



Ressources **informatiques**

 + QUIZ

Version en ligne  
**OFFERTE !**  
pendant 1 an

# UML 2.5

## Initiation, exemples et exercices corrigés

5<sup>e</sup> édition

Laurent DEBRAUWER  
Fien VAN DER HEYDE



## Chapitre 1 Introduction

1. Pourquoi ce livre ? . . . . . 11
2. Le monde équin. . . . . 12
3. Le contenu de l'ouvrage . . . . . 14

## Chapitre 2 À propos d'UML

1. Introduction . . . . . 17
2. La genèse d'UML. . . . . 17
3. Le Processus Unifié . . . . . 19
4. L'architecture guidée par les modèles : MDA . . . . . 22

## Chapitre 3 Les concepts de l'approche par objets

1. Introduction . . . . . 23
2. L'objet . . . . . 24
3. L'abstraction . . . . . 25
4. Les classes d'objets . . . . . 25
5. L'encapsulation . . . . . 27
6. La spécialisation et la généralisation . . . . . 28
7. L'héritage . . . . . 30
8. Les classes abstraites et concrètes . . . . . 31
9. Le polymorphisme . . . . . 32
10. La composition . . . . . 33
11. La spécialisation des éléments : la notion de stéréotype en UML . . . 35
12. Conclusion . . . . . 37

**Chapitre 4****La modélisation des exigences**

1. Introduction . . . . .	39
2. Les cas d'utilisation . . . . .	40
3. Les acteurs . . . . .	40
4. Les scénarios . . . . .	41
5. L'association entre un acteur et un cas d'utilisation . . . . .	41
6. Le diagramme des cas d'utilisation . . . . .	42
7. Les cardinalités de l'association acteur/cas d'utilisation . . . . .	45
8. Les relations entre les cas d'utilisation . . . . .	46
8.1 La relation d'inclusion . . . . .	46
8.2 La relation d'extension . . . . .	49
8.3 La spécialisation et la généralisation des cas d'utilisation . . . . .	51
9. La représentation textuelle des cas d'utilisation . . . . .	54
10. Conclusion . . . . .	57
11. Exercices . . . . .	57
11.1 L'hippodrome . . . . .	57
11.2 Le club équestre . . . . .	57
11.3 Le manège de chevaux de bois . . . . .	58

**Chapitre 5****La modélisation de la dynamique**

1. Introduction . . . . .	59
2. Le diagramme de séquence . . . . .	60
2.1 Introduction . . . . .	60
2.2 La ligne de vie d'un objet . . . . .	60
2.3 L'envoi de message . . . . .	62
2.4 La création et la destruction d'objets . . . . .	68
2.5 La description de la dynamique . . . . .	69

3. Les cadres d'interaction	71
4. Les fragments combinés	76
4.1 Introduction	76
4.2 L'option	76
4.3 L'alternative	77
4.4 La boucle	77
4.5 L'opérateur break	78
4.6 Le parallélisme.	79
4.7 La séquence faible	80
4.8 La séquence stricte	81
4.9 La négation	82
4.10 La section critique.	83
4.11 L'assertion	83
4.12 Utilisation des fragments combinés	84
5. Le diagramme de communication	86
5.1 La représentation des objets.	86
5.2 Le message et l'ordre des messages	86
5.3 Les messages parallèles	88
5.4 Les messages itératifs	88
5.5 Les messages itératifs et parallèles.	89
6. Découvrir les objets du système	90
7. Conclusion	94
8. Exercices	95
8.1 L'hippodrome	95
8.2 La centrale d'achat des chevaux.	95

**Chapitre 6****La modélisation des objets**

1. Introduction . . . . .	97
2. Découvrir les objets du système par décomposition . . . . .	98
3. La représentation des classes . . . . .	102
3.1 La forme simplifiée de représentation des classes. . . . .	102
3.2 L'encapsulation . . . . .	104
3.3 Les types . . . . .	106
3.4 La cardinalité. . . . .	107
3.5 Les propriétés des variables . . . . .	108
3.6 La signature des méthodes. . . . .	109
3.7 La forme complète de représentation des classes . . . . .	111
3.8 Les attributs et les méthodes de classe . . . . .	111
3.9 Les attributs calculés . . . . .	114
4. Les associations entre objets . . . . .	114
4.1 Les liens entre objets . . . . .	114
4.2 La représentation des associations entre les classes . . . . .	115
4.3 La cardinalité des associations. . . . .	118
4.4 La navigation . . . . .	120
4.5 L'association réflexive . . . . .	120
4.6 Les propriétés des extrémités des associations . . . . .	123
4.7 Les classes-associations. . . . .	124
4.8 La qualification des associations . . . . .	125
4.9 L'expression de contraintes sur les associations . . . . .	126
4.10 Les objets composés . . . . .	130
4.10.1 La composition forte ou composition . . . . .	130
4.10.2 La composition faible ou agrégation . . . . .	132
4.10.3 Les différences entre composition et agrégation . . . . .	134
4.11 La relation de dépendance . . . . .	134

5.	La relation de généralisation/spécialisation entre les classes . . . . .	136
5.1	Les classes plus spécifiques et les classes plus générales. . . . .	136
5.2	L'héritage. . . . .	137
5.3	Les classes concrètes et abstraites . . . . .	139
5.4	L'expression de contraintes sur la relation d'héritage. . . . .	141
5.5	L'héritage multiple . . . . .	143
5.6	La factorisation des relations entre objets. . . . .	144
5.7	L'interface . . . . .	146
6.	Les différents stéréotypes de classe . . . . .	150
7.	Les classes template . . . . .	151
8.	Les objets ou instances . . . . .	154
8.1	La représentation des objets. . . . .	154
8.2	La relation d'instanciation . . . . .	155
8.3	Les liens entre objets. . . . .	156
9.	Le diagramme de structure composite . . . . .	157
9.1	La description d'un objet composé . . . . .	157
9.2	La collaboration . . . . .	163
10.	Conclusion . . . . .	166
11.	Exercices . . . . .	166
11.1	La hiérarchie des chevaux. . . . .	166
11.2	Les produits pour chevaux. . . . .	167

## Chapitre 7

### La structuration des éléments de modélisation

1.	Introduction . . . . .	169
2.	Les paquetages et le diagramme de paquetage . . . . .	169
3.	Les relations d'importation et d'accès entre les paquetages . . . . .	173
4.	La relation de fusion entre deux paquetages. . . . .	174
5.	Les paquetages template . . . . .	179
6.	Conclusion . . . . .	182

**Chapitre 8****La modélisation du cycle de vie des objets**

1. Introduction . . . . .	183
2. La notion d'état. . . . .	184
3. Le changement d'état . . . . .	185
3.1 La notion d'événement. . . . .	185
3.2 La transition . . . . .	187
4. L'élaboration du diagramme d'états-transitions . . . . .	188
4.1 La représentation graphique des éléments de base. . . . .	188
4.2 Les conditions de garde . . . . .	192
4.3 Les activités liées à un état ou à un franchissement de transition. . . . .	193
4.4 La jonction et l'alternative. . . . .	195
4.5 Les états composés . . . . .	199
5. Le diagramme de timing. . . . .	206
6. Conclusion . . . . .	208
7. Exercices . . . . .	208
7.1 Le ticket de course de tiercé. . . . .	208
7.2 La course de chevaux . . . . .	208
7.3 Le manège de bois. . . . .	208

**Chapitre 9****La modélisation des activités**

1. Introduction . . . . .	209
2. Les activités et les enchaînements d'activités. . . . .	210
2.1 Les activités. . . . .	210
2.2 Les enchaînements d'activités . . . . .	211
3. Les couloirs . . . . .	216
4. Les flux d'objets . . . . .	218
5. L'émission et la réception de signaux . . . . .	220

- 6. Les activités composées ..... 222
- 7. Les activités d'alternative et de boucle ..... 225
- 8. Les régions d'activités interruptibles ..... 227
- 9. Les régions d'expansion ..... 229
- 10. Le diagramme de vue d'ensemble des interactions ..... 231
- 11. Conclusion ..... 232
- 12. Exercices ..... 232
  - 12.1 Le spectacle équestre ..... 232
  - 12.2 Le tiercé ..... 232

**Chapitre 10**

**La modélisation de l'architecture du système**

- 1. Introduction ..... 233
- 2. Le diagramme de composants ..... 234
  - 2.1 Les composants ..... 234
  - 2.2 Les ports ..... 237
  - 2.3 Les stéréotypes des composants ..... 237
  - 2.4 L'architecture logicielle par composants ..... 238
- 3. Le diagramme de déploiement ..... 240
- 4. Conclusion ..... 242

**Chapitre 11**

**Métamodélisation**

- 1. Introduction ..... 243
- 2. Les stéréotypes ..... 244
  - 2.1 Les métaclasses ..... 244
  - 2.2 Les notions de stéréotype et d'association d'extension ..... 246
    - 2.2.1 Introduction ..... 246
    - 2.2.2 Les stéréotypes requis ..... 248

2.2.3	L'extension de plusieurs métaclasses par un même stéréotype . . . . .	249
2.2.4	La généralisation et la spécialisation des stéréotypes . .	250
3.	Les tagged values (valeurs étiquetées) . . . . .	252
3.1	Introduction . . . . .	252
3.2	Les associations entre stéréotypes . . . . .	253
4.	Les autres éléments d'un profil . . . . .	255
4.1	Les contraintes . . . . .	255
4.2	Les classes, les types et les énumérations . . . . .	256
5.	Les profils . . . . .	257
5.1	La représentation d'un profil . . . . .	257
5.2	La relation de référence . . . . .	257
5.3	L'application d'un profil à un paquetage . . . . .	259
6.	Un exemple de domaine : les équidés . . . . .	260
6.1	Le profil . . . . .	260
6.2	Le modèle . . . . .	262
7.	Un exemple de profil de plateforme : un profil pour EJB. . . . .	265
8.	Le métamodèle d'UML . . . . .	266
8.1	Présentation . . . . .	266
9.	Exemples . . . . .	270
10.	Représentation des stéréotypes dans le métamodèle . . . . .	273
11.	Introduction au MOF . . . . .	274
12.	Conclusion . . . . .	276

## Annexe 1 - L'architecture MDA : l'outil DB-MAIN

1. Introduction .....	277
2. La transformation du modèle objet vers le modèle relationnel . . .	278
2.1 La transformation des classes .....	278
2.2 La transformation des associations .....	280
2.2.1 Les clés étrangères .....	280
2.2.2 Les associations dont une extrémité a pour cardinalité 0..1 ou 1..1 .....	280
2.2.3 Les autres associations. ....	282
2.3 La transformation de l'héritage .....	283
2.3.1 Le mécanisme de transformation .....	283
2.3.2 La prise en compte des contraintes liées à la relation d'héritage .....	284
2.4 Conclusion .....	287

## Annexe 2 - Correction des exercices

1. Chapitre La modélisation des exigences .....	289
1.1 L'hippodrome .....	289
1.2 Le club équestre .....	290
1.3 Le manège de chevaux de bois .....	291
2. Chapitre La modélisation de la dynamique .....	293
2.1 L'hippodrome .....	293
2.2 La centrale d'achat des chevaux. ....	295
3. Chapitre La modélisation des objets .....	296
3.1 La hiérarchie des chevaux. ....	296
3.2 Les produits pour chevaux. ....	297
4. Chapitre La modélisation du cycle de vie des objets .....	298
4.1 Le ticket de course de tiercé .....	298
4.2 La course de chevaux .....	299
4.3 Le manège de bois .....	300

5. Chapitre La modélisation des activités .....	301
5.1 Le spectacle équestre .....	301
5.2 Le tiercé .....	302
<b>Annexe 3 : Glossaire .....</b>	<b>303</b>
<b>Annexe 4 - Lexique</b>	
1. Français-anglais .....	315
2. Anglais-français .....	318
<b>Annexe 5 : Notation graphique .....</b>	<b>323</b>
<b>Annexe - Bibliographie .....</b>	<b>329</b>
Index .....	331

# Chapitre 6

## La modélisation des objets

### 1. Introduction

L'objectif de ce chapitre est de vous faire découvrir les techniques UML de modélisation statique des objets.

Cette modélisation est statique car elle ne décrit pas les interactions ou le cycle de vie des objets. Les méthodes sont introduites d'un point de vue statique, sans description de leur enchaînement.

Nous découvrirons le diagramme de classes. Ce diagramme contient les attributs, les méthodes et les associations des objets. Comme nous l'avons vu au chapitre Les concepts de l'approche par objets, cette description est réalisée par les classes.

Ce diagramme est central lors d'une modélisation par objets d'un système. De tous les diagrammes UML, il est le seul obligatoire lors d'une telle modélisation.

Nous étudierons comment le langage OCL (*Object Constraint Language* ou langage de contraintes objet) peut étendre le diagramme de classes pour exprimer de façon plus riche les contraintes. Ensuite, le diagramme d'objets nous montrera comment illustrer la modélisation réalisée dans le diagramme de classes. Enfin, nous découvrirons comment décrire les objets composés au moyen du diagramme de structure composite.

L'emploi d'OCL, du diagramme d'objets ou du diagramme de structure composite est optionnel. Leur utilisation dépend des contraintes du projet de modélisation.

## 2. Découvrir les objets du système par décomposition

Au chapitre La modélisation de la dynamique, nous avons étudié comment découvrir les objets d'un point de vue dynamique. Nous avons présenté les cas d'utilisation sous forme de diagrammes de séquence. Puis nous avons enrichi ces diagrammes au niveau de l'envoi de message pour découvrir les objets du système.

La décomposition des messages fait apparaître les objets du système, car elle conduit à des messages plus fins dont il convient de rechercher le destinataire.

Une autre approche possible est la décomposition de l'information contenue dans un objet. Souvent, cette information est trop complexe pour n'être représentée que par la structure d'un seul objet. Elle doit parfois être également répartie entre plusieurs objets.

### Exemple

Dans l'exemple du chapitre La modélisation de la dynamique, le directeur recherche les papiers (dans le sens d'informations) de la jument à vendre dans la base de données de l'élevage. Cette base constitue un objet à grosse granularité composé lui-même d'autres objets, comme les papiers des chevaux, les informations financières et comptables, les documents d'achat et de vente de chevaux. Les papiers d'une jument sont composés, entre autres, de son carnet de vaccination et des papiers de ses descendants. Les papiers des descendants sont partagés par d'autres objets, comme les papiers de leur père étalon. Cette décomposition est guidée par les données et non par des aspects dynamiques. La figure 6.1 illustre la composition de `PapiersJument` dans le diagramme de classes.

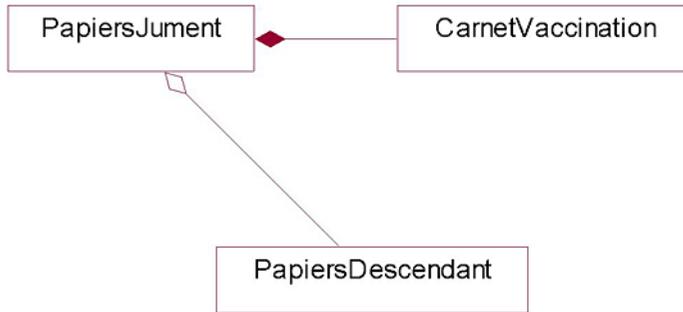


Figure 6.1 - Composition de `PapiersJument`

#### ■ Remarque

Rappelons que la granularité d'un objet définit sa taille. Le système pris comme un objet est de gros grain ou de granularité importante. À l'opposé, le carnet de vaccination d'un cheval est un objet de grain beaucoup plus fin que le système.

#### Exemple

La décomposition d'un cheval pour faire apparaître ses différents organes peut se faire soit par la décomposition d'un diagramme de séquence, soit par la décomposition guidée par les données.

La décomposition par le diagramme de séquence consiste à analyser différents envois de message : faire peur, courir, manger, dormir. Ces derniers feront apparaître progressivement les différents organes du cheval. Elle est illustrée à la figure 6.2 pour le message `fairePeur`. Un cheval dilate ses naseaux pour marquer l'alerte, la surprise ou la peur. Il pince la bouche pour indiquer tension, peur ou colère. Enfin, la ruade est un mouvement défensif.

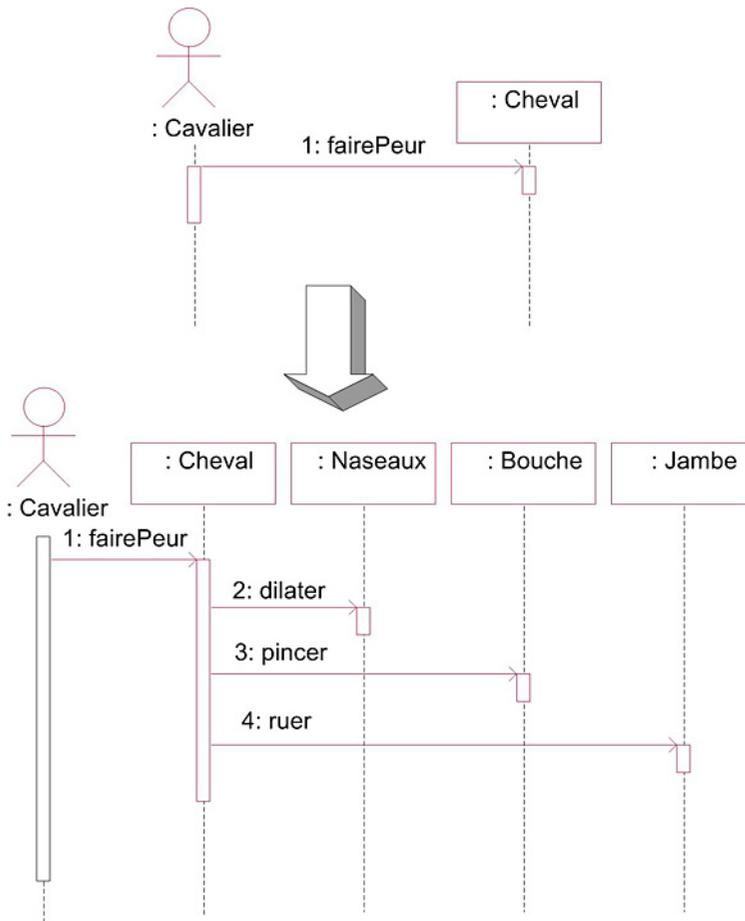


Figure 6.2 - Découverte des objets par enrichissement du diagramme de séquence

La décomposition guidée par les données consiste à étudier directement les différents organes d'un cheval et à les prendre en compte dans le diagramme de classes. La figure 6.3 illustre un cheval composé de ses différents organes.

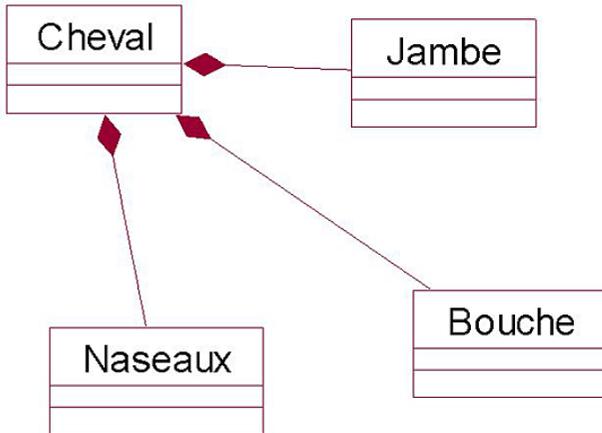


Figure 6.3 - Composition de Cheval

### ■ Remarque

La décomposition par le diagramme de séquence et la décomposition guidée par les données apparaissent naturelles pour découvrir les objets, ce qui est normal car un objet est l'assemblage d'une structure et d'un comportement. Il convient enfin de remarquer que ces deux approches ne sont pas incompatibles.

### ■ Remarque

La décomposition guidée par les données est plus efficace quand la personne chargée de la modélisation connaît bien le domaine. La décomposition en objets est alors immédiate.

### 3. La représentation des classes

#### 3.1 La forme simplifiée de représentation des classes

Les objets du système sont décrits par des classes dont une forme simplifiée de la représentation en UML est donnée à la figure 6.4. Cette représentation est constituée de trois parties.

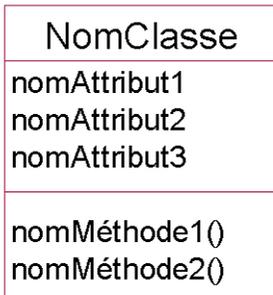


Figure 6.4 - Représentation simplifiée d'une classe en UML

La première partie contient le nom de la classe.

#### ■ Remarque

*Rappelons que le nom d'une classe est au singulier. Il est constitué d'un nom commun précédé ou suivi d'un ou plusieurs adjectifs qualifiant le nom. Ce nom est significatif de l'ensemble des objets constituant la classe. Il représente la nature des instances d'une classe.*

La deuxième partie contient les attributs. Ceux-ci contiennent l'information portée par un objet. L'ensemble des attributs forme la structure de l'objet.

La troisième partie contient les méthodes. Celles-ci correspondent aux services offerts par l'objet. Elles peuvent modifier la valeur des attributs. L'ensemble des méthodes forme le comportement de l'objet.