Simulation de Perturbations de Réseaux

– sujet de stage –

Matthieu Latapy et Nicolas Monmarché

Localisation(s) : Paris (LIP6) et/ou Tours (LIFAT)

Contacts : `matthieu.latapy@lip6.fr` et `nicolas.monmarche@univ-tours.fr`

FIGURE 1 – De gauche à droite : le canal de Suez bloqué par un bateau ; un câble internet sectionné ; blocage du périphérique parisien.

La plupart des réseaux subissent des perturbations : accidents, pannes, attaques, entretien, etc. Par exemple, un réseau routier peut être perturbé par des manifestations, des travaux, des accidents, ou des congestions (bouchons). Le réseau internet subit des cyber-attaques, des fermetures politiques, et bien sûr des pannes. Le réseau maritime est perturbé par des accidents, des grèves, ou des guerres. Les exemples sont innombrables.

Le but de ce sujet est de concevoir un simulateur de l'impact de tels événements sur les réseaux. Il s'agit de modéliser le réseau comme un graphe, dans lequel les nœuds et les liens ont une certaine capacité et une certaine charge, évoluant au cours du temps. Il s'agit ensuite de modéliser le trafic sur ce réseau, c'est à dire les demandes de déplacements, et les chemins empruntés pour ces déplacements. Enfin, il s'agit de modéliser les événements, qui peuvent par exemple être des suppressions (temporaires) de nœuds et/ou liens, ou une modification de leur capacité.

L'objectif est de pouvoir observer finement les perturbations induites par ces événements : jusqu'où leur impact s'étend-il ? Pendant combien de temps ? Le retour à la normale est-il identique à la situation antérieure ? Le simulateur devra permettre de simuler des événements complexes (choix des nœuds et liens sur des critères algorithmiques, par exemple) et de fournir une information riche sur les perturbations engendrées.

On portera une attention particulière aux questions relatives à la robustesse des réseaux : quelle est l'ampleur des perturbations ? Le réseau comporte-t-il des points

faibles qui, s'ils sont impliqués dans un événement, compromettent son fonctionnement ? Existe-t-il des séquences d'événements qui on un impact particulièrement important ?

La conception d'un tel simulateur pose des questions délicates, concernant la modélisation des différents aspects (réseaux, trafic, événements), l'algorithmique sous-jacente (calculs sur graphes en contexte de forte dynamique), et l'analyse des résultats (comment décrire une perturbation de réseau). Par exemple, les déplacements peuvent être modélisés par des plus courts chemins, mais aussi par des fourmis ou des marches aléatoires biaisées.

Plutôt qu'un simulateur lourd et complexe, **l'objectif est d'établir un premier prototype simple et fonctionnel**, quitte à sacrifier dans une certaine mesure le réalisme. Il s'agit d'établir la faisabilité d'un tel simulateur, et de le rendre suffisament modulaire pour qu'il soit ensuite extensible et permette de tester des hypothèses variées. Le simuateur devra être suffisament interactif pour mener des explorations, avec une dimension *gamification* : un utilisateur peut chercher à perturber au maximum le réseau, pendant qu'un autre lutte contre ces perturbations.

On considèrera en un premier temps le cas des réseaux routiers en se basant sur les cartes d'OpenStreetMap et la librairie OSMnx, qui permet de les exploiter confortablement. On simulera les déplacements à l'aide de demandes origine-destination et de plus courts chemins, ainsi que de modèles bio-inspirés. Les événements seront des séquences de suppressions de nœuds et/ou liens, et on décrira les perturbations engendrées avec des graphes et des séries temporelles. Une visualisation sous forme de carte dynamique sera nécessaire.