



PLAN DE COURS

CIV8530 – Fiabilité des structures et systèmes

Hiver 2017 | Département CGM – Polytechnique Montréal

Crédits	3cr (3 - 0 - 6)
Horaire cours	Mardi : 08h30 – 11h20
Local	M-2203
Préalables	MTH2302C, INF1005A, MEC1410
Professeur	James-A. Goulet (bureau B-431.4.6)
Disponibilité	Mardi : 11h20 – 12h00 & Jeudi 15h30 – 17h00

1 Description de l'annuaire

Méthodes analytiques et numériques d'estimation de la fiabilité des structures et généralisation pour les systèmes du génie civil. Représentation de la défaillance de composantes ou de systèmes structuraux par des fonctions d'états limites. Estimation de la fiabilité des structures à partir d'approximations analytiques du premier ordre MCFOSM/FORM, de deuxième ordre FORM, et d'échantillonnage Monte-Carlo. Mesures d'importance et de sensibilité des paramètres quant à la fiabilité des structures. Traitement des incertitudes et intégration de données empiriques dans le calcul de la fiabilité.

2 Objectifs

Le cours vise à apprendre à :

- Estimer la fiabilité de composantes et de systèmes structuraux à partir de méthodes analytiques et numériques
- Représenter la défaillance d'une structure par des fonctions d'états limites
- Décrire la capacité des structures et de la demande par des lois de probabilité
- Estimer l'importance de paramètres dans la fiabilité de composantes structurales
- Identifier les sources et types d'incertitudes et les inclure dans l'estimation de la fiabilité des structures
- Utiliser un logiciel de calcul de la fiabilité des structures (FERUM/Matlab)
- Appliquer les connaissances acquises à d'autres systèmes du génie civil (mines, transport et environnement)

Utilité du cours

Ce cours enseignera à l'étudiant comment approcher les problèmes de fiabilité et comment estimer la probabilité de défaillance de composantes et de systèmes. L'étudiant sera également en mesure de comprendre et quantifier quels sont les facteurs influençant cette probabilité.

3 Évaluation

Travaux pratiques ($6 \times 5\% = 30\%$), Contrôle périodique (30%), examen final (40%)

4 Travaux pratiques

L'étudiant exécutera six travaux pratiques visant à mettre en pratique la théorie vue en classe. Ces exercices requièrent l'utilisation du logiciel Matlab. Les travaux pratiques seront autocorrigé par les étudiants suivant la procédure expliquée en classe et résumé sur Moodle.

Matière	TP	Contenu
M0	1	Application des concepts de probabilités et statistiques à la définition d'états limites pour les structures et manipulations de modèles structuraux en tant que fonctions de variables aléatoires
M1–M3	2	Simulation d'une structure à l'aide d'une approximation linéaire et construction de densités de probabilités conjointes à partir des densités de probabilités marginales de paramètres structuraux
M4–M5	3	Estimation de la probabilité de défaillance d'un élément structural à l'aide d'une méthode d'échantillonnage Monte-Carlo et d'une approximation analytique de premier ordre FOSM
M6–M7	4	Estimation de la probabilité de défaillance d'un élément structural à l'aide d'une approximation analytique de premier ordre FORM et analyse de la sensibilité des paramètres structuraux quant à la fiabilité
M8–M9	5	Estimation de la probabilité de défaillance d'un pont comportant plusieurs composantes et initiation au logiciel de calcul FERUM (Matlab)
M10–M13	6	Estimation de la probabilité de défaillance d'un élément structural à l'aide d'une méthode d'échantillonnage par importance, intégration de données empiriques, & prise de décisions à partir de la théorie de l'utilité

5 Contenu du cours

Le tableau ci-dessous présente le contenu de chaque module et les lectures correspondantes.

Semaine	Contenu	Lectures
1	Introduction aux défis liés à l'estimation de la <i>fiabilité des composantes (FCS) & systèmes structuraux (FSS)</i> Révision : Théorie des ensembles	[4, §1] [7]*
2	Révision : Théorie des probabilités & fonctions de variables aléatoires	[1, §2] [2, §2]*
3	Module 1 : Lois de probabilités appliquées à la FCS	[1, §3.1-3.3] [2, §3]*
4	Module 2 : Formulation des problèmes de fiabilité Module 3 : FCS – Densités de probabilités multivariées	[1, §3.5-3.6] [1, §4]
5	Module 4 : FCS – techniques d'échantillonnage	
6	Module 5 : FCS – approximations du 1er ordre FOSM	[1, §5.1-5.2]
7	<i>Contrôle périodique</i> Module 6 : FCS : approximations du 1er ordre FORM	[1, §5.3] [3, §14.3.1]
8	Relâche	
9	Module 6 : FCS – approximations du 1er ordre FORM	[3, §14.2]
10	Module 7 : FCS – analyses de sensibilité et mesures d'importances	[3, §14.3.3]
11	Module 8 : FCS – approximations du 2e ordre SORM	[3, §14.4]
12	Module 9 : Fiabilité des systèmes (FSS) Introduction au logiciel FERUM (MATLAB)	[3, §14.3.2] [6]
13	Module 10 : Incertitudes épistémiques et aléatoires liées à la FCS Module 11 : FCS - Intégration de données empiriques	[2, §1.2] [2, §7]
14	Module 12 : Techniques d'échantillonnage avancées Module 13 : Prise de décision à partir de la théorie de l'utilité	[5]

*Ouvrage de référence, i.e. lecture facultative

6 Programme du cours

L'échéancier général comprenant : les cours, examens, et remise de travaux pratiques (TP) est présenté dans le tableau ci-dessous. À noter que l'échéancier sera être adapté en fonction de la progression du cours.

Semaine	Mois	Date (mardi)	Cours (mardi) module #	Remise électronique des TP (Lundi, 20h00)
1		10	M0-introduction	
2	Janvier	17	M0-révision	
3		24	M1	TP1
4		31	M2 & M3	
4		7	M2 & M3	
5	Février	14	M4	TP2
6		21	M5	
7		28	Contrôle périodique	
8		7	Semaine de relâche	
9	Mars	14	M6	TP3
10		21	M7	
11		28	M8 & M9	TP4
12		4	M10 & M11	
13	Avril	11	M12 & M13	TP5
14		18	Période d'examens	TP6
15		25	Période d'examens	
16	Mai	2	Période d'examens	

7 Documents & références

Les références sont disponibles sur Moodle

1. A. Der Kiureghian, (2013), *CE229 - Structural and System Reliability (manuscript)*. Department of Civil and Environmental Engineering, UC Berkeley.
2. A. Der Kiureghian, (2005), *CE193 - Probabilistic Methods for Engineering Risk Analysis*. Department of Civil and Environmental Engineering, UC Berkeley.
3. A. Der Kiureghian (2005). *First- and second-order reliability methods*. Chapter 14 in Engineering design reliability handbook, CRC Press, Boca Raton, FL.
4. O. Ditlevsen, and H. O. Madsen, (1996), *Structural reliability methods*. J. Wiley & Sons, New York, NY. (<http://goo.gl/DmqCJv>)
5. D. W. North, "A tutorial introduction to decision theory," *Systems Science and Cybernetics*, IEEE Transactions on, vol. 4, no. 3, pp. 200–210, 1968.

6. L. Haukaas and A. Der Kiureghian, “Ferum user’s guide,” Berkley : University of California, 2000.
7. A. Attarian, “The official matlab crash course.” 2008.