



HAL
open science

Les objets connectés : des solutions à promouvoir pour améliorer l'alerte à la population en France ?

Esteban Bopp, Johnny Douvinet

► To cite this version:

Esteban Bopp, Johnny Douvinet. Les objets connectés : des solutions à promouvoir pour améliorer l'alerte à la population en France ?. 2021. hal-03350047

HAL Id: hal-03350047

<https://hal.science/hal-03350047v1>

Submitted on 21 Sep 2021

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.

Résilience et adaptation aux risques « naturels »

Sous la direction de
Frédéric LEONE & Freddy VINET

9 GÉORISQUES

U
M

PRESSES UNIVERSITAIRES DE LA MÉDITERRANÉE

Résilience et adaptation aux risques « naturels »

Collection « Géorisques »

Directeurs de collection :
Frédéric LEONE, Freddy VINET

Comité scientifique :

Stephanie DEFOSSEZ, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Johnny DOUVINET, univ. d'Avignon et des Pays du Vaucluse, UMR Espace, F84029, Avignon, France ; Monique GHERARDI, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Karl HOARAU, univ. Cergy-Pontoise, F95000, Cergy, France ; Franck LAVIGNE, univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR Laboratoire de Géographie Physique, F75231, Paris, France ; Frédéric LEONE, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Denis MERCIER, Sorbonne-Université, UMR Laboratoire de Géographie Physique, F75005, Paris, France ; Nancy MESCHINET DE RICHEMOND, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Philippe PALANY, Météo-France, Direction interrégionale Antilles-Guyane, F97262 Fort-de-France, France ; Anne PELTIER, univ. Jean-Jaurès Toulouse 2, UMR Géode, F31058, Toulouse, France ; Matthieu PEROCHE, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Tony REY, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France ; Thomas CANDELA, Sarl BE RisCrises, F30100, Alès, France ; Nicolas VILLENEUVE, univ. de la Réunion, Institut de Physique du Globe de Paris, F97744, Saint-Denis, La Réunion ; Freddy VINET, univ. Paul-Valéry Montpellier 3, UR LAGAM, F34000, Montpellier, France.

La collection « Géorisques » est une publication consacrée à la géographie des risques dits naturels. Les numéros thématiques privilégient les approches méthodologiques, ce qui n'exclut pas de publier des numéros consacrés à des terrains spécifiques : littoraux, montagneux ou îliens.

Les ouvrages de la collection regroupent des articles sélectionnés suite aux rencontres « Géorisques » organisées dans le cadre du master *Gestion des Catastrophes et des Risques Naturels* de l'université Paul-Valéry Montpellier 3. La publication bénéficie également du soutien du Laboratoire de Géographie et d'Aménagement de Montpellier (LAGAM).

L'objectif de la collection est de confronter les approches des chercheurs et des praticiens sur des problématiques récentes.

Résilience et adaptation aux risques « naturels »

Sous la direction de Frédéric Leone & Freddy Vinet
(université Paul-Valéry Montpellier 3)

GÉORISQUES n° 9
2021
PRESSES UNIVERSITAIRES DE LA MÉDITERRANÉE

Les directeurs de la collection remercient le bureau d'étude RisCrises et l'agence de développement économique de Nîmes Métropole pour le soutien apporté à ce numéro.

Illustration de couverture : Marie-Pierre BOYER, Photomontage, PULM, 2021,
Le Vanuatu après le cyclone Pam (photographies de F. LEONE, 2015).

Mots-clés :
adaptation, catastrophe, prévention, résilience, risque « naturel ».

Tous droits réservés, PULM, 2021.

ISBN 978-2-36781-381-3

Sommaire

Éditorial — La résilience en question

Frédéric LEONE & Freddy VINET9

Chapitre 1 — Évaluer

- 1 *La résilience territoriale aux submersions marines mise à l'épreuve du terrain, du discours et de l'action : Port-des-Barques face à la catastrophe Xynthia*
Béatrice QUENAULT13
- 2 *Stratégie Risques et résilience métropolitaine, un enjeu de données et de mise en carte, au service de la réduction de la vulnérabilité et de la gestion de crise du territoire de Grenoble-Alpes Métropole*
Vincent BOUDIÈRES, Helene GOUJON, Bertrand MARION & Amir STRKONJIC 31
- 3 *Mesurer et représenter la résilience : exemple des acteurs des territoires de la Charente-Maritime et de la Somme face au risque de submersion marine*
Élie CHEVILLOT-MIOT 41
- 4 *Améliorer la résilience face au risque inondation : de la création d'indicateurs à un observatoire de résilience urbaine*
Charlotte HEINZLEF, François GANZ, Vincent BECUE & Damien SERRE53

Chapitre 2 — S'adapter

- 5 *Pratiques et savoirs traditionnels dans la résilience des sociétés face aux phénomènes naturels extrêmes, exemples de Port-Vila et Imafen (Vanuatu)*
Stéphanie DEFOSSEZ, Thomas VAUTHIER, Benjamin PRADEL, Frédéric LEONE, Tony REY,
Loïc LE DÉ & Monique GHERARDI65
- 6 *L'ouragan Katrina d'août 2005, « une catastrophe qui se prolonge ». Réflexion autour des notions de mobilité et de crise à l'épreuve des catastrophes de grande ampleur*
Elsa PEINTURIER75

7 *Les organisations religieuses face à El Niño 2017 au Pérou : une géographie de la gestion des risques depuis une perspective sociologique et culturelle*
Marie PIGEOLET 87

Chapitre 3 — Prévenir

8 *Contribution à l'évaluation des sinistres évités suite aux inondations*
Anne-Kim BANCHEREAU, Julia COLLET, Sylvain CHAVE & Alix ROUMAGNAC 97

9 *Les objets connectés : des solutions à promouvoir pour améliorer l'alerte à la population en France ?*
Esteban BOPP & Johnny DOUVINET 105

10 *QLARM, un outil au service de la gestion du risque sismique et des crises. Étude de cas au Kirghizstan*
Philippe ROSSET, Stavros TOLIS, Michel SPEISER & Max WYSS 115

11 *Modélisation rapide des conséquences d'une explosion en milieu urbain*
Emmanuel LAPÉBIE, David HERVÉ, Richard SAUREL, Isabelle SOCHET & Frédéric SUARD 127

9 Les objets connectés : des solutions à promouvoir pour améliorer l'alerte à la population en France ?

Esteban BOPP & Johnny DOUVINET

Laboratoire UMR ESPACE 7300 CNRS, Département de
Géographie, Université d'Avignon,

74 Rue Louis Pasteur, 84 029 Avignon

esteban.bopp@univ-avignon.fr

johnny.douvinet@univ-avignon.fr

Résumé. — L'offre en matière d'alerte descendante (à destination des populations) est très hétérogène en France. Elle est diversifiée selon les territoires (aléas, enjeux, culture du risque) et selon les acteurs et leurs prérogatives. Dans cette étude, notre attention se porte sur les objets connectés (des smartphones aux capteurs automatisés), qui se présentent comme de « nouvelles solutions » délivrant des messages plus précis, plus rapides, voire plus adaptés aux territoires. Cet article dresse les apports de ces outils pour l'alerte en France. Il porte notamment le débat sur la nécessité d'adopter un moyen d'alerte connecté à l'échelle nationale, pour éviter de trop grandes disparités territoriales et disposer d'outils d'alerte performants en période de crise.

Mots-clés. — Alerte, objets connectés, moyens d'alerte, application smartphone.

Abstract. — *The alert to the population is based on a wide variety of tools in France. Tools are diversified according to territories (hazards, vulnerability, risk culture) and according to the actors. In a changing communication environment, connected objects (from smartphones to sensors) offer new solutions that deliver messages more precisely, faster, and more adapted to the territory. This article then looks at the relevance and usefulness of these solutions for top-down alerts. It focuses in particular on the debate on the need to adopt a nationally connected alerting system, to avoid excessive territorial disparities and to have efficient alerting tools in times of crisis.*

Key words. — *Alert, Connected Tools, Alert Medium, Smartphone App.*

Introduction

L'alerte aux populations est l'une des phases clés de la gestion globale des risques. Elle met fin à la phase de veille des phénomènes, et marque surtout le début des actions de protection et/ou de secours. Elle est synonyme d'une période de fortes tensions face à l'occurrence d'un événement pouvant causer des dégâts potentiellement dramatiques (Leone et Vinet, 2017). L'objectif de l'alerte est de préve-

nir la population de l'imminence d'un aléa, de manière à ce qu'elle puisse prendre les mesures de sauvegarde adéquates. En France, elle ressort de la responsabilité de l'État et de ses représentants aux échelles locales (maires et préfets), et elle est définie comme étant un « signal destiné à avertir des individus d'un danger (...) susceptible de porter atteinte à leur intégrité physique et nécessitant d'adopter un comportement réflexe de sauvegarde » (DGSCGC, 2013). L'alerte est par ailleurs binaire : on la déclenche ou non (Douvinet, 2018), et elle se distingue de la vigilance ou de l'avertissement, qui traduisent une montée en puissance dans la préparation et l'anticipation des institutions face à l'arrivée d'un phénomène dangereux.

En France, les outils de l'alerte institutionnelle (sirènes, automate d'appel, panneaux à messages variables, etc.) font régulièrement l'objet de nombreuses critiques, tant sur le plan technique que sur leur usage (Douvinet *et al.*, 2019). De nombreux acteurs, qu'ils soient politiques, scientifiques ou citoyens, dénoncent la faible efficacité de ces solutions qui reposent sur des outils peu adaptés aux contextes locaux, aux attentes des populations concernées, à la cinétique des aléas, à l'ampleur des espaces exposés, et qui dépendent d'infrastructures vieillissantes et d'une organisation complexe et peu lisible. La doctrine d'utilisation des sirènes, qui a été renforcée en 2010 par le projet SAIP (Système d'Alerte et d'Information des Populations) est critiquée par le sénateur J. P. Vogel (2017) qui note que les sirènes sont peu utilisées et peu cohérentes en période de crise.

Dans ce contexte, la question se pose de se tourner vers des systèmes plus souples et plus pervasifs pour diffuser différemment et plus efficacement l'alerte aux populations. L'intégration progressive des objets connectés dans les systèmes d'alerte offre diverses opportunités (Goodchild et Glennon, 2010 ; Huang *et al.*, 2010 ; Palen *et al.*, 2009). Ils permettent une alerte plus rapide (Comfort *et al.*, 2012 ; Fragkiadakis *et al.*, 2011), mieux ciblée (Fernández-Bilbao *et al.*, 2009 ; García, 2012), et l'envoi de messages d'alerte plus clairs pour les individus que le son d'une sirène (Douvinet, 2018). Dès lors, le système d'alerte français ne gagnerait-il pas à intégrer les objets connectés pour gagner en efficacité ? Quelle serait la plus-value de l'utilisation de moyens d'alerte connectés en comparaison avec les sirènes d'alerte plébiscitées aujourd'hui ?

Afin de répondre à ces questions, ce travail propose d'évaluer le potentiel des objets connectés pour alerter les populations en France. La première partie revient sur les limites du système d'alerte français tel qu'il fonctionne aujourd'hui. La seconde partie présente les bénéfices potentiellement apportés par les objets connectés, en ciblant l'étude à l'échelle de la région Sud-PACA qui a comme caractéristique d'être peuplée de manière hétérogène et

exposée à des risques importants. La troisième partie analyse le potentiel des applications smartphones pour alerter la population.

9.1 Les écueils de l'alerte institutionnelle en France

En France, l'alerte fonctionne *via* un mode de subsidiarité verticale. Son organisation est hiérarchisée et privilégie la réactivité collective en adaptant l'échelon de réponse à l'échelle de la crise (Assemat *et al.*, 2015). Le processus d'alerte peut faire intervenir plus de 50 acteurs aux prérogatives diverses (Kouadio, 2016), ce qui le rend complexe (Dedieu, 2009 ; Douvinet, 2018) et peu lisible pour les individus (Gisclard, 2017). Il responsabilise les acteurs politiques, mais ces derniers souffrent d'un manque d'information, alors qu'ils doivent être en mesure d'alerter dans un délai parfois très court leurs administrés (Créton-Cazanave, 2010 ; Daupras *et al.*, 2015 ; Douvinet *et al.*, 2011 ; Vinet, 2010).

L'alerte institutionnelle repose sur différents Moyens d'Alerte et d'Information (MAI). À l'échelle nationale, les sirènes restent les outils prioritaires. Elles ont été mises en service dans les années 1930, et composent le Réseau National d'Alerte (RNA) depuis 1959 pour répondre à une défense aérienne passive (Douvinet, 2018). Le *Livre Blanc sur la Défense et la Sécurité Nationale* (2008) pointe néanmoins la vétusté de ce réseau (seulement 35 % des sirènes RNA émettent un signal conforme et 28 % des armoires de commande ont été installés avant les années 1970) et une localisation imparfaite (2638 communes sont au moins dotées d'une sirène ; Deloitte, 2014). Dès lors, le réseau de 4291 sirènes fait l'objet d'une modernisation depuis la fin du RNA actée en 2010 : le projet *Système d'Alerte et d'Information des Populations* (SAIP) prévoit ainsi le raccordement de 5 531 sirènes sur 1743 « bassins de risque » à l'horizon 2022. Mais la priorité accordée aux sirènes et les investissements associés posent question (Daupras *et al.*, 2015 ; Douvinet, 2018 ; Kouadio, 2016 ; Vogel, 2017). Le signal est peu explicite ; la portée sonore est aléatoire et soumise à des contraintes physiques ; les sirènes couvrent certains territoires (pour des questions politiques, stratégiques, militaires) au détriment de secteurs moins urbanisés, mais parfois plus exposés ; la maintenance est couteuse pour des solutions rarement utilisées par les maires. À l'échelle communale, les maires peuvent également avoir mis en place des MAI complémentaires : automates d'appel téléphonique, panneaux à messages variables, sirènes communales, ensembles mobile d'alerte, etc. Toutes ces solutions dépendent des ressources (budgétaires ou humaines) et de la volonté politique propre à chaque territoire, et les communes peuvent faire appel à divers prestataires privés. Finalement, l'offre est diversifiée à travers les échelles, et les individus ne connaissent pas l'ensemble des moyens mobilisables : 22 % des français estiment identifier l'alarme des sirènes en 2011 (Deloitte, 2014). Il est donc nécessaire de trouver d'autres solutions, plus adaptées à la temporalité des aléas et aux caractéristiques des territoires.

9.2 Les bénéfices des objets connectés

9.2.1 Une opportunité contextuelle évidente

L'Internet des Objets (*IoT*, pour « *Internet of Things* ») se définit comme l'« *extension de l'Internet actuel à tous les objets pouvant communiquer de manière directe ou indirecte* » (Haas *et al.*, 2017). Ces objets sont très présents dans notre quotidien et ils remplissent de multiples tâches dans des domaines variés (santé, transport, loisirs, sport, sécurité, etc.). Leur profusion est d'ailleurs remarquable : si l'on exclut les smartphones, 52 % des français possèdent au moins un objet connecté en 2017 (ministère de l'Économie et des Finances, 2017), contre seulement 13 % en 2011, et leur acceptation ne cesse de s'accroître.

Dans le domaine de la gestion des risques, de nombreux travaux ont démontré les bénéfices apportés par l'IoT, que ce soit pour la veille des phénomènes (Auclair and Bertil, 2009 ; García, 2012), la gestion de crise (Becker and Bendett, 2015 ; Fragkiadakis *et al.*, 2011 ; Linardi, 2016 ; Palen *et al.*, 2009) ou le relèvement post-catastrophe (Marsden, 2013 ; Okolloh, 2009). Si l'on dresse un bilan des avantages mis en avant dans ces travaux, les objets connectés offrent une amélioration de la mesure des aléas en temps réel, de la communication (dans et hors de la crise) et de l'organisation des secours. Ils permettent également la production d'informations par des individus volontaires et profanes à travers les médias sociaux, le *crowdsourcing* et le *crisis-mapping* (Coleman *et al.*, 2009 ; Elwood, 2008 ; Goodchild, 2007 ; Riccardi, 2016 ; Ziemke, 2012).

Dans le domaine de l'alerte, les objets connectés offrent aussi plusieurs opportunités : 1) ils délivrent un réel message d'alerte (et non un simple signal) contenant des consignes de comportement ; 2) ils permettent d'alerter plus rapidement un grand nombre d'individus, immobiles ou en déplacement ; 3) ils permettent la réception d'une alerte ciblée avec la possibilité, pour les autorités, de connaître le nombre exact d'individus qui ont reçu les messages ; 4) ils servent de support de communication entre les autorités et les individus, en facilitant les interactions et les échanges entre ces acteurs. Par ailleurs, l'utilisation de capteurs connectés pour la détection d'aléa à cinétique rapide se développe de plus en plus, pour les tsunamis (Comfort *et al.*, 2012), les séismes (Auclair et Bertil, 2009) ou les inondations (Bricker *et al.*, 2017 ; García, 2012) : on parle de « système d'alerte précoce ».

Puisqu'ils sont connectés aux réseaux de télécommunication et/ou d'Internet, les téléphones mobiles peuvent être considérés comme des objets connectés. Le recours à la téléphonie mobile pour l'alerte se développe de plus en plus dans le monde (au moins 43 pays disposent d'un tel système dont les États-Unis, l'Australie, la Belgique, mais aussi le Bangladesh, le Kenya ou le Sri Lanka). Ces solutions localisent les téléphones mobiles à l'échelle de la cellule de télécommunication : on parle alors de moyens d'alerte centrés sur la localisation des individus en temps réel (Aloudat et Alzoubi, 2010). Un décret européen a récemment rendu obligatoire la mise en place d'un tel système dans les pays membres (dont la France) d'ici 2022. Trois solutions sont possibles : la diffusion cellulaire (*cell broadcast*, un message envoyé à une antenne de télécommunication et qui s'affiche automatiquement sur tous les terminaux mobiles raccordés à cette antenne — on parle de *point-to-area*), le

SMS géolocalisé (SMS envoyé à chacun des terminaux dans une cellule de télécommunication — point-to-point) et l'application smartphone.

9.2.2 Un potentiel « d'alertabilité » considérable

9.2.2.1 Comment quantifier la performance des objets connectés en matière d'alerte ?

La grande force des objets connectés est de pouvoir communiquer entre eux grâce à Internet et aux réseaux de communications. Les réseaux 2G, 3G et 4G sont idéaux pour relier un moyen d'alerte à l'Internet : ce sont des réseaux cellulaires de longue portée, qui permettent de transporter de gros volumes de données, et qui offrent une bonne couverture à l'échelle nationale. Ces réseaux sont plus adaptés pour l'alerte que les réseaux LAN¹ et LPWAN², plus spécifiques aux objets connectés de type capteur, mais limités par leur portée ou leur capacité à transporter des volumes de données conséquents. Grâce à la polymorphie et à l'ubiquité de l'IoT, l'effort d'équipement ne doit pas être pensé en termes d'outils, mais bien en termes de couverture territoriale de l'Internet mobile.

Afin d'estimer la part de la population résidente pouvant être alertée par l'IoT, tout en comparant les résultats avec les sirènes institutionnelles, nous avons quantifié la capacité d'un moyen connecté à toucher la population sur son lieu de résidence (*i.e.* le potentiel d'alertabilité) dans la région Sud-PACA. Nous avons choisi de centrer notre expérimentation sur un moyen relié à la téléphonie mobile (diffusion cellulaire ou SMS géolocalisé qui ont une performance identique puisqu'ils passent par les réseaux 2G, 3G et 4G et fonctionne sur n'importe quel téléphone mobile). Nous avons utilisé les données de population carroyées à 200m de l'INSEE (datant de 2015) en ne retenant que les individus âgés de 18 ans et plus. Nous avons superposé la population résidente aux couvertures 2G, 3G et 4G des 4 principaux opérateurs français (Orange®, Bouygues®, Free®, SFR®). Etant donné qu'il n'est pas possible de connaître les opérateurs téléphoniques des individus, nous n'avons sélectionné que les zones couvertes à la fois par les 4 opérateurs pour chaque réseau (2G, 3G et 4G). Nous avons ensuite estimé à l'échelle de chaque commune de la région Sud-PACA le nombre d'individus possédant un téléphone mobile (selon les données issues du Baromètre du Numérique datant de 2018). En croisant le nombre d'individus résidant dans une zone couverte par les réseaux de télécommunications avec le nombre d'individus possédant un téléphone, nous pouvons alors estimer le nombre d'individu alertable (à l'échelle d'un quartier ou d'une commune).

9.2.2.2 Un très bon potentiel qui permettrait de réduire des inégalités territoriales

Le potentiel de performance de la diffusion cellulaire (CBC) ou du SMS géolocalisé (SMSG) est excellent en région Sud-PACA : 92,2 % des individus sont alertables et 90 % des communes ont un taux d'alertabilité supérieur à 80 % (fig. 1 ; tabl. 1). À titre de comparaison, le potentiel d'aler-

tabilité pour les sirènes SAIP est de 32,6 % de la population si l'on considère un rayon d'audibilité des sirènes de 1413 m (rayon calculé à partir de la puissance en décibels d'une sirène à 1m, de la loi d'atténuation du son par la distance (Atienza *et al.*, 2009), de la traversée du son par un obstacle et du volume sonore ambiant).

Un moyen d'alerte connecté rendrait également l'alerte bien plus équitable entre les territoires que l'utilisation disparate d'outils hétéroclites. La mesure de l'inégalité d'une distribution par l'indice de Gini (compris entre 0, distribution parfaitement égale, à 1, distribution très inégale) révèle l'égalité territoriale d'une alerte par diffusion cellulaire ou SMS géolocalisé ($I = 0,07$). Par ailleurs, la performance du CBC et du SMSG varie très peu selon la taille de l'aire urbaine à laquelle appartiennent les communes (tabl. 2).

Tabl. 1. — Performance d'un moyen d'alerte téléphonique de type Cell Broadcast (CBC) ou SMS Géolocalisé (SMSG) par rapport aux sirènes SAIP en région Sud-PACA

	CBC/SMSG	Sirène SAIP
Individus alertables	3 646 292	1 288 840
Part d'individus alertables (%)	92,19	32,58
Moyenne communale (%)	86,32	11,30
Indice de Gini	0,07	0,87

Tabl. 2. — Performance d'un moyen d'alerte de CBC ou SMSG par rapport aux sirènes SAIP et selon l'aire urbaine d'appartenance des communes de la région Sud-PACA

Aire urbaine d'appartenance des communes	CBC/SMSG (moyenne des communes %)	Sirène SAIP (moyenne des communes%)
Commune hors aire urbaine (n = 431)	85,2	11,8
Aire urbaine < 50 k hab. (n = 105)	88,2	52,6
Aire urbaine [50 k – 500 k] hab. (n = 69)	89,7	24,0
Aire urbaine > 500 k hab. (n = 341)	86,5	33,9

9.2.3 Une interactivité qui bouleverse les codes

Les objets connectés sont par nature des objets communicants. Ils sont le support le plus adéquat en période de crise durant laquelle on constate une augmentation de la communication des individus (Palen et Liu, 2007). Cette dernière est même corrélée à la magnitude du phénomène (Preis *et al.*, 2013). En effet, les individus sont capables de transmettre des informations essentielles sur la nature du danger et les dégâts observés (Goodchild, 2007). Or cette remontée d'information est archaïque faute de canal communicatif officiel. Elle s'établit sur les réseaux sociaux ce qui rend difficile le travail de détection, de localisation et de vérification des faits par les autorités. Si de plus en plus de SDIS (Service départemental d'Incendie et de Secours)

1. LAN : *Low Power Network*, réseaux de courte portée (1 à 100 m) adapté pour connecter des objets (généralement capteurs) peu consommateurs d'énergie.

2. LPWAN : *Low Power Wide Area Network* : réseaux de longue portée conçus spécifiquement pour transporter de faibles volumes de donnée provenant des objets connectés.

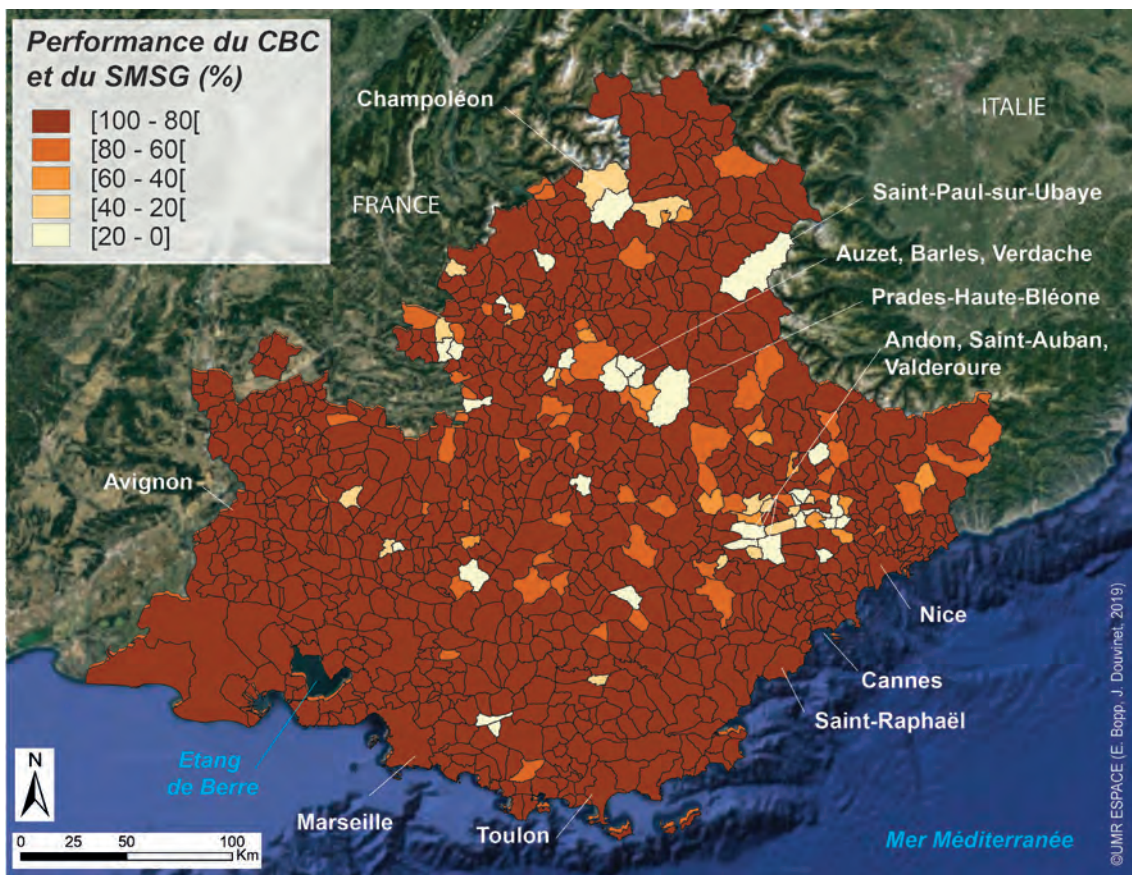


Fig. 1. — Potentiel de performance de la diffusion cellulaire (CBC) ou du SMS géolocalisé (MSG) en région Sud-PACA.

disposent désormais de *Community Managers* chargés de la veille des « signaux faibles » d'un danger sur les réseaux sociaux, de gros efforts doivent être entrepris pour prendre en compte cette information remontante, quitte à remettre en cause le paradigme pyramidal de la crise.

Ainsi, les objets connectés améliorent le processus d'alerte en accélérant la détection d'aléas à cinétique rapide, en augmentant le nombre d'individus alertable et en diffusant des messages spatialement ciblés et adaptés au contexte dans lequel se trouvent les individus. Les autorités peuvent connaître en temps réel le nombre de personnes ayant accusé le message, et peuvent recevoir des individus des informations sur le phénomène en cours (fig. 2).

L'analyse des atouts des objets connectés pour l'alerte doit être complétée par une analyse approfondie d'un moyen d'alerte connecté qui a été emblématique durant la décennie 2010-2020 : les applications smartphone.

9.3 Un potentiel à mieux évaluer : focus sur les applications smartphone

9.3.1 Une offre foisonnante en France

En tant qu'objets connectés, les applications smartphone offrent les mêmes avantages vus précédemment. Elles permettent l'envoi d'alertes spatialisées et elles peuvent être interactives en permettant une communication à double-sens entre les individus et les autorités tout en rendant le message d'alerte plus facilement compréhensible que le

son d'une sirène (Bopp *et al.*, 2018). De plus, les applications peuvent activer des fonctionnalités du smartphone (appareil photo, enregistreur vocal, altimètre, etc.) pour rendre les messages émis par les individus plus riches et précis. L'utilisation des applications smartphone dans le domaine de l'alerte aux populations s'est généralisée en France à partir de 2014 (Kouadio, 2016). Des entreprises conscientes des faiblesses de l'alerte institutionnelle ont développé leurs propres solutions pour se positionner sur le marché de l'alerte. En juin 2016, le Gouvernement a lui aussi lancé sa propre application, nommée SAIP (Système d'Alerte et d'Information des Populations), en lien avec le projet de modernisation de l'activation des sirènes étatiques, pour répondre à la recrudescence du risque attentat sur le territoire. Des solutions issues de partenariats « public-privé » sont également apparues à des échelles communales : les communes de Nice, Hyères ou Athis-Mons ont par exemple développé leur propre solution pour disposer d'un outil d'alerte adapté au contexte local et à leurs priorités. Finalement, l'offre proposée est abondante et très diversifiée : on peut retenir 4 éléments de classification des applications d'alerte (fig. 3) et plus de 50 applications peuvent être recensées en 2018.

9.3.2 Des applications pourtant peu interactives et souvent « monoaléa »

Afin de mieux mesurer le potentiel d'alertabilité (du côté des utilisateurs cette fois-ci), nous avons comparé et évalué 50 applications au regard de 4 indicateurs tirés de la

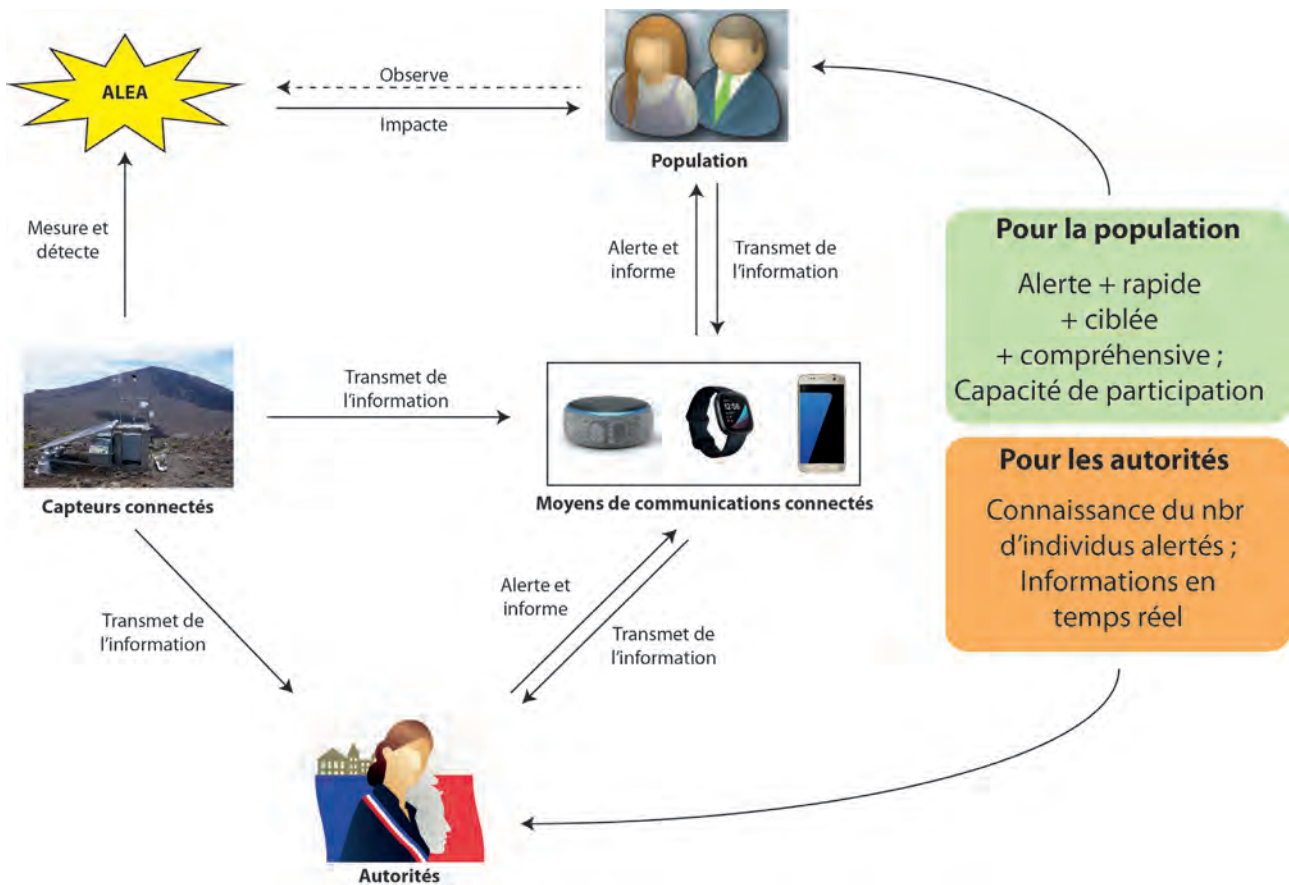


Fig. 2. — Apport des objets connectés dans un système d'alerte.

littérature scientifique et technique : 1) le potentiel des applications à alerter et informer ; 2) le potentiel des applications à permettre des échanges interactifs entre les individus et les centres de gestion/décision ; 3) le nombre de risques majeurs pris en compte ; 4) l'attractivité globale de l'application. Ces indicateurs ont été sélectionnés après une importante lecture bibliographique (Bopp *et al.*, 2018) et ont permis de classer et de hiérarchiser les applications au regard de ce que devrait être une « bonne » application pour alerter la population en France (fig. 4). Les paramètres ont été pondérés lorsque les applications pouvaient y répondre partiellement. Par exemple, la géolocalisation d'un utilisateur peut se faire de manière manuelle (l'utilisateur renseigne son adresse, 1 point) ou automatique (2 points). Autre exemple, une application peut être gratuite (3 points), peut comporter des services additionnels payants (2 points), peut être gratuite pendant une période d'essai limitée (1 point) ou payante (0 point). Les résultats obtenus sur 50 applications (Bopp *et al.*, 2018) montrent que la plupart des applications prennent en compte des paramètres clés pour alerter les individus comme la géolocalisation de l'utilisateur (36 applications), l'envoi d'une notification « *push* » (message interruptif ; 25 applications) et la visualisation cartographique des aléas en temps réel (comme la spatialisation des précipitations, la localisation des accidents, etc. ; 43 applications). Cependant, les applications sont nombreuses à occulter la capacité des individus à remonter de l'information en temps de crise (30 applications n'offrent pas cette possibilité) alors même que le smartphone est l'outil idéal pour donner aux

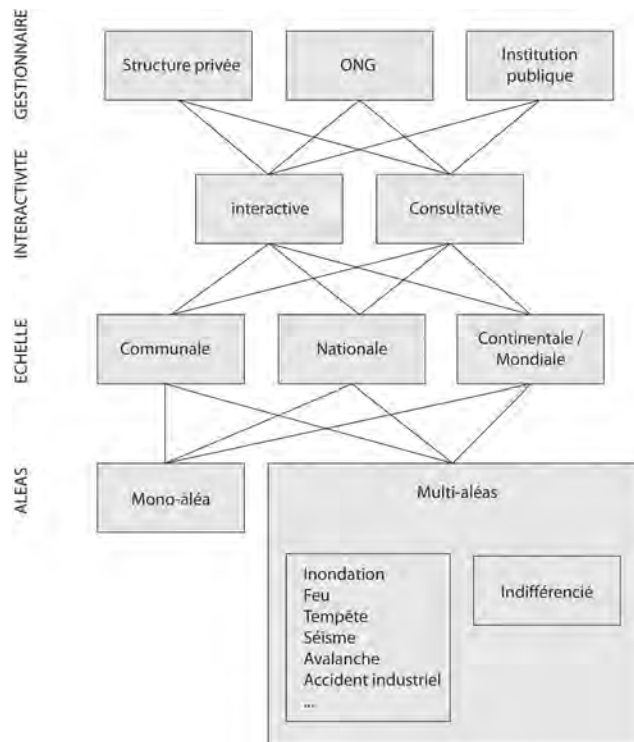


Fig. 3. — Éléments de classification des applications smartphone d'alerte.

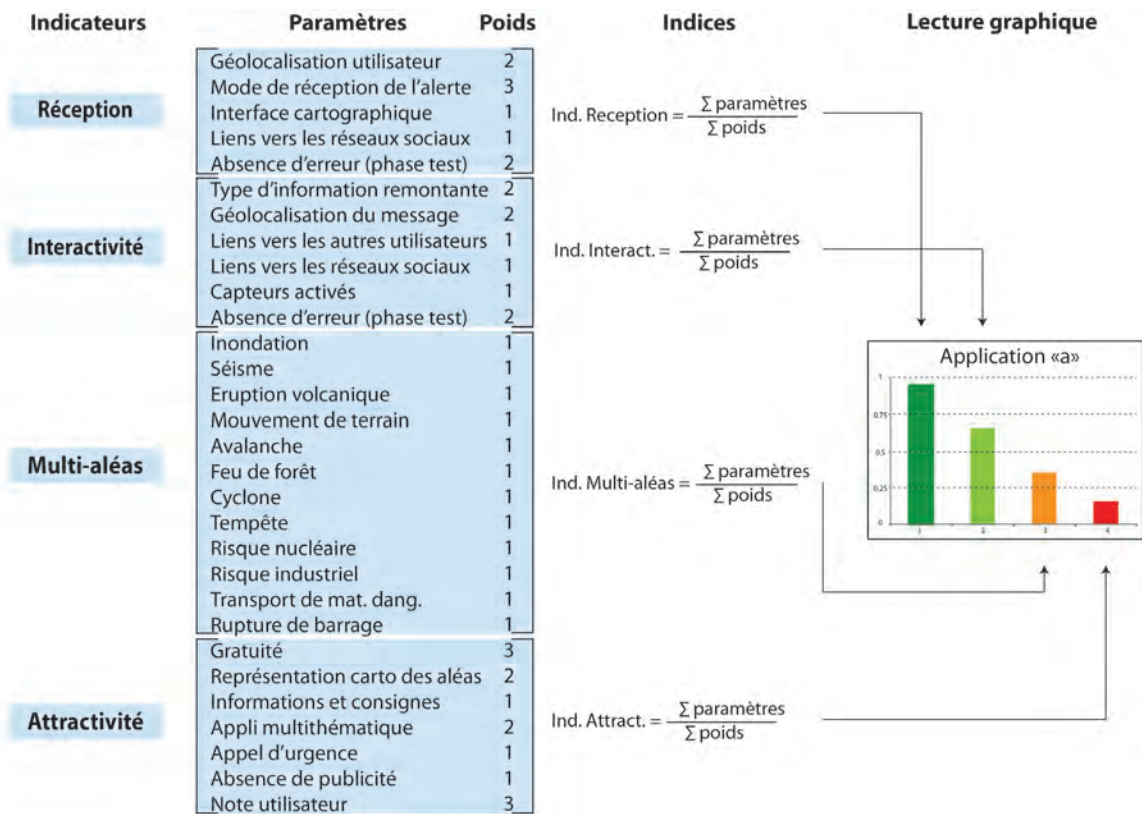


Fig. 4. — Méthodologie pour l’évaluation des applications smartphone d’alerte (Bopp *et al.*, 2019).

individus un rôle actif durant la crise (Chatzimilioudis *et al.*, 2012; Shih *et al.*, 2013; Weinlich *et al.*, 2014). Parmi les 20 applications participatives, 17 permettent aux individus de prendre en photo le phénomène et 10 applications relaient directement l’information remontée par un utilisateur vers les autres utilisateurs. L’entreprise (s’il s’agit d’une application gérée par une entreprise privée) ou la mairie collecte et traite les informations remontantes. L’application LastQuake® par exemple géolocalise les témoignages des individus ayant ressenti un séisme et ainsi rapidement localiser l’épicentre et estimer l’intensité de la secousse (Bossu *et al.*, 2018).

Peu d’applications prennent en compte l’ensemble des risques majeurs auxquels est exposé le territoire français (huit risques naturels et quatre risques anthropiques). 14 applications sur 50 sont spécifiques à un seul aléa tandis que 11 prennent en compte l’ensemble des risques. Ce constat s’explique par le fait que bon nombre d’applications ont été créées et proposées par des entreprises dont le champ d’action est limité à un seul risque (séisme, avalanche, inondation, etc.) ou à des types de risque (hydro-météorologiques, géodynamiques), sans une réelle compétence sur l’ensemble des risques majeurs pouvant exister.

9.3.3 Des applications qui restent peu téléchargées

L’appropriation sociale de ces solutions est pourtant insatisfaisante, car bon nombre d’applications sont peu téléchargées. Les fourchettes de téléchargement (données par Google Play®) montrent à quel point ces solutions sont faiblement adoptées : la figure 5 révèle les taux de téléchargement par rapport à la population cible de six applications communales. Trois éléments essentiels peuvent expliquer

ce constat. Premièrement, les applications doivent être téléchargées ce qui implique que les individus soient dans une logique proactive vis-à-vis des risques et de leur sécurité. Dès lors l’absence de culture du risque et de politique d’incitation sont préjudiciables aux applications d’alerte. Deuxièmement, l’offre est aujourd’hui trop abondante pour des utilisateurs qui peinent à s’y retrouver sachant que les applications se développent dans une logique concurrentielle. Troisièmement, ces solutions inspirent une méfiance de la part d’un certain nombre d’individus. Un questionnaire diffusé en ligne de juin 2019 à janvier 2020 a montré que l’acceptabilité des applications smartphone d’alerte (mesurée par un échantillon de 878 individus ayant donné une note à différent moyen d’alerte comprise entre 0 et 10) est inférieure à celle des sirènes (note moyenne de 6,7 pour les applications contre 8,0 pour la sirène). Au final, ces solutions sont globalement méconnues des individus, et se retrouvent sous-utilisées.

9.4 Éléments de discussions et perspectives

9.4.1 Appli smartphone ou CBC/SMSG ?

Étant donné que les applications sont de plus en plus hétéroclites, il est nécessaire de rationaliser l’offre, quitte à proposer une solution unique opérante à l’échelle nationale. La multiplication d’applications opérant à différentes échelles entraîne inexorablement des inégalités entre les territoires. Pour être robuste et efficace, cette solution nationale devra prendre en considération les causes de l’échec de l’application gouvernementale SAIP, en se penchant sur les proto-

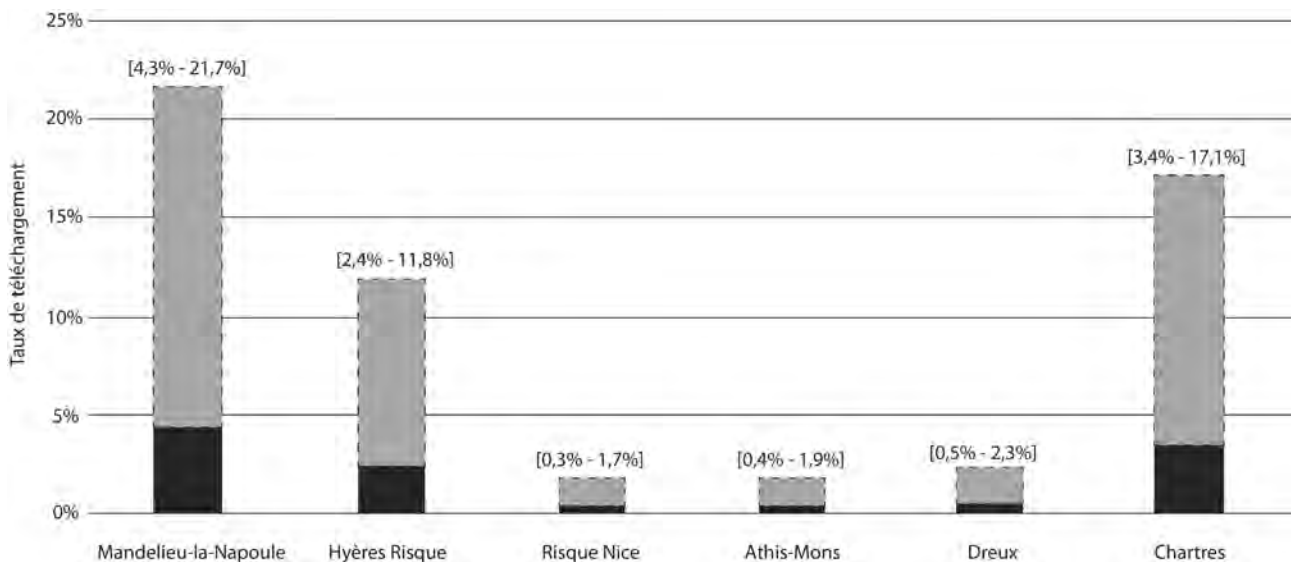


Fig. 5. — Fourchette du taux de téléchargement de six applications d’alerte communale par rapport à la population âgée de 18 ans et plus (d’après les données de Google Play®).

coles de déclenchement de l’alerte et sur les pratiques des instances institutionnelles à promouvoir. Elle devra aussi permettre aux individus d’interagir entre eux et avec eux, et d’envoyer de l’information aux autorités en temps de crise ou de post-crise à condition que les autorités mettent en œuvre les moyens et les infrastructures nécessaires pour vérifier ces informations.

Toutefois, une application d’alerte ne peut prétendre toucher une large part de la population. Les utilisateurs qui téléchargent des applications d’alerte sont généralement dans une démarche proactive et consciente des risques sur leurs territoires. Dès lors, l’utilité d’une application smartphone réside davantage dans le partage d’information en temps de crise que dans l’alerte (un outil de prévention en sorte). Aujourd’hui, des solutions comme les SMS géolocalisés ou la diffusion cellulaire (*Cell Broadcast*) semblent plus pertinentes à l’heure actuelle pour alerter un grand nombre d’individus. Quant à l’automate d’appel, il s’agit d’une solution coûteuse (dépendant du secteur privé) et qui ne localise pas les individus en temps réel (mais selon leur lieu de résidence s’ils sont inscrits au système où présent dans l’annuaire). Il s’agit donc d’une solution dont la performance est variable, notamment durant les heures de travail où la population peut varier fortement par rapport à la population résidentielle.

9.4.2 Quel avenir pour les outils connectés ?

La multiplicité et la variété des objets connectés nécessitent l’adoption d’un protocole de communication standardisé pour diffuser un message d’alerte. Ce protocole existe déjà (le CAP pour « *Common Alerting Protocol* ») et il sert de base à des systèmes d’alerte multicanale (radio, télévision, smartphone, sirènes, etc.) mis en place dans plusieurs pays (au Canada depuis 2014, en Australie depuis 2011 ou aux États-Unis depuis 2006). En France, les solutions connectées pour l’alerte sont en train d’être expérimentées par des entreprises privées, mais elles ressortent du domaine de

« l’innovation », sans que le CAP soit harmonisé ou partagé par tous les acteurs œuvrant dans la chaîne de l’alerte descendante. À moyen terme, ces solutions pourraient s’imposer, mais à condition que la sphère politique prenne conscience de l’efficacité d’une alerte diffusée sur les objets du quotidien et sur les objets des « *smart-territoires* ». Le recours à ces solutions rendrait l’alerte plus performante, notamment en milieu urbain. Mais à l’heure actuelle, seules certaines municipalités (comme la ville de Nice, dans le cadre du projet « *Safe City* ») s’orientent vers de tels dispositifs. La pratique n’est donc pas généralisée et elle ne fait pas réellement consensus pour les autorités compétentes à une échelle nationale, ce qui est très pénalisant.

9.4.3 Une stratégie globale à clarifier

L’alerte à travers les objets connectés étant tributaire d’un accès à l’Internet, des solutions complémentaires doivent être proposées pour toucher le plus grand nombre d’individus. La sirène ou les automates d’appels téléphoniques peuvent être maintenus dans les territoires où le réseau Internet est faible, mais la question des moyens financiers (pour l’entretien notamment) se pose évidemment. En réalité, les MAI existants doivent faire l’objet d’un recensement plus rigoureux (à l’échelle communale) pour améliorer la connaissance sur le nombre d’individus « alertables » et sur la façon dont ils sont alertés. En parallèle, des solutions aussi souples que l’IoT doivent être questionnées, notamment la diffusion cellulaire qui a été envisagée en France dès 2005 sans qu’aucun accord n’ait pu être conclu entre l’État et les différents opérateurs (Vogel, 2017). À l’échelle européenne, un accord a été trouvé entre la plupart des opérateurs téléphoniques en 2018 et la France (tout comme les autres États membres) devra mettre en place une solution d’alerte centrée sur la localisation des individus d’ici février 2020.

Conclusions

Il existe une opportunité évidente de se saisir des objets connectés pour améliorer l'alerte à la population en France. Ces derniers permettent d'alerter rapidement et plus précisément un nombre potentiellement important d'individus. Les objets connectés permettent également de repenser la gestion de crise en intégrant la cible visée par l'alerte, à savoir l'individu (Goodchild, 2007 ; Riccardi, 2016). Les avantages sont plus nombreux en comparaison avec des moyens d'alerte traditionnels, nettement moins efficaces et pointés du doigt lors des derniers événements meurtriers (inondation de l'Aude en 2018 et accident de l'usine Lubrizol en 2019). Cependant, à l'image des applications smartphones, les objets connectés doivent être coordonnés à une échelle nationale, pour éviter une profusion d'offres hétéroclites qui augmenteraient la confusion sur la façon dont sont alertés les individus. Dès lors, il revient à la sphère politique de s'emparer de ces solutions et de mettre en place des « systèmes d'alerte connectés » à destination de la population. L'enjeu est de taille dans un contexte de dérèglement climatique qui bouleverse la nature des aléas et leur intensité (Field *et al.*, 2012). Toutefois, l'utilisation des objets connectés pour l'alerte n'est pas une fin en soi. Multiplier les moyens d'alerte garantit une meilleure robustesse des systèmes d'alerte et une augmentation du nombre d'individus « alertables ». En parallèle, il y a urgence à prendre en considération les capacités des individus à interagir avec les moyens d'alerte et les autorités. Il s'agit là d'une condition essentielle pour l'appropriation du risque par les individus. Ces derniers, trop souvent écartés des politiques décisionnelles dans la gestion du risque, conçoivent dès lors le risque comme une entité abstraite et ne sont pas en mesure d'adopter les « comportements réflexes de sauvegarde » réclamés par les autorités en temps de crise.

Bibliographie

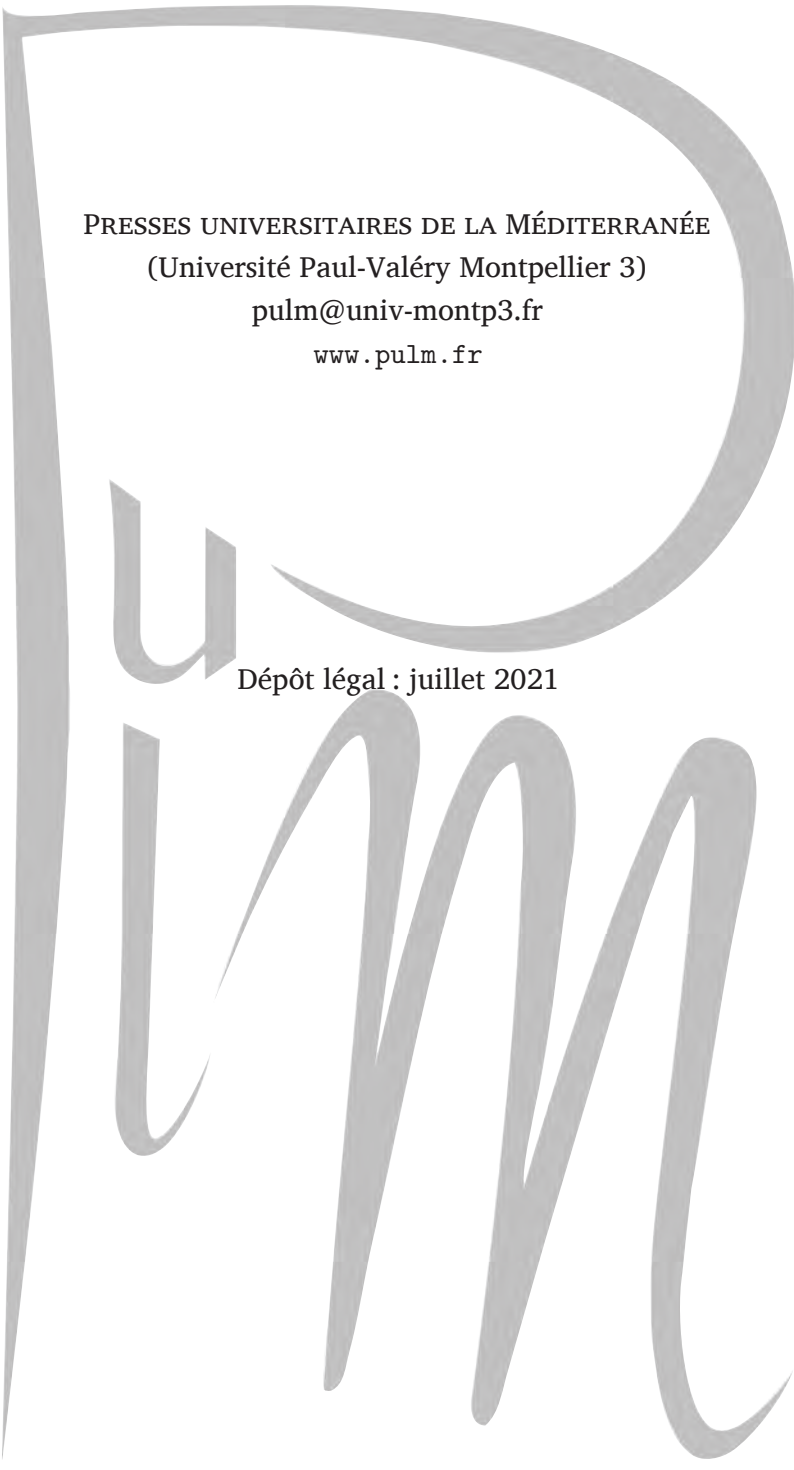
- ALLOUDAT A., ALZOUBI Y., « Rankings of importance of location-based services utilisation for emergency management », in *Proceedings of the 2010 IEEE International Symposium on Technology and Society (ISTAS)*, 2010, p. 406-410.
- ASSEMAT B., ANTONANZAS S., BUTEL A., CANDAS S., CASALE-BRUNET D., DESCOMS C., GONTIER J.-M., GONZALES P., HASSAINE M., LANGLOIS E., ROUX O.L., LAURENT P., MARTIN D., MARTINEAU F., OMBI-BANGAYA J.-P., RIBEYROLLE D., SABOT D., VIALATTE C., *La gestion de crise en Europe. Vers une coexistence des organisations actuelles basées sur la culture des États membres ou vers une convergence structurelle dans un système européen ?*, 2015, p. 147.
- ATIENZA R., BALEZ S., REMY N., *Acoustique : Propagation en champ libre*, 2009, http://www.grenoble.archi.fr/cours-en-ligne/atenzia/RA02-champ_libre.pdf [Accédé le 14 décembre 2018].
- AUCLAIR S. et BERTIL D., *Systèmes d'alerte sismique : principes et faisabilité aux Antilles françaises*, BRGM, 2009, 92 p.
- BECKER D. et BENDETT S., « Crowdsourcing solutions for disaster response : examples and lessons for the US Government », *Procedia Engineering*, 107, 2015, p. 27-33.
- BOPP E., DOUVINET J. et SERRE D., « "Faire un tri dans le monde des applis" : Expérimentations sur 50 applications smartphones proposant d'alerter la population face aux risques majeurs en France », *Netcom*, 32-3/4, 2018, p. 385-406.
- BOSSU R., ROUSSEL F., FALLOU L., LANDÈS M., STEED R., MAZET-ROUX G., DUPONT A., FROBERT L., PETERSEN L., « LastQuake : From rapid information to global seismic risk reduction », *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 2018, p. 32-42.
- BRICKER J. D., SCHWANGHART W., ADHIKARI B. R., MORIGUCHI S., ROEBER V., GIRI S., « Performance of Models for Flash Flood Warning and Hazard Assessment: The 2015 Kali Gandaki Landslide Dam Breach in Nepal », *Mountain Research and Development*, 37, 1, 2017, p. 5-15.
- CHATZIMILIOUDIS G., KONSTANTINIDIS A., LAOUDIAS C., ZEINALIPOUR-YAZTI D., « Crowdsourcing with Smartphones », *IEEE Internet Computing*, 16, 5, 2012, p. 36-44.
- COLEMAN D. J., GEORGIADOU Y., LABONTE J., « Volunteered Geographic Information : the nature and motivation of producers », *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 4, 2009, p. 332-358.
- COMFORT L. K., ZNATI T., VOORTMAN M., FREITAG L. E., « Early Detection of Near-field Tsunamis using Underwater Sensor Networks », *Journal of Tsunami Society International*, 31, 14, 2012, p. 13.
- CRÉTON-CAZANAVE L., *Penser l'alerte par les distances. Entre planification et émancipation, l'exemple du processus d'alerte aux crues rapides sur le bassin versant du Vidourle*, phdthesis, Université Joseph-Fourier — Grenoble I, 2010, 385 p.
- DAUPRAS F., *Envisager la vigilance crues comme système organisationnel : les conditions de sa robustesse en territoires inondés dans le bassin Adour-Garonne (Sud-Ouest de la France)*, 2015, p. 535.
- DEDIEU F., « Alerte et catastrophe : le cas de la tempête de 1999, un risque scélérat », *Sociologie du Travail*, 51, 3, 2009, p. 379-401.
- DELOITTE, *Système d'alerte et d'information des populations (SAIP) — Note de capitalisation du projet (2009-2014)*, 2014.
- DGSCGC, *Guide Orsec. Alerte et information des populations*, vol. 6.4, ministère de l'Intérieur, 2013, 91 p.
- DOUVINET J., *Alerter la population face aux crues rapides en France : compréhension et évaluation d'un processus en mutation*, université d'Avignon, Avignon, 2018, 264 p.
- DOUVINET J., DEFOSSEZ S., ANSELLE A., DENOLLE A.-S., « Les maires face aux plans de prévention du risque inondation (Ppri) », *Espace géographique*, 40, 1, 2011, p. 31.
- DOUVINET J., GISCLARD B., MARTIN G., VINET F., BOPP E., GRANCHER D., COULON M., GENRE-GRANDPIERRE C., « Les sirènes sont-elles pertinentes en France pour alerter

- la population en cas de crues rapides ? », *La Houille Blanche*, 3-4, 2019, p. 84-92.
- ELWOOD S., « Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS », *GeoJournal*, 72, 3-4, 2018, p. 173-183.
- FERNÁNDEZ-BILBAO A., TWIGGER-ROSS C., DEFRA/ENVIRONMENT AGENCY FLOOD AND COASTAL DEFENCE R & D PROGRAMME (GREAT BRITAIN), GREAT BRITAIN, ENVIRONMENT AGENCY, *More targeted flood warnings : a review*, Bristol, Environment Agency, 2019.
- FIELD C. B., BARROS V., STOCKER T. F., DAHE Q., *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation : Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University, 2012, Press <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CB09781139177245> [Accédé le 26 février 2019].
- FRAGKIADAKIS A. G., ASKOXYLAKIS I. G., TRAGOS E. Z., VERIKOUKIS C. V., « Ubiquitous robust communications for emergency response using multi-operator heterogeneous networks », *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2011, 16 p.
- GARCÍA C., « Concevoir et mettre en place un Système d'Alerte Précoce Intégré plus efficace dans les zones de montagnes : une étude de cas en Italie du Nord », *Revue de géographie alpine*, 2012, 100-1. <http://journals.openedition.org/rga/1672> [Accédé le 16 mai 2018].
- GISCLARD B., *L'innovation sociale territorialisée : un levier de réappropriation du risque inondation par les habitants. L'exemple des crues rapides dans les territoires ruraux du Gard et du Vaucluse (France)*, université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, 2017, 412 p.
- GOODCHILD M. F., « Citizens as sensors: the world of volunteered geography », *GeoJournal*, 69, 2009, p. 211-221.
- GOODCHILD M. F. et GLENNON J. A., « Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier », *International Journal of Digital Earth*, 3, 2010, p. 231-241.
- HAAS G., CRENN J.-P., QUEMENER M., *L'internet des objets : la 3^e révolution*, Roubaix, Édition Kawa, 2017, 139 p.
- HUANG C.-M., CHAN E., HYDER A. A., « Web 2.0 and Internet Social Networking: A New tool for Disaster Management? — Lessons from Taiwan », *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 10, 1, 2010, 5 p.
- KOUADIO J., *Les technologies smartphone comme outils d'aide à l'alerte face aux crues rapides en France : Expérimentation dans le Vaucluse et le Var*, université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, 2016, 267 p.
- LEONE F. et VINET F., *Gérer les risques naturels : pratiques et outils*, Presse universitaire de la Méditerranée (Géorisque 7), 2017, 199 p.
- LINARDI S., « Peer coordination and communication following disaster warnings: An experimental framework », *Safety Science*, 90, 2016, p. 24-32.
- MARSDEN J., « Stigmergic self-organization and the improvisation of Ushahidi », *Cognitive Systems Research*, 21, 2013, p. 52-64.
- MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES, *Baromètre du numérique 2018*, 2018, 256 p.
- OKOLLOH O., « Ushaidi, or "testimony": Web 2.0 tolls for crowdsourcing crisis information », *Participatory learning and action*, 59, 2009, p. 65-70.
- PALEN L. et LIU S. B., *Citizen Communications in Crisis: Anticipating a Future of ICT-Supported Public Participation*, 2007, p. 10.
- PALEN L., VIEWEG S., LIU S. B., HUGHES A. L., « Crisis in a Networked World: Features of Computer-Mediated Communication in the April 16, 2007, Virginia Tech Event », *Social Science Computer Review*, 27, 4, 2009, p. 467-480.
- PREIS T., MOAT H. S., BISHOP S. R., TRELEAVEN P., STANLEY H. E., « Quantifying the Digital Traces of Hurricane Sandy on Flickr », *Scientific Reports*, 3, 2013, p. 3141.
- RICCARDI M.T., The power of crowdsourcing in disaster response operations, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 20, 2016, p. 123-128.
- SHIH F., SENEVIRATNE O., LICCARDI I., PATTON E., MEIER P., CASTILLO C., « Democratizing mobile app development for disaster management », in *Joint Proceedings of the Workshop on AI Problems and Approaches for Intelligent Environments and Workshop on Semantic Cities — AIIP'13*, Beijing, China, ACM Press, 2013, p. 39-42.
- VINET F., *Le risque inondation : diagnostic et gestion*, Paris, Tec & Doc, 2010, 318 p.
- VOGEL J.-P., *Rapport sur le système d'alerte et d'information des populations (SAIP)*, 595, 2017, p. 48.
- ZIEMKE J., « Crisis Mapping: The Construction of a New Interdisciplinary Field? », *Journal of Map & Geography Libraries*, 8, 2, 2012, p. 101-117.

Collection « Géorisques »

TITRES DÉJÀ PARUS
DANS LA MÊME COLLECTION

- *Retours d'expériences post-catastrophes naturelles*, F. LEONE & F. VINET, 2019.
- *Gérer les risques naturels : pratiques et outils*, F. LEONE & F. VINET, 2017.
- *Plans communaux de sauvegarde et outils de gestion de crise*, F. LEONE & F. VINET, 2015.
- *Atlas des risques naturels et des vulnérabilités territoriales de Mayotte*, F. LEONE (dir.), 2014.
- *Prévenir les risques naturels : de la modélisation à l'information*, F. LEONE & F. VINET, 2013.
- *Le littoral : caractérisation et gestion d'un espace à risques*, F. LEONE & F. VINET, 2012.
- *Quelles archives aujourd'hui pour mieux gérer les risques demain ? Approches géographiques et historiques*, N. MESCHINET DE RICHEMOND, 2010.
- *La mise en carte des risques naturels — Diversité des approches*, F. LEONE & F. VINET, 2008.
- *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles — Analyses géographiques*, F. LEONE & F. VINET, 2006.



PRESSES UNIVERSITAIRES DE LA MÉDITERRANÉE
(Université Paul-Valéry Montpellier 3)
pulm@univ-montp3.fr
www.pulm.fr

Dépôt légal : juillet 2021