



Analyse et modélisation des risques

L'évaluation d'un risque consiste, à partir d'un retour d'expérience plus ou moins pertinent et plus ou moins long, à estimer des probabilités d'occurrences pour le futur : probabilité d'un phénomène climatique, de défaillance d'un composant, d'erreur humaine, de comportement aberrant, etc.

On distingue généralement entre deux types de risques : les risques ordinaires, habituellement couverts par une assurance ou une garantie, et les risques extrêmes.

1. Risques ordinaires

S'il s'agit de la défaillance d'un objet industriel, les questions usuelles sont : combien de tests faut-il faire pour évaluer le nombre de retours après mise sur le marché ? quel sera le coût d'une garantie (pour les objets de grande consommation) ? quelle maintenance préventive est nécessaire, avec quelle fréquence ?

Nous nous sommes fait une spécialité de l'amélioration des modèles existants. Bien souvent, les lois probabilistes sont simplifiées à l'excès ; on transpose sans précaution les données enregistrées pour une situation A à une situation B, qui n'a pas grand-chose à voir. Notre travail se traduit par une modélisation beaucoup plus conforme à la réalité.

Livres :

[IEPE] Bernard Beauzamy : Introduction à l'étude des Probabilités Expérimentales.

Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA.

ISBN 979-10-95773-02-3, ISSN 1767-1175. Relié, 192 pages, janvier 2023.

[NMP] Bernard Beauzamy : Nouvelles Méthodes Probabilistes pour l'évaluation des risques. ISBN 978-2-9521458-4-8. ISSN 1767-1175. Editions de la SCM, avril 2010.

[PIT] Olga Zeydina et Bernard Beauzamy : Probabilistic Information Transfer. ISBN : 978-2-9521458-6-2, ISSN : 1767-1175. Editions de la SCM, mai 2013.

Contrats récents :

- 2006-2012, Espaces Ferroviaires : Analyse des risques liés aux opérations immobilières
- 2006, Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières : Etude probabiliste concernant la sécurité des approvisionnements en gaz pour la France
- 2007, CEA, site de Saclay : Méthodes probabilistes en sismologie : analyse critique des modèles et prise en compte des incertitudes
- 2007-2008, Délégation à la Sûreté Nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la Défense : Etude sur le cadre méthodologique des études de sûreté probabilistes
- 2008, Société GPN : Analyse critique en sismologie
- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2009 : prestations de conseil relatives aux études probabilistes de sûreté
- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2010 : analyse mathématique des dispositifs de surveillance au sein d'un réacteur nucléaire
- Réseau Ferré de France, 2011 : Analyse des causes des retards des trains et optimisation des décisions d'investissement
- IRSN, 2011 : Etudes probabilistes concernant la sûreté des réacteurs
- Réseau Ferré de France, 2012 : Mise en place d'indicateurs de criticité
- Areva, 2012 : Méthodes probabilistes pour l'évaluation des propriétés mécaniques de plaques
- Espaces Ferroviaires, 2013 : Analyse des risques liés aux opérations immobilières
- Monceau Assurances, 2014 : Redéfinition de la politique commerciale relative à l'assurance automobile
- L'Oréal, 2016 : Etudes des risques associés aux accidents sur le trajet domicile-travail
- Monceau Assurances, 2016 : Etude de la "sursinistralité" relative à certains risques
- ANDRA, 2016, 2017, 2018 : Etude des risques associés à la surveillance d'un site de stockage de déchets radioactifs
- RATP, 2016, 2017, 2018 : Modélisation du comportement des trains en situation de freinage d'urgence
- RATP, 2018 : Etude probabiliste des risques associés à certaines déformations de structures
- Groupe Atlantic, 2019 : Analyse probabiliste des appels au Service Après-Vente
- PSA, 2020 : Analyse critique des seuils de réassurance
- Eiffage Rail, 2021 : Outils pour l'analyse de la fiabilité des équipements
- Monceau Assurances, 2021-2022 : Le risque tempête et le portefeuille de Monceau Assurances
- RATP, 2022 : Analyse de la stabilité de talus anciens ; l'approche d'Archimède
- Léon Grosse, 2022-2023 : Analyse du risque "grêle" pour les panneaux photovoltaïques
- SNCF, 2024 : Analyse d'une approche probabiliste de valorisation des risques associés aux coûts des projets
- RATP, 2024 : Automatisation d'une ligne de métro. Démonstration de sécurité vis-à-vis du risque de rupture de rail. Accompagnement méthodologique à la Maîtrise d'Ouvrage

2. Phénomènes extrêmes

Dans le cadre de contrats avec la Caisse Centrale de Réassurance (2009-2011), la SCM a mis au point une méthode d'évaluation de la probabilité de phénomènes extrêmes.

Par le passé, celle-ci était généralement évaluée au moyen de lois arbitraires et factices, telle la loi de Gumbel, choisies parce qu'elles ne dépendent que d'un petit nombre de paramètres, dont le calage est facile lorsque les données sont peu nombreuses. On constate que, à partir des mêmes données, des organismes différents parviennent à des conclusions différentes, voire opposées, parce qu'elles utilisent des modèles différents, tous arbitraires. Il y a donc matière à progrès : parvenir à des modèles qui font aussi peu d'hypothèses que possible. C'est ce que permettent les méthodes introduites par la SCM.

Nos méthodes fournissent une loi de probabilité pour les occurrences du phénomène considéré, ce qu'on appelle la durée de retour (laps de temps moyen attendu entre deux occurrences du phénomène).

En 2013, nous avons mis en œuvre ces méthodes à la demande de Vinci Construction Grands Projets (COSEA), dans le cadre de la construction de la ligne TGV Sud Europe Atlantique. Il s'agissait d'évaluer le "débit de projet" pour la Vienne, juste après le confluent avec la Creuse, pour une crue centennale. La DREAL, utilisant des ajustements par loi de Gumbel, était parvenue à une estimation de 3 150 m³/seconde, et COSEA, au moyen d'autres ajustements, obtenait 2 700 m³/s. Nos méthodes ont permis de montrer que ce dernier débit avait en réalité une durée de retour de 160 ans.

Les études réalisées par la SCM sont rédigées pour être directement communiquées aux Autorités de Sûreté, quel que soit le domaine concerné. Nous prenons l'entière responsabilité des résultats auxquels nous parvenons et de la méthodologie que nous employons.

Références

Livres

[GRE] Bernard Beuzamy : Méthodes probabilistes pour la gestion des risques extrêmes. Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA. ISBN : 978-2-9521458-9-3, ISSN : 1767-1175. Relié, 208 pages, juin 2015.

Articles

- [1] 2009, SCM SA, Bernard Beuzamy : Robust Mathematical Methods for Extremely Rare Events : https://www.scmsa.eu/RMM/BB_rare_events_2009_08.pdf
- [2] 2009, Peter Robinson, Quintessa Limited : Efficient Calculation of Certain Integrals for Modelling Extremely Rare Events : https://www.scmsa.eu/RMM/ART_2010_Peter_Robinson_Efficient_Integration.pdf
- [3] 2011, SCM SA, Bernard Beuzamy and Olga Zeydina : The joint probability law of extreme events : https://www.scmsa.eu/RMM/BB_OZ_Joint_Law_Extreme_Events_2011_04_16.pdf

[4] 2012, SCM SA, Bernard Beauzamy : The probability of extreme events: Explicit computations
https://www.scmsa.eu/RMM/BB_closed_form_extreme_events_2012_09.pdf

[5] 2025, BRGM & SCM SA : Cartographie des pollutions : Outils mathématiques pour la représentation spatiale et l'évolution temporelle, par Stéphane Belbèze (BRGM) ; Rima Abdenbi, Lucas Busson, Cherif Seddik, Bernard Beauzamy (SCMSA)
https://www.scmsa.eu/archives/BRGM_SCM_Cartographie_2024_12_21.pdf

Contrats récents

- Caisse Centrale de Réassurance, 2010-2011 : Méthodes probabilistes pour l'évaluation de la loi conjointe de phénomènes extrêmes
- IRSN, 2012 : Calcul d'indicateurs économiques liés aux accidents graves
- Vinci Construction Grands Projets, 2013 : Analyse de la durée de retour des crues extrêmes pour la Vienne et la Creuse (réalisation de la ligne à grande vitesse Sud Europe Atlantique)

https://www.scmsa.eu/archives/SCM_COSEA_Rapport_Cruces_Vienne_2013_10_01.pdf

- EDF/SEPTEN, 2015 : Analyse critique des modèles utilisés pour les études probabilistes de sûreté ; domaines de la mécanique, du séisme et de la thermohydraulique.
- IRSN, 2015-2016 : analyse des risques associés aux dysfonctionnements de certains capteurs
- Monceau Assurances, 2017, 2018 : Modélisation des catastrophes naturelles et de leur impact sur le portefeuille
- PSA, 2020 : Analyse critique des seuils de réassurance
- Orcade Commodities (Suisse), 2021 : Outils pour l'analyse prospective des prix du "Brent" (pétrole de la mer du Nord)
- Société SNF, 2024 : Evolution des températures, précipitations, phénomènes extrêmes, sur 7 sites dans le monde
- Ville de Villiers le Bâcle, Essonne, 2024 : Calcul de la probabilité de retour de pluies extrêmes