

# Table des matières

<b>Préface</b> . . . . .	11
Gary DUNCANSON	
<b>Avant-propos</b> . . . . .	17
<b>Remerciements</b> . . . . .	23
<b>Chapitre 1. SysML, la notation d'ingénierie système de l'OMG</b> . . . .	25
1.1. Historique . . . . .	25
1.2. Ce qu'est SysML et ce qu'il n'est pas . . . . .	26
1.3. L'ingénierie système en quelques mots . . . . .	27
1.4. Bénéfices de l'ingénierie système. . . . .	28
1.5. L'approche MBSE. . . . .	29
1.5.1. Cycle en V et activités de l'IS. . . . .	30
1.5.2. Différence entre un modèle et un dessin . . . . .	31
1.6. Périmètre et objectifs du modèle . . . . .	33
1.6.1. Vecteur de communication . . . . .	33
1.6.2. Puissant moyen d'analyse . . . . .	34
1.6.3. Meilleure formalisation de la description du système. . . . .	34
1.6.4. Maîtrise de la conception du système . . . . .	36
1.6.5. Autres apports . . . . .	36
1.7. Problème ou solution ? . . . . .	36
1.8. La boîte à outils de la notation SysML. . . . .	38
1.9. Le cadre SysML (frame) . . . . .	40
1.10. Les stéréotypes . . . . .	41

---

1.10.1. Labels (tags) . . . . .	41
1.11. Le diagramme d'exigences (req) . . . . .	41
1.11.1. Exigence . . . . .	42
1.11.2. Identifiant . . . . .	42
1.11.3. Texte descriptif . . . . .	42
1.11.4. Extensions . . . . .	43
1.11.5. Liens . . . . .	43
1.11.6. ReqIF . . . . .	45
1.12. Le diagramme de cas d'utilisation (uc) . . . . .	46
1.12.1. Acteur . . . . .	46
1.12.2. Cas d'utilisation . . . . .	46
1.12.3. Relations . . . . .	47
1.13. Le diagramme de séquence (sd) . . . . .	48
1.13.1. Ligne de vie . . . . .	49
1.13.2. Message . . . . .	49
1.13.3. Fragment combiné. . . . .	50
1.13.3.1. alt (alternatives) . . . . .	50
1.13.3.2. assert (assertion) . . . . .	50
1.13.3.3. break . . . . .	50
1.13.3.4. consider. . . . .	50
1.13.3.5. critical. . . . .	50
1.13.3.6. ignore . . . . .	51
1.13.3.7. loop . . . . .	51
1.13.3.8. neg (negative) . . . . .	51
1.13.3.9. opt (option). . . . .	51
1.13.3.10. par (parallel) . . . . .	51
1.13.3.11. seq (weak sequencing) . . . . .	51
1.13.3.12. strict (strict sequencing) . . . . .	51
1.13.4. Période d'activité (exécution) . . . . .	51
1.13.5. État invariant . . . . .	52
1.13.6. Temps . . . . .	52
1.14. Le diagramme de paquetage (pkg) . . . . .	53
1.15. Le diagramme de définition de blocs (bdd) . . . . .	54
1.15.1. Le bloc . . . . .	54
1.15.2. Propriétés . . . . .	55
1.15.3. Valeurs . . . . .	55
1.15.4. Opérations . . . . .	55
1.15.5. Contraintes . . . . .	55
1.15.6. Ports . . . . .	55
1.15.7. Associations . . . . .	56
1.15.7.1. Multiplicité. . . . .	57

---

1.15.7.2. Rôle . . . . .	57
1.15.8. Référence . . . . .	58
1.15.9. Composite . . . . .	59
1.15.10. Partagée . . . . .	59
1.15.11. Généralisation . . . . .	60
1.15.12. Dépendance . . . . .	60
1.15.13. Direction. . . . .	61
1.15.14. Compartiments . . . . .	61
1.16. Le diagramme de bloc interne (ibd) . . . . .	62
1.16.1. Connecteurs . . . . .	63
1.16.2. Ports . . . . .	63
1.16.3. Full. . . . .	64
1.16.4. Proxy . . . . .	65
1.16.5. Bloc d'interface . . . . .	65
1.16.6. Éléments de flot/propriété . . . . .	66
1.17. Le diagramme paramétrique (par) . . . . .	66
1.17.1. Contrainte. . . . .	67
1.17.2. Connecteur de lien (binding connector) . . . . .	67
1.17.3. Liens de valeurs (value binding) . . . . .	68
1.18. Le diagramme de machine d'états (stm) . . . . .	68
1.18.1. État. . . . .	69
1.18.2. États composites . . . . .	69
1.18.3. États parallèles . . . . .	70
1.18.4. Pseudo-états . . . . .	71
1.18.4.1. Initial . . . . .	71
1.18.4.2. Final. . . . .	71
1.18.4.3. Historique (History) . . . . .	71
1.18.5. Transition . . . . .	72
1.18.6. Événements déclencheurs . . . . .	72
1.18.6.1. SignalEvent . . . . .	74
1.18.6.2. AnyReceiveEvent. . . . .	74
1.18.6.3. CallEvent. . . . .	74
1.18.6.4. ChangeEvent. . . . .	74
1.18.6.5. TimeEvent . . . . .	74
1.18.7. Garde . . . . .	74
1.18.8. Activité et langage d'action . . . . .	75
1.19. Le diagramme d'activité (act) . . . . .	76
1.19.1. Action . . . . .	77
1.19.2. Flot de contrôle . . . . .	78
1.19.3. Flot d'échange (d'objet) . . . . .	78
1.19.4. Broche. . . . .	78

1.19.5. Partition . . . . .	78
1.19.6. Réception d'événement. . . . .	79
1.19.7. Émission de signal. . . . .	79
1.19.8. Région interruptible. . . . .	80
1.19.9. Temporisation . . . . .	80
1.20. Vue et point de vue . . . . .	81
1.20.1. Vue (view) . . . . .	81
1.20.2. Point de vue (viewpoint) . . . . .	81
1.21. Liste des mots clefs SysML réservés . . . . .	81
1.22. Pour plus d'informations . . . . .	82
1.23. Éléments communs . . . . .	83

## **Chapitre 2. À propos de Cameo Systems Modeler . . . . . 85**

2.1. Cameo Systems Modeler en quelques mots . . . . .	85
2.2. Installation . . . . .	87
2.3. Disponibilité du modèle . . . . .	88
2.4. Fonctionnalités outil couvertes . . . . .	88
2.4.1. La trousse à outils de simulation Cameo . . . . .	89
2.4.2. Documentation, aide à l'utilisation et exemples . . . . .	90
2.4.3. Paramétrage . . . . .	93
2.5. Création du projet/structuration : les paquetages . . . . .	94
2.6. Le diagramme de contenu . . . . .	95
2.7. Unicité des éléments de modélisation . . . . .	97
2.7.1. Différence entre delete (Ctrl+D) et remove from diagram . . . . .	98
2.8. Stéréotypage de blocs . . . . .	99
2.8.1. Création du stéréotype . . . . .	100
2.8.2. Utilisation d'une énumération. . . . .	100
2.8.3. Création du label . . . . .	101
2.8.4. Affectation de la valeur du label . . . . .	102

## **Chapitre 3. Le sujet de l'exemple . . . . . 103**

3.1. Besoins des utilisateurs . . . . .	103
3.2. Fonctionnalités de base . . . . .	105
3.3. Variantes (options) . . . . .	105
3.4. Contraintes . . . . .	105

<b>Chapitre 4. L'étude de cas</b> . . . . .	<b>109</b>
4.1. Préambule. . . . .	109
4.1.1. Les éléments clefs de la modélisation . . . . .	109
4.1.2. La structure du projet. . . . .	110
4.1.3. Caractéristique des exigences . . . . .	112
4.1.4. Identification des parties-prenantes durant le cycle de vie . . . . .	113
4.2. Analyse opérationnelle . . . . .	114
4.2.1. Exigences utilisateurs (table) . . . . .	115
4.2.1.1. Import des exigences. . . . .	115
4.2.2. Visualisation des exigences (req). . . . .	117
4.2.3. Mission, vision et buts (uc) . . . . .	119
4.2.4. Contexte (bdd et idb) . . . . .	120
4.2.5. Fonctionnalités attendues (uc) . . . . .	124
4.2.6. Scénarios d'usage (sd) . . . . .	126
4.2.7. Modes du système (stm) . . . . .	127
4.3. Analyse des exigences système . . . . .	130
4.3.1. Interfaces externes (ibd) . . . . .	133
4.3.2. Scénarios système (seq - act) . . . . .	134
4.3.3. Traçabilité fonctionnelle (table) . . . . .	136
4.4. Conception d'architecture logique . . . . .	137
4.4.1. Fonctions principales (act). . . . .	137
4.4.2. Interfaces internes (ibd) . . . . .	138
4.4.3. Typage des ports . . . . .	140
4.4.4. Flots . . . . .	141
4.4.5. Comportement des blocs. . . . .	142
4.4.5.1. Radio . . . . .	142
4.4.5.2. Asservissement . . . . .	142
4.4.5.3. Puissance. . . . .	144
4.4.5.4. Inter-systèmes. . . . .	145
4.4.6. Allocation tabulaire et traçabilité (table) . . . . .	145
4.5. Conception d'architecture physique . . . . .	146
4.5.1. Solutions candidates . . . . .	149
4.5.2. Interfaces physiques (ibd) . . . . .	149
4.5.3. Contraintes (par) . . . . .	150
4.5.4. Allocation tabulaire et traçabilité (table) . . . . .	150
 <b>Chapitre 5. Au-delà de la modélisation : vérification et validation des modèles</b> . . . . .	 <b>151</b>
5.1. Validation ou vérification ? . . . . .	152
5.1.1. Vérification . . . . .	152

5.1.2. Validation . . . . .	154
5.2. Exécution du modèle . . . . .	156
5.2.1. Exécution sans profil . . . . .	157
5.2.2. Exécution avec profil . . . . .	160
5.3. Test automatisé. . . . .	162
5.4. Types de diagrammes supportés en simulation . . . . .	163
5.4.1. À propos des normes utilisées en simulation . . . . .	164
5.4.1.1. SysML (paramétrique par l'OMG) . . . . .	164
5.4.1.2. SCXML (par W3C) . . . . .	164
5.4.1.3. fUML (foundational UML par l'OMG). . . . .	165
5.4.1.4. JSR223 . . . . .	165
5.4.2. Animation . . . . .	165
5.5. Trace d'exécution . . . . .	166
5.6. Génération de documents. . . . .	167
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>Glossaire. SysML anglo-français . . . . .</b>	<b>171</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>201</b>