

THESE

présentée devant

L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

pour obtenir

LE GRADE DE DOCTEUR

FORMATION DOCTORALE: INFORMATIQUE

Par

AYACHE MADJID

(Ingénieur, Magister de l'Université de Constantine)

CAS_{siopé}E:

*Vers une Méthodologie de
Conception par réutilisation*

Soutenue le 05 Septembre 1994 devant la Commission d'Examen

Jury:

Mme Colette Rolland	président
MM. Xavier Castellani	rapporteur
Claude Chrisment	rapporteur
Hubert Emptoz	membre
André Flory	
Mohamed Ou-halima	

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	12
1 PROBLÉMATIQUE	12
2 PROJET CASsiopéE	17
3 ORGANISATION DU MÉMOIRE	18
CHAPITRE I: MODÈLES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES D'INFORMATION	20
I.1 INTRODUCTION	21
I.2 LES MODÈLES SÉMANTIQUES DE DONNÉES	24
I.2.1 ÉTUDE DE QUELQUES MODÈLES SÉMANTIQUES	26
I.2.2 COMPARAISON DES MODÈLES SÉMANTIQUES	27
I.3 LES FONDEMENTS DU PARADIGME OBJET	29
I.3.1 HISTORIQUE ET VARIATION	29
I.3.2 LES TYPES ABSTRAITS DE DONNÉES	31
I.3.3 HÉRITAGE	33
I.3.3.1 LES DIFFÉRENTS TYPES D'HÉRITAGE	34
I.3.3.2 LES DIFFÉRENTES SÉMANTIQUES DE L'HÉRITAGE	34
I.3.3.3 QUELQUES REMARQUES SUR L'HÉRITAGE	35
I.4 ORIENTATION OBJET : PRINCIPES ET PRINCIPAUX CONCEPTS	36
I.4.1 PRINCIPES	36
I.4.2 CONCEPTS SUPPLÉMENTAIRES DE BASE	38
I.4.3 LIENS SÉMANTIQUES	39
I.4.3.1 GÉNÉRALISATION/SPÉCIALISATION	39
I.4.3.2 RELATION D'AGRÉGATION	40
I.4.3.3 RELATION D'ASSOCIATION	40
I.4.3.4 MÉTHODES / MESSAGES	40
I.4.3.5 LE POLYMORPHISME	41
I.5 CONCLUSION	42
CHAPITRE II: MÉTHODES DE CONCEPTION DES S.I.	44
II.1 INTRODUCTION	45
II.2 LES MÉTHODES CARTÉSIENNES	46
II.3 LES MÉTHODES SYSTÉMIQUES	46
II.4 LES MÉTHODES ORIENTÉES OBJET	46
II.5 PRÉSENTATION DE QUELQUES MÉTHODES ORIENTÉES OBJET	48
II.5.1 LE MODÈLE OOSA	48

II.5.3 LA MÉTHODE OOD	49
II.5.4 LA MÉTHODE OMT	50
II.5.5 LE MODÈLE O*	52
II.5.6 LA MÉTHODE MCO	54
II.5.7 LA METHODE OOM	56
II.5.8 LA MÉTHODE CLASSE-RELATION	58
II.5.9 LA MÉTHODE RDD	58
II.5.10 LA MÉTHODE OBA	59
II.6 TYPOLOGIE DES MÉTHODES DE CONCEPTION ORIENTÉES OBJET	59
II.6.1 CLASSIFICATION DE De CHAMPEAUX ET FAURE	61
II.6.2 CLASSIFICATION DE HONG, GOOR ET BRINKKEMPER	62
II.6.3 CLASSIFICATION DE MONARCHI	63
II.7 MODÉLISATION DU PROCESSUS DE DÉVELOPPEMENT	66
II.7.1 PROCESSUS D'ANALYSE	68
II.7.2 PROCESSUS DE CONCEPTION	68
II.7.3 REPRÉSENTATION	68
II.7.4 PERSPECTIVES DE MODÉLISATION DES PROCESSUS	69
II.8 CONCLUSION	69
CHAPITRE III : LES OUTILS	71
III.1 LES SYSTÈMES DE GESTION DE BASES DE DONNÉES	72
III.1.1 INTRODUCTION	72
III.1.2 FONCTIONNALITES DES SGBDOO	72
III.1.3 LE SGBD O2	73
III.2 LES OUTILS CASE	74
III.2.1 LES DIFFÉRENTS TYPES DE CASE	76
III.2.1.1 LES UPPER CASE	76
III.2.2.2 LES LOWER CASE	76
III.2.3 PRÉSENTATION DE QUELQUES CASE	77
III.2.3.1 CASE ORACLE	77
III.2.4 PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS CASE ORIENTÉS OBJETS	79
III.2.4.1 CASE ROSE	79
III.2.4.2 CASE OBJECTEERING	79
III.2.4.3 CASE Ptech	80
III.2.4.4 CASE TRAMIS	80
III.2.4.5 CASE EiffelCase	80
III.3 DICTIONNAIRE DE DONNÉES	81
III.3.1 DÉFINITION	81

III.3.2 DIFFÉRENTS TYPES DE DICTIONNAIRES	81
III.3.3 NORMALISATION	82
III.3.3.1 IRDS	82
III.3.3.2 AD/CYCLE ET REPOSITORY	83
III.3.3.3 PCTE	84
III.4 CONCLUSION	85
CHAPITRE IV : LA RÉ-INGÉNIERIE	86
IV.1 INTRODUCTION	87
IV.2 OBJECTIFS ET TECHNIQUES DE LA RÉ-INGÉNIERIE	87
IV.3 TAXINOMIE	88
IV.4 TECHNIQUES DE LA RÉ-INGÉNIERIE	90
IV.5 ETAPES DU PROCESSUS DE RÉ-INGÉNIERIE	93
IV.5.1 PROCESSUS DE RETRO-INGENIERIE	94
IV.5.2 CYCLES DE LA RE-INGENIERIE	95
IV.6 DEMARCHES THEORIQUES DE LA RE-INGENIERIE	96
IV.6.1 LA MÉTHODE REDO	96
IV.6.2 LA MÉTHODE RE-ORDER	97
IV.7 CONCLUSION	98
CHAPITRE V : LE MODÈLE ACE	99
V.1 INTRODUCTION	100
V.2 LE MODÈLE PROPOSÉ	102
V.3 LES PLANS DU MODELE ACE	103
V.3.1 PLAN DE STRUCTURATION	105
V.3.2 PLAN DE LA COMMUNICATION	105
V.3.3 PLAN D'HÉRITAGE	106
V.4 FORMALISME DU MODÈLE ACE	107
V.4.1 LES CONSTRUCTEURS DU MODÈLE ACE	107
V.4.2 LES LIENS DE COMPOSITION	108
V.4.3 LES DIFFÉRENTS TYPES D'ATTRIBUTS	108
V.4.4 LES TYPES DE MÉTHODES	109
V.4.5 STRUCTURE D'UNE CLASSE	110
V.5 SCHÉMAS DES OBJETS DANS ACE	113
V.6 DÉTERMINATION DU COMPORTEMENT	116
V.6.1 GRAPHE DES APPELS	117
V.6.2 LES DÉPENDANCES DE COMPORTEMENT	117

V.6.2 ÉVÉNEMENTS ET ACTIONS	121
V.7 SCHÉMA D'HÉRITAGE	123
V.8 INTÉGRATION	123
V.8.1 MODÈLE DE COMMUNICATION DE MCO	126
V.8.2 CONNAISSANCES ET SERVICES	127
V.9 REPRÉSENTATION DANS ACE ET GÉNÉRATION DE CODE	131
V.10 RELATIONS ENTRE LES PLANS ACE	136
V.11 EXEMPLE	137
V.12 CONCLUSION	138
CHAPITRE VI : MÉTHODOLOGIE CASsiopéE	139
VI.1 INTRODUCTION	140
VI.2 DÉTERMINATION DES CLASSES	142
VI.2.1 APPROCHE CLASSIQUE	142
VI.2.2 APPROCHE ACE	145
VI.3 DÉMARCHE D'IDENTIFICATION	148
VI.4 DÉMARCHE DE CONCEPTION	149
VI.5 EXEMPLE DE RÉUTILISATION	152
VI.5.1 PROCESSUS DE TRANSFORMATION ER-ACE	152
VI.5.2 CORRESPONDANCES DES MODELES	153
VI.5.3 ALGORITHME DE TRANSFORMATION ET EXEMPLE	160
VI.5.3.1 ALGORITHME ERACE	160
VI.5.3.2 EXEMPLE D'UTILISATION DE L'ALGORITHME ERACE	165
VI.6 DÉTERMINATION ET STANDARDISATION DES DONNÉES	170
VI.7 PROCESSUS D'INTÉGRATION	173
VI.7.2 INTÉGRATION DES LIENS COMPORTANT DES ATTRIBUT-TUPLES	174
VI.7.3 INTÉGRATION DE DEUX LIENS MONOVALUÉS SYMÉTRIQUES	176
VI.7.4 INTÉGRATION D'UN LIEN MULTIVALUÉ AVEC UN MONOVALUÉ	178
VI.7.5 INTÉGRATION DE DEUX LIENS MULTIVALUÉS	179
VI.7.6 INTEGRATION DES LIENS DE COMPOSITION TRANSITIFS	182
VI.7.7 INTÉGRATION DES LIENS D'HÉRITAGE	186
VI.8 CONTRÔLE DE COHÉRENCE	187
VI.8.1 RÈGLES DE COHÉRENCE	187
VI.8.2 CONTRAINTES DU PLAN AVOIR	187
VI.8.3 CONTRAINTES DU PLAN D'HÉRITAGE	191
VI.8.4 CONTRAINTES DU PLAN COMMUNICATION	192
VI.8.5 CONTRAINTES INTER-PLANS	192
VI.9 GÉNÉRATION DE CODE	193

VI.10 UTILISATION DE LA STRUCTURE	195
VI.11 FORMALISATION	196
VI.11.1 MATRICE DES MÉTHODES	196
VI.11.2 MATRICE DES RESSOURCES	197
VI.11.3 MATRICE D'HÉRITAGE	197
VI.11.4 LES ALGORITHMES	198
VI.12 VISIBILITÉ DES OBJETS	200
VI.12.1 RÈGLES DE VISIBILITÉ	200
VI.13 MESURE DE ACE	202
VI.13.1 MÉTRIQUE 1 : COMPLEXITÉ DES OBJETS	203
VI.13.2 MÉTRIQUE 2 : PROFONDEUR DE L'ARBRE D'HÉRITAGE	203
VI.13.3 MÉTRIQUE 3 : NOMBRE DE DESCENDANTS DIRECTS	203
VI.13.4 MÉTRIQUE 4 : COUPLAGE ENTRE OBJETS	204
VI.13.5 MÉTRIQUE 5 : RÉPONSES À UNE CLASSE	204
VI.14 CONCLUSION	204
CONCLUSION	205
BIBLIOGRAPHIE	210
ANNEXE	228

RESUME

Le travail propose une méthodologie de conception orientée objet, dénommée CASSiopéE, fondée sur le principe de coopération de parties de méthodes et d'outils, généralisant ainsi la méta-règle de réutilisation en l'appliquant aux outils eux-mêmes. Pour atteindre ces objectifs, nous avons développé un modèle de représentation à trois plans (structuration, communication et héritage), correspondant à la vue tridimensionnelle que nous avons de l'objet. Ce modèle, appelé ACE, permet, outre une représentation claire et pédagogique, l'intégration des différentes vues de la même application. Pour illustrer les aspects modularité, intégration et fédération, nous avons montré comment le modèle ACE permet d'intégrer des parties provenant de différentes méthodes. Nous avons, en effet, utilisé le modèle de communication de la méthode MCO de Xavier Castellani pour décrire le plan de communication de notre modèle. On a utilisé aussi un module de Graphtalk pour représenter un schéma conceptuel et un module utilisant les réseaux de Petri pour représenter le modèle conceptuel des traitements (MCT). Ce haut niveau de spécification implique une modélisation en termes de méta-modèles qui permet, outre la distinction entre concepts et implémentation, la définition de méta-règles s'appliquant au modèle lui-même comme celle de la conception modulaire. Ceci nous a permis, d'une part, de mieux expliciter le processus de conception et, d'autre part, d'introduire une démarche homogène en adoptant le paradigme objet à tous les niveaux de développement.

ABSTRACT

The aim of this work is to propose an object-oriented design methodology, called CASSiopeE, based on the principle of cooperating parts of different methods. We generalize then the meta-rule of reuse by applying it to the tools themselves. In order to achieve this goal, we have developed a three-planes model (structuration, communication and inheritance), corresponding to our three-dimensional representation of objects. The model is called HCB because each plane is modeled by a verb (to **H**ave, to **C**ommunicate and to **B**e). It constitutes a pedagogical representation of the objects and it forms a framework for integration of different views of the same application. Aspects of modularity, integration and federation are illustrated by showing how planes of the HCB model can be specified by using different tools. Indeed, the C-plane is specified by the communication model of MCO method. We have also used a module of Graphtalk software for the representation of conceptual schemas and a Petri-net module for the description of the conceptual processing model (CPM). This high level of specification needs modeling in terms of meta-models which allows to make a distinction between concepts and implementation with definition of meta-rules applicable to the model itself (such as rule of modular design). Advantages of this approach are twofold:

- a better specification of analysis and design processes,
- an homogeneous process by adopting object-oriented paradigm at all development levels.