

**D . E . A .**

**d'Informatique et d'Automatique Appliquées**

---

**OUTILS PEDAGOGIQUES DE C A O**

**Soutenu par : Jacques BADEL**  
**Kamal CHEBALLAH**

**le 17 Octobre 1986**

**JURY : Président :**  
**Examineurs :**

**M. B.T. DAVID**  
**Mrs VANDORPE**  
**RUSSIER**  
**AKKOUCHE**

## Résumé

Ce travail, effectué au sein du Département M.I.S. de l'Ecole Centrale de Lyon, regroupe quatre parties :

- Une étude générale, qui consiste à regrouper l'information concernant la formation actuelle en CAO, et qui nous a permis de définir les caractéristiques d'un outil pédagogique, qui serait idéal à notre sens.

- Une étude comparative des méthodes de génération de courbes et surfaces.

- Une étude comparative des méthodes de modélisation.

- La réalisation d'un logiciel de graphique (qui sera enrichi progressivement) et son intégration dans un environnement système de gestion d'interaction Homme-Machine.

## 1ere PARTIE : CAO ET PEDAGOGIE

### I - CAO ?:

### II - QUI EST CONCERNE ?:

#### II.1- LA FONCTION:

II.1.A - les operationnels :

II.1.B - les fonctionnels :

II.1.C - Les dirigeants d'entreprises :

#### II.2- L'ORIGINE:

### III - FORMATION INITIALE, APPRENTISSAGE EN ENTREPRISE:

#### III.1- LES FORMATIONS:

III.1.A - premier aspect :

III.1.B - deuxieme aspect :

#### III.2- L'INTEGRATION CAO-CFAO DANS LES ECOLES:

### IV - UN SYSTEME DE CAO PEDAGOGIQUE:

#### IV.1- LES OBJECTIFS:

IV.1.A - les objectifs d'ordres generaux :[Gar.83]

IV.1.B - les objectifs liés au contexte graphique :

IV.1.C - les objectifs particuliers aux experts de la CAO :

#### IV.2 - LES CARACTERISTIQUES DU SYSTEME:

IV.2.A - le logiciel :

IV.2.A.1 caracteristiques generales :

IV.2.A.2 le système de gestion d'interaction homme machine :

IV.2.A.3 enchainements et langages de programmation :

IV.2.B - les materiels :

#### IV.3 - ARCHITECTURE ET ORGANISATION DU SYSTEME :

IV.3.A - l'organisation de base :

IV.3.A.1 generalités:

IV.3.A.2 un exemple:

IV.3.B - extentions possibles :

IV.3.B.1 les systèmes experts :

IV.3.B.2 la communication homme machine:

IV.3.B.3 système de construction de systèmes de CAO:

### V - MISE EN PLACE DES ENSEIGNEMENTS DE CAO:

#### V.1- L'INTEGRATION DU SYSTEME:

#### V.2- L'INTEGRATION DES ENSEIGNEMENTS:

### VI - PEDAGOGIE DE LA CAO:

#### VI.1- LES DIFFERENTES CONNAISSANCES EN CAO:

#### VI.2- LES METHODES PEDAGOGIQUES:

#### VI.3- FACON D'ENSEIGNER:

#### VI.4- A QUEL MOMENT:

#### VI.5- LA DOCUMENTATION:

### VII CONCLUSION:

## 2eme PARTIE : COURBES ET SURFACES

### I- INTRODUCTION :

### II- LES TROIS PROBLEMES DE BASES :

#### II-1 GENERALITES :

II.1.a- les contraintes fonctionnelles:

II.1.b- des contraintes de realisations:

II.1.c- des contraintes d'esthetiques:

#### II.2- INFLUENCES DES LISSAGES, INTERPOLATIONS ET APPROXIMATIONS SUR LA GENERATION DE FORMES

II.2.A- interpolation:

II.2.B- approximation:

II.2.C- lissage:

### III- CONCEPTION DE LA FORME D'UN PRODUIT ET GRAPHIQUE

#### INTERACTIF:

#### III.1. LA METHODE CLASSIQUE:

III.1.A. le bureau d'etude:

III.1.B. le bureau des methodes:

#### III.2. LA METHODE MODERNE:

III.2.A. introduction:

III.2.B. creation d'une forme de façon interactive:

#### III.3. METHODES DE CALCULS, PEDAGOGIQUES ET INDUSTRIELS:

### IV- MODELE MATHEMATIQUE ET ENSEMBLE DE POINTS:

#### IV.1- UTILISER UN MODELE MATHEMATIQUE:

#### IV.2- UTILISER UN ENSEMBLE DE POINTS ORGANISES:

#### IV.3 CONCLUSION:

### V- INFORMATION ET REPRESENTATION DES MODELES:

#### V.1- INTRODUCTION:

#### V.2 - LE MODELE NON PARAMETRE:

V.2.A - formes explicites:

V.2.A.1 - courbes:

V.2.A.2- surfaces:

V.2.B - formes implicites:

V.2.B.1- courbes:

V.2.B.2- surfaces:

#### V.3- LE MODELE PARAMETRE:

V.3.A- generalites:

V.3.B - courbes:

V.3.C- surfaces:

**VI - LES COURBES CLASSIQUES:****VI.1- LE CERCLE:****VI.1.A- formes non paramétriques:****VI.1.A.1-1a representation:****VI.1.A.2 - conditions de generations d'un cercle:****VI.1.B - formes paramétriques:****VI.1.B.1 - formes paramétrées simples :****VI.1.B.2 - formes paramétrées recurrentes :****VI.1.C -conclusions:****VI.2 -L'ELLIPSE:****VI.2.A- FORME NON PARAMÉTRIQUE:****VI.2.B FORME PARAMÉTRIQUE:****VI.2.B.1 - FORME 1:****VI.2.B.2 - FORME 2:****VI.2.C- CONCLUSION:****VI.3- LA PARABOLE:****VI.3.A- FORME NON PARAMÉTRIQUE:****VI.3.B- FORME PARAMÉTRIQUE****VI.3.B.1 - FORME 1:****VI.3.B.2 FORME2****VI.3.B.3- FORME3:****VI.3.C- CONCLUSION:****VI.4- LA BRANCHE HYPERBOLIQUE:****VI.4.A- FORME NON PARAMÉTRIQUE****VI.4.B- FORMES PARAMÉTRIQUES:****VI.4.B.1- FORME1:****VI.4.B.2- FORME2****VI.4.B.3- FORME3:****VI.4.B.4- FORME4:****VI.4.C- CONCLUSION:****VII- LES METHODES MISES EN VALEURS PAR LA CAO:****VII.1- INTRODUCTION:****VII.2- LES METHODES RIGIDES:****VII.2.A- l'interpolation de Lagrange basée sur Vandermonde:****VII.2.B- l'interpolation de Lagrange:****VII.2.C- l'interpolation de Lagrange en base de Newton:****VII.2.D- REMARQUE: l'interpolation par morceaux:****VII.3- COURBES D'INTERPOLATION A FORME MODELEE PAR LE  
CONCEPTEUR:****VII.3.A- polynome d'interpolation de l'Hermite:****VII.3.B- interpolation par morceaux et fonctions splines:****VII.3.B.1- methode:****VII.3.B.2- le problèmes des tangentes:****VII.3.B.2.a- cas de trois points:****VII.3.B.2.b- cas de n points:****VII.3.B.2.c- exemples de tangentes:****VII.3.B.3 lissage et parametre "t":****VII.3.C- le mixage parabolique:**

**VII.4- DES METHODES POUR LE LISSAGE ET LE GRAPHIQUE INTERACTIF:**

**VII.4.A- introduction:**

**VII.4.B- les methodes pas tres interactives:**

**VII.4.B.1 - les moindres carrés:**

**VII.4.B.2 - la fonction spline de lissage:**

**VII.4.C- les methodes interactives:**

**VII.4.C.1 - la methode de Bezier:**

**VII.4.C.2 - les B-Splines:**

**VIII- LES SURFACES:**

**VIII.1- INTRODUCTION:**

**VIII.1.A generalités:**

**VIII.1.B- surfaces paramétrés:**

**VIII.2- SURFACES PLANES:**

**VIII.3- SURFACES NON PLANES:**

**VIII.3.A- surfaces à conditions sur les frontieres:**

**VIII.3.A.1- surfaces bilineaires:**

**VIII.3.A.2- surfaces réglées:**

**VIII.3.A.3- surfaces de Coons:**

**VIII.3.B- surface regies par des fonctions:**

**VIII.3.B.1-surfaces non adaptées au graphisme interactif:**

**VIII.3.B.1.a- surfaces bicubiques:**

**VIII.3.B.1.b les elements Fergusson:**

**VIII.3.B.2- surfaces adaptés au graphisme interactif et au lissage:**

**VIII.3.B.2.a- les surfaces de Bezier:**

**VIII.3.B.2.b- les surfaces de types B Splines:**

## 3<sup>eme</sup> PARTIE : **MODELISATION**

### **I - MODELISATION :**

#### **I.1- INTRODUCTION:**

#### **I.2 - PRINCIPAUX MODELES :**

**I.2.A - MODELE "FIL DE FER ":**

**I.2.B - MODELE "SURFACE":**

**I.2.C - MODELE "SOLIDE":**

#### **I.3 - MODELISATION MATHEMATIQUE**

**I.3.A - CONDITIONS A RESPECTER :**

**I.3.B - SOLUTION MATHEMATIQUE :**

**I.3.C - REPRESENTATION INFORMATIQUE DES OBJETS :**

### **II- METHODE DE CONSTRUCTION**

**II.1 - DESSIN TECHNIQUE:**

**II.2 - "EPAISSEUR ET REVOLUTION"**

**II.3 - MOUVEMENT :**

**II.4 - PARAMETRISATION :**

**II.5 - CONSTRUCTION A PARTIR D'OBJETS DE BASE**

**II.6 - MODIFICATIONS LOCALES**

**II.7 - REPRESENTATION INTERNE**

**II.7.A - REPRESENTATION PAR LIMITES**

**II.7.B - REPRESENTATION PAR ARBRE DE CONSTRUCTION**

**II.7.C - REPRESENTATION PAR ENUMERATION SPATIALE**

**II.7.D - DECOMPOSITION**

**II.8 - COMPARAISON DES DIFFERENTS SYSTEME :**

**II.9 - CONVERSION ENTRE MODELE**

**4<sup>eme</sup> PARTIE : REALISATION PRATIQUE :**

**I.1- INTRODUCTION :**

**I.2- DESCRIPTION DE LA REALISATION :**

**I.3 - STRUCTURE DE BASE:**

**I.3.A - REPRESENTATION DE TYPE LIMITE :**

**I.3.B - REPRESENTATION DE TYPE ARBRE:**

**I.4 - CONSTRUCTION DES OBJETS :**

**I.4.A - CONSTRUCTION A PARTIR D'OBJETS DE BASE**

**I.4.B - CONSTRUCTION DU TYPE "EPAISSEUR ET REVOLUTION"**

**I.4.C - MODIFICATIONS LOCALES :**

**I.4.D - COMPOSITION D'OBJETS :**

**I.4.E - CONSTRUCTION PAR ARBRE :**

**I.4.F - CONSTRUCTION DES SURFACES :**

**I.5 - TRANSFORMATIONS :**

**I.6 - CONCLUSION :**