

## PROPOSITION SUJETS DE THESE CONTRATS DOCTORAUX FR AGORANTIC 2026—2029

Directeur·rice de thèse :	Fen ZHOU	Mail :	Fen.zhou@univ-avignon.fr
Laboratoire porteur :	LIA	Téléphone :	
Co-directeur·rice et/ou co-encadrant·e et leurs e-mails :	Didier Josselin, didier.josselin@cnrs.fr		
Laboratoires associés :	ESPACE		

**Titre en français :** RÉSILIENCE : Zonage des risques et routage résilient pour les réseaux optiques élastiques inter-data centers urbains

**Titre en anglais :** RESILIENCE: Risk zoning and rESILIENT routing for urban elastic optical inter data-Center nEtworks

**Résumé** (7 lignes maximum) :

Les réseaux élastiques optiques inter-centres de données (EO-DCNs) offrent une grande efficacité spectrale et une forte bande passante, mais restent vulnérables aux catastrophes naturelles croissantes comme les tremblements de terre et les inondations. Cette thèse propose une approche en deux phases : identifier les zones à risque grâce à des méthodologies géographiques rigoureuses, puis développer des stratégies de routage résilient et d'évacuation proactive des données en utilisant l'ILP, des heuristiques et le DRL, afin de minimiser les interruptions de service et de réduire la perte de données lors des catastrophes.

**Mots clés :**

Réseaux Optiques Élastiques Inter-Centres de Données (EO-DCNs), Zonage des Catastrophes Naturel, Évaluation des Risques, Routage Résilient, Évacuation des Données, Optimisation des Réseaux

---

### 1. Liste des disciplines concernées

- Axe 1 : Méthodologies et interdisciplinarité
- Axe 4 : Expériences et mises en récit de l'urbain
- Axe 5 : Structuration et exploitation des corpus (potentiellement).

### 2. Présentation du sujet (3 pages maximum)

2.1 Contexte :

Les catastrophes naturelles, prévisibles (inondations, ouragans) ou imprévisibles (tremblements de terre), provoquent destructions massives et pertes humaines. En octobre 2024, une dépression isolée de haute altitude (DANA) a frappé l'est de l'Espagne, causant crues soudaines et 224 morts, avec 13 disparus [1]. Cette catastrophe a fortement affecté des zones densément peuplées et les infrastructures locales. En France, près d'un tiers des communes sont exposées à de graves risques d'inondation. La tempête Xynthia de février 2010 a fait 52 morts, inondé plus de 50 000 hectares et endommagé 200 km de systèmes de défense côtière [2]. Plus récemment, la tempête Kirk d'octobre 2024 a provoqué de fortes inondations en Seine-et-Marne, affectant 132 communes [3]. Ces événements soulignent l'urgence de renforcer la résilience face aux catastrophes, d'autant que le changement climatique intensifie leur fréquence et leur gravité [1].

Les réseaux de télécommunications urbains, tels que les réseaux optiques élastiques inter-centres de données (EO-DCNs) [4-7], sont particulièrement vulnérables aux catastrophes naturelles à grande échelle comme les tremblements de terre et les inondations. Ces événements peuvent endommager gravement l'infrastructure, entraînant des défaillances permanentes des nœuds et des liens du réseau [4-16]. La fréquence et l'intensité croissantes de ces catastrophes posent des défis majeurs pour la résilience des réseaux. Ces défaillances provoquent souvent des coupures d'électricité généralisées dans les centres de données et détruisent des antennes relais, perturbant ainsi les services de télécommunications et de cloud. Des interruptions de service peuvent priver des millions de personnes d'accès à Internet, affectant les activités économiques et des services essentiels comme la télémédecine, les systèmes de santé et les réseaux hospitaliers. L'absence de communication fiable pendant les crises complique les opérations de secours, qui dépendent de réseaux robustes pour coordonner efficacement les interventions et bénéficier de systèmes d'alerte efficaces [33, 34]. Par exemple, le séisme de Wenchuan en 2008 (magnitude 8,3) a perturbé plus de 30 000 km de câbles à fibres optiques et affecté 4 000 centres de télécommunications en Chine [11]. De même, le séisme et tsunami de 2011 au Japon ont gravement endommagé près de 1 500 bureaux de télécommunications le 11 mars, avec 700 bâtiments supplémentaires touchés lors d'une réplique le 7 avril [12]. Les ouragans, comme Katrina en 2005, ont également causé des défaillances majeures aux États-Unis, avec des coupures persistantes pendant plus de dix jours en raison de pannes électriques [13]. Ces catastrophes provoquent des « défaillances régionales » des réseaux optiques. Face à ces vulnérabilités, renforcer la résilience des systèmes de communication est essentiel pour assurer la continuité des services critiques. L'Union européenne a ainsi développé des stratégies pour la prévention, la préparation et la réponse aux catastrophes. Par exemple, l'Action COST sur les services de communication résilients vise à protéger les applications des utilisateurs contre les défaillances liées aux catastrophes [16].

## **2.2 Prévision et Suivi des Risques de Catastrophes Naturelles pour les EO-DCNs**

Un zonage efficace des risques et une prévision précise des catastrophes naturelles sont essentiels pour atténuer les impacts sur les réseaux optiques élastiques inter-centres de données (EO-DCNs). Plutôt que d'utiliser des estimations approximatives des zones sinistrées fréquemment évoquées dans la littérature [4-16], cette section propose des méthodologies géographiques rigoureuses pour les catastrophes naturelles prévisibles et imprévisibles. Elle exploite des techniques avancées de modélisation et des bases de données spécialisées afin d'améliorer la résilience et les stratégies de réponse.

### 2.2.1 Zonage des Catastrophes Naturelles Prévisibles et Impacts sur les EO-DCNs

Certaines catastrophes naturelles, telles que les inondations, peuvent être anticipées grâce aux données météorologiques et hydrologiques, permettant la mise en place de stratégies de gestion proactive et de protection des réseaux. Ces événements nécessitent une préparation avancée, optimisable par des modèles précis de zonage des risques et d'évaluation des impacts. Pour l'évaluation et la prévision des risques d'inondations, plusieurs bases de données sont exploitées. **Vigicrues** [17] en France fournit des données hydrologiques en temps réel et des alertes nationales, **EFAS** propose des prévisions et alertes précoces à l'échelle européenne, **l'USGS** [21] offre des informations sur les inondations aux États-Unis, et **Copernicus EMS** assure une surveillance complète des catastrophes, y compris les prévisions d'ouragans et les alertes en temps réel. La modélisation des impacts sur les EO-DCNs repose sur des modèles hydrologiques simulant les écoulements fluviaux et les précipitations [22], combinés à des systèmes de détection d'inondations par satellite [18, 20] qui enrichissent les prévisions classiques. Les méthodes d'apprentissage automatique permettent de traiter de vastes volumes de données [19, 24], intégrant les alertes hydrologiques et les informations issues des réseaux sociaux pour suivre en temps réel les impacts des inondations [26].

### 2.2.2 Catastrophes Naturelles Imprévisibles et EO-DCNs

Les catastrophes naturelles imprévisibles, notamment les tremblements de terre, représentent un défi majeur pour la résilience des EO-DCNs, en raison de leur apparition soudaine et de leurs impacts souvent en cascade. Des techniques avancées de zonage et de modélisation prédictive sont donc nécessaires. Pour l'évaluation des risques sismiques, on s'appuie sur les cartes et données détaillées de **l'USGS** [27], le suivi en temps réel de **l'EMSC** pour l'Europe et la Méditerranée, ainsi que les cartes probabilistes mondiales du **GSHAP**.

Les modèles de risques sismiques peuvent être déterministes, analysant failles connues et données historiques pour prédire des scénarios spécifiques, ou probabilistes, évaluant la probabilité d'un séisme dans une zone donnée. Ils permettent de définir les Groupes de Liens à Risque Partagé dans les EO-DCNs pour concevoir des infrastructures résilientes. Les séismes provoquent souvent des défaillances corrélées dépassant l'épicentre, et les zones à risque varient selon la magnitude, les caractéristiques régionales (tsunami, glissements de terrain). L'intégration des cartes sismiques aux topologies EO-DCNs permet d'identifier les liens vulnérables et d'optimiser la préparation proactive.

En combinant un zonage précis des catastrophes avec des modèles robustes et des bases de données mondiales, les EO-DCNs sont mieux préparés à gérer catastrophes prévisibles et imprévisibles. Ces techniques servent à identifier zones sinistrées, groupes de risques partagés et alertes d'inondation sur des bancs d'essai EO-DCN classiques tels que Cost-239, USBackbone (24 nœuds), NSFNET (14 nœuds), GEANT, topologie allemande (7 nœuds) et Tokyo (23 nœuds) [4-16], largement utilisés pour la recherche. Ces efforts constituent la base pour développer des stratégies efficaces de routage résilient et d'évacuation des données.

## 2.3 Routage Résilient et Évacuation des Données dans les EO-DCN avec Modélisation Prédictive des Risques

Les réseaux de télécommunications, tels que les **réseaux optiques inter-centres de données élastiques (EO-DCNs)**, font face à de sérieuses menaces posées par des catastrophes de grande ampleur, qu'elles soient prévisibles (par exemple, les inondations et les ouragans) ou

imprévisibles (comme les tremblements de terre). Une défaillance dans une **zone sinistrée (DZ)** peut affecter plusieurs liens et nœuds sur une large échelle et pendant une période relativement longue. L'interruption des réseaux peut entraîner l'arrêt des services cloud et de distribution de contenu, ce qui est particulièrement coûteux pour les réseaux inter-centres de données. Chaque minute d'indisponibilité d'un serveur de centre de données peut causer des pertes pouvant atteindre **8 800 dollars**, et une paralysie du réseau due à une catastrophe peut engendrer des pertes de plusieurs milliards de dollars. Compte tenu de la gravité des conséquences des catastrophes, il est impératif de développer des méthodes de protection pour assurer des **communications de bout en bout** dans les EO-DCNs. En se basant sur les zones sinistrées identifiées lors de la première phase, cette recherche se concentre sur deux stratégies principales : (1) **Stratégies d'Atténuation** : Utilisées immédiatement après l'apparition des signes précurseurs de catastrophes météorologiques prévisibles, telles que les inondations e ; (2) **Mécanismes de Protection Proactive** : Pré-allocation de chemins de transmission alternatifs et de centres de données de secours pour se protéger contre les défaillances causées par des catastrophes imprévisibles comme les tremblements de terre. Ces approches visent à renforcer la résilience des EO-DCNs en réduisant les interruptions de service et les pertes financières lors de catastrophes.

### 2.3.1 Évacuation des Données - Préparation aux Catastrophes Prévisibles

Pour certaines catastrophes comme les inondations, des alertes prévisionnelles permettent de mettre en place des mesures préventives [14-15]. Un enjeu majeur est l'**évacuation rapide des données critiques et des machines virtuelles (VMs)** depuis les centres de données (DCs) à risque vers des DCs sûrs, via un routage et une planification fiables [7-9]. Pour limiter les interruptions de service, il est nécessaire d'optimiser la migration en maximisant le nombre de VMs transférées tout en réduisant le temps d'arrêt, l'usage des ressources réseau et la durée totale. Ce problème, souvent conflictuels, peut être résolu par des méthodes telles que la programmation linéaire en nombres entiers (ILP), les approches (méta)-heuristiques ou l'apprentissage profond par renforcement (DRL).

### 2.3.2 Routage Résilient pour les Catastrophes Imprévisibles (Séismes)

Les séismes provoquent des pannes régionales et affectent fortement les infrastructures EO-DCN. Les approches de résilience sont généralement proactives ou réactives ; cette thèse se concentre sur les approches proactives, où les zones de catastrophe sont identifiées et modélisées à l'avance grâce aux résultats du zonage des catastrophes. Les demandes de connexion sont préparées pour minimiser les effets des séismes. Une approche traditionnelle consiste à fournir une paire de chemins primaire et de secours, routés dans deux groupes de risque partagé disjoints afin d'éviter une perturbation simultanée. Cependant, cela peut nécessiter un surprovisionnement en bande passante coûteux. L'approvisionnement sensible aux catastrophes permet de router les connexions importantes à travers les zones à faible risque, réduisant le risque de perturbations sans utiliser systématiquement de chemin de secours.

La réplication des informations sur plusieurs centres de données et la virtualisation des services permettent un approvisionnement résilient grâce au stockage coopératif et au routage multi-chemins via Manycasting. Ces techniques optimisent l'utilisation des ressources tout en protégeant les chemins traversant les zones à risque. L'optimisation des ressources dans ce contexte peut être abordée avec des méthodes ILP, heuristiques, ou DRL.

## 3. Profil du/de la candidat·e

Cette thèse de doctorat est pressentie en première lecture en informatique (école doctorale ED536), et, en seconde possibilité, en Géographie quantitative (ED 537). Cela dépendra de la qualité et des profils des candidat.e.s. la thèse sera donc réalisée soit au laboratoire UMR ESPACE, soit au laboratoire LIA, avec des visites régulières prévues dans les deux laboratoires tout au long du projet. Nous encourageons les candidatures des étudiants en deuxième année de master ou des étudiants en dernière année d'école d'ingénieurs ayant une solide formation en modélisation et/ou mathématiques (comme la recherche opérationnelle, l'IA, l'apprentissage automatique, les mathématiques appliqués aux sciences sociales...) et un intérêt marqué pour la recherche interdisciplinaire (informatique, géographie quantitative). Une expérience en géographie et/ou en réseaux serait un atout. Les candidats doivent soumettre leur CV, leurs relevés de notes et une lettre de recommandation à [fen.zhou@univ-avignon.fr](mailto:fen.zhou@univ-avignon.fr) et [didier.josselin@cnrs.fr](mailto:didier.josselin@cnrs.fr).

#### 4. Opportunités de mobilité à l'international du/de la doctorant·e dans le cadre de sa thèse

Le futur doctorant aura l'opportunité de mener des visites de recherche auprès de l'équipe dirigée par le Pr. **Massimo Tornatore au Politecnico di Milano**. Le professeur Tornatore, Fellow IEEE, est un expert pionnier en résilience des réseaux face aux catastrophes naturelles. Ses recherches approfondies dans ce domaine apportent une expertise précieuse qui enrichira considérablement l'expérience de recherche du doctorant. Le Dr Fen Zhou, membre de l'équipe de supervision, entretient une collaboration active avec le groupe du professeur Tornatore, comme en témoignent leurs publications conjointes dans les IEEE/ACM Transactions on Networking (2023) [35] et la conférence IEEE ICC 2024. Pour illustrer cette forte collaboration académique, le professeur Tornatore a été invité à donner un séminaire au LIA en 2018 et le rapporteur pour une thèse de doctorat supervisée par le Dr Zhou. En retour, le Dr Zhou a récemment été invité comme rapporteur et examinateur pour deux thèses de doctorat au sein de l'équipe du professeur Tornatore à Milan. Cette collaboration continue offrira au doctorant un accès à un réseau interdisciplinaire solide, favorisant les échanges scientifiques et enrichissant sa recherche grâce à l'exposition aux méthodologies de pointe en conception de réseaux résilients face aux catastrophes.

De plus, nous prévoyons de lancer une collaboration avec le Pr **Yatindra Nath Singh**, chercheur à l'**Indian Institute of Technology Kanpur (IIT-K)**, sur la thématique de la résilience dans les réseaux optiques, afin d'accueillir d'excellents étudiants (masters et doctorants) d'IIT-K. Cette collaboration s'inscrit pleinement dans la continuité de notre projet de thèse. Un **MoU** est actuellement en cours de préparation entre **Avignon Université** et **IIT Kanpur**. La **VP Recherche**, la **VP Relations Internationales** d'Avignon Université ainsi que le directeur du LIA ont déjà donné leur accord. **Du côté d'IIT Kanpur, la doyenne des relations internationales a également exprimé un avis très favorable**. Les services internationaux des deux établissements négocient encore certains aspects du modèle du MoU, afin de parvenir rapidement à une version prête à la signature.

#### 5. Équipe de Recherche et Approche Interdisciplinaire

Pour atteindre avec succès les objectifs de ce projet, l'expertise en évaluation géographique des risques et en optimisation de la résilience des réseaux est essentielle. L'équipe de recherche est composée de Didier Josselin (DR CNRS) du laboratoire UMR ESPACE et de Fen Zhou (MCF-HDR) du laboratoire LIA, dont les compétences complémentaires permettront d'avancer le projet. Didier Josselin, chercheur distingué du CNRS, reconnu pour son expertise

en géographie, systèmes de transport urbain, SIG et évaluation des risques, travaillera sur une méthodologie géographique rigoureuse pour le zonage des risques de catastrophe, spécifiquement pour les inondations et les séismes dans les réseaux Elastic Optical Inter-DataCenter (EO-DCNs). Fen Zhou se spécialise dans l'optimisation de la résilience des réseaux et le routage. Il a supervisé trois thèses de doctorat sur la résilience des réseaux face aux catastrophes [28-30]. Leur collaboration établie inclut la co-direction de projets de doctorat réussis et l'intégration des connaissances géographiques avec les stratégies d'optimisation des réseaux [26,27,31,32]. Ce projet se fera en lien avec les travaux sur l'alerte de Johnny Douvinet [33, 34], dans le cadre de son IUF, qui pourra participer notamment aux CSI.

## 6. Références bibliographiques

1. [https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/news-stories/stories/flash-floods-spain-joining-forces-rapid-recovery\\_en](https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/news-stories/stories/flash-floods-spain-joining-forces-rapid-recovery_en)
2. B. Kolen, R. Slomp, S.N. Jonkman. The impacts of storm Xynthia February 27–28, 2010 in France: lessons for flood risk management. *Journal of flood risk management*, 6(3): s 261-278, 2013
3. <https://www.seine-et-marne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Securite-et-protection-de-la-population/Prevention-des-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-en-Seine-et-Marne/Inondations/Le-risque-inondation>
4. Yuanhao Liu, Fen Zhou, Cao Chen, Zuqing Zhu, Tao Shang, Juan-Manuel Torres-Moreno: Disaster Protection in Inter-DataCenter Networks Leveraging Cooperative Storage. *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.* 18(3): 2598-2611 (2021)
5. Min Ju, Yuanhao Liu, Fen Zhou, Shilin Xiao. Disaster-Resilient and Distance-adaptive Services Provisioning in Elastic Optical Inter-Data Center Networks. *IEEE/Optica Journal of Lightwave Technology* : 1-14, March 2022.
6. S. Sedef Savas, M. Farhan Habib, Massimo Tornatore, Ferhat Dikbiyik, Biswanath Mukherjee: Network adaptability to disaster disruptions by exploiting degraded-service tolerance. *IEEE Commun. Mag.* 52(12): 58-65 (2014)
7. Omran Ayoub, Amaro de Sousa, Silvia Mendieta, Francesco Musumeci, Massimo Tornatore: Online Virtual Machine Evacuation for Disaster Resilience in Inter-Data Center Networks. *IEEE Trans. Netw. Serv. Manag.* 18(2): 1990-2001 (2021)
8. Sifat Ferdousi, Massimo Tornatore, M. Farhan Habib, Biswanath Mukherjee: Rapid Data Evacuation for Large-Scale Disasters in Optical Cloud Networks [Invited]. *JOCN* 7(12): B163-B172 (2015)
9. Zhuotong Li, Memedhe Ibrahim, Yongli Zhao, Biswanath Mukherjee, Jie Zhang, Massimo Tornatore: Content Evacuation in Inter-DC Optical Networks under Post-Disaster Cascading Failures. *ONDM 2024*: 1-5
10. H. Honda, H. Saito, Nation-wide disaster avoidance control against heavy rain, *IEEE/ACM Trans. Netw.* 27 (2019) 1084–1097.
11. Y. Ran, Considerations and suggestions on improvement of communication network disaster countermeasures after the Wenchuan earthquake, *IEEE Commun. Mag.* 49 (2011) 44–47.
12. K. Tanaka, Y. Yamazaki, T. Okazawa, T. Suzuki, T. Kishimoto, K. Iwata, Experiment on seismic disaster characteristics of underground cable, in: 14th World Con. Earthquake Eng., pp. 1–8.
13. L.K. Comfort, T.W. Haase, Communication, coherence, and collective action: the impact of hurricane Katrina on communications infrastructure, *Publ. Works Manag. Pol.* 10 (2006) 328–3.
14. Jacek Rak, Rita Girão-Silva, Teresa Gomes, Georgios Ellinas, Burak Kantarci, Massimo Tornatore: Disaster resilience of optical networks: State of the art, challenges, and opportunities. *Opt. Switch. Netw.* 42: 100619 (2021)
15. Jacek Rak, David Hutchison, János Tapolcai, Rasa Bruzgiene, Massimo Tornatore, Carmen Mas Machuca, Marija Furdek, Paul Smith:

Fundamentals of Communication Networks Resilience to Disasters and Massive Disruptions. Guide to Disaster-Resilient Communication Networks 2020: 1-43

16. COST Action CA15127 – RECODIS: Resilient communication services protecting end-user applications from disaster-based failures. European Cooperation in Science and Technology. <http://www.cost.eu>.
17. <https://www.vigicrues.gouv.fr>
18. G.J. Schumann, Improving flood resilience through effective integration of earth observation data and modeling over large scales, in: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS, Fort Worth, TX, USA, 2017, pp. 5595–5597.
19. D. Wagenaar, A. Curran, M. Balbi, A. Bhardwaj, R. Soden, E. Hartato, G.M. Sarica, L. Ruangpan, G. Molinaro, D. Lallemand, Invited perspectives: how machine learning will change flood risk and impact assessment, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 20 (2020) 1149–1161
20. A.D. Metin, N.V. Dung, K. Schröter, S. Vorogushyn, B. Guse, H. Kreibich, B. Merz, The role of spatial dependence for large-scale flood risk estimation, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 20 (2020) 967–979.
21. United States Geological Survey, USGS flood information, accessed June 10, 2020, [https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/usgs-flood-information?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/usgs-flood-information?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects), 2020.
22. A.E. Bandecchi, V. Pazzi, S. Morelli, L. Valori, N. Casagli, Geo-hydrological and seismic risk awareness at school: emergency preparedness and risk perception evaluation, *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 40 (2019) 101280.
23. United States Geological Survey, Long-term national seismic hazard map, 2018, <https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/2018-united-states-lower-48-seismic-hazard-long-term>, 2018. (Accessed 10 June 2020).
24. S.M. Shanavas, V.P. Mishra, P. Maheshwari, Global disaster research and threat detection system, in: International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), United Arab Emirates, Dubai, 2019, pp. 650–655.
25. Predict Disasters Using Social Media (<https://springml.com/blog/predicting-disasters-using-social-media/>).
26. M. Mathias, F. Zhou, J. Torres-Moreno, D. Josselin, M. Poli, and A. C. Linhares, “Personalized sightseeing tours: a model for visits in art museums,” *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 31(3): 591-616 (2017).
27. Mohamed Amine Ait Ouahmed, Didier Josselin, Fen Zhou. Relocation Optimization of Electric Cars in One-Way Car-sharing Systems: Modeling, Exact Solving and Heuristics Algorithms. *International Journal of Geographical Information Science*, 32(2): 367-398, 2018.
28. Mohamed Madani, Fen Zhou, Ahmed Meddahi. "Deploying Disaster-Resilient Service Function Chains Using Adaptive Multi-Path Routing. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, pp1-14, accepted, Nov. 2024.
29. Y. Liu. Enhancing survivability for elastic optical inter-DataCenter Networks. PhD thesis, LIA, Avignon University. 2023.
30. M. Ju. Protection optimization in Next Generation Optical networks. PhD thesis, LIA, Avignon University. 2018.
31. Mohamed Amine Ait Ouahmed. Optimisation dans l'auto-partage à un seul sens avec voitures électriques et relocalisations. PhD thesis, LIA, Avignon University. 2018.
32. Mayeul Mathias. Recommandation de parcours culturels personnalisés : Étude interdisciplinaire de la proposition automatique de visites. PhD thesis, LIA, Avignon University. 2021.
33. Johnny Douvinet, Miangaly Rakoto, Delphine Grancher, Eric Daudé, Romain Moutard. Évaluer le contenu des notifications d’alerte diffusées en France via FR-Alert® : enjeux scientifiques et retombées opérationnelles. *NETCOM : Réseaux, communication et territoires / Networks and Communications Studies*, 2024, 37-3/4, ⟨10.4000/w8a0⟩. ⟨hal-04578516⟩
34. Johnny Douvinet, Fatima-Zahra Atmani, Maxime Deniaux, Matthieu Péroche, Noé Carles, et al.. A new dataset on milling time and public perception of Cell Broadcast tsunami alerts tested along the

French Mediterranean coast on 19 January 2024. Data in Brief, 2024, pp.111073.  
(10.1016/j.dib.2024.111073). (hal-04774713)

35. Cao Chen, Fen Zhou, Massimo Tornatore, Shilin Xiao:  
Maximizing Revenue With Adaptive Modulation and Multiple FECs in Flexible Optical Networks.  
IEEE/ACM Trans. Netw. 31(1): 220-233 (2023)

---

J'ai informé le/la directeur-riche de mon unité du dépôt de cette proposition de sujet de thèse

Les sujets devront être adressés avant le 12 décembre 2025 midi à [fr-agorantic@univ-avignon.fr](mailto:fr-agorantic@univ-avignon.fr)