

# Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	13
<b>Chapitre 1. Réalisation d'une application logicielle.</b> . . . . .	15
1.1. Introduction. . . . .	15
1.2. Qu'est-ce que le logiciel ? . . . . .	18
1.3. Le logiciel au sein d'un système . . . . .	18
1.4. Différents types d'applications logicielles. . . . .	20
1.4.1. Différents types de logiciels. . . . .	20
1.4.2. Différents types d'utilisations. . . . .	20
1.5. Cycle de vie. . . . .	21
1.6. Choix de la stratégie de développement de l'application logicielle . . . . .	22
1.7. Conclusion . . . . .	24
1.8. Annexe A : structure d'un plan d'assurance qualité logiciel . . . . .	25
<b>Chapitre 2. Mise en œuvre de l'assurance qualité.</b> . . . . .	27
2.1. Introduction. . . . .	27
2.2. Système de management de la qualité . . . . .	27
2.3. Caractérisation d'une étape . . . . .	29
2.4. Processus . . . . .	30
2.5. Eléments d'entrée . . . . .	30
2.5.1. Identification du besoin . . . . .	30
2.5.2. Spécification du besoin . . . . .	31
2.5.3. Spécification des exigences de sécurité . . . . .	32
2.6. Descriptions des étapes de la réalisation . . . . .	32
2.6.1. Planification des activités . . . . .	32
2.6.1.1. Objectif. . . . .	32

2.6.1.2. Entrées . . . . .	32
2.6.1.3. Procédures et guides applicables. . . . .	32
2.6.1.4. Sorties . . . . .	33
2.6.1.5. Description . . . . .	33
2.6.2. Spécification de l'application logicielle. . . . .	35
2.6.2.1. Objectif. . . . .	35
2.6.2.2. Entrées . . . . .	35
2.6.2.3. Procédures et guides applicables. . . . .	35
2.6.2.4. Sorties . . . . .	35
2.6.2.5. Description . . . . .	36
2.6.3. Architecture de l'application logicielle . . . . .	38
2.6.3.1. Objectif. . . . .	38
2.6.3.2. Entrées . . . . .	38
2.6.3.3. Procédures et guides applicables. . . . .	38
2.6.3.4. Sorties . . . . .	39
2.6.3.5. Description . . . . .	39
2.6.4. Conception des composants de l'application logicielle. . . . .	41
2.6.4.1. Objectif. . . . .	41
2.6.4.2. Entrées . . . . .	42
2.6.4.3. Procédures et guides applicables. . . . .	42
2.6.4.4. Sorties . . . . .	42
2.6.4.5. Description . . . . .	42
2.6.5. Codage de l'application logicielle . . . . .	43
2.6.5.1. Objectif. . . . .	43
2.6.5.2. Entrées . . . . .	43
2.6.5.3. Procédures et guides applicables. . . . .	43
2.6.5.4. Sorties . . . . .	43
2.6.5.5. Description . . . . .	43
2.6.6. Tests des composants logiciels . . . . .	44
2.6.6.1. Objectif. . . . .	44
2.6.6.2. Entrées . . . . .	44
2.6.6.3. Procédures et guides applicables. . . . .	44
2.6.6.4. Sorties . . . . .	44
2.6.6.5. Description . . . . .	44
2.6.7. Tests d'intégration du logiciel . . . . .	45
2.6.7.1. Objectif. . . . .	45
2.6.7.2. Entrées . . . . .	45
2.6.7.3. Procédures et guides applicables. . . . .	46
2.6.7.4. Sorties . . . . .	46
2.6.7.5. Description . . . . .	46
2.6.8. Tests d'ensemble du logiciel . . . . .	47
2.6.8.1. Objectif. . . . .	47
2.6.8.2. Entrées . . . . .	47

---

2.6.8.3. Procédures et guides applicables. . . . .	47
2.6.8.4. Sorties . . . . .	47
2.6.8.5. Description . . . . .	47
2.7. Vocabulaire et mode d'expression . . . . .	48
2.8. Plan d'assurance qualité du logiciel : PAQL . . . . .	48
2.9. Conclusion . . . . .	50
<b>Chapitre 3. Processus supports . . . . .</b>	<b>51</b>
3.1. Introduction. . . . .	51
3.2. Processus transversaux . . . . .	54
3.3. Processus supports. . . . .	55
3.4. Processus principaux . . . . .	56
3.5. Gestion de projet. . . . .	56
3.6. Conclusion . . . . .	56
<b>Chapitre 4. Organisation. . . . .</b>	<b>59</b>
4.1. Introduction. . . . .	59
4.2. Premiers besoins . . . . .	59
4.3. Réalisation d'une application logicielle . . . . .	61
4.3.1. Organisation . . . . .	61
4.3.2. Rôle . . . . .	63
4.4. Conclusion . . . . .	63
<b>Chapitre 5. Gestion des ressources humaines. . . . .</b>	<b>65</b>
5.1. Introduction. . . . .	65
5.2. Définition des rôles . . . . .	66
5.3. Gestion des compétences. . . . .	70
5.4. Gestion de la sous-traitance . . . . .	71
5.5. Externalisation . . . . .	72
5.6. Gestion des apprentissages. . . . .	73
5.7. Conclusion . . . . .	73
<b>Chapitre 6. Maîtrise des versions . . . . .</b>	<b>75</b>
6.1. Introduction. . . . .	75
6.2. Définition de la version. . . . .	76
6.2.1. Présentation du besoin . . . . .	76
6.2.1.1. Processus . . . . .	76

- 6.2.1.2. Approche itérative . . . . . 77
- 6.2.1.3. Approche incrémentale . . . . . 78
- 6.2.1.4. Mise en place de versions spécifiques . . . . . 80
- 6.2.2. Mise en œuvre . . . . . 81
- 6.3. Gestion du changement . . . . . 82
  - 6.3.1. Présentation du besoin . . . . . 82
  - 6.3.2. Traitement d’une demande de changement . . . . . 83
    - 6.3.2.1. Présentation . . . . . 83
    - 6.3.2.2. Contrôle et classification de la demande . . . . . 85
    - 6.3.2.3. Analyse d’impact . . . . . 85
    - 6.3.2.4. Evaluer la demande de changement . . . . . 86
    - 6.3.2.5. Acceptation de la demande de changement . . . . . 86
    - 6.3.2.6. Suivi de la demande de changement . . . . . 86
  - 6.3.3. Analyse d’impact . . . . . 86
  - 6.3.4. Comité de contrôle des changements . . . . . 88
- 6.4. Livraison . . . . . 89
  - 6.4.1. Présentation du besoin . . . . . 89
  - 6.4.2. Mise en œuvre . . . . . 89
- 6.5. Conclusion . . . . . 91
- 6.6. Annexe A : demande d’évolution . . . . . 91
- 6.7. Annexe B : fiche de version du logiciel . . . . . 92

**Chapitre 7. Gestion de la configuration . . . . . 95**

- 7.1. Introduction . . . . . 95
- 7.2. Gestion de configuration . . . . . 96
  - 7.2.1. Principes . . . . . 96
  - 7.2.2. Formalisation . . . . . 97
- 7.3. Gestion de configuration d’une application logicielle . . . . . 97
  - 7.3.1. Introduction . . . . . 97
  - 7.3.2. Configuration d’un composant logiciel . . . . . 99
  - 7.3.3. Ligne de produits . . . . . 99
  - 7.3.4. Composants préexistants . . . . . 100
  - 7.3.5. Logiciel générique et logiciel instancié . . . . . 101
- 7.4. Mise en œuvre . . . . . 102
- 7.5. Conclusion . . . . . 104

**Chapitre 8. Archivage . . . . . 105**

- 8.1. Introduction . . . . . 105
- 8.2. Processus d’archivage . . . . . 105
  - 8.2.1. Principe . . . . . 105

---

8.2.2. Archivage des sources et autres produits liés à l'application logicielle . . . . .	106
8.2.3. Archivage des outils . . . . .	107
8.2.4. Archivage des machines . . . . .	107
8.2.5. Archivage des documents . . . . .	108
8.3. Conclusion . . . . .	109
<b>Chapitre 9. Maintenance d'une application logicielle . . . . .</b>	<b>111</b>
9.1. Introduction. . . . .	111
9.2. Principes . . . . .	112
9.3. Réalisation de la nouvelle version . . . . .	113
9.3.1. Processus . . . . .	113
9.3.2. Contrainte liée à la maintenance et au déploiement . . . . .	114
9.3.2.1. Protection de l'exécutable. . . . .	114
9.3.2.2. Statique <i>versus</i> dynamique . . . . .	114
9.3.2.3. Identification de l'exécutable. . . . .	115
9.3.3. Fiche de version de l'application logicielle. . . . .	115
9.4. Conclusion . . . . .	116
<b>Chapitre 10. Déploiement d'une application logicielle . . . . .</b>	<b>117</b>
10.1. Introduction . . . . .	117
10.2. Principes . . . . .	117
10.3. Mise en œuvre . . . . .	118
10.4. En réalité . . . . .	120
10.5. Conclusion . . . . .	121
<b>Chapitre 11. Vérification et validation . . . . .</b>	<b>123</b>
11.1. Introduction . . . . .	123
11.2. Concept . . . . .	124
11.2.1. Vérification. . . . .	126
11.2.1.1. Présentation . . . . .	126
11.2.1.2. Activité de vérification. . . . .	127
11.2.2. Validation. . . . .	128
11.3. Techniques, méthodes et pratiques . . . . .	129
11.3.1. Vérification statique. . . . .	129
11.3.1.1. Présentation . . . . .	129
11.3.1.2. Analyse statique manuelle . . . . .	130
11.3.1.3. Analyse statique outillée. . . . .	134
11.3.2. Vérification dynamique. . . . .	154

11.3.2.1. Analyse d'exécution . . . . .	155
11.3.2.2. Test . . . . .	155
11.3.3. Validation. . . . .	159
11.4. Plan de vérification et de validation : PVV . . . . .	159
11.5. Nouvelles problématiques de la V&V . . . . .	159
11.6. Conclusion . . . . .	161
<b>Chapitre 12. Gestion des outils . . . . .</b>	<b>163</b>
12.1. Introduction . . . . .	163
12.2. Liste des outils . . . . .	164
12.3. Description des machines. . . . .	164
12.4. Processus de génération. . . . .	165
12.5. Gestion de configuration des outils . . . . .	167
12.6. Qualification des outils . . . . .	167
12.7. Conclusion . . . . .	168
<b>Chapitre 13. Qualification des outils. . . . .</b>	<b>169</b>
13.1. Introduction . . . . .	169
13.2. Qualification des outils . . . . .	169
13.2.1. Présentation. . . . .	169
13.2.2. Synthèse des normes . . . . .	170
13.2.2.1. DO 178 . . . . .	170
13.2.2.2. IEC 61508 . . . . .	172
13.2.2.3. ISO 26262 . . . . .	172
13.2.2.4. CENELEC EN 50128 . . . . .	173
13.3. Processus de qualification . . . . .	176
13.3.1. Dossier de qualification . . . . .	177
13.3.2. Processus de qualification . . . . .	178
13.3.3. Mise en œuvre du processus de qualification . . . . .	179
13.3.3.1. Identification. . . . .	179
13.3.3.2. Justification de la classe . . . . .	181
13.3.3.3. Spécification. . . . .	184
13.3.3.4. Preuve de conformité. . . . .	184
13.4. Adéquation au besoin . . . . .	188
13.4.1. Méthode de conception. . . . .	188
13.4.2. En cas d'incompatibilité . . . . .	189
13.4.3. Génération de code . . . . .	189
13.5. Gestion des versions. . . . .	190
13.5.1. Identification des versions . . . . .	190
13.5.2. Analyse des défauts . . . . .	191

13.5.3. Changement de version . . . . .	191
13.6. Processus de qualification . . . . .	192
13.6.1. Dossier de qualification . . . . .	192
13.6.2. Au final . . . . .	192
13.6.3. Qualification des outils non commerciaux . . . . .	192
13.7. Conclusion . . . . .	193
<b>Chapitre 14. Paramétrage par les données . . . . .</b>	<b>195</b>
14.1. Introduction . . . . .	195
14.2. Problématique . . . . .	196
14.3. Système paramétré par les données . . . . .	198
14.3.1. Présentation de la problématique . . . . .	198
14.3.2. Caractérisation des données . . . . .	202
14.3.3. Inhibition de service . . . . .	203
14.3.4. Synthèse. . . . .	205
14.4. Du système au logiciel . . . . .	206
14.4.1. Besoin . . . . .	206
14.4.2. Ce que ne dit pas le référentiel CENELEC . . . . .	208
14.5. Processus de préparation des données . . . . .	210
14.5.1. Contexte. . . . .	210
14.5.1.1. Assurance qualité du logiciel . . . . .	210
14.5.1.2. Management de l'assurance sécurité. . . . .	211
14.5.2. Présentation de la section 8 de la norme CENELEC EN 50128 : 2011 . . . . .	212
14.5.2.1. Cycle de vie . . . . .	212
14.5.2.2. Problème de circularité . . . . .	213
14.6. Processus de préparation des données . . . . .	215
14.6.1. Maîtrise du processus de préparation des données . . . . .	215
14.6.1.1. Planification . . . . .	215
14.6.1.2. Intégration entre les données et le logiciel générique . . . . .	217
14.6.1.3. Processus de production des données . . . . .	218
14.6.1.4. Entrées du processus de préparation des données . . . . .	221
14.6.1.5. Etude de sécurité du processus des données . . . . .	222
14.6.1.6. Synthèse . . . . .	222
14.6.2. Vérification. . . . .	223
14.6.3. Phase de spécification . . . . .	223
14.6.3.1. Description de l'étape . . . . .	223
14.6.3.2. Spécification des exigences de l'application . . . . .	224
14.6.3.3. Tests d'ensemble de la préparation des données. . . . .	226
14.6.3.4. Vérification . . . . .	227
14.6.4. Phase d'architecture. . . . .	227

---

14.6.4.1. Description de l'architecture et de la conception . . . . .	227
14.6.4.2. Tests d'intégration . . . . .	229
14.6.4.3. Rapport de vérification. . . . .	230
14.6.5. Production des données. . . . .	230
14.6.5.1. Conception des algorithmes. . . . .	230
14.6.5.2. Tests des algorithmes. . . . .	232
14.6.5.3. Vérification des données. . . . .	233
14.6.5.4. Vérification de l'activité. . . . .	234
14.6.5.5. Synthèse . . . . .	234
14.6.6. Intégration de l'application et acceptation des tests . . . . .	236
14.6.6.1. Activités . . . . .	236
14.6.6.2. Vérification de l'activité. . . . .	236
14.6.6.3. Synthèse . . . . .	236
14.6.7. Validation et évaluation de l'application . . . . .	237
14.6.8. Procédure et outils de préparation de l'application . . . . .	237
14.6.8.1. Périmètre . . . . .	237
14.6.8.2. Synthèse . . . . .	238
14.6.9. Développement du logiciel générique . . . . .	238
14.7. Conclusion . . . . .	239
<b>Chapitre 15. Audit . . . . .</b>	<b>241</b>
15.1. Introduction . . . . .	241
15.2. Audit . . . . .	241
15.3. Conclusion . . . . .	242
<b>Conclusion et perspectives . . . . .</b>	<b>243</b>
<b>Glossaire . . . . .</b>	<b>245</b>
<b>Bibliographie . . . . .</b>	<b>251</b>
<b>Index . . . . .</b>	<b>257</b>
<b>Sommaire du volume 1. . . . .</b>	<b>259</b>