

Table des Matières

AVANT-PROPOS.....	3
CHAPITRE I - PRECAUTIONS INITIALES	19
1. Description et programme.....	19
2. Démarche et évolution	20
3. Avertissements.....	22
4. Contrôle discret et continu	26
5. Dossier d'intégration	27
6. Inculturation	31
7. Ressources bibliographiques	35
CHAPITRE II – NOTIONS DE SECURITE ET DE FIABILITE	37
1. Définitions initiales provisoires	37
2. Les sujets de la sécurité.....	38
2.1. Rechercher les problèmes	39
2.2. Trouver les solutions	40
2.3. Entre les deux	42
2.4. Conclusion.....	43
3. Le raisonnement par analogie.....	44
3.1. Définition de "analogie"	44
3.2. Quelques exemples.....	45
3.3. Intérêt du raisonnement par analogie pour l'étude de la sécurité.....	46
4. Questions à se poser en matière de sécurité – Concepts pratiques.....	47
5. Sécurité / Fiabilité	50
5.1. Comparaison	50
5.2. Conflit entre sécurité et fiabilité : exemple du détonateur	51
5.3. Conflit entre sécurité fiabilité maintenance : matériel unique doublé triplé.....	53
5.4. Conclusion sur les conflits en matière de sécurité	53
6. Après les conflits ... les paradoxes, les contradictions et les dilemmes !.....	54
6.1. Les conflits	54
6.2. Les paradoxes	54
6.3. Les contradictions	55
6.4. Les dilemmes	55
6.5. Détail important	55

7. Définitions récurrentes hexagonales.....	56
7.1. A comme Accident.....	57
7.2. D comme Danger	58
7.3. D comme Défaillance et Défaut.....	59
7.4. R comme risque.....	60
7.5. S comme Sécurité.....	61
7.6. S comme Système	63
7.7. C comme Conclusion	64

ANNEXES DU CHAPITRE II	65
Annexe 1 Relative au paragraphe II.5.2.....	65
Conflit entre sécurité et fiabilité : exemple du détonateur	65
Annexe 2 Relative au paragraphe II.5.3.....	67
Conflit entre sécurité fiabilité maintenance : matériel unique doublé triplé.....	67

CHAPITRE III – INVARIANTS DANS LA MODELISATION DES ACCIDENTS . 69

1. Définitions et normes de respect	69
1.1. Définir	70
1.1.1. Syllogisme de la sécurité.....	70
1.1.2. Notion de danger	70
1.1.3. L'accident comme ci ou comme ça	71
1.2. Respecter	73
1.2.1. Respect de quoi pour qui.....	74
1.2.2. Issue du néologisme	74
1.3. Appliquer.....	74
1.3.1. Domaines d'applications de l'invariant "norme"	75
1.3.2. Limites.....	75
2. Défauts dans l'organisation et variables de contrôle du changement	76
2.1. Relatifs, Relatés et Relations.....	76
2.1.1. Relatifs	76
2.1.2. Relatés	77
2.1.3. Relations.....	78
2.2. Exemple de Challenger	78
2.3. Détermination des défauts de l'organisation dans la modélisation des accidents du système.....	79
2.3.1. Présentation de l'AMDE(C)	80
2.3.2. Présentation de l'HAZOP	81
2.3.3. Conclusion.....	82
2.4. Domaines et limites.....	82
3. Maintien de l'état et dépassement des bornes	83
3.1. Domaines d'états.....	84
3.2. Excursion du point de fonctionnement	87
3.3. Domaines d'applications... ..	89
3.4. Limites.....	90
4. Prévention et protection face aux situations accidentelles possibles	90
4.1. Les besoins de prévention et protection	91

4.1.1. Quand l'indésirable se présente et son futur fait souci	91
4.1.2. Si l'évènement est le redouté qui interdit tout futur	92
4.2. Contrôle à l'instant présent, coeur caché des besoins présents	94
4.3. Domaines et limites	95
4.3.1. Domaines d'applications de l'invariant "face"	95
4.3.2. Limites	96
5. Pertes de contrôle du pilotage du système homme machine	96
5.1. Le système	96
5.2. L'accident	98
5.3. Domaines d'application	100
5.4. Limites	101
6. Conclusion du chapitre III et de la Partie I	102
6.1. Voies et démarches de progrès	102
6.1.1. Le moteur du questionnement	102
6.1.2. Exemple de l'atelier de production d'un produit chimique X (Suite et fin).....	102
6.2. Deux exemples vécus très instructifs	105
6.2.1. Modélisation de l'accident par emballement thermique d'un réacteur chimique semi continu	105
6.2.2. Modélisation de l'accident de Tchernobyl.....	105
6.3. Leçons à tirer	106
6.3.1. Redéfinitions	106
6.3.2. Transition	106

ANNEXES DU CHAPITRE III 108

Annexe 1 Relative au paragraphe III.1.1.1.	108
Echantillon de types de défaillances	108
Annexe 2 Relative au paragraphe III.1.1.2.	109
Phénomènes dangereux associés aux machines du point de vue de la réglementation française	109
Annexe 3 Relative au Paragraphe III.1.1.3.1.	110
Limite d'explosivité d'un gaz G inflammable dans l'air	110
Annexe 4 Relative au paragraphe III.1.3.1.a.....	111
Relation entre les obligations du concepteur et celles de l'utilisateur	111
Annexe 5 Relative au paragraphe III.1.3.2.	112
Le Principe de Précaution	112
Annexe 6 Relative au paragraphe III.2.3.1.	113
AMDE(C).....	113
Annexe 7 Relative au paragraphe III.2.3.2.	114
Les étapes de la méthode HAZOP et exemple	114
Annexe 8 Relative au paragraphe III.3.	116
Solution de l'expérience des points encadrés.....	116
Annexe 9 Relative au paragraphe III.4.1.1.	117
Arbre d'évènement du scénario d'accident type "Ermenonville"	117
Annexe 10 Relative au paragraphe III.4.1.2.	118
Arbre de défaillance du scénario d'accident type	118
"défaillance de la mise en sécurité sur place d'une chaufferie"	118
Annexe 11 Relative au paragraphe III.4.1.2.	119
Arbre de défaillance du scénario d'accident type	119

"défaillance de la mise en sécurité à distance d'une chaufferie"	119
Annexe 12 Relative au paragraphe III.1.1.	120
Définir l'accident pour définir la sécurité.....	120
Annexe 13 Relative au paragraphe II.4.2.	123
Base pour représenter par graphe d'états la sûreté de.....	123
fonctionnement d'une station de pompage	123
Annexe 14 Relative au paragraphe II.6.3.	125
L'accident de Tchernobyl	125

CHAPITRE IV – MODELISATION DE LA SURETE PAR LA METHODOLOGIE DE L'ARBRE D'EVENEMENT 135

Introduction à la Méthodologie de la sécurité135

1. Concepts généraux de l'arbre d'événement138

1.1. Origine, définition, but principal, cheminement	138
1.2. Deux types de scénarios	139
1.3. Risques d'explosion combinatoire de la méthode.....	140
1.4. Réduction du nombre de séquences.....	141

2. Démarche d'analyse par arbre d'évènement.....142

2.1. Système à fonctionnement continu	143
2.2. Système à séquence logique ou en stand-by	145

3. Autres applications de la méthodologie.....146

3.1. Exercice 4 : analyse des causes et conséquences	146
3.2. Exercice 5 : analyse préliminaire des risques	147
3.3. Exercice 6 : allocation d'objectifs et spectroscopie des risques	148
3.4. Exemple du détonateur.....	149

4. Eléments de réponses et de solutions.....150

4.1. Exercice 1 : risque d'explosion combinatoire	150
4.2. Exercice 2 : structure complexe en fonctionnement continu	150
4.3. Exercice 3 : refroidissement de secours en attente.....	154
4.4. Exercice 4 : analyse des causes et des conséquences.....	156
4.5. Exercice 5 : analyse préliminaire des risques	157
4.6. Exercice 6 : allocation d'objectifs	158
4.7. Exemple du détonateur.....	159

CHAPITRE V – MODELISATION DE LA SURETE PAR LA METHODOLOGIE DE L'ARBRE DE DEFAILLANCE 163

1. Concepts généraux163

1.1. Origines et contexte.....	163
1.2. Trois classes de défaillances	163
1.3. Buts de l'analyse par arbre de défaillance	164
1.4. Démarche de l'analyse.....	164

2. Méthode d'analyse.....165

2.1. La construction de l'arbre de défaillance	166
--	-----

2.1.1. Les symboles portes	167
2.1.2. Les symboles d'événements	168
2.1.3. Trois autres classes de défaillances	169
2.1.4. Règles de construction	173
2.1.5. Premier exemple de construction d'Add : obscurité dans une pièce	174
2.1.6. Exercices 1 & 2, lancement de la première étape de la méthodologie d'analyse	178
2.2. L'analyse algébrique de l'Add	180
2.2.1. Les coupes et coupes minimales	181
2.2.2. Les chemins et chemins minimaux : Dualité	181
2.2.3. Recherche des coupes minimales et chemins minimaux	182
2.2.4. Règles de construction du dual	183
2.2.5. Algorithme de BICS "Boolean indicated cut set"	184
2.2.6. Mode commun de défaillance	184
2.2.7. Exercices... ..	184
2.3. L'analyse probabiliste de l'Add.	186
2.3.1. Méthode directe.....	187
2.3.2. Méthode des coupes minimales	188
2.3.3. Exercices	189
2.4. Analyse (complémentaire) des influences	191
2.4.1. Généralités sur les facteurs d'influence des événements mis en causes.....	191
2.4.2. Facteur d'importance d'une coupe minimale.....	192
2.4.3. Facteurs d'importance d'un évènement de base.....	193
2.4.4. Autres formes d'influences.....	194
2.4.5. Exercices... ..	194
3. Eléments de réponses et de solutions	195
3.1. Exercice 1 : Analyse par Add d'une structure simple	195
3.2. Exercice 2 : Analyses des causes d'accident d'un système de pompage	200
3.3. Exercice 3 : Analyse qualitative et quantitative simple d'un Add.....	205
3.4. Exercice 4 : Analyse d'influences.....	208