

# THESE

présentée à

**L'UNIVERSITE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS**

pour obtenir le titre de

**DOCTEUR EN SCIENCES**

Spécialité :

Informatique

par

**Mohammed MAHIEDDINE**

Sujet de la thèse :

**MODELISATION, VISUALISATION  
ET ANIMATION  
D'OBJETS GRAPHIQUES 3D :  
APPROCHE ORIENTEE OBJETS**

soutenue le 14 Octobre 1991 devant la commission composée de :

<b>MM Jacques MORGENSTERN</b>	Professeur à l'Université de Nice	Président
<b>Jean-Claude LAFON</b>	Professeur à l'Université de Nice	Directeur de thèse
<b>Jean-François DUFOURD</b>	Professeur à l'Université Louis Pasteur	Rapporteur
<b>Me Marie-Claude THOMAS</b>	Professeur à l'Université de Nice	Rapporteur
<b>Henry BORRON</b>	Chargé de Recherche à l'INRIA	Examineur

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>8</b>
1.1	Objectifs de la thèse . . . . .	8
1.2	Travaux antérieurs . . . . .	10
1.3	Présentation de l'étude . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Systèmes orientés objets</b>	<b>20</b>
2.1	Programmation structurée . . . . .	21
2.2	Types de données abstraits . . . . .	22
2.2.1	Utilité de l'abstraction de données . . . . .	22
2.2.2	Limites des types de données abstraits . . . . .	23
2.3	Concepts de la programmation orientée objets . . . . .	35
2.3.1	Classes et objets . . . . .	35
2.3.2	Héritage et polymorphisme . . . . .	37
2.4	Classification . . . . .	38
2.4.1	Modélisation conceptuelle comportementale . . . . .	38
2.4.2	Classification implémentacionnelle . . . . .	41
2.5	Méthodologie et langages de programmation orientés objets . . . . .	47
2.5.1	Programmation orientée objets en langage C . . . . .	47
2.5.2	Choix du langage de programmation orientés objets . . . . .	58
	Conclusion . . . . .	60
<b>3</b>	<b>Extension orientée objets des standards graphiques</b>	<b>61</b>
3.1	Standards graphiques . . . . .	62
3.1.1	Computer Graphics Virtual Device Interface (CGI) . . . . .	64
3.1.2	Graphical Kernel System (GKS) et GKS-3D . . . . .	66
3.1.3	Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System (PHIGS) . . . . .	67
3.1.4	Comparaison de CGI (CORE ou GKS) et PHIGS . . . . .	68
3.2	Systèmes graphiques en orientés objets . . . . .	70
3.2.1	Caractérisation comportementale . . . . .	70

3.2.2	Entités graphiques . . . . .	74
3.3	Gestion de la multiplicité de représentations . . . . .	102
3.4	Différences entre CGI, PHIGS, GEO++ et notre approche . . . . .	109
	Conclusion . . . . .	111
<b>4</b>	<b>Modélisation géométrique orientée objets</b>	<b>112</b>
4.1	Modélisation géométrique . . . . .	113
4.1.1	Nécessité de la modélisation des objets 3D . . . . .	113
4.1.2	Historique . . . . .	115
4.1.3	Représentations mathématiques . . . . .	119
4.1.4	Caractérisation comportementale des entités géométriques . . . . .	123
4.2	Entité courbe . . . . .	125
4.2.1	Courbes dans l'espace . . . . .	125
4.2.2	Conversions entre les représentations paramétriques . . . . .	127
4.3	Entité surface . . . . .	131
4.3.1	Surfaces planaires bornées . . . . .	132
4.3.2	Surfaces quadratiques . . . . .	135
4.3.3	Surfaces réglées . . . . .	142
4.3.4	Surfaces à forme libre . . . . .	145
4.3.5	Modélisation par les opérateurs . . . . .	149
4.4	Entité solide . . . . .	151
4.4.1	Modélisation de solides . . . . .	151
4.4.2	Modèles de représentation . . . . .	151
4.4.2.1	Modèle de frontière . . . . .	154
4.4.2.2	Modèle constructif de solides . . . . .	166
4.4.2.3	Modèles Hybrides et multiples . . . . .	169
4.4.2.4	Modélisation purement comportementale . . . . .	171
4.5	Réalisation d'un modèleur de solides orienté objets . . . . .	173
	Conclusion . . . . .	177
<b>5</b>	<b>Visualisation et animation des objets géométriques</b>	<b>178</b>
5.1	Visibilité dans une scène d'entités 3D . . . . .	179

5.1.1	Solides à faces polygonales planes . . . . .	179
5.2	Modèles de la couleur et de l'illumination . . . . .	182
5.2.1	Graphes d'héritage de la couleur . . . . .	182
5.2.2	Modèles d'illumination . . . . .	184
5.3	Lancer de rayon orienté objets . . . . .	185
5.3.1	Principe du lancer de rayon . . . . .	185
5.3.2	Lancer de rayon orienté objets . . . . .	188
5.4	Animation orientée objets des objets géométriques . . . . .	192
5.4.1	Modèle d'animation basé sur la géométrie . . . . .	193
5.4.2	Modèle d'animation basé sur les lois de la physique . . . . .	195
5.4.3	Entité animée . . . . .	195
5.5	Concurrence . . . . .	199
5.6	Acteurs . . . . .	203
5.7	Animation orientée objets d'un robot : le robot de Stanford . . . . .	207
	Conclusion . . . . .	213
<b>6</b>	<b>Conclusion et travaux futurs</b>	<b>215</b>
6.1	Avantages et faiblesses de la programmation orientée objets pour la modélisation et l'animation d'objets géométriques . . . . .	215
6.2	Principaux résultats . . . . .	221
6.3	Comparaison avec des travaux similaires . . . . .	223
6.4	Perspectives d'avenir . . . . .	225
<b>7</b>	<b>Références bibliographiques</b>	<b>228</b>
	Références bibliographiques par thème . . . . .	243