



HAL
open science

FR-Alert à l'épreuve des inondations : perceptions du dispositif d'alerte lors des crues de 2023-2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France)

Esteban Bopp, Johnny Douvinet, Théo Fabbri, Antoine Lahousse

► To cite this version:

Esteban Bopp, Johnny Douvinet, Théo Fabbri, Antoine Lahousse. FR-Alert à l'épreuve des inondations : perceptions du dispositif d'alerte lors des crues de 2023-2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France). *Cybergeo : Revue européenne de géographie / European journal of geography*, 2025, <10.4000/153kk>. <hal-05350705>

HAL Id: hal-05350705

<https://hal.science/hal-05350705v1>

Submitted on 6 Nov 2025

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



FR-Alert à l'épreuve des inondations : perceptions du dispositif d'alerte lors des crues de 2023-2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France)

*FR-Alert facing floods: perceptions of the alert system during the 2023-2024
floods in the Aa basin (Pas-de-Calais, France)*

*FR-Alerta ante las inundaciones : percepciones del sistema de alerta durante las
crecidas de 2023-2024 en la cuenca del Aa (Pas-de-Calais, Francia)*

Esteban Bopp, Johnny Douvinet, Théo Fabbri et Antoine Lahousse



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/cybergegeo/42386>

DOI : 10.4000/153kk

ISSN : 1278-3366

Éditeur

UMR 8504 Géographie-cités

Ce document vous est fourni par Université de Lille



Référence électronique

Esteban Bopp, Johnny Douvinet, Théo Fabbri et Antoine Lahousse, « FR-Alert à l'épreuve des inondations : perceptions du dispositif d'alerte lors des crues de 2023-2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France) », *Cybergegeo: European Journal of Geography* [En ligne], Espace, Société, Territoire, document 1099, mis en ligne le 06 novembre 2025, consulté le 06 novembre 2025. URL : <http://journals.openedition.org/cybergegeo/42386> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/153kk>

Ce document a été généré automatiquement le 6 novembre 2025.



Le texte seul est utilisable sous licence CC BY 4.0. Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont susceptibles d'être soumis à des autorisations d'usage spécifiques.

FR-Alert à l'épreuve des inondations : perceptions du dispositif d'alerte lors des crues de 2023-2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France)

FR-Alert facing floods: perceptions of the alert system during the 2023-2024 floods in the Aa basin (Pas-de-Calais, France)

FR-Alerta ante las inundaciones : percepciones del sistema de alerta durante las crecidas de 2023-2024 en la cuenca del Aa (Pas-de-Calais, Francia)

Esteban Bopp, Johnny Douvinet, Théo Fabbri et Antoine Lahousse

Les auteurs souhaitent remercier Pierre-Gil Salvador (professeur des universités à l'Université de Lille) et Nicolas Rochas (directeur d'étude à l'Agence d'Urbanisme, de Développement et du Patrimoine du Pays de Saint-Omer) qui ont facilité les prises de contact avec les acteurs locaux.

1. Introduction

1.1. Le récent déploiement de l'alerte par diffusion cellulaire en France

- 1 Les évolutions communicationnelles et l'incertitude spatio-temporelle grandissante des aléas imposent une évolution de l'alerte aux populations en France. La dernière évolution en date est la création du dispositif FR-Alert, qui vient répondre à une directive européenne actée fin 2018 (Grancher *et al.*, 2023). Le dispositif combine plusieurs moyens d'alerte (la diffusion cellulaire, les SMS géolocalisés, les sirènes du réseau SAIP) au sein d'une plateforme centralisée qui peut être activée par les autorités préfectorales (Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023). Sa mise en place a été possible grâce à des

fonds européens. Il couvre la France hexagonale depuis juin 2022, et s'est déployé progressivement sur les outre-mer (jusqu'en février 2025 pour la Polynésie française). Sur une période allant de juin 2022 à décembre 2024, les autorités ont utilisé la plateforme lors de 236 exercices (dont 125 uniquement sur l'année 2024) pour différents scénarios, et elles ont envoyé 61 notifications d'alerte pour des situations réelles (24 pour des vigilances rouge pluie-orages, 21 pour des inondations, 4 pour des phénomènes de tempêtes, et 3 lors du passage du cyclone Chido à Mayotte le 13 décembre 2024)¹.

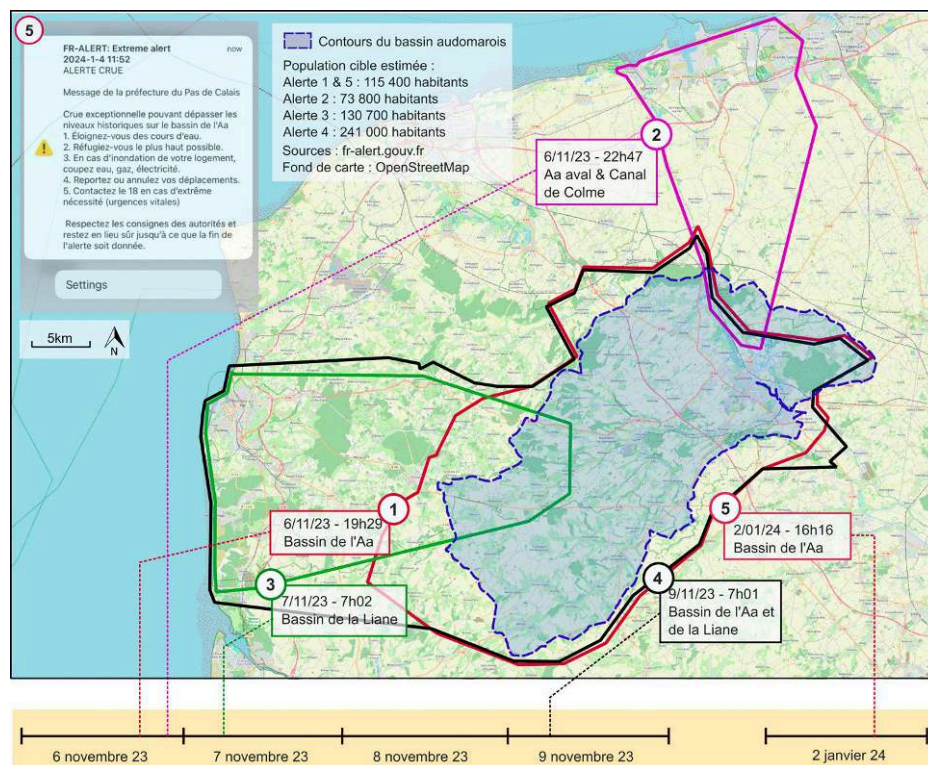
- 2 Au sein du dispositif FR-Alert, le canal le plus innovant est l'alerte par diffusion cellulaire (*Cell Broadcast* en anglais, CB), qui consiste à diffuser une notification qui s'affiche sur les écrans des téléphones portables des individus situés dans une zone géographique dessinée par les autorités (Belesiotti, 2009). La diffusion fonctionne via des ondes radio envoyées par des antennes de télécommunication dont les cellules constituent la plus petite maille d'alerte possible (Bopp *et al.*, 2024). Le message passe par des canaux dédiés de sorte que la technologie n'est pas vulnérable à la saturation des réseaux (Bean, 2019).
- 3 Déjà utilisée dans de nombreux pays depuis plus d'une dizaine d'années (Japon, USA, Canada, Pays-Bas, Italie, Roumanie, etc.), la diffusion cellulaire a généré des évolutions dans les procédures d'alerte en France : 1) d'un point de vue organisationnel, seules les autorités préfectorales y ont actuellement accès (Bopp *et al.*, 2021 ; Verbaere, 2022) tandis que les maires (qui conservent leur compétence en matière d'alerte) doivent en faire la demande ; 2) d'un point de vue spatial, des inégalités d'alertabilité existent entre les territoires urbains et ruraux (Bopp, Douvinet, 2020, 2022) et les effets de « sur-alerte » (effets de bord) sont importants autour de la zone d'alerte dessinée (Bopp *et al.*, 2024), en particulier quand les antennes doivent couvrir de vastes surfaces ; 3) d'un point de vue social, des réticences et des incompréhensions individuelles sont observées (Bean, 2019 ; Douvinet *et al.*, 2022), ce qui induit un travail préalable sur la rédaction des messages pour optimiser les effets de l'alerte (Douvinet, Bopp *et al.*, 2023) ; 4) d'un point de vue technique, les autorités restent en partie « aveugles » : elles ne disposent d'aucune donnée sur le nombre d'individus recevant en temps réel les messages (Bean, 2019).

1.2. Les conditions d'utilisation lors des inondations survenues dans le Pas-de-Calais

- 4 En novembre 2023 puis en janvier 2024, des inondations remarquables sur le plan temporel (plusieurs semaines) et spatial (ampleur des zones inondées) ont touché plusieurs bassins versants, notamment ceux de la Canche, de l'Aa, la Lys et la Liane dans le nord de la France. Considérant que l'événement allait porter atteinte à l'intégrité physique des biens et des personnes et qu'il était nécessaire d'envoyer des consignes de mise en sécurité, les autorités préfectorales du Pas-de-Calais ont diffusé des notifications CB le 6 novembre 2023 (à 2 reprises), le 7 et le 9 novembre 2023, puis à nouveau le 2 janvier 2024. Si l'alerte par diffusion cellulaire (CB) avait déjà été activée pour des situations réelles (feu de forêt, cyclone, accident industriel), il s'agit du premier usage réel du CB pour des inondations, et du premier usage réel dans la région des Hauts-de-France. Les zones d'alerte définies par les autorités ont pris des formes différentes (figure 1) : les alertes ont été diffusées à l'échelle des sous-bassins (Aa aval

par exemple) ou sur l'ensemble du bassin versant (de l'Aa et/ou de la Liane). En parallèle, des mairies ont alerté la population à plusieurs reprises à l'aide des outils dont elles disposaient. Certaines mairies ont envoyé des SMS aux abonnés inscrits (via des automates d'appel), d'autres ont fait du porte-à-porte (dans les lieux les plus impactés).

Figure 1 : Emprise spatiale des périmètres définis par les autorités pour la diffusion des alertes inondations en novembre 2023 et janvier 2024 (la population résidente cible estimée est tirée des données INSEE carroyées à 200 m)



Source : auteurs, 2024

1.3. Un manque de connaissance sur la perception du dispositif en situation réelle

- 5 Si la perception des notifications d'alerte a été étudiée au cours de nombreux exercices préfectoraux en France (plus de 43 000 réponses à un questionnaire en ligne ont été collectées, lors de 108 exercices préfectoraux ; Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023), aucune étude n'a été menée après des déclenchements réels. Une grande quantité de travaux ont recours à des ateliers de mise en situation et/ou à des alertes simulées pour identifier comment les outils d'alerte par téléphonie mobile et les messages diffusés sont perçus (Bean *et al.*, 2016 ; Cain *et al.*, 2021 ; Douvinet *et al.*, 2022 ; Lindell *et al.*, 2016 ; McGee, Gow, 2012 ; Perreault *et al.*, 2014 ; Smith *et al.*, 2022 ; Yoder-Bontrager *et al.*, 2017). Ces études s'accordent sur une perception positive de ces dispositifs, mais les perceptions semblent varier selon les contextes simulés, notamment en fonction du type d'aléa (Douvinet, Bopp *et al.*, 2023) ou des caractéristiques locales du territoire (McGee, Gow, 2012), qui ont une influence sur la mise en action des participants.

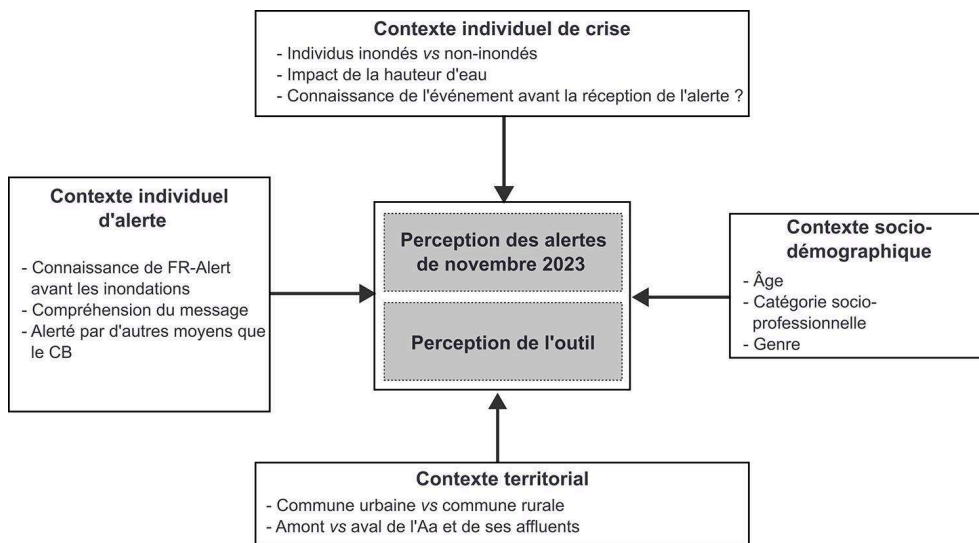
- 6 D'autres travaux ont opté pour des méthodes d'enquête (Bopp, 2021 ; Geddes *et al.*, 2024 ; Jagtman, 2010 ; Kaufhold *et al.*, 2020), ou des enquêtes post-exercice (Bean *et al.*, 2016 ; Douvinet, Bopp *et al.*, 2023 ; Samarajiva, Waidyanatha, 2009), révélant l'importance d'autres formes de contexte. L'âge joue sur l'acceptabilité du CB pour ceux qui n'en ont jamais fait l'expérience (Bopp, 2021), sur la peur perçue par les individus lors de la réception d'une alerte CB (Douvinet, Bopp *et al.*, 2023) ou sur les déclarations d'intention (Douvinet, Rakoto, *et al.*, 2024). En revanche, les variables socio-économiques n'agissent pas significativement sur la perception des notifications d'alerte par application smartphone (Kaufhold *et al.*, 2020). Le rapport entre l'échelle de l'alerte et son degré de généralité (en termes d'information donnée) est aussi un élément qui doit être considéré, dans la mesure où les individus préfèrent des alertes contextualisées plutôt que des alertes trop générales diffusées à large échelle (Geddes *et al.*, 2024).
- 7 Alors que le contexte de l'alerte semble être un élément déterminant dans la perception des alertes par téléphonie mobile, l'une des limites des analyses post-exercice ou des mises en situation fictives réside justement dans une absence de contextualisation au plus près du réel. De multiples paramètres jouant sur la perception des alertes peuvent alors échapper à l'analyse. Or, de nombreux travaux soulignent les écarts entre les déclarations des individus « en période hors crise » par rapport à une situation réelle de crise, beaucoup plus anxiogène (Becu *et al.*, 2017 ; Provitolo *et al.*, 2015, 2022 ; Weiss *et al.*, 2011).

1.4. Objectifs et questions de recherche

- 8 Les alertes envoyées au cours des inondations survenues dans le Pas-de-Calais sont l'occasion d'évaluer la perception du dispositif FR-Alert post-situation réelle. Pour cela, un questionnaire en ligne a été créé. Il a été administré auprès de la population en avril 2024, soit plus de quatre mois après les deux événements, de façon à laisser le temps à la population de retrouver une situation « acceptable » post-sinistre (Ruin *et al.*, 2014). Au total, 293 réponses valides ont été collectées. Le territoire enquêté se situe dans le bassin audomarois (la partie amont du bassin versant de l'Aa), car ce secteur a été fortement impacté par les inondations. C'est un bassin qui s'étend sur une zone rurale vallonnée dont la ville principale est Saint-Omer (env. 15 000 habitants). L'Aa prend sa source à 122 m d'altitude et atteint Watten (4 m d'altitude) en 55 km. En aval de Watten (figure 2), l'Aa quitte le bassin audomarois pour une plaine côtière (le delta de l'Aa) où elle est chenalisée jusqu'à son embouchure.
- 9 Plusieurs questions de recherches se sont posées : 1) existe-t-il différentes formes de perception de la première alerte de novembre 2023 (1a) et du dispositif FR-Alert en général (1b) dans le bassin audomarois ? ; 2) peut-on expliquer les écarts de perception par des facteurs contextuels individuels (le vécu de la crise et de l'alerte), territoriaux (le lieu de résidence) et/ou sociaux-démographiques ?
- 10 La perception de la première alerte de novembre a été évaluée par rapport au *momentum* de l'alerte, à la compréhensibilité du message et des consignes, à la crédibilité de l'émetteur, etc. Les disparités de perception du dispositif FR-Alert sont appréciées au regard de l'utilité du dispositif, des risques éventuels, de l'efficacité perçue, etc. Les facteurs contextuels sont scindés en quatre blocs (figure 2) identifiés d'après la bibliographie et l'expérience des auteurs dans des enquêtes préalables en

contexte simulé : i) le contexte individuel de crise (est-ce que la façon dont l'individu a été personnellement affecté par l'aléa a une influence sur sa perception de l'alerte et du dispositif ?) ; ii) le contexte individuel d'alerte (est-ce que la façon dont l'individu a été alerté et sa connaissance préalable du dispositif influencent sa perception ?) ; iii) le contexte territorial (est-ce que la nature du territoire ou la localisation dans le bassin versant joue sur la perception de l'alerte et du dispositif ?) ; iv) le contexte sociodémographique (âge, genre et catégorie socioprofessionnelle). Nous postulons que ces différentes formes de contexte ont aussi bien joué sur la perception des alertes en temps réel que sur la perception du dispositif de manière plus large.

Figure 2 : Objectifs de l'étude et caractéristiques des différents contextes étudiés



Source : E. Bopp, 2024

2. Rappels des faits marquants

2.1. Bilan météorologique et hydrologique

- 11 Les inondations survenues début novembre 2023 résultent d'un cumul de précipitations remarquables à l'échelle du bassin audomarois, associées au passage des tempêtes Ciaran et Domingos, suivies de la dépression Elisa (Decoster, 2024). D'après les données d'Info-Climat et de Météo-France, 317 mm ont été mesurés sur le mois de novembre à la station de Boulogne (dépassant le précédent record de 304 mm établi en 2000), 318 mm au Touquet (contre 269 mm à la même période en 2009), 276 mm à Dunkerque. Du 1er au 20 novembre, il est tombé 268 mm à Saint-Tricat (Calais), 188 mm à Hazebrouck, 156 mm à Mazinghem. L'intensité la plus forte a surtout été enregistrée le 5 novembre à cause d'un flux continu d'averses, apportant 30 à 40 mm en 24 h. Ces pluies sont tombées sur des sols déjà saturés, ce qui explique le placement du département en vigilance orange, puis rouge à partir du 6 novembre matin. En réponse à ces cumuls de pluies, les hauteurs d'eau ont dépassé de nombreux endroits les niveaux de référence des cartes d'aléas des Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRi). Le 11 novembre 2023, à la station de Wizernes, une hauteur de 2,77 m a été atteinte (soit un débit projeté de 87,3 m³/s). À l'aval, l'eau est montée à plus d'un mètre, et les

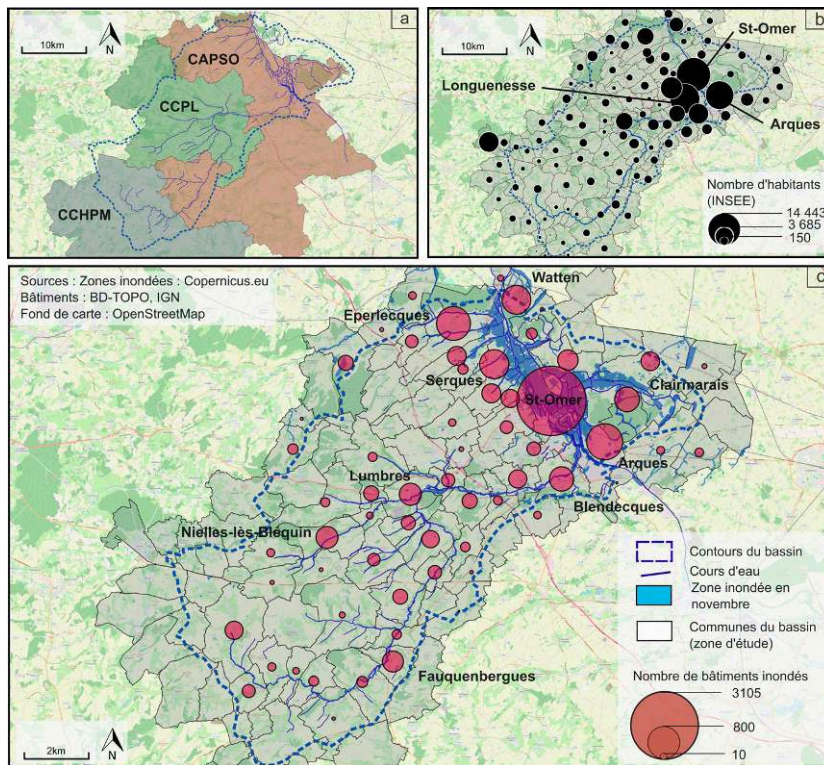
niveaux sont restés aussi élevés dans l'ensemble du marais audomarois entre le 6 et 14 novembre.

- 12 Début janvier 2024 (soit à peine plus d'un mois plus tard), la succession de plusieurs averses engendre à nouveau des inondations dans ce secteur. Du 1^{er} au 2 janvier 2024, il tombe 61 mm à Nielle-lès-Bléquin (centre du bassin) et 32 mm à Watten (aval du bassin [source : InfoClimat]). Isolés, ces cumuls ont une période de retour décennale, mais ils surviennent dans un contexte de forte saturation hydrologique. Par endroits, les niveaux montent même plus haut qu'en novembre 2023. Le record mesuré à Wizernes est même battu, avec une hauteur de 2,88 m (et un débit projeté de 90,3 m³/s).

2.2. Bilan socio-économique

- 13 Le bilan des inondations est conséquent dans le bassin audomarois : plus de 11 000 bâtiments ont été inondés (principalement dans les communes de Saint-Omer, Arques, Blendecques et Éperlecques), 9 300 habitants ont été concernés (figure 3), plus de 300 entreprises ont été affectées, sans oublier toutes les conséquences sur le milieu agricole, économique et social. Une première estimation réalisée par la CCR (Caisse Centrale de Réassurance) chiffre à 645 millions d'euros les pertes économiques sur le territoire (Descoter, 2024). L'impact moral a également été important : des sinistrés des crues de novembre 2023 venaient à peine de regagner leur logement lorsqu'ils ont subi la seconde inondation, donnant à l'événement un écho politico-médiatique fort (*Le Monde*, AFP, 03/01/2024).
- 14 Les crues de 2023 et de 2024 ont dépassé les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) atteintes par deux crues cinquantennales en 2002 et 2012. Pour autant, le risque était identifié en amont : Saint-Omer et ses alentours constituent l'un des 122 Territoires à Risque Important d'inondation (TRI) ; le risque était géré au moyen d'un PPRi et d'un Programme d'Action de Prévention des Inondations (PAPI). Depuis 2003, le syndicat mixte de l'Aa (SMAGEAa) mettait en œuvre le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE). Au moment des inondations, des discussions étaient en cours pour créer un Plan Intercommunal de Sauvegarde (PICS) à l'échelle de la CAPSO (Communauté d'Agglomération du Pays de Saint-Omer) et de la CCPL (Communauté des Communes du Pays de Lumbres).

Figure 3 : Présentation du bassin audomarois et des inondations de novembre 2023 : a) EPCI du bassin ; b) population municipale du bassin (avec nom des trois communes les plus peuplées) ; c) nombre de bâtiments inondés par commune en novembre 2023 (avec nom des 10 communes les plus touchées). L'enveloppe de la zone inondée a été obtenue sur Copernicus (<https://www.copernicus.eu/en/media/image-day-gallery/flooding-after-heavy-rainfall-pas-de-calais-france>)



Source : E. Bopp, 2024, à partir d'un travail de numérisation de la zone inondable réalisé par A. Lahousse, 2024

3. Méthode et données utilisées

3.1. Une enquête auprès des résidents audomarois

- 15 Un questionnaire a été construit afin d'observer comment les individus ont vécu la crise et comment ce vécu pourrait avoir joué sur la perception des alertes CB reçues. Ce questionnaire est constitué de 22 questions réparties en 4 rubriques (annexe 1) : l'impact des inondations sur les individus ; l'évaluation de l'efficacité de la première alerte reçue en novembre 2023 ; la perception du dispositif FR-Alert ; des informations sociodémographiques. Pour les questions de la deuxième rubrique, il a été demandé aux répondants de répondre uniquement pour la première alerte reçue (beaucoup de répondants ont déclaré avoir reçu plusieurs alertes). L'idée est bien d'analyser leur première expérience avec ce type d'alerte en situation de crise.
- 16 Nous avons choisi de découpler la perception des alertes reçues en novembre de la perception globale du dispositif FR-Alert (i.e. de la technologie CB). La perception des alertes reçues est analysée au travers de 6 variables tirées du questionnaire (tableau 1). Six autres variables ont été sélectionnées pour analyser la perception globale du dispositif (tableau 2). S'y ajoute une septième variable quantitative demandant de noter entre 0 et 10 l'efficacité du CB pour alerter face aux inondations.

Tableau : Questions permettant l'analyse de la perception des populations vis-à-vis de la première alerte reçue

Question posée	Modalités	Codage dans l'analyse factorielle
J'ai apprécié qu'on m'accompagne dans ma mise en sécurité	Oui Non Incertain	Appréciation
J'ai cru que c'était un spam/une blague		Crédibilité
L'alerte a été déclenchée au bon moment		Temporalité
J'aurais aimé un message plus précis		Précision
Les consignes étaient adaptées à ma situation		Personnalisation
Le message était clair et bien rédigé		Clarté

Tableau : Questions permettant l'analyse de la perception globale du dispositif FR-Alert

Question posée	Modalités	Codage dans l'analyse factorielle
Je ne veux plus être prévenu-e par FR-Alert	Oui Non Incertain	Rejet
Il faut que la population ait des instructions plus personnalisées		Impersonnel
Ce type d'alerte peut faire paniquer la population		Panique
FR-Alert est utile		Utilité
Je trouve que les sirènes sont plus utiles		Sirènes
Il faudrait faire des exercices pour s'habituer à FR-Alert		Exercices
Note du dispositif		Entier [0-10]

- 17 Le questionnaire a été conçu sous *Limesurvey*, et rendu accessible au public du 15 mai au 30 juin 2024. Il a été diffusé via de multiples vecteurs d'information : les réseaux sociaux (solicitation des collectivités et des associations locales sur Facebook et Instagram), de l'affichage public avec QR code (déposé dans la totalité des communes du bassin audomarois en ciblant les mairies, commerces et lieux publics), les bulletins des collectivités (la CAPSO) et un média local (*la Voix du Nord*²). La campagne de terrain visant à promouvoir le questionnaire sur l'ensemble du bassin audomarois a également permis de rencontrer des habitants et de leur diffuser le questionnaire. Au total, 293 réponses ont été conservées après avoir éliminé 34 réponses incomplètes, soit un

peu moins que la valeur seuil de 384 réponses suffisantes pour représenter la population cible (qui s'élève à 115 000 résidents à l'échelle du bassin audomarois) avec une marge d'erreur de 5 %. Comme souvent pour ce protocole, on observe une surreprésentation des femmes, des personnes âgées de 25 à 54 ans et des catégories socioprofessionnelles « supérieures » par rapport à la population de référence (annexe 2). Fait plus rare, on observe également une surreprésentation des répondants résidant dans des communes de moins de 10 000 habitants et une sous-représentation des habitants résidant dans des communes de plus de 10 000 habitants.

3.2. Analyse statistique des résultats

- 18 Différentes analyses statistiques (factorielles, tests de rang, modèle de régression) ont été réalisées.
- 19 Deux Analyses des Correspondances Multiples (ACM) ont été réalisées à partir des données du questionnaire pour évaluer la perception de l'alerte de novembre 2023 (ACM1) et pour mesurer la perception globale du dispositif (ACM2). L'ACM1 a été réalisée sur la base des réponses aux questions du tableau 1 et l'ACM2 sur les réponses aux questions du tableau 2. Pour l'ACM2, la note d'efficacité perçue du CB a été traduite en valeur ordinale de la façon suivante : [0-2] : très mauvais ; [3-4] : mauvais ; [5-6] : moyen ; [7-8] : bon ; [9-10] très bon. Seules les réponses des individus ayant été alertés par CB en novembre ont été retenues pour les deux analyses factorielles (n=248). Les variables contextuelles ont été ajoutées en tant que variables supplémentaires (illustratives) pour les deux analyses, ce qui signifie qu'elles ne jouent pas dans les calculs des composantes, mais qu'on peut tout de même les projeter et observer leurs coordonnées. Les variables contextuelles sont regroupées en 4 blocs (repris dans les figures des résultats des analyses factorielles [figures 5 et 7]) :
- Le contexte individuel de crise : inondé/pas inondé, hauteur d'eau dans l'habitation, connaissance préalable de l'événement avant réception de l'alerte.
 - Le contexte individuel d'alerte : connaissance de FR-Alert avant les inondations ; niveau de compréhension du message d'alerte ; l'individu a-t-il été alerté par d'autres moyens que FR-Alert pendant les inondations ?
 - Le contexte territorial : nature urbaine ou rurale de la commune de résidence de l'enquêté, position du lieu de résidence de l'enquêté par rapport au bassin versant (amont vs aval).
 - Le contexte sociodémographique : l'âge, le genre, la catégorie socioprofessionnelle de l'enquêté.
- 20 Seules les deux premières dimensions ont été étudiées pour les deux analyses factorielles malgré une inertie relativement faible (34 % pour l'ACM1, 24 % pour l'ACM2). Les dimensions suivantes ont été jugées trop faibles pour être intégrées (≤ 10 % chacune pour les deux analyses). Les annexes 3 et 4 donnent les coordonnées factorielles des variables intégrées dans les deux ACM. Les deux ACM sont couplées à une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) qui sert à répondre à la question : peut-on identifier des profils de répondants en fonction du degré de satisfaction qu'ils ont sur les alertes de novembre ? L'annexe 5 donne les tableaux de variances intra-classes et inter-classes issus de la CAH. Dans les sorties graphiques des analyses factorielles, nous avons projeté : 1) les modalités des questions sur la perception des alertes (ACM1) ou du dispositif (ACM2) ; 2) les variables supplémentaires de contexte (pour comparaison avec les variables actives) ; 3) les clusters de la CAH.

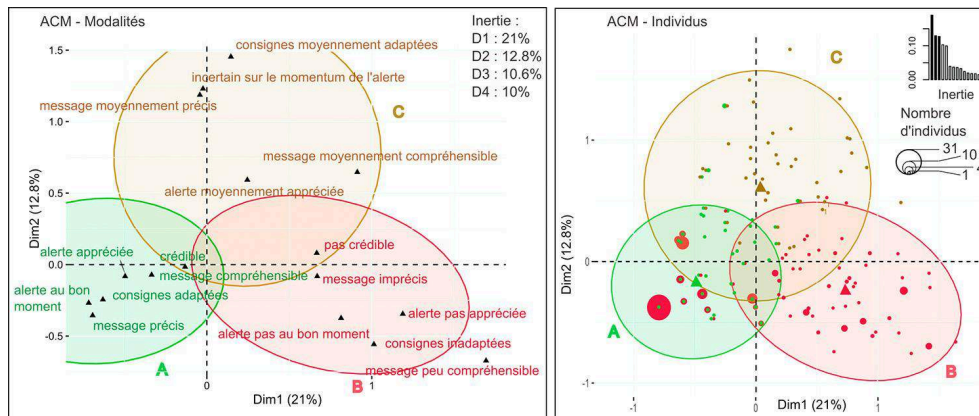
- 21 Deux analyses inférentielles ont ensuite permis d'observer comment la note d'efficacité perçue du CB variait selon des modalités relatives aux contextes individuels qui ressortaient dans les analyses factorielles. Les analyses de rang Wilcoxon Mann Withney et Kruskal Wallis ont été utilisées, car les notes d'efficacité perçue ne sont pas paramétriques (vérifié au moyen du test de normalité de Lilliefors). De manière complémentaire, un modèle de régression linéaire (GLM) suivi d'un test posthoc a été utilisé pour analyser l'interaction entre les modalités des deux facteurs contextuels qui jouent sur la note d'efficacité perçue du CB. Nous avons utilisé la famille de GLM « quasi-poisson », car la variable à expliquer (les notes d'efficacité perçue du CB) est de type entier, non négative et bornée entre 0 et 10. Nous avons utilisé la méthode de Tukey pour le test posthoc, car elle est adaptée pour gérer des tailles d'échantillon variable (ce qui est le cas dans le jeu de données analysé).

4. Résultats

4.1. Une réception contrastée de la première alerte (5 novembre 2023)

- 22 Sur 293 répondants, 95 individus déclarent avoir été inondés au moins une fois, et la majorité d'entre eux (79) ont été inondés lors des deux épisodes. La majorité des répondants (67 %) avait connaissance de ce risque avant les inondations. Durant l'événement de novembre, le nombre d'alertes CB reçues par les individus est conséquent : 182 individus (67 %) ont reçu plus d'une alerte et 100 individus (37 %) déclarent avoir reçu au moins cinq alertes (les messages de fin d'alerte sont également diffusés sous le format CB, ce qui peut expliquer une certaine confusion entre "alerte" et "fin d'alerte"). En tout, 270 individus déclarent avoir reçu au moins une alerte au cours des deux épisodes d'inondation (92,2 %).
- 23 La lecture graphique de l'ACM couplée aux résultats de la CAH permet de faire ressortir 3 blocs distincts (figure 4). Les blocs A et B s'opposent sur l'axe des abscisses. Le bloc A (n=123) est situé proche de l'origine. Il est donc majoritaire en effectif. Il regroupe des individus globalement satisfaits des alertes reçues en novembre (consignes adaptées, message précis, alerte appréciée et crédible). Le bloc B (n=52) est assez éloigné de l'origine. C'est un bloc constitué d'individus qui sont bien plus mécontents des alertes reçues (sur la compréhensibilité du message, la pertinence des consignes ou le *momentum* de l'alerte). Le bloc C (n=73) est situé dans les valeurs positives de la deuxième dimension. Il est constitué d'individus indécis sur les alertes reçues en novembre 2023. L'ajout de variables qualitatives supplémentaires permet d'analyser comment les effets de contextes jouent sur la perception des alertes reçues (figure 5).

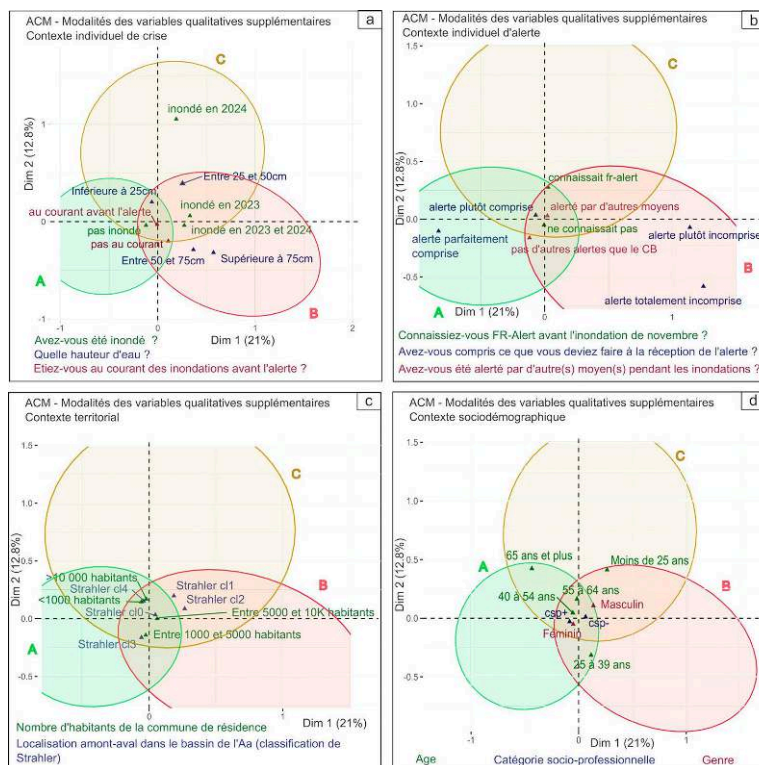
Figure 4 : Couple ACM/CAH sur la perception de la première alerte reçue en novembre 2023 (n=248). Le graphe de gauche représente les barycentres des modalités. Le graphe de droite représente les individus et leur groupe d'appartenance



Source : E. Bopp, 2024

- 24 Avoir été inondé en 2023 joue sur le mécontentement des alertes reçues (figure 5, a). Plus le niveau d'eau mesuré déclaré dans l'habitation est important, plus les individus sont insatisfaits des alertes reçues. Les individus n'ayant pas été inondés (i.e. la majorité des répondants) semblent en revanche plus satisfaits des alertes reçues. La connaissance préalable des inondations avant la réception de l'alerte n'a pas d'influence.
- 25 Plus les messages ont été compris, plus la perception des alertes reçues est positive, et inversement (figure 5, b). Ne pas avoir été alerté par d'autres moyens d'alerte joue peu sur la perception positive de l'alerte CB reçue. La connaissance préalable de FR-Alert augmente l'indécision des avis sur l'alerte reçue.
- 26 Le nombre d'habitants des communes de résidence n'influence pas la perception des alertes reçues : on ne trouve pas de dichotomie entre les communes rurales et urbaines (figure 5, c). Seuls les habitants des communes situées en bordure de cours d'eau ayant une classification de Strahler 1 ou 2 (i.e. en amont du bassin) semblent davantage insatisfaits des alertes reçues par rapport aux habitants des communes en aval (Strahler 3 ou 4) ou ne bordant aucun cours d'eau significatif (Strahler 0).
- 27 Le genre ou le niveau des catégories socioprofessionnelles n'influence pas non plus la perception de l'alerte reçue (figure 5, d). En revanche l'âge est une variable qui joue de manière contrastée : si les âges intermédiaires (de 40 à 64 ans) sont situés proches des origines (donc plutôt satisfaits de l'alerte reçue), les 25-39 ans semblent davantage insatisfaits tandis que les 65 ans et plus et les moins de 25 ans semblent indécis sur l'alerte reçue.

Figure 5 : Affichage des variables contextuelles qualitatives supplémentaires pour l'ACM sur la perception de la première alerte reçue en novembre 2023 (a : contexte de crise ; b : contexte d'alerte ; c : contexte territorial ; d : contexte sociodémographique)



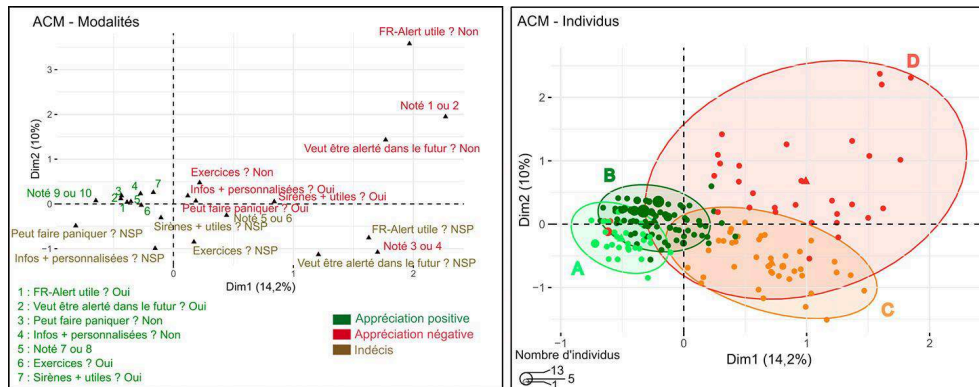
Source : E. Bopp, 2024

4.2. Un dispositif perçu négativement par les individus ayant été inondés et par ceux situés en amont du réseau hydrologique

- 28 La seconde ACM se caractérise par une inertie des deux principaux facteurs plus faibles que la première ACM (24,2 % contre 33,8 %). Comme dans la première ACM, l'axe des abscisses oppose des modalités qui décrivent des avis positifs sur le CB (note d'efficacité, utilité perçue, volonté d'être réalertié par la solution dans le futur, nécessité de faire des exercices) à des modalités situées sur la partie droite de l'axe, correspondant à des avis négatifs. Le groupe des avis positifs est relativement proche de l'origine (en vert sur la figure 6). Concernant les avis négatifs, les modalités sont plus dispersées. On distingue un groupe proche de l'origine qui réunit des individus estimant que le CB peut faire paniquer, qu'il ne donne pas assez d'informations personnalisées et qu'il n'est pas nécessaire de faire des exercices. Ce groupe est assez proche des modalités positives citées plus haut, preuve que les avis des individus ne sont pas tous tranchés. Deux autres modalités négatives jouent fortement sur les valeurs négatives de l'axe des ordonnées : les individus ne souhaitant plus être alertés par ce dispositif dans le futur, les individus jugeant que FR-Alert n'est pas utile et les individus ayant donné au CB une note d'utilité inférieure à 5. Ces modalités représentent les individus clairement opposés au CB. Toutefois, l'éloignement de ces modalités par rapport à l'origine révèle que ces nettes oppositions sont rares, comme le démontre le graphe des individus (figure 6). La CAH fait ressortir 4 classes : la classe A (n=40) regroupe les individus ayant une vision positive, mais un peu indécise, la classe B

(n=164) les individus ayant une vision positive et tranchée sur le CB, la classe C (n=44) les individus ayant une vision négative et indécise sur le CB et la classe D (n=29) les individus ayant une vision négative et tranchée sur le CB.

Figure 6 : Couple ACM-CAH sur la perception du CB. Le graphe de gauche représente les barycentres des modalités. Le graphe de droite représente les individus et leur groupe d'appartenance

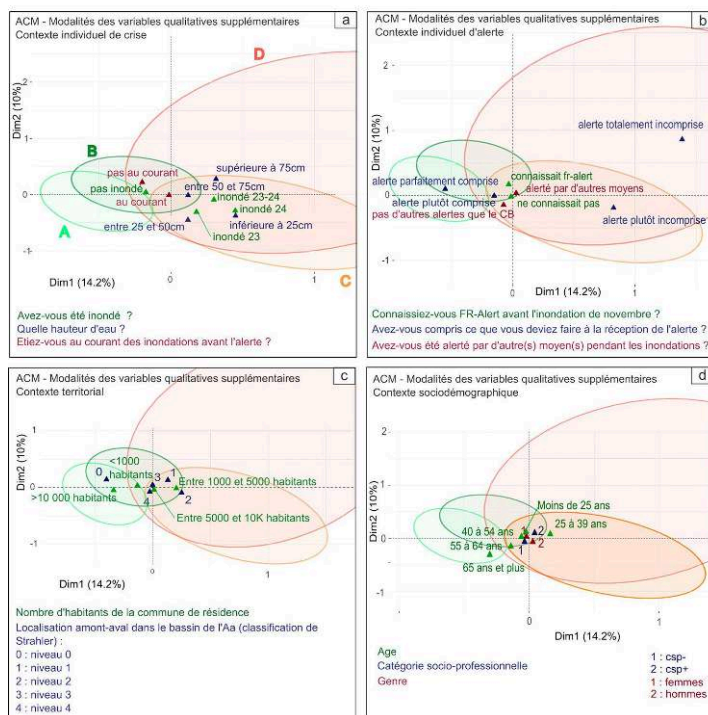


Source : E. Bopp, 2024

- 29 Même si les oppositions ne sont pas très fortes, le fait d'avoir été inondé affecte négativement la perception du dispositif (figure 7, a). On observe une différence significative sur les notes d'efficacité perçue du CB selon si les individus ont été inondés ou pas (figure 8, annexe 6). Les individus ayant été inondés par moins de 50 cm d'eau ont tendance à être plus indécis que les individus ayant été inondés par plus de 50 cm d'eau qui ont tendance à être plus réfractaires envers le CB. Les individus qui n'étaient pas au courant de l'événement avant l'alerte ont tendance à avoir une vision plus positive du CB que ceux qui étaient au courant.
- 30 La connaissance ou non du dispositif avant la réception de la première alerte ne joue pas sur la perception du CB (figure 7, b). De même, le fait d'avoir été ou non alerté par d'autre(s) moyen(s) que le CB durant les inondations de novembre n'influence pas la perception globale du CB. Mais le niveau de compréhension de la première alerte reçue influence clairement la perception du CB : plus les individus ont compris l'alerte, plus le CB est perçu comme un outil positif, et inversement.
- 31 Comme pour la perception des alertes (ACM1), l'analyse du contexte hydrologique montre que les individus résidant dans des communes sans cours d'eau (niveau 0 de Strahler) ont une perception positive du CB (figure 7, c). Il s'agit de communes qui, en dehors des phénomènes de ruissellement, n'ont pas été inondées. De même, les individus résidant dans des communes situées sur la partie aval du réseau hydrologique (Strahler 3 ou 4) ont une vision positive du CB. À l'inverse, les individus résidant dans des communes riveraines de cours d'eau de niveau 1 ou 2 (partie amont du réseau hydrologique) ont une perception plutôt négative du CB. Ces différences de perception du CB ressortent significativement dans l'analyse inférentielle (figure 8, annexe 7). Le nombre d'habitants des communes joue aussi: les individus résidant dans des communes moyennes (entre 1 000 et 5 000 habitants) ont une vision globalement négative du CB; les habitants résidants dans de grandes communes (plus de 10 000 habitants) ont une vision globalement positive du CB.

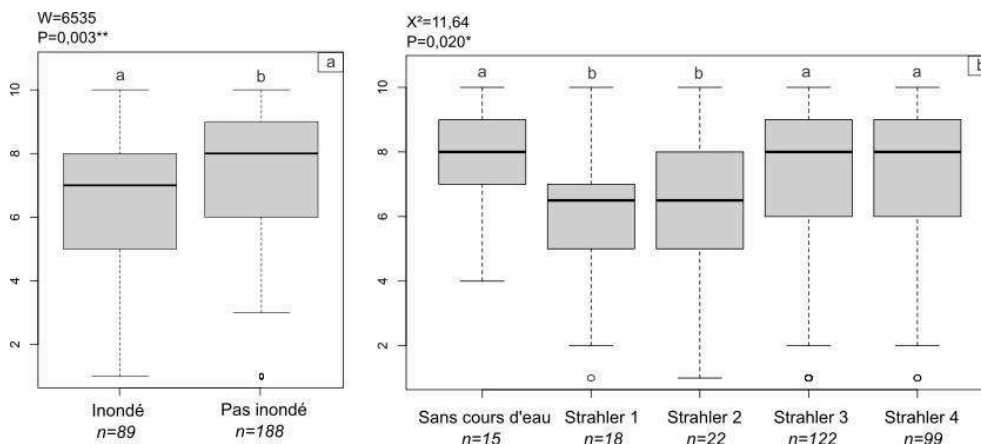
- 32 De même que pour la perception des alertes, le genre et la catégorie socioprofessionnelle n'influencent pas la perception du CB (figure 7, d). L'âge a un impact sur la perception du CB. Les 65 ans et plus ont une vision positive de l'outil, tandis que les 25-39 ans ont une vision plutôt négative du CB.
- 33 Pour aller plus loin, une GLM a été utilisée pour vérifier l'interaction entre les facteurs « avoir été inondé » et « classification de Strahler ». La GLM fait bien ressortir que le fait d'avoir été inondé joue significativement sur la note donnée au CB ($P < 0,01$), de même que la valeur de la classification de Strahler ($P = 0,01$). Surtout, les deux facteurs interagissent entre eux ($P = 0,01$). Le test posthoc a permis d'identifier quatre couples de modalités dont les différences sont significatives :
- Les personnes non inondées et riveraines d'un cours d'eau de niveau 2 notent plus négativement le CB que des personnes non inondées riveraines d'un cours d'eau de niveau 3 ($P = 0,04$) ou 4 ($P < 0,01$).
 - Les personnes qui ont été inondées et riveraines d'un cours d'eau de niveau 4 notent plus négativement le CB que les personnes non inondées riveraines d'un cours d'eau de niveau 3 ($P = 0,03$) ou 4 ($P < 0,01$).

Figure 7 : Affichage des variables contextuelles qualitatives supplémentaires pour l'ACM sur la perception du CB (a : contexte de crise ; b : contexte d'alerte ; c : contexte territorial ; d : contexte sociodémographique)



Source : E. Bopp, 2024

Figure 8 : Analyses inférentielles significatives de la note d'efficacité perçue du CB [0-10] en fonction du fait d'avoir été inondé ou non (a) et de la situation amont-aval de la commune de résidence (b). Deux modalités ayant des lettres distinctes sont significativement différentes



Source : E. Bopp, 2024

5. Éléments de discussion

5.1. Une perception de l'alerte avant tout influencée par le contexte individuel

- 34 Plusieurs variables contextuelles ont un effet sur la perception des alertes reçues et du dispositif en général. Le fait d'avoir été inondé est la variable contextuelle qui joue le plus sur la perception (négative) de l'alerte reçue et du dispositif. C'est un résultat logique dans la mesure où les personnes affectées par une catastrophe naturelle ont tendance à avoir plus d'émotions négatives que les personnes non directement affectées (Zheng *et al.*, 2019). La position amont/aval des répondants le long du réseau hydrologique joue également. Les individus résidant dans des communes bordant des cours d'eau de tête de bassin ont une vision plus négative de l'alerte et du dispositif. On pourrait penser ici à un phénomène structurel (les individus résidant en amont ont plus été inondés que ceux résidant à l'aval), mais la GLM a démontré que les individus non inondés riverains d'un cours d'eau de niveau 2 (amont) notent plus négativement le CB que les individus non inondés riverains d'un cours d'eau de niveau 3 ou 4 (aval). De plus, le nombre d'individus déclarant avoir été inondés est plus important pour les communes situées à l'aval du réseau hydrologique (34,9 %) que celles situées en amont (30,4 %). Ce résultat questionne la temporalité de la première alerte qui a été diffusée à un moment où l'inondation avait déjà débuté dans les communes situées en amont des cours d'eau. Or, une alerte diffusée tardivement est un des paramètres retenus pour la qualification d'une alerte « ratée » (Bean *et al.*, 2024).
- 35 La taille de la commune de résidence a peu d'effet sur la perception de l'alerte reçue. Mais les individus résidant dans une commune supérieure à 10 000 habitants ont une perception plutôt positive du dispositif. Il s'agit là d'un probable effet structurel dans la mesure où les communes de plus de 10 000 habitants sont situées en aval du réseau hydrologique. La structure du territoire est une variable contextuelle très souvent négligée dans les enquêtes sur la perception des risques et des politiques de gestion

(Lechowska, 2022). Cette variable devra être à nouveau testée dans d'autres territoires avec d'autres configurations urbaines.

- 36 La connaissance préalable de l'événement avant la réception de l'alerte n'a pas de conséquence sur la perception de l'alerte, mais joue négativement sur la perception du dispositif. La perception négative du dispositif qui en ressort questionne la temporalité tardive de la première alerte vis-à-vis de l'événement. D'autres événements ont fait l'objet d'alerte tardive : à Rouen, lors de l'incendie de Lubrizol, les sirènes ont été utilisées non pas comme un avertisseur d'un danger, mais comme un moyen de souligner la gravité de l'événement et d'inciter les gens à suivre les consignes (Lebon *et al.*, 2021). C'est possiblement de cette manière qu'a été envisagé l'usage du CB durant les inondations du Pas-de-Calais, notamment les deuxième, troisième et quatrième alertes qui étaient décorréliées de l'intensité de l'événement. Le rôle des réseaux personnels est très important dans ce type de situation et court-circuite parfois l'alerte officielle (Hermand *et al.*, 2007).
- 37 La compréhensibilité du message a également joué sur l'appréciation positive des alertes et du dispositif. Ce résultat vient confirmer l'importance des travaux portant sur la façon optimale de rédiger des messages d'alerte (Bean *et al.*, 2015 ; Cain *et al.*, 2023 ; Douvinet, Bopp *et al.*, 2023 ; Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023 ; Kuligowski, Doermann, 2018 ; Olson *et al.*, 2024 ; Wood *et al.*, 2015). Les autres variables contextuelles d'alertes n'ont pas d'effet. Seulement 16,2 % des répondants connaissaient FR-Alert avant les inondations de novembre 2023, mais la connaissance préalable du dispositif n'a pas d'effet sur la perception des alertes de novembre ou du dispositif, ce qui vient nuancer l'importance de la prévention pour ce type d'outils pour des aléas à cinétique lente (Sadiq *et al.*, 2023).
- 38 Excepté pour certaines classes d'âge, les variables socio-économiques n'ont aucune conséquence sur la perception des alertes et du dispositif, ce qui rejoint les travaux de Kaufhold *et al.* (2020) sur la perception des applications smartphone d'alerte. Les individus les plus jeunes et les plus âgés ont tendance à avoir une vision positive des alertes reçues en novembre et du dispositif en général. Ce résultat en particulier est difficile à expliquer, d'autant que des travaux montrent que plus les individus sont jeunes, plus ils éprouvent de stress à la réception d'une notification d'alerte en situation d'exercice (Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023).

5.2. La prise de décision au cœur des questionnements

- 39 En parallèle du questionnaire, neuf entretiens ont été menés avec des acteurs locaux : maires, élus, chargé de mission de syndicats de rivière, services de secours (grille d'entretiens en annexe 8). Si l'utilité du dispositif est partagée par les acteurs rencontrés, trois limites importantes ressortent des entretiens sur son utilisation en novembre. Premièrement, une répétition trop marquée des alertes (si la première alerte a permis de faire prendre conscience de la situation, les suivantes n'ont fait que renforcer l'aspect anxiogène de la situation). En faisant le parallèle avec l'enquête sur ce point, on note que les individus ayant déclaré avoir ressenti de la peur ont déclaré recevoir en moyenne plus d'alertes que ceux n'en ayant pas ressenti (4,75 contre 3,95 sur l'ensemble des deux événements [$W=9451$, $p=0,043$]). Toutefois, le nombre d'alertes reçues n'impacte pas le fait d'avoir ressenti de la panique ($W=5357,5$, $p=0,131$) et il n'y a pas de corrélation significative entre le nombre d'alertes reçues et la note donnée au

dispositif (corrélation de Kendall, $\tau = -0,05$, $p = 0,224$). Deuxièmement, les acteurs notent la temporalité inadéquate de la première alerte pour l'amont du bassin qui était déjà impacté (ce qui rejoint certains résultats issus de l'enquête). Enfin, la généralité du contenu des messages, et le manque de corrélation du contenu à la dynamique de l'inondation en temps réel sont aussi relevés.

- 40 Ces trois limites sont en partie imputables à l'outil et à ses aspects techniques ("*CB lacks precision*", "*CB is blind*" [Bean, 2019]). Le message a été envoyé à des milliers de personnes, de façon unitaire, et il est nécessaire de trouver le meilleur compromis entre des informations générales, complètes, simples, et qui parlent au plus grand nombre (Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023). Le contenu du message étant limité à 600 caractères, il faut aussi hiérarchiser les informations tout en respectant 6 invariants : l'émetteur, la nature de l'événement, sa localisation, sa temporalité, les consignes et un effort sur la mise en page (Douvinet *et al.*, 2022).
- 41 Ces limites questionnent aussi la prise de décision et la nécessaire coordination de tous les acteurs en temps de crise. FR-Alert est actuellement utilisé de façon verticale : un phénomène souvent constaté dans l'usage des outils numériques pour la gestion des risques (Santoni, 2024). Seuls les préfetures et le ministère de l'Intérieur peuvent activer une alerte CB en France. Les maires peuvent en demander le déclenchement, mais à condition de remplir l'annexe 4 de la circulaire du 27 novembre 2022, et les informations ne sont pas toujours faciles à comprendre. Pendant les inondations de novembre, la préfecture du Pas-de-Calais n'a pas prévenu tous les acteurs de terrain avant la diffusion des alertes. Beaucoup ont découvert l'existence du dispositif alors qu'ils étaient en pleine gestion de crise. La préfecture du Pas-de-Calais n'avait pas testé le CB avant la catastrophe. Ainsi, les évolutions techniques ne réduisent toujours pas cette ambivalence persistante entre organisation globale et gestion locale des opérations d'alerte (Vinet, 2007). Certains acteurs ont trouvé que le CB constituait un excellent canal de préalerte et donc de communication entre la préfecture et les acteurs locaux. Cela montre une certaine confusion dans l'organisation de l'alerte en France, entre les différentes responsabilités, et les différents moyens d'alerte existants : une confusion qui perdure depuis de nombreuses années déjà (Créton-Cazanave, 2010). Cette non-concertation a pu aboutir à des situations confuses sur le terrain. Même si cela n'a pas été relevé lors des entretiens avec les acteurs locaux, des consignes divergentes entre les outils mobilisés par la préfecture, et ceux mobilisés par les mairies pourraient survenir lors de prochaines crises.
- 42 Un entretien complémentaire avec la préfecture du Pas-de-Calais a été réalisé en novembre 2024 pour mieux comprendre la stratégie d'usage du CB. FR-Alert a été déclenché au moment où l'Aa est passé en vigilance rouge sur Vigicrues (le 6 novembre et le 2 janvier). Les trois autres notifications résultent d'une mise à jour de la zone d'alerte et du maintien du niveau de vigilance rouge à l'exutoire de l'Aa. Pour autant, les messages diffusés par la préfecture restent très similaires les uns par rapport aux autres (annexe 9). Les autorités ont expliqué le danger (crue exceptionnelle, dépassant les niveaux historiques) et demandé à la population de s'éloigner des cours d'eau, de se réfugier en hauteur, de couper l'eau, le gaz et l'électricité en cas d'inondation, de reporter ses déplacements et de contacter le 18 en cas d'extrême nécessité. Ces indications sont présentes dans les cinq notifications. Les autorités se sont aussi authentifiées dès le début du message, et un effort a été réalisé sur la mise en page (message aéré, consignes numérotées), ce qui montre que les autorités se sont fondées

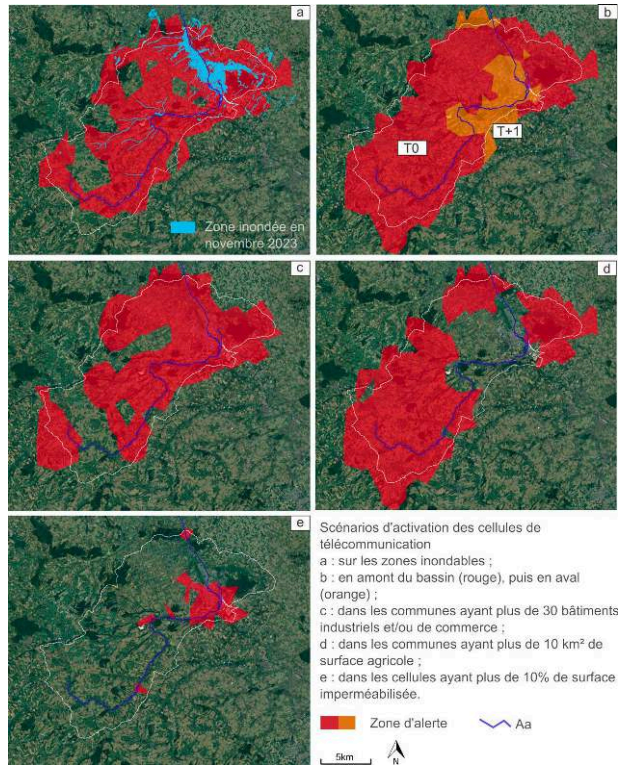
sur les messages préformatés mis à leur disposition (Douvinet, Rakoto *et al.*, 2023). Pour autant, la temporalité (l'heure du pic de crue) ou un lien internet pour plus d'informations sont absents, alors même que ces éléments auraient permis aux personnes recevant le message de se situer par rapport à l'événement ou d'aller chercher plus de détails. Le fait d'avoir attendu le passage à un niveau de vigilance rouge sur l'Aa aurait également pu être mentionné, pour expliquer à la population l'origine de la prise de décision. Ce détail aurait peut-être permis de diminuer la perception négative des alertes. Du côté des populations, les résultats de l'enquête montrent que le message d'alerte a été compris par 72,6 % des enquêtés. En revanche, ils sont seulement 45,3 % à déclarer avoir appliqué les consignes et seuls 18,5 % des enquêtés déclarent avoir suspendu leurs activités suite à la réception de l'alerte. On note cependant que les individus n'ont pas été inactifs à la réception de l'alerte : 26 % ont préparé leur logement à subir une inondation, 13,7 % sont rentrés chez eux, 13 % ont appelé leurs proches et 5,8 % ont évacué leur domicile. La diversité des réactions à la réception de l'alerte rejoint les résultats d'autres travaux étudiant les comportements individuels en situation de crise simulée (Provitolo *et al.*, 2022).

5.3. Alerter différemment ?

- 43 Les limites précédentes invitent à questionner la place des échelles spatiales et temporelles en lien avec la prise de décision. La préfecture a envoyé des notifications à l'échelle globale des bassins versants (figure 1) pour alerter le plus grand nombre d'individus dans un délai court. Sans vouloir mettre en cause ce choix, d'autres scénarios auraient pu être imaginés (ce qui est toujours facile à dire après événement). Il aurait par exemple été intéressant de diffuser les alertes sur de plus petites zones, et être plus précis dans l'espace. Toutefois, la granularité spatiale des cellules de télécommunication a tendance à rendre peu précises les alertes sur des zones spatialement très petites et d'autant plus en milieu rural qu'en milieu urbain (Bopp *et al.*, 2024).
- 44 La figure 10 propose d'autres échelles spatiales qui auraient pu être considérées, par exemple :
- en fonction des zones inondables (a) : seules les communes ayant une zone inondable sur leur territoire sont intégrées à la zone d'alerte ;
 - en deux temporalités liées aux dynamiques hydrodynamiques de bassin (b) : les communes bordant des cours d'eau de niveau 1 ou 2 sont intégrées à la zone d'alerte n° 1 (prioritaire), celles bordant des cours d'eau de niveau 3 ou 4 à la zone d'alerte n° 2 ;
 - pour cibler les commerçants et ouvriers (c) : sélection des communes ayant plus de 30 bâtiments de commerce ou industriels pour donner des consignes spécifiques aux commerçants et ouvriers ;
 - pour cibler les agriculteurs (d) : sélection des communes ayant plus de 10 km² de surface agricole pour donner des consignes spécifiques aux agriculteurs dans ces territoires ;
 - pour sensibiliser au risque de ruissellement urbain (e) : seules les cellules de télécommunication ayant plus de 10 % de surface perméable sont sélectionnées pour diffuser des messages spécifiques sur le risque de ruissellement.
- 45 D'autres scénarios auraient pu être imaginés : comme tenir compte de la densité de population en temps réel, des mobilités et des vulnérabilités (des travaux sur l'exposition dynamique des populations dans le temps et l'espace à fine échelle sont

nécessaires aujourd'hui). Mais cette réflexion nécessite du temps en amont de la prise de décision ou une forte anticipation, car une diffusion adaptée et évolutive dans le temps et dans l'espace ne s'improvise pas au moment de la crise.

Figure 9 : Cinq propositions de stratégies de diffusion de l'alerte CB dans le bassin audomarois (la zone d'alerte tient compte des cellules de télécommunications modélisées à l'aide des polygones de Voronoi)



Source : E. Bopp, 2024

5.4. Multiplier les retours d'expériences (RETEX) en variant les contextes géographiques

- 46 Entre juin 2022 et avril 2025, 31 événements considérés comme dangereux ont occasionné des alertes CB en France. Dans certaines situations, l'usage du CB a été source de débats (l'usage préventif du 13 mai 2024 par la préfecture de Police dans un contexte de jeux olympiques ou l'usage préventif du 9 mai 2024 par la préfecture de la Manche visant à rappeler une interdiction de circulation le jour d'un événement sportif), dans d'autres, l'absence d'usage du CB a aussi été critiquée (tempête du 18 août 2022 en Corse, incendie d'un entrepôt de stockage de batteries de lithium près de Rouen en mars 2023, etc.). Le CB reste un objet nouveau pour les gestionnaires des crises, et la multiplication des RETEX semble nécessaire. Il faut surtout continuer à interroger les contextes dans la mesure où le contexte joue sur la perception qu'ont les populations des procédures d'alerte.
- 47 Dans notre étude, le gradient urbain-rural ne ressort pas comme une variable contextuelle jouant sur la perception des alertes et du dispositif. Le territoire alerté reste globalement homogène, et peut être qualifié de rural. La majorité des communes

appartiennent à l'aire d'attraction de Saint-Omer (15 000 habitants environ) et d'autres sont même situées en dehors des aires d'attraction des villes (Bréfort, Gicquiaux, 2020). Mais peut-être que le différentiel urbain-rural dans la perception du CB ressortirait à une échelle plus large, avec une forte dispersion du nombre d'habitants des communes. Pour aller plus loin, d'autres contextes territoriaux pourraient être analysés : littoral, montagne, insularité, zone transfrontalière, etc. Il convient donc de répliquer la méthode à l'échelle d'autres territoires alertés, en gardant la même structure pour les questions portant sur l'analyse des alertes et du dispositif CB.

- 48 Au-delà du contexte territorial, d'autres variables contextuelles, non testées ici, pourraient jouer sur la perception des alertes par CB : le type d'aléa (et sa cinétique), résider dans un territoire ayant déjà expérimenté le CB (en situation réelle ou de test), la date (possible évolution de la perception au cours du temps), le contenu du message, le nombre d'alertes envoyées, l'échelle de la zone alertée, le temps entre la diffusion de l'alerte et les premiers dégâts, etc. La panique est aussi une émotion à étudier : dans le bassin de l'Aa, on observe un hiatus entre les individus qui déclarent avoir paniqué à la réception de la première alerte (14,9 %) et ceux qui déclarent que ce type de dispositif peut faire paniquer (69,5 %). Il faudrait voir si cette panique est liée à d'autres éléments contextuels (type d'aléa, contenu du message, niveau sonore de la notification, etc.). Ainsi, si le contexte est bien essentiel dans la recherche sur les émotions ("*context matters for how emotion is experienced, expressed, perceived, and regulated*" [Greenaway et al., 2018]), généraliser ce type d'étude à d'autres territoires permettrait de modéliser des alertes contextuellement plus adaptées.

6. Conclusion

- 49 Cet article a proposé un premier bilan post-déclenchement en situation réelle du Cell Broadcast, dans un contexte d'inondations. Il s'appuie sur une enquête auprès de la population du bassin de l'Aa, réalisée quatre mois après un double épisode d'inondations exceptionnelles sur le territoire. Les résultats montrent que les habitants ont une vision globalement positive à la fois des alertes reçues et du dispositif, mais des disparités sont observées. Le fait d'avoir été inondé ou d'habiter en amont du bassin (qui a été impacté avant la réception de la première alerte) joue négativement sur la perception des alertes et du dispositif. À l'inverse, la compréhension des messages joue positivement sur la perception des alertes et du dispositif, ce qui montre la nécessité d'accorder de l'importance à la phase rédactionnelle lors du processus de déclenchement des alertes. D'autres facteurs comme la connaissance préalable du dispositif et la catégorie socioprofessionnelle n'influencent pas sur la perception des alertes ni du dispositif. En complément, les gestionnaires locaux interrogés trouvent le CB positif bien qu'une concertation entre la préfecture et les mairies reste nécessaire pour améliorer la précision spatiale et temporelle des alertes, ainsi que leur contenu.
- 50 Ces résultats montrent l'importance de la prise en compte du contexte local dans la phase de planification (anticipation) ou de conception (juste avant l'aléa) de l'alerte. La temporalité de l'aléa, la nature du territoire et la diversité du public doivent à minima être prises en compte par les autorités dans les procédures de déclenchement des alertes. Néanmoins, on ne peut pas tout à fait exclure que des biais cognitifs et les cinq mois séparant la passation de l'enquête du vécu de la crise aient pu altérer les souvenirs liés à la réception de l'alerte pendant la crise. Les réponses au questionnaire, ainsi que

les acteurs locaux rencontrés, poussent à une complexification des opérations d'alerte pour gagner en précision spatiale, temporelle et informationnelle (i.e. le contenu). La mise en place d'un canal de communication entre la préfecture (qui a la main sur le dispositif) et les maires (qui ont la vision de la situation sur le terrain) avant et pendant la crise semble essentielle. Cette communication peut sembler plus difficile à mettre en œuvre pour des crises à cinétique rapide, d'où l'importance d'anticiper ce genre d'événement et de proposer une planification territoriale de l'alerte. Cette planification doit se nourrir des travaux de cindynique, en particulier ceux des géographes ayant travaillé sur les nouveaux dispositifs d'alerte aux populations, que ce soit en France ou à l'international.

BIBLIOGRAPHIE

- Bean H., 2019, *Mobile technology and the transformation of public alert and warning*, Praeger Security International.
- Bean H., Hasinoff A., Fields S., 2024, "Defining public warning failure", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.32, No.3, e12602.
- Bean H., Liu B. F., Madden S., Sutton J., Wood M. M., Mileti D. S., 2016, "Disaster Warnings in Your Pocket: How Audiences Interpret Mobile Alerts for an Unfamiliar Hazard", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.24, No.3, 136-147.
- Bean H., Sutton J., Liu B. F., Madden S., Wood M. M., Mileti D. S., 2015, "The Study of Mobile Public Warning Messages: A Research Review and Agenda", *Review of Communication*, Vol.15, No.1, 60-80.
- Becu N., Amalric M., Anselme B., Beck E., Bertin X., Delay E., Long N., Marilleau N., Pignon-Mussaud C., Rousseaux F., 2017, "Participatory simulation to foster social learning on coastal flooding prevention", *Environmental Modelling & Software*, Vol.98, 1-11.
- Belesiotti M., 2009, "Cell Broadcast as an Option for Emergency Warning Systems", in: Pagani M. (ed.), *Encyclopedia of Multimedia Technology and Networking*, Second Edition, Hershey, IGI Global, 195-204.
- Bopp E., 2021, *Évaluation et spatialisation du potentiel offert par les moyens d'alerte centrés sur la localisation des individus. Expérimentations à différentes échelles en France*, Thèse de doctorat en géographie, Avignon Université.
- Bopp E., Douvinet J., 2020, "Spatial performance of location-based alerts in France", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.50, 101909.
- Bopp E., Douvinet J., 2022, "Alerting people prioritising territories over technologies. A design framework for local decision makers in France", *Applied Geography*, Vol.146, 102769.
- Bopp E., Douvinet J., Carles N., Foulquier P., Péroche M., 2024, "Spatial (in)accuracy of cell broadcast alerts in urban context: Feedback from the April 2023 Cannes tsunami trial", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.107, 102055.

- Bopp E., Gisclard B., Weiss K., Martin G., Douvinet J., 2021, "How to improve alert systems: The technical, human, environmental and structural aspects", *The Australian Journal of Emergency Management*, Vol.36, No.1, 67-75.
- Bréfort M., Gicquiaux C., 2020, "Plus de neuf habitants des Hauts-de-France sur dix vivent dans une aire d'attraction des villes", *INSEE analyses Hauts-de-France*, No. 113. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4802336>
- Cain L. B., Sutton J., Olson M. K., 2023, "Wireless Emergency Alerts and organisational response: Instructing and adjusting information in alerts", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.32, No.1, e12516.
- Cain L., Herovic E., Wombacher K., 2021, "'You are here': Assessing the inclusion of maps in a campus emergency alert system", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.29, No.3, 332-340.
- Créton-Cazanave L., 2010, *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*, thèse de doctorat en géographie, Université Joseph-Fourier – Grenoble I.
- Descoter F., 2024, *Mission de parangonnage à la suite des inondations de novembre 2023 et janvier 2024 dans les Hauts-de-France*, rapport [En ligne]. https://igedd.documentation.developpement-durable.gouv.fr/documents/Affaires-0013572/015437-01_rapport_publie.pdf
- Douvinet J., Bopp E., Vignal M., Foulquier P., César A., 2023, "Quand la recherche accompagne les acteurs de l'alerte institutionnelle en France : entre science, expertise et médiation", *Annales de géographie*, Vol.753, No.5, 41-63.
- Douvinet J., Cavalière C., Bopp E., Weiss K., Emsellen K., Gisclard B., Martin G., Coulon M., 2022, "Évaluer la perception de notifications d'alerte scénarisées dans différents contextes en France : enjeux et perspectives", *Cybergeo*, 1029.
- Douvinet J., Rakoto M., Grancher D., Daudé E., Moutard R., 2023, "Évaluer le contenu des notifications d'alerte diffusées en France via FR-Alert® : enjeux scientifiques et retombées opérationnelles", *Netcom. Réseaux, communication et territoires*, Vol.37, No.3/4.
- Geddes A., Black A. R., Cranston M., 2024, "Integrating direct messaging with flood alerts and warnings: Insights into effectiveness from a registered public user population", *Journal of Flood Risk Management*, Vol.18, No.1, e12972.
- Grancher D., Delamare M., Daudé É., 2023, avril 24, "Risques naturels et technologiques : Le lent démarrage de la plateforme FR-Alert", *The Conversation*, [En ligne]. <http://theconversation.com/risques-naturels-et-technologiques-le-lent-demarrage-de-la-plateforme-fr-alert-202572>
- Greenaway K. H., Kalokerinos E. K., Williams L. A., 2018, "Context is Everything (in Emotion Research)", *Social and Personality Psychology Compass*, Vol.12, No.6, e12393.
- Hermant M., Pauchet N., Astruc C., Slimani N., Boyer M., 2007, "Solidarités de voisinage ; ce que nous enseigne le terrain", in: Pitaud P., *Solitude et isolement des personnes âgées*, Toulouse, érès, 207-220.
- Jagtman H. M., 2010, "Cell broadcast trials in The Netherlands: Using mobile phone technology for citizens' alarming", *Reliability Engineering & System Safety*, Vol.95, No.1, 18-28.
- Kaufhold M.-A., Haunschild J., Reuter C., 2020, "Warning the public: A survey on attitudes, expectations and use of mobile crisis apps in Germany", *Twenty-Eight European Conference on Information Systems, ECIS2020*, 16.

- Kuligowski E. D., Doermann J., 2018, "A review of public response to short message alerts under imminent threat", *Numéro NIST TN 1982*, National Institute of Standards and Technology.
- Lebon M., Grancher D., Daudé É., 2021, "L'incendie industriel du 26 septembre 2019 à Rouen : Cartes sur la ville", *Bulletin du Comité Français de Cartographie*.
- Lechowska E., 2022, "Approaches in research on flood risk perception and their importance in flood risk management: A review". *Natural Hazards*, Vol.111, No.3, 2343-2378.
- Lindell M. K., Huang S.-K., Wei H.-L., Samuelson C. D., 2016, "Perceptions and expected immediate reactions to tornado warning polygons", *Natural Hazards*, Vol.80, No.1, 683-707.
- McGee T. K., Gow G. A., 2012, "Potential responses by on-campus university students to a university emergency alert", *Journal of Risk Research*, Vol.15, No.6, 693-710.
- Olson M. K., Sutton J., Cain L. B., Waugh N., 2024, "A decade of wireless emergency alerts: A longitudinal assessment of message content and completeness", *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol.32, No.1, e12518.
- Perreault M. F., Houston J. B., Wilkins L., 2014, "Does Scary Matter?: Testing the Effectiveness of New National Weather Service Tornado Warning Messages", *Communication Studies*, Vol.65, No.5, 484-499.
- Provitolo D., Dubos-Paillard E., Verdière N., Lanza V., Charrier R., Bertelle C., Aziz-Alaoui M. A., 2015, "Les comportements humains en situation de catastrophe : de l'observation à la modélisation conceptuelle et mathématique", *Cybergeo: European Journal of Geography*, 735.
- Provitolo D., Tricot A., Schleyer-Lindenmann A., Boudoukha A.-H., Verdière N., Haule S., Dubos-Paillard E., Lanza V., Charrier R., Bertelle C., Navarro O., Lago-Marques M., Ranarimahefa P., Berred A., Aziz-Alaoui M., Mallet P., Perez S., Tric E., 2022, "Saisir les comportements humains en situation de catastrophes : proposition d'une démarche méthodologique immersive", *Cybergeo: European Journal of Geography*, 1030.
- Ruin I., Lutoff C., Boudevillain B., Creutin J.-D., Anquetin S., Rojo M. B., Boissier L., Bonnifait L., Borga M., Colbeau-Justin L., Creton-Cazanave L., Delrieu G., Douvinet J., Gaume E., Grunfest E., Naulin J.-P., Payrastra O., Vannier O., 2014, "Social and hydrological responses to extreme precipitations: An interdisciplinary strategy for postflood investigation", *Weather, climate, and society*, Vol.6, No.1, 135-153.
- Sadiq A.-A., Dougherty R. B., Tyler J., Entress R., 2023, "Public alert and warning system literature review in the USA: Identifying research gaps and lessons for practice", *Natural Hazards*, Vol.117.
- Samarajiva R., Waidyanatha N., 2009, "Two complementary mobile technologies for disaster warning", *Info*, Vol.11, No.2, 58-65.
- Santoni V., 2024, "Impact du numérique sur la relation entre les systèmes de gestion de crise et les citoyens, analyse empirique en Île-de-France et en Région de Bruxelles-Capitale", *Cybergeo: European Journal of Geography*, 1067.
- Smith K. R., Grant S., Thomas R. E., 2022, "Testing the public's response to receiving severe flood warnings using simulated cell broadcast", *Natural Hazards*, Vol.112, No.2, 1611-1631.
- Verbaere I., 2022, "On ne peut plus attendre de réveiller le préfet pour déclencher l'alerte", *La Gazette des Communes*. <https://www.lagazettedescommunes.com/824933/on-ne-peut-plus-attendre-de-reveiller-le-prefet-pour-declencher-lalerte/>
- Vinet F., 2007, "Approches nationales de la prévention des risques et besoins locaux : le cas de la prévision et de l'alerte aux crues dans le Midi méditerranéen", *Géocarrefour*, Vol.82, No.1-2, 35-42.

Weiss K., Girandola F., Colbeau-Justin L., 2011, "Les comportements de protection face au risque naturel : de la résistance à l'engagement", *Pratiques Psychologiques*, Vol.17, No.3, 251-262.

Wood M. M., Bean H., Liu B. F., Boyd M., 2015, "Comprehensive testing of imminent threat public messages for mobile devices: Updated findings", *Homeland Security*, 119. <https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/WEA%20-%20Comprehensive%20Testing%20of%20Imminent%20Threat%20Public%20Messages%20for%20Mobile%20Devices%20Updated%20Findings.pdf>

Yoder-Bontrager D., Trainor J. E., Swenson M., 2017, "Giving Attention: Reflections on Severe Weather Warnings and Alerts on Mobile Devices", *International Journal of Mass Emergencies & Disasters*, Vol.35, No.3, 169-190.

Zheng C., Zhang J., Guo Y., Zhang Y., Qian L., 2019, "Disruption and reestablishment of place attachment after large-scale disasters: The role of perceived risk, negative emotions, and coping", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol.40, 101273.

ANNEXES

Annexe 1 : Détail du questionnaire diffusé auprès de la population

Partie 1 : Conséquences des inondations sur les individus

1. Avez-vous été inondé lors des inondations de novembre 2023 et/ou de janvier 2024 ?

[Choix unique]

- a. Je n'ai pas été inondé
- b. J'ai été inondé en novembre 2023
- c. J'ai été inondé en janvier 2024
- d. J'ai été inondé en novembre 2023 et janvier 2024

2. Quelle hauteur d'eau avez-vous eu dans votre logement ? [Choix unique]

- a. Je n'ai pas été inondé
- b. Inférieur à 25 cm
- c. Entre 25 et 50 cm
- d. Entre 50 et 75 cm
- e. Supérieur à 75 cm

3. Connaissiez-vous l'existence du risque d'inondation sur votre commune avant leur manifestation en novembre 2023 ? [Choix unique]

- a. Oui
- b. Non

4. Si oui, comment en avez-vous eu connaissance ? [Choix multiple]

- a. Documents officiels
- b. Vécu d'expériences passées
- c. Discussions familiales
- d. Discussions avec voisins, collègues
- e. Autre

5. Dans quelle commune résidez-vous ? [Choix parmi une liste]

Partie 2 : Efficacité perçue de l'alerte (il est précisé aux répondants que sauf mention contraire, il ne faut tenir compte que de la première alerte reçue pour répondre aux questions)

6. À quel moment avez-vous connu le système FR-Alert ? [Choix unique]

- a. Je le connaissais avant les inondations de novembre 2023
- b. Je l'ai connu suite aux inondations
- c. Je ne connaissais pas ce dispositif avant la lecture de ce questionnaire

7. Avez-vous reçu une ou plusieurs alerte(s) envoyée(s) par le système FR-Alert ?

- a. Oui
- b. Non

8. Combien d'alertes du dispositif FR-Alert avez-vous reçues sur votre téléphone portable lors des inondations de novembre 2023 et janvier 2024 ? [Choix unique pour 2023 puis pour 2024]

- a. 0
- b. 1
- c. 2
- d. 3
- e. 4
- f. 5 ou plus
- g. Je ne me rappelle plus très bien

9. Étiez-vous à votre domicile au moment de la première alerte que vous avez reçue ? [Choix unique]

- a. Oui
- b. Non

10. Dans quelle commune vous trouviez-vous au moment de la réception de la première alerte pour les inondations de novembre 2023 ? [Réponse libre]

11. Lors de la réception de l'alerte, votre domicile est-il déjà inondé ? [Choix unique pour 2023 puis pour 2024]

- a. Oui
- b. Non, mais j'ai été inondé par la suite
- c. Je n'ai pas été inondé
- d. Je ne m'en souviens plus

12. Avant d'avoir reçu l'alerte sur votre téléphone, étiez-vous au courant que ces inondations étaient en cours ou allaient avoir lieu ? [Choix unique pour 2023 puis pour 2024]

- a. Oui
- b. Non
- c. Incertain

13. Avez-vous été alerté par un autre moyen que le système FR-Alert en novembre 2023 ? [Choix unique]

- a. Sirènes
- b. Application mobile
- c. Médias
- d. Réseaux sociaux
- e. Porte à porte
- f. Aucun moyen
- g. Autre

14. Quel est votre opérateur téléphonique ? [Choix multiple]

- a. Bouygues Telecom
- b. Free
- c. Orange
- d. SFR
- e. Autre

15. Une fois l'alerte reçue, avez-vous compris ce que vous deviez faire ? [Choix unique]

- a. Oui, c'était top ! (Je suis très satisfait)
- b. Oui (Je suis satisfait)
- c. Non (Je suis insatisfait)
- d. Non pas du tout ! (Je suis très insatisfait)

16. Qu'aviez-vous ressenti à la lecture du message ? [Choix multiple avec 3 réponses max]

- a. J'ai eu peur
- b. J'ai été rassuré·e
- c. Je me suis senti impuissant·e
- d. J'ai paniqué
- e. J'ai été indifférent·e
- f. J'ai été surpris·e
- g. Je n'ai pas compris ce qu'il se passait

17. Qu'aviez-vous fait après avoir reçu le message ? [Choix multiple avec 3 réponses max]

- a. J'ai appliqué les consignes
- b. J'ai appelé un proche pour authentifier l'alerte
- c. J'ai reporté mes déplacements prévus
- d. Je suis rentré chez moi
- e. J'ai recherché d'autres informations via mon téléphone
- f. J'ai rapidement repris mes activités
- g. J'ai préparé mon logement pour limiter les dégâts en cas d'inondation
- h. Je me suis mis à l'abri
- i. J'ai quitté mon domicile
- j. Autre

18. Lors de la réception de l'alerte, avez-vous essayé d'éteindre la notification sonore de votre téléphone avant d'avoir lu le message ? [Choix unique]

- a. Oui
- b. Non
- c. Incertain

19. Avez-vous réussi à lire le message entièrement sur votre téléphone ? [Choix unique]

- a. Oui
- b. Non
- c. Incertain

20. Étiez-vous en attente de nouvelles informations suite à cette notification ? [Choix unique]

- a. Oui
- b. Non

21. Parmi ces informations, lesquelles vous concernent ? [Choix unique parmi « oui » et « non » à chaque proposition]

- a. J'ai apprécié qu'on m'accompagne dans ma mise en sécurité
- b. J'ai cru que c'était un spam/une blague
- c. L'alerte a été déclenchée au bon moment
- d. J'aurais aimé un message plus précis
- e. Je ne veux plus être prévenue par FR-Alert
- f. Les consignes du message étaient adaptées à ma situation
- g. Il faut que la population ait des instructions plus personnalisées
- h. Le message était clair et bien rédigé
- i. Ce type d'alerte peut faire paniquer la population
- j. FR-Alert est utile
- k. Je trouve que les sirènes sont plus utiles
- l. Il faudrait faire des exercices pour s'habituer à FR-Alert

22. Trouvez-vous cette technologie efficace pour des inondations ? [Note de 1 à 10]

Partie 3 : Informations personnelles

23. Quel est votre genre ? [Choix unique]

- a. Masculin
- b. Féminin
- c. Autre

24. Quel est votre âge ? [Choix parmi les classes d'âge INSEE]

25. Quelle est votre activité professionnelle ? [Choix parmi les CSP INSEE]

26. Si vous avez un commentaire ou des compléments d'information à nous partager, faites-nous en part ci-dessous :

Annexe 2 – Structure sociale et territoriale de l'échantillon enquêté. La population de référence est celle du bassin amont de l'Aa pour l'âge et le nombre d'habitants ; et celle du Pas-de-Calais pour le genre et les catégories socioprofessionnelles

Catégories	Taux de répondants (%)	Écart par rapport à la population de référence (INSEE) (%)
Genre		
Femme	71,7	+20,1
Homme	28,3	-20,1
Autre	0	
Âge (% des plus de 18 ans)		
Moins de 25 ans	6,6	-4
25-39 ans	33,4	+9,8
40-54 ans	39,3	+13
55-64 ans	14,7	-2
65 ans et +	5,9	-17
Catégories socioprofessionnelles		
CSP-	59,1	-19,9
CSP+	40,9	+19,9
Nombre d'habitants		
Moins de 1 000 hab.	20,6	+10
1 000-5 000 hab.	31,8	+8,2
5 000-10K hab.	35,3	+14,7
Plus de 10K hab.	12,0	-8,4

Annexe 3 – Coordonnées des variables de l'ACM1 (appréciation de l'alerte)

ACM1 – Coordonnées	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
Alerte appréciée	-0,49	-0,08	0,10	-0,27	-0,31
Alerte moyennement appréciée	0,20	0,54	-0,67	1,25	1,06
Alerte pas appréciée	1,24	-0,31	0,39	-0,47	-0,17
A cru à un spam	0,67	0,08	0,93	1,25	-0,67
N'a pas cru à un spam	-0,13	-0,01	-0,19	-0,25	0,13
Alerte au bon moment	-0,72	-0,27	-0,23	0,05	0,13
Alerte pas au bon moment	0,81	-0,38	-0,14	0,32	-0,07
Pas vraiment au bon moment	-0,02	1,25	0,74	-0,68	-0,14
Message moyennement précis	-0,04	1,19	1,05	0,74	-0,27
Message pas précis	0,67	-0,09	-0,44	-0,19	-0,21
Message précis	-0,69	-0,35	0,07	-0,07	0,33
Consignes adaptées	-0,63	-0,25	0,04	0,17	-0,34
Consignes inadaptées	1,01	-0,56	0,18	0,02	0,22
Consignes moyennement adaptées	0,14	1,46	-0,36	-0,45	0,55
Message compréhensible	-0,33	-0,07	0,14	0,11	0,07
Message moyen. compréhensible	0,91	0,64	-1,33	-0,09	-0,98
Message peu compréhensible	1,70	-0,65	1,43	-1,05	1,50

Annexe 4 – Coordonnées des variables de l'ACM2 (appréciation du dispositif)

ACM2 – Coordonnées	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
Veut être alerté dans le futur ? Oui	-0,44	0,12	-0,08	-0,03	0,01
Veut être alerté dans le futur ? Non	1,77	1,43	0,73	-0,70	1,20
Veut être alerté dans le futur ? NSP	1,21	-1,13	0,07	0,42	-0,57

Infos + personnalisées ? Oui	0,12	0,18	-0,37	-0,26	-0,16
Infos + personnalisées ? Non	-0,15	-0,99	0,75	-0,02	-0,41
Infos + personnalisées ? NSP	-0,27	0,23	0,63	0,89	0,90
Peut faire paniquer ? Oui	0,19	0,07	-0,34	-0,05	0,06
Peut faire paniquer ? Non	-0,43	0,18	0,97	2,23	0,05
Peut faire paniquer ? NSP	-0,81	-0,49	1,39	-1,02	-0,37
FR-Alert est utile ? Oui	-0,39	0,04	-0,05	0,01	-0,03
FR-Alert est utile ? Non	1,97	3,58	1,15	-1,40	0,08
FR-Alert est utile ? NSP	1,63	-0,76	0,09	0,17	0,14
Sirènes + utiles ? Oui	0,84	0,05	0,08	-0,15	-0,42
Sirènes + utiles ? Non	-0,17	0,26	0,03	0,19	0,16
Sirènes + utiles ? NSP	-0,10	-0,31	-0,06	-0,16	-0,04
Exercices ? Oui	-0,27	-0,03	-0,34	-0,40	0,08
Exercices ? Non	0,22	0,47	0,24	0,60	-0,46
Exercices ? NSP	0,17	-0,85	0,29	-0,29	0,70
Noté 9 ou 10	-0,65	0,07	0,87	-0,37	-0,22
Noté 7 ou 8	-0,35	0,05	-0,60	0,25	0,49
Noté 5 ou 6	0,44	-0,25	-0,46	0,23	-1,03
Noté 3 ou 4	1,70	-1,08	0,35	-0,30	1,68
Noté 1 ou 2	2,27	1,95	0,84	-0,21	-0,90

Annexe 5 – Tableau des variances interclasses et intra-classes issues des deux CAH

	Variance inter-classes	Variance intra-classes	Variance totale	Part de la variance expliquée par la partition
CAH1	108,98	176,55	285,52	38,17 %
CAH2	961,63	1024,45	1986,07	48,42 %

Annexe 6 – Résultats des tests de Wilcoxon-Mann-Whitney sur l'efficacité perçue du CB par rapport à diverses variables contextuelles binaires

Type	Effectif	Moyenne	Test statistique (Wilcox)
A été inondé	89	6,52	W=6535 P=0,0029**
N'a pas été inondé	188	7,39	
Connaissais le dispositif	45	6,73	W=4951,5 P=0,581
Ne connaissais pas le dispositif	232	7,19	
Au courant des inondations	191	7,17	W=2838,5 P=0,357
Pas au courant	33	7,58	
Alerté que par CB	238	7,10	W=4617,5 P=0,960
Alerté par CB + autres moyens	39	7,20	
Femme	194	7,12	W=7440 P=0,829
Homme	78	7,06	
CSP+	111	6,85	W=7984,5 P=0,131
CSP-	161	7,29	

Annexe 7 – Résultats des tests de Kruskal-Wallis sur l'efficacité perçue du CB par rapport à diverses variables contextuelles non-binaires

Type	Effectif	Moyenne	Test statistique (Kruskall-Wallis)
Commune sans cours d'eau	15	7,67	X ² =11,64 P=0,020*
Commune avec cours d'eau Str1	18	6,00	
Commune avec cours d'eau Str2	22	6,05	
Commune avec cours d'eau Str3	122	7,22	
Commune avec cours d'eau Str4	99	7,36	
Commune de moins de 1 000 hab.	53	6,85	X ² =4,63

Commune entre 1 000 et 5 000 hab.	90	6,79	P=0,200
Commune entre 5 000 et 10K hab.	99	7,40	
Commune de plus de 10K hab.	34	7,62	
Moins de 25 ans	18	7,50	X ² =7,29 P=0,122
25-39 ans	91	6,66	
40-54 ans	107	7,28	
55-64 ans	40	7,10	
Plus de 65 ans	16	8,06	

Annexe 8 – Grille d'entretien menée auprès des gestionnaires des risques

<p>Présentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quelle est votre fonction ?
<p>Alerte aux populations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quels outils d'alerte ont été utilisés sur votre territoire pendant les inondations de novembre 2023 et janvier 2024 ? • Connaissiez-vous le système FR-Alert avant les inondations ? Aviez-vous été informé préalablement de son utilisation sur votre territoire ? • Quels avantages et limites avez-vous observés quant à l'utilisation du système FR-Alert sur votre territoire ? • Qu'est-ce qui, dans ce système, pourrait être amélioré selon vous ?
<p>Coordination et perspectives</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avez-vous eu des retours particuliers de la population suite à l'utilisation de ce système ? • Envisagez-vous de réorganiser les méthodes d'alerte sur votre territoire après ces inondations ?

Annexe 9 – Messages diffusés par la préfecture du Pas-de-Calais dans les cinq alertes CB

Date et heure	Bassin	Message
6/11/23 – 19h29	Bassin de l'Aa amont	ALERTE CRUE Message de la préfecture du Pas-de-Calais

		<p>Crue exceptionnelle sur l'Aa pouvant dépasser la crue historique de 2002</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Éloignez-vous des cours d'eau. 2. Réfugiez-vous le plus haut possible. 3. En cas d'inondation, coupez eau, gaz, électricité. 4. Reportez ou annulez vos déplacements. 5. Contactez le 18 en cas d'extrême nécessité (urgences vitales) <p>Respectez les consignes des autorités et restez en lieu sûr jusqu'à ce que la fin de l'alerte soit donnée</p>
6/11/23 – 22h47	Bassin de l'Aa et canal de Colme (Aa aval)	<p>ALERTE CRUE</p> <p>Message de la préfecture du Nord</p> <p>Crue exceptionnelle de l'Aa et du canal de la Colme</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ne vous approchez pas des cours d'eau. 2. En cas de crue touchant votre habitation, réfugiez-vous le plus haut possible. 3. En cas d'inondation à la maison, coupez eau, gaz, électricité 4. Reportez ou annulez vos déplacements, en tout état de cause, ne vous engagez pas à pied ou en véhicule sur une voie inondée 5. Contactez le 18 en cas d'extrême nécessité (urgences vitales) <p>Respectez les consignes des autorités et restez en lieu sûr jusqu'à ce que la fin de l'alerte soit donnée.</p>
7/11/23 – 7h02	Bassin de la Liane	<p>ALERTE CRUE</p> <p>Message de la préfecture du Pas-de-Calais</p> <p>Crue exceptionnelle sur la Liane pouvant dépasser les niveaux historiques.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Éloignez-vous des cours d'eau. 2. Réfugiez-vous le plus haut possible. 3. En cas d'inondation, coupez eau, gaz, électricité. 4. Reportez ou annulez vos déplacements. 5. Contactez le 18 en cas d'extrême nécessité (urgences vitales) <p>Respectez les consignes des autorités et restez en lieu sûr jusqu'à ce que la fin de l'alerte soit donnée.</p>
9/11/23 – 7h01	Bassins de la Liane et de l'Aa	<p>ALERTE CRUE</p> <p>Message de la préfecture du Pas de Calais</p>

		<p>Crue exceptionnelle pouvant dépasser les niveaux historiques.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Éloignez-vous des cours d'eau. 2. Réfugiez-vous le plus haut possible. 3. En cas d'inondation de votre logement, coupez eau, gaz, électricité. 4. Reportez ou annulez vos déplacements. 5. Contactez le 18 en cas d'extrême nécessité (urgences vitales) <p>Respectez les consignes des autorités et restez en lieu sûr jusqu'à ce que la fin de l'alerte soit donnée.</p>
2/01/24 – 16h16	Bassin de l'Aa amont	<p>ALERTE CRUE</p> <p>Message de la préfecture du Pas-de-Calais</p> <p>Crue exceptionnelle pouvant dépasser les niveaux historiques sur le bassin de l'Aa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Éloignez-vous des cours d'eau. 2. Réfugiez-vous le plus haut possible. 3. En cas d'inondation de votre logement, coupez eau, gaz, électricité. 4. Reportez ou annulez vos déplacements. 5. Contactez le 18 en cas d'extrême nécessité (urgences vitales) <p>Respectez les consignes des autorités et restez en lieu sûr jusqu'à ce que la fin de l'alerte soit donnée.</p>

NOTES

1. <https://fr-alert.gouv.fr/tableau-alertes>
2. Berteloot A., 22/05/2024, "Autour de l'Aa : une étude lancée auprès des habitants sur le système d'alerte danger sur téléphone", *La voix du nord*, <https://www.lavoixdunord.fr/1464404/article/2024-05-22/autour-de-l-aa-une-etude-lancee-aupres-des-habitants-sur-le-systeme-d-alerte>

RÉSUMÉS

Depuis juin 2022 en France, la plateforme FR-Alert permet la diffusion de notifications d'alerte qui s'affichent sur les écrans des téléphones mobiles des individus situés dans une zone géographique dessinée par les autorités. La plupart des études précédentes ont porté sur des aspects techniques, sur le contenu des messages ou les réactions déclarées durant des exercices,

et non sur la perception des individus en situation d'alerte réelle. Lors des inondations survenues en novembre 2023 et janvier 2024 dans le bassin de l'Aa (Pas-de-Calais, France), cinq notifications ont été envoyées. Cet article fait la synthèse d'un retour d'expérience conduit quelques mois plus tard. Le questionnaire administré auprès de la population (n=293) montre que des variables contextuelles influencent à la fois la perception des alertes reçues, mais aussi la perception globale du dispositif. Le fait d'être déjà inondé à la réception de la première alerte joue négativement sur la perception des alertes. Les individus résidant en amont du réseau hydrologique, déjà impacté au moment de la première alerte, ont une perception plus négative du dispositif FR-Alert, ce qui met en évidence un effet spatio-temporel. La clarté des messages joue de façon positive sur la compréhension des alertes, ce qui conforte l'importance de la phase rédactionnelle en amont du déclenchement. La connaissance préalable du dispositif n'influence pas la perception des alertes ou du dispositif. L'article discute de l'importance des propriétés spatio-temporelles de l'alerte et de la nécessité de multiplier les retours d'expérience en tenant compte des contextes individuels et territoriaux propres à chaque crise.

The FR-Alert platform enables the dissemination of alert notifications that appear on the mobile phone screens of individuals located within a geographical area designated by the authorities. Most previous studies have focused on technical aspects, message content or reactions reported during exercises, rather than on the perceptions of individuals in real-life alert situations. Five alert notifications were sent during the floods that occurred in November 2023 and January 2024 in the Aa catchment (Pas-de-Calais, France). This article summarises the feedback gathered a few months later. The questionnaire administered to the population (n=293) shows that contextual variables influence both the perception of the alerts received and the overall perception of the system. Individuals already being flooded when the first alert was received had a negative impact on the perception of the alerts. Individuals living upstream of the hydrological network, which was already impacted at the time of the first alert, have a more negative perception of the FR-Alert system, highlighting a spatiotemporal effect. The clarity of the messages has a positive effect on the understanding of the alerts, which reinforces the importance of the drafting phase prior to the alert being triggered. Prior knowledge of the system does not influence the perception of alerts or the system itself. The article discusses the importance of the spatiotemporal properties of alerts and the need to increase feedback, taking into account the individual and territorial contexts specific to each crisis.

En Francia, desde junio de 2022, la plataforma FR-Alert permite difundir notificaciones de alerta en las pantallas de los teléfonos móviles de las personas que se encuentran en una zona geográfica delimitada por las autoridades. La mayoría de los estudios se han centrado en aspectos técnicos, el contenido de los mensajes o las reacciones declaradas durante los simulacros, y no en la percepción de las personas en situaciones de alerta real. Durante las inundaciones que se produjeron en noviembre de 2023 y enero de 2024 en la cuenca del Aa (Pas-de-Calais, Francia), se enviaron cinco notificaciones. Este artículo resume una evaluación de la experiencia unos meses más tarde al evento. El cuestionario aplicado a la población (n=293) expresa que las variables contextuales influyen tanto en la percepción de las alertas recibidas como en la percepción global del dispositivo. El hecho de estar ya experimentando la inundación al recibir la primera alerta influye negativamente en la percepción de las alertas. Las personas que residen aguas arriba de la red hidrológica, ya afectadas en el momento de la primera alerta, presentan una percepción más negativa del dispositivo FR-Alert, lo que pone de manifiesto un efecto espacio-temporal. La claridad de los mensajes influye positivamente en la comprensión de las alertas, lo que refuerza la importancia de la fase de redacción previa a la activación. El conocimiento previo del dispositivo no influye en la percepción de las alertas o del dispositivo. El artículo analiza la importancia de las propiedades espacio-temporales de la alerta y la necesidad de multiplicar la

retroalimentación de la experiencia considerando los contextos individuales y territoriales propios de cada crisis.

INDEX

Keywords : crisis management, warning system, perception, flooding, natural hazard

Palabras claves : gestión de crisis, sistema de alerta, percepción, inundación, riesgo natural

geographyun 908, 926, 250


Mots-clés : gestion de crise, système d'alerte, perception, inondation, risque naturel

AUTEURS

ESTEBAN BOPP

 **IDREF** : <https://idref.fr/261729365>

 **ORCID** : <https://orcid.org/0000-0001-8974-111X>

 **VIAF** : <http://viaf.org/viaf/609165264589710191628>


Maître de conférences, Université Lille, Université du Littoral Côte d'Opale, ULR 4477 –
Territoires Villes Environnement & Société, F-59000 Lille, France
esteban.bopp@univ-lille.fr

JOHNNY DOUVINET

 **IDREF** : <https://idref.fr/103765085>

 **ORCID** : <https://orcid.org/0000-0002-2434-1999>

 **VIAF** : <http://viaf.org/viaf/213185953>

 **ISNI** : <https://isni.org/isni/000000014103319X>

Professeur des universités, Membre Junior de l'Institut Universitaire de France (IUF), Avignon
Université, UMR 7300 ESPACE, France
johnny.douvinet@univ-avignon.fr

THÉO FABBRI

Stagiaire, Avignon Université, UMR 7300 ESPACE, France
theo.fabbri@univ-avignon.fr

ANTOINE LAHOUSSE

Stagiaire, Avignon Université, UMR 7300 ESPACE, France
antoine.lahousse@univ-avignon.fr