
Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

Ce document a été traduit en français par la Croix-Rouge de Belgique
avec le soutien de la Direction générale Coopération au développement et Aide humanitaire (DGD)



Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing: an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts* | 23 April 2015 | <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

ACC contenu

Natural Hazards and Earth System Sciences

Reçu : 25 mars 2014
Publié dans *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*
Traité : 5 mai 2014
Accepté : 11 mars 2015
Publié : 23 avril 2015

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 895–904, 2015
www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/
doi: 10.5194/nhess-15-895-2015
© Author(s) 2015. CC Attribution 3.0 License.

E. Coughlan de Perez^{1,2,3}, B. van den Hurk^{2,4}, M. K. van Aalst^{1,3}, B. Jongman^{1,2}, T. Klose⁵, and P. Suarez¹

¹Red Cross Red Crescent Climate Centre, La Haye, Pays-Bas

²Institute for Environmental Studies (IVM), Université libre d'Amsterdam, Pays-Bas

³International Research Institute for Climate and Society, Earth Institute, Université Columbia, Palisades, NY 10964-1000, États-Unis

⁴Institut météorologique royal néerlandais, De Bilt, Pays-Bas

⁵Croix-Rouge allemande, Berlin, Allemagne



Correspondence: E. Coughlan de Perez (coughlan@climatecentre.org)

Résumé

Les efforts de réduction des risques de catastrophe se concentrent traditionnellement sur des mesures préventives à long terme ou d'interventions après la catastrophe. Par ailleurs, un grand nombre d'actions à court terme (évacuation, par exemple) peuvent être mises en œuvre pendant la période comprise entre un avertissement et une catastrophe potentielle, pour réduire le risque des impacts. Toutefois, cette précieuse fenêtre est régulièrement négligée dans le cas des prévisions météorologiques, et rarement utilisée pour entreprendre des actions préventives, ce qui peut induire un risque accru de catastrophe. Les obstacles peuvent aller de débats interminables sur la meilleure stratégie à adopter pour l'intervention, jusqu'à l'inconfort des donateurs à investir dans une situation qui risque de se produire mais sans aucune certitude. De manière générale, les niveaux de probabilité et de magnitude des prévisions nécessitant une réaction ne sont pas clairement définis. Nous proposons un nouveau système de financement fondé sur les prévisions, permettant de déclencher automatiquement certaines actions en fonction des prévisions ou des observations météorologiques. Le système fait correspondre des seuils de probabilité de prévisions aux actions appropriées, débloque les financements requis lorsque des prévisions seuils sont émises, et développe des procédures opérationnelles normalisées permettant d'agir lorsque ces seuils de prévisions sont émises. Nous détaillons les méthodes pouvant être utilisées pour l'élaboration d'un tel système, accompagné d'illustrations provenant de différents cas pilotes. Enfin, ce système est évolutif et il peut s'appliquer à différentes régions du monde exposées aux catastrophes, afin d'améliorer l'efficacité de la lutte pour la diminution des risques de catastrophe.

1 Introduction

Les alertes précoces de risque accru (telles que les prévisions d'une tempête avec risque élevé d'inondation), sont souvent disponibles à différentes dates avant la survenue d'un événement météorologique extrême. Cela offre une fenêtre permettant de réduire les conséquences sociétales potentielles d'un tel événement. Différents types d'actions peuvent être entreprises dans cette fenêtre temporelle (évacuation ou distribution de comprimés de potabilisation de l'eau, par exemple). Chacune de ces actions possède son propre niveau de coût, sa propre portée et ses besoins de préparation spécifiques. L'association de ces actions peut augmenter la résilience vis-à-vis de dangers potentiels, avant et pendant la menace imminente de catastrophe. Les évaluations d'actions préventives démontrent pour la plupart que les pertes évitées pouvaient permettre de doubler (voire de quadrupler) les investissements dans le domaine de la réduction des risques (Mechler, 2005). Toutefois, il peut y avoir de « fausses alertes », pour lesquelles le scénario prévu comme le plus probable ne se réalise pas. Quel est le processus par lequel l'un des acteurs concernés sélectionne une mesure appropriée à prendre dans la fenêtre de temps autorisée par une alerte précoce, tenant compte du risque d'action inutile dans le cas d'une fausse alerte ? Nous offrons une approche méthodologique permettant de répondre à cette question et de réduire les écarts existant lors de l'utilisation d'alertes précoces hydrométéorologiques, afin de déclencher des actions visant à réduire les risques de catastrophe dans un délai allant de quelques heures à quelques mois entre l'alerte climatique et la survenue d'une catastrophe.

À l'origine, les organisations humanitaires ont été créées dans le but d'intervenir uniquement après la survenue d'une catastrophe. Ces dernières décennies, le discours a changé en faveur d'une reconnaissance des risques de survenue de catastrophe dans les développements de plans et de projets à long terme, en particulier après la signature du Cadre d'action de Hyogo en 2005 (Manyena, 2012). Actuellement, la programmation liée aux catastrophes s'articule autour de deux axes : l'intervention et la reconstruction après la survenue d'une catastrophe, et la réduction à long terme des risques de catastrophe. La part prédominante de ce dernier point s'est matérialisée historiquement par d'importants projets d'infrastructures visant à prévenir les inondations (Kellet and Carvani, 2013).

Toutefois, il existe une précieuse fenêtre de temps, située après l'émission d'une alerte précoce mais avant la survenue d'une catastrophe potentielle. Nous pensons que le paysage actuel du financement humanitaire ne fait pas suffisamment appel à cette fenêtre de risque accru, au cours de laquelle de nombreuses actions à court terme sont à mener et peuvent aboutir à un bon rendement du capital investi. Cela peut aller d'une réduction de la vulnérabilité (distribution de moustiquaires avant de fortes précipitations, par exemple) à la préparation de l'intervention après une catastrophe (formation d'équipes de bénévoles aux procédures de premiers secours ou positionnement de dispositifs de secours avant que les routes ne deviennent impraticables, par exemple). Cependant, selon une récente étude sur le financement des catastrophes, menée par les organismes Overseas Development Institute et Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, au cours de ces 20 dernières années seuls 12 % environ des financements ont été investis dans la réduction du risque de catastrophe avant sa survenue. Le reste a été alloué à l'intervention d'urgence, à la reconstruction et à la réhabilitation (Kellet and Carvani, 2013).

Dans cet article, nous élaborons une méthode permettant d'investir une partie de ce financement au moment du risque accru de catastrophe, à la suite des informations prévisionnelles. Ce cadre quantifie la notion intuitive que de nombreux praticiens ont déjà : agir tôt pourrait en valoir la peine. Cette quantification les aide également à convaincre les bailleurs de fonds de prendre des mesures rapides, souvent non mises en œuvre à l'heure actuelle car leur financement n'est pas disponible. Tout d'abord, nous examinons le contexte de la non-exécution d'actions liées aux prévisions et nous discutons du recours à court terme à des alertes précoces pour le déclenchement d'actions. Pour rendre ce fonctionnement opérationnel, nous suggérons l'application d'un

modèle de financement fondé sur les prévisions aux procédures d'action liées aux alertes probabilistes (nous illustrons notre propos d'un exemple simple concernant une alerte inondation en Angleterre et au Pays de Galles). Nous décrivons ensuite deux applications pilotes du système de financement (au Togo et en Ouganda), mises en œuvre grâce au support technique du Centre climatologique de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge d'Allemagne. Notre conclusion comporte une discussion sur ce concept et sur son potentiel de reproduction, ainsi que sur les travaux de recherche qui permettront de l'appliquer à grande échelle.

2 Contexte

Nous explorerons tout d'abord les différents types de décisions pouvant être financées dans le cadre de la préparation à une catastrophe probable, puis le contexte des types d'alertes disponibles. Dans les sections suivantes, nous présenterons le concept de la méthodologie que nous proposons pour relier ces deux éléments.

2.1 Décisions

De nombreuses actions de réduction du risque de catastrophe peuvent être mises en œuvre dans un contexte de risque accru. L'exemple le plus courant concerne les prévisions de tempête à très court terme. Par exemple, pendant l'ouragan Sandy (New York City), 1000 patients ont été évacués de deux hôpitaux de Manhattan, et la FEMA (Federal Emergency Management Authority) a mis en place des comités urbains de recherche et de sauvegarde avant la survenue de l'ouragan (Powell *et al.*, 2012). Au cours des 48 heures qui ont précédé le cyclone Phailin en Inde, 800 000 personnes ont été évacuées sur la base des prévisions météorologiques (Ghosh *et al.*, 2013). Ces actions ne sont pas viables dans le contexte de la gestion de risques à long terme, mais appropriées pour les alertes de risque accru de catastrophe à court terme.

De même, certaines actions de réduction de risque peuvent être menées à certaines échéances saisonnières, afin d'éviter des pertes au cours des mois suivants. Au bureau régional de la Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge d'Afrique occidentale, de l'équipement de gestion des catastrophes a été acheté à l'avance, sur la base de prévisions saisonnières de 2008 concernant des précipitations plus élevées que la normale. Cela a permis d'accroître la disponibilité de l'équipement (en 2 jours au lieu de 40) lorsque l'inondation a eu lieu dans la région (Braman *et al.*, 2013). Dans d'autres régions, les bénévoles ont utilisé des informations concernant un risque accru aux échéances saisonnières pour renforcer les structures vulnérables, p. ex. les toilettes, pour diminuer le risque d'épidémie de maladie diarrhéique en cas de précipitations supérieures à la normale (Red Cross/Red Crescent Climate Centre, 2013).

Contrairement à ces cas spécifiques, la majorité des prévisions ne déclenchent pas d'action humanitaire précoce visant à diminuer le risque de catastrophe. Par exemple, les inondations sans précédent qui ont frappé le Pakistan en 2010 ont touché 20 millions de personnes. Les fortes précipitations avaient été annoncées plusieurs jours auparavant, et si les prévisions avaient été utilisées pour déclencher une action, l'aide humanitaire aurait pu limiter bon nombre d'impacts (Webster *et al.*, 2011). Dans le cas de la sécheresse, la famine de 2011 en Somalie du Sud avait été précédée de 11 mois d'alertes précoces (dont une alerte de risque de famine, 3 mois avant la survenue de l'événement (Hillbruner and Moloney, 2012).

Dans toutes les situations précitées, une alerte avait été émise et une catastrophe a suivi. La différence, c'est si une action s'en est suivie pour limiter les effets de la catastrophe, ou non. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas. Les alertes sont probabilistes (exprimées en termes de risque) et non déterministes. Inévitablement, certaines alertes précoces ne sont suivies d'aucune catastrophe, et certaines catastrophes ne sont pas

précédées d'alerte. Dans le premier cas, toute action menée sur la base de l'alerte précoce pourra être perçue comme une action exécutée « en vain », et les organisations pensent souvent que le temps et l'argent qui y ont été consacrés auraient pu être mieux utilisés pour d'autres activités.

Ce type de situation a eu des conséquences négatives en Afrique australe, lorsque la sécheresse annoncée suite à la survenue, en 1998, de l'événement El Niño ne s'est finalement pas produite. Les fermiers ont réduit leurs superficies de culture, et le contrecoup ressenti après l'événement a fait apparaître que de nombreuses personnes avaient interprété les prévisions comme une prédiction déterministe de sécheresse, plutôt que comme une prévision de risque accru de précipitations inférieures à la normale (Dilley, 2000). Autre exemple : en 1995 aux Pays-Bas, environ 200 000 personnes ont été évacuées. Or, les digues n'ont pas lâché (Swinkels et al., 1998).

Pour évaluer l'utilité d'un système d'alerte, il est intéressant de prendre en compte à la fois le nombre de catastrophes « réelles » (a) et de « fausses alertes (b) (voir tableau 1 ci-dessous) (Suarez and Tall, 2010 ; Buizza et al., 1999). Dans ce cas, les termes « action menée sur la base des prévisions » font référence à la présence (ou non) de prévisions de risque accru de catastrophe ayant entraîné un déclenchement d'action, et « catastrophe » fait référence à la survenue (ou non) d'une catastrophe au cours de la période visée par les prévisions. Nous reviendrons sur les éléments de ce tableau dans les sections suivantes lorsque nous discuterons des décaissements par rapport à la fréquence de chacune de ces catégories.

2.2 Avertissements

Pour de nombreuses actions, le risque d'agir en vain est compensé par les avantages probables de la prévention ou de la préparation à une catastrophe. Par exemple, si un ouragan mettant la vie en danger a 80 % de chances de se produire, beaucoup de gens choisiront d'évacuer, même avec une chance sur cinq qu'une fausse alerte se produise. Comment les décideurs peuvent-ils naviguer dans les sujets de l'information prévisionnelle, allant de l'emplacement à l'ampleur en passant par le délai, et les associer aux mesures appropriées ? Il existe plusieurs conditions préalables, essentielles à l'utilisation des informations d'alerte précoce pour la réduction des risques de catastrophe : avertissements, possibilité d'action et mandat.

Premièrement, il doit y avoir un avertissement précoce pertinent. Dans cet article, nous nous intéressons plus particulièrement aux catastrophes hydrométéorologique et aux alertes précoces disponibles grâce aux prévisions météorologiques et climatiques. Les prévisions de précipitations et de température pour les mois, les semaines ou les jours à venir montrent une certaine compétence dans de nombreuses régions du monde (Hoskins, 2013). Ces prévisions, lorsqu'elles sont disponibles, peuvent indiquer un risque accru de catastrophe. Selon une évaluation de la capacité de prévision réalisée par un expert de Foresight, la science actuelle a une capacité « moyenne à élevée » de produire des prévisions fiables pour le calendrier des tempêtes et des inondations dans un délai de 6 jours, en de nombreux endroits (Foresight, 2012). Au niveau saisonnier, les recherches indiquent qu'une probabilité accrue de précipitations totales saisonnières supérieures à la normale dans les prévisions standard est corrélée à une élévation des risques de fortes pluies (Hellmuth et al., 2011). Les indices ENSO (El Niño Southern Oscillation), qui sont en grande partie responsables de la prévisibilité des prévisions saisonnières, ont également été associés à la fréquence des inondations dans plus du tiers de la masse continentale mondiale (Ward et al., 2014). Le système d'alerte rapide contre la famine (FEWS) fournit des prévisions détaillées utilisant des informations à court et à long terme en Afrique et dans les Caraïbes (Ross et al., 2009).

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser

l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing:*

an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

Tableau 1 Tableau de contingence décrivant les scénarios possibles pour une action basée sur les prévisions.

	Oui, catastrophe	Non, pas de catastrophe
Oui, action basée sur les prévisions	Réussite <i>a</i>	Fausse alerte <i>b</i>
Pas d'action basée sur les prévisions	Échec <i>c</i>	Rejet correct <i>d</i>

Deuxièmement, la possibilité d'une action rapide n'est pas toujours disponible dans les opérations humanitaires de routine. Environ 88 % du financement humanitaire est fourni uniquement après le début des effets de la catastrophe (Kellest et Caravani, 2013). Dans le cas de la Somalie en 2011, le processus d'appel global pour la Somalie a été financé à 47 % seulement pendant plusieurs mois d'alerte urgente. En revanche, le financement garanti a dépassé 100 % de la demande initiale dans les deux mois suivant la déclaration de la famine. En fin de compte, l'appel a été révisé pour doubler presque la demande de financement, car la situation s'était détériorée (Maxwell et Fitzpatrick, 2012).

Le manque de financement basé sur des alertes précoces est attribué au long débat sur la meilleure stratégie d'intervention, au malaise inhérent aux donateurs d'investir dans une situation qui se produira probablement mais qui n'est pas certaine, aux graves conséquences d'une « action vaine », et à l'absence de responsabilité ou de reddition de comptes quant au passage à l'action suite à une alerte précoce (Ali et Gelsdorf, 2012; Hillbruner et Moloney, 2012; Lautze et al., 2012). Les évaluations post-catastrophe des réponses humanitaires à cet événement appellent des mécanismes pour déclencher et stimuler une action précoce cohérente sur la base des informations d'alerte précoce disponibles, les responsables étant clairement désignés (Bailey, 2013; Ali et Gelsdorf, 2012; Hillbruner et Moloney, 2012).

Troisièmement, le mandat de prendre des mesures sur la base de systèmes d'alerte précoce n'est pas bien défini. Il est souvent difficile de savoir qui serait responsable de prendre ce type de décision et quelle décision est appropriée sur la base de l'alerte précoce. Si le danger anticipé ne se matérialise pas après la prise de mesures précoces, le décideur est considéré comme coupable de mauvaises décisions. Ce risque « d'agir en vain » est inhérent aux informations probabilistes sur les risques ; par conséquent, de nombreux agents sont réticents à prendre des décisions sans la certitude absolue que le danger se produira (Demeritt et al., 2007; Suarez et Patt, 2004).

Si l'on est disposé à assumer le risque d'agir sur la base d'une alerte précoce, il n'est pas clair à quel seuil de probabilité prévue il vaut la peine d'agir. Powell et al. (2012) concluent que de nombreuses pertes liées à l'ouragan Sandy auraient pu être évitées si des procédures normalisées (SOP) avaient été mises en place dans un plus grand nombre d'organisations, définissant des tâches et des responsabilités spécifiques pour des situations hypothétiques.

Ces SOP seraient basées sur des seuils de variables climatiques similaires à ceux calculés pour les paiements post-catastrophe, définis dans les programmes d'assurance indicielle (Leblois et Quirion, 2013 ; Hellmuth et al., 2011; Barnett et Mahul, 2007). En fait, les financements basés sur des prévisions reposent sur des précédents intégrant les prévisions saisonnières dans les produits d'assurance indicielle. Par exemple, Osgood et al. (2008) proposent un mécanisme permettant d'influencer la quantité d'intrants agricoles à haut rendement fournis aux agriculteurs, en fonction des conditions météorologiques favorables ou défavorables prévues pour la saison. Un produit d'assurance contingent El Niño a été mis au point pour la région de Piura (nord du Pérou) : une police d'assurance contre les interruptions d'activité a été conçue pour compenser les pertes de profit ou les coûts supplémentaires susceptibles de se produire suite aux inondations catastrophiques prévues par un indicateur El Niño (connu sous le nom de « ENSO 1.2 »). Les indemnités étaient basées sur les températures de surface de la mer, mesurées en novembre et en décembre, qui étaient considérées comme une prévision des pertes dues aux inondations qui se produiraient quelques mois plus tard (février à avril). L'entité assurée choisit le montant à assurer (qui ne doit pas dépasser un montant maximal déterminé par une

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser

l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing:*

an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

estimation des plus grandes pertes plausibles dues aux inondations). Les concepteurs de cet instrument ont spécifiquement ciblé les agrégateurs de risque : entreprises fournissant des services à de nombreux ménages ou entreprises exposées à El Niño et aux inondations connexes, tels que les prêteurs et le secteur des engrais. Il s'agit probablement du premier produit « d'indice prévisionnel » à recevoir l'approbation réglementaire (GlobalAgRisk Inc., 2010). Pour une analyse complète des instruments liés à l'assurance pour la réduction des risques de catastrophe, voir Suarez et Linnerooth-Bayer (2011).

3 Concept

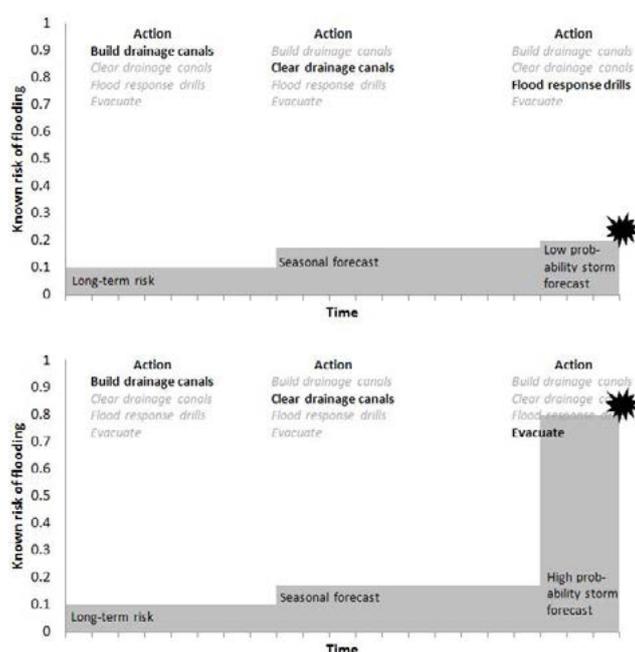
Nous nous attaquons à ces obstacles liés aux possibilités et au mandat en proposant un mécanisme de financement fondé sur les prévisions couplé à des procédures opérationnelles fondées sur les risques. Sur la base des succès et des échecs des initiatives antérieures visant à agir sur la base d'informations d'alerte précoce basées sur le climat, nous élaborons trois composants d'un système permettant aux alertes rapides de devenir opérationnelles : a) les informations sur les actions utiles, b) les mécanismes de financement disponibles et (c) les entités chargées de prendre les mesures prévues. Un système de financement systématique basé sur des prévisions intègre chacun de ces trois éléments, en fonction de la disponibilité de prévisions (correctes) pour la région en question. Le cas d'une alerte d'inondation d'eau de surface en Angleterre et au Pays de Galles est utilisé pour démontrer l'application de ce cadre.

3.1 Appairer les prévisions et les actions

Selon les impacts en question, un certain nombre de mesures pourraient être prises pour prévenir les conséquences humanitaires (Fig. 1). Toutefois, seul un sous-ensemble d'actions sera approprié en fonction d'un élément spécifique d'informations d'alerte précoce. Parmi toutes les actions possibles, nous suivons un processus d'appariement pour sélectionner celles qui conviennent le mieux, compte tenu du délai et de la vraisemblance des prévisions.

Figure 1

Schéma idéalisé décrivant le risque connu d'impacts de catastrophe au fil du temps. Le risque connu d'inondation augmente lorsque des prévisions de précipitations sont émises. Le changement de risque est fonction de la probabilité de l'événement prévu. Les actions sélectionnées seront fonction à la fois du délai (différence entre les actions basées sur le risque à long terme et le risque saisonnier) et de l'ampleur du risque d'inondation (différence entre les actions à l'extrême droite dans les deux tracés).



Dans le cas de l'Angleterre et du Pays de Galles, le service d'alerte inondation pour les eaux de surface émet une alerte en fonction de la probabilité (p) d'une intensité de précipitations supérieure à une période de retour de 1 an sur 30. Sur cette base, un projet pilote d'alerte de précipitations extrêmes a été diffusé directement aux intervenants d'urgence professionnels (Hurford *et al.*, 2012). Parmi toutes les actions pouvant être entreprises par les destinataires, toutes ne sont pas réalisables compte tenu du délai d'une prévision donnée. Dans la longue liste, des actions seront éliminées si elles ne peuvent pas être achevées dans les délais impartis avant le sinistre prévu. Par exemple, les gens ne sont pas en mesure de construire des canaux de drainage sur la base d'une prévision à court terme, mais ils pourraient former des équipes pour nettoyer les canaux de drainage existants sur la base d'une prévision saisonnière. En comparaison, des exercices d'intervention en cas d'inondation pourraient être réalisés dans un délai de quelques heures ou de quelques jours avant la catastrophe prévue (figure 1). De nombreux intervenants d'urgence recevant l'alerte pilote ont indiqué qu'un délai de plus de deux heures était nécessaire pour la plupart des actions (Parker *et al.*, 2011).

Par la suite, les actions doivent correspondre au bien-fondé de la prévision spécifique, de sorte que des actions regrettables ne soient pas entreprises sur la base d'une très faible élévation de la probabilité de catastrophe. Par exemple, il ne serait pas logique de procéder à des évacuations sur la base d'une prévision de faible probabilité, mais peut-être des exercices de réponse aux inondations seraient-ils appropriés car ils peuvent surmonter une « action vaine » (Fig. 1). En supposant que des mesures seront prises chaque fois que la prévision atteint la probabilité p , à quelle fréquence l'acteur entreprendra-t-il à une « action valable » qui aura été suivie par un désastre ?

Dans la littérature sur la vérification des prévisions, de nombreuses études ont utilisé le tableau 1 pour évaluer les prévisions quant à leur probabilité de succès pour les variables qu'elles prévoient (c.-à-d. les mm de précipitations). Dans cet article, nous considérons ce tableau itérativement pour chaque probabilité pouvant être émise par un seul système de prévisions, afin d'identifier les seuils auxquels il vaut la peine d'agir (c.-à-d. 10 % de chances de 10 mm de pluie dans les 24 h suivantes vs. 20 % de chances, etc.). Par conséquent, une action basée sur les prévisions sera déclenchée (rangée du haut du tableau 2) lorsque la prévision émise indique une probabilité $> p$. Le tableau 1 varie donc en fonction de p . En utilisant les résultats, nous déterminerons les seuils de p pouvant être utilisés pour déclencher une action humanitaire visant à réduire les risques d'une catastrophe. n est la somme de toutes les cases du tableau, représentant le nombre total d'unités (c.-à-d. de jours) pour lesquelles une prévision peut être émise.

Pour un délai de prévision et une probabilité p , nous dérivons les variables du tableau 1 afin de répondre à la question suivante : si nous agissons chaque fois que la prévision dépasse le seuil, combien de fois notre action sera-t-elle suivie d'un désastre, et donc en vaudra-t-elle la peine ? Pour ce faire, nous estimons le coefficient d'alarme correct $R(p)$ (fraction de toutes les prévisions de probabilité p) comme

$$R(p) = \frac{a(p)}{a(p) + b(p)} \quad R(p) = \frac{a(p)}{a(p) + b(p)} \quad (1)$$

Dans la littérature sur la vérification des prévisions, ce terme est désigné alternativement par « fréquence des occurrences » (Dowell *et al.*, 1990) et par « rapport d'alarme correct » (Mason et Graham, 2002). Au Royaume-Uni, les intervenants d'urgence ont indiqué que si le taux d'alertes correctes était inférieur à 70 %, une « sensibilisation » serait la seule action réalisable (Parker *et al.*, 2011).

Dans le cas des prévisions consultatives au Royaume-Uni, 9 avertissements sur 36 ont été suivis d'inondations dans les zones d'études de cas de Hurford *et al.* (2012). Si des mesures avaient été prises sur la base de chaque avis, le taux d'alertes correctes serait d'environ 25 % (2011). Les 75 % restants ($1 - R(p)$) correspondent à la probabilité d'agir « en vain ».

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser

l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing:*

an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

Ces actions auront des conséquences économiques, comme indiqué au tableau 3 (Richardson, 2012). Les coûts sont représentés par C et les pertes par L, et ne varient pas en fonction de la probabilité de la prévision. Pour la catégorie « action vaine », le coût initial Δ C change souvent, il peut être un risque d'atteinte à la réputation ou la nécessité de démanteler les fournitures préparatoires et de les déplacer à nouveau à l'entrepôt. Le coût supplémentaire Δ C peut être très important. Le risque d'atteinte à la réputation à cause d'une fausse alerte pourrait l'emporter (qualitativement) sur les avantages d'une action judicieuse. Il s'agit bien entendu d'une représentation simplifiée de la réalité, qui ne rend pas compte, par exemple, de la probabilité qu'une action réussisse à empêcher la perte ciblée. Le coût d'une action vaine pourrait également être différent de celui d'une action judicieuse, étant donné que les fournitures peuvent devoir retourner dans les entrepôts et que des efforts seront déployés pour remédier à l'effet d'avoir « crié au loup ».

Tableau 2 Tableau de contingence basé sur un seuil de prévision p pour passer à l'action.

	Oui, catastrophe	Non, pas de catastrophe
Oui, prévision >= p	Réussite a (p)	Fausse alerte b (p)
Pas de prévision >= p	Échec c (p)	Rejet correct d (p)

Tableau 3 Tableau de contingence des coûts et des pertes résultant d'une action basée sur des prévisions.

	Oui, catastrophe	Non, pas de catastrophe
Oui, action basée sur les prévisions	C	C + ΔC
Pas d'action basée sur les prévisions	L	0

Le taux d'actualisation n'est pas pris en compte ici, car la plupart des actions se déroulent sur une période inférieure à un an. L'actualisation aurait donc un impact assez négligeable par rapport aux incertitudes existantes. Si les actions duraient plusieurs années, il conviendrait d'inclure le taux d'actualisation, ce qui pourrait réduire le poids relatif des bénéfices, en supposant qu'ils se produisent moins souvent que les coûts. Une version plus complexe prendrait également en compte la fonction de la probabilité de différentes dimensions des catastrophes, mais les principes généraux décrits ici resteraient valables.

Compte tenu de cela, nous sélectionnons des actions pour la probabilité prévisionnelle p où les pertes, en cas de scénario de statu quo (aucune action basée sur les prévisions), dépassent la combinaison des coûts et des pertes d'un scénario d'action basée sur des prévisions. Toutes les actions valables doivent satisfaire aux exigences suivantes :

$$L \cdot \frac{a+c}{n} (p) > C \cdot \frac{a+b}{n} (p) + \Delta C \cdot \frac{b}{n} + L \cdot \frac{c}{n} (p). \tag{2}$$

Toutes les conséquences d'une catastrophe ne peuvent pas être exprimées en termes économiques. Par conséquent, cette relation devra également être acceptable en termes qualitatifs par les responsables de la mise en œuvre. En outre, nombre de ces actions auront des avantages à long terme, indépendamment de l'incidence des catastrophes (par exemple, des interventions éducatives visant à promouvoir le lavage des mains).

3.2 Mécanismes de financement

La deuxième composante est un fonds de préparation, un mécanisme de financement standard pour un financement fondé sur des prévisions, conçu pour être utilisé avant les catastrophes potentielles. Le financement provenant de ce mécanisme sera déboursé lors

de la publication d'une prévision, fournissant suffisamment d'argent pour mener à bien les actions sélectionnées, étant entendu que des fonds seront parfois dépensés pour « agir en vain ». Des procédures financières doivent être en place pour garantir le décaissement rapide du fonds lorsqu'un avertissement précoce est émis, ainsi que des mesures de responsabilisation afin que le financement ne soit utilisé que pour les actions précoces désignées, correspondant à cet avertissement.

La méthode la plus élémentaire pour déterminer le montant du financement nécessaire à ce mécanisme sur une période donnée consiste à supposer que toutes les actions possibles au moment de la prévision et qui ont également satisfait à l'équation (2) sont financées chaque fois que la probabilité prévisionnelle correspondante est émise. Si C représente le coût d'une action basée sur un avertissement, le total nécessaire pour le fonds de préparation (T) serait donc représenté par

$$T = C \cdot \frac{a+b}{n} (p) + \Delta C \cdot \frac{b}{n} (p). \quad (3)$$

S'il existe plusieurs probabilités prévisionnelles, ou plusieurs types de prévisions pour lesquels une action est conseillée, le financement total requis additionnerait les financements nécessaires pour chacune des prévisions individuelles. Notez cependant que des prévisions consécutives ne doivent pas nécessairement financer de manière répétée la même action et que des conditions doivent être définies pour une corrélation automatique des prévisions. Au Royaume-Uni, l'alerte d'urgence pluviométrique avait trois niveaux de prévision : consultatif, précoce et imminent, ce qui correspondait aux probabilités de dépasser le seuil de précipitation donné de 10, 20 et 40 %. Étant donné que chaque prévision doit être associée à différentes actions en fonction des délais et des probabilités, le fonds de préparation doit tenir compte de la probabilité de chaque prévision émise, ainsi que de leur corrélation dans le temps. Si la probabilité de la prévision est définie par p , le montant total du financement nécessaire pour réagir à toutes les probabilités de prévisions possibles est représenté comme suit

$$T = \int_0^1 C \cdot \frac{a+b}{n} (p) dp. \quad (4)$$

Dans des opérations telles que celle de l'exemple ci-dessus, l'équation est simplifiée en faisant la somme des coûts des actions à la suite de chacune des trois alertes de prévision catégorielles.

Lorsque le risque de catastrophe est considérablement accru, $R(p)$ augmente et davantage d'actions sont éligibles pour être sélectionnées dans l'équation (2) pour cette prévision particulière, des fonds plus importants sont donc déboursés lorsque les risques de catastrophe sont plus élevés. En pratique, des facteurs supplémentaires seront inclus pour spécifier des facteurs externes, tels que les répercussions politiques d'actions vaines répétées, et l'effet d'interactions entre actions. Par exemple, si l'ensachage de sable empêche les inondations pendant 3 mois, il ne peut pas être exécuté à nouveau dans les 3 mois suivant l'action initiale, même si une prévision « correspondante » est émise dans l'intervalle. Dans d'autres cas, certaines actions sont des conditions préalables pour d'autres : une évacuation ne peut être effectuée que si des abris d'évacuation ont été identifiés à l'avance.

Dans de nombreux cas, le montant des fonds initialement alloués peut être plafonné (T) pour piloter ce mécanisme sur une durée déterminée. Dans cette situation, le montant du financement du fonds de préparation doit être réparti entre les prévisions possibles.

Chaque prévision de probabilité p devrait avoir un montant de décaissement correspondant (D), proportionnel à la probabilité de catastrophe conditionnée par cette prévision, et ce montant de décaissement devra être réparti entre toutes les actions

pouvant être mises en œuvre sur la base de cette prévision. Si D est bas, seules les actions les plus prioritaires seront mises en œuvre. Statistiquement, D sera calculé de telle sorte que T soit entièrement utilisé à la fin de la période allouée. Ceci est représenté par

$$T = \int_0^1 C \cdot \frac{a+b}{n}(p) \cdot D(p) dp, \quad (5)$$

où $D(p) / (\frac{a}{n}(p))$ doit être équivalent pour toutes les valeurs de p .

En utilisant cette méthode, un certain nombre de probabilités prévisionnelles catégoriques (p) pourraient être calculées pour recevoir un très petit montant de décaissement, ce qui pourrait ne pas suffire pour effectuer les actions sélectionnées. Cela pourrait être le cas pour un événement très communément prévu. En comparant les résultats de décaissement au coût des actions $C(p)$, nous éliminons les catégories de p pour lesquelles $D(p) < C(p)$. Nous résolvons ensuite les équations ci-dessus pour le nombre réduit de probabilités (p) jusqu'à ce que tous les décaissements soient supérieurs au coût d'au moins une des actions devant être mises en œuvre à chaque probabilité p restante.

Cette méthode suppose que les fonds doivent être alloués en fonction de la probabilité de catastrophe, bien que cette hypothèse puisse être remplacée par d'autres priorités, telles que l'allocation de fonds en fonction de l'efficacité des actions. Il serait également possible de définir des seuils variables en fonction du temps afin d'être plus prudents en matière de dépenses au début de la période disponible et plus libres de dépenser le montant restant à l'approche de la fin de la période budgétaire. Lors de l'étalonnage du système sur une période plus longue, nous reconnaissons que les seuils peuvent varier pour refléter des progrès en termes d'information ou des changements factoriels.

3.3 Responsabilité

Une fois que les niveaux d'alerte prévisionnelle auront été associés aux actions appropriées, celles-ci doivent être entreprises chaque fois que l'alerte est émise. En Angleterre et au Pays de Galles, 86 % des répondants qui ont reçu des alertes pilotes de précipitations extrêmes en 2008-2009 ont déclaré que les alertes leur étaient utiles, mais seulement 59 % ont déclaré avoir pris des mesures à la suite des alertes. Des processus organisationnels doivent être définis pour attribuer la responsabilité d'agir en fonction des avertissements. Dans ce cas-ci, les intervenants d'urgence ont indiqué qu'ils clarifiaient encore les plans internes pour réagir à ces avertissements (Parker *et al.*, 2011).

En réponse à cela, nous proposons de développer un ensemble de procédures d'exploitation standard, spécifiques à l'organisation, spécifiant chaque prévision sélectionnée, l'action désignée, le coût et la partie responsable. Chaque fois que l'alerte est émise, comme une prévision d'une certaine quantité de pluie, l'action désignée est entreprise par la partie responsable, en utilisant des fonds provenant du mécanisme de financement qui sera immédiatement mis à disposition. Il est supposé qu'il y aura des cas d'actions vaines. Sur la base des résultats de chaque action, les parties prenantes peuvent continuellement évaluer et mettre à jour les informations utilisées pour définir les procédures opératoires standard, assurant ainsi l'efficacité continue du mécanisme.

4 Applications pilotes

En Ouganda et au Togo, les Sociétés nationales de la Croix-Rouge piloteront cette approche afin de quantifier la relation entre la probabilité prévue et le décaissement des ressources, avec l'appui technique de la Croix-Rouge allemande et du Centre climatique de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge de 2012 à 2018. La recherche et le développement de

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser

l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing:*

an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

procédures opérationnelles standard sont financés par le Ministère fédéral allemand de la coopération économique et du développement (BMZ), avec un financement de projet pour des activités de réduction des risques de catastrophe à long terme destinées à faire face aux risques de catastrophe à des échelles temporelles longues et courtes.

Dans les deux pays, l'application pilote de ce fonds de préparation se concentrera sur les inondations. Dans le nord-est de l'Ouganda et le long du fleuve Mono au Togo, les inondations sont récurrentes et elles représentent une source majeure de pertes humanitaires. Dans cinq districts ciblés du nord-est de l'Ouganda, les inondations et les pluies extrêmes représentent plus de la moitié des catastrophes enregistrées dans les bases de données DesInventar (UNISDR et al., 2011). Au Togo, la Croix-Rouge a mis au point un ensemble de jauges fluviales codées par couleurs, de sorte que les communautés observant le fleuve en amont passer à un niveau « rouge » puissent informer les communautés en aval que l'eau arrive. Les actions entreprises sur la base des informations existantes constitueront la base de la plus grande variété d'actions précoces financées dans le cadre du nouveau système.

Pour évaluer les actions possibles pouvant être financées en prévision d'une inondation, le Centre de lutte contre le changement climatique de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge a conçu un jeu participatif, pouvant être joué avec les communautés exposées aux catastrophes et avec le personnel humanitaire. Ces « jeux sérieux » peuvent servir à favoriser la discussion et la créativité dans un contexte de collaboration (Mendler de Suarez et al., 2012 ; Maenzanise et Braman, 2012). Le jeu commence par un brainstorming d'actions visant à prévenir des impacts spécifiques de catastrophes, et désigne une partie des participants comme représentant une « inondation », qui pénalise les actions irréalistes et note les actions nécessitant un financement. Ce panorama d'actions possibles va de la plantation d'une variété de cultures au stockage de comprimés de purification d'eau. Les actions sont regroupées en fonction de la possibilité d'accomplir chacune d'elles à des délais spécifiques qui correspondent aux informations d'alerte précoce disponibles : précipitations observées, prévisions de précipitations à court terme et prévisions de précipitations saisonnières (figure 2). Il est clair que les décisions relatives aux cultures ne peuvent pas être prises quelques jours avant une catastrophe, alors que l'achat de fournitures médicales peut être possible dans les 24 h.

Pour chaque seuil possible d'informations d'alerte précoce, nous évaluons le risque d'inondation en fonction de la prévision, en utilisant un modèle hydrologique approximatif pour simuler l'évolution de la probabilité d'inondation. Dans le jeu participatif, les gestionnaires de catastrophe et les membres de la communauté seront invités à décrire les conséquences d'une action judicieuse et d'une action vaine, pour chaque action suggérée, en termes qualitatifs et quantitatifs. Dans le cas de l'achat de comprimés de purification d'eau, une action vaine entraînerait un coût d'opportunité par rapport à l'investissement dans d'autres activités, mais une action judicieuse pourrait éviter des pertes de vies dues à une épidémie de choléra. En fin de compte, l'évaluation de la question de savoir si les conséquences et la probabilité d'une action vaine l'emportent sur les conséquences et la probabilité d'une action judicieuse (équation 2) sera une décision de la part des gestionnaires de catastrophes basée sur des évaluations économiques et sociales. En combinant ces résultats avec les conséquences induites par le jeu d'inondation simulée, nous associerons les seuils de prévision aux actions correspondantes.

En comparaison avec le système d'alerte inondation en Angleterre et au Pays de Galles décrit ci-dessus, les actions mises au point pour les procédures opérationnelles standard en Ouganda et au Togo seront probablement quelque peu différentes. En particulier, le système d'alerte britannique s'est concentré sur les inondations d'eaux de surface, tandis que les inondations fluviales et l'engorgement des sols sont susceptibles de présenter plus d'intérêt en Ouganda et au Togo. Pour ces derniers, on peut s'attendre à des délais plus longs pour les prévisions, bien que la compétence prévisionnelle ne soit peut-être pas optimale, faute de données observationnelles. Cela permettra probablement de prendre des mesures ciblant la propagation de maladies d'origine hydrique, qui posent moins de

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing: an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts* | 23 April 2015 | <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

problèmes au Royaume-Uni. En outre, il existe des différences dans les compétences prévisionnelles entre le Royaume-Uni et l'Afrique équatoriale : cette dernière dispose de moins de données disponibles, mais peut-être d'une compétence plus grande au niveau saisonnier en raison des connexions à distance avec l'oscillation australe El Niño.

Le financement de ce mécanisme pilote a été fourni par la Croix-Rouge allemande et un montant fixe est garanti pour chaque pays (100 000 EUR et 50 000 EUR respectivement pour l'Ouganda et le Togo) dans un fonds de préparation. Comme le montant du financement est prédéterminé, il sera utilisé pour déterminer le nombre d'actions éligibles pouvant être financées au cours d'une année donnée (équation 5). Les résultats des prévisions et des actions seront examinés et ajustés par le personnel de gestion des catastrophes connaissant bien la région. Lorsqu'un produit final est acceptable pour tout le monde, les résultats seront codifiés dans des procédures opératoires normalisées indiquant les niveaux d'alerte prévus, les actions correspondantes, les parties responsables et le financement qui sera débloqué pour garantir que les actions soient entreprises. Dans ce cas, le financement est conçu comme un pilote et ne constitue pas un flux durable après 2018. Les mécanismes permettant de réapprovisionner et de développer ce projet pilote feront l'objet d'une investigation.

La méthodologie proposée ici permet de sélectionner des actions spécifiques qui constituent des investissements rentables sur la base d'informations d'alerte rapide. Bien que des mécanismes de financement et des procédures de fonctionnement standard soient nécessaires pour garantir une action cohérente basée sur des prévisions, la part du financement total en cas de catastrophe devant être affectée à de telles opérations de financement fondé sur des prévisions reste toutefois floue. Tandis que les résultats varient en fonction du programme lui-même, des ratios avantages-coûts positifs ont été établis pour divers programmes de réduction des risques de catastrophe à long terme (Mechler, 2005). Sur la base des résultats initiaux des projets pilotes de ce concept, un rapport bénéfice/coût probabiliste (B/C) similaire peut être évalué pour cette méthodologie, comme dans l'équation 6 (non corrigée pour le taux d'actualisation).

$$\frac{B}{C} = \frac{\int_0^1 L \cdot \frac{a}{n}(p) - C \cdot \frac{a+b}{n}(p) dp}{T} \quad (6)$$

La comparaison des résultats aux ratios B/C pour une réduction des risques de catastrophe à long terme montrera le bénéfice marginal des fonds supplémentaires dépensés dans l'une ou l'autre des catégories, remodelant ainsi le paysage du financement pour la réduction des risques de catastrophe et la préparation aux catastrophes en se concentrant sur les actions qui ont le plus d'impact à chaque fois.

5 Discussion

Au fur et à mesure qu'apparaissent des incitations à utiliser les prévisions pour la prévention et la préparation aux catastrophes, la capacité de prévision sera une contrainte majeure pour la maximisation du potentiel de ces systèmes d'alerte rapide. Des cas individuels « d'événements manqués » pourraient susciter des critiques à l'égard de tels investissements dans les prévisions. Il est essentiel d'évaluer l'investissement dans la capacité de prévision ou d'autres aspects d'un environnement favorable pour un financement fondé sur des prévisions, avec l'avantage potentiel d'un tel système à terme. L'Afrique en particulier manque de stations météorologiques fonctionnelles, notamment de stations synoptiques, ce qui limite notre capacité à prévoir les événements météorologiques (Rogers et Tsirkunov, 2013). Des investissements matériels et logiciels dans les services météorologiques et hydrologiques des pays en développement sont nécessaires pour combler cette lacune. Dans l'intervalle, des recherches récentes visant

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser

l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | *Forecast-based financing:*

an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |

<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

à fusionner les observations éparses existantes avec les données satellitaires peuvent aider à développer une compréhension plus précise du climat, compte tenu des informations disponibles historiquement (Dinku *et al.*, 2012). Toute augmentation du pourcentage de catastrophes prévues (également appelé taux de réussite) a / a_c ou une augmentation du taux d'alertes correctes a / a_b en raison de l'augmentation des compétences prévisionnelles augmentera directement notre capacité à prévenir les catastrophes et à nous y préparer ; cette augmentation peut être estimée directement en utilisant l'équation 7.

Ce cadre quantifie la notion intuitive que de nombreux praticiens ont déjà, à savoir qu'une action précoce peut en valoir la peine. Cette quantification les aide également à convaincre les agences donatrices de prendre des mesures rapides, qui ne sont souvent pas mises en œuvre à l'heure actuelle car leur financement n'est pas disponible.

Bien sûr, une telle quantification n'est pas anodine, elle nécessite une analyse spécifique au contexte. Dans cette analyse, l'absence de données historiques sur les sinistres posera certaines contraintes. L'impact de l'incertitude dans les estimations de probabilité, à la fois des conséquences d'une catastrophe et des probabilités prévues, doit être évalué, et des seuils de certitude doivent être établis pour identifier des résultats significatifs. Les connaissances locales sur la période de récurrence et l'impact des extrêmes peuvent être intégrées dans le calcul du fonds, même si celui-ci comporte une incertitude inhérente.

Dans cet esprit, des recherches supplémentaires seront nécessaires pour parvenir à une application à grande échelle des systèmes de financement fondés sur des prévisions. En particulier, le calcul du risque de dangers sur la base des prévisions de précipitations devrait être évalué et vérifié à l'aide d'estimations hydrologiques sur la base de techniques statistiques et dynamiques.

La plupart des variables considérées ici, des options d'action aux compétences prévisionnelles, varient fortement entre régions, et donc les systèmes de financement fondés sur des prévisions doivent être conçus pour un risque spécifique à une échelle géographique spécifique. Les procédures élaborées dans une région sont peu susceptibles d'être valables si elles sont appliquées aveuglément ailleurs. Des recherches ultérieures devraient étudier les effets de la variation de chacun de ces paramètres et les différences de potentiel de financement fondé sur les prévisions qui en résultent, selon les régions et les aléas.

Il sera difficile d'établir une estimation des coûts et des bénéfices. Par exemple, il peut être nécessaire d'estimer itérativement le coût d'une action ou d'une action vaine, en fonction du fait que l'acteur a récemment agi en vain et serait donc peu disposé à prendre de nouveau le risque. De même, un « échec » du système pourrait entraîner un manque de confiance dans le système lui-même. Les équations pourraient être complétées ici par un facteur de « perception du risque » qui change en réponse à de fausses alertes ou à des interventions réussies. Cela serait calibré avec les informations des praticiens. Toutes les estimations de coûts devraient faire l'objet d'analyses de sensibilité afin d'évaluer la solidité de la valeur de ce mécanisme de financement. Si nous perturbons nos estimations de probabilités et de coûts dans les équations ci-dessus, en quoi cela affecte-t-il les résultats ? À quel moment l'incertitude de ces valeurs influence-t-elle grandement le choix des actions et l'estimation de leurs bénéfices ? En outre, il y aura des effets d'interactions entre les investissements à court terme et à long terme, ces derniers limitant souvent la capacité de prendre des décisions à court terme.

6 Conclusions

Les informations climatologiques présentées comme des alertes précoces n'ont pas d'autre utilité que les actions entreprises en réponse à ces informations, même si ces informations constituent un avertissement parfait d'événements futurs. Bien que les prévisions météorologiques et climatiques ne présentent pas une compétence parfaite, l'adaptation des informations de prévision aux contextes opérationnels du secteur humanitaire peut considérablement augmenter l'utilisation des produits prévisionnels existants.

Dans cette optique, les innovations doivent aboutir à une meilleure adaptation de l'information elle-même afin de mieux répondre aux besoins du secteur des décideurs ciblés, plutôt que de simplement peaufiner l'affichage visuel des informations existantes (Rodó *et al.*, 2013; Johnston *et al.*, 2004). À l'heure actuelle, de nombreuses alertes aux catastrophes émises par les systèmes d'alerte précoce établis dans les pays développés sont ignorées faute de plans standard pour une action basée sur des prévisions (Kolen *et al.*, 2013). Au niveau saisonnier, les prévisions standard fournissent peu d'informations sur la probabilité d'événements extrêmes.

Le cadre mondial pour les services climatologiques a fait de la réduction des risques de catastrophe une priorité thématique et cherche à encourager le dialogue entre producteurs et utilisateurs de prévisions afin de mieux identifier les opportunités et les besoins d'adaptation de ces informations (Hewitt *et al.*, 2012).

Les systèmes de financement fondés sur des prévisions constituent une excellente occasion de favoriser et de rendre opérationnels de tels dialogues. Le système décrit ci-dessus utilise les méthodes de vérification des prévisions existantes conjointement avec des informations définies par l'utilisateur sur les coûts de réduction des risques et des pertes dues aux catastrophes. Lorsqu'elles sont hébergées dans un tel système, ces informations peuvent éliminer les barrières d'opportunité et de mandat qui empêchent actuellement l'utilisation systématique des prévisions dans le secteur humanitaire, et élaborer des procédures opératoires normalisées garantissant un retour sur investissement continu. L'avantage net d'un tel système ne sera évident qu'à long terme, car les succès et les fausses alertes commenceront par s'accumuler pour converger vers leur fréquence réelle.

En fin de compte, la valeur des systèmes de financement fondés sur des prévisions sera supérieure à celle des pertes évitées lors de la mise à disposition des fonds. Si un tel système est en place, les acteurs de cette région seront conscients du fait que de nombreux effets des catastrophes seront probablement prévenus grâce à une action basée sur les prévisions. De ce fait, les acteurs peuvent se concentrer sur les investissements de développement en craignant moins qu'une catastrophe ne vienne détruire subitement leur investissement. D'autres projets pilotes et des recherches visant à quantifier la valeur ajoutée des systèmes de financement fondés sur des prévisions sont nécessaires pour constituer la base de données probantes du financement fondé sur des prévisions et de la généralisation des SOP basées sur le climat.

Remerciements

La recherche et le développement des procédures opératoires standard décrites dans ce document ont été financés par le Ministère fédéral allemand de la coopération économique et du développement (BMZ). Les sociétés de la Croix-Rouge togolaise et ougandaise ont généreusement accepté de permettre des recherches supplémentaires et une mise en œuvre sur le terrain, avec le soutien de la Croix-Rouge allemande.

L'idée de financement fondé sur les prévisions a émergé à travers des sessions de jeu participatives conçues avec Janot Mendler de Suarez, dans le cadre du projet « Décisions humanitaires basées sur des prévisions » financé par le Département britannique du développement international (DFID) et la Direction générale néerlandaise pour la coopération internationale (DGIS) au profit des pays en développement. Toutefois, les points de vue exprimés et les informations contenues dans le présent document ne sont pas nécessairement ceux du DFID ou de DGIS, ni avalisés par ceux-ci, qui ne peuvent être tenus pour responsables de ces points de vue ou de ces informations, ni de la confiance qui leur est accordée. Un soutien supplémentaire à la recherche a été fourni par le Conseil norvégien de la recherche, dans le cadre du projet « Courting Catastrophe ? Politiques et pratiques humanitaires dans un climat en mutation ». Brenden Jongman a reçu une subvention de NWO-VICI sur le risque mondial d'inondation (accord de subvention n° 45314006).

Les auteurs remercient également Geert Jan van Oldenborgh pour son soutien.

Édité par : T. Glade

Révisé par : two anonymous referees

Références

- Ali, D. and Gelsdorf, K.: Risk-averse to risk-willing: Learning from the 2011 Somalia cash response, *Glob. Food Secur.*, 1, 57–63. [doi:10.1016/j.gfs.2012.07.008](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.07.008), 2012.
- Bailey, R.: *Managing Famine Risk Linking Early Warning to Early Action*, Chatham House, 2013.
- Barnett, B. J. and Mahul, O.: Weather Index Insurance for Agriculture and Rural Areas in Lower-Income Countries, *Am. J. Agr. Econ.*, 89, 1241–1247, [doi:10.1111/j.1467-8276.2007.01091.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2007.01091.x), 2007.
- Braman, L. M., Aalst, M. K. Van, and Mason, S. J.: Climate forecasts in disaster management?: *Red Cross flood operations in West Africa*, 2008, 37, 144–164, [doi:10.1111/j.1467-7717.2012.01297.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2012.01297.x), 2013.
- Buizza, R., Hollingsworth, A., Lalaurette, F., and Ghelli, A.: Probabilistic Predictions of Precipitation Using the ECMWF Ensemble Prediction System, *Weather Forecast.*, 14, 168–189, 1999.
- Demeritt, D., Cloke, H., Pappenberger, F., Thielen, J., Bartholmes, J., and Ramos, M.: Ensemble predictions and perceptions of risk, uncertainty, and error in flood forecasting, *Environ. Hazards*, 7, 115–127, [doi:10.1016/j.envhaz.2007.05.001](https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.05.001), 2007.
- Dilley, M.: Reducing vulnerability to climate variability in Southern Africa: The growing role of climate information, *Climatic Change*, 45, 63–73, 2000.
- Dinku, T. and Sharoff, J.: ENACTS Ethiopia: Partnerships for Improving Climate Data Availability, Accessibility, and Utility, Climate Services Partnership, available at: http://www.climateservices.org/sites/default/files/ENACTS_Case_Study.pdf, 2013.
- Doswell, C. A., Davies-Jones, R., and Keller, D. L.: On Summary Measures of Skill in Rare Event Forecasting Based on Contingency Tables, *Weather Forecast.*, 5, 576–585, 1990.
- Foresight: Reducing Risks of Future Disasters: Priorities for Decision Makers*, The Government Office for Science, London, 2012.
- Ghosh, S., Vidyasagan, V., and Sandeep, S.: Smart cyclone alerts over the Indian

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser
l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | Forecast-based financing:
an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |
<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

- subcontinent, *Atmos. Sci. Lett.*, 15, 157–158, [doi:10.1002/asl2.486](https://doi.org/10.1002/asl2.486), 2013.
- GlobalAgRisk Inc.: *Incorporating weather index insurance with territorial approaches to climate change (TACC) in Northern Peru: Household project report*, Lexington, Kentucky, 47 pp., 2010.
- Hellmuth, M., Mason, S., Vaughan, C., van Aalst, M., and Choularton, R. (Eds.): A better climate for disaster risk management, *Climate and Society* No. 3, 2011.
- Hewitt, C., Mason, S., and Walland, D.: The Global Framework for Climate Services, *Nature Climate Change*, 2, 831–832, [doi:10.1038/nclimate1745](https://doi.org/10.1038/nclimate1745), 2012.
- Hillbruner, C. and Moloney, G.: When early warning is not enough – Lessons learned from the 2011 Somalia Famine, *Glob. Food Secur.*, 1, 20–28, [doi:10.1016/j.gfs.2012.08.001](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.08.001), 2012.
- Hoskins, B.: The potential for skill across the range of the seamless weather-climate prediction problem: a stimulus for our science, *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 139, 573–584, [doi:10.1002/qj.1991](https://doi.org/10.1002/qj.1991), 2013.
- Hurford, A. P., Priest, S. J., Parker, D. J., and Lumbroso, D. M.: The effectiveness of extreme rainfall alerts in predicting surface water flooding in England and Wales, *Int. J. Climatol.*, 32, 1768–1774, [doi:10.1002/joc.2391](https://doi.org/10.1002/joc.2391), 2012.
- Johnston, P. A., Archer, E. R. M., Vogel, C. H., Bezuidenhout, C. N., Tennant, W. J., and Kuschke, R.: Review of seasonal forecasting in South Africa?: producer to end-user, *Climate Res.*, 28, 67–82, 2004.
- Kellett, J. and Caravani, A.: *Financing Disaster Risk Reduction: A 20 year story of international aid*, 2013.
- Kolen, B., Slomp, R., and Jonkman, S. N.: The impacts of storm Xynthia February 27–28, 2010 in France: lessons for flood risk management, *J. Flood Risk Manage.*, 6, 261–278, [doi:10.1111/jfr3.12011](https://doi.org/10.1111/jfr3.12011), 2013.
- Lautze, S., Bell, W., Alinovi, L., and Russo, L.: Early warning, late response (again): The 2011 famine in Somalia, *Glob. Food Secur.*, 1, 43–49, [doi:10.1016/j.gfs.2012.07.006](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.07.006), 2012.
- Leblois, A. and Quirion, Z.: Agricultural insurances based on meteorological indices: realizations, methods and research challenges, *Meteorological Applications*, Royal Meteorological Society, 20, 1–9, 2013.
- Maenzanise, S. and Braman, L.: *Innovative Approaches to Engaging Communities in Participatory Dialogues that Enhance Community Disaster Preparedness*, *Climate Services Partnership*, 2012.
- Manyena, S. B.: Disaster and Development Paradigms: Too Close for Comfort?, *Dev. Policy Rev.*, 30, 327–345, [doi:10.1111/j.1467-7679.2012.00579.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2012.00579.x), 2012.
- Mason, S. J. and Graham, N. E.: Areas beneath the relative operating characteristics (ROC) and relative operating levels (ROL) curves?: Statistical significance and interpretation, *Q. J. Roy. Meteorol. Soc.*, 128, 2145–2166, 2002.
- Maxwell, D. and Fitzpatrick, M.: The 2011 Somalia famine: Context, causes, and complications, *Glob. Food Secur.*, 1, 5–12, [doi:10.1016/j.gfs.2012.07.002](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.07.002), 2012.
- Mechler, R.: *Cost-benefit Analysis of Natural Disaster Risk Management in Developing Countries*, August, 2005.
- Mendler de Suarez, J., Suarez, P., Bachofen, C., Fortugno, N., Goncalves, P., Grist, N., Macklin, C., Pfeifer, K., Schweizer, S., Van Aalst, M., and Virji, H.: *Games for a New Climate?: Games for a New Climate?: Experiencing the Complexity of Future Risks*, Boston University Pardee Center, 2012.
- Osgood, D. E., Suarez, P., Hansen, B., Carriquiry, M., and Mishra, A.: Integrating Seasonal Forecasts and Insurance for Adaptation among Subsistence Farmers: The Case of Malawi, *Policy Research Working Paper 4651*, World Bank: Washington DC, 2008.
- Parker, D. J., Priest, S. J., and McCarthy, S. S.: Surface water flood warnings requirements and potential in England and Wales, *Appl. Geogr.*, 31, 891–900, [doi:10.1016/j.apgeog.2011.01.002](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.01.002), 2011.
- Powell, T., Hanfling, D., and Gostin, L. O.: *Emergency Preparedness and Public Health: The Lessons of Hurricane Sandy*, Georgetown Public Law and Legal Theory Research Paper No. 12-189, 2012.

Financement fondé sur les prévisions : une approche destinée à catalyser
l'action humanitaire basée sur les prévisions météorologiques et climatiques extrêmes

appeared in **Natural Hazards and Earth Systems** | Forecast-based financing:
an approach for catalyzing humanitarian action based on extreme weather and climate forecasts | 23 April 2015 |
<https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/15/895/2015/>

- Richardson, D. S.: Chapter 9: *Economic value and skill*, in: *Forecast Verification: A practitioner's Guide in Atmospheric Science*, edited by: Jolliffe, I. T. and Stephenson, D. B., John Wiley and Sons Ltd., 2nd ed., 167–184, 2012.
- Red Cross Red Crescent Climate Centre: *Health Risk Management in a Changing Climate*, available at: http://www.climatecentre.org/downloads/File/Case%20studies/CC_HMR%20brochure_A4_6%20web.pdf, 2013.
- Rodó, X., Pascual, M., Doblas-Reyes, F. J., Gershunov, A., Stone, D. A., Giorgi, F., Hudson, P. J., Kinter, J., Rodríguez-Arias, M.-Á., Stenseth, N. Ch., Alonso, D., García-Serrano, J., and Dobson, A. P.: Climate change and infectious diseases: Can we meet the needs for better prediction?, *Climatic Change*, 118, 625–640, [doi:10.1007/s10584-013-0744-1](https://doi.org/10.1007/s10584-013-0744-1), 2013.
- Rogers, D. P. and Tsirkunov, V. V.: *Weather and Climate Resilience: Effective Preparedness through National Meteorological and Hydrological Services*, Washington, DC, [doi:10.1596/978-1-4648-0026-9](https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0026-9), 2013.
- Ross, K. W., Brown, M., Verdin, J. P., and Underwood, L. W.: Review of FEWS NET biophysical monitoring requirements, *Environ. Res. Lett.*, 4, 024009, [doi:10.1088/1748-9326/4/2/024009](https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/2/024009), 2009.
- Suarez, P. and Linnerooth-Bayer, J.: Insurance-related instruments for disaster risk reduction. Contribution to the Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), Geneva, Switzerland, 2011.
- Suarez, P. and Patt, A.: Cognition, Caution, and Credibility: The Risks of Climate Forecast Application, *Risk, Decision, and Policy*, 9, 75–89, 2004.
- Suarez, P. and Tall, A.: Towards forecast-based humanitarian decisions?: Climate science to get from early warning to early action, *Humanitarian Futures Programme*, 2010.
- Swinkels, W. A., Engelsman, M., Kasteleijn-Nolst Trenité, D. G., Baal, M. G., de Haan, G. J., and Oosting, J.: Influence of an evacuation in February 1995 in The Netherlands on the seizure frequency in patients with epilepsy: a controlled study, *Epilepsia*, 39, 1203–1207, 1998.
- UNISDR, UNDP, LA RED, OSSO, Robot Search, Apache Software Foundation: *Desinventar Disaster Information System*, available at: <http://www.desinventar.net/> (last access: December 2014), 2011.
- Ward, P. J., Eisner, S., Flörke, M., Dettinger, M. D., and Kummerow, M.: Annual flood sensitivities to El Niño-Southern Oscillation at the global scale, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 18, 47–66, [doi:10.5194/hess-18-47-2014](https://doi.org/10.5194/hess-18-47-2014), 2014.
- Webster, P. J., Toma, V. E., and Kim, H.-M.: Were the 2010 Pakistan floods predictable?, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L04806, [doi:10.1029/2010GL046346](https://doi.org/10.1029/2010GL046346), 2011