

ValueBugs : recherche citoyenne, compost urbain, larves de mouches et recherche opérationnelle

Diego Cattaruzza¹, Guillaume Duvillie²

École Centrale de Lille, INRIA, Cristal, Lille, France

`diego.cattaruzza@centralelille.fr` Université libre de Bruxelles, GOM, Bruxelles, Belgique

`guillaume.duvillie@ulb.ac.be`

Mots-clés : *recherche opérationnelle, flots simple commodité, arbre couvrant à degré contraint, recherche action participative, développement durable*

1 Introduction

Le projet ValueBugs est un projet de recherche citoyenne s’inscrivant dans le programme Co-Create de l’Institut d’encouragement de la recherche scientifique et de l’innovation de Bruxelles (Innoviris). Ce projet a pour objectif de poser un nouveau pavé sur la route menant à des villes plus résilientes et part d’un constat simple : la population de poules bruxelloises est en constante augmentation. Principalement appréciées pour leurs œufs et leur appétit pour les épluchures, les poules nécessitent malgré tout un apport conséquent de protéines, habituellement satisfait à l’aide de mélanges de graines prévus à cet effet. De plus un certain nombre de déchets de cuisine ne peuvent être valorisés par ces dernières (oignons, poireaux, agrumes, bananes, ...). Le projet ValueBugs vise à répondre à ces limitations en introduisant un biodigesteur intermédiaire : la larve de mouche soldat noire.

Cette larve présente de nombreux avantages, outre sa voracité et sa grande capacité de transformation de protéines végétales en protéines animales, elle est également très appréciée des gallinacés. Ces dernières s’avèrent être de bonnes candidates pour remplacer les compléments alimentaires donnés aux poules tout en permettant une meilleure valorisation des déchets de cuisine. Toute médaille ayant son revers, les composts à base de larves de mouches destinées à l’alimentation ne sont pas des systèmes fermés. Ainsi, une fois la récolte de pupes matures effectuées, de nouvelles larves sont nécessaires pour alimenter le composteur.

Le volet de recherche opérationnelle du projet a pour objectif d’apporter des solutions visant à pallier ces limitations.

2 Le problème de l’approvisionnement en larves

Comme énoncé précédemment, une fois la récolte effectuée, il est nécessaire, pour les citoyens, de se réapprovisionner en larves non matures à engraisser. En l’état du projet, une seule source d’approvisionnement est disponible et chaque citoyen participant doit effectuer le trajet entre son domicile et ce lieu d’approvisionnement. L’objectif est de mettre au point un plan d’approvisionnement plus confortable pour les participants en exploitant la possibilité qu’ont, certains participants, de stocker pour une durée limitée un certain nombre de larves. Le tout en prenant en considération les contraintes individuelles suivantes :

- la capacité de stockage,
- chaque citoyen n’a à se déplacer qu’une seule fois,
- les contraintes de disponibilité de chacun des participants.

Afin d’éviter une trop grande disparité entre les trajets effectués par les citoyens, la qualité d’une solution est donnée par la distance maximale parcourue parmi les citoyens. Une définition formelle du problème est décrite ci-dessous :

Problème d'optimisation 1. Problème d'approvisionnement en larves

Entrée:	Étant donné : <ul style="list-style-type: none">— un ensemble de sommets N représentant les citoyens chercheurs,— un sommet source s,— un graphe orienté complet $D = (V = N \cup \{s\}, A)$,— pour chaque sommet $v \in N$, une capacité de stockage c_v,— pour chaque arc $(u, v) \in A$, une distance d_{uv} égale à la distance parcourue par v pour s'approvisionner en larves auprès de u,— pour chaque sommet $v \in V$, l'ensemble des intervalles de temps $\tau_v = \{[E_{v,1}, L_{v,1}], \dots, [E_{v,k}, L_{v,k}]\}$ représentant les k périodes de disponibilité de v.
Sortie:	Un plan d'approvisionnement, <i>i.e.</i> un arbre orienté couvrant $T = (V, A_T)$ tel que : <ul style="list-style-type: none">— pour tout sommet $v \in N$, il existe un chemin orienté de s à v dans T,— pour tout arc $(u, v) \in A_T$, les sommets u et v présentent une compatibilité horaire, <i>i.e.</i> il existe un intervalle de temps $\tau_{u,l} \in \tau_u$ et un intervalle de temps de $\tau_{v,m} \in \tau_v$ tels que $\tau_{u,l} \cap \tau_{v,m} \neq \emptyset$,— pour tout arc $(u, v) \in A_T$, chaque arc du chemin de s à u est sélectionné avec une compatibilité antérieure à la compatibilité horaire de u et v,— si l'on considère le graphe $G = (V \cup \{t\}, A_G = A_T \cup \{(u, t) : u \in N\})$ tel que pour tout arc $(u, v) \in A_G$, $c_{uv} = 1$ si $v = t$ et $c_{uv} = c_v$ sinon, il existe un flot de valeur N dans G respectant les contraintes de capacité.
Objectif:	Minimiser la distance maximale parmi les arcs de l'arbre.

Nous présenterons un modèle en nombres entiers pour ce problème ainsi que les résultats préliminaires sur l'efficacité de ce dernier.