

Université du Québec à Montréal
École des sciences de la gestion
Management et Technologie

Plan de cours

ADM 992D
Séminaire en modélisation et
simulation dynamique des systèmes

30 janvier 2015

Professeur :

L. Martin CLOUTIER, Ph.D.
Courriel : cloutier.martin@uqam.ca

Introduction

L'accélération du changement économique, technologique et social incite les gestionnaires d'entreprises à apprendre et à innover de manière soutenue et accélérée. Pour créer une valeur économique, les gestionnaires doivent apprendre à créer et à gérer des systèmes complexes qui comprennent de nombreuses rétroactions, des choix interreliés, des parties prenantes aux horizons variés, de longs délais et des réponses non linéaires à des prises de décisions. Apprendre dans un environnement aussi changeant est difficile parce qu'assurément l'impact des décisions devient manifeste de manière asynchrone aux décisions. La dynamique des systèmes, ses techniques qualitatives et quantitatives, accompagnée d'une suite d'outils informatiques forme une méthode qui peut soutenir l'étude et la recherche causale afin de comprendre l'impact des décisions et des tâches décisionnelles dynamiques sur les comportements endogènes des systèmes qui nous entourent.

Les candidats aux divers programmes et les décideurs n'ont plus besoin d'une préparation importante en mathématiques et en programmation pour assurer le développement de modèles de simulation dynamique. Grâce à de nombreuses innovations logicielles, la modélisation dynamique est désormais à la portée de la majorité. La dynamique des systèmes permet aux chercheurs-es de mieux comprendre comment la performance des organisations est étroitement liée à sa structure de fonctionnement interne, et à ses stratégies, de même qu'à celles de ses clients, compétiteurs et fournisseurs. L'apprentissage de la dynamique des systèmes est un premier pas vers l'apprentissage d'une méthodologie flexible qui complète et peut intégrer les techniques et résultats d'autres approches empiriques de modélisation. Elle est également importante pour l'apprentissage individuel et organisationnel, et une composante incontournable de l'intelligence d'affaires.

Objectifs spécifiques du cours

1. Comprendre les fondements et les méthodes de la dynamique des systèmes;
2. Comprendre les contextes d'utilisation de la dynamique des systèmes;
3. Devenir un utilisateur autonome d'un logiciel de simulation de la dynamique des systèmes;
4. Se familiariser avec la nature des applications de la dynamique des systèmes en management;
5. Explorer certaines frontières de la recherche en dynamique des systèmes;
6. Développer une vision systémique de la dynamique des systèmes;
7. Développer l'esprit critique et savoir articuler des questions de recherche
8. Apprendre à caractériser des enjeux de recherche au moyen d'un modèle de simulation dynamique;
9. Développer des habiletés de communication (orales et écrites) des relations complexes qui influencent le comportement dynamique endogène d'un système (par exemple, d'un département, d'une firme, d'une chaîne de valeur, d'un écosystème) au moyen des méthodes (qualitatives et quantitatives) de la dynamique des systèmes.

Pédagogie

Les rencontres auront lieu les lundis de 14h00 à 17h00. Le cours comprend deux modules principaux.

Module 1. Les quatre rencontres du module 1 feront l'objet de cours magistraux et de l'enseignement d'un logiciel de simulation dynamique selon les principes de la dynamique des systèmes. L'objectif de ce module est de s'assurer que les candidats-es maîtrisent les fondements techniques (théoriques et appliqués) de la dynamique des systèmes avant de s'engager dans une exploration intensive et critique de la littérature et dans l'analyse des sphères d'applications en management. L'utilisation du logiciel de façon autonome par tous pour la réalisation des travaux pratiques et du projet de session est donc

obligatoire. Des séances de laboratoires supervisées à l'intérieur du temps prévu pour les rencontres se tiendront afin de favoriser un apprentissage convivial des concepts de la dynamique des systèmes et du logiciel. À la demande des étudiants, des périodes supplémentaires en laboratoire pourront être ajoutées pour l'apprentissage du logiciel.

Module 2. Les rencontres du module 2 se feront sous la forme de séminaires animés par les candidats-es. Un ou plusieurs candidats-es seront responsables pour l'animation de la discussion en classe. Ces candidats-es devront avoir réfléchi aux efforts que nécessite l'animation d'une discussion de trois heures en classe. Le professeur va, bien entendu, fournir une supervision individualisée en préparation à ces discussions et participer à cette animation. Bien qu'un ou plusieurs candidats-es soient officiellement désignés à chaque période comme animateurs, les autres participants doivent activement contribuer à la discussion en posant des questions, en analysant les lectures assignées et en exprimant des opinions (complémentaires ou critiques) sur les divers aspects soulevés par les animateurs et les collègues.

Références et logiciels utilisés

Textes obligatoires :

- Sterman, J.D. (2000). *Business Dynamics : System thinking and modeling for a Complex World*. New York: Iwin/McGraw-Hill.

Logiciels :

- **Powersim**[®] pour la simulation dynamique
- **Vensim**[®] pour la simulation dynamique

Évaluation

Examen intra	20%
Projet de session	40%
Travaux pratiques	10%
Rapports de lectures/animation des discussions	<u>30%</u>
Total	100%

Examen intra. Un examen intra à livres et à notes fermés aura lieu à la fin du module 1. Cet examen intra est une opportunité pour les candidats-es de s'assurer qu'ils-elles maîtrisent bien les concepts de la modélisation et de la simulation dynamique.

Travaux pratiques (TP). Trois (3) travaux pratiques devront être complétés durant le module 1. L'objectif des TP est de favoriser une compréhension des concepts de la dynamique des systèmes présentés en classe et de développer des compétences d'utilisation du logiciel. Les travaux pratiques devront être soumis par courriel **avant** le cours de la semaine suivante.

Rapports de lectures/animation des discussions (RL). Les étudiants qui animent la discussion en classe lors d'une rencontre devront préparer un résumé écrit (environ une page par article ou chapitre à raison de trois ou quatre articles par rencontre) des lectures assignées pour fins d'animation de la discussion. Ces résumés doivent inclure les rubriques suivantes :

- Présenter la référence complète de l'article;
- Résumer l'objectif de l'article;

- Définir les concepts et décrire le niveau de l'analyse;
- Relever les suppositions, les propositions, les hypothèses, ainsi que les justifications;
- Souligner les conclusions ou l'importance des résultats.

Si vous n'êtes pas un animateur de discussion lors d'une rencontre vous devez préparer un résumé critique (environ une page par article ou chapitre à raison de trois ou quatre articles par rencontre) des lectures assignées. Ces résumés devront contenir les rubriques suivantes :

- Un résumé concis de la problématique de base de l'article;
- Une évaluation des forces, des faiblesses et des limites de l'article;
- Des suggestions constructives et réalistes pouvant orienter la recherche future.

Il va sans dire que la présence en classe est obligatoire. La participation en classe est essentielle pour la qualité des apprentissages.

Projet de recherche (PR). Un des aspects critiques de ce cours est l'articulation d'une problématique se rapportant au comportement dynamique et non linéaire d'un système et le développement d'un diagramme causal qualitatif et d'un modèle de simulation de type niveaux-taux quantitatif pour caractériser cette problématique. Ce PR est individuel et devra être présenté oralement en classe de manière formelle lors de la dernière rencontre. Bien que vous ayez une latitude au niveau du choix de la problématique, vous devez néanmoins définir cette dernière rapidement et procéder au développement du modèle tôt en session.

La problématique devra être une contribution originale potentiellement publiable dans une revue avec comité de lecture (néanmoins, cela devrait être un objectif minimal de départ). Le projet de recherche sera complété en plusieurs étapes tout au long de la session. Les rapports d'étapes devront être soumis par courriel avant le cours de la date indiquée dans la Table des matières. Une note globale sera attribuée lors de la remise finale du manuscrit. Les fichiers du PR final et du modèle devront être transmis par courriel au professeur.

La table des matières principale du rapport final devra être la suivante :

Table des matières :

1. Introduction
2. Identification du système, problématique et question(s) (11 octobre)
3. Revue de la littérature sur le domaine choisi
4. Méthodes
 - a. Modèle conceptuel (diagramme d'influence et texte descriptif) (1^{er} novembre)
 - b. Modèle dynamique
 - i. Sources des données (15 novembre)
 - ii. Description du modèle (Powersim[®]) (29 novembre)
5. Résultats de la simulation
6. Conclusion
7. Liste des références
8. Appendices (équations du modèle, commentaires du professeur dans la réalisation des étapes, articles de journaux, sites web, etc.)

Ci-dessous quelques revues académiques pouvant contenir des applications en modélisation et simulation dynamique. Cela peut constituer un point de départ utile dans le cadre d'une recherche bibliographique :

System Dynamics Review
Simulation & Gaming
European Journal of Operational Research

The Journal of Systems and Software
Decision Support Systems

Table des matières du cours

Module 1

Rencontre 1. Concepts de base : structure et comportement des systèmes
Rencontre 2. Archétypes, apprentissage organisationnel et modèles génériques
Rencontre 3. Oscillations
Rencontre 4. Croissance et effondrement
Rencontre 5. Examen intra

Module 2

Rencontre 6. Épistémologie et méthodologie
Rencontre 7. Développement de modèles décisionnels semi et non structurés
Rencontre 8. Apprentissage des / avec les principes de la dynamique des systèmes
Rencontre 9. IS / IT / développement logiciel, management de l'information, I
Rencontre 10. IS / IT / développement logiciel, management de l'information, II
Rencontre 11. Management des processus, opérations et stratégie technologique, I
Rencontre 12. Management des processus, opérations et stratégie technologique, II
Rencontre 13. Évaluation des modèles de simulation par la dynamique des systèmes
Rencontre 14. Simulateurs de gestion, Big Data
Rencontre 15. Présentation des projets de session

Autres thèmes possibles pour Module 2, selon l'intérêt des candidats :

Gestion des soins de la santé
Gestion financière
Gestion des ressources et environnement
Génie logiciel

Contenu des rencontres et bibliographie

Module 1

Rencontre 1 Concepts de base : structure et comportement des systèmes

Articles :

Forrester, J.W. (1995). The beginning of system dynamics. *The McKinsey Quarterly*, 4, 4-16.
Sterman, J.D. (2001). Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43, 8-25.

Manuel :

Sterman, J.D.W. (2000).

Rencontre 2. Archétypes, apprentissage organisationnel et modèles génériques

Manuel:

Braun, W. (2002). *The System Archetypes*. Disponible à :
<http://www.hlthsys.com/lib/sysarch.htm>.
Senge, P.M. (1990). *The Fifth Discipline*. New York, NY: Doubleday, pp. 378-390.

Wolstenholme, E. F. (2003). Towards the definition and use of a core set of archetypal structures in system dynamics. *System Dynamics Review*, 19(1), 7-26.

Rencontre 3. Oscillations

Manuel:

Sterman, J.W.D. (2000).

Wheland, J., & Msefer, K. (1996). *Economic Supply and Demand*. Cambridge, MA: System Dynamics in Education Project, MIT System Dynamics Group.

Rencontre 4. Croissance et effondrement

Manuel:

Breierova, L. (1996). *Generic Structures: Overshoot and Collapse*. Cambridge, MA: System Dynamics in Education Project, MIT System Dynamics Group.

Sterman, J.D.W. (2000).

Rencontre 5. Examen intra

Module 2

Rencontre 6. Épistémologie et méthodologie

Lectures :

Homer, J. (2013). The aimless plateau, revisited: why the field of system dynamics needs to establish a more coherent identity. *System Dynamics Review*, 29(2), 124-127.

Homer, J. (2014). Levels of evidence in system dynamics modeling. *System Dynamics Review*, 30(1-2), 75-80.

Lane, D. C. (2007). The power of the bond between cause and effect: Jay Wright Forrester and the field of system dynamics. *System Dynamics Review*, 23(2-3), 95-118.

Richardson, G. P. (2011). Reflections on the foundations of system dynamics. *System Dynamics Review*, 27(3), 219-243.

Richardson, G. P. (2014). "Model" teaching. *System Dynamics Review*, 30(1-2), 81-88.

Richardson, J. (2013). The past is prologue: reflections on forty-plus years of system dynamics modeling practice. *System Dynamics Review*, 29(3), 172-187.

Rodriguez-Ulloa, R., & Paucar-Caceres, A. (2005). Soft system dynamics methodology (SSDM): Combining soft systems methodology (SSM) and system dynamics (SD). *Systemic Practice and Action Research*, 18(3), 303-334.

Rencontre 7. Développement de modèles décisionnels semi et non structurés

Lectures :

Hayward, J., & Boswell, G. P. (2014). Model behaviour and the concept of loop impact: A practical method. *System Dynamics Review*, 30(1-2), 29-57.

Howick, S., Ackermann, F., & Andersen, D. (2006). Linking event thinking with structural thinking: methods to improve client value in projects. *System Dynamics Review*, 22(2), 113-140.

Luna-Reyes, L. F., Martinez-Moyano, I. J., Pardo, T. A., Cresswell, A. M., Andersen, D. F., & Richardson, G. P. (2006). Anatomy of a group model-building intervention: building dynamic theory from case study research. *System Dynamics Review*, 22(4), 291- 320.

- Martinez-Moyano, I. J., (2012). Documentation for model transparency. *System Dynamics Review*, 28(2), 199-208.
- Martinez-Moyano, I. J., & Richardson, G. P. (2013). Best practices in system dynamics modeling. *System Dynamics Review*, 29(2), 102-123.
- Mashayekhi, A. N., & Ghili, S. (2012). System dynamics problem definition as an evolutionary process using the concept of ambiguity. *System Dynamics Review*, 28(2), 182-198.

Rencontre 8. Apprentissage des / avec les principes de la dynamique des systèmes

Lectures

- Arango Aramburo, S., Castañeda Acevedo, J. A., & Olaya Morales, Y. (2012). Laboratory experiments in the system dynamics field. *System Dynamics Review*, 28(1), 94-106
- Ghaffarzadegan, N., Lyneis, J., & Richardson, G. P. (2011). How small system dynamics models can help the public policy process. *System Dynamics Review*, 27(1), 22-44.
- Kunc, M. (2012). Teaching strategic thinking using system dynamics: lessons from a strategic development course. *System Dynamics Review*, 28(1), 28-45.
- Rahmandad, H., Repenning, N., & Sterman, J. (2009). Effects of feedback delay on learning. *System Dynamics Review*, 25(4), 309-338.

Rencontres 9 et 10. IS / IT / développement logiciel, management de l'information

Lectures :

- Barnabè, F. (2011). A “system dynamics-based balanced scorecard” to support strategic decision making. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(5), 446-473.
- Bianchi, C., & Bivona, E. (2002). Opportunities and pitfalls related to e-commerce strategies in small-medium firms: A system dynamics approach. *System Dynamics Review*, 18(3), 403.
- Dutta, A., & Roy, R. (2008). Dynamics of organizational information security. *System Dynamics Review*, 24(3), 349-375.
- Georgantzis, N. C., & Katsamakos, E. G. (2008). Information systems research with system dynamics. *System Dynamics Review*, 24(3), 247-264.
- Luna-Reyes, L. F., Black, L. J., Cresswell, A. M., & Pardo, T. A. (2008). Knowledge sharing and trust in collaborative requirements analysis. *System Dynamics Review*, 24(3), 265-297.
- Rahmandad, H., & Weiss, D. M. (2009). Dynamics of concurrent software development. *System Dynamics Review*, 25(3), 224-249.

Rencontres 11 et 12. Management des processus, opérations et stratégie technologique

Lectures :

- Bradley Morrison, J. (2012). Process improvement dynamics under constrained resources: managing the work harder versus work smarter balance. *System Dynamics Review*, 28(4), 329-350.
- Davenport, S., Campbell-Hunt, C., & Solomon, J. (2003). The dynamics of technology strategy: an exploratory study. *R&D Management*, 33(5), 481-499.
- Gary, M. S., Kunc, M., Morecroft, J. D. W., & Rockart, S. F. (2008). System dynamics and strategy. *System Dynamics Review*, 24(4), 407-429.
- Lai, C. L., Ip, W. H., & Lee, W. B. (2001). The system dynamics model for engineering services. *Managing Service Quality*, 11(3), 191-199.

- Owens, B. D., Leveson, N. G., & Hoffman, J. A. (2011). Procedure rework: a dynamic process with implications for the “rework cycle” and “disaster dynamics”. *System Dynamics Review*, 27(3), 244-269.
- Rahmandad, H., & Hu, K. (2010). Modeling the rework cycle: capturing multiple defects per task. *System Dynamics Review*, 26(4), 291-315.
- Repenning, N. P. (2000). A dynamic model of resource allocation in multi-project research and development systems. *System Dynamics Review*, 16(3), 173-212.
- Warren, K. (2006). Improving strategic management with the fundamental principles of system dynamics. *System dynamics Review*, 21, 329-350.
- Wong, R., & Sheng, S. Y. (2012). A business application of the system dynamics approach: Word-of-mouth and its effect in an online environment. *Technology Innovation Management Review*, 2(6), 42-48.

Rencontre 13. Évaluation des modèles de simulation par la dynamique des systèmes

Lectures :

- Andersen, D. L., Luna-Reyes, L. F., Diker, V. G., Black, L., Rich, E., & Andersen, D. F. (2012). The disconfirmatory interview as a strategy for the assessment of system dynamics models. *System Dynamics Review*, 28(3), 255-275.
- Grosser, S. N., & Schwaninger, M. (2012). Contributions to model validation: hierarchy, process, and cessation. *System Dynamics Review*, 28(2), 157-181.
- Mojtahedzadeh, M. (2011). Consistency in explaining model behavior based on its feedback structure. *System Dynamics Review*, 27(4), 358-373.
- Oreskes, N., Shrader-Frechette, K., et Belitz, K. (1994). Verification, Validation, and Confirmation in Numerical Models in the Earth Sciences. *Science*, 263: 641-646.
- Rahmandad, H., & Sterman, J. D. (2012). Reporting guidelines for simulation-based research in social sciences. *System Dynamics Review*, 28(4), 396-411.
- Sterman, J. (2002). All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review*, 18, 501-531.
- Tan, B., Anderson, E. G., Dyer, J. S., & Parker, G. G. (2010). Evaluating system dynamics models of risky projects using decision trees: alternative energy projects as an illustrative example. *System Dynamics Review*, 26(1), 1-17.

Rencontre 14. Simulateur de gestion sur le Web, Big Data

Lectures :

- Eberlein, R.L., & Chichakly, K.J. (2013). XMILE: a new standard for system dynamics. *System Dynamics Review*, 29(2), 188-195.
- Sterman, J. (2014). Interactive web-based simulations for strategy and sustainability: The MIT Sloan LearningEdge management flight simulators, Part I. *System Dynamics Review*, 30(1-2), 89-121.
- Sterman, J. (2014). Interactive web-based simulations for strategy and sustainability: The MIT Sloan LearningEdge management flight simulators, Part I. *System Dynamics Review*, 30(3), 206-231.