

# Étude du problème de la réduction de dettes mutuelles entre entreprises

Nazim Fatès\*,  
Sylvain Contassot-Vivier†

Avril 2022

**Localisation : Inria Nancy Grand – Est, LORIA**

## Contexte

La réduction des dettes mutuelles entre entreprises est un enjeu macroéconomique majeur, tout particulièrement pressant dans les phases descendantes du cycle économique, où les liquidités peuvent manquer à certaines entreprises et conduire à des faillites en chaîne (effet domino). L'idée du projet est de nous intéresser aux réseaux de paiement entre entreprises pour réduire la dette qu'ils contiennent. Nous modélisons le problème par un graphe dont les sommets représentent des entreprises et les arcs représentent des factures émises pendant un laps de temps donné (par exemple un mois). Comme ces factures sont généralement payées avec un certain délai (trois mois en moyenne en zone euro) les dettes qu'elles représentent peuvent être réduites par compensation multilatérale, c'est-à-dire que l'on supprime les dettes communes d'un ensemble d'acteurs et que l'on compense les restes dus à l'aide d'un acteur extérieur. Cela est particulièrement clair dans le cas où ces dettes forment un cycle et mais ces compensations multilatérales peuvent également être appliquées dans le cas de chaînes, de structures arborescentes, etc. Ce système vise donc à diminuer le besoin de liquidités des entreprises et pourrait avoir des effets bénéfiques sur les échanges à l'intérieur d'un groupe d'acteurs économiques fortement reliés.

Nous souhaitons concevoir des algorithmes innovants pour réaliser une réduction de dettes mutuelles sur graphes de paiement réels fournis par un opérateur de facturation électronique. Nous disposons de jeux de données qui regroupent *plusieurs millions* d'échanges réalisés par des entreprises en Italie en 2019 et 2020.

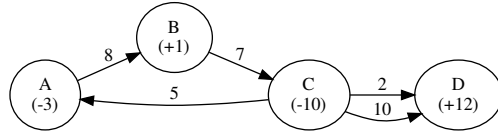
## Description du travail de recherche

L'originalité de notre approche est de travailler avec un financement *intégral* des factures : à chaque application de l'algorithme, les factures sélectionnées sont totalement supprimées et les entreprises qui ont un bilan négatif reçoivent un financement de la part d'un acteur extérieur.

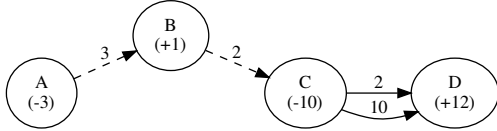
---

\*nazim.fates@loria.fr

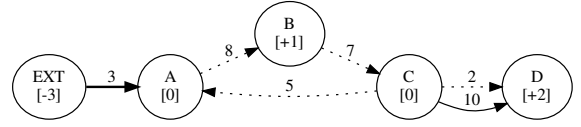
†sylvain.contassotvivier@loria.fr



(a) Situation initiale



(b1) avec une réduction partielle



(b2) avec une réduction intégrale

FIGURE 1 – **(a)** Situation initiale ; les positions nettes sont indiquées entre parenthèses **(b1)** avec une réduction partielle du cycle A-B-C : on supprime une facture et on en réduit deux autres ; **(b2)** avec une réduction intégrale avec un financement par EXT de 3 unités sur le sommet A : on supprime quatre factures (en pointillés). Les changements de solde induits par ces paiements sont indiqués entre crochets. Deux dettes subsistent : A vers EXT (montant 3) et C vers D (montant 10).

Le but est donc de choisir le bon ensemble de factures à financer, de manière à maximiser la dette globale supprimée tout en minimisant l’apport extérieur.

D’un point de vue algorithmique, le problème est NP-complet ; obtenir des solutions optimales est donc hors d’atteinte pour des graphes de grande taille. Notre but est donc de concevoir des méthodes approchées pour traiter des graphes de plusieurs centaines de milliers de sommets et d’appliquer ces méthodes dans des économies réelles. Nous cherchons également à traiter la *dimension temporelle* du problème, c’est-à-dire l’application des cycles financement-remboursement sur une longue période.

Les travail de recherche consistera donc principalement à analyser la structure des graphes réels et à rechercher des heuristiques de réduction de dettes. Les travaux peuvent se décomposer comme suit :

- analyser la structure des graphes réels, notamment la présence de communautés, c’est-à-dire d’acteurs fortement reliés entre eux,
- générer des jeux de données pseudo-aléatoires semblables aux graphes réels de manière à pouvoir travailler sur des graphes de taille arbitraire,
- inventer et mettre en œuvre différents algorithmes de réduction de dette et évaluer leurs performances (temps de calcul, propriétés des solutions, robustesse aux changements topologiques, etc.).

## Profil souhaité

Nous souhaiterions donc recruter une personne ayant une aisance en informatique, en mathématiques discrètes, et un esprit d'ouverture vers les problèmes de nature économique, problèmes qui peuvent rapidement devenir complexes étant donné le nombre de contraintes que l'on peut vouloir prendre en compte pour une application réelle de ces méthodes.

Les candidats sont encouragés à prendre contact avec les encadrants en écrivant à : [nazim.fates@loria.fr](mailto:nazim.fates@loria.fr) et à [sylvain.contassotvivier@loria.fr](mailto:sylvain.contassotvivier@loria.fr) et en joignant si possible un CV et une lettre de motivation.

## Bibliographie

- Massimo Amato, Nazim Fatès, Lucio Gobbi. The economics and algorithmics of an integral settlement procedure on B2B networks, rapport technique, <https://ssrn.com/abstract=3915380>
- Marie Vela-Mena. Heuristic methods for mutual debt reduction on B2B networks, Mémoire de stage de L3, <https://bit.ly/3ANe0ce>
- Arthur Rousseau. Génération de graphes pour la compensation de dettes mutuelles entre entreprises, Mémoire de stage de L3, <https://bit.ly/3ARvCio>