

Table des matières

Avant-propos	13
Remerciements	17
Partie 1. Les fondements de la méthode : démarche générale et principales perspectives	19
Chapitre 1. Motivations, contexte et introduction à Arcadia	21
1.1. Contexte et enjeux	21
1.2. Un peu d'histoire : la naissance d'une méthode	22
1.2.1. Évolution de l'ingénierie	22
1.2.2. 2001-2006 : premières expérimentations d'une approche par les modèles	23
1.2.3. 2006 : d'un plan de transformation de l'ingénierie à une méthode	24
1.2.4. Premiers déploiements, nouveaux déboires	25
1.2.5. Passage à un processus de définition agile de la méthode	26
1.2.6. Déploiement opérationnel global et maturité	27
1.3. Domaine d'application d'Arcadia	28
1.3.1. L'élaboration collaborative de l'architecture, pas l'exploration.	29
1.3.2. La coopération avec les spécialités, mais pas leur cœur de métier	29
1.3.3. La définition et la conception de l'architecture, pas le développement	30
1.3.4. Des domaines et périmètres d'application très larges.	30
1.4. Présentation d'Arcadia	31
Chapitre 2. Principales perspectives structurant la démarche de modélisation	33
2.1. Du besoin à la solution	33
2.1.1. Analyse opérationnelle (<i>Operational Analysis</i> ou OA)	33

2.1.2. Analyse du besoin système (<i>System Need Analysis</i> ou SA)	33
2.1.3. Architecture logique (<i>Logical Architecture</i> ou LA)	34
2.1.4. Architecture physique (<i>Physical Architecture</i> ou PA)	34
2.1.5. Stratégie de construction du produit (<i>Building Strategy</i> ou BS).	34
2.2. Vue d'ensemble des principaux concepts.	34
2.3. Un exemple illustratif : la régulation du trafic autour d'un passage à niveau	36
Chapitre 3. Adaptation au contexte et cycle de vie du projet	37
3.1. Démarche itérative ou incrémentale.	38
3.2. Ordonnancement des activités	39
3.3. Démarche descendante ou remontante	39
3.4. Construction progressive et focalisée de l'architecture	40
3.5. Ajustement des activités et adaptation à un domaine particulier.	41
Chapitre 4. Démarche générale d'analyse fonctionnelle	43
4.1. La place de l'analyse fonctionnelle dans Arcadia	43
4.2. Principes généraux d'une analyse fonctionnelle dans Arcadia.	44
4.2.1. Fonctions et échanges	44
4.2.2. Missions, capacités, chaînes fonctionnelles et scénarios	46
4.2.3. Modes et états	48
4.2.4. Modèle de données	49
4.2.5. Caractérisation non fonctionnelle et points de vue d'analyse	49
4.2.6. En résumé....	49
4.3. Démarches de construction d'une analyse fonctionnelle	50
4.3.1. Approche hiérarchique descendante	50
4.3.2. Approche remontante par regroupement fonctionnel.	55
4.3.3. Approche par construction/allocation fonctionnelle	56
4.3.4. Approche par fonctions de services et chaînes fonctionnelles traversantes	58
4.3.5. Approche par cas d'usages et scénarios	61
4.3.6. L'approche pratique de l'analyse fonctionnelle	62
4.3.7. En résumé....	63
Chapitre 5. Analyse opérationnelle	65
5.1. Principes	65
5.2. Définir les missions et les capacités opérationnelles requises	66
5.3. Conduire une analyse du besoin opérationnel	68
5.4. En résumé....	81
Chapitre 6. Analyse du besoin système	83
6.1. Principes	83
6.2. Conduire une analyse de compromis capacitaire	84

6.3. Réaliser une analyse fonctionnelle et non fonctionnelle du besoin	87
6.4. Formaliser et consolider l'expression du besoin système.	104
6.5. En résumé...	105

Chapitre 7. Définition de l'architecture de principe, ou architecture logique. 107

7.1. Principes	107
7.2. Définir les facteurs impactant l'architecture et les points de vue d'analyse.	108
7.3. Poser les principes de comportement du système	110
7.4. Construire des alternatives de structuration du système par composants	121
7.5. Sélectionner l'alternative d'architecture offrant le meilleur compromis . .	134
7.6. En résumé...	134

Chapitre 8. Définition de l'architecture finalisée, ou architecture physique 137

8.1. Principes	137
8.2. Définir les principes structurants de l'architecture et du comportement . .	138
8.3. Détailler et finaliser le comportement attendu du système	140
8.4. Construire et rationaliser une ou des architectures système possibles . . .	146
8.5. Sélectionner, finaliser et justifier l'architecture système retenue	163
8.6. En résumé...	164

Chapitre 9. Définition des contrats de réalisation, développement, acquisition et intégration 167

9.1. Principes	167
9.2. Définir l'arborescence produit	168
9.3. Finaliser les contrats de développement des composants à réaliser	170
9.4. Consolider la définition des composants à acquérir	172
9.5. Définir la stratégie d'intégration vérification validation	173
9.6. En résumé...	174

Partie 2. La méthode en action : exploitation des modèles d'ingénierie 175

Chapitre 10. Intégration de points de vue d'analyse et de spécialités 177

10.1. Justification	177
10.2. Principes de la démarche	179
10.3. Illustration sur quelques points de vue.	183
10.3.1. Analyse opérationnelle	183
10.3.2. Analyse du besoin système.	184

10.3.3. Architecture logique.	185
10.3.4. Architecture physique.	187
10.3.5. Contrats de réalisation	189
10.4. En résumé...	190
Chapitre 11. Ingénierie des exigences et modélisation	191
11.1. Limites de l'ingénierie basée sur les seules exigences informelles	191
11.2. Utilisation des modèles comme support d'expression des exigences	193
11.3. Lien entre exigences informelles et modèle.	195
11.4. Structuration des exigences et modèle.	197
11.5. En résumé...	198
Chapitre 12. Démarche d'intégration vérification validation	199
12.1. Définition et mise en œuvre de la stratégie de tests	199
12.1.1. Principes	199
12.1.2. Définition de la stratégie de tests et d'intégration	201
12.1.3. Optimisation de l'IVV multiniveaux	203
12.1.4. Spécification des moyens d'essais.	204
12.1.5. Optimisation du déroulement de l'intégration	206
12.2. Vérification des exigences modèle.	208
12.2.1. Principes	208
12.2.2. Inspection.	209
12.2.3. Analyse du modèle	209
12.2.4. Démonstration et tests.	210
12.3. Définition et usage des scénarios et chaînes fonctionnelles en IVV	212
12.4. Vérification des exigences informelles	215
12.5. En résumé...	216
Chapitre 13. Articulation entre niveaux d'ingénierie	217
13.1. Principes de la démarche de co-ingénierie	217
13.2. Responsabilité et limites de chaque ingénierie	219
13.3. Articulation par les exigences informelles uniquement	220
13.4. Articulation basée sur les modèles	222
13.4.1. Transition mono-composant	222
13.4.2. Transition multi-composants	226
13.4.3. Construction à base de composants réutilisables	230
13.4.4. Transition vers les ingénieries de réalisation.	230
13.5. Articulation avec le client.	232
13.5.1. Articulation entre client maître d'ouvrage et ingénierie fournisseur	233
13.5.2. Articulation entre client systémier et fournisseur sous-système	234
13.6. En résumé...	235

Chapitre 14. Supervision système, états et modes	237
14.1. Introduction à la supervision	237
14.2. Principes et concepts.	237
14.3. Articulation entre états et modes dans les perspectives d'Arcadia	243
14.3.1. États et modes en analyse opérationnelle	243
14.3.2. États et modes en analyse du besoin système	244
14.3.3. États et modes en architecture logique	245
14.3.4. États et modes en architecture physique	245
14.3.5. États et modes entre deux niveaux d'ingénierie	246
14.4. Démarche de définition des états et modes et de la supervision système	246
14.4.1. Définition des comportements attendus.	246
14.4.2. Analyse des superpositions de modes et états	249
14.4.3. Adaptation de l'architecture aux superpositions.	252
14.5. Conception de la supervision associée aux états et modes système et composants	253
14.5.1. Fonctions et comportement de la supervision	253
14.5.2. Articulation entre supervision système et composants	254
14.5.3. Analyse et vérification des conditions de reconfigurations système.	256
14.6. Utilisation du modèle pour les procédures de démarrage et arrêt	257
14.7. En résumé...	258
 Chapitre 15. Contribution à l'ingénierie ligne de produit	 259
15.1. Contexte et position du problème	259
15.2. Démarche générale d'ingénierie ligne de produit	261
15.2.1. Principes de la démarche	261
15.2.2. Axes directeurs et activités clefs de la démarche	262
15.2.3. Bénéfices de l'approche	263
15.3. Construction conjointe de l'architecture et de la variabilité produit	265
15.3.1. Analyse de marché en analyse opérationnelle	265
15.3.2. Définition des options client en analyse du besoin système	273
15.3.3. Conception d'une architecture logique et physique compatible de la politique produit	286
15.3.4. Dérivation d'une configuration pour un client ou produit donné en approche soustractive	307
15.4. Ingénierie additive ou compositionnelle par briques de base	309
15.4.1. Ingénierie par composants réutilisables, briques de base	309
15.4.2. Construction d'une base de composants réutilisables.	310
15.4.3. Définition d'une configuration par réutilisation de composants en approche additive	311
15.5. Articulation des lignes de produit système et sous-système	312
15.6. En résumé...	314

Partie 3. Encyclopédie du langage et glossaire des concepts d’Arcadia	315
Chapitre 16. Introduction au langage de modélisation Arcadia	317
16.1. Périmètre adressé.	317
16.2. Logique de présentation des concepts	318
16.3. Conventions de représentation dans les figures et diagrammes	319
Chapitre 17. Concepts de descriptions fonctionnelle et opérationnelle	321
17.1. Concepts et relations de la description fonctionnelle	321
17.2. Fonction (<i>Function</i>)	322
17.3. Port fonctionnel (<i>Function Port</i>)	323
17.4. Échange fonctionnel (<i>Functional Exchange</i>) et catégorie d’échange (<i>Exchange Category</i>)	323
17.5. Représentation synthétique de fonctions et d’échanges fonctionnels	324
17.6. Flot de données (<i>Dataflow</i>) et fonctions de contrôle du flot	325
17.7. Mission système (<i>System Mission</i>)	328
17.8. Capacité système (<i>System Capability</i>)	328
17.9. Chaîne fonctionnelle (<i>Functional Chain</i>)	328
17.10. Scénario de fonctions (<i>Function Scenario</i>)	331
17.11. Orchestration de chaînes fonctionnelles ou de scénarios (<i>Orches-tration</i>)	332
17.12. Concepts et relations fonctionnels en analyse opérationnelle	332
17.13. Activité opérationnelle (<i>Operational Activity</i>)	333
17.14. Interaction opérationnelle (<i>Operational Interaction</i>)	334
17.15. Mission opérationnelle (<i>Operational Mission</i>)	334
17.16. Capacité opérationnelle (<i>Operational Capability</i>)	334
17.17. Processus opérationnel (<i>Operational Process</i>)	335
17.18. Scénario d’activités opérationnelles (<i>Operational Activity Scenario</i>)	335
Chapitre 18. Concepts d’états et modes	337
18.1. Concepts et relations concernant les états et modes	337
18.2. Mode (<i>Mode</i>)	337
18.3. État (<i>State</i>)	338
18.4. Transition (<i>Transition</i>)	338
18.5. Machine de modes/d’états (<i>Mode/State Machine</i>)	339
18.6. Configuration (<i>Configuration</i>)	339
18.7. Situation (<i>Situation</i>)	340
Chapitre 19. Concepts de description structurelle	341
19.1. Concepts et relations de la description structurelle	341
19.2. Système (<i>System</i>)	342
19.3. Acteur (<i>Actor</i>)	342

19.4. Composant (<i>Component</i>)	342
19.5. Composant comportemental (<i>Behavioral Component</i>)	342
19.6. Port comportemental (<i>Behavioral Port</i>)	342
19.7. Échange comportemental (<i>Behavioral Exchange</i>)	343
19.8. Composant logique (<i>Logical Component</i>)	344
19.9. Composant physique hôte (<i>Hosting Physical Component</i>)	344
19.10. Port physique (<i>Physical Port</i>)	344
19.11. Lien physique (<i>Physical Link</i>)	345
19.12. Chemin physique (<i>Physical Path</i>)	346
19.13. Scénario d'échanges comportementaux entre composants (<i>Behavioral Component Scenario</i>)	346
19.14. Concepts et relations structurels en analyse opérationnelle	348
19.15. Entité opérationnelle et acteur (<i>Operational Entity and Actor</i>)	348
19.16. Moyen de communication opérationnel (<i>Communication Mean</i>)	348
19.17. Item de configuration physique et arbre produit (<i>Configuration Item</i>)	349

Chapitre 20. Liens entre descriptions fonctionnelle

et structurelle 351

20.1. Concepts et relations entre descriptions fonctionnelle et structurelle	351
20.2. Réalisation des fonctions	352
20.3. Réalisation des ports fonctionnels	353
20.4. Implémentation des échanges fonctionnels	353
20.5. Chemin fonctionnel (<i>Functional Path</i>)	354
20.6. Scénario d'échanges fonctionnels entre composants (<i>Functional Component Scenario</i>)	354
20.7. Liens entre <i>Dataflow</i> , états, modes et scénarios ou chaînes fonctionnelles	356
20.8. Liens entre descriptions fonctionnelle et structurelle en analyse opérationnelle	357
20.9. Simplifications de représentation	358

Chapitre 21. Concepts de données d'échanges, et lien

avec fonctionnel et structurel 361

21.1. Concepts et relations concernant les données d'échanges et leur utilisation	361
21.2. Item d'échange (<i>Exchange Item</i>)	362
21.3. Modèle de données (<i>Data Model</i>), classe (<i>Class</i>)	362
21.4. Allocation d'éléments d'échange aux ports et échanges fonctionnels	363
21.5. Allocation d'éléments d'échange aux échanges comportementaux	364
21.6. Types et spécimens (<i>Instances</i>) de données.	364
21.7. Interface (<i>Interface</i>)	364
21.8. Allocation d'interfaces aux ports de composants comportementaux	364
21.9. Liens entre échanges, items d'échanges et interfaces	365
21.10. Rôles d'interaction (<i>Interaction Role</i>) et usage des interfaces	366
21.11. Protocoles d'interaction (<i>Interaction Protocol</i>)	367

Chapitre 22. Concepts complémentaires	369
22.1. Concepts pour l'ingénierie des lignes de produit.	369
22.1.1. Variante (<i>Variant</i>)	369
22.1.2. Point de variation (<i>Variation Point</i>)	369
22.1.3. Modèle de variabilité (<i>Variability Model</i>)	370
22.1.4. Configuration du produit pour un projet (<i>Project Configuration</i>)	370
22.2. Concepts pour la démarche d'intégration vérification validation	370
22.2.1. Version d'intégration (<i>Integration Version</i>)	370
22.2.2. Version fonctionnelle (<i>Functional Version</i>)	370
22.2.3. État fonctionnel de composant (<i>Component Functional Contents</i>)	371
22.2.4. Configuration d'intégration (<i>Integration Configuration</i>)	371
22.2.5. Stratégie d'IVV (<i>IVV Strategy</i>)	371
22.2.6. Cas de test (<i>Test Case</i>)	371
22.2.7. Campagne de tests (<i>Test Campaign</i>)	371
22.3. Autres concepts non développés ici	371
Chapitre 23. Construction du modèle global	373
23.1. Structure d'un modèle Arcadia	373
23.2. Segmentation du modèle pour le support d'alternatives.	376
23.3. Utilisation des concepts du langage dans les perspectives	378
23.3.1. Analyse opérationnelle	378
23.3.2. Analyse du besoin système.	379
23.3.3. Architecture logique.	380
23.3.4. Architecture physique.	380
23.3.5. Arborescence produit	381
23.4. Portée des différents types de liens dans le modèle	381
23.5. Traçabilité entre éléments de modèle	382
23.6. Éléments répliquables et répliques (<i>Replicable Element Collection and Replica</i>)	383
Conclusion et perspectives	385
Annexe. Introduction à Capella, outil de modélisation de référence pour Arcadia	389
Bibliographie	395
Index	399