



École de technologie supérieure
Département de génie de la production
automatisée

Responsable(s) du cours :	Michel Rioux, ing., Ph.D.
Crédits :	3

SYS861
PLANIFICATION ET ANALYSE STATISTIQUE D'EXPÉRIENCES
Préalable(s) :

PLAN DE COURS – SESSION ÉTÉ 2014

1. Coordonnées de l'enseignant – Information variable / enseignant

Groupe 01: Michel Rioux (Michel.Rioux@etsmtl.ca)

2. Descriptif officiel du cours - Information fixe / Description annuelle

S'initier à la planification et à l'analyse expérimentale. Se familiariser avec les techniques statistiques d'analyse de données et l'interprétation des résultats expérimentaux. Introduction aux concepts fondamentaux de l'approche statistique à l'analyse expérimentale. Analyse de variance. Régression simple et multiple. Tests de normalité et estimation. Plans d'expériences factorielles et fractionnaires. Modélisation et optimisation des essais. Introduction aux méthodes Taguchi de la qualité. Mise en œuvre des plans d'expériences. Utilisation de logiciels statistiques avancés permettant la planification et l'optimisation des essais, l'analyse et l'interprétation des résultats.

3. Objectifs spécifiques du cours - Information variable / enseignant

Au terme de ce cours, l'étudiant sera en mesure de :

- Prendre conscience de l'importance du design d'expériences en génie (démarche Six Sigma, tests d'amélioration, R & D, etc.);
- Définir une problématique expérimentale;
- Établir une stratégie expérimentale;
- Planifier ses expériences (dont le choix des plans) et les exécuter rigoureusement;
- Analyser les données (aussi à l'aide d'outils spécialisés);
- Modéliser le phénomène étudié;
- Déterminer les réglages optimaux;
- Valider les prévisions;
- Vulgariser et transmettre ses résultats.

4. Stratégies pédagogiques utilisées – Information variable / enseignant

- 36 heures de cours magistraux
- 99 heures de travail personnel (lecture, étude, devoirs)

Ce cours est structuré en trois blocs de quatre séances de trois heures (vendredi am +pm et samedi am + pm). Chaque séance couvrira les aspects théoriques et sera enrichie de démonstrations. Application informatique sur différents systèmes.

5. Contenu du cours – Information variable / enseignant

Distribution du contenu du cours conformément à la description annuelle. Il est à noter que le total des heures de cours doit totaliser 36 heures.

Date	Contenus traités dans le cours	Heures
C01 9 mai am	INTRODUCTION ET COMPARAISONS SIMPLES <ul style="list-style-type: none"> ▪ Présentation du plan de cours ▪ Introduction ▪ Mise en contexte ▪ Méthodes statistiques de base Chapitres 1 et 2	3
C02 9 mai pm	ANALYSE DE VARIANCE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Modèle d'ANAVAR (ANOVA) ▪ Vérification des hypothèses ▪ Méthodes non paramétriques Chapitre 3	3
C03 10 mai am	PLANS FACTORIELS GÉNÉRAUX <ul style="list-style-type: none"> ▪ Avantage des plans factoriels ▪ Ajustement de courbe, surface ou hyper-surface Chapitres 5	3
C04 10 mai pm	PLANS 2^k <ul style="list-style-type: none"> ▪ Plans 2^2, 2^3 et 2^k ▪ Essais sans réplique ▪ Points centraux ▪ Codage des facteurs (-1, 0, +1) Chapitres 6	3
C05 30 mai am	BLOCAGE ET CONFUSION AVEC LES PLANS 2^k <ul style="list-style-type: none"> ▪ Blocage ▪ Intérêt de faire des blocs ▪ Confusion des effets Chapitre 7	3
C06 30 mai pm	PLANS FACTORIELS FRACTIONNAIRES 2^{k-p} <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fraction d'un plan ▪ Génération d'un plan fractionnaire (générateur d'alias) ▪ Analyse d'un plan fractionnaire (hypothèses d'analyse) ▪ Résolution d'un plan Chapitre 8	3

Date	Contenus traités dans le cours	Heures
C07 31 mai am	AJUSTEMENT DE MODÈLES DE RÉGRESSION <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimation des paramètres en régression linéaire (moindres carrés) ▪ Tests d'hypothèse des paramètres ▪ Intervalles de confiance des paramètres et de la réponse moyenne ▪ Prédictions ▪ Diagnostic ▪ Qualité de l'ajustement Chapitre 10	3
C08 31 mai pm	PLANS ET MÉTHODOLOGIE DE SURFACE DE RÉPONSE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stratégie expérimentale évolutive ▪ Méthode de la pente la plus ascendante (descendante) ▪ Plans et modèles du second degré ▪ Plans augmentés ▪ Plans de mélange Chapitre 11	3
C09 20 juin am	INGÉNIERIE ROBUSTE (MÉTHODE TAGUCHI) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Robustesse ▪ Plans croisés ▪ Arbitrage des réponses (moyenne et variance, ratio S/B) Chapitre 12	3
C10 20 juin pm	Autres considérations de design et d'analyse <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réponses non normales et transformations ▪ Modèle linéaire généralisé ▪ ... Chapitres 15	3
C11 21 juin am	RÉVISION ET INTÉGRATION	3
C12 21 juin pm	PRÉSENTATIONS DES PROJETS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Critique constructive des projets par les étudiants 	3
Total		36

6. Laboratoires ou travaux pratiques – *Information variable / enseignant*

Ce cours ne comprend pas de périodes supplémentaires pour les travaux pratiques. Par contre, certains travaux pratiques seront réalisés pendant les périodes de cours.

7. Utilisation d'outils d'ingénierie – Information variable / enseignant

- Logiciel de simulation d'expériences (Simware Pro)
- Logiciel de conception et d'analyse d'expérience (Statgraphics et Excel)
- Divers petits montages expérimentaux (ex. : catapultes, drone, etc.)

8. Évaluation – Information variable / enseignant

Activité	Description	%	Date de remise
Devoir 1	Première partie (10 %)	15	29 mai
Quiz 1	Le quiz 1 est d'une durée d'une heure, avec documentation et calculatrice. Il couvre la matière des cours 1 à 4 inclusivement.	10	30 mai
Devoir 2	Deuxième partie (10 %)	15	19 juin
Quiz 2	Le quiz 2 est d'une durée d'une heure, avec documentation et calculatrice. Il couvre la matière des cours 5 à 8 inclusivement.	10	20 juin
Projet	Une présentation (10 %)	15	21 juin
Projet	Un rapport (25 %)	25	21 juin
Quiz 3	Le quiz 3 est d'une durée d'une heure, avec documentation et calculatrice. Il couvre la matière des cours 9 à 12 inclusivement.	10	21 juin

Retard de remise d'un travail – Information variable / enseignant

Aucun retard accepté sans motif valable (billet médical).

Utilisation d'appareils électroniques – Information variable / enseignant

Aucun moyen de télécommunication lors des examens.

Absence à un examen – Information fixe

Dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la tenue de son examen, l'étudiant devra justifier son absence auprès de la coordonnatrice – Affaires départementales qui en référera au directeur du département. Pour un examen final, l'étudiant devra justifier son absence auprès du Bureau du registraire. Toute absence non justifiée par un motif majeur (maladie certifiée par un billet de médecin, décès d'un parent immédiat ou autre) à un examen entraînera l'attribution de la note zéro (0).

Plagiat et fraude – Information fixe

Les clauses du « Chapitre 10 : Plagiat et fraude » du « Règlement des études de 1^{er} cycle » s'appliquent dans ce cours ainsi que dans tous les cours du département. Afin de sensibiliser au respect de la propriété intellectuelle, tous les étudiants doivent consulter la page Citer, pas plagier ! <http://www.etsmtl.ca/Etudiants-actuels/Cycles-sup/Realisation-etudes/Citer-pas-plagier>

9. **Documentation obligatoire – Information variable / enseignant**
Design and Analysis of Experiments, 8th ed.
MONTGOMERY, D.C.
Wiley, 2013
ISBN : 978-1-118-14692-7
10. **Ouvrages de référence – Information variable / enseignant**
Effective Experimentation for Scientists and Technologists
BODDY, R. et G. SMITH
Wiley, 2010
ISBN : 978-0-470-68460-3
- Six Sigma for the New Millenium*
PRIES, K.H.
ASQ Quality Press, 2009
ISBN-13 : 978-0-87389-749-5
- The Certified Six Sigma Black Belt Handbook*
KUBIAK, T.M. et D.W. BENBOW
ASQ Quality Press, 2009
ISBN-13 : 978-0-87389-732-7
- Six Sigma Advanced Tools for Black Belts and Master Black Belts*
TANG, L.C., T.N. GOH, H. S. YAM et T. YOAP
Wiley, 2006
ISBN-13 : 978-0-470-02583-2
- Applied Linear Statistical Models*
KUTNER, M.H., C. J. NACHTSHEIM, J. NETER et W. LI
McGraw-Hill/Irwin, 5^e éd., août 2004
ISBN-13 : 978-0072386882
- Experiments: Planning, Analysis, and Parameter Design Optimization*
WU, C.F.J. et M. HAMADA
Wiley-Interscience, 2^e éd., 2009
ISBN-13 : 978-0-471-69946-0
- Handbook of Experimental Methods for Process Improvement*
DRAIN, D.C.
Springer, 1^{ère} éd., février 1997
ISBN-13 : 978-0412127014
- Improving Almost Anything: Ideas and Essays*
BOX, G.E.P.
Wiley-Interscience, Revised Edition, avril 2006
ISBN-13 : 978-0471727552

Industrial Experiments Without Statistical Pain

PUGH, G. A.

American Society for Quality, mai 1994

ISBN-13 : 978-0873892780

Optimum Experimental Designs

ATKINSON, A.C. et A.N. DONEV

Clarendon Press, août 1992

ISBN-13 : 978-0198522546

Practical Guide to Experimental Design

FRIGON, N.L. et D. MATHEWS

Wiley, nov. 1996

ISBN-13 : 978-0471139195

Practical Strategies for Experimenting

ROBINSON, G.K.

Wiley, 1^{ère} éd., sept. 2000

ISBN-13 : 978-0471490555

Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments

MONTGOMERY, D.C. et R.H. MYERS

Wiley-Interscience, 2^e éd., janv. 2002

ISBN-13 : 978-0471412557

Robust Engineering: Learn How to Boost Quality While Reducing Costs and Time to Market

TAGUCHI, G. et S. CHOWDHURY

McGraw-Hill Professional, 1^{ère} éd., oct. 1999

ISBN-13 : 978-0071347822

Six Sigma: Advanced Tools for Black Belts and Master Black Belts

TANG, L.C., T.N. GOH, H. S. YAM et T. YOAP

Wiley, 1^{ère} éd., nov. 2006

ISBN-13 : 978-0470025833

Statistical Methods for Testing, Development, and Manufacturing

BREYFOGLE, F.W. III

Wiley-Interscience, mars 1992

ISBN-13 : 978-0471540359

Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery

BOX, G.E.P., J. S. HUNTER et W.G. HUNTER

Wiley-Interscience, 2^e éd., mai 2005

ISBN-13 : 978-0471718130