

**Semestre : 2**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.2**  
**Matière : CFAO**  
**VHS : 37h30 ( cours 1h30, TP : 1h00 )**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

### Objectifs de l'enseignement :

Il s'agit de perfectionner les connaissances des étudiants dans le domaine de la CFAO. A la fin du semestre, l'étudiant devra acquérir les compétences suivantes :

- Modélisation des pièces de formes complexes (moules, matrices, ...).
- Simulation du processus d'usinage.
- Interprétation et vérification du programme d'usinage généré automatiquement.

Durant les séances de TP, l'étudiant devra maîtriser un logiciel de CFAO pour concevoir des pièces et des assemblages complexes ainsi que pour simuler l'usinage des pièces conçues. Si les moyens existants le permettent, l'étudiant doit passer à l'atelier pour exécuter le programme généré sur une machine outil à commande numérique (MOCN).

### Connaissances préalables recommandées :

Mathématiques, dessin industriel, construction mécanique, fabrication mécanique.

### Contenu de la matière :

- Chapitre 1. Généralités :** *(1 Semaine)*  
(Définition de la CFAO, processus de développement des produits, éléments d'un système de CAO, éléments d'un système de FAO, logiciels de CFAO).
- Chapitre 2. Modélisation des courbes :** *(3 Semaines)*  
(Introduction, lissage et interpolation, continuités mathématiques et géométriques, courbes de Bézier, courbes B-spline, courbes NURBS, exemples).
- Chapitre 3. Modélisation des surfaces :** *(3 Semaines)*  
(Introduction, carreaux de Bézier, continuité, carreaux B-spline, carreaux NURBS, exemples).
- Chapitre 4. Modélisation des solides :** *(1 Semaine)*  
(Introduction, modélisation par décomposition, opérations booléennes, modélisation par frontières "B-Rep", modélisation par arbre de construction "CSG", formats d'échange).
- Chapitre 5. Les MOCN :** *(1 Semaine)*  
(Introduction, principaux organes, domaines d'utilisation, axes normalisés, origines, asservissement d'un axe, différentes architectures des MOCN).
- Chapitre 6. Programmation ISO :** *(4 Semaines)*  
(Introduction, structure d'un programme CN, principales fonctions préparatoires, principales fonctions auxiliaires, paramètres de coupe, cycles prédéfinis, exemples).
- Chapitre 7. Génération des trajectoires d'usinage :** *(2 Semaines)*  
(Introduction, stratégies d'usinage, pas longitudinal et pas transversal, tolérances, discontinuités et interférences).

**Les séances de TP :** devront avoir lieu dans une salle équipée de micro-ordinateurs sur lesquels est installé soit un logiciel de CFAO, soit un logiciel de CAO et un autre de FAO. Les TP doivent être divisées en deux parties :

**Partie CAO : (7 semaines)**

- Réalisation de pièces de formes complexes (utilisation des splines et des outils surfaciques). Sauvegarde sous un format neutre.
- Réalisation d'un assemblage.
- Détermination des caractéristiques de masse des pièces et des assemblages.
- Réalisation d'empreintes de moules et de matrices.
- Simulation statique (calcul rapide des contraintes et des déformations).
- Mise en plan des pièces et des assemblages (cartouche, nomenclature, annotations).
- Simulation cinématique et dynamique (Position, vitesse, accélération, trajectoire, force, couple, puissance).

### **Partie FAO : (8 semaines)**

Simulation de l'usinage des pièces en suivant les étapes suivantes :

- Modélisation de la pièce finie (ou ouverture de celle-ci, si elle est déjà conçue).
- Modélisation du brut (ou ouverture de celui-ci, s'il est déjà conçu).
- Choix du type d'usinage (tournage, usinage prismatique, usinage surfacique, ...).
- Choix de la machine (tour horizontal, tour vertical, fraiseuse 3 axes, fraiseuse 5 axes, ...).
- Sélection du référentiel.
- Sélection de la pièce finie et du brut.
- Choix d'un plan de sécurité.
- Choix du type d'usinage (ébauche, usinage de poche, surfacage, contournage, suivi de courbes, balayage, perçage, dressage, chariotage, ...).
- Choix des surfaces à usiner (dans le cas du tournage, ça sera des génératrices).
- Choix de l'outil.
- Détermination des conditions de coupes (vitesses de coupe et d'avance).
- Choix de la stratégie d'usinage (Zig-zag, aller-retour, aller simple, ...).
- Choix des passes axiale et radiale (éventuellement).
- Réglages des macros d'approche et de retraite.
- Exécution de la simulation (génération des trajectoires d'outil).
- Visualisation de la vidéo générée.
- Détermination des temps d'usinage.
- Choix du post-processeur.
- Génération du programme d'usinage en G-code.
- Lecture et vérification du programme généré.

Pour la partie FAO, il faut commencer par des pièces de formes simples (prismatique et cylindrique) afin d'expérimenter l'effet de la variation des différents paramètres choisis (variation des conditions de coupe, des stratégies d'usinage, des outils de coupe, des passes radiale et axiale, des macros d'approche et de retraite, ...) ; la vérification du programme d'usinage généré sera aussi plus facile. Par la suite, des pièces de formes complexes peuvent alors être traitées sans difficultés. Si les moyens disponibles le permettent, il serait très bénéfique d'exécuter le programme généré sur une MOCN.

Le temps alloué étant très limité, une grande partie du travail devra être réalisé par les étudiants en dehors des heures de TP.

**Mode d'évaluation : Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.**

### **Références bibliographiques :**

1. JEAN-CLAUDE LEON, "Modélisation et construction de surfaces pour la CFAO",
2. Ed. Hermès, Paris, 1991.

3. GERALD FARIN, "Curves and Surfaces for CAGD", Ed. Academic Press, 2002.
4. M. HOSAKA, "Modelling of Curves and Surfaces in CAD/CAM", Ed. Springer Verlag, 1992.
5. DAVID F. ROGERS, "An Introduction to NURBS with Historical Perspective", Ed. Academic Press, 2001.
6. KUNWOO LEE, "Principles of CAD/CAM/CAE systems", Ed. Addison Wesley, 1999.
7. IBRAHIM ZEID, "Mastering CAD/CAM", Ed. McGraw-Hill, 2004.
8. [7] MILTIADIS A. BOBOULOS, "CAD-CAM & Rapid Prototyping Application Evaluation", Ed. Ventus Publishing Aps, 2010.
9. ALAIN BERNARD, "Fabrication assistée par ordinateur", Ed. Lavoisier Hermès-science, Paris, 2003.
10. PETER SMID, "CNC Programming Handbook", Ed. Industrial Press Inc., 2007.
11. [10] JEAN VERGNAS, "Exploitation des machines-outils à commande numérique", Ed. Pyc, 1985.
12. CLAUDE HAZARD, "La commande numérique des machines-outils", Ed. Foucher, 1984.
13. CLAUDE MARTY, CLAUDE CASSAGNES, PHILIPPE MARIN, "La pratique de la commande numérique des machines-outils", Ed. Tec & Doc, 1993.
14. A. CORNAND, F. KOLB, "Usinage et commande numérique", Ed. Foucher, 1987.
15. P. GONZALEZ, "La commande numérique par ordinateur : tournage, fraisage, centre d'usinage", Ed. Casteilla, Paris, 1993.
16. Documentation du logiciel CATIA, "Catia Lathe Machining", "Catia Prismatic Machining", "Catia Advanced Machining".

