5. Centrage - Stabilité - Maniabilité**

**(2 semaines)**

- Stabilité longitudinale. - Stabilité latérale - Stabilité transversale.- Influence de la flèche. - Stabilité spirale.

#### **6. Les différentes phases du vol**

**(2 semaines)**

- Montée à angle constant. - Montées à  $V_z$  max et à pente max. - Descente à angle constante. - Les réglages de croisière

#### **7. Manœuvres et pilotage**

**(3 semaines)**

- Mise en montée. - Mise en descente. - Mise en virage. - Le dérapage - La glissade. -Approche et atterrissage. - Décollage et montée initiale. - Influence du facteur de charge sur le décrochage. - Le rayon du virage.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. *Mécanique du vol*, A.C. Kermode, Modulo Editeur, 2000
2. *La mécanique du vol de l'avion léger*, S Bonnet et J Verrière, Editions Cépaduès, (2001).
3. *Mécanique, fondements et applications* J.-P. Perez, Dunod (2001)
4. *Aérodynamique et mécanique du vol BIA*. CAEA, Ciras Montpellier 1.
5. *Site internet.*

**Semestre : 2**  
**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD : 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Unité Fondamentale UEF 1.2.1**  
**Intitulé de la matière : **Turbomachines.****  
**Crédits : 4**  
**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(- Permettre aux étudiants de se familiariser des différents types de turbomachines,  
 -Amener les étudiants vers une compréhension claire des principes de base des turbomachines.  
 -Se constituer une solide connaissance du fonctionnement ainsi que la conception par le choix du type de turbomachines, dimensionnements...).

### **Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser: Thermodynamique , Mécanique des Fluides.)

### **Contenu de la matière:**

#### **1. Définitions et théorie générale des turbomachines**

Classifications des turbomachines, Théorie générales, théorème d'Euler. Diagramme de vitesse. Rendement des turbomachines. Composante de l'énergie transférée.

#### **2.Similitudes dans les turbomachines**

**(3 Semaines)**

Relations générales, Invariants de Rateau, Autres coefficients, Machines en fonctionnement semblables, Généralisation, Vitesse spécifique.

#### **3.Equations generales des turbomachines**

**(2 semaines)**

Définition de l'état total et représentation graphique sur le diagramme (h,s).

Conservation d'enthalpie totale en canal fixe, conservation de la rothalpie en canal mobile.

#### **4.Les compresseurs**

**(3 semaines)**

Triangle des vitesses, Evolution thermodynamique du fluide dans le cas d'une machine de compression, Calcul du travail massique et de la puissance, rendements.

#### **5.Theorie de la turbine a action monocellulaire**

**(2 semaines)**

Principe et définition, expressions du travail massique, triangles des vitesses, rôle du canal fixe et de canal mobile, fonctionnement réel et représentation thermodynamique du sur le diagramme (h,s). Pertes dans le stator, dans le rotor et par vitesse restante. Rendement aérodynamique.

#### **6.Etude de la roue curtis. turbines multicellulaires-turbines a reaction**

**(1 semaine)**

Principe et définition, représentation du fonctionnement réel sur le diagramme (h,s), Rendement aérodynamique.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. Erik Dick. *Fundamentals of Turbomachines-Springer Netherlands (2015)*
2. S. L. Dixon and C. A. Hall. *Fluid Mechanics and thermodynamique -Seventh edition Elsevier (2014)*
3. R.K. Bansal. *A Text Book of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines. laxmi publications (2005)*
4. Lucien Vivier. *Turbines à vapeur et à gaz. Edition Albin Michel. Paris 1965*

**Semestre : 2**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)**  
**Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique UEM 1.2**  
**Intitulé de la matière : TP Dynamique des gaz.**  
**Crédits : 3**  
**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(Illustrer pratiquement la dynamique des gaz dans les conduites et les tuyères, Mesures et exploitations des résultats).

### **Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser le cours de dynamique des gaz, les bases de la thermodynamique).

### **Contenu de la matière:**

Prévoir quelques expériences en relation avec la dynamique des gaz selon les moyens disponibles :

1. Expérimentation des écoulements compressibles à travers des orifices.
2. Expérimentation de la répartition de pression dans les tuyères.
3. Etude des performances d'une tuyère.
4. Expérimentation des écoulements compressibles dans les conduites et les pertes de charges : singulières et linéaires.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. Erik Dick. *Fundamentals of Turbomachines-Springer Netherlands (2015)*
2. R.K. Bansal. *A Text Book of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines. laxmi publications (2005)*
3. Lucien Vivier. *Turbines à vapeur et à gaz. Edition Albin Michel. Paris 1965*
4. <http://www.tecquipment.com/#>
5. <http://www.deltalab-smt.com/teaching-mechanical-engineering/fluid-mechanics-aerodynamics/aerodynamics/subsonic-suction-wind-tunnel-ea600>
6. Livres et photocopiés existants au niveau des laboratoires pédagogiques et recherches (Laboratoire **Thermique**, Laboratoire **MDF**, Laboratoire **Aérodynamique**, Laboratoire de recherche **LESEI**) et des bibliothèques du département.
7. Sites Internet.

**Remarque :** Avant la séance l'étudiant, vous devez lire l'énoncé et savoir répondre aux questions : quel est le système étudié ? Comment est-il constitué ? Que va-t-on mesurer, avec quels moyens et dans quel but ? Quelle modélisation utilise-t-on et quelles sont les conclusions attendues ?

**Semestre : 2**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique UEM 1.2**  
**Intitulé de la matière : TP Turbomachines.**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

(Illustrer pratiquement le comportement de turbomachines de type hydraulique, pompes et turbines hydrauliques. Ce TP sert aussi à approfondir les connaissances des pompes centrifuge, ventilateurs axiaux, ventilateur centrifuge, leurs caractéristiques).

### **Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser le cours de turbomachines).

### **Contenu de la matière:**

Prévoir quelques expériences en relation avec les turbomachines selon les moyens disponibles.

1. Etude des caractéristiques des pompes en série et en parallèle.
2. Etude des caractéristiques des pompes centrifuges, Le système permet d'étudier les caractéristiques de deux pompes centrifuges montées en série ou en parallèle.
3. Etude des caractéristiques d'un ventilateur centrifuge **MFP 107**:  
La variation de pression dans le ventilateur centrifuge, puissance reçue par le ventilateur et rendement en fonction du débit non-dimensionnel.
4. Etude des caractéristiques d'un ventilateur axial **MFP 106**:  
La variation de pression dans le ventilateur axial, puissance reçue par le ventilateur et rendement en fonction du débit non-dimensionnel

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. <http://www.tequipment.com/#>
2. <http://www.deltalab-smt.com/teaching-mechanical-engineering/fluid-mechanics-aerodynamics/aerodynamics/subsonic-suction-wind-tunnel-ea600>
3. Livres et photocopiés existants au niveau des laboratoires pédagogiques et recherches (Laboratoire **Thermique**, Laboratoire **MDF**, Laboratoire **Aérodynamique**, Laboratoire de recherche **LESEI**) et des bibliothèques du département.
4. Sites Internets.

**Remarque :** Avant la séance l'étudiant, vous devez lire l'énoncé et savoir répondre aux questions : quel est le système étudié ? Comment est-il constitué ? Que va-t-on mesurer, avec quels moyens et dans quel but ? Quelle modélisation utilise-t-on et quelles sont les conclusions attendues ?

**Semestre : 2**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Unité Méthodologique UEM 1.2**  
**Intitulé de la matière : TP Assemblage des structures aéronautiques.**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

(Analyser le comportement des structures aéronautiques ainsi que le mode d'obtention des différentes formes géométriques).

### **Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser : Dessin technique, technologie industrielle et résistance des matériaux).

### **Contenu de la matière :**

Présentation des différentes technologies d'assemblage de matériaux inorganiques (assemblage mécanique, assemblage par soudage et par brasage) et de matériaux polymères (collage).- Critères de choix : géométrie de la pièce, insertion dans une structure à grande échelle, mode de sollicitation en fonctionnement) nature et environnements des matériaux-procédure de mise en œuvre. Assemblage de matériaux métallique et/ou polymères assemblés et/ou collés - principes de l'adhésion - intérêts et limites du collage - classification des adhésifs.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. *Liaisons mécanismes et assemblages.* P.Agati Dunod
2. *Surfaces tribologie et formage des matériaux.* E.Felder Ecole Des Mines
3. *Mise en forme des alliages métalliques à l'état Semi- Solide.* M.Suery Hermes
4. *La mise en forme des matériaux.* J.L.Chenot Ecole Des Mines Paris
5. *Construction mécanique.* F.Esnault Dunod
6. *Construction mécanique.* F.Esnault Dunod
7. *Conception des assemblages soudés,* hicks.john G. EYROLLES
8. *Précis : soudage brasage & techn.* Connexes ,le gouic.roger EYROLLES
9. *"Le Collage Industriel",*P.Cognard, F.Pardos éditions " L'Usine Nouvelle ", 1985Montages
10. *Initiation aux techniques industrielles,* g.hemond mcgrawhill
11. *Courbes usuelles traces géométriques,* f.arthot andre casteilla
12. *Déformation plastique métaux & alliages,* g.champie masson et cie
13. *Soudage et techniques connexes,* Cns Afnor
14. *Soudage,* E.Bahr Eyrolles

**Remarque :** Avant la séance l'étudiant, vous devez lire l'énoncé et savoir répondre aux questions : quel est le système étudié ? Comment est-il constitué ? Que va-t-on mesurer, avec quels moyens et dans quel but ? Quelle modélisation utilise-t-on et quelles sont les conclusions attendues ?



**Semestre : 2**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Unité Transversale UET 1.2**

**Intitulé de la matière : **Ethique, déontologie et propriété intellectuelle.****

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

**Semestre : 3**

**VHS: 67h30 (cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale UEF 1.3.1**

**Intitulé de la matière : Transferts de chaleur et de masse interne aux turbomachines.**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 3**

### **Objectifs de l'enseignement**

(- Introduire les notions théoriques à la base de transferts thermiques et de masse  
Etablir leurs liens aux comportements de systèmes thermiques.

- Arriver à une appréciation pratique d'origines physiques de transferts à travers des exemples concrets, fournit néanmoins des informations utiles en ce qui concerne la conception et/ou la performance des turbomachines).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Il est recommandé de maîtriser la mécanique des fluides, les outils mathématiques : dérivation, différentiation, l'intégration).

### **Contenu de la matière :**

#### **1. La conduction**

- Régime stationnaire. - ailettes à section variable. - régime transitoire.

#### **2. La convection**

- Principes fondamentaux, couche limite thermique laminaire convection forcée, convection forcée à l'intérieur d'un tube, convection libre)

#### **3. Le rayonnement**

- Echange entre surfaces noires, échange entre surfaces grises. - rayonnement entre surfaces séparées par un milieu absorbant.

#### **4. Transfert de masse**

- Lois et formulation, transfert de masse en présence de changement de phase. - Diffusion de la masse en l'absence et en présence de réactions chimiques. - Applications pratiques

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. *Transfert thermique, Ana-Maria BIANCHI, Yves FAUTRELLE, Jacqueline ETAY, Agence universitaire de la francophonie, Presses polytechniques et universitaires romandes (2004).*
2. *Introduction aux transferts thermiques, Jean-Luc Battaglia, Andrzej Kusiak, Jean Rodolphe Puiggali, Dunod, Paris (2010).*
3. *Heat Transfer: A Practical Approach, Yunus A. Cengel, Mcgraw-Hill; 2èmeÉdition, (2002).*
4. *Sparrow E.M., Cess R.D. Radiation heat transfer, Mac Graw Hill, 1978.*
5. *Franck P. Incropera, David P. De Witt. Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Ed John Wiley & Son 1990.*
6. *Jean-François Saccadura. Initiation aux transferts thermiques, Ed. Lavoisier, Paris 1993.*
7. *Hans Dieter Baehr · Karl Stephan. Heat and Mass Transfer.*
8. *Jean Taine et Jean-Pierre Petit. Transferts thermiques., éd. Dunod, Paris 1995*
9. *André B. De Vriendt. La transmission de la chaleur . vol.1, tome 1: Généralités . La conduction, éd. Gaëtan Morin, 1982.*

10. Taine J., Petit J.-P. *Transferts thermiques, cours et données de base*, Dunod, 1995.
11. Whitaker S. *Fundamental principles of heat transfer*, Robert E. Krieger Publishing Company Inc, 1983.
12. Wong H.Y. *Heat transfer for engineers*, Longman, 1977.

**Semestre : 3**  
**VHS: 45h00 (cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Fondamentale UEF 1.3.1**  
**Intitulé de la matière : *Aéroélasticité*.**  
**Crédits : 6**  
**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(L'aéroélasticité concerne l'étude des phénomènes physiques qui résultent de l'interaction entre forces aérodynamiques, élastiques et d'inertie : lorsque pour une raison quelconque, une structure mécanique, comme par exemple les ailes d'un avion ou un pont, se déforme ou se déplace au sein d'un écoulement, les forces aérodynamiques qu'elle subit varient et modifient en retour la géométrie et le champ de vitesses de cette structure. Etudes analytiques des phénomènes fondamentaux d'aéroélasticité).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Cours d'aérodynamique, de résistance des matériaux et des vibrations).

### **Contenu de la matière :**

#### **1. Etude des phénomènes fondamentaux d'aéroélasticité statique**

- Divergence d'une aile d'avion. - Efficacité de contrôle et inversion de commandes (gouvernes)

#### **2. Etude des phénomènes fondamentaux d'aéroélasticité dynamique**

- Flottement « classique ». - Flottement à un degré de liberté. - Flottement supersonique de panneau, ... - Introduction au test de flottement en vol.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. R. Bisplingho and H. Ashley and R. L. Halfman. *Aeroelasticity.*, Dover Publications, 1955
2. R. Bisplingho and H. Ashley. *Principles of Aeroelasticity.* Dover Publications, 1962
3. Fung Y.C. *An Introduction to the Theory of Aeroelasticity.* Dower, 1969.
4. Dowell. E.H., Crawley E.F., Curtiss Jr. H.C., Peters D.A., Scanlan: R.H., and Sisto F.A. *A Modern Course in Aeroelasticity: Kluwer Academic Publishers, 3rd Edition, 1995.*
5. Jan R. Wright, Jonathan E. Cooper. *Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons Ltd, 2007.*

**Semestre : 3**  
**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Fondamentale UEF 1.3.2**  
**Intitulé de la matière : Aéroacoustique et turbulence.**  
**Crédits : 4**  
**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

(Ce cours est consacré aux fondements de l'aéroacoustique, science du bruit d'origine aérodynamique. De nombreuses applications sont détaillées, dans différents domaines liés aux problèmes aérodynamiques jets libres subsoniques et supersoniques,...).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Cours d'aérodynamique, de résistance des matériaux et des vibrations).

### **Contenu de la matière :**

1. initiation a la turbulence  
- Introduction, ordres de grandeur, description physique.- Approche statistique: équations de Navier-Stokes moyennées.- Dynamique du tourbillon.
2. Introduction à l'Acoustique
3. Equations et Résolution de l'Acoustique linéaire.
4. Intensité acoustique et niveaux sonores.
5. Equations de base de l'Aéroacoustique (Acoustique non linéaire)
6. Quelques exemples sur le bruit aérodynamique.
7. Contrôle passif et actif du bruit.
8. Certification acoustique Réglementations O.A.C.I sur le bruit

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. *Dowling, A.P. & Ffowcs Williams, J.E. , 1983, Sound and sources of sound, John Wiley & Sons.*
2. *Jensen, F.B., Kuperman, W.A., Porter, M.B. & Schmidt, H., 1994, Computational ocean acoustics, AIP Press, New York.*
3. *Crighton, D.G., Dowling, A.P., Ffowcs Williams, J.E., Heckl, M. & Leppington, F.G., 1992, Modern methods in analytical acoustics, Springer-Verlag, London.*
4. *Goldstein, M.E. , 1976, Aeroacoustics, McGraw-Hill.*
5. *Howe, M.S., 1998, Acoustics of fluid-structure interactions, Cambridge University Press, Cambridge.*

**Semestre : 3**

**VHS: 45h00 (cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale UEF 1.3.2**

**Intitulé de la matière : **Écoulements compressibles et supersoniques.****

**Crédits : 4**

**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

(Le cours est consacré aux écoulements où les phénomènes de compressibilité ne sont plus négligeables. L'étude sera menée pour les fluides non visqueux et repose sur l'exploitation soignée des équations de bilan (masse, quantité de mouvement, énergie et entropie) Le passage d'un bilan sous forme globale à une écriture locale permet en cas de présence dans le domaine de surfaces de discontinuités, de dégager clairement les relations de sauts qui relient les grandeurs thermomécaniques de part et d'autre des lieux de discontinuités. L'approximation acoustique, les écoulements unidimensionnels, continus ou non, les chocs (droit, oblique) seront abordés).

**Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser l'aérodynamique, la mécanique des fluides, les bases de thermodynamique).

**Contenu de la matière:**

1. Écoulements compressibles, lois de bilans **(3 semaines)**
2. Acoustique linéaire, vitesse du son
3. Écoulements compressibles unidirectionnels: La tuyère de Laval **(4 semaines)**
4. Écoulements compressibles unidirectionnels instationnaires : la méthode des caractéristiques.
5. Problèmes de pistons.
6. Écoulements compressibles unidirectionnels: le choc droit. **(4 semaines)**
7. Écoulements compressibles unidirectionnels: le choc droit 'Le tube à choc.'
8. Écoulements compressibles stationnaires: le choc oblique
9. La détente de Prandtl Meyer.
10. Profils minces **(4 semaines)**
11. Applications profils minces

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. A. SELLIER, *Introduction aux écoulements compressibles et aux fluides hétérogènes*, Les Editions de l'Ecole Polytechnique, (2001).
2. A. SELLIER, *Aérodynamique compressible*, Polycopie de l'Ecole Polytechnique, (2004).
3. Anderson, Mc Graw Hill, *Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics*, (1989)
4. Courant R. and Fiedrichs, K.O, *Supersonic Flow and Shock Waves*, (1948). Macmillan, New York.
5. N.A. Cumpsty. *Compressor Aerodynamics*. Krieger Publishing Company, (2004.)
6. J.D. Anderson, Mc Graw Hill, *Modern Compressible Flow*. (2003).

**Semestre : 3**  
**VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)**  
**Intitulé de l'UE : Méthodologique UEM 1.3**  
**Intitulé de la matière : TP Transfert de chaleur.**  
**Crédits : 3**  
**Coefficients : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

(Illustrer pratiquement le transfert de chaleur et de masse, Mesures et exploitations des résultats).

**Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser le transfert de chaleur, Outils mathématiques : dérivation, différentiation, géométrie plane).

**Contenu de la matière:**

**T.P. N°1 :** Conduction thermique (étude de la conduction la longue d'une barre simple, d'une barre compose, étude de la conductivité thermique d'un isolant, étude de la conduction radiale).

**T.P. N°2 :** Convection thermique (détermination du coefficient du transfert de chaleur en convection naturelle et en convection forcée ainsi que l'influence de la surface d'échange sur le h: utilisation de l'ailette rectangulaire, cylindrique).

**T.P. N°3 :** Rayonnement thermique (loi de Stefann Boltzman, loi de carree inverse, loi de Cisi-nus de Lambert.....

**T.P. N°4 :** Echangeur de chaleur : détermination de performance d'un échangeur concentrique en circulation co-courant et contre courant

**T.P. N°5 :** Tour de refroidissement : Transfert de chaleur et de masse.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques :**

1. Franck P. Incropera, David P. De. Witt « *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* », Ed John Wiley & Son 1990.
2. Jean-François Saccadura « *Initiation aux transferts thermiques* », Ed. Lavoisier, Paris 1993.
3. Livres et photocopiés existants au niveau des laboratoires pédagogiques et recherches (Laboratoire **Thermique**, Laboratoire **MDF**, Laboratoire **Aérodynamique**, Laboratoire de recherche **LESEI**) et des bibliothèques du département.
4. [http://www.tecquipment.com/Thermodynamics/Heat\\_Transfer.aspx?page=1](http://www.tecquipment.com/Thermodynamics/Heat_Transfer.aspx?page=1)
5. <http://www.deltalab-smt.com/teaching-energetics/heat-exchanges>
6. Sites Internet.

**Semestre : 3**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Méthodologique UEM 1.3**  
**Intitulé de la matière : Essais non destructifs.**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

(-Connaissances et utilisation des principales techniques de contrôle non destructif ,  
 -connaissances de normes et procédures de qualité,  
 -acquisition des compétences nécessaires à la construction de la haute fiabilité des systèmes,  
 -prévisions de durée de vie. Intégration de ces notions pour le développement de la sécurité).

**Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser l'instrumentation et équipement de bord, traitement du signal).

**Contenu de la matière:**

- Définitions du contrôle non destructif
- Techniques des Ultrasons
- Techniques des courants de Foucault
- Techniques de magnétoscopie
- Techniques des courants de ressuage
- Rayon X

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques :**

1. *Essais non destructifs. Thermographie infrarouge. Vocabulaire relatif a la caracterisation de l'appareillage. Nfa09-400, 1991*
2. *Facteurs humains et fiabilite. Quelles demarches pratiques ? Frederic mosneron-dupin , rene amalberti , 1997 editeur : octares*
3. *Fiabilite en exploitation, ligeron jean-claude, lyonnet patrick, 1992 , 2° edition (2 volumes inseparables) , broche*
4. *Le management des grands contrats : prise en compte des aspects qualite et surete de fonctionnement en 3 volumes, auteur(s) ligeron jean-claude 1988 broche*
5. *Fiabilite en mecanique, auteur(s) ligeron jean-claude , broche*
6. *Les outils de la qualite totale (2°ed.)Lyonnet patrick 1991. Broche*



**Semestre : 3**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Intitulé de l'UE : Méthodologique UEM 1.3**  
**Intitulé de la matière : Conception des aéronefs.**  
**Crédits : 2**  
**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

La conception des aéronefs spécifique au Master Propulsion aéronautique a pour objectif de former les étudiants à la maîtrise du logiciel de CAO 3D SOLIDWORKS ou CATIA.

Les parties de la formation :

- La modélisation de pièces avancée apprend aux étudiants à utiliser la fonctionnalité de volumes à corps multiples, les fonctions de lissage et de balayage et les fonctionnalités SolidWorks les plus avancées pour la définition des formes complexes.
- La formation modélisation de surfaces avancée apprend aux étudiants à utiliser les fonctions de surfaces pour créer des pièces complexes.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Formation SOLIDWORKS de base ou CATIA

### **Contenu de la matière:**

#### **1. Comprendre les surfaces (1 semaine)**

Surface extrudé, surface plane, restreindre une surface, surface cousue.

#### **2. Introduction a la gestion de surfaces (1 semaine)**

Surface avec révolution, surface balayée, surface rayonnée, Prolongé une surface.

#### **3. Réparation et modification de la géométrie importée (1 semaine)**

Importer les données et réglage des options d'import, Réparer et modifier une géométrie importée,

#### **4. Techniques avancées de modélisation des surfaces (2 semaines)**

Surfaces réglées, Lissage de surfaces, Analyse de déviation entre deux surfaces.

#### **5. esquisse avec les splines (2 semaines)**

Spline et outils de spline, Evaluation des champs de courbure, Polygone de contrôle, Poinçonnées de spline Analyse d'une géométrie volumique, courbure, Zébrures, Spline de style, Ajuster la spline

#### **6. Techniques de conception de corps multiples (3 semaines)**

Techniques de modélisation de volumes à corps multiple, Insérer une pièce dans une autre, Répétition de corps, déplacer copier les corps, Combiner les corps volumiques, Embouti, Suppression d'un corps, Opération localisées sur un corps.

#### **7. Introduction au balayage (2 semaines)**

Composants requise pour le balayage, Balayage avec des courbes guides, Relation point de rencontre, Sélection manager.

#### **8. Conception 3d d'un aéronef (3 semaines)**

Application des différentes techniques de modélisation afin de faire une conception d'un aéronef complet ou d'un élément (aube, coque, Aile, fuselage, roue...)

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 100% .

### **Références bibliographiques:**

1. Site officiel du logiciel SolidWorks (consulter le Help)

2. *Site officiel du logiciel CATIA (consulter le Help)*
3. [http://perso.univ-lemans.fr/~fcalvay/projetsmnrp/model\\_crash\\_abaqus.htm](http://perso.univ-lemans.fr/~fcalvay/projetsmnrp/model_crash_abaqus.htm)

**Semestre : 3**

**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**

**Intitulé de l'UE : Méthodologique UEM 1.3**

**Intitulé de la matière : **Écoulements compressibles et supersoniques.****

**Crédits : 2**

**Coefficients : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

- (- Être capable d'identifier les notions du cours écoulements compressibles et supersoniques. dans des expériences,  
 - de produire des courbes de résultats expérimentaux convaincantes,  
 - d'interpréter les mesures et les observations).

**Connaissances préalables recommandées :**

(Il est recommandé de maîtriser l'aérodynamique, dynamique des gaz, la mécanique des fluides, les bases de thermodynamique).

**Contenu de la matière:**

**T.P. N°1 : sillage**

Dans un tunnel aérodynamique, on étudie les régions de production de sillage provoquées par les dépressions de l'écoulement autour d'un cylindre **AF101** et ail d'avion NACA **AF102** à grand nombre de Reynolds. Des visualisations permettront d'établir la relation entre la taille de la poche de sillage d'air et le coefficient de traînée du cylindre.

**T.P. N°2 : aile d'avion**

On se propose de déterminer les caractéristiques d'un profil d'aile (traînée, portance et finesse) dans une soufflerie de type **AF100**. Pour ce faire, nous utiliserons successivement deux procédés. Une mesure globale des efforts à l'aide d'une balance aérodynamique deux axes en vue de tracer la polaire de l'aile. Pour une incidence déterminée, un relevé des pressions autour du profil afin de calculer les **Cx** et **Cz** dus aux seuls efforts de pression.

**T.P. N°3 : couche limite laminaire et turbulente**

On relèvera des profils de vitesse dans une couche limite se développant sur une plaque plane placée dans une soufflerie **AF10, AF14**. On étudiera successivement les régimes laminaire et turbulent. Les différentes épaisseurs caractéristiques de la couche limite seront comparées aux épaisseurs théoriques déduites des approches de Blasius et de Prandtl.

**T.P. N°4 : traînée d'un obstacle**

On s'intéresse à l'origine de la traînée aérodynamique pour un corps simplifié de voiture. Dans une soufflerie de type Eiffel, on mesure la pression autour du profil pour estimer les efforts sur le corps. On regarde comment ces grandeurs évoluent par des modifications de la géométrie du corps.

**T.P. N°5 : jet laminaire et turbulent**

Technique de visualisation de jet dans les régimes laminaire, transitoire et turbulent. Une mesure locale de la vitesse par (tube de Pitot, anémométrie à fil chaud) est utilisée pour explorer l'écoulement, notamment pour mettre en évidence les propriétés de similitude des champs de vitesses, les modes périodiques de la transition et la gamme d'échelles inertielles de la turbulence développée.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. <http://www.tecquipment.com/#>
2. <http://www.deltalab-smt.com/teaching-mechanical-engineering/fluid-mechanics-aerodynamics/aerodynamics/subsonic-suction-wind-tunnel-ea600>
3. Livres et photocopiés existants au niveau des laboratoires de pédagogie (Laboratoire MDF, Laboratoire Aérodynamique) et des bibliothèques du département et
4. Sites Internet et autres.

**Unité d'enseignement : UET**

**Semestre : 3**

**Matière : Recherche documentaire et conception de mémoire**

*(Programme commun à tous les masters)*

*(Proposition, non pas encore approuvée au CPND-ST)*

**VHS : 22h30 (cours : 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

### Objectifs de l'enseignement:

Ce cours est une suite logique du cours " **Ethique, déontologie et propriété intellectuelle**", il permet d'enseigner aux étudiants les principes de rédaction et de présentation de leurs mémoires

Leur apprendre comment utiliser les fonctionnalités avancées des logiciels de traitement de texte et de présentation audio visuels pour mieux rédiger et exposer leur mémoires de PFE et toute travail technique dans leurs vis professionnelle après études etc..

### Connaissances préalables recommandées:

a- **Matières SC-ST & L3 :**

*UET 1.1 (S1), Langue étrangère 1, (Français et/ou anglais),*

*UET 1.2 (S2) Langue étrangère 2(Français et/ou anglais)*

*UET 2.1 (S3) Anglais technique*

*UET 2.2 (S4) Techniques d'expression et de communication*

*UET 3.1 (S6-L3) Projet professionnel et gestion d'entreprise*

b- Logiciel Microsoft office (Word, Excel et PowerPoint, Access etc..)

### Contenu de la matière:

#### **Chapitre 1. Comment rédiger un mémoire de PFE**

(Exploitation des fonctionnalités d'édition de Microsoft Word: sommaire automatique, Citation des références bibliographique, figures et tableaux etc.. )

**(5 Semaines)**

#### **Chapitre 2. Comment préparer et présenter un exposé PFE et comment concevoir un bon poster**

(Utilisation de Microsoft power point et maîtrise du temps de l'exposé etc..)

**(5 Semaines)**

#### **Chapitre 3. Présentation d'un exposé technique en Arabe, Français et/ou en anglais**

(*Mini projet* : le Thème sera choisi par l'étudiant et/ou Défini par l'enseignant)

**(5 Semaines)**

### Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 100%

### Références bibliographiques :

- 1- *Savoir citer et référencer ses sources. Version française de l'ouvrage publié originalement en anglais sous le titre : "Effective citing and referencing" [www.ibo.org](http://www.ibo.org) 2014*
- 2- *Marc A. Provost et al " Normes de présentation d'un travail de recherche », 4ème édition et 6ème édition*
- 3- *Jean-Denis Commeignes 12 méthodes de communications écrites et orale – 4 ème édition, Michelle Fayet et Dunod 2013.*
- 4- *Denis Baril ; Sirey, Techniques de l'expression écrite et orale ; 2008.*
- 5- *Matthieu Dubost Améliorer son expression écrite et orale toutes les clés ; Edition Ellipses 2014.*

**IV- Programmes détaillés par matière**  
**De Quelques *UE Découvertes* (S1, S2, S3)**

**Semestre : X**  
**Unité d'enseignement: UED XXX**  
**Intitulé de la matière : traitement du signal.**  
**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**  
**Crédits : 1**  
**Coefficients : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

(Savoir étudier les signaux et les traiter, ce qui permettra d'étudier les vibrations dans les moteurs).

**Connaissances préalables recommandées:**

(Il est recommandé de maîtriser les outils mathématiques : dérivation, différentiation, les bases de l'électronique).

**Contenu de la matière :**

**1. Introduction au traitement du signal**

**(6 semaines)**

1. Types de signaux: analogique, numérique, aléatoire, bruit ...
2. Représentations d'un signal: temporelle, complexe, fréquentielle, spectrale ...
3. Energie, puissance, corrélation, convolution ...
4. Principe d'un système de transmission de l'information...
5. Principe d'une chaîne d'acquisition et de traitement, des données...
6. Principe d'une chaîne de numérisation...

**2. Analyse spectrale:série de Fourier, transformée de Fourier, distribution...(8 semaines)**

1. Echantillonnage, quantification, théorème de Shannon ...
2. Transformée de Laplace, Transformée en Z ...
3. Transformée de Fourier numérique: TFD, FFT ...
4. Filtrage analogique: passif, actif ...
5. Filtrage numérique: FIR, IIR ...

Selon les moyens (temps, labo ...):

TP sur les filtres actifs à amplificateurs opérationnels

TP sur les filtres numériques (avec Matlab ou autre ...)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : Examen : 100%.

**Références bibliographiques :**

1. BEKKA Rais El Hadi OPU Fondements du traitement du signal.
2. BELLOULATA Kamel OPU Introduction au traitement numérique du signal sous Matlab.
3. GAZIN J.F. Sescosem Filtres actifs.



4. BEAUFILS & RAMI Sybex *Le filtrage numérique.*
5. <https://moodle.insa-rouen.fr/course/>
6. <http://www.rennes.supelec.fr/ren/perso/ghiet/TDS/>
7. <https://openclassrooms.com/courses/bases-de-traitement-du-signal>
8. Bellanger M. Dunod, *Traitement numérique du signal.*
9. Picinbono B. Dunod, *Théorie des signaux et des systèmes.*

**Semestre : X**

**Unité d'enseignement: UED XXX**

**Intitulé de la matière : Algorithmique et programmation.**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### Objectif du cours:

Acquérir les concepts de base du langage Fortran afin d'être capable d'écrire des programmes de calcul et de maintenir des codes existants.

### Connaissances préalables recommandées:

Il est recommandé de maîtriser les outils informatiques.

### Contenu de la matière :

**Chapitre 1: Généralités (2 semaines)**

-Qu'est-ce qu'un programme informatique ?. -Structure d'un programme. - Les éléments du langage Fortran. Les formats du code source fortran. -Compilation et exécution.

**Chapitre 2: Types, constantes et variables (2 semaines)**

- Les types intrinsèques. - La représentation des types numériques.- Déclaration. - Les constantes. - Fonctions de conversion de type.

**Chapitre 3: Structures de contrôle (3 semaines)**

-Structures IF.- Structure SELECT CASE. -Structures de boucles. La structure BLOCK. - Autres instructions de contrôle.

**Chapitre 4: Entrées-sorties, fichiers (2 semaines)**

-Introduction : entrées et sorties standard. - Généralités et terminologie. Instructions d'entrées-sorties. - Descripteurs de format.

**Chapitre 5: Procédures (3 semaines)**

-Introduction (Intérêt des procédures, Arguments des procédures). - Sous-programmes et fonctions. - Procédures internes et procédures externes. - Les modules. - Fonctionnalités avancées.

**Chapitre 6: Gestion mémoire et Tableaux (3 semaines)**

-Opérations sur les tableaux. -Tableaux automatiques. -Tableaux dynamiques (ALLOCATABLE, profil différé).

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : Examen : 100%.

### Références bibliographiques :

1. ADAMS, BRAINERD, MARTIN, SMITH et WAGENER, *Fortran 95 Handbook*, MIT PRESS, 1997, (711 pages), ISBN 0-262-51096-0.
2. CHAMBERLAND Luc, *Fortran 90 : A Reference Guide*, Prentice Hall, ISBN 0-13-397332-8.
3. DELANNOY Claude, *Programmer en Fortran 90 – Guide complet*, Eyrolles, 1997, ISBN 2-212-08982-1.
4. DUBESSET M., VIGNES J., *Les spécificités du Fortran 90*, Éditions Technip, 1993, ISBN 2-7108-0652-5.
5. ELLIS, PHILLIPS, LAHEY, *Fortran 90 Programming*, Addison-Wesley, 1994, ISBN 0-201-54446-6.
6. HAHN B.D., *Fortran 90 for the Scientist & Engineers*, Edward Arnold, London, 1994, ISBN 0-340-60034-9.
7. KERRIGAN James F., *Migrating to Fortran 90*, O'REILLY & Associates Inc., 1994, ISBN 1-56592-049-X.

8. LIGNELET P., *Fortran 90 : approche par la pratique*, Éditions Studio Image (série informatique), 1993, ISBN 2-909615-01-4.
9. LIGNELET P., *Manuel complet du langage Fortran 90 et Fortran 95, calcul intensif et génie logiciel*, Col. Mesures physiques, MASSON, 1996, ISBN 2-225-85229-4.
10. <http://www.pgroup.com/>
11. [http://www.idris.fr/data/cours/lang/fortran/fortran\\_base/IDRIS\\_Fortran\\_cours.pdf](http://www.idris.fr/data/cours/lang/fortran/fortran_base/IDRIS_Fortran_cours.pdf)
12. [http://www.idris.fr/data/cours/lang/fortran/f90/IDRIS\\_Fortran\\_cours.pdf](http://www.idris.fr/data/cours/lang/fortran/f90/IDRIS_Fortran_cours.pdf)

**Semestre : X**

**Unité d'enseignement: UED XXX**

**Intitulé de la matière : Carburants des avions et Pollution**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### Objectifs de l'enseignement

Le contenu de ce cours destiné aux étudiants de Master en technologie de l'aéronautique, complète les autres contenus de la formation de ce parcours, permet aux étudiants de compléter leurs connaissances dans le domaine aéronautique en ayant un aperçu des différents carburants utilisés en propulsion et particulièrement dans l'aéronautique, En outre un environnemental a été inclus pour prendre conscience aux étudiants des problèmes de pollution engendré par ces carburants qui sont d'actualité avec des projections vers l'avenir (nouveaux moteurs et nouveaux carburants).

### Connaissances préalables recommandées

(Aucun pré-requis n'est demandé pour assimiler le contenu de ce module).

### Contenu de la matière :

#### 1. Les Carburants

**(3 semaines)**

Prise de vue

- Les essences

-Propriétés physiques. - Chimiques & thermiques. - Définition des indices d'octane. - Types d'essences et leur Formulation. -Additifs de finition. -Les essences d'aviation,

- Le gazole

-Propriétés physiques. - chimiques & thermiques. - l'indice de cétane. -Formulation du gazole. -Traitements complémentaires du gazole.

#### 2. Le carburéacteur Propriétés physiques, chimiques & thermiques

**(3 semaines)**

- Mode de combustion. - Caractéristiques exigées. - Formulation du carburéacteur.

#### 3. Les carburants lourds

**(2 semaines)**

#### 4. Les carburants et la protection de l'environnement

**(3 semaines)**

-Désulfuration des carburants. - Relations entre les caractéristiques des carburants et les émissions de polluants. -Les carburants et l'effet de serre. - Les carburants et la formation d'ozone troposphérique. - Recherche de nouveaux carburants peu polluants.- Le gaz de pétrole liquéfié. -Le gaz naturel « L'aquazole ». -Les biocarburants

#### 5. Normes 'émissions et Systèmes de dépollution'.

**(4 semaines)**

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : Examen : 100%.

### Références bibliographiques :

1. W. G. Dukek, *Aviation and Other Gas Turbine Fuels*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, coll. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 1992.
2. G. J. Bishop, *Aviation Turbine Fuels*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, coll. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2000.
3. Jean-Luc Goudet, *Le biocarburant pour avions décolle*, sur
4. «Les biocarburants s'envolent», *Air et Cosmos*, No 2155, 16 janvier 2009

5. Paul Kuentzmann (ONERA), «Les carburants alternatifs aéronautiques: Une solution pour le développement durable? », dans **La Lettre AAAF** Côte d'Azur, no 172 janvier 2009
6. J,C, Guibert, Carburants et Moteurs , Ed Technip,
7. Automobiles et pollutionmoteurs ,Ipp publications ,Ed technip.
8. <http://www.futura-sciences.com> , Futura-Sciences, novembre 2012 , [Honeywell's UOP and PetroChina Produce Green Jet Fuel for China's First Biofuel Flight](http://www.futura-sciences.com) sur UOP.com .

**Semestre : X**

**Unité d'enseignement: UED XXX**

**Intitulé de la matière : Propulsion des fusées.**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### Objectifs de l'enseignement

(Permettre aux étudiants de ce parcours d'avoir un aperçu de connaissances dans le domaine de la propulsion spatiale qui est différent à plus d'un titre de la propulsion aéronautique qu'ils ont étudiée en licence. Une place importante a été donnée aux carburants qui sont eux aussi différents des carburants d'aviation).

### Connaissances préalables recommandées

(Les connaissances de thermodynamique et de mécanique des fluides faciliteront la compréhension et particulièrement la thermodynamique).

### Contenu de la matière :

Introduction

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. Les moteurs de fusées                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>(3 semaines)</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusées à ergols liquides           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modes de propulsion chimique</li> <li>- Les principaux composants d'un moteur-fusée à propergols liquides</li> <li>- Moteurs SSME</li> </ul> </li> <li>• Fusées propergols solides</li> </ul> |                     |
| 2. Définition et calcul des performances                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>(3 semaines)</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussée et impulsion spécifique</li> <li>• Accélération d'une fusée</li> <li>• Performances d'un moteur-fusée</li> </ul>                                                                                                                                                  |                     |
| 3. Thermochimie de la chambre de combustion                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>(2 semaines)</b> |
| 4. Écoulement avec réaction chimique dans la tuyère                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>(3 semaines)</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Écoulement à l'équilibre chimique</li> <li>• écoulement figé.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  |                     |
| 5. Choix des propergols.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>(1 semaines)</b> |
| 6. Autres types de moteurs de fusées.                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>(1 semaines)</b> |

### Mode d'évaluation :

Contrôle continu : Examen : 100%.

### Références bibliographiques :

1. *Théorie et applications de la thermodynamique*, par Michael M. Abbott , série Schaum, éditions Mc Graw Hill
2. *Mechanics and thermodynamics of propulsion*, par Philip Hill ,éditions Wesley
3. *Réacteurs - Fusées : les propulseurs à poudre*, par J. Dardare, éditions ENSAE
4. *Principles of combustion*, par Kenneth K. Kuo ,éditions John Wiley

**Semestre : X**

**Unité d'enseignement: UED XXX**

**Intitulé de la matière : Management et sécurisation des aéroports.**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

(Permettre aux étudiants de connaître la politique de sécurité et les normes sur la gestion de la sécurité et du risque).

### **Connaissances préalables recommandées**

(Aucun pré-requis n'est demandé pour assimiler le contenu de ce module..).

### **Contenu de la matière :**

**Chapitre 1:** Politique de sécurité et organisation **(2 semaines)**

- Engagement et responsabilité de la direction. - Responsabilités des personnels. - encadrement en matière de sécurité. - Nomination du personnel affecté aux fonctions liées au SGS. - Plan de mise en œuvre du SGS. - Coordination de la planification des interventions d'urgence.

**Chapitre 2:** Gestion du risque **(2 semaines)**

-Processus de détermination des dangers. - Processus d'évaluation et d'atténuation du risque.

**Chapitre 3:** assurance du niveau de la sécurité **(2 semaines)**

- Surveillance et mesure des performances en matière de sécurité. - La gestion du changement. - Amélioration continue du SGS.

**Chapitre 4:** Culture de la sécurité **(3 semaines)**

-Formation et sensibilisation. - Communication interne en matière de sécurité. - échanges en matière de sécurité entre organismes de formation pn et autorite.

**Chapitre 5:** Responsabilités de l'État en matière de gestion de la sécurité **(3 semaines)**

-Programme national de sécurité. - Niveau acceptable de Performance de la Sécurité. - Supervision de la sécurité

**Chapitre 6:** Système de gestion de la sécurité **(3 semaines)**

- Aviation générale internationale—avions. - Collecte des données sur la sécurité. - Analyse des données sur la sécurité. - Protection des données sur la sécurité. - Échange des renseignements sur la sécurité

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : Examen : 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. *Arrêté du 20 mai 2011 relatif à la mise en oeuvre de systèmes de gestion de la sécurité pour les organismes de formation de pilotes et l'instruction associée*
2. *Guide de l'OACI publié sous référence n° 9859/AN 460, intitulé "Manuel de Gestion de la Sécurité"*
3. [http://www.icao.int/anb/safetymanagement/DOC\\_9859\\_FULL\\_EN.pdf](http://www.icao.int/anb/safetymanagement/DOC_9859_FULL_EN.pdf)
4. *Cours de l'OACI sur les Systèmes de Gestion de la Sécurité (SMS)*
5. <http://www.icao.int/anb/safetymanagement/training/training.html>
6. *OACI - Safety Management – Standards :*  
<http://www2.icao.int/en/ism/Pages/Standards.aspx>

7. *Instruction du 20 mai 2011 prise en application de l'arrêté du 20 mai 2011 relatif à la mise en œuvre de systèmes de gestion de la sécurité pour les organismes de formation de pilotes.*
8. *La loi n° 2011-020 du 27 Février 2011 portant Code de l'Aviation Civile et ses textes d'application afférents à la gestion de la sécurité (Programme National De Securite)*
9. *Annexes 1, 6, 8 11, 13 et 14 à la Convention de l'Aviation Civile Internationale, signée à Chicago le 7 décembre 1944.*
10. *enna.dz / Etablissement National de la Navigation Aérienne*
11. *Système de Gestion de la Sécurité (SGS)*

**Semestre : X**

**Unité d'enseignement: UED XXX**

**Intitulé de la matière : Utilisation des logiciels en CFD.**

**VHS: 22h30 (cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficients : 1**

### Objectifs de l'enseignement