

■ Chapitre I	
Analyse fonctionnelle du besoin.....	1
I.1 Démarche de l'analyse fonctionnelle du besoin	1
I.1.1 Énoncé du besoin, diagramme APTE.....	1
I.1.2 Contrôle de validité	3
I.2 Définir le domaine de responsabilité des intervenants	3
I.2.1 Présentation.....	3
I.2.2 Exemples	5
I.3 Définition de l'environnement de l'étude	6
I.3.1 Présentation.....	6
I.3.2 Exemple.....	6
I.4 Établissement du profil de vie du système	6
I.4.1 Présentation.....	6
I.4.2 Outil de capitalisation	7
I.5 Détermination et quantification des fonctions de service.....	8
I.5.1 Présentation.....	8
I.5.2 Exemple.....	10
I.6 Rédaction du cahier des charges fonctionnel	11
I.7 Outil SysML (System Modeling Language)	11
■ Chapitre II	
Définir une solution d'avant-projet.....	13
II.1 Solution d'avant-projet.....	13
II.1.1 Réalisation de la solution.....	13
II.1.2 Exemple	14
II.2 Conclusion.....	15
■ Chapitre III	
Adéquation entre solution technique et fonctions	17
III.1 Les outils de l'analyse fonctionnelle technique	17
III.1.1 La méthode FAST.....	17
III.1.2 La méthode du schéma des flux.....	18
III.1.3 Le tableau d'analyse fonctionnelle technique (TAFT)	19

III.2	Présentation du schéma des flux	19
III.2.1	Les constituants	19
III.2.2	Conventions graphiques.....	20
III.2.3	Étapes du tracé	20
III.2.4	Exemple	21
III.2.5	Résumé.....	22
III.3	Le tableau d'analyse fonctionnelle technique : TAFT	23
III.3.1	Composition du tableau d'analyse fonctionnelle technique.....	23
III.3.2	Construction du tableau d'analyse fonctionnelle technique.....	24
III.3.3	Organisation de la réflexion	34
III.4	Conclusion	36

■ Chapitre IV

Étude des mécanismes parfaits 37

IV.1	Description des surfaces géométriques parfaites	37
IV.1.1	Description des surfaces géométriques parfaites	38
IV.1.2	Degré d'invariance d'une surface.....	39
IV.1.3	Éléments géométriques de référence minimum (EGRM)	40
IV.1.4	Reclassement des surfaces définies par une union	40
IV.1.5	Situation d'une surface par rapport à un repère.....	41
IV.1.6	Situation d'une surface par rapport à une autre surface	41
IV.2	Présentation des liaisons	42
IV.2.1	Degrés de liberté.....	43
IV.2.2	Natures de la liaison entre deux pièces	43
IV.2.3	Liaison entre deux pièces faisant intervenir plusieurs surfaces élémentaires	46
IV.2.4	Classification des liaisons élémentaires, ISO 3952-1 1995-05	47
IV.2.5	Paramètres de position d'un solide par rapport à un autre	50
IV.2.6	Synthèse	67
IV.3	Étude des mécanismes parfaits	67
IV.3.1	Présentation de l'exemple	68
IV.3.2	Rappel : remontage d'une maquette 3D.....	71
IV.3.3	Étude géométrique	71
IV.3.4	Étude cinématique	79
IV.3.5	Étude statique ou dynamique.....	79
IV.4	Conclusion	80

■ Chapitre V

Étude des mécanismes réels 81

V.1	Géométrie nominale - Modélisations du réel	81
V.1.1	Géométrie nominale	81
V.1.2	Modélisations du réel	82
V.1.3	Expressions des écarts géométriques	82

V.1.4 Principe du tolérancement géométrique ISO	83
V.1.5 Cotation fonctionnelle	84
V.1.6 Différents types de chaînes de cotes linéaires	86
V.1.7 Méthodologie.....	87
V.1.8 Approche en sous phase, approche globale.....	90
V.2 Boucles de mise en position	91
V.2.1 Recherche des maillons fonctionnels	91
V.2.2 Différents types de chaînes de cotes linéaires	95
V.2.3 Conclusion	114

■ Chapitre VI

Cotation des interfaces, Chaînes de cotes d'assemblage..... 115

VI.1 Systèmes de références	115
VI.1.1 Rappels des normes	115
VI.1.2 Exemples.....	120
VI.1.3 Synthèse	128
VI.2 Cotation des interfaces, chaînes de cotes d'assemblage.....	129
VI.2.1 Classification des interfaces	129
VI.2.2 Interfaces simples	134
VI.2.3 Interfaces doubles	163
VI.2.4 Interfaces triples	194
VI.3 Synthèse.....	207
VI.3.1 Hiérarchisation des interfaces multiples	207
VI.3.2 Fonctions techniques envisagées pour chaque liaison	207
VI.3.3 Spécification des interfaces.....	208

■ Chapitre VII

Cotation fonctionnelle de chaque pièce..... 209

VII.1 Systèmes de Références de Mise en Position : SRMP	209
VII.2 Spécification fonctionnelle de chaque pièce.....	213
VII.2.1 Spécification des surfaces fonctionnelles.....	213
VII.2.2 Exemples	218
VII.2.3 Utilisation d'un master de posage.....	236
VII.2.4 Spécification d'une arête	247
VII.2.5 Cotation bouclée sur une pièce	252
VII.2.6 Spécification des surfaces brutes	254
VII.3 Spécification d'un élément dimensionnel intervenant comme référence spécifiée au minimum de matière	255
VII.3.1 Pertinence de spécifier l'élément tolérancé avec référence au minimum de matière.....	255
VII.3.2 Spécification avec modificateur (L) sur l'élément de référence.....	260
VII.3.3 Exemples	277
VII.3.4 Synthèse sur l'emploi des modificateurs pour les éléments de références dimensionnels	286

■ Chapitre VIII

Écriture des chaînes de cotes..... 287

VIII.1	Présentation.....	287
VIII.1.1	Rappel.....	287
VIII.1.2	Différentes familles de chaînes de cotes	288
VIII.2	Chaînes de cotes unidirectionnelles	289
VIII.2.1	Premier exemple : moteur oléo statique à pistons radiaux (Samm)	289
VIII.2.2	Deuxième exemple : moteur oléo statique Hydroland, à pistons radiaux	312
VIII.3	Chaînes de cotes angulaires	318
VIII.4	Chaînes de cotes bidimensionnelles	319
VIII.5	Chaînes de cotes tridimensionnelles	322
VIII.6	Méthodologie	323
VIII.7	Paramétrage des zones de tolérance	324
VIII.8	Matrices rotation	327
VIII.8.1	Définition.....	327
VIII.8.2	Matrice rotation décrivant la position du skin model.....	328
VIII.8.3	Règle de passage de RB2 à RB3.....	333
VIII.8.4	Matrice rotation décrivant la superposition de deux systèmes de références	345
VIII.8.5	Matrice rotation décrivant la superposition d'un système de référence et d'une surface de liaison	346
VIII.9	Fermeture de chaîne angulaire	347
VIII.10	Fermeture de chaîne vectorielle	349
VIII.10.1	Premier exemple.....	349
VIII.10.2	Deuxième exemple.....	353
VIII.11	Retour sur le paramétrage angulaire.....	361
VIII.11.1	Énoncé de la règle	361
VIII.11.2	Exemple : conduit EGR d'un moteur thermique	362
VIII.12	Prise en compte des jeux dans les chaînes de cotes	368
VIII.12.1	Espace jeu, problème unidirectionnel.....	368
VIII.12.2	Espace jeu, problèmes plans.....	384
VIII.12.3	Espace jeu, problèmes tridimensionnel	450
VIII.12.4	Conclusion de la section VIII.12	459
VIII.13	Termes complémentaires	460
VIII.13.1	Cas où l'interface primaire est un plan.....	460
VIII.13.2	Cas où l'interface secondaire est un plan	461

■ Chapitre IX	
Optimisation des tolérances, calcul des nominaux	463
IX.1 Présentation	463
IX.2 Étude algébrique.....	463
IX.2.1 Méthodes usuelles de vérification des conditions fonctionnelles	464
IX.2.2 Optimisation des tolérances avec valeurs nominales variables	476
■ Chapitre X	
Étude statistique.....	487
X.1 Représentation d'un ensemble de mesures	488
X.1.1 Histogrammes	489
X.1.2 Densité de probabilité, fonction de répartition	490
X.2 Étude de la somme de quantités aléatoires	498
X.2.1 Somme de distributions Gaussiennes	498
X.2.2 Somme de distributions uniformes.....	499
X.2.3 Traitement des chaînes de cotes	501
X.3 Taux de Non Conformité : TNC	502
X.3.1 Définition.....	502
X.3.2 Etude statistique des chaînes de cotes.....	504
X.3.3 Application au palier fixe du moteur Hydroland	506
X.3.4 Conclusion.....	509
Conclusion	511
Index.....	513