

**DÉPARTEMENT DE MATHÉMATIQUES ET DE STATISTIQUE  
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL  
PLAN DE COURS : HIVER 2021**

Sigle du cours :	<b>STT-3220</b>
Titre du cours :	<b>Méthodes de prévision</b>
Professeur :	Pierre Duchesne
Bureau :	4251, Pavillon André-Aisenstadt
e-mail :	duchesne@DMS.UMontreal.CA
	page web : <a href="http://www.dms.umontreal.ca/~duchesne">http://www.dms.umontreal.ca/~duchesne</a>
Horaire du cours :	jeudi, 10h30-11h30 (à distance), vendredi, 10h30-12h30 (à distance),
Horaire des travaux pratiques :	jeudi, 8h30-10h30 (à distance).
Disponibilité :	jeudi, 11h30-12h30 (ou sur rendez-vous).

---

## Plan du cours

### 1. Rôle de la prévision dans les analyses statistiques.

Classification des prévisions. Introduction aux modèles de régression et de séries chronologiques. Meilleur prédicteur en moyenne quadratique. Espérance conditionnelle. Calcul des prévisions dans les modèles de régression linéaire multiple.

### 2. Hétéroscédasticité

Nature de l'hétéroscédasticité. Corrections pour l'hétéroscédasticité. Tests statistiques pour détecter l'hétéroscédasticité : test de Goldfeld-Quandt, test de Breusch-Pagan-Godfrey et test de White.

### 3. Corrélacion sérielle

Nature de la corrélation sérielle. Tests pour la corrélation sérielle. Test de Durbin-Watson. modèles de régression avec erreurs autocorrélées. Procédure de Yule-Walker (Cochrane-Orcutt), des moindres carrés inconditionnels (Hildreth-Lu) et à vraisemblance maximale.

### 4. Lissage exponentiel

Modèle de lissage exponentiel simple. Modèle de lissage exponentiel double. Motivation. Liens avec le modèle de régression pondéré. Lissage double et méthode de Holt. Mise en oeuvre du lissage simple et double. Bandes de prévision.

### 5. Concepts fondamentaux de séries chronologiques.

Processus stationnaires et non-stationnaires. Stationnarité au second ordre. Stationnarité au sens strict. Autocorrélations et autocorrélations partielles. Estimation de la moyenne d'un processus stationnaire. Estimation des autocovariances et autocorrélations.

## 6. modèles de séries chronologiques linéaires.

Modèles moyennes-mobiles (MA) ; modèles autorégressifs (AR) ; Identification des ordres autorégressifs et moyennes-mobiles. Modèles autorégressifs moyennes-mobiles (ARMA) ; modèles ARIMA ; modèles ARIMA saisonniers (SARIMA). Estimation du modèle. Validation. Prévision avec erreur quadratique moyenne minimale. Calculs des prévisions. Erreurs de prévision. Intervalles de confiance des prévisions. Tests basés sur les autocorrélations.

## 7. Introduction aux modèles autorégressifs conditionnellement hétéroskédastiques (si le temps le permet).

Formulation d'un modèle autorégressif conditionnellement hétéroskédastique (ARCH). modèles ARCH généralisés (GARCH). Volatilité. Liens avec les modèles ARMA.

## Barème

Le barème proposé est le suivant :

Quiz	$4.25\% \times 6 = 25.5\%$
Examen final :	40% (date de l'examen final : vendredi 29 avril ; à distance)
Projet :	10%
Travaux :	$10\% \times 2 = 20\%$
Participation :	4.5%

Vous disposez d'une séance de travaux pratiques de deux heures les jeudis matins de 8h30-10h30. Durant les travaux pratiques, des exercices seront résolus, qui nécessiteront parfois l'utilisation du progiciel SAS. Certains exemples seront effectués dans le langage R.

Il y aura deux devoirs et un projet final. Vous pouvez remettre les travaux par équipes de deux, à moins d'un avis contraire.

La démarche pour les travaux sera la suivante : les énoncés des travaux pratiques sont sur StudiUM. Il n'y aura pas d'examen intra, mais il y a aura six quiz, qui seront répartis tout au long de la session. Un exemple de quiz contient une question parmi les travaux pratiques, et une ou deux question(s) portant directement sur les vidéos qui seront mis disponibles sur StudiUM.

- Quiz 1 : 22 janvier 2021 ;
- Quiz 2 : 5 février 2021 ;
- Quiz 3 : 19 février 2021 ;
- Quiz 4 : 12 mars 2021 ;
- Quiz 5 : 26 mars 2021 ;
- Quiz 6 : 9 avril 2021.

Notez que tous les énoncés des travaux pratiques sont déjà sur le site web associé au cours. Quelques travaux d'une envergure un peu plus grande seront aussi proposés (deux devoirs et un projet). Vous pouvez remettre les travaux par équipes de deux. Il y aura quatre points associés à la participation : un forum associé au cours est accessible sur StudiUM. Les questions, commentaires et interventions seront évalués et la qualité de la participation sera notée.

Vous devez remettre les devoirs en format électronique sur StudiUM, incluant les codes et autres

documents auxiliaires. Vous ne devez pas rendre les devoirs sur mon adresse courriel. Ces courriels seront effacés sans avertissement, et ne seront pas corrigés.

Les étudiants inscrits au Bureau de Soutien aux étudiants en Situation de Handicap (BSESH) désirant bénéficier de mesures d'accommodement aux examens (intra et final) sont priés de consulter le lien suivant pour connaître la procédure à suivre : <https://safire.umontreal.ca/reussite-et-ressources/mesures-daccommodement-aux-examens-pour-les-etudiants-en-situation-de-handicap/>

## Objectifs du cours

L'objectif principal du cours vise à présenter la théorie, les méthodes et la pratique statistique entourant l'élaboration des prévisions dans des modèles de plus en plus complexes. Ainsi, nous compléterons dans un premier temps l'étude du modèle de régression linéaire multiple en considérant des situations où les hypothèses classiques de Gauss-Markov ne tiennent plus forcément. À titre d'exemple, nous aborderons les situations où le terme d'erreur d'un modèle de régression linéaire multiple n'est pas de variance constante. Nous aborderons également le problème de l'autocorrélation qui pourrait être présente dans le terme d'erreur. Un autre objectif est l'introduction des techniques de lissage exponentiel et du calcul des prévisions dans ce contexte. Finalement, nous introduirons des concepts généraux entourant les processus stochastiques, plus particulièrement les processus stationnaires. Nous introduirons des modèles généraux de séries chronologiques, permettant de formuler des modèles pouvant décrire des observations perçues comme réalisation d'un processus stochastique.

L'apprentissage de l'analyse de données avec des logiciels est un autre objectif du cours. Nous utiliserons principalement le progiciel SAS, plus particulièrement le module SAS-ETS (principalement la procédure PROC ARIMA). Le logiciel SAS domine le secteur privé; il va s'en dire que sa maîtrise est un atout.

Dans le projet final, les étudiants seront invités à télécharger une série chronologique réelle, par exemple provenant de la base CANSIM II (Canadian socio-economic information management system) de Statistique Canada, et à l'analyser en utilisant les techniques vues au cours. Les étudiants seront amenés à proposer un modèle pour la série chronologique choisie, et à évaluer la performance prévisionnelle du modèle adopté.

Il n'y a pas de livre obligatoire mais le contenu pour la première partie du cours se trouve dans Gujarati (2003, quatrième édition). Les chapitres couverts seront les chapitres 11 et 12, qui traitent de l'hétéroscédasticité et de la régression avec erreurs autocorrélées. La seconde partie du cours débute avec le lissage exponentiel. On peut consulter Pindyck et Rubinfeld (1998) pour cette section. Le contenu portant sur les séries chronologiques se trouvent dans les chapitres 21 et 22 de Gujarati (2003, quatrième édition), ainsi que dans Wei (1994), portant sur les modèles de séries chronologiques (modèles ARMA et ARIMA, modèles saisonniers et non-saisonniers). Si le temps le permet, nous aborderons les modèles ARCH, tels que décrits dans Tsay (2002).

## Références

- Abraham, B. et Ledolter, J. (1983), *Statistical Methods for Forecasting*, Wiley : New York.
- Bowerman, B. L., O'Connell, R. T. et Koehler, A. B. (2005), *Forecasting, Time Series, and Regression. An Applied Approach*, 4ième édition, Thomson Brooks/Cole : United States
- Brockwell, P. J. et Davis, R. A. (2016), *Introduction to Time Series and Forecasting*, troisième édition, Springer-Verlag : New York.
- Pindyck, R. S. et Rubinfeld, D. L. (1998), *Econometric Models and Economic Forecasts*, quatrième édition, Irwin McGraw-Hill : New York.
- Tsay, R. S. (2002), *Analysis of Financial Time Series*, Wiley : New York.
- Wei, W. W. S. (1994), *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*, Addison-Wesley Publishing Company, Advanced Book Program, Redwood City, CA.

Dernière mise à jour : 3 janvier 2021.