



Collège Édouard-Montpetit  
ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

**PLAN DE COURS**  
**PLAN DE COURS**

No du cours

**280-129**

Session

**AUTOMNE 97**

Nom du cours : ***Introduction aux propulseurs***

Nom du (des) professeur(s) : Tous les professeurs du département de propulseur

Département : **Propulseur**



Nom de l'étudiant : \_\_\_\_\_

Groupe (TH) \_\_\_\_\_ (LAB) \_\_\_\_\_

## Chronologie et synchronisation de l'enseignement de la théorie et du laboratoire

|           | <i><b>Théorie</b></i>                                                                                                         |              | <i><b>Laboratoire</b></i>                                                                                                                                                                                               |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b>  | Plan de cours.<br>Introduction.<br>Historique.                                                                                | <b>1/1</b>   | Plan de cours.<br>Introduction.<br>Visite et sécurité.<br>Introduction à la révision d'un moteur à 4 temps selon la procédure aéronautique.                                                                             |
| <b>2</b>  | Classification selon leur mode.<br>Définitions moteur.                                                                        | <b>2/2</b>   | Familiarisation avec : manuel du manufacturier ; les outils, les réquisitions ; le moteur et le cahier de laboratoire.<br>S.I.M.D.U.T.<br>Outils spéciaux.<br>Explication du fil frein.<br>Début du démontage étudiant. |
| <b>3</b>  | Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes.                                                 | <b>3/3</b>   | Démontage suite et fin.<br>Nettoyage.<br>Bilan de démontage et commande des pièces manquantes.                                                                                                                          |
| <b>4</b>  | Fonctionnement des moteurs à combustion interne à 4 temps et ses composantes (suite et fin).                                  | <b>4/5</b>   | Inspections non destructives (local D-23).<br>Vidéo "NDT".<br>Pratique du ressuage.<br>Fin nettoyage et inspection visuelle.                                                                                            |
| <b>5</b>  | Évaluation #1 (15%)<br>Fonctionnement des moteurs à combustion à 2 temps.                                                     | <b>5/4</b>   | Inspection dimensionnelle : dénivellation ; alésage / diamètre ; conicité / ovalisation ; outils de mesure ; jeux ; gauchissement ; couple de serrage.                                                                  |
| <b>6</b>  | Correction de l'examen.<br>Fonctionnement des moteurs à combustion interne Diesel et Wankel ainsi que leurs composantes.      | <b>6/6</b>   | Inspection dimensionnelle suite : jeux de segments ; face, portée et marge de la soupape/siège et le guide.                                                                                                             |
| <b>7</b>  | Processus de la combustion.                                                                                                   | <b>7/8</b>   | Banc d'essai.<br>Pratique du fil frein (4%) ou inspection dimensionnelle (suite et fin).                                                                                                                                |
| <b>8</b>  | Système de carburation.                                                                                                       | <b>8/7</b>   | Banc d'essai.<br>Pratique du fil frein (4%) ou inspection dimensionnelle (suite et fin).                                                                                                                                |
| <b>9</b>  | Système d'allumage et ses composantes.                                                                                        | <b>9/9</b>   | Évaluation #1 (15%).<br>Réparation du moteur.                                                                                                                                                                           |
| <b>10</b> | Évaluation #2 (15%)<br>Système de lubrification, refroidissement et de suralimentation.                                       | <b>10/10</b> | Correction de l'examen.<br>Remontage : piston et segments ; piston et bielle ; soupape ; jeux (soupape, vilebrequin) ; début du remontage.                                                                              |
| <b>11</b> | Correction de l'examen.<br>Calculs théoriques : révision de physique ; cylindrée ; rapport volumétrique ; etc.                | <b>11/11</b> | Remontage et ajustement des systèmes (suite).                                                                                                                                                                           |
| <b>12</b> | Puissance : IHP ; BHP ; FHP.<br>Facteurs de correction.                                                                       | <b>12/12</b> | Remontage suite et fin.<br>Démarrage et recherche de panne(s).                                                                                                                                                          |
| <b>13</b> | Rendement : mécanique ; volumétrique ; thermique.<br>Consommation spécifique.<br>Introduction aux moteurs à réaction (début). | <b>13/13</b> | Démarrage.<br>Dépannage.                                                                                                                                                                                                |
| <b>14</b> | Moteur à réaction (suite et fin).                                                                                             | <b>14/14</b> | Postes : dynamomètre ; turbine ; allumage.                                                                                                                                                                              |
| <b>15</b> | Évaluation sommative (20%).                                                                                                   | <b>15/15</b> | Évaluation sommative (25%).                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Prérequis : Préalable relatif collégial P.R. (aucun)</b><br/><b>Périodes session : 45-45-30</b><br/><b>Disponibilité : sur rendez-vous</b><br/><b>Locaux : B-121 et D-113</b><br/><b>Postes téléphoniques : 205, 210, 357, 359</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## OBJECTIFS

### OBJECTIFS GÉNÉRAUX (Cahier collégial 89-92)

Énoncer les principes de base du fonctionnement des moteurs à combustion interne. Identifier les mécanismes qui entrent en jeu dans la transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique.

### OBJECTIFS THÉORIQUES

Décrire les phases du cycle de la transformation de l'énergie dans un moteur quatre temps sous le cycle Otto. Énoncer le principe de base du fonctionnement des moteurs à pression et à volume constants. Expliquer les causes, les effets et les indications de la détonation et du pré-allumage. Décrire les quatre temps et les cinq phases du cycle d'un moteur à pistons quatre temps. Énoncer les principes de base des systèmes de carburation des moteurs à pistons. Décrire un circuit d'huile simple. Décrire les systèmes d'allumage d'un moteur à pistons. Énumérer les applications, les éléments essentiels et l'aperçu du dosage du carburant d'un moteur Diesel. Énoncer les principes de base de la suralimentation. Décrire les phases du cycle de la transformation de l'énergie dans un moteur à réaction sous le cycle Brayton.

### OBJECTIFS PRATIQUES

Calculer à l'aide de liquide le rapport volumétrique (cylindre) d'un moteur. Évaluer le taux de compression d'un moteur à pistons. Assembler un moteur à pistons selon les normes établies. Identifier les parties composantes d'un moteur à combustion interne. Effectuer le calage des systèmes d'allumage par magnéto. Identifier les différentes sections d'un réacteur. Effectuer un essai moteur. Évaluer les performances réelles d'un moteur à pistons quatre temps. Effectuer des essais de consommation spécifique. Établir la richesse du mélange carburé (le rapport air-carburant).

## RAISON D'ÊTRE DU COURS

Le cours "Introduction aux propulseurs" est commun aux trois programmes de l'École nationale d'aérotechnique, soit:

- Construction d'aéronefs
- Entretien d'aéronefs
- Avionique

La propulsion, qu'elle soit par combustion interne ou autre, est l'élément moteur, la puissance, qui donne le mouvement à une machine.

Sans moteur, il n'y aurait pas d'auto, d'avion, de fusée, de mouvement. L'étude de la propulsion et des sciences qui s'y rattachent est prioritaire au domaine de l'aéronautique.

## ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE DE L'ÉTUDIANT(E)

Pour atteindre ces objectifs généraux, le cours est divisé en trois parties distinctes.

EN AUCUN CAS ELLES NE PEUVENT ÊTRE DISSOCIÉES L'UNE DE L'AUTRE.

|                                       |              |              |
|---------------------------------------|--------------|--------------|
| Une partie théorique                  | 50% du cours | (3 périodes) |
| Une partie pratique                   | 50% du cours | (3 périodes) |
| Une partie de travaux d'apprentissage |              | (2 périodes) |

Note minimum de passage du cours : **60%**

NOTE FINALE DU COURS : /100

(Cumul des notes de théorie/100 et laboratoire/100 divisé par deux)

Les cinquante (50) points de **théorie** seront attribués sur :

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Évaluation 1                  | 15% |
| Évaluation 2                  | 15% |
| Évaluation 3 (commun - final) | 20% |

Les cinquante (50) points de **laboratoire** seront attribués sur :

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| Évaluation 1                  | 15% |
| Évaluation 2 (commun - final) | 25% |
| Fil frein                     | 4%  |
| Évaluation pratique           | 6%  |

|              |             |
|--------------|-------------|
| <b>TOTAL</b> | <b>100%</b> |
|--------------|-------------|

# **CONTENU THÉORIQUE**

## **OBJECTIF TERMINAL**

L'étudiant devra être capable d'expliquer le fonctionnement des moteurs à combustion interne d'après des principes physiques et à l'aide de mécanismes simples.

## **Objectif d'apprentissage : PHASE 1**

L'étudiant devra pouvoir comparer les différents types de moteurs et décrire leur cycle de transformation de l'énergie.

Nommer et expliquer l'usage des pièces constituant d'un moteur à piston.

## **GÉNÉRALITÉS**

### **Introduction :**

- plan de cours
- calendrier
- évaluation
- règle des locaux
- historique

### **Définitions :**

- moteur :
  - . moteur à combustion interne
- cycles : mécaniques et thermodynamiques

### **Classification des moteurs :**

- selon le mode :
  - . de propulsion
  - . thermodynamique
  - . thermique
  - . cinématique

### **Fonctionnement :**

- particularités
- nomenclature cycle
- diagramme P\V des moteurs à quatre temps à essence

## **Objectif d'apprentissage : PHASE 2**

L'étudiant devra pouvoir décrire et expliquer le fonctionnement des différents systèmes nécessaires au fonctionnement des moteurs à combustion interne.

### **Fonctionnement :**

- particularités, nomenclature cycle et diagramme P\V des moteurs suivants :
  - . deux temps
  - . diesel
  - . Wankel

### **SYSTÈMES**

#### **Processus de la combustion :**

#### **Système d'allumage et ses composantes :**

- généralité
- allumeur par bobine et rupteurs mécaniques :
  - . avance à l'allumage
- par une magnéto
- par électronique

#### **Système de carburation :**

- alimentation :
  - . par gravité
  - . par pompe
- carburation :
  - . mélange 15/1
  - . courbes :
    - . puissance/mélange
    - . mélange/R.P.M. :
      - . ralenti
      - . croisière
      - . pleine puissance
- carburateur à flotteur
  - . systèmes : principal, de ralenti, d'économiseur, d'accélération
- injection : directe, indirecte

#### **Système de suralimentation :**

- utilité et effet sur la puissance :
  - . surcompresseur
  - . turbocompresseur

#### **Système de lubrification**

#### **Système de refroidissement**

|                                           |
|-------------------------------------------|
| <b>Objectif d'apprentissage : PHASE 3</b> |
|-------------------------------------------|

L'étudiant devra être capable d'utiliser correctement les formules se rattachant aux performances des moteurs à combustion interne et les appliquer à des essais moteur.

## **CALCULS THÉORIQUES**

### **Révision sommaire de physique**

#### **Définition des termes :**

- chambre à combustion
- cylindrée
- rapport volumétrique

#### **Puissance :**

- IHP
- FHP
- BHP
- puissance corrigée :
  - . pression
  - . température
  - . humidité
- puissance standard
- rendement mécanique
- rendement volumétrique
- rendement thermique
- consommation spécifique

### **Introduction aux moteurs à réaction**

# **CONTENU PRATIQUE**

## **OBJECTIF TERMINAL**

L'étudiant devra pouvoir faire une révision complète d'un moteur à piston simple, c'est-à-dire démonter, nettoyer, inspecter, remonter, démarrer, diagnostiquer et réparer un moteur à piston d'après les procédures établies.

## **Objectif d'apprentissage : PHASE 1**

L'étudiant devra être capable d'interpréter le manuel du manufacturier.

L'étudiant devra être capable d'appliquer les méthodes de travail aéronautiques.

L'étudiant devra être capable d'effectuer une inspection des composantes d'un moteur selon les normes du manufacturier.

## **Révision majeure d'un moteur à piston**

### **Introduction :**

- plan de cours :
  - . évaluation
  - . visite et sécurité
  - . distribution des moteurs

### **DÉMONTAGE ET INSPECTION**

#### **Démontage :**

- objectif de la révision d'un moteur :
  - . familiarisation avec le moteur :
    - . manuel de réparation
    - . les outils spéciaux
    - . couple de serrage
  - . nomenclature des pièces moteur
  - . procédure de démontage
  - . procédure de nettoyage
  - . rangement par système
  - . bilan de démontage

#### **Inspection :**

- visuelle en surface
- visuelle en profondeur (ressuage)
- dimensionnelle
- bilan d'inspection



### **Objectif d'apprentissage : PHASE 2**

L'étudiant devra être capable d'effectuer les réparations d'un moteur à piston d'après le manuel du manufacturier.

L'étudiant devra être capable de diagnostiquer des pannes de moteur.

#### **REMONTAGE ET DÉMARRAGE**

- réparation au besoin :
  - . rectification de pièces, rodage
  - . bilan de réparation
- remontage

#### **Démarrage et recherche de pannes :**

- ajustement final et démarrage
- recherche de pannes

*L'étudiant-e devra obligatoirement remonter, démarrer, diagnostiquer et réparer son moteur d'après les procédures établies avant la fin de la session.*

### **Objectif d'apprentissage : PHASE 3**

L'étudiant devra pouvoir identifier et utiliser correctement les différentes constituantes d'un banc d'essai pour moteur à piston.

- 3.1 L'étudiant devra être capable d'identifier, de définir et d'utiliser correctement les différentes parties constituantes d'un banc d'essai de moteur à piston.
  - 3.2 L'étudiant devra être capable de récolter et d'utiliser les données recueillies sur le banc d'essai pour fin de calculs de performances et de traçage des courbes de puissance, de couple en fonction du régime du moteur à piston.
- dynamomètre : (moteur Briggs & Stratton ou Volvo)
    - . couple et puissance
    - . calculs et courbes
    - . cons. spécifique
    - . normaliser aux conditions atmosphériques standards
  - règles de sécurité et utilisation d'un moteur à piston d'aéronef au banc d'essai.

### **Objectif d'apprentissage : PHASE 4**

Les objectifs qui suivent sont des dérivés de postes de travail.

- 4.1 L'étudiant devra être capable d'identifier les principales sections/composantes d'un moteur à turbine.
- 4.2 L'étudiant devra être capable d'effectuer correctement le fil frein sur des boulons, écrous... selon les normes aéronautiques.
- 4.3 L'étudiant devra être capable de décrire les différentes parties d'un système d'allumage et d'en faire la synchronisation.

## POSTES

La phase 4 consiste à faire une série de postes.

- poste #1** Moteurs à turbines :  
- identification des composantes  
- identification du système d'air
- poste #2** Allumage : (moteur Ford)  
- identification des composantes  
- synchronisation de l'allumage
- poste #3** Pratique du fil frein.
- poste #4** Dynamomètre : (moteur Briggs & Stratton ou Volvo)  
- couple et puissance  
- calculs et courbes  
- cons. spécifiques  
- normaliser aux conditions atmosphériques standards
- poste #5** Règles de sécurité et utilisation d'un moteur à piston au banc d'essai.

## LIVRES

### De langue française :

- |    |                                                            |                 |
|----|------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1) | <u>Le moteur diesel</u> , Schulz.                          | 621.4368S388d   |
| 2) | <u>Les réacteurs</u> , traduit par Didier Féminier.        | 629.134353T784j |
| 3) | <u>Manuel de réparation</u> , Briggs & Stratton.           | 621.437B854m    |
| 4) | <u>Manuel complet de l'automobile</u> , Reader Digest CAA. | 629.28722S464m  |

### De langue anglaise :

- |    |                                                                       |                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1) | <u>Aircraft Gas Turbine and Technology</u> , Irwin E. Treager.        | 629.134353T784a |
| 2) | <u>Aircraft Gas Turbine Powerplants</u> , Charles E. Otis.            | 629.134353O88a  |
| 3) | <u>Aircraft Powerplants</u> , Bent McKinley, Kroes & Wild             | 629.13435M158a  |
| 4) | <u>Automotive Engines Theory &amp; Servicing</u> , James D. Halderman | 629.2504E46a    |

## AUDIO-VISUEL

- |                                                      |                |
|------------------------------------------------------|----------------|
| Vidéo 3/4, <u>Carburators</u>                        | 629.2533c264   |
| Vidéo 3/4, <u>Comment fonctionne le moteur à jet</u> | 629.134353J63c |
| Vidéo 3/4, <u>Essais non destructifs</u>             | 629.1345068n   |
| Vidéo 3/4, <u>Moteurs</u>                            | 629.1345P913m  |