Revue française d'automatique, informatique, recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle

Ph. Tuan Nghiem

Brève communication. Note sur le problème de collecte des ordures urbaines

Revue française d'automatique, informatique, recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle, tome 10, n° V1 (1976), p. 103-106

<http://www.numdam.org/item?id=RO_1976__10_1_103_0>

R.A.I.R.O. Recherche opérationnelle
(vol. 10, n° 2, février 1976, p. 103 à 106)

Brèves communications

NOTE SUR LE PROBLÈME DE COLLECTE DES ORDURES URBAINES (*)

par Ph. Tuan NGHIEM (1)

Résumé. — *La présente note donne l'esquisse de la solution du problème de collecte des ordures urbaines, dans le cas général ou il peut y avoir des rues en sens unique. Cette solution consiste à créer, dans un premier temps, un ensemble de circuits d'arcs épais; cette création fait appel à des algorithmes connus, l'algorithme de plus court chemin, et l'algorithme d'affectation. Les circuits d'arcs épais étant créés, on est ramené au problème de relier ces circuits par des circuits d'arcs fins, problème déjà étudié à propos du problème de collecte ou il n'y a pas de sens unique.*

Dans notre article sur : « Le problème de collecte des ordures urbaines » (*voir* référence ci-dessous), nous avons étudié le problème de collecte des ordures dans une ville où il n'y a pas de sens unique.

Cette note présente l'esquisse de la solution du problème, pour le cas général.

Les données mathématiques du problème de collecte des ordures urbaines, dans le cas où il n'y a pas de rue en sens unique, sont :

— un ensemble de circuits d'arcs épais disjoints (ce sont les circuits d'îlot);

— un ensemble de circuits d'arcs fins, chacun de ces circuits touchant un circuit d'arcs épais en un point au maximum (ce sont les circuits de carrefour).

Lorsqu'on introduit des sens interdits, certains îlots ne sont plus entourés par un circuit; la donnée initiale du problème n'est plus un ensemble de circuits d'arcs épais, mais un ensemble d'arcs, pouvant former des chemins, ou des circuits.

La solution esquissée ci-dessous consiste à créer des circuits, pour se ramener au problème précédent.

(*) Reçu novembre 1974.

(1) Conseil en Informatique et Gestion.

Pour cela, dans une première étape, on complète le graphe initial par des arcs de « plus court chemin », de la façon suivante :

Chaque arcs épais du graphe initial possède un sommet origine et un sommet extrémité. On joindra tout sommet extrémité à tout sommet origine par un arc dont la longueur représente le plus court chemin allant du premier au second (dans le sens indiqué).

Le sommet extrémité d'un arc épais sera un sommet source, le sommet origine d'un arc épais sera un sommet puits, pour le problème qui suit.

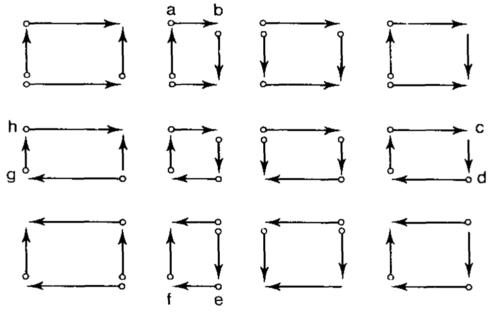

Figure 1.
Graphe des arcs épais du problème.

Le calcul de l'arc de plus court chemin entre tout sommet source et tout sommet puits peut se faire par un algorithme de plus court chemin, du type de l'algorithme de T. C. Hu.

Dans le graphe complété comme il vient d'être dit, on cherche alors un ensemble d'arcs de longueur totale minimale, tel que tout sommet source soit joint à un sommet puits, et un seul (dans le sens source-puits). Ce problème est un problème d'affectation classique.

La solution de ce problème donne un ensemble de circuits qu'on représentera en arcs épais, et qui tiendra lieu de circuits d'îlot, pour le nouveau problème.

S'il n'y a qu'un seul circuit (ce qui peut arriver lorsque les contraintes de parcours sont nombreuses), ce circuit donne la solution du problème.

S'il y a plusieurs circuits, on cherchera à les joindre par des circuits d'arcs fins, comme dans le problème déjà étudié. Ici, on se restreindra aux seuls circuits d'arcs fins qui ne touche chaque circuit d'arcs épais qu'en un seul point, au maximum.

Le problème qu'on peut résoudre par la méthode indiquée est général. On peut traiter le cas où il y a des sens uniques, les cas où certaines rues sont parcourues une seule fois dans un sens donné, etc.

Pour une solution pratique, il y a naturellement un ensemble d'aménagements possibles, comme : ne retenir des arcs de plus courts chemins que ceux inférieurs à une certaine longueur, donner des longueurs aux arcs de carrefour pour favoriser la formation de certains types de circuits, etc.

Un exemple de problème est représenté par la figure 1.

Après la création des arcs de « plus court chemin » et la résolution du problème d'affectation, on a les six circuits d'arcs épais représentés par la figure 2, ci-dessous.

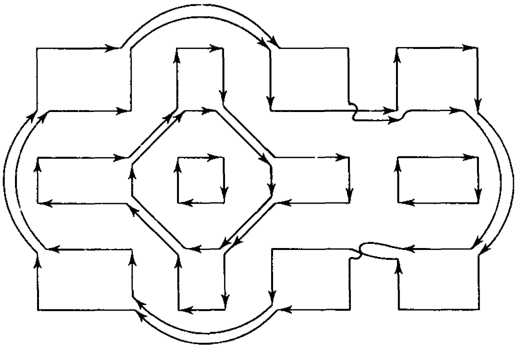

Figure 2.
Circuits d'arcs épais du problème.

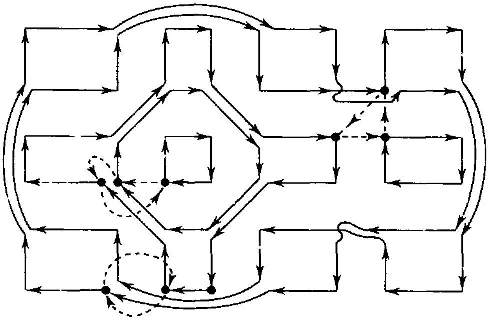

Figure 3.
Une solution du problème.

Ces circuits d'arcs épais montrent qu'on doit passer trois fois par chacun des arcs (a, b), (c, d), (e, f) et (g, h) (voir *fig.* 1, pour le nom des arcs). Il n'est pas possible de faire mieux, puisque le problème des plus courts chemins, et celui de l'affectation ont été résolus par des algorithmes rigoureux.

Dans une deuxième étape (Choix des circuits d'arcs fins), on joint les circuits d'arcs épais par un ensemble de circuits d'arcs fins (en pointillé sur la figure 3 ci-dessus), pour obtenir un circuit unique constituant une solution du problème.

La règle de parcours des circuits, dans la solution trouvée, est toujours celle donnée pour le problème sans sens unique (*voir* référence citée), à savoir :

1° on ne passe jamais par deux axes fins successifs;

2° étant sur un circuit d'arcs épais, dès qu'on rencontre un arc fin qui sort du circuit, il faut emprunter cet arc.

Dans la construction de la solution, on voit qu'il faut introduire des arcs fins d'un type nouveau, qu'on pourrait appeler « arcs de commutation », et qui sont définis comme suit (voir *fig.* 4) :

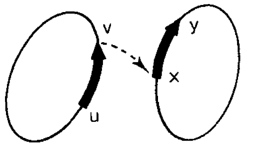

Figure 4.
Arc de commutation.

Après la première étape (constitution des circuits d'arcs épais), supposons qu'un arc de carrefour (u, v) ait été inclus dans un circuit d'arcs épais.

Considérons un arc bordant (x, y) appartenant à un autre circuit d'arcs épais. Si l'arc de carrefour (u, x) existe, alors, à l'ensemble des arcs fins (initialement constitués par des arcs de carrefour), on ajoutera l'arc fin (v, x). L'arc (v, x) sera un arc de commutation dont le rôle s'interprète de la façon suivante :

Si l'arc (v, x) est choisi lors de la deuxième étape des calculs (choix des circuits d'arcs fins), dans la solution mathématique, on passe de u en v, puis de v en x; mais dans la réalité, on passera directement de u en x (ce qui est licite, puisque par hypothèse, l'arc de carrefour (u, x) existe) : cela revient à remplacer l'arc (u, v) par l'arc (u, x).

Une situation analogue se présente lorsque (u, v) est un arc de plus court chemin. Dans ce cas, on ajoute l'arc (v, x) à l'ensemble des arcs fins si le plus court chemin allant de u à x a la même longueur que celui allant de u à v.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ph. Tuan NGHIEM, *Le problème de collecte des ordures urbaines*, R.A.I.R.O., 8e année, V-2, 1974, p. 75 à 111.