

IEC 31010:2019-06 (E/F)

Risk management - Risk assessment techniques

Management du risque - Techniques d'appréciation du risque

Contents

| | Page |
|--|------|
| FOREWORD | 6 |
| INTRODUCTION | 8 |
| 1 Scope | 9 |
| 2 Normative references | 9 |
| 3 Terms and definitions | 9 |
| 4 Core concepts | 10 |
| 4.1 Uncertainty | 10 |
| 4.2 Risk | 11 |
| 5 Uses of risk assessment techniques | 11 |
| 6 Implementing risk assessment | 12 |
| 6.1 Plan the assessment | 12 |
| 6.1.1 Define purpose and scope of the assessment | 12 |
| 6.1.2 Understand the context | 13 |
| 6.1.3 Engage with stakeholders | 13 |
| 6.1.4 Define objectives | 13 |
| 6.1.5 Consider human, organizational and social factors | 13 |
| 6.1.6 Review criteria for decisions | 14 |
| 6.2 Manage information and develop models | 16 |
| 6.2.1 General | 16 |
| 6.2.2 Collecting information | 16 |
| 6.2.3 Analysing data | 16 |
| 6.2.4 Developing and applying models | 17 |
| 6.3 Apply risk assessment techniques | 18 |
| 6.3.1 Overview | 18 |
| 6.3.2 Identifying risk | 19 |
| 6.3.3 Determining sources, causes and drivers of risk | 19 |
| 6.3.4 Investigating the effectiveness of existing controls | 20 |
| 6.3.5 Understanding consequences, and likelihood | 20 |
| 6.3.6 Analysing interactions and dependencies | 22 |
| 6.3.7 Understanding measures of risk | 22 |
| 6.4 Review the analysis | 25 |
| 6.4.1 Verifying and validating results | 25 |
| 6.4.2 Uncertainty and sensitivity analysis | 25 |
| 6.4.3 Monitoring and review | 26 |
| 6.5 Apply results to support decisions | 26 |
| 6.5.1 Overview | 26 |
| 6.5.2 Decisions about the significance of risk | 27 |
| 6.5.3 Decisions that involve selecting between options | 27 |
| 6.6 Record and report risk assessment process and outcomes | 28 |
| 7 Selecting risk assessment techniques | 28 |
| 7.1 General | 28 |
| 7.2 Selecting techniques | 29 |

| | |
|--|----|
| Annex A (informative) Categorization of techniques | 31 |
| A.1 Introduction to categorization of techniques | 31 |
| A.2 Application of categorization of techniques | 31 |
| A.3 Use of techniques during the ISO 31000 process | 37 |
| Annex B (informative) Description of techniques | 40 |
| B.1 Techniques for eliciting views from stakeholders and experts | 40 |
| B.1.1 General | 40 |
| B.1.2 Brainstorming | 40 |
| B.1.3 Delphi technique | 42 |
| B.1.4 Nominal group technique | 43 |
| B.1.5 Structured or semi-structured interviews | 44 |
| B.1.6 Surveys | 45 |
| B.2 Techniques for identifying risk | 46 |
| B.2.1 General | 46 |
| B.2.2 Checklists, classifications and taxonomies | 47 |
| B.2.3 Failure modes and effects analysis (FMEA) and failure modes, effects and criticality analysis (FMECA) | 49 |
| B.2.4 Hazard and operability (HAZOP) studies | 50 |
| B.2.5 Scenario analysis | 52 |
| B.2.6 Structured what if technique (SWIFT) | 54 |
| B.3 Techniques for determining sources, causes and drivers of risk | 55 |
| B.3.1 General | 55 |
| B.3.2 Cindynic approach | 56 |
| B.3.3 Ishikawa analysis (fishbone) method | 58 |
| B.4 Techniques for analysing controls | 60 |
| B.4.1 General | 60 |
| B.4.2 Bow tie analysis | 60 |
| B.4.3 Hazard analysis and critical control points (HACCP) | 62 |
| B.4.4 Layers of protection analysis (LOPA) | 64 |
| B.5 Techniques for understanding consequences and likelihood | 66 |
| B.5.1 General | 66 |
| B.5.2 Bayesian analysis | 66 |
| B.5.3 Bayesian networks and influence diagrams | 68 |
| B.5.4 Business impact analysis (BIA) | 70 |
| B.5.5 Cause-consequence analysis (CCA) | 72 |
| B.5.6 Event tree analysis (ETA) | 74 |
| B.5.7 Fault tree analysis (FTA) | 76 |
| B.5.8 Human reliability analysis (HRA) | 78 |
| B.5.9 Markov analysis | 79 |
| B.5.10 Monte Carlo simulation | 81 |
| B.5.11 Privacy impact analysis (PIA) / data protection impact analysis (DPIA) | 83 |
| B.6 Techniques for analysing dependencies and interactions | 85 |
| B.6.1 Causal mapping | 85 |
| B.6.2 Cross impact analysis | 87 |
| B.7 Techniques that provide a measure of risk | 89 |
| B.7.1 Toxicological risk assessment | 89 |
| B.7.2 Value at risk (VaR) | 91 |
| B.7.3 Conditional value at risk (CVaR) or expected shortfall (ES) | 93 |
| B.8 Techniques for evaluating the significance of risk | 94 |
| B.8.1 General | 94 |
| B.8.2 As low as reasonably practicable (ALARP) and so far as is reasonably practicable (SFAIRP) | 94 |

| | | |
|--------|---|-----|
| B.8.3 | Frequency-number (F-N) diagrams | 96 |
| B.8.4 | Pareto charts | 98 |
| B.8.5 | Reliability centred maintenance (RCM) | 100 |
| B.8.6 | Risk indices | 102 |
| B.9 | Techniques for selecting between options | 103 |
| B.9.1 | General | 103 |
| B.9.2 | Cost/benefit analysis (CBA) | 104 |
| B.9.3 | Decision tree analysis | 106 |
| B.9.4 | Game theory | 107 |
| B.9.5 | Multi-criteria analysis (MCA) | 109 |
| B.10 | Techniques for recording and reporting | 111 |
| B.10.1 | General | 111 |
| B.10.2 | Risk registers | 112 |
| B.10.3 | Consequence/likelihood matrix (risk matrix or heat map) | 113 |
| B.10.4 | S-curves | 117 |
| | Bibliography | 119 |
| | Figure A.1 – Application of techniques in the ISO 31000 risk management process [3] | 37 |
| | Figure B.1 – Example Ishikawa (fishbone) diagram | 59 |
| | Figure B.2 – Example of Bowtie | 61 |
| | Figure B.3 – A Bayesian network showing a simplified version of a real ecological problem: modelling native fish populations in Victoria, Australia | 69 |
| | Figure B.4 – Example of cause-consequence diagram | 73 |
| | Figure B.5 – Example of event tree analysis | 75 |
| | Figure B.6 – Example of fault tree | 77 |
| | Figure B.7 – Example of Markov diagram | 80 |
| | Figure B.8 – Example of dose response curve | 89 |
| | Figure B.9 – Distribution of value | 91 |
| | Figure B.10 – Detail of loss region VaR values | 91 |
| | Figure B.11 – VaR and CVaR for possible loss portfolio | 93 |
| | Figure B.12 – ALARP diagram | 95 |
| | Figure B.13 – Sample F-N diagram | 97 |
| | Figure B.14 – Example of a Pareto chart | 98 |
| | Figure B.15 – Part example of table defining consequence scales | 114 |
| | Figure B.16 – Part example of a likelihood scale | 114 |
| | Figure B.17 – Example of consequence/likelihood matrix | 115 |
| | Figure B.18 – Probability distribution function and cumulative distribution function | 117 |
| | Table A.1 – Characteristics of techniques | 31 |
| | Table A.2 – Techniques and indicative characteristics | 32 |
| | Table A.3 – Applicability of techniques to the ISO 31000 process | 38 |
| | Table B.1 – Examples of basic guidewords and their generic meanings | 51 |

| | |
|--|-----|
| Table B.2 – Table of deficits for each stakeholder..... | 57 |
| Table B.3 – Table of dissonances between stakeholders | 57 |
| Table B.4 – Example of Markov matrix | 80 |
| Table B.5 – Examples of systems to which Markov analysis can be applied..... | 81 |
| Table B.6 – An example of RCM task selection | 101 |
| Table B.7 – Example of a game matrix..... | 108 |

SOMMAIRE

| | |
|---|-----|
| AVANT-PROPOS..... | 130 |
| INTRODUCTION..... | 132 |
| 1 Domaine d'application | 133 |
| 2 Références normatives | 133 |
| 3 Termes et définitions | 133 |
| 4 Concepts centraux..... | 134 |
| 4.1 Incertitude..... | 134 |
| 4.2 Risque | 135 |
| 5 Utilisations des techniques d'appréciation du risque | 135 |
| 6 Mise en œuvre de l'appréciation du risque..... | 137 |
| 6.1 Planification de l'appréciation..... | 137 |
| 6.1.1 Définition de l'objet et du domaine d'application de l'appréciation | 137 |
| 6.1.2 Compréhension du contexte | 137 |
| 6.1.3 Collaboration avec les parties prenantes | 137 |
| 6.1.4 Définition des objectifs | 138 |
| 6.1.5 Prise en compte des facteurs humains, organisationnels et sociaux | 138 |
| 6.1.6 Revue des critères de décision | 139 |
| 6.2 Gestion des informations et développement de modèles | 140 |
| 6.2.1 Généralités | 140 |
| 6.2.2 Collecte d'informations | 141 |
| 6.2.3 Analyse des données..... | 141 |
| 6.2.4 Développement et application des modèles | 142 |
| 6.3 Application des techniques d'appréciation du risque | 143 |
| 6.3.1 Vue d'ensemble | 143 |
| 6.3.2 Identification du risque | 144 |
| 6.3.3 Détermination des sources, des causes et des facteurs de risque | 145 |
| 6.3.4 Examen de l'efficacité des moyens de maîtrise existants | 145 |
| 6.3.5 Compréhension des conséquences et de la vraisemblance..... | 146 |
| 6.3.6 Analyse des interactions et des dépendances..... | 148 |
| 6.3.7 Compréhension des mesures du risque | 148 |
| 6.4 Examen de l'analyse | 151 |
| 6.4.1 Vérification et validation des résultats..... | 151 |
| 6.4.2 Analyse d'incertitude et de sensibilité | 151 |
| 6.4.3 Surveillance et revue | 152 |
| 6.5 Application des résultats à l'appui des décisions | 152 |
| 6.5.1 Vue d'ensemble | 152 |
| 6.5.2 Décisions relatives à l'importance du risque | 153 |
| 6.5.3 Décisions impliquant de choisir parmi des options | 153 |
| 6.6 Enregistrement et consignation du processus d'appréciation du risque et de ses résultats | 154 |

| | | |
|------------------------|---|-----|
| 7 | Choix des techniques d'appréciation du risque | 155 |
| 7.1 | Généralités | 155 |
| 7.2 | Choix des techniques | 155 |
| Annexe A (informative) | Catégorisation des techniques..... | 157 |
| A.1 | Introduction à la catégorisation des techniques..... | 157 |
| A.2 | Application de la catégorisation des techniques | 157 |
| A.3 | Utilisation des techniques au cours du processus ISO 31000 | 165 |
| Annexe B (informative) | Description des techniques..... | 168 |
| B.1 | Techniques permettant de faire émerger les points de vue des parties prenantes et des experts..... | 168 |
| B.1.1 | Généralités | 168 |
| B.1.2 | "Brainstorming" | 169 |
| B.1.3 | Technique Delphi..... | 170 |
| B.1.4 | Technique des groupes nominaux..... | 171 |
| B.1.5 | Entretiens structurés ou semi-structurés | 173 |
| B.1.6 | Enquêtes | 174 |
| B.2 | Techniques d'identification du risque | 175 |
| B.2.1 | Généralités | 175 |
| B.2.2 | Listes de contrôle, classifications et taxonomies | 176 |
| B.2.3 | Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) et analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)..... | 178 |
| B.2.4 | Etudes de danger et d'exploitabilité (HAZOP) | 180 |
| B.2.5 | Analyse du scénario | 182 |
| B.2.6 | Méthode SWIFT ("Que se passerait-il si?") | 184 |
| B.3 | Techniques de détermination des sources, causes et facteurs de risque | 186 |
| B.3.1 | Généralités | 186 |
| B.3.2 | Approche cindynique | 186 |
| B.3.3 | Méthode d'Ishikawa (diagramme en arêtes de poisson) | 188 |
| B.4 | Techniques d'analyse des moyens de maîtrise..... | 190 |
| B.4.1 | Généralités | 190 |
| B.4.2 | Analyse "nœud papillon" | 191 |
| B.4.3 | Analyse des dangers – points critiques pour leur maîtrise (HACCP) | 193 |
| B.4.4 | Méthode LOPA | 195 |
| B.5 | Techniques permettant de comprendre les conséquences et la vraisemblance..... | 197 |
| B.5.1 | Généralités | 197 |
| B.5.2 | Analyse bayésienne | 198 |
| B.5.3 | Réseaux bayésiens et diagrammes d'influence | 200 |
| B.5.4 | Analyse d'impact sur l'activité (AIA) | 202 |
| B.5.5 | Analyse causes-conséquences (ACC) | 204 |
| B.5.6 | Analyse par arbre d'événement (AAE) | 206 |
| B.5.7 | Analyse par arbre de panne (AAP)..... | 208 |
| B.5.8 | Analyse de fiabilité humaine (AFH) | 210 |
| B.5.9 | Analyse de Markov | 212 |
| B.5.10 | Simulation de Monte-Carlo | 214 |
| B.5.11 | Analyse d'impact sur la vie privée (PIA) / analyse d'impact sur la protection des données (DPIA) | 217 |
| B.6 | Techniques d'analyse des dépendances et des interactions | 219 |
| B.6.1 | Cartographie causale..... | 219 |
| B.6.2 | Analyse d'impacts croisés..... | 221 |

| | | |
|--------------------|--|-----|
| B.7 | Techniques utilisées pour produire une mesure du risque | 223 |
| B.7.1 | Appréciation du risque toxicologique..... | 223 |
| B.7.2 | Valeur en risque (VaR) | 225 |
| B.7.3 | Valeur en risque conditionnelle (CVaR) ou "expected shortfall" (ES)..... | 227 |
| B.8 | Techniques d'évaluation de l'importance d'un risque | 228 |
| B.8.1 | Généralités | 228 |
| B.8.2 | Critères ALARP et SFAIRP | 229 |
| B.8.3 | Diagrammes fréquence-nombre (F-N)..... | 231 |
| B.8.4 | Diagrammes de Pareto | 233 |
| B.8.5 | Maintenance basée sur la fiabilité (MBF) | 235 |
| B.8.6 | Indices de risque | 238 |
| B.9 | Techniques de choix parmi des options..... | 240 |
| B.9.1 | Généralités | 240 |
| B.9.2 | Analyse coût/bénéfice (ACB) | 240 |
| B.9.3 | Analyse par arbre de décision..... | 242 |
| B.9.4 | Théorie des jeux | 244 |
| B.9.5 | Analyse à critères multiples (ACM) | 246 |
| B.10 | Techniques d'enregistrement et de consignation..... | 248 |
| B.10.1 | Généralités | 248 |
| B.10.2 | Registres des risques | 249 |
| B.10.3 | Matrice conséquence/vraisemblance (matrice de risque ou carte thermique) | 251 |
| B.10.4 | Courbes en S | 255 |
| Bibliographie..... | | 258 |

| | |
|--|-----|
| Figure A.1 – Application des techniques au processus de management du risque ISO 31000 [3] | 165 |
| Figure B.1 – Exemple de diagramme d'Ishikawa (en arêtes de poisson)..... | 189 |
| Figure B.2 – Exemple de "nœud papillon" | 191 |
| Figure B.3 – Réseau bayésien montrant une version simplifiée d'un problème écologique réel: modélisation des populations de poissons autochtones dans l'Etat de Victoria en Australie..... | 200 |
| Figure B.4 – Exemple de diagramme causes-conséquences | 205 |
| Figure B.5 – Exemple d'analyse par arbre d'événement..... | 207 |
| Figure B.6 – Exemple d'arbre de panne | 209 |
| Figure B.7 – Exemple de diagramme de Markov | 213 |
| Figure B.8 – Exemple de courbe dose-effet | 223 |
| Figure B.9 – Distribution de la valeur | 226 |
| Figure B.10 – Détail des valeurs de la VaR dans la zone de pertes..... | 226 |
| Figure B.11 – VaR et CVaR pour un portefeuille présentant une perte possible | 228 |
| Figure B.12 – Diagramme ALARP | 230 |
| Figure B.13 – Exemple de diagramme F-N..... | 232 |
| Figure B.14 – Exemple de diagramme de Pareto | 234 |
| Figure B.15 – Exemple partiel de tableau définissant les échelles de conséquences..... | 251 |
| Figure B.16 – Exemple partiel d'échelle de vraisemblance | 252 |
| Figure B.17 – Exemple de matrice conséquence-vraisemblance | 253 |
| Figure B.18 – Fonction de distribution de la probabilité et fonction de distribution cumulative | 255 |

| | |
|--|-----|
| Tableau A.1 – Caractéristiques des techniques..... | 157 |
| Tableau A.2 – Techniques et caractéristiques indicatives | 158 |
| Tableau A.3 – Applicabilité des techniques au processus ISO 31000 | 166 |
| Tableau B.1 – Exemple de mots-guides fondamentaux et de leurs significations génériques..... | 181 |
| Tableau B.2 – Tableau des déficits pour chaque partie prenante | 187 |
| Tableau B.3 – Tableau des dissonances entre les parties prenantes | 188 |
| Tableau B.4 – Exemple de matrice de Markov | 213 |
| Tableau B.5 – Exemples de systèmes auxquels l'analyse de Markov peut s'appliquer..... | 214 |
| Tableau B.6 – Exemple de choix des tâches avec la MBF..... | 237 |
| Tableau B.7 – Exemple de matrice de jeu | 245 |