



HAL
open science

Une approche du territoire orienté modèle et jumeau numérique pour la gestion des risques

Jean-Samuel Wienin, Jérôme Tixier, Aurélia Bony-Dandrieux, Grégory Zacharewicz

► To cite this version:

Jean-Samuel Wienin, Jérôme Tixier, Aurélia Bony-Dandrieux, Grégory Zacharewicz. Une approche du territoire orienté modèle et jumeau numérique pour la gestion des risques. TERINT 2023 - 2ième rencontres scientifiques sur les territoires intelligents, Jul 2023, Ajaccio, France. hal-04158963

HAL Id: hal-04158963

<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-04158963>

Submitted on 4 Jun 2024

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.

Une approche du territoire orienté modèle et jumeau numérique pour la gestion des risques

Jean-Samuel WIENIN*, Jérôme TIXIER*, Aurelia BONY-DANDRIEUX*, Gregory ZACHAREWICZ*

*Laboratoire des Sciences des Risques (LSR), IMT Mines Ales, Alès, France

Abstract

Dans le domaine de la gestion des risques majeurs, l'évaluation des conséquences à la suite d'une catastrophe naturelle ou d'un accident industriel s'appuie généralement sur la connaissance la plus complète possible des entités du territoire, susceptibles d'être (ou étant) impactées par cet aléa. Toutefois, la composition, la structure et l'organisation, des territoires se sont complexifiées, en particulier en raison d'une interconnexion toujours plus grande des activités et des infrastructures le composant. Ainsi, envisager le territoire comme un système complexe, que l'on pourrait à terme modéliser et simuler au moyen d'un jumeau numérique, s'avère être une idée à développer. Ce papier se propose de définir les premières briques de cette recherche ambitieuse et pluridisciplinaire alliant systémique, risques, géographie, ingénierie système et simulation.

1 Introduction

La gestion des risques est une préoccupation grandissante de nos sociétés qui attendent que les pouvoirs publics se saisissent de ces questions et proposent des politiques visant à anticiper, réduire et gérer efficacement ces risques ainsi que les catastrophes associées. La notion de risque fait référence à la possibilité qu'un événement indésirable se produise, entraînant des conséquences négatives de différentes natures, sur les multiples et très divers enjeux et activités du territoire. On peut définir un territoire comme un système complexe évolutif qui associe un ensemble d'acteurs d'une part, et l'espace géographique que ces acteurs utilisent, aménagent et gèrent d'autre part [1]. Il constitue un système complexe, c'est-à-dire un ensemble de nombreuses entités en interaction dont l'intégration permet d'atteindre un objectif commun.

Les méthodes d'évaluation des risques sur un territoire s'intéressent à caractériser les dangers présents sur ce territoire et les enjeux et activités qui pourraient être impactés par la manifestation d'un risque, notamment au travers de leur vulnérabilité. La prise en compte de la vulnérabilité [2] et de la résilience [3] consiste à replacer les enjeux en tant qu'éléments du territoire pour aboutir à une prise de décision plus éclairée des gestionnaires des risques. La caractérisation des enjeux en présence est généralement basée sur une approche multifactorielle aboutissant à la création de typologies associées à du dénombrement des enjeux présents, en s'appuyant par ailleurs sur une approche spatialisée [4]. Cette approche présente comme principale limite de ne pas prendre en considération les dynamiques du territoire, notamment celles liées aux dépendances entre les différences enjeux et leurs fonctionnalités. En résumé, les dimensions systémique et multifactorielle de la vulnérabilité et de la résilience d'un territoire rendent complexes leur modélisation et leur évaluation pourtant nécessaires à leur opérationnalisation.

2 Problématique

Les méthodes et concepts de l'ingénierie système sont utilisés dans des domaines tels que l'automobile, les télécommunications, les systèmes d'information et la santé. Elles permettent de spécifier, concevoir et gérer des systèmes qui intègrent des composants matériels, logiciels et humains, en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie. L'ingénierie système nécessite une approche systématique et holistique pour garantir la satisfaction des besoins des parties prenantes, la conformité aux normes et aux réglementations, la réduction des risques et des coûts, et l'amélioration continue du système. L'ingénierie système est en résumé, une discipline qui consiste à concevoir, développer, déployer et maintenir des systèmes complexes. Elle, semble ainsi particulièrement appropriée pour appréhender la complexité inhérente à un système aussi complexe qu'un territoire, voire à étudier la mise en œuvre d'un système de jumeau numérique d'un territoire, pouvant être considérée *in fine* comme une solution opérationnelle pour en évaluer la résilience. La question de recherche que nous proposons d'aborder peut se résumer de la façon suivante : dans quelle mesure et comment peut-on déployer les démarches et outils issus de l'ingénierie système pour proposer un jumeau numérique d'un territoire permettant d'améliorer la gestion des risques sur ce territoire ?

3 Démarche : une approche systémique basée sur les modèles

Il s'agit de proposer une approche systémique du territoire pour modéliser plus efficacement et plus rapidement ses multiples aspects et faciliter les prises de décisions en matière de gestion des risques et de résilience. Pour cela, il s'agit de proposer une boîte à outils de modélisation et d'aide à la décision. La modélisation d'un territoire est un processus qui doit permettre de représenter et d'appréhender sa complexité de façon suffisamment représentative pour simuler différentes situations et évaluer les conséquences de décisions de façon réaliste. Les modèles peuvent être créés pour représenter des scénarios possibles et élaborer des stratégies de gestion des risques plus efficaces, ou encore pour analyser et optimiser les performances du système de territoire en temps réel.

La définition des objectifs associés au territoire modélisé constitue un premier élément d'identification des modèles attendus. Ces modèles peuvent ensuite être intégrés dans un moteur de suivi du comportement. Ce moteur peut être considéré comme le cœur d'un jumeau numérique pour ces territoires. Ce jumeau numérique est une représentation virtuelle du système physique qui est utilisée pour simuler et analyser ses performances [5]. Les jumeaux numériques sont créés en intégrant des données provenant de diverses sources, telles que des capteurs, des modèles de conception et des données de production, dans un modèle numérique unique.

Nous proposons l'élaboration d'un méta-modèle unifié et des langages de modélisation associés [6] recouvrant trois familles de concepts : le territoire immergé dans son environnement ; la gestion des aléas, des enjeux et des risques ; les différents points de vue de modélisation. Il est également nécessaire de proposer une démarche opératoire et les boîtes à outils associées. La nature spatiale des territoires nécessite notamment l'usage de Systèmes d'Information Géographique (SIG). Enfin, le développement et l'utilisation de ces modèles s'appuie sur une gestion performante des données informations et connaissances.

La prise en compte des propriétés non fonctionnelles, notamment sûreté, sécurité, maintenabilité, résilience et interopérabilité garantit la définition, l'allocation et l'optimisation des ressources nécessaires à la bonne administration du territoire, l'information des populations concernées et facilite la prise de décision de l'ensemble des parties prenantes.

4 Conclusion

Les jumeaux numériques sont devenus un outil essentiel dans l'industrie manufacturière, mais leur utilisation peut être étendue à d'autres secteurs tels que la construction, les transports et les soins de santé. Leur concept est étroitement lié à celui du fil numérique, qui intègre des données et des informations tout au long du cycle de vie d'un processus. L'ingénierie système, qui est utilisée pour concevoir, développer, déployer et maintenir des systèmes complexes, semble appropriée pour étudier et mettre en œuvre un système de jumeau numérique d'un territoire. La gestion des risques est un élément important lors de la mise en place de jumeaux numériques pour les territoires, qui nécessite une identification des dangers, des enjeux et des vulnérabilités, ainsi que la mise en place de mesures de prévention, de préparation et de réponse. La modélisation d'un territoire est un processus clé pour représenter et appréhender sa complexité de manière réaliste. En somme, les jumeaux numériques sont une innovation prometteuse pour l'optimisation de ces systèmes complexes.

5 Références

- [1] A Moine, E Faivre. Le territoire comme un système complexe : de la représentation... à l'action. *1ère Conférence Intercontinentale d'Intelligence Territoriale "Interdisciplinarité dans l'aménagement et développement des territoires"*, Oct 2011, Gatineau, Canada. pp.8. ([halshs-00960901](https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00960901))
- [2] J. Tixier, A. Dandrieux, G. Dusserre, R. Bubbico, B. Mazzarotta, B. Silveti, E. Hubert, N. Rodrigues, O. Salvi. Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European project. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 130, Issue 3, 2006, pp.251-264, ISSN 0304-3894. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.07.020>
- [3] B. Rey, J. Tixier, A. Bony-Dandrieux, G. Dusserre, L. Munier, et al. Interdependencies Between Industrial Infrastructures: Territorial Vulnerability Assessment. *Chemical Engineering Transactions*, 2013, 31, pp.61-66. ([hal-03677982](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03677982))
- [4] F. Tena-Chollet, J. Tixier, G. Dusserre, J.-F. Mangin. Development of a spatial risk assessment tool for the transportation of hydrocarbons : Methodology and implementation in a geographical information system. *Environmental Modelling & Software*, Volume 46, 2013, pp.61-74, ISSN 1364-8152. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.02.010>
- [5] S Rabah, G Zacharewicz, V Chapurlat. Digital Twin for Services (DT4S): Conceptual Strategy. *10th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control (MIM) 2022*, IMT Atlantique, Nantes, Jun 2022, Nantes, France. pp.3256-3261. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.136>
- [6] M. Lafon, V. Chapurlat, J.-F. Milot, C. Moitrier. A Model-Based Approach to Design, Organize, and Monitor Dismantling and Decommissioning of Nuclear Facilities. *INSIGHT - International Council on Systems Engineering (INCOSE)*, 2019, 22 (4), pp.31-33. <https://dx.doi.org/10.1002/inst.12272>