

Un des plus grands classiques de la littérature informatique

# Conception et programmation orientées objet

**Bertrand Meyer**



EYROLLES

2-005-652-1



# Conception et programmation orientées objet

**Bertrand Meyer**

Traduit de l'anglais par Pierre Jouvelot

**EYROLLES**

#### 4. Approches de la réutilisabilité • 69

4.1.	LES OBJECTIFS DE LA RÉUTILISABILITÉ .....	70
4.2.	CE QUE VOUS DEVRIEZ RÉUTILISER .....	72
4.3.	RÉPÉTITION DURANT LE DÉVELOPPEMENT LOGICIEL .....	76
4.4.	OBSTACLES NON TECHNIQUES .....	77
4.5.	LE PROBLÈME TECHNIQUE .....	84
4.6.	CINQ EXIGENCES SUR LES STRUCTURES DE MODULE .....	86
4.7.	STRUCTURES MODULAIRES TRADITIONNELLES .....	91
4.8.	SURCHARGE ET GÉNÉRICITÉ .....	96
4.9.	CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE .....	101
4.10.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	102

#### 5. Vers la technologie objet • 105

5.1.	LES INGRÉDIENTS DU CALCUL .....	105
5.2.	DÉCOMPOSITION FONCTIONNELLE .....	107
5.3.	DÉCOMPOSITION ORIENTÉE OBJET .....	118
5.4.	CONSTRUCTION DE LOGICIEL ORIENTÉ OBJET .....	120
5.5.	PROBLÉMATIQUE .....	120
5.6.	CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE .....	122
5.7.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	123

#### 6. Types abstraits de données • 125

6.1.	CRITÈRES .....	126
6.2.	VARIATIONS D'IMPLÉMENTATION .....	126
6.3.	VERS UNE VUE ABSTRAITE DES OBJETS .....	130
6.4.	FORMALISER LA SPÉCIFICATION .....	134
6.5.	DES TYPES ABSTRAITS DE DONNÉES AUX CLASSES .....	145
6.6.	AU-DELÀ DU LOGICIEL .....	151
6.7.	SUJETS SUPPLÉMENTAIRES .....	152
6.8.	CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE .....	163
6.9.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	163

### Partie C

## Techniques orientées objet 167

#### 7. La structure statique : les classes • 169

7.1.	LE SUJET N'EST PAS LES OBJETS .....	169
7.2.	ÉVITER LA CONFUSION CLASSIQUE .....	170
7.3.	LE RÔLE DES CLASSES .....	173

7.4.	UN SYSTÈME DE TYPES UNIFORME .....	175
7.5.	UNE CLASSE SIMPLE .....	176
7.6.	CONVENTIONS DE BASE .....	181
7.7.	LE STYLE ORIENTÉ OBJET DE CALCUL .....	184
7.8.	EXPORTATIONS SÉLECTIVES ET RÉTENTION D'INFORMATION .....	194
7.9.	REGROUPEUR LE TOUT .....	197
7.10.	DISCUSSION .....	206
7.11.	CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE .....	216
7.12.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	217

## 8. La structure à l'exécution : les objets • 219

8.1.	LES OBJETS .....	220
8.2.	LES OBJETS COMME OUTILS DE MODÉLISATION .....	230
8.3.	MANIPULER LES OBJETS ET LES RÉFÉRENCES .....	233
8.4.	PROCÉDURES DE CRÉATION .....	236
8.5.	APPROFONDIR LES RÉFÉRENCES .....	240
8.6.	OPÉRATIONS SUR LES RÉFÉRENCES .....	242
8.7.	OBJETS COMPOSITES ET TYPES EXPANSÉS .....	252
8.8.	ATTACHEMENT : SÉMANTIQUE PAR RÉFÉRENCE ET PAR VALEUR .....	258
8.9.	UTILISER LES RÉFÉRENCES : BÉNÉFICES ET DANGERS .....	262
8.10.	DISCUSSION .....	267
8.11.	CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE .....	273
8.12.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	273

## 9. Gestion de la mémoire • 275

9.1.	LA VIE DES OBJETS .....	275
9.2.	L'APPROCHE DÉCONTRACTÉE .....	286
9.3.	RÉCUPÉRER LA MÉMOIRE : LES PROBLÈMES .....	288
9.4.	DÉSALLOCATION GÉRÉE PAR LE PROGRAMMEUR .....	289
9.5.	L'APPROCHE AU NIVEAU COMPOSANT .....	292
9.6.	GESTION AUTOMATIQUE DE LA MÉMOIRE .....	296
9.7.	LE COMPTAGE DE RÉFÉRENCES .....	297
9.8.	LE RAMASSE-MIETTES .....	299
9.9.	ASPECTS PRATIQUES DU RAMASSE-MIETTES .....	304
9.10.	UN ENVIRONNEMENT AVEC GESTION DE LA MÉMOIRE .....	306
9.11.	CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE .....	309
9.12.	NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	310

## 10. Généricité • 311

10.1.	GÉNÉRALISATIONS HORIZONTALE ET VERTICALE DE TYPE .....	311
10.2.	LA NÉCESSITÉ DE PARAMÉTRISATION DE TYPE .....	312
10.3.	CLASSES GÉNÉRIQUES .....	314
10.4.	TABLEAUX .....	319
10.5.	LE COÛT DE LA GÉNÉRICITÉ .....	321
10.6.	DISCUSSION : CE N'EST PAS FINI .....	322

10.7. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	323
10.8. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	323

## **11. Conception par contrat : construire du logiciel fiable • 325**

11.1. LES MÉCANISMES DE BASE DE LA FIABILITÉ .....	326
11.2. À PROPOS DE LA CORRECTION LOGICIELLE .....	326
11.3. EXPRIMER UNE SPÉCIFICATION .....	328
11.4. INTRODUIRE DES ASSERTIONS DANS LES TEXTES LOGICIELS .....	331
11.5. PRÉCONDITIONS ET POSTCONDITIONS .....	331
11.6. CONTRAT DE FIABILITÉ LOGICIELLE .....	335
11.7. TRAVAILLER AVEC DES ASSERTIONS .....	341
11.8. INVARIANTS DE CLASSE .....	354
11.9. QUAND UNE CLASSE EST-ELLE CORRECTE ? .....	359
11.10. LA CONNEXION AVEC LES ADT .....	363
11.11. UNE INSTRUCTION D'ASSERTION .....	368
11.12. INVARIANTS ET VARIANTES DE BOUCLE .....	370
11.13. UTILISER LES ASSERTIONS .....	377
11.14. DISCUSSION .....	386
11.15. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	394
11.16. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	395
11.17. POST SCRIPTUM : LE CRASH D'ARIANE 5 .....	397

## **12. Quand le contrat est rompu : le traitement des exceptions • 399**

12.1. CONCEPTS DE BASE DU TRAITEMENT DES EXCEPTIONS .....	399
12.2. TRAITEMENT DES EXCEPTIONS .....	402
12.3. UN MÉCANISME D'EXCEPTION .....	406
12.4. EXEMPLES DE TRAITEMENT D'EXCEPTIONS .....	409
12.5. LA TÂCHE D'UNE CLAUSE DE RÉCUPÉRATION .....	415
12.6. TRAITEMENT AVANCÉ DES EXCEPTIONS .....	418
12.7. DISCUSSION .....	422
12.8. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	423
12.9. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	424

## **13. Mécanismes supplémentaires • 425**

13.1. INTERFACE AVEC DU LOGICIEL NON OO .....	425
13.2. PASSAGE D'ARGUMENTS .....	430
13.3. INSTRUCTIONS .....	432
13.4. EXPRESSIONS .....	437
13.5. CHAÎNES .....	441
13.6. ENTRÉES ET SORTIES .....	442
13.7. CONVENTIONS LEXICALES .....	442
13.8. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	443

## 14. Introduction à l'héritage • 445

14.1. POLYGONES ET RECTANGLES .....	446
14.2. POLYMORPHISME .....	454
14.3. TYPAGE DE L'HÉRITAGE .....	457
14.4. LIAISON DYNAMIQUE .....	465
14.5. CARACTÉRISTIQUES ET CLASSES RETARDÉES .....	467
14.6. TECHNIQUES DE REDÉCLARATION .....	475
14.7. LE SENS DE L'HÉRITAGE .....	478
14.8. LE RÔLE DES CLASSES RETARDÉES .....	484
14.9. DISCUSSION .....	491
14.10. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	500
14.11. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	501

## 15. Héritage multiple • 503

15.1. EXEMPLES D'HÉRITAGE MULTIPLE .....	503
15.2. RENOMMER LES CARACTÉRISTIQUES .....	518
15.3. APLATIR LA STRUCTURE .....	524
15.4. HÉRITAGE RÉPÉTÉ .....	526
15.5. DISCUSSION .....	545
15.6. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	548
15.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	548

## 16. Techniques d'héritage • 551

16.1. HÉRITAGE ET ASSERTIONS .....	551
16.2. LA STRUCTURE GLOBALE D'HÉRITAGE .....	562
16.3. CARACTÉRISTIQUES GELÉES .....	564
16.4. GÉNÉRICITÉ CONTRAINTÉ .....	567
16.5. LA TENTATIVE D'AFFECTATION .....	572
16.6. TYPAGE ET REDÉCLARATION .....	576
16.7. DÉCLARATION ANCRÉE .....	580
16.8. HÉRITAGE ET RÉTENTION D'INFORMATION .....	586
16.9. CONCEPTS CLÉS INTRODUIIS DANS CE CHAPITRE .....	591
16.10. NOTE BIBLIOGRAPHIQUE .....	592

## 17. Typage • 593

17.1. LE PROBLÈME DU TYPAGE .....	593
17.2. TYPAGE STATIQUE : POURQUOI ET COMMENT .....	597
17.3. COVARIANCE ET RÉTENTION DE DESCENDANCE .....	603
17.4. PREMIÈRES APPROCHES DE LA VALIDITÉ DE SYSTÈME .....	610
17.5. COMPTER SUR LES TYPES ANCRÉS .....	612
17.6. ANALYSE GLOBALE .....	615
17.7. ATTENTION AUX APPELS CAT POLYMORPHES ! .....	618
17.8. UNE ÉVALUATION .....	621

17.9. L'ACCORD PARFAIT .....	622
17.10. CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE.....	623
17.11. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	623

## **18. Objets globaux et constantes • 625**

18.1. CONSTANTES DE TYPE DE BASE.....	626
18.2. UTILISATION DES CONSTANTES.....	627
18.3. CONSTANTES DE TYPE DE CLASSE .....	628
18.4. APPLICATIONS DES ROUTINES À EXÉCUTION UNIQUE .....	630
18.5. CONSTANTES DE TYPE CHAÎNE .....	635
18.6. VALEURS UNIQUES.....	636
18.7. DISCUSSION .....	637
18.8. CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE.....	641
18.9. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	641

## **Partie D**

### **Méthodologie orientée objet : bien appliquer la méthode 643**

## **19. De la méthodologie • 645**

19.1. MÉTHODOLOGIE LOGICIELLE : QUOI ET POURQUOI.....	645
19.2. CONCEVOIR DE BONNES RÈGLES : CONSEIL AUX CONSEILLERS .....	646
19.3. DE L'UTILISATION DES MÉTAPHORES .....	653
19.4. DE L'IMPORTANCE D'ÊTRE HUMBLE .....	654
19.5. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	655

## **20. Schéma de conception : systèmes interactifs à écrans multiples • 657**

20.1. SYSTEMES À ÉCRANS MULTIPLES .....	657
20.2. UNE TENTATIVE SIMPLISTE.....	659
20.3. UNE SOLUTION FONCTIONNELLE DESCENDANTE .....	660
20.4. UNE CRITIQUE DE LA SOLUTION .....	663
20.5. UNE ARCHITECTURE ORIENTÉE OBJET .....	665
20.6. DISCUSSION .....	674
20.7. NOTE BIBLIOGRAPHIQUE.....	674

## **21. Étude de cas d'héritage : “défaire” dans un système interactif • 675**

21.1. PERSEVERARE DIABOLICUM.....	675
21.2. TROUVER LES ABSTRACTIONS .....	679

21.3. DÉFAIRE-REFAIRE À NIVEAUX MULTIPLES.....	684
21.4. QUESTIONS D'IMPLÉMENTATION .....	686
21.5. UNE INTERFACE UTILISATEUR POUR DÉFAIRE ET REFAIRE .....	690
21.6. DISCUSSION .....	691
21.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	694

## 22. Comment trouver les classes • 697

22.1. ÉTUDIER UN DOCUMENT D'EXIGENCES.....	698
22.2. LES SIGNAUX DE DANGER .....	703
22.3. HEURISTIQUES GÉNÉRALES POUR TROUVER LES CLASSES.....	709
22.4. AUTRES SOURCES DE CLASSES.....	713
22.5. RÉUTILISATION .....	718
22.6. LA MÉTHODE POUR OBTENIR DES CLASSES.....	719
22.7. CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE.....	720
22.8. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	721

## 23. Principes de conception des classes • 723

23.1. EFFETS DE BORD DANS LES FONCTIONS .....	724
23.2. COMBIEN D'ARGUMENTS PAR CARACTÉRISTIQUE ? .....	739
23.3. TAILLE DE CLASSE : L'APPROCHE DE LA LISTE DE COMMISSIONS .....	745
23.4. STRUCTURES DE DONNÉES ACTIVES .....	749
23.5. EXPORTATION SÉLECTIVE .....	768
23.6. TRAITER LES CAS ANORMAUX.....	769
23.7. ÉVOLUTION DE CLASSE : LA CLAUSE OBSOLÈTE .....	774
23.8. DOCUMENTER UNE CLASSE ET UN SYSTÈME.....	775
23.9. CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE.....	778
23.10. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	778

## 24. Bien utiliser l'héritage • 781

24.1. COMMENT NE PAS UTILISER L'HÉRITAGE.....	781
24.2. PRÉFÉRERIEZ-VOUS ACHETER OU HÉRITER ? .....	784
24.3. UNE APPLICATION : LA TECHNIQUE DU HANDLE .....	789
24.4. TAXOMANIE .....	791
24.5. UTILISER L'HÉRITAGE : UNE TAXONOMIE DE LA TAXONOMIE.....	793
24.6. UN MÉCANISME, OU PLUSIEURS ? .....	804
24.7. HÉRITAGE DE SOUS-TYPE ET RÉTENTION DE DESCENDANT .....	806
24.8. HÉRITAGE D'IMPLÉMENTATION.....	814
24.9. HÉRITAGE DE SERVICE .....	817
24.10. CRITÈRES MULTIPLES ET HÉRITAGE DE VUE .....	821
24.11. COMMENT DÉVELOPPER DES STRUCTURES D'HÉRITAGE .....	827
24.12. UNE VISION D'ENSEMBLE : BIEN UTILISER L'HÉRITAGE .....	830
24.13. CONCEPTS CLÉS INTRODUIES DANS CE CHAPITRE.....	831
24.14. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	832
24.15. UNE BRÈVE HISTOIRE DE LA TAXONOMIE .....	832

## 25. Techniques utiles • 841

25.1. PHILOSOPHIE DE CONCEPTION .....	841
25.2. CLASSES .....	842
25.3. TECHNIQUES D'HÉRITAGE .....	843

## 26. Un penchant pour le style • 845

26.1. DE L'IMPORTANCE DU STYLE .....	845
26.2. CHOISIR LES BONS NOMS .....	849
26.3. UTILISER DES CONSTANTES .....	854
26.4. COMMENTAIRES D'EN-TÊTE ET CLAUSES D'INDEXATION .....	855
26.5. MISE EN PAGES ET PRÉSENTATION .....	861
26.6. FONTES .....	869
26.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	870

## 27. Analyse orientée objet • 873

27.1. LES OBJECTIFS DE L'ANALYSE .....	873
27.2. LA NATURE CHANGEANTE DE L'ANALYSE .....	876
27.3. LA CONTRIBUTION DE LA TECHNOLOGIE OBJET .....	876
27.4. PROGRAMMER UNE STATION DE TÉLÉVISION .....	877
27.5. EXPRIMER L'ANALYSE : VUES MULTIPLES .....	883
27.6. MÉTHODES D'ANALYSE .....	887
27.7. LA NOTATION D'OBJETS MÉTIERS .....	889
27.8. BIBLIOGRAPHIE .....	892

## 28. Le processus de construction logicielle • 893

28.1. GROUPES .....	893
28.2. INGÉNIERIE CONCURRENTÉ .....	894
28.3. ÉTAPES ET TÂCHES .....	896
28.4. LE MODÈLE DE GROUPE DU CYCLE DE VIE LOGICIEL .....	896
28.5. GÉNÉRALISATION .....	898
28.6. INTÉGRATION ET RÉVERSIBILITÉ .....	900
28.7. CHEZ NOUS, TOUT EST COMME LE VISAGE .....	902
28.8. CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE .....	903
28.9. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	904

## 29. Enseigner la méthode • 905

29.1. FORMATION INDUSTRIELLE .....	905
29.2. COURS D'INTRODUCTION .....	907
29.3. AUTRES COURS .....	910
29.4. VERS UNE NOUVELLE PÉDAGOGIE LOGICIELLE .....	912
29.5. UN PLAN ORIENTÉ OBJET .....	916

29.6. CONCEPTS CLÉS INTRODUITS DANS CE CHAPITRE.....	918
29.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	918

## PARTIE E

### ASPECTS AVANCÉS 919

#### 30. Concurrence, répartition, client-serveur et Internet • 921

30.1. UN APERÇU.....	921
30.2. L'ESSORT DE LA CONCURRENCE.....	923
30.3. DES PROCESSUS AUX OBJETS.....	927
30.4. INTRODUCTION DE L'EXÉCUTION CONCURRENTE.....	934
30.5. QUESTIONS DE SYNCHRONISATION.....	946
30.6. ACCÈS AUX OBJETS SÉPARÉS.....	951
30.7. CONDITIONS D'ATTENTE.....	960
30.8. DEMANDER UN SERVICE SPÉCIAL.....	967
30.9. EXEMPLES.....	972
30.10. VERS UNE RÈGLE DE PREUVE.....	988
30.11. RÉSUMÉ DU MÉCANISME.....	990
30.12. DISCUSSION.....	993
30.13. CONCEPTS CLÉS INTRODUITS DANS CE CHAPITRE.....	997
30.14. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	998

#### 31. Persistance d'objets et bases de données • 1003

31.1. PERSISTANCE DANS LE LANGAGE.....	1003
31.2. AU-DELÀ DE LA FERMETURE DE PERSISTANCE.....	1005
31.3. ÉVOLUTION DE SCHÉMA.....	1007
31.4. DE LA PERSISTANCE AUX BASES DE DONNÉES.....	1013
31.5. INTEROPÉRABILITÉ OBJET-RELATIONNEL.....	1014
31.6. FONDEMENTS DES BASES DE DONNÉES ORIENTÉES OBJET.....	1016
31.7. SYSTÈMES DE BASES DE DONNÉES OO : EXEMPLES.....	1022
31.8. DISCUSSION : AU-DELÀ DES BASES DE DONNÉES.....	1024
31.9. CONCEPTS CLÉS INTRODUITS DANS CE CHAPITRE.....	1027
31.10. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	1027

#### 32. Quelques techniques OO pour applications graphiques interactives • 1029

32.1. OUTILS REQUIS.....	1030
32.2. PORTABILITÉ ET ADAPTATION DE PLATE-FORME.....	1033
32.3. ABSTRACTIONS GRAPHIQUES.....	1035
32.4. MÉCANISMES D'INTERACTION.....	1037
32.5. TRAITEMENT DES ÉVÉNEMENTS.....	1039

32.6. UN MODÈLE MATHÉMATIQUE .....	1043
32.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	1043

## Partie F

# Appliquer la méthode dans divers langages et environnements 1045

### 33. Programmation OO et Ada • 1047

33.1. RAPPEL HISTORIQUE .....	1047
33.2. PAQUETAGES .....	1049
33.3. UNE IMPLÉMENTATION DE PILE .....	1049
33.4. CACHER LA REPRÉSENTATION : L'HISTOIRE PRIVÉE .....	1053
33.5. EXCEPTIONS .....	1055
33.6. TÂCHES .....	1058
33.7. D'ADA À ADA 95 .....	1059
33.8. CONCEPTS CLÉS INTRODUICTS DANS CE CHAPITRE .....	1064
33.9. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	1064

### 34. Émulation de la technologie objet dans les environnements non OO • 1067

34.1. NIVEAUX DE PRISE EN COMPTE PAR LE LANGAGE .....	1067
34.2. PROGRAMMATION ORIENTÉE OBJET EN PASCAL ? .....	1069
34.3. FORTRAN .....	1070
34.4. PROGRAMMATION ORIENTÉE OBJET ET C .....	1073
34.5. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	1080

### 35. De Simula à Java et au-delà : principaux langages et environnements OO • 1081

35.1. SIMULA .....	1081
35.2. SMALLTALK .....	1094
35.3. EXTENSIONS LISP .....	1097
35.4. EXTENSIONS C .....	1098
35.5. JAVA .....	1103
35.6. AUTRES LANGAGES OO .....	1104
35.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES .....	1104

## Partie G

### Faire les choses bien 1109

#### 36. Un environnement orienté objet • 1111

36.1. COMPOSANTS.....	1111
36.2. LANGAGE .....	1112
36.3. TECHNOLOGIE DE COMPILATION .....	1112
36.4. OUTILS.....	1116
36.5. BIBLIOTHÈQUES .....	1119
36.6. MÉCANISMES D'INTERFACE .....	1120
36.7. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.....	1127

#### Épilogue : le langage dévoilé • 1129

## Partie H

### ANNEXES 1131

#### A. Extraits des bibliothèques Base • 1133

#### B. Généricité et héritage • 1135

#### C. Glossaire de la technologie objet • 1155

#### D. Bibliographie • 1167

#### Index • 1193