

Proposition de stage
M2 MATIS

Immunisation de portefeuille d'obligations contre le risque de taux d'intérêts et optimisation

Responsables du stage **Adnan YASSINE et Hanan JAFFAL**
Email: adnan.yassine@univ-lehavre.fr , hanan.jaffal@etu.univ-lehavre.fr

Laboratoire **LMAH – Université du Havre**
25 rue Philippe Lebon
B.P. 540
76058 Le Havre Cedex
<http://lmah.univ-lehavre.fr/>

Sujet du stage

L'optimisation d'un portefeuille d'obligations est un problème très important en finance qui a attiré l'attention de plusieurs chercheurs. Ce problème peut être modélisé par un modèle mathématique qui s'écrit sous forme d'un problème d'optimisation combinatoire.

La modélisation de ce problème nous conduit à un problème d'optimisation combinatoire dont les variables sont des nombres entiers, la fonction objectif est non linéaire (somme des valeurs absolues) et les contraintes sont linéaires.

Pour des petites dimensions, ce problème est résolu par le logiciel commercial CPLEX ILOG. Nous envisageons résoudre le problème à des dimensions assez importantes d'où la nécessité de développer des méthodes méta-heuristiques de type « algorithme génétique » ou « recuit simulé » ou « colonie de fourmis ».

Le sujet de ce stage consiste à développer quelques algorithmes approchés utilisant des approches méta-heuristiques pour résoudre des instances de grandes dimensions et réaliser une étude comparative entre les résultats obtenus par les différents algorithmes développés et avec les résultats de la méthode exacte proposée par CPLEX pour des petites dimensions.

La modélisation mathématique a été réalisée et sera fournie au stagiaire.

Travail à réaliser par l'étudiant :

Première partie

- Compréhension du problème d'optimisation déjà modélisé ([1], [2] et [6]).
- Développement d'un code numérique (C++, Java, Matlab, ...) d'une méthode méta-heuristique choisie (algorithme génétique, recuit simulé ou colonie de fourmis) pour résoudre le problème d'optimisation.
- Des simulations numériques sur des données réelles de grandes dimensions sont à exécuter par la méthode méta-heuristique et les résultats pour des petites instances sont à comparer (qualité et rapidité) avec ceux obtenus par CPLEX. Nous espérons que le temps de calcul pour les grandes instances soit raisonnable.

Littérature et Références : Le problème d'immunisation (couverture) des portefeuilles contre le risque de taux.

Selon S. Nawlkha et G. Soto [Na-So], les modèles actuels de régulation proposés par l'U.S. Federal Reserve, l'Office of Thrift Supervision et la Bank of International Settlements sous-estiment visiblement l'exposition réelle au risque de taux des institutions financières. Malgré les différents travaux dans [Na-So] effectués sur les

modèles permettant de construire des stratégies d'immunisation de portefeuille, réplication d'indice d'obligations, gestion de gap, ..., la couverture contre le risque de taux reste une actualité discutable. Récemment S. Lajili et Y. Rakotondratsimba [La-Ra] ont pointé des imprécisions et des améliorations à apporter sur le fondement des immunisations standard. Ces auteurs n'ont considéré que des déplacements parallèles de la courbe de taux, dont une partie des praticiens s'en contentent dans leur gestion des risques de taux.

Cependant, comme en temps de crise actuelle, la courbe réelle de taux peut prendre de formes aussi diverses et variées. Ce qui signifie que l'on devrait s'intéresser plus particulièrement aux déplacements non parallèles et de taille arbitraire. Pour cela on est ramené à introduire des modélisations stochastiques de l'évolution de cette courbe de taux.

Une des contributions de ce travail, par rapport à la littérature actuelle, est de prendre en compte les nouvelles observations dans [La-Ra] (passage du temps, contrôle précise d'erreur d'approximation,...) qui devraient aboutir à une meilleure immunisation aux risques de taux des portefeuilles d'obligations. Le recours à une modélisation stochastique de la courbe de taux, ainsi que d'autres problématiques autour des stratégies sur les obligations font appel à des optimisations non linéaires dont les résolutions ne sont pas immédiates. Ce travail se fixera aussi comme objectif un travail d'optimisation entre les méthodes exactes (Branch and Bound, Branch and Cut, Branch and Price, etc.) et des méthodes approchées comme les métha-heuristiques (Algorithmes Génétiques).

REFERENCES

- [1] H. Jaffal, and Y. Rakotondratsimba, "Enhancement Of the Fischer-Weil bond technique immunization", Available : <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract id=2191536>, 2011
- [2] H. Jaffal, Y. Rakotondratsimba and A.Yassine, "Hedging with swaps under a parallel shift of the yield curve". Available : <http://papers.ssrn.com>, 2012
- [3] F. Macaulay, "The movements of interest rates, bond yields and stock prices in the United States since 1856", *National Bureau of Economic Research, New York, 1938*.
- [4] L. Fisher, R. Weil, "Coping with the risk of interest rate fluctuations: returns to bond holders from a naive and optimal strategy", *Journal of Business*, vol. 44, no. 3, pp. 408-31, 1971
- [5] S. Lajili and Y. Rakotondratsimba, "Enhancement of the bond duration-convexity approximation", *International J. Economic Finance*, vol. 4, no. 3, 2012.
- [6] H. Jaffal, A.Yassine and Y. Rakotondratsimba, "Enhancement of the bond portfolio Immunization under a parallel shift of the yield curve", *Journal of Finance and Investment Analysis*, vol. 1, Issue2, 2012.
- [7] M. Choudry, "Using bond futures contracts for trading and hedging", Available: <http://yieldCurve.com>, 2004.
- [8] N. Carcano and H. Dallo, "Alternative models for hedging yield curve risk: an empirical comparison", *Swiss Finance Institute Research Paper*, Series 10-31. Available: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract id=1635291>, 2010.
- [9] A. Meucci, "Return calculation for leveraged securities and portfolios", Available: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract id=1675067>, 2010.
- [10] M. E. Posner and C. Wu, "Linear max-min programming", *Mathematical programming*, vol. 20, no 1, pp.166-172, 1981
- [11] F. Diebold and C. Li, "Forecasting the term structure of government bond yields", *Journal of Econometrics*, vol. 130, pp. 337-364, 2006.