Collège Édouard-Montpetit
ÉCOLE NATIONALE D'AÉROTECHNIQUE

PLAN DE COURS

PLAN DE COURS

No du cours
280-340

Session
HIVER 1998

NOM DU COURS	:	**Matières organiques employées en aéronautique**
NOM DU (DES) PROFESSEUR(S)	:	*Richard Jolicoeur, Quang Khai Huynh, André Marcil Marc Lalonde, Patrick Ladouceur, Anik Séguin*
DÉPARTEMENT	:	**Propulseur**

Nom du professeur (théorie)	:	
Période de consultation	:	
Local	:	
Nom du professeur (labos)	:	
Période de consultation	:	
Local	:	

NOM DE L'ÉTUDIANT-E: _____ **Groupe: (TH)** _____

(LAB) _____

OBJECTIFS

Objectifs généraux (Cahier collégial 89-92)

Comparer les caractéristiques des hydrocarbures employés en aéronautique. Identifier la chimie des hydrocarbures employés en aéronautique. Utiliser les règles de la nomenclature standard pour nommer les divers hydrocarbures et composés chimiques présents dans les carburants, les lubrifiants, les liquides hydrauliques, les plastiques et les élastomères courants.

RAISON D'ÊTRE DU COURS

Ce cours a pour but de faire connaître aux étudiants la composition, les caractéristiques chimiques et physiques et les domaines d'emploi des produits organiques utilisés dans l'industrie aéronautique.

Plus spécifiquement, l'on insistera sur les carburants, les problèmes relatifs à la combustion, le comportement des moteurs selon le type de carburant utilisé, la distillation du pétrole brut, les lubrifiants et les matières plastiques.

MÉTHODOLOGIE

La méthode, le style d'enseignement et d'apprentissage utilisent des moyens didactiques standards, comme:

En théorie : Cours magistraux; utilisation de maquettes; acétates; films; pièces. Trois (3) périodes par semaine sont consacrées aux cours théoriques.

En laboratoire : Cahier de cours; moteurs utilitaires pour fin de démonstration de détonation et de combustion; appareils de laboratoire. Deux (2) périodes consécutives par semaine sont consacrées aux travaux de laboratoire (expériences relatives au cours) durant lesquelles les étudiants travailleront en groupe de trois.

ÉVALUATION

Les évaluations sommatives sont de type traditionel et/ou de choix multiples. Les évaluations formatives sont sous forme de questionnaires et/ou orales (discussion avec le professeur). Pour atteindre ces objectifs généraux, le cours est divisé en deux parties distinctes. EN AUCUN CAS ELLES NE PEUVENT ÊTRE DISSOCIÉES L'UNE DE L'AUTRE.

Une partie théorique	60% du cours	Examen 1	20%
		Examen 2	20%
		Examen 3	20%
Une partie pratique	40% du cours	Examen 1	10%
		Examen 2	15%
		Compte rendu	15%

Note minimum de passage du cours : 60%

NOTE FINALE DU COURS : / 100

En théorie : Au cours de la session, il y aura trois (3) interrogations écrites d'une durée de deux (2) périodes chacune. Ces tests constituent 60% de la note finale.

En laboratoire : Après chaque expérience, un compte rendu de laboratoire est exigé et doit être remis à la fin du cours sans délais. L'évaluation des travaux et des interrogations de laboratoire constitue 40% de la note finale. Dans la note d'évaluation des comptes rendus de laboratoires, on tiendra compte de la présence, de l'implication et du professionnalisme démontrés par chacun des étudiants.

CONTENU THÉORIQUE

OBJECTIF TERMINAL

Conscientiser l'étudiant à l'importance des produits pétroliers dans le domaine de l'aéronautique. Résumer et expliquer les classes de produits, leurs propriétés physiques et chimiques et les principaux domaines d'utilisation.

Objectif d'apprentissage: PHASE I

- Différencier les différents types d'hydrocarbures présents en quantité appréciable dans les carburants, les huiles ou les graisses.
- Nommer selon les règles de la nomenclature systématique différents hydrocarbures.

CHAPITRE 1 : LES HYDROCARBURES
Introduction et Définitions

- Classification des hydrocarbures
- Composés saturés et insaturés
- Règles de la nomenclature systématique
- Propriétés physiques et chimiques

Objectif d'apprentissage: PHASE 2

- Décrire et expliquer l'influence des procédés de raffinage (distillation, reformage, craquage, etc...) sur les produits pétroliers finaux.

CHAPITRE II : MATIÈRE PREMIÈRE DES CARBURANTS ET HUILES : LE PÉTROLE

- Le pétrole comme source d'énergie de la société
- Les procédés de raffinage
- Les effets sur l'environnement des produits pétroliers
- Introduction aux produits de nettoyage et solvants.

Objectif d'apprentissage: PHASE 3

- Utiliser les différents carburants en notant les additifs utilisés, les produits utiles pour augmenter l'indice d'octane, le pouvoir calorifique des carburants, etc...
- Établir les relations qui existe entre le carburant utilisé et le comportement des moteurs (détonation, avance à l'allumage, richesse du mélange et givre au carburateur).

CHAPITRE III : LES CARBURANTS

Essais courants pour caractériser les carburants.

- Essais physiques et essais chimiques
- Caractéristiques d'utilisation
  Les différents carburants:
  - essences automobiles (MOGAS),
  - essences aviation (AVGAS),
  - carburéacteurs (JETFUEL)
- Les différents indices:
  - octane et de performance
- Les carburants alternatifs

Objectif d'apprentissage: PHASE 4

- Différencier les différentes caractéristiques d'une huile ou d'une graisse.
- Comparer les huiles synthétiques et minérales.
- Décrire la composition des graisses et les avantages et inconvénients ainsi que la compatibilité des lubrifiants entre eux.

CHAPITRE IV : LES LUBRIFIANTS

Essais courants pour caractériser les lubrifiants.

- Essais physiques et essais chimiques
- Caractéristiques d'utilisation
- Les différentes huiles et graisses:
  moteurs à pistons et moteurs à turbines
  huiles minérales et synthétiques
  additifs
- Les fluides aéronautiques

Objectif d'apprentissage: PHASE 5

- Décrire et expliquer la nature, les caractéristiques et les principaux domaines d'utilisation des plastiques et composites dans l'industrie aéronautique

CHAPITRE V : LES PLASTIQUES

- Nomenclature
- Propriétés physiques et chimiques
- Plastiques, élastomères et composites
- Applications domestiques et aéronautiques

CONTENU PRATIQUE

OBJECTIF TERMINAL

- Effectuer des manipulations selon des normes standards d'expérimentation.
- Se familiariser avec les différents produits pétroliers utilisés en aéronautique.
- Utiliser des méthodes de travail respectant la santé et la sécurité.

TRAVAIL DE LABORATOIRE

Pour des raisons de sécurité :

- le port du sarrau est obligatoire au laboratoire. Dès la deuxième séance de laboratoire, l'accès au laboratoire peut être interdit à tout-e étudiant-e qui ne porte pas de sarrau.
- il est interdit de fumer (explosion), de manger ou de boire (contamination) au laboratoire.

À la fin d'une manipulation, le matériel utilisé devra être nettoyé, lavé et remis en place; les papiers devront être jetés dans les poubelles et le poste de travail occupé devra être nettoyé avant de partir. Lorsque le professeur juge que ces conditions ne sont pas remplies, il peut retirer des points sur la note de laboratoire attribuée à l'étudiant-e.

LABORATOIRES

Les expériences pour l'ensemble de la session seront choisies parmi les suivantes:

1. Masse volumique et solubilité des liquides
2. Viscosité relative des huiles
3. Identification des plastiques
4. Point éclair et Point de feu d'huile
5. Essai de viscosité - Viscosimètre Saybolt
6. Essai du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) du kérosène (JET-A)
7. Distillation du pétrole brut
8. Comparaison des essences été & hiver - distillations
9. Essai de Point de fumée
10. Essai d'émulsion d'huile
11. Essai du point de fusion
12. Séparation des liquides par distillation
13. Comportement de plastiques en présence de solvants et acides.

DÉMONSTRATIONS

Parmi les démonstrations suivantes, certaines effectuées par le professeur viendront compléter les laboratoires ainsi que la partie théorique du cours.

1. Démonstration de la bombe calorimétrique
2. Démonstration d'un essai de détonation
3. Démonstration d'un essai de consistance de graisses
4. Démonstration d'un moteur à combustion interne
5. Analyse des huiles usées.

SÉCURITÉ DANS LES LOCAUX

Les consignes de sécurité en usage dans l'école inscrites dans le guide de l'étudiant-e et les consignes plus spécifiques en usage dans les différents locaux doivent être respectées.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ASTM, Annual Book of ASTM Standards, Vol 5, 1992.**
2. Arnaud, P. Cours de chimie organique, Gauthier-Villars, Paris, 1978, 472 p.
3. Cruise & Stevens, Chemical Technology of Petroleum, McGraw-Hill, 1960.
4. Durier, Y., Caractéristiques des carburants et combustibles et leur influence sur le fonctionnement des moteurs. Éd. Technip, Paris, 1971, 308 p.
5. Groff, J.L.E., ABC du graissage, Editions Technip, Paris, 1961.
6. Guthrie, V.B., Petroleum Products Handbook, McGraw-Hill, Montréal.
7. **Jolicoeur, R., Carburants, lubrifiants et plastiques, Griffon d'argile, 1992.**
8. Klamann, D., Lubricants and Related Products., Verlag Chemie, 1984.
9. Lichty, L.C., Combustion Engine Processes, 7e éd., McGraw-Hill, Toronto, 1967.
10. O'Connor, J., Boyd, J. Standard Handbook of Lubrification, McGraw-Hill, 1968.
11. Schilling, A., Les huiles pour moteurs et le graissage des moteurs, Tome 1, 2e éd., Éd. Technip, Paris, 1975.
12. Steele, G.L., Exploring the World of Plastics, McKnight Publishing Co, 1977.
13. Harper, Charles A., Handbook of Plastics and Elastomers, McGraw-Hill Book Co., 1975.
14. ASM International Handbook Committee, Engineered Materials Handbook, vol.1 (composite) , vol.2 (engineering plastics), ASM International, 1988.
15. Treager, I., Aircraft Gas Turbine Engine Technology, 2e éd., McGraw-Hill, Montréal, 1979, 586 p.
16. Weissmann, J., Carburants et combustibles pour moteur à combustion interne, Éd. Technip, Paris, 1970, 720 p.
17. Guibet, J-Claude, Carburants et moteurs, tomes 1 & 2, éditions Technip, 1987.

LEXIQUE DES MOTS ET EXPRESSIONS COURAMMENT EMPLOYÉS EN 280-340

Hydrocarbures (hydrocarbons)
Molécules résultant de l'assemblage d'atome(s) de carbone et d'atomes d'hydrogène.

Formule moléculaire (molecular formula)
Formule qui indique le nombre de chacun des atomes dont est constituée une molécule.

Exemple:	Éthane	C_2H_6
	(nom)	(formule moléculaire)

FORMULE DÉVELOPPÉE (MOLECULAR STRUCTURE)
Description graphique en deux ou trois dimensions de l'arrangement des atomes constituant une molécule.

		H H
Exemple:	Éthan	H-C-C-H
		H H
	(nom)	(formule développée)

Hydrocarbures saturés (saturated hydrocarbons)
Hydrocarbures dont les liaisons carbone-carbone sont assurées par le partage d'un seul électron (liaison simple).

Hydrocarbures insaturés (unsaturated hydrocarbons)
Hydrocarbures dont les liaisons carbone-carbone sont assurées par le partage de deux ou trois électrons (liaison double ou liaison triple).

Détonation (ping)
Phénomène lié à une mauvaise combustion qui se manifeste par une combustion extrêmement rapide au lieu d'une combustion normale dans le cylindre moteur.

Indice d'octane (octane number)
Mesure de la résistance à la détonation d'un carburant pour moteur à quatre temps à allumage par bougie (four cycles spark ignition engine). S'emploie généralement lorsque l'indice est au-dessous de 100.

Indice de performance (performance number)
Mesure de la résistance à la détonation d'un carburant pour moteur à quatre temps à allumage par bougie (four cycles spark ignition engine). S'emploie généralement lorsque l'indice est au-dessus de 100.

Pouvoir calorifique (calorific value)
Mesure de l'énergie libérée par la combustion complète d'un carburant et exprimée en KJ/kg.

Calorimètre (calorimeter)
Appareil qui permet de mesurer le pouvoir calorifique d'un carburant ou de tout autre matériau combustible.

Pouvoir calorifique inférieur (lower calorific value)
Pouvoir calorifique exprimé en kJ/kg calculé d'après une expérience effectuée dans un calorimètre lorsque les produits de la combustion sont gazeux.

Viscosité (viscosity)
Mesure de la résistance à l'écoulement des huiles (ou de tout autre liquide) due à la force d'attraction entre le molécules. Elle diminue avec l'augmentation de température.

Indice de viscosité (viscosity index)
Nombre seul sans symbole qui indique la variation de la viscosité en rapport avec la température de l'huile. Plus l'indice est élevé, moins la viscosité de l'huile diminue avec l'augmentation de température.

Huiles monogrades (monograde oils)
Huiles de graissage généralement tirées du pétrole brut qui ne satisfont qu'à une définition SAE.
Exemple: SAE 30: agit comme une huile SAE 30 à 0° et 210° F.

Huiles multigrades (multigrade oils)
Huiles de graissage tirées directement du pétrole ou synthétiques qui satisfont à deux définitions SAE. Elles peuvent contenir plus ou moins d'additifs améliorant l'indice de viscosité. Exemple: SAE 10W30 agit comme une huile SAE 10W à 0° F et comme une huile SAE 30 à 210° F.

Huiles synthétiques (synthetic oils)
Huiles de graissage constituées de molécules fabriquées à partir d'une base végétale ou minérale. Ces huiles ont généralement un indice de viscosité très élevé.

Volatilité (volatility)
Facilité plus ou moins grande pour un fluide de passer de l'état de liquide à l'état de vapeur.

Courbe de distillation (distillation curve)
Courbe montrant la volatilité d'un carburant. Les points sont définis sur la courbe par le % d'évaporation par rapport à la température.

Tension de vapeur reid (reid vapor pressure)
Chiffre ordinairement en kPa qui indique la volatilité à basse température d'un carburant. Plus le chiffre est élevé, plus le carburant est volatil.

Graisses à savon (saponified greases)
Graisses où l'agent épaissant de l'huile est un savon. Les propriétés de la graisse dépendent du type de savon utilisé. Exemple: savon de lithium $R\text{-}SO_3H\text{-}Li$, graisses qui résistent bien à l'eau et à de hautes températures.

Graisses sans savon (unsaponified greases)
Graisses où l'agent épaissant de l'huile n'est pas un savon. Des agents comme le noir de carbone, la glaise ou le gel de silice sont utilisés pour conférer des propriétés spéciales aux graisses. Exemple: les graisses au gel de silice résistent pendant de longues périodes à haute température.

Monoxyde de carbone (carbon monoxide
(CO-) Composés très polluants obtenus par la combusion d'un hydrocarbure où la quantité d'air fournie est insuffisante pour compléter la réaction.

Oxydes de soufre (sulfer oxides)
(Sox) Composés très polluants obtenus par la combustion de dérivés du pétrole dans l'air lorsque les températures en jeu sont élevées. Ils sont à la base de la formation d'une partie des des pluies acides.

Oxydes d'azote (nitrogen oxides)
(Nox) Composés très polluants obtenus par la combustion de dérivés du pétrole dans l'air lorsque les températures en jeu sont élevées. Ils participent à la formation des pluies acides.

Thermoplastiques (thermoplastics)
Plastiques qui peuvent être ramollis et reformés plusieurs fois sous l'effet de la chaleur.

Thermodurcissables (thermosettings)
Plastiques qui ne peuvent être ramollis et reformés sous l'effet de la chaleur. Ils ne peuvent être formés que lors de leur fabrication.