

**Enseignant :**

— Joseph Salmon : [joseph.salmon@umontpellier.fr](mailto:joseph.salmon@umontpellier.fr),

**Horaire de consultation (*office hours*) :**

— Jeudi 18h-19h, sur rendez-vous par mail uniquement.

**Prérequis**

Les étudiants sont supposés connaître les bases de la théorie des probabilités, de l'algèbre linéaire et des statistiques.

**Probabilités :** Pour le démarrage en probabilité les ouvrages suivant sont en français [CGDM01], [Ouv08], [Ouv07], [GS01].

**Algèbre Linéaire :** Il faut être suffisamment à l'aise avec le calcul matriciel pour bien commencer avec les modèles linéaires et aller jusqu'aux modèles économétriques : [Sch05] et [Gv13] peuvent être un bon début.

Les classiques du genre sont [Gv13, HJ94] et [TB97] est aussi un bon point d'entrée. Pour aborder les chaînes de Markov il est bon de connaître le théorème de Perron-Frobenius et ses nombreuses conséquences [Sen06, LN12]. Pour des questions plus avancées, par exemple de majorization [MOA11] (utile pour les notions de répartitions de richesses, etc.) et les matrices bistochastiques [Bha97], et pour les inverses généralisées [BIG03].

**Calcul différentiel, optimisation et convexité** Pour un bon départ en calcul de gradient et autre outils de calcul différentiel [Rou09]. Pour l'optimisation et la convexité un bon départ est [BV04], et pour les concepts plus avancés [HUL93a, HUL93b, Bec17], pour les bornes inférieurs et supérieurs pour les algorithmes de premier ordre [Nes04], et enfin des classiques [RW98, Roc97, BL06]. Pour la partie algorithmique de l'optimisation on consultera plutôt [NW06].

**Description du cours**

Ce cours traite de notions avancées de statistiques en lien avec les séries temporelles, le signal et le contrôle optimale.

**Notation**

**Scribe : 50% de la note finale ;**

Par groupe de deux vous serez amener à "latexiser" un cours d'une heure et demi. La notation sera sur le qualité du fichier texte rendu, des illustrations proposées, et de la mise en page. Un exemple de fichier utilisable est disponible sur le site du cours (dans le fichier zip, avec la structure du projet).

**Critère d'évaluation :**

- Qualité de rédaction et d'orthographe
- Qualité des graphiques (légendes, couleurs), si pertinent.

— Qualité d'écriture du code latex lui-même (label des sections, théorèmes, etc.)

À envoyer par mail au plus tard deux semaines après le cours (1 pt de pénalité par jour de retard), suivant le planning établi au premier cours :

- Séance du 3 avril (rendu le 17 avril) Kandouci / Abouqateb
- Séance du 5 avril (rendu le 19 avril) Massol / Joly
- Séance du 10 avril (rendu le 24 avril) Mbaye / Leye
- Séance du 12 avril (rendu le 26 avril) Timofte / El Benna
- Séance du 24 avril (rendu le 8 mai) Roste / Omar Djama
- Séance du 26 avril (rendu le 10 mai) Lakehal / Ahmat

**Examen final : 50% de la note finale ;**

**Thèmes des séances :**

Séance 1 : Introduction / rappels (OLS, pivot de Gauss, descente de gradient, etc.)

Séance 2 : Ridge et fin OLS.

Séance 3 : Filtres linéaires et de Kalmann

Séance 4 : FFT

Séance 5 : Programmation dynamique

Séance 6 : Splines

Séance 7 : Variation totale et méthode sur graphes

**Livres et Ressources en ligne complémentaires**

**Général :** [SS17], <https://sites.google.com/site/pierrejacob/teaching>

**Kalmann :** [Kai81]

**Splines :** [GS94],[FG96]

**Page web du cours :**

Supports : [http://josephsalmon.eu/index.php?page=teaching\\_18\\_19&lang=fr](http://josephsalmon.eu/index.php?page=teaching_18_19&lang=fr)

## Références

- [Bec17] A. Beck. *First-Order Methods in Optimization*, volume 25. SIAM, 2017.
- [Bha97] R. Bhatia. *Matrix analysis*, volume 169 of *Graduate Texts in Mathematics*. Springer-Verlag, New York, 1997.
- [BIG03] A. Ben-Israel and T. N. E. Greville. *Generalized inverses*. CMS Books in Mathematics/Ouvrages de Mathématiques de la SMC, 15. Springer-Verlag, New York, second edition, 2003. Theory and applications.
- [BL06] J. M. Borwein and A. S. Lewis. *Convex analysis and nonlinear optimization. Theory and examples*. Springer, New York, 2nd ed. edition, 2006. Theory and examples.

- [BV04] S. Boyd and L. Vandenberghe. *Convex optimization*. Cambridge University Press, 2004.
- [CGDM01] M. Cottrell, V. Genon-Catalot, C. Duhamel, and T. Meyre. *Exercices de probabilités, Licence - Master - Écoles d'ingénieur*. Cassini, 3<sup>e</sup> edition, 2001.
- [FG96] J. Fan and I. Gijbels. *Local polynomial modelling and its applications*, volume 66 of *Monographs on Statistics and Applied Probability*. Chapman & Hall, London, 1996.
- [GS94] P. J. Green and B. W. Silverman. *Nonparametric regression and generalized linear models*, volume 58 of *Monographs on Statistics and Applied Probability*. Chapman & Hall, London, 1994. A roughness penalty approach.
- [GS01] G. R. Grimmett and D. R. Stirzaker. *Probability and random processes*. Oxford University Press, New York, third edition, 2001.
- [Gv13] G. H. Golub and C. F. van Loan. *Matrix computations*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, fourth edition, 2013.
- [HJ94] R. A. Horn and C. R. Johnson. *Topics in matrix analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994. Corrected reprint of the 1991 original.
- [HUL93a] J.-B. Hiriart-Urruty and C. Lemaréchal. *Convex analysis and minimization algorithms. I*, volume 305. Springer-Verlag, Berlin, 1993.
- [HUL93b] J.-B. Hiriart-Urruty and C. Lemaréchal. *Convex analysis and minimization algorithms. II*, volume 306. Springer-Verlag, Berlin, 1993.
- [Kai81] T. Kailath. Lectures on wiener and kalman filtering. In *Lectures on Wiener and Kalman Filtering*, pages 1–143. Springer, 1981.
- [LN12] B. Lemmens and R. Nussbaum. *Nonlinear Perron-Frobenius theory*, volume 189 of *Cambridge Tracts in Mathematics*. Cambridge University Press, Cambridge, 2012.
- [MOA11] A. W. Marshall, I. Olkin, and B. C. Arnold. *Inequalities : theory of majorization and its applications*. Springer Series in Statistics. Springer, second edition, 2011.
- [Nes04] Y. Nesterov. *Introductory lectures on convex optimization*, volume 87 of *Applied Optimization*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 2004.
- [NW06] J. Nocedal and S. J. Wright. *Numerical optimization*. Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. Springer, New York, second edition, 2006.
- [Ouv07] J-Y. Ouvrard. *Probabilités : Tome 2, Licence - CAPES*. Enseignement des mathématiques. Cassini, 2 edition, 2007.
- [Ouv08] J-Y. Ouvrard. *Probabilités : Tome 1, Licence - CAPES*. Enseignement des mathématiques. Cassini, 2 edition, 2008.
- [Roc97] R. T. Rockafellar. *Convex analysis*. Princeton Landmarks in Mathematics. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1997.
- [Rou09] F. Rouvière. *Petit guide de calcul différentiel : à l'usage de la licence et de l'agrégation*. Enseignement des mathématiques. Cassini, 2009.

- 
- [RW98] R. T. Rockafellar and R. J.-B. Wets. *Variational analysis*, volume 317 of *Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]*. Springer-Verlag, Berlin, 1998.
- [Sch05] J. R. Schott. *Matrix analysis for statistics*. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley-Interscience [John Wiley & Sons], second edition, 2005.
- [Sen06] E. Seneta. *Non-negative matrices and Markov chains*. Springer Series in Statistics. Springer, New York, 2006.
- [SS17] R. H. Shumway and D. S. Stoffer. *Time series analysis and its applications : with R examples*. Springer, 2017.
- [TB97] L. N. Trefethen and D. III Bau. *Numerical linear algebra*. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 1997.