



**HAL**  
open science

## **SYNER-G - Une approche intégrée pour l'évaluation de systèmes urbains interconnectés exposés au risque sismique**

Pierre Gehl, Nicolas Desramaut, Amélie Vagner, Hormoz Modaressi

### ► To cite this version:

Pierre Gehl, Nicolas Desramaut, Amélie Vagner, Hormoz Modaressi. SYNER-G - Une approche intégrée pour l'évaluation de systèmes urbains interconnectés exposés au risque sismique. Lambda Mu 18 - Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement, Oct 2012, Tours, France. hal-00709745

**HAL Id: hal-00709745**

**<https://brgm.hal.science/hal-00709745>**

Submitted on 19 Jun 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# **SYNER-G – Une approche intégrée pour l'évaluation de systèmes urbains interconnectés exposés au risque sismique**

## **SYNER-G – An integrated approach for the seismic risk assessment of interdependent urban systems**

**Gehl P., Desramaut N., Vagner A., Modaressi H.**

BRGM – Service Risques  
3, avenue Claude Guillemin  
45060 ORLEANS, Cedex 2

### **Résumé**

Cette communication présente une méthode originale pour évaluer la vulnérabilité aux séismes d'un ensemble de systèmes interconnectés, qui incluent par exemple : zones de bâti courant, réseaux de distribution (eau, gaz, électricité...), réseaux de transports, installations critiques, centres de soin... L'approche probabiliste présentée permet ainsi de 1) estimer la vulnérabilité physique de l'ensemble des éléments constituant une infrastructure, 2) évaluer la vulnérabilité fonctionnelle de chaque système en intégrant les interactions entre éléments et 3) déterminer la vulnérabilité du système-ville.

### **Summary**

This communication presents an original method to assess the seismic vulnerability of a set of interdependent systems, which include for instance: common built areas, utility networks (water, gas, power supply...), transportation networks, critical facilities, health-care centers... The probabilistic approach presented here therefore enables to 1) assess the physical vulnerability of the components within each infrastructure, 2) evaluate the functional vulnerability of each system while accounting for interactions between elements and 3) estimate the vulnerability of the whole urban system.

---

### **Contexte général**

Les travaux présentés ont été réalisés dans le cadre du projet européen (FP7) SYNER-G (Systemic Seismic Vulnerability and Risk Analysis for Buildings, Lifeline Networks and Infrastructures Safety Gain – [www.syner-g.eu](http://www.syner-g.eu)), coordonné par l'Université Aristote de Thessalonique et dans lequel le BRGM est partenaire. L'objectif de ce projet est de dépasser le cadre habituel d'évaluation de la vulnérabilité, limité à l'estimation des dommages physiques sur les habitations : il s'agit ici d'intégrer également la vulnérabilité de l'ensemble des infrastructures et d'introduire la notion de perte de fonction, soit due à des dégâts physiques directs, soit à des interactions pénalisantes avec d'autres éléments.

### **Méthode d'analyse systémique**

La modélisation de l'ensemble des enjeux est basée sur l'approche orientée-objet, qui permet de créer des classes regroupant des objets aux propriétés communes, en fonction par exemple de l'emprise géographique de chaque enjeu (par ex. objets surfaciques pour les zones bâties, objets linéaires pour les réseaux) ou de son rôle dans le système. Chaque élément est associé à une série de fonctions de fragilité qui permettent d'estimer sa probabilité d'endommagement en fonction d'une carte d'agression sismique. La performance de chaque système dans son état dégradé est alors évaluée par des méthodes en capacité ou en connectivité.

Certaines interdépendances entre systèmes sont prises en compte, telles que l'effet de l'arrêt des distributions d'eau ou d'électricité vers les zones habitées (interactions fonctionnelles), ou l'impact de l'effondrement des bâtiments sur l'obstruction des routes adjacentes (interactions géographiques). Ce type d'interactions met en évidence des effets cascades et la probabilité accrue de propagation des conséquences du séisme.

Un démonstrateur a été réalisé pour tester la méthode sur des cas tests. Il repose sur une approche probabiliste intégrant l'ensemble des incertitudes tout au long de la chaîne du risque : sélection des zones-sources et d'un événement sismique, estimation du mouvement fort, échantillonnage sur l'état d'endommagement de chaque élément en fonction de l'intensité, incertitudes sur les conséquences fonctionnelles. A l'aide de techniques de réduction de variance (Echantillonnage Préférentiel, algorithme des k-moyennes), un nombre réduit de simulations est suffisant pour saisir le comportement du système de systèmes. Des indicateurs de performance sont définis pour chaque système et représentent les variables de sortie : ces derniers sont utilisés pour tracer des courbes de risque exprimant la probabilité de dépassement d'un indice donné (niveau de connectivité, taux de distribution des réseaux, nombre de personnes sans-abris...) à l'échelle de la zone d'étude.

### **Conclusion**

Les résultats de ce projet ont permis le développement d'un outil opérationnel pour effectuer des analyses de risque systémique sur des enjeux complexes et distribués spatialement. L'approche orientée-objet permet une construction modulaire des scénarios, en fonction de la qualité des données disponibles. Enfin, même si les travaux actuels sont concentrés sur le risque sismique, il est possible d'introduire d'autres types d'aléas (naturels ou anthropiques) et de traiter des cas plus complexes encore, tels que l'analyse multirisque ou l'introduction d'effets cascades.