

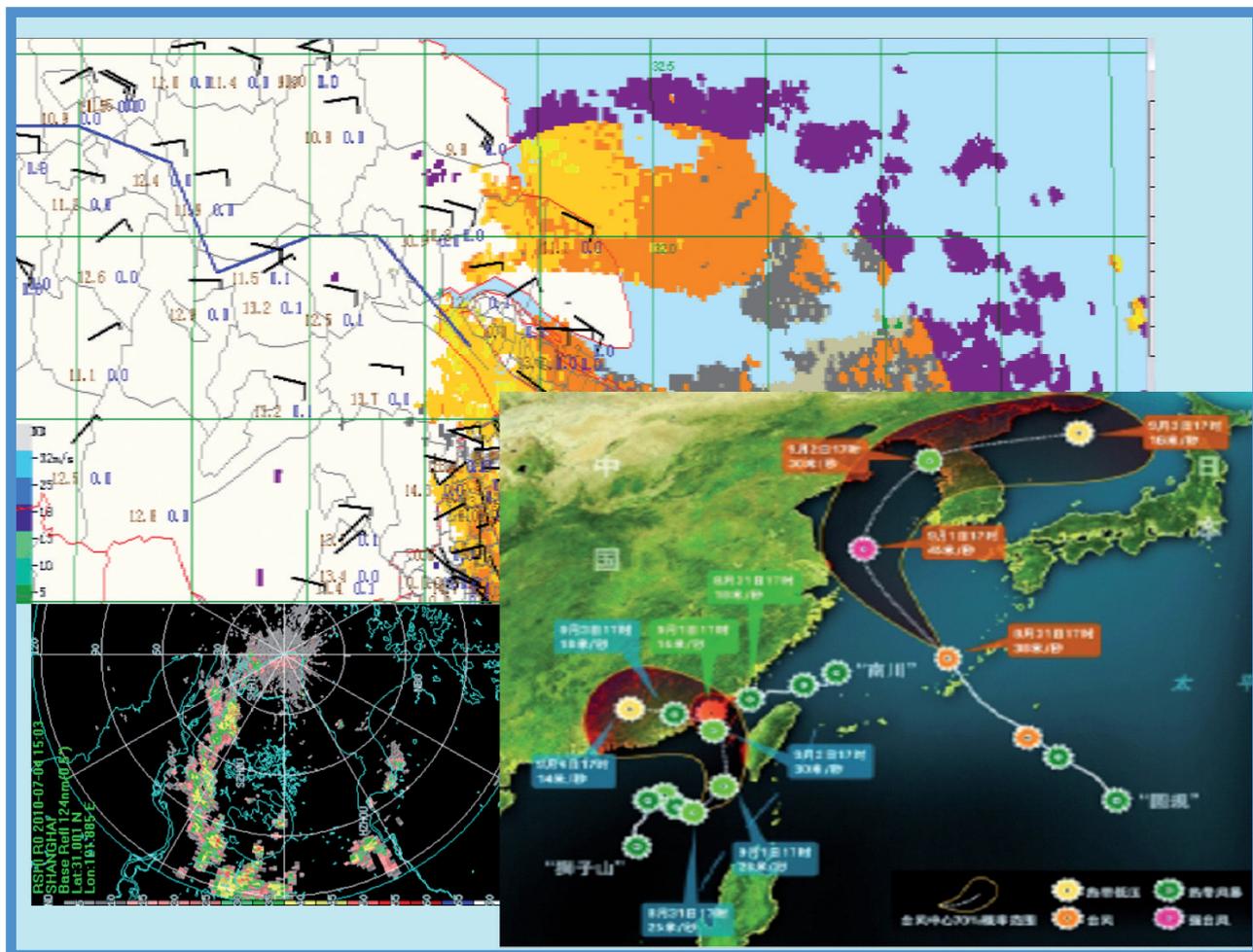


Organisation météorologique mondiale

DIRECTIVES SUR LES SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE ET L'APPLICATION DES PRÉVISIONS IMMÉDIATES ET DES ALERTES

PWS-21

OMM/DT-N° 1559



**Auteurs principaux: Elliot Jacks, Jim Davidson, H.G. Wai
(Contributions de: Charles Dupuy, Vlasta Tutis et Kevin Scharfenberg)**

Couverture: Reproduction autorisée par le Bureau météorologique de Shanghai

**La présente publication est également disponible à l'adresse:
http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm**

© Organisation météorologique mondiale, 2010

L'OMM se réserve le droit de publication en version imprimée ou électronique ou sous toute autre forme et dans n'importe quelle langue. De courts extraits des publications de l'OMM peuvent être reproduits sans autorisation, pour autant que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance relative au contenu rédactionnel et les demandes de publication, reproduction ou traduction partielle ou totale de la présente publication doivent être adressées au:

Président du Comité des publications
Organisation météorologique mondiale (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suisse

Tél.: +41 (0) 22 730 84 03
Télécopie: +41 (0) 22 730 80 40
Courriel: Publications@wmo.int

NOTE:

Les appellations employées dans les publications de l'OMM et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du Secrétariat de l'Organisation météorologique mondiale, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les opinions exprimées dans les publications de l'OMM sont celles de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OMM. De plus, la mention de certaines sociétés ou de certains produits ne signifie pas que l'OMM les cautionne ou les recommande de préférence à d'autres sociétés ou produits de nature similaire dont il n'est pas fait mention ou qui ne font l'objet d'aucune publicité.

Le présent document (ou rapport) n'est pas une publication officielle de l'OMM et n'a pas fait l'objet du processus d'édition habituel. L'Organisation ne souscrit pas nécessairement aux opinions qui y sont exprimées

TABLE DES MATIÈRES:

CHAPITRE 1:	INTRODUCTION	1
CHAPITRE 2:	LE RÔLE DES SMHN DANS LA GESTION DES RISQUES DE CATASTROPHES	2
2.1	CADRE DE GESTION DES RISQUES	2
2.2	PARTENARIATS	3
2.3	PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES	4
CHAPITRE 3:	EFFICACITÉ DES ALERTES PRÉCOCES.....	5
3.1	L'APPROCHE CENTRÉE SUR LES PERSONNES	5
3.2	CONNAISSANCE DES RISQUES	5
3.2.1	Données sur les risques	6
3.2.2	Évaluation des risques	6
3.3	SUIVI ET SERVICE D'ALERTE	6
3.3.1	Prévisions et prévisions immédiates	6
3.3.2	Dispositions institutionnelles et opérationnelles	7
3.3.3	Système de prévision et d'alerte	8
3.3.4	Recherches	8
3.4	DIFFUSION ET COMMUNICATION	8
3.4.1	Problèmes organisationnels	8
3.4.2	Présentation des alertes	8
3.4.3	Efficacité de la communication	9
3.4.4	Moyens de communication	9
3.5	MESURES D'INTERVENTION	9
3.5.1	Perception de la population	9
3.5.2	Plan d'intervention	9
3.5.3	Éducation de la population	10
3.6	SUIVI ET EXAMEN	10
3.7	RENFORCEMENT DES CAPACITÉS	10
CHAPITRE 4:	EXEMPLES DE SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE PROBANTS	11
4.1	EXEMPLES DE HONG KONG (CHINE)	11
4.2	EXEMPLE DE France	12
4.3	EXEMPLE DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE	12
4.4	L'EXEMPLE EUROPÉEN D'EMMA	13
CHAPITRE 5:	SYSTÈMES DE PRÉVISION IMMÉDIATE	15
5.1	SYSTÈMES DE PRÉVISION IMMÉDIATE	15
5.1.2	Canadian Radar Decision System	15
5.1.3	GRAPES-based Severe Weather Integrated Forecasting Tools	16
5.1.4	McGill Algorithm for Precipitation Nowcasting by Lagrangian Extrapolation	16
5.1.5	Niwot	16
5.1.6	Short-Term Ensemble Prediction System	16
5.1.7	Short-range Warning of Intense Rainstorms in Localized Systems	17
5.2	SERVICE DE PRÉVISION IMMÉDIATE	17
5.2.1	Prévisions immédiates des précipitations pour la région du delta de la rivière des Perles (Chine)	17
5.2.2	Service de prévision immédiate de l'Exposition universelle (Chine)	18
5.2.3	Alertes en cas d'orage violent (Australie)	20
CHAPITRE 6:	RÉFÉRENCES ET LECTURES	22

Chapitre 1 INTRODUCTION

De 1991 à 2005, des inondations, des tempêtes de vent, des sécheresses et des glissements de terrain ont tué plus de 422 000 personnes et ont touché plus de 3 milliards d'habitants dans le monde (Stratégie internationale de prévention des catastrophes, 2006). En 2008, le cyclone *Nargis* a dévasté le Myanmar, tuant plus de 100 000 personnes et obligeant beaucoup d'autres à se déplacer. Au cours des années 2000, des cyclones tropicaux, dont *Nargis*, ont blessé des milliers de personnes, infligé des pertes économiques considérables et ont été à l'origine de beaucoup de souffrances humaines. Les populations s'installant désormais de plus en plus sur des zones côtières vulnérables, elles sont de plus en plus exposées aux cyclones tropicaux.

De la même façon, la vulnérabilité aux incendies s'est également accrue. En 2009, une série d'importants feux de brousse se propageant rapidement ont dévasté des zones habitées voisines de Melbourne, en Australie. Les incendies évoluaient avec une rapidité et une férocité inimaginables, tuant 173 personnes et détruisant des milliers d'habitations sur leur passage.

En 2010, Moscou et des régions voisines de la Fédération de Russie ont été touchées par une vague de chaleur sans précédent et de nombreux incendies se sont déclenchés. Au même moment, de terribles inondations dues à une mousson inhabituellement forte ravageaient le Pakistan. Ces deux catastrophes ont fait de nombreuses victimes et ont causé énormément de souffrances humaines. Dans la mesure où le changement climatique lié au forçage anthropique se poursuit, il est plus que probable que des phénomènes météorologiques extrêmes comme ceux-ci deviendront plus courants (GIEC, 2007), augmentant encore le besoin de disposer de systèmes de prévention et d'alerte précoce.

La nécessité de disposer de bons systèmes d'alerte précoce ne s'impose pas uniquement en cas de bouleversements naturels, mais également pour répondre aux catastrophes d'origine humaine. En 2010, une effroyable marée noire dans le golfe du Mexique a dévasté l'écosystème et a eu des conséquences graves pour les industries locales de la pêche et du tourisme. Dans de telles situations, les météorologistes doivent être prêts à collaborer avec des responsables des interventions d'urgence et des experts dans d'autres disciplines pour atténuer les effets de la catastrophe grâce à des services efficaces d'aide à la décision.

Les effets dramatiques des catastrophes naturelles et les mesures prises pour y remédier attirent souvent beaucoup d'intérêt international. L'attention se porte de plus en plus sur des événements naturels responsables de pertes économiques considérables (en plus des souffrances et des victimes humaines) et les efforts se concentrent donc davantage sur l'atténuation et la diminution de tels événements. La prévention des catastrophes et l'atténuation de leurs effets sont désormais reconnues comme des priorités au niveau mondial. C'est dans cette optique que l'Organisation météorologique mondiale (OMM) coopère avec de nombreuses autres organisations et programmes internationaux, notamment la Stratégie internationale de prévention des catastrophes (SIPC). En septembre 2006, M. Kofi A. Annan, alors Secrétaire général des Nations Unies, écrivait dans la préface à *l'Enquête mondiale sur*

les systèmes d'alerte précoce, que les risques naturels constitueraient toujours un défi pour nous, mais que des systèmes d'alerte précoce axés sur l'individu peuvent se révéler une arme puissante pour veiller à ce que les bouleversements naturels ne deviennent pas des catastrophes ingérables.

Il est de plus en plus admis que les catastrophes sont liées. Les conséquences de différents types de bouleversements naturels ne se font pas ressentir seules et reconnaître cette relation de cause à effet à l'échelle mondiale et régionale permet la mise en place de systèmes d'alerte précoce qui tiennent compte des dangers multiples et des conséquences transfrontalières. Dans le même temps, les gouvernements prennent conscience qu'il est nécessaire de passer de la gestion d'une situation de crise à la gestion des risques si l'on désire que les moyens limités disponibles soient dépensés efficacement afin d'aider les populations en danger à éviter ou à atténuer les catastrophes.

Les participants à la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles, organisée à Hyogo, Japon, en 2005, ont adopté le Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 et ont identifié cinq objectifs prioritaires dont le deuxième consiste à recenser, évaluer et suivre de près les risques de catastrophes et à renforcer les capacités d'alerte précoce. Les risques naturels deviennent des catastrophes s'ils touchent des personnes qui ne peuvent y résister. Une communauté dépourvue d'alerte précoce sera désemparée et subira de plein fouet les dommages causés lors de catastrophes.

À sa quatorzième session, la Commission des systèmes de base (CSB) de l'OMM (CBS-XIV, Dubrovnik, Croatie, 2009) a demandé que le Programme des services météorologiques destinés au public (PSMP) continue d'apporter une assistance aux Membres en vue d'améliorer leurs programmes nationaux de services météorologiques destinés au public, en intervenant notamment par la fourniture d'orientations sur l'application de nouvelles technologies et des résultats de la recherche scientifique en matière d'acquisition et d'utilisation des données, notamment pour la prévision immédiate, et d'alertes multidangers. Les présentes directives ont été formulées en s'intéressant particulièrement au rôle des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) dans la réduction des effets des catastrophes. La conception de systèmes d'alerte précoce relève en effet de leurs responsabilités opérationnelles. Ils s'intéressent tout spécialement aux éléments essentiels de ce genre de système, et en particulier à la prévision, au formatage, à la présentation et à la diffusion d'alertes en cas de phénomène dangereux, ainsi qu'à l'éducation du public et au renforcement des capacités des SMHN. Le recours aux prévisions immédiates en cas d'alerte et des exemples de systèmes de prévision immédiate que les Services météorologiques et hydrologiques nationaux utilisent, complètent le document.

Chapitre 2

LE RÔLE DES SMHN DANS LA GESTION DES RISQUES DE CATASTROPHES

Dans le cadre des présentes directives, un danger naturel est une situation météorologique ou hydrologique susceptible d'entraîner des pertes ou de causer des dommages à une communauté ou à un environnement. Une catastrophe naturelle est un événement catastrophique causé par un risque naturel qui endommage sérieusement une communauté; l'intervention du gouvernement est généralement nécessaire pour parvenir à un retour à la normale. Si un risque peut provoquer une crise, il ne mène pas forcément à une catastrophe. Alors que de nombreux dangers naturels peuvent être inéluctables, les catastrophes naturelles ne sont pas totalement inévitables. Une catastrophe dépendra des caractéristiques, de la probabilité et de l'intensité du danger ainsi que de la vulnérabilité de la communauté exposée en fonction de critères physiques, sociaux, économiques et environnementaux.

Dans certains cas, il est impossible d'empêcher une catastrophe naturelle de survenir. Toutefois, des actions de prévention et d'atténuation peuvent en réduire considérablement les effets. L'atténuation des catastrophes revient à gérer les «risques» liés aux catastrophes naturelles potentielles de façon à minimiser, voire éliminer les pertes. Cela suppose des mesures d'intervention en cas de catastrophe, c'est-à-dire des actions entreprises avant, pendant ou juste après une catastrophe naturelle afin de s'assurer que ses effets sont minimisés et que les populations affectées reçoivent au plus vite de l'aide et des secours. Il convient d'adopter une approche systématique pour gérer le risque de catastrophes naturelles. Ce processus de gestion des risques de catastrophes doit envisager les effets possibles de dangers naturels et les mesures qui pourraient les minimiser. Un système de gestion des risques de catastrophes doit comprendre des réponses appropriées aux conditions sociales et économiques de la communauté menacée.

Le concept de risque de catastrophes permet de décrire la possibilité de conséquences graves découlant de l'interaction entre les dangers naturels et la communauté. Deux éléments sont essentiels à la formulation d'un risque de catastrophes: la probabilité de la survenue d'un danger et la vulnérabilité de la communauté face à ce danger.

Risque = probabilité d'un danger x vulnérabilité

Il est possible de mieux comprendre les enjeux posés par l'atténuation des catastrophes en s'intéressant davantage à la nature des dangers et aux notions de vulnérabilité:

- i) Nature d'un danger – En cherchant à comprendre des dangers passés, en surveillant la situation actuelle et en prévoyant l'avenir, une communauté ou une autorité publique est en mesure de minimiser les risques d'une catastrophe. Le rôle des Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) est essentiel à ce niveau de la gestion des

risques de catastrophes naturelles d'origine météorologique; et

- ii) Notions de vulnérabilité – La vulnérabilité d'une communauté est la sensibilité et la résilience de la communauté et de l'environnement à l'égard des dangers naturels. Différents segments de la population peuvent être exposés à des risques relativement plus importants en raison de leurs facteurs socio-économiques de vulnérabilité. Pour diminuer la vulnérabilité, il faut mieux connaître la probabilité, les conséquences, l'imminence et la présence de dangers naturels. Il faut du reste transmettre ces connaissances aux individus, aux communautés et aux autorités publiques afin de réduire les risques avant la survenue de phénomènes météorologiques dangereux, et intervenir efficacement immédiatement après.

L'importance accordée à la vulnérabilité socioéconomique en tant que facteur augmentant rapidement le risque dans la plupart des sociétés modernes met en avant le besoin d'encourager la participation d'un large spectre d'acteurs aux activités de réduction des dangers et des risques. Les partenaires sont ces personnes ou organisations qui pourraient modifier, être touchées ou avoir le sentiment d'être concernées par une décision ou une activité. Lors de la conception d'un système de gestion des risques de catastrophes, aucune agence ne peut seule fournir une solution complète. Il est donc vital que les organismes travaillent ensemble et avec des partenaires pour réduire les lacunes au niveau des connaissances et mettre au point des plans de gestion sur base d'une approche coordonnée.

2.1 CADRE DE GESTION DES RISQUES

Wilhite et coll. (2000) ont repris le cycle communément admis de gestion des catastrophes et l'ont redéfini en termes de gestion des crises et de gestion des risques. La gestion des situations de crise s'appuie sur l'évaluation des incidences, l'intervention, le redressement et la remise en état à la suite d'une catastrophe, tandis que la gestion des risques table sur l'atténuation, la préparation, la prévision et l'alerte précoce.

Depuis toujours, la gestion des catastrophes s'est concentrée presque exclusivement sur des actions entreprises juste avant, pendant et peu de temps après une catastrophe. Le Cadre d'action de Hyogo 2005-2015 (Stratégie internationale de prévention des catastrophes, 2005) prévoit un nouveau modèle de gestion des risques de catastrophes en se concentrant fortement sur des stratégies de prévention et de préparation fondées sur l'identification et la quantification de risques potentiels. Il comprend la détermination, la réduction et le transfert des risques. La Figure 1 représente un schéma simplifié d'une stratégie nationale complète de gestion des risques de catastrophes s'inspirant du Cadre d'action de Hyogo.



Figure 1: Représentation schématique des relations entre les éléments du Cadre d'action de Hyogo.

Il ne fait aucun doute que le rôle des secours pendant une crise reste important et doit être amélioré à tous les niveaux. Néanmoins, un changement s'opère, s'éloignant d'interventions de réaction et de redressement pour considérer de façon plus volontariste et générale la préparation et la prévention. Des recherches sont menées sur des mécanismes proactifs pour réduire les coûts et les impacts économiques des dangers, améliorer les capacités de réaction, réduire la vulnérabilité et accroître la résilience des communautés aux catastrophes.

Le rôle des Services météorologiques et hydrologiques nationaux pour chacun des points de ce cadre implique:

- i) Au niveau de l'identification des risques: l'observation et le suivi systématiques des paramètres hydrométéorologiques; la fourniture de données anciennes et en temps réel de qualité; l'analyse et la cartographie des dangers; et la prévision des dangers et de leur évolution;
- ii) Au niveau de la réduction des risques: la prévision des dangers et l'émission d'alertes précoces pour soutenir la préparation et la réaction aux situations d'urgence; et des données et des prévisions climatiques (informations probabilistes sur les dangers et leur évolution) en vue de soutenir une planification sectorielle à moyen et à long terme; et
- iii) Au niveau du transfert des risques: la fourniture de données anciennes et en temps réel sur les dangers et leur analyse pour soutenir les assurances contre les catastrophes, des obligations et des mécanismes de transfert de risques indexés sur les conditions météorologiques.

Un système d'alerte précoce efficace est essentiel à la réduction des risques de catastrophes. Les réactions aux avertissements de dangers naturels supposent souvent de prendre des décisions sur base de risques calculés et d'incertitudes. Même si l'assurance de la sauvegarde de la vie humaine et des biens est un idéal commun sous-jacent à toutes alertes, il faut accepter de ne jamais pouvoir complètement éliminer les risques. C'est la raison pour laquelle la gestion des risques implique généralement la tâche ardue de minimiser les menaces pour la vie humaine, pour les biens et pour

l'environnement tout en n'imposant pas de contraintes excessives au quotidien des communautés susceptibles d'être touchées par des dangers naturels.

2.2 PARTENARIATS

La conception et la gestion de systèmes d'alerte concernant les phénomènes météorologiques dangereux et, à une échelle plus vaste, d'un plan de gestion des risques, doivent s'appuyer sur un engagement à coopérer et à échanger des informations, ainsi que sur le principe du partenariat dans l'intérêt général du public.

De tels partenariats permettent de:

- i) Faire appel à l'expertise de nombreuses disciplines, comme les sciences sociales, la planification communautaire, le génie civil, etc.
- ii) Accomplir des tâches qu'une seule agence ou organisation ne peut pas gérer;
- iii) Démontrer aux responsables gouvernementaux de la planification budgétaire que les intéressés s'engagent à travailler ensemble à un objectif commun et à mieux utiliser des ressources financières limitées;
- iv) Mobiliser des ressources pour des recherches, des actions de sensibilisation, de préparation, etc.;
- v) Partager les coûts, les connaissances et les enseignements tirés;
- vi) Veiller à la consistance des messages (bulletins d'alerte et autres documents d'information) provenant de plusieurs sources crédibles; et
- vii) Aider à une plus grande diffusion du message grâce à différents moyens d'expression et obtenir un retour d'informations d'un plus grand nombre d'utilisateurs.

En vue d'identifier et d'évaluer les besoins en informations météorologiques des utilisateurs, les Services météorologiques et hydrologiques nationaux doivent établir des relations et travailler en partenariat avec des utilisateurs des secteurs public et privé. Ces partenaires seront notamment:

- i) D'autres agences gouvernementales dont la mission implique la protection de la vie et des biens, comme les Services hydrologiques nationaux (SHN), lorsqu'elles ne sont pas intégrées aux SMHN, des agences nationales, régionales ou locales de gestion des situations de crise, des premiers intervenants et des gestionnaires des infrastructures (digues, autoroutes départementales, ponts);
- ii) Des médias;

- iii) Des organisations non gouvernementales (ONG);
- iv) Des organismes de secours et des organisations humanitaires, comme la Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge;
- v) Des institutions universitaires et des écoles;
- vi) Des volontaires formés associés aux SMHN comme des observateurs, des observateurs de tempêtes et des opérateurs radio amateurs;
- vii) Des sociétés météorologiques et des associations professionnelles dans des disciplines de gestion des risques;
- viii) Des sociétés météorologiques du secteur privé; et
- ix) Des services d'utilité publique, des opérateurs de télécommunication et d'autres sociétés d'exploitation clé ou des entreprises sensibles aux conditions météorologiques.

Un partenariat classique serait constitué d'experts en catastrophe, alerte et gestion des risques issus du gouvernement, d'entreprises privées, d'universités, d'organisations de secours non gouvernementales, comme la Fédération internationale des sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, et de responsables de la gestion des situations de crise, et adopterait des décisions sur les normes, les procédures et les systèmes d'alerte.

Des partenariats permanents peuvent également être établis avec la communauté des sciences sociales. Un groupe interdisciplinaire de praticiens, de chercheurs et de parties prenantes est plus à même de faire face aux difficultés de contacter les populations vulnérables et de traduire les alertes en actions efficaces. Outre des acteurs et des partenaires, il convient de consulter divers experts dans différents domaines comme l'économie, la sociologie et les facteurs humains lors de la planification et de la mise en œuvre de tout nouveau service lié aux conditions météorologiques extrêmes.

Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux doivent également comprendre les processus de prise de décisions tactiques que suivent les gestionnaires des situations d'urgence et disposer d'une connaissance approfondie de la façon dont ces mécanismes peuvent être influencés par les conditions météorologiques. De cette façon, des services d'aide à la décision peuvent être conçus sur mesure pour ces partenaires. Même s'il faut au préalable identifier ces processus et former les personnels des services des SMHN qui y sont reliés, il faut également que ces derniers soient suffisamment souples pour répondre à des besoins imprévus qui peuvent apparaître avec peu ou pas de signes avant-coureurs sur le terrain.

Des services utiles d'aide à la décision impliquent de synthétiser et de clarifier efficacement et

promptement les données météorologiques et leurs effets sur les opérations déployées lors d'un incident et sur les objectifs fixés. Ces besoins peuvent grandement fluctuer d'un acteur à l'autre pour un même événement météorologique. Une excellente façon pour les SMHN de préparer et d'améliorer leurs services d'aide à la décision est de participer activement aux exercices de simulation fonctionnels et à échelle réelle que mènent les gestionnaires locaux des situations de crise.

2.3 PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES

L'inclusion efficace d'un système d'alerte en cas de phénomènes météorologiques dangereux dans un plan de gestion des risques repose sur l'appréciation des Services météorologiques et hydrologiques nationaux des besoins d'une communauté multiculturelle, économiquement stratifiée et souvent mobile, et sur la compréhension de la communauté du danger, de sa vulnérabilité et de la mesure de protection la mieux adaptée.

Les parties prenantes doivent être consultées en tant que partenaires lors de la conception et du perfectionnement des systèmes d'alerte en cas de phénomènes météorologiques dangereux et, à plus grande échelle, des plans de gestion des risques. On entend par « parties prenantes », le public, d'autres agences gouvernementales nationales, des organismes de gestion des situations de crise, des autorités locales, des ONG, des médias, des spécialistes des sciences sociales, des responsables des infrastructures nationales et régionales, des universités, etc.

La participation des parties prenantes à la conception et à l'amélioration, du début à la fin, de systèmes d'alerte en cas de phénomènes météorologiques dangereux comporte plusieurs avantages, comme:

- i) De meilleure présentation, structure et formulation des alertes elles-mêmes;
- ii) Une présentation plus efficace des risques et des mesures à prendre pour réagir à des conditions météorologiques dangereuses;
- iii) Une meilleure compréhension de la façon dont les parties prenantes désirent recevoir les alertes et de leur fréquence; et
- iv) Une plus grande appropriation du système d'alerte et donc une plus forte crédibilité à son égard.

Vous trouverez de plus amples informations sur le concept de gestion des risques et la formulation de plans dans ce domaine «PWS Guidelines on Integrating Severe Weather Warnings into Disaster Risk Management» (Principes directeurs SMP pour la prise en compte des avis de phénomènes météorologiques dangereux dans la gestion des risques de catastrophes), PWS-13, WMO/TD n° 1292. Les autres chapitres des présentes directives portent sur le rôle opérationnel des Services météorologiques et hydrologiques nationaux dans les systèmes d'alerte précoce.

Chapitre 3

EFFICACITÉ DES ALERTES PRÉCOCES

L'objectif premier d'un système d'alerte est de permettre aux individus et aux communautés de réagir à temps et de manière appropriée aux dangers afin de réduire les risques de décès, de blessures, de pertes matérielles et de dégâts. Les alertes doivent réussir à faire passer le message et à inciter les personnes en danger à agir.

Les décideurs en matière d'atténuation des catastrophes ont besoin d'alertes de plus en plus précises pour veiller à ce que des mesures efficaces puissent être formulées. En règle générale, les demandes d'amélioration des alertes concernant des phénomènes météorologiques dangereux portent sur (Gunasekera 2004):

- i) L'extension du délai d'alerte;
- ii) L'amélioration de la précision des avertissements;
- iii) Une demande accrue de prévisions probabilistes;
- iv) L'amélioration de la communication et de la diffusion des alertes;
- v) Le recours à de nouvelles technologies pour avertir le public;
- vi) Le ciblage de la part des services d'alertes des utilisateurs concernés (que la bonne information parvienne aux bonnes personnes au bon moment et au bon endroit); et
- vii) La compréhension des messages d'alertes et l'adoption d'actions appropriées.

Il convient de noter que l'allongement des délais d'alerte doit s'envisager en parallèle du besoin de diminuer le nombre de fausses alertes et qu'un équilibre doit s'établir entre les deux, de sorte que les décisions s'appuient sur des délais d'alerte optimums.

Comme souligné lors de la troisième Conférence internationale sur les systèmes d'alerte précoce (Bonn, Allemagne, 2006), des systèmes efficaces d'alerte précoce doivent être centrés sur les personnes et comporter quatre éléments:

- i) La connaissance des risques encourus;
- ii) Le suivi technique et le service d'alerte;
- iii) La diffusion d'alertes compréhensibles à l'intention des personnes menacées; et
- iv) La sensibilisation du public et la préparation à l'action.

Un document a été publié dans la foulée de la troisième Conférence internationale sur les systèmes d'alerte précoce, intitulé «*Developing early warning systems: a checklist*» et disponible à l'adresse: http://www.ewc3.org/upload/downloads/checklist.final_pdf.pdf. Il sert de cadre aux discussions sur les étapes que

doivent suivre les Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) lors de l'élaboration de systèmes d'alerte précoce efficaces.

3.1 L'APPROCHE CENTRÉE SUR LES PERSONNES

L'objectif des systèmes d'alerte précoce pour les dangers naturels est de réduire les dommages infligés par ces dangers aux personnes qui pourraient être touchées. Pour être efficaces, les alertes doivent non seulement disposer d'une sérieuse base scientifique et technique, mais également se concentrer sur les personnes exposées aux risques. Les SMHN sont des spécialistes des dangers météorologiques et sont donc des acteurs essentiels du développement des plans nationaux de gestion des risques.

Les SMHN doivent être des autorités crédibles pour les informations sur les alertes concernant les phénomènes météorologiques dangereux et être reconnus pour leurs exactitude, fiabilité et rapidité. Il est également de plus en plus admis que les SMHN doivent élaborer une culture de services centrés sur les personnes et prenant soin d'elles en plus de leurs rôles professionnel et scientifique plus classiques. Il est donc essentiel qu'ils tissent des relations avec des partenaires, comme des gestionnaires des situations de crise et des médias, et qu'ils fassent participer des parties prenantes à la conception et à la révision des systèmes d'alerte.

Les systèmes d'alerte précoce centrés sur les personnes doivent être:

- i) Clairement compris par la population;
- ii) Facilement et rapidement accessibles;
- iii) D'actualité;
- iv) Reliés à des actions d'intervention à prendre par la population avant, pendant et après un phénomène.

3.2 CONNAISSANCE DES RISQUES

Comme indiqué dans le chapitre précédent, les risques découlent d'une combinaison de dangers et de vulnérabilités. Pour évaluer un risque, il convient de recueillir et d'analyser systématiquement les données, et d'examiner le caractère dynamique des dangers et des vulnérabilités découlant de facteurs socio-économiques et d'un environnement en évolution. Les informations concernant les dangers et la vulnérabilité sont essentielles pour presque tous les aspects et à presque toutes les étapes d'une gestion des risques de catastrophes naturelles. Elles sont capitales pour évaluer les risques et la vulnérabilité potentielle aux premières étapes d'une planification communautaire pour l'établissement de nouvelles infrastructures (digues, ponts et agglomérations) ou pour une planification individuelle en vue d'un déménagement (plages, plaines inondables et versants montagneux). Ce type d'informations est également indispensable lorsqu'il y a une menace de danger naturel et lorsque des communautés se préparent à

résister à la survenue probable d'une catastrophe. Elles peuvent du reste être encore plus essentielles dans la phase critique de redressement après un désastre, au moment où les communautés touchées sont désemparées et perdues, lorsque la crainte de l'imprévu est à son comble et lorsque les autorités chargées des secours doivent savoir absolument tout ce qui se passe pour être capables de gérer le mélange complexe de problèmes qui surviennent lorsqu'il s'agit de rétablir les installations essentielles minimales et de répondre aux besoins physiques ou sociaux des communautés dévastées.

Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux doivent donc concevoir une base de connaissances en vue de la fourniture efficace d'alertes concernant des phénomènes météorologiques dangereux. Différentes initiatives peuvent être suivies pour établir une telle base de connaissances, comme:

- i) Des recherches appliquées portant sur les risques de phénomènes météorologiques violents du pays;
- ii) La mise en place d'une base de données des phénomènes météorologiques dangereux précédents;
- iii) La production d'évaluations des risques de catastrophes; et
- iv) L'élaboration d'un plan national de gestion des risques applicable aux niveaux régional et local.

Une gestion efficace des risques naturels et la préparation aux dangers naturels exigent de pouvoir accéder librement et de façon illimitée aux informations relatives aux risques afin de les suivre, de les évaluer et de les prévoir. Les SMHN et d'autres agences participant à la planification de la gestion des risques doivent établir des méthodes de collaboration pour l'échange efficace d'informations entre bases de données pertinentes relatives aux dangers pour permettre le suivi, l'évaluation et la prévision.

3.2.1 *Données sur les risques*

La base scientifique d'un bon système d'alerte précoce se compose de données sur les dangers et sur la vulnérabilité de la communauté à protéger. Les informations les plus vitales à la conception d'un système d'alerte précoce sont toute la gamme de données et de produits climatologiques, y compris des études sur modèles de phénomènes extrêmes, qui permettront de caractériser correctement les éventuels dangers naturels (par exemple, grâce à des cartes de risques) et de prendre les décisions nécessaires à propos des lieux d'implantation et de construction, des mesures de protection et des précautions à prendre en toute connaissance de cause. Les communautés et les autorités civiles doivent connaître la nature, la gravité et les possibles périodes de retour de tous les dangers potentiels. Cette information doit provenir d'une analyse minutieuse des données sur les événements passés. À ce propos, des bases de données météorologiques (y compris des alertes et des banques de données climatologiques)

contiennent des informations relatives aux dangers naturels d'origine météorologique.

Des données sur les catastrophes, y compris les dommages et les pertes liés à des phénomènes passés, permettent de caractériser l'impact d'un danger sur une communauté et sa vulnérabilité. Il est essentiel de disposer de connaissances locales, d'une « mémoire » de la communauté et des expériences passées pour évaluer la vulnérabilité de la communauté face aux dangers identifiés. La répartition géographique des risques permet aussi d'identifier les communautés et régions vulnérables.

3.2.2 *Évaluation des risques*

Le risque est le résultat de l'interaction entre un phénomène dangereux et les éléments menacés au sein de la communauté (par exemple, personnes, immeubles et infrastructures) qui sont vulnérables face à un tel impact. Les données sur les catastrophes contiennent des informations d'ordre principalement économique et financier comme des pertes assurées ou non couvertes. Pour évaluer efficacement la vulnérabilité et les risques, l'analyse doit intégrer ce type de données et d'informations aux données sur le danger, ou y renvoyer.

Tous les dangers susceptibles d'avoir une incidence sur une communauté doivent être systématiquement analysés de cette façon. La grande majorité des informations, des relations et des processus participant à la compréhension des risques sont de nature spatiale. Par exemple, les populations des zones côtières sont plus vulnérables aux crues côtières à la suite d'ondes de tempête tandis que celles vivant sur des flancs sont plus vulnérables aux glissements de terrain. Les systèmes d'information géographique (SIG) sont particulièrement utiles à cet égard.

Lors d'une évaluation des risques, il faut envisager les probabilités que des événements dangereux affectent la communauté et en évaluer les dommages pour cette dernière. La probabilité est un concept et une compétence que la plupart des individus ont du mal à comprendre, car la majorité ne peut manipuler des concepts statistiques ou factoriser efficacement les probabilités dans sa prise de décisions. Il est possible d'en apprendre davantage sur la présentation de l'incertitude des prévisions et sur les prévisions probabilistes dans le document «*PWS Guidelines on Communicating Forecast Uncertainty*» (Principes directeurs pour la communication relative à l'incertitude des prévisions) (PWS-18, WMO/TD No. 1422).

3.3 **SUIVI ET SERVICE D'ALERTE**

3.3.1 *Prévisions et prévisions immédiates*

La condition préalable à toute alerte et réaction efficaces est de disposer de prévisions et de « prévisions immédiates » (à savoir des prévisions à très court terme, généralement de zéro à six heures) exactes et en temps voulu. Ces prévisions se basent habituellement sur quatre éléments: des données d'observation et des systèmes de suivi, une prévision numérique du temps, des modèles conceptuels, et une prise de conscience de la situation.

Données d'observation et systèmes de suivi

Il est absolument essentiel à tout système de prévision efficace de disposer de bonnes données

d'observation en surface et en altitude, et notamment d'informations fiables sur la température, l'humidité, la pression et le vent. En général, plus la résolution temporelle et spatiale de ces données est élevée, meilleurs sont les diagnostics et les pronostics du temps.

Les paramètres à mesurer pour chaque type de danger doivent être constamment contrôlés et traités en temps réel ou quasi réel. Il convient de mettre en place des réseaux de mesure disposant d'une couverture correcte des régions vulnérables et de les entretenir pour s'assurer une forte disponibilité et une grande qualité des données. Il faut continuellement revoir la qualité des données de sortie ainsi que la couverture du réseau pour veiller à ce qu'elles satisfassent aux exigences opérationnelles des alertes. Outre les données recueillies *in situ* par des stations terrestres, des données de télédétection issues de radars et de satellites météorologiques sont essentielles pour le suivi de phénomènes météorologiques à fort impact comme les cyclones tropicaux, les fortes pluies, les orages et les tornades. Il faut donc recueillir des données intéressantes, de même que des analyses des réseaux régionaux et des territoires limitrophes, et de sources internationales. En vue de soutenir le développement des connaissances des dangers, il convient d'archiver régulièrement les données pour les étudier et les analyser ensuite.

Prévision numérique du temps

Des données d'observation fiables et correctes alimentent des modèles de prévision numérique du temps. Il peut s'avérer onéreux d'acquérir et d'entretenir les ordinateurs nécessaires à la production de telles prévisions, sans compter que le processus peut être long et nécessiter l'intervention d'un grand nombre de personnes; toutefois, l'issue peut être grandement avantageuse grâce à l'anticipation d'événements météorologiques dangereux. Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux qui ne disposent pas de modèles de prévision numérique du temps peuvent accéder gratuitement, via internet, aux données numériques de plusieurs modèles mondiaux réputés.

Modèles conceptuels

Les modèles conceptuels peuvent servir à synthétiser les données d'observation et les informations des modèles de prévision numérique du temps afin d'appuyer les décisions à propos de dangers météorologiques actuels et à venir. Par exemple, il faut des données d'observation, des informations de prévision numérique du temps et l'application correcte d'un modèle conceptuel pour identifier les conditions favorables à l'accumulation dangereuse de glace à la surface à partir de pluies verglaçantes. Un météorologiste peut constater que les températures de surface d'un thermomètre mouillé sont légèrement négatives, inférieures aux précédentes prévisions, alors que de fortes pluies approchent, indiquant que les conditions deviennent plus favorables à une accumulation dangereuse de glace.

Pour combiner avec succès des données d'observation et des informations issues de modèles de prévision numérique du temps aux modèles conceptuels humains, il faut des investissements constants dans des formations ainsi que dans l'infusion des connaissances

tirées de l'expérience. L'éducation et la formation continues des météorologistes sont donc des éléments essentiels des programmes d'alerte des SMHN relatifs aux phénomènes météorologiques dangereux.

Prise de conscience de la situation

Si les météorologistes doivent avoir à leur disposition un nombre imposant de données d'observation et d'informations de prévision numérique du temps pour établir un modèle conceptuel des risques météorologiques actuels et à venir, ils doivent aussi disposer de différents moyens pour évaluer de quelle façon la prévision se vérifie en temps réel. Dans le cas des pluies verglaçantes, le prévisionniste se sert d'une compétence liée aux modèles conceptuels (reconnaitances des formes) qu'il associe à une prise de conscience de la situation (précipitations en approche et observation de températures du thermomètre mouillé inférieures à celles précédemment prévues) pour identifier les possibles catastrophes météorologiques avant de recevoir les premiers rapports de forte accumulation de glace.

Outre les observations météorologiques classiques, des rapports de personnes sur le terrain, des données de caméras à distance, de même que des informations des médias, des responsables des situations de crise et de l'application des règles peuvent aider à cette prise de conscience de la situation. Les météorologistes doivent être formés pour reconnaître rapidement qu'une prévision ne se vérifie pas comme prévu et doivent être capables de réévaluer de façon critique l'ancien modèle conceptuel, d'en créer un nouveau sur base des nouvelles observations et d'agir de façon décisive pour corriger les prévisions et les alertes.

3.3.2 Dispositions institutionnelles et opérationnelles

Un plan de gestion des risques de catastrophes doit reposer sur un système d'alerte précoce solide. Il est essentiel que des accords préalables entre les SMHN et les agences d'intervention en cas de catastrophe aient été conclus pour concevoir un protocole pour le système d'alerte (qui émet quelles alertes sur quels dangers et en utilisant quels moyens de diffusion). Le langage utilisé dans les alertes doit être cohérent. Un plan d'action en cas de catastrophe doit spécifier les mesures à prendre par les différentes parties avant, pendant et après un phénomène dangereux. Des dispositions légales doivent être établies en fonction.

Des centres d'alerte précoce doivent être créés pour surveiller les dangers 24 heures sur 24 et émettre des alertes afin de lancer des mesures d'intervention en cas de catastrophe. Une instance nationale de gestion des risques de catastrophes doit être mise en place pour coordonner les différents processus. Cet organe doit être relié aux systèmes d'alerte précoce afin qu'il reçoive les alertes dans les temps et de façon fiable. Il est aussi nécessaire qu'une communication efficace soit établie entre les instances de gestion des risques de catastrophes et les Services météorologiques et hydrologiques nationaux de façon à veiller à ce que les alertes répondent aux exigences de la population. Il faut régulièrement tester les systèmes d'alerte pour s'assurer qu'ils sont prêts.

Les systèmes opérationnels des centres d'alertes doivent être solides, prévoir des copies de sauvegarde, assurer la continuité des plans, disposer de matériel en double et être équipés de services de soutien pour garantir une forte disponibilité du service.

3.3.3 *Système de prévision et d'alerte*

Des alertes efficaces constituent l'élément essentiel de systèmes d'alerte précoce. Elles doivent reposer sur des analyses des données d'observation et sur des informations de prévision numérique du temps sur base d'une méthodologie scientifique. Lorsque cela est possible, il faut adopter des normes internationales sur la qualité des données et sur les produits d'alerte. Les produits de la prévision numérique du temps et les techniques de prévision immédiate sont de plus en plus accessibles et doivent servir aux prévisions et aux alertes.

Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux doivent mener des recherches dans les domaines de la météorologie, de la climatologie, de l'hydrologie, de l'océanographie et même dans les sciences sociales pour améliorer leur compréhension des dangers et leurs capacités à les prévoir. Le stockage et la mise à jour des résultats de ces recherches sont une condition préalable à toute base scientifique de systèmes d'alerte précoce.

Les capacités techniques au niveau des prévisions et des alertes se construisent grâce à la formation du personnel et aux recherches. Différents programmes de l'OMM proposent régulièrement des activités de renforcement des capacités et des programmes de recherche conjoints. La collaboration internationale au niveau des recherches, par la mise en réseau d'institutions ou de scientifiques, est une façon de rassembler des ressources techniques afin de comprendre les processus physiques dans l'atmosphère. Ce genre de compréhension requiert souvent de mener des expériences à grande échelle sur le terrain pour recueillir des données et des informations, mais il est en général impossible pour un scientifique ou pour un SMHN seul de mener de telles expériences. Bon nombre de ces projets de recherche conjoints visent à accroître les capacités d'alerte en cas de dangers météorologiques.

3.3.4 *Recherches*

L'expérience concernant la recherche sur les systèmes d'observation et la prévisibilité (THORPEX), qui relève du Programme mondial de recherche sur la prévision du temps (PMRPT) de l'OMM, est un bel exemple d'efforts conjoints dont le but est d'améliorer la véracité des prévisions à un ou deux jours des phénomènes météorologiques à fort impact (http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/thorpex_new.html).

S'attachant particulièrement aux applications de prévision immédiate, le projet de démonstration en matière de prévisions mis en œuvre à l'occasion des Jeux olympiques de Beijing (B08FDP) et le projet de démonstration de prévision immédiate créé à l'occasion de l'Exposition universelle Shanghai 2010 ont profité de ces deux événements pour montrer combien les applications de prévision immédiate améliorent la prévision à courte échéance des services d'alertes météorologiques pour les événements météorologiques à fort impact.

Les Services météorologiques et hydrologiques nationaux amélioreront leurs capacités à remplir leur rôle dans le cadre des alertes précoces lorsque les résultats de recherches de ce genre dans d'autres domaines spécialisés seront intégrés à leur propre base de connaissances. La participation à des séminaires ou à des colloques multidisciplinaires traitant des dangers naturels est nécessaire, mais pas suffisante. L'échange pur et simple de résultats entre météorologistes, hydrologistes, sociologues, psychologues et spécialistes des médias est certes un bon départ, mais ne suffira pas à fournir une approche et une compréhension générales des dangers dans le contexte de problèmes économiques ou de société qu'ils supposent. Des solutions doivent être trouvées en travaillant ensemble et grâce à des recherches interdisciplinaires. Glantz (2003) a bien illustré ce point en stipulant qu'au regard des dangers géologiques ou hydrométéorologiques, les processus physiques sont soit bien compris, soit en cours d'analyse minutieuse de la part des chercheurs scientifiques. Quant aux processus socio-économiques et politiques, il faut absolument en comprendre le rôle dans la conversion d'un danger potentiel en une véritable catastrophe.

3.4 **DIFFUSION ET COMMUNICATION**

Des alertes précoces efficaces doivent être diffusées à l'intention des populations pour qu'elles soient prévenues de l'imminence de phénomènes dangereux, mais aussi pour faciliter la coordination aux niveaux national et régional, de même que l'échange d'informations.

3.4.1 *Problèmes organisationnels*

La population et les autorités responsables de la gestion des risques doivent être informées du rôle des Services météorologiques et hydrologiques nationaux en termes d'émission d'alertes météorologiques. Il convient de préciser la chaîne de diffusion et les responsabilités des parties concernées dans un plan national d'intervention en cas de catastrophe. Si possible, il faut aussi définir des dispositions pour l'échange transfrontière des alertes.

Au sein de leur structure et en fonction des différents types de risque possibles pour différents lieux, les SMHN doivent identifier et désigner les instances qui émettent des alertes et diffusent des informations. Pour les dangers localisés, la communauté accordera probablement plus confiance à des informations provenant d'une personne disposant de connaissances locales de la région plutôt que d'un étranger d'un bureau lointain qui pourrait ne pas être suffisamment sensible aux besoins sur place.

3.4.2 *Présentation des alertes*

Il est possible qu'il faille préparer des alertes dans différents formats – textes, graphiques, code couleurs, messages audio – et qu'elles incluent des mesures précises à adopter par la population pour faire face au phénomène. Grâce à ces différents formats, les personnes handicapées recevront probablement plus facilement le message et pourront agir en conséquence. Il faut néanmoins que tous les formats présentent l'information de façon précise et cohérente.

3.4.3 Efficacité de la communication

La diffusion est la fourniture de messages d'alerte, mais on ne parle de communication que lorsque l'information est reçue et comprise. Donc le fondement de toute communication des messages d'alerte repose sur le format et la formulation des messages, sur les méthodes de diffusion, sur l'éducation et la préparation des parties prenantes, ainsi que sur leur compréhension des risques qu'elles courent.

Les messages d'alertes efficaces sont courts, concis, compréhensibles et exploitables; ils répondent du reste aux interrogations «quoi», «où», «quand», «pourquoi» et «comment réagir». Ils doivent rester cohérents au fil du temps. Il faut concevoir les messages d'alerte en fonction des besoins précis des utilisateurs visés. L'utilisation d'un langage clair avec des phrases courtes et simples améliore la compréhension du message de la part des utilisateurs. En outre, l'information la plus importante du message doit être présentée en premier lieu, suivie des autres renseignements. Ils doivent également comprendre des informations détaillées sur le danger, et utiliser des références reconnaissables ou géographiquement localisées.

Une communication efficace des risques et des alertes exige de connaître les destinataires. Dans la plupart des pays, la population est très variée, avec des origines, des expériences, des perceptions, des circonstances et des priorités différentes. Il faut donc tenir compte de cette diversité lors de toute tentative de communication. Lors de l'émission de messages d'alerte, il convient donc d'identifier les préoccupations de la communauté touchée de façon à protéger leurs intérêts (par exemple, des instructions visant à protéger le bétail).

Il faut par ailleurs prévoir des dispositions afin d'avertir les utilisateurs de la dissipation d'une menace de danger et de la levée des mesures d'urgence.

3.4.4 Moyens de communication

Il faut prévoir des moyens de communication afin de répondre aux besoins individuels des communautés qui couvrent toute la population concernée. Ils peuvent reposer sur divers formats (textes, graphiques, messages audio) et moyens (radio, téléphone, internet, radiomessagers, sirènes, alertes visuelles et même des messagers à pied pour les lieux isolés) en fonction des circonstances. Les alertes doivent être diffusées au travers de différents canaux pour s'assurer qu'elles parviennent au plus vite aux utilisateurs finaux. Du reste, la communication est aussi fortement améliorée lorsque des messages d'alerte cohérents proviennent de plusieurs sources crédibles. Des émissions dans les médias de l'office météorologique et/ou des interviews à la radio et à la télévision, accompagnées de données plus officielles peuvent se révéler efficaces au déclenchement d'une réaction de la part de la population. Ces données officielles peuvent provenir de SMHN (comme des prévisionnistes ou des responsables d'offices météorologiques locaux) ou d'un dirigeant communautaire (comme le gouverneur ou le responsable des situations d'urgence).

Les réseaux de diffusion des alertes doivent être connus de tous les destinataires et doivent de préférence être cohérents pour les différents types d'alerte pour minimiser le risque de confusion ou de malentendu chez les utilisateurs. Il faut que la

transmission des alertes soit fiable et que les utilisateurs en accusent réception.

Il est devenu indispensable pour les Services météorologiques et hydrologiques nationaux d'être capables de s'adapter rapidement aux nouvelles technologies de communication. Le public s'attend à être informé de conditions dangereuses via une série de nouvelles plates-formes (téléphones intelligents (smartphones), tablettes, ordinateurs portables, etc.), par l'intermédiaire des réseaux sociaux, mais aussi grâce à des plates-formes plus anciennes (télévision et radio). La popularité des plates-formes et des réseaux sociaux peut évoluer rapidement et les SMHN doivent donc être souples pour entrer en contact avec le maximum de personnes possible.

3.5 MESURES D'INTERVENTION

Si l'on veut que les systèmes d'alerte précoce diminuent les risques de catastrophes, il faut renforcer les capacités de la communauté à réagir aux catastrophes naturelles. L'éducation et la sensibilisation du public, la participation des parties prenantes, la présentation des alertes et leur communication contribuent à l'adoption d'une réaction appropriée à l'alerte.

3.5.1 Perception de la population

Le message d'alerte en soi ne suscite pas une réaction immédiate de la part des individus. Les personnes qui reçoivent l'alerte vont d'abord l'évaluer en fonction de leur propre sens du risque et chercher une confirmation auprès d'une deuxième source d'informations. Les informations supplémentaires requises avant qu'elles ne réagissent dépendent du contenu et de la clarté de l'alerte initiale, ainsi que de la crédibilité de l'organisation qui l'a émise. Il est essentiel que le public respecte l'avertissement pour s'assurer une intervention rapide et efficace. Les mesures visant à accroître la confiance du public envers les alertes et à garantir une réaction rapide sont:

- i) La mise à jour régulière des messages d'alerte émis avant un phénomène précis;
- ii) L'émission des alertes par des organisations ou des responsables respectés;
- iii) La mise en évidence des différences entre prévisions et alertes;
- iv) La minimisation des fausses alertes et la mise en avant des améliorations;
- v) L'émission d'alertes par plusieurs sources crédibles;
- vi) la cohérence dans le temps des messages d'alerte; et
- vii) Le fondement scientifique des alertes.

3.5.2 Plan d'intervention

Il convient d'établir un plan d'urgence et d'intervention en cas de catastrophe qui tient compte des

risques pour les communautés vulnérables. Ce plan doit être conçu en collaboration avec les acteurs qui ont des responsabilités en cas d'urgence ou qui doivent agir lors de l'émission d'alertes. Des tests et des exercices doivent être régulièrement menés pour vérifier l'état de préparation des systèmes d'alerte et des mécanismes d'intervention. Les enseignements tirés lors de ces exercices doivent être analysés et mener à des améliorations du plan afin de rectifier les lacunes identifiées.

3.5.3 Éducation de la population

Il est possible d'accroître le niveau de préparation de la communauté à réagir aux dangers naturels grâce à son éducation. Il convient de familiariser les individus avec les dangers, les moyens de diffusion, la signification des alertes et les mesures à prendre pour diminuer les pertes et les dommages. Cela doit être fait bien avant que les conditions dangereuses ne se forment. Le potentiel de réaction appropriée des individus est considérablement amélioré lorsqu'ils sont informés des risques qu'ils courent et des actions qu'ils peuvent prendre pour sauver leurs vies et biens en cas d'urgence météorologique. La sensibilisation aux dangers naturels doit être abordée à tous les niveaux du programme scolaire. Les médias de masse et internet doivent également servir à diffuser l'information. Le cas échéant, il est possible qu'il soit nécessaire de mettre sur pied des campagnes de publicité et d'éducation pour des groupes communautaires spéciaux. Le document des services météorologiques destinés au public de l'OMM, «Guide on Improving Public Understanding of and Response to Warnings» (Guide sur l'amélioration de la compréhension des alertes par le public et de ses réactions, PWS-8 – WMO/TD-N° 1139) comprend davantage de débats sur la présentation et la diffusion des alertes, sur l'éducation du public et les initiatives de sensibilisation.

3.6 SUIVI ET EXAMEN

Il convient d'étudier l'efficacité des systèmes de diffusion et de communication à la fois lors d'exercices et de situations réelles, et les erreurs doivent être corrigées pour veiller à l'état de préparation des systèmes.

Il est essentiel de procéder à la vérification et à l'évaluation des services d'alerte après un phénomène météorologique dangereux pour en mesurer les résultats, identifier et corriger les lacunes, et recueillir les meilleures pratiques qui pourront être partagées avec d'autres unités du service ou avec des partenaires de la gestion des risques. Outre des mesures quantitatives, il est aussi intéressant de procéder à une évaluation objective. Des entrevues ou des enquêtes menées avec des partenaires et des parties prenantes peuvent fournir de bons renseignements sur la façon dont les produits et les services ont été perçus et interprétés, et sur les actions qui ont été entreprises en réaction à l'alerte. Ce retour d'informations peut ensuite servir pour procéder à des ajustements pour les prochaines alertes.

Les lacunes au niveau de la surveillance et de la prévision des dangers doivent être identifiées et des

recherches doivent être menées pour renforcer les capacités techniques.

Il est possible pour les SMHN de gagner en crédibilité en publiant les résultats des vérifications et des évaluations après une catastrophe; cela permet aussi de renforcer leur image en tant que services adaptés aux besoins des utilisateurs et dévoués à cette tâche auprès des acteurs et des partenaires.

3.7 RENFORCEMENT DES CAPACITÉS

Pour que leur système d'alerte en cas de phénomènes météorologiques dangereux soit efficace, les Services météorologiques et hydrologiques nationaux doivent veiller à ce que le renforcement des capacités de leurs spécialistes des alertes en cas de dangers météorologiques figure parmi les priorités nationales. Les SMHN doivent consacrer les ressources financières et humaines nécessaires à:

- i) L'entretien et l'amélioration constants des infrastructures nationales d'observation météorologique;
- ii) Le développement et amélioration des capacités techniques, opérationnelles et de diffusion;
- iii) La recherche pure et appliquée, à la fois en météorologie et dans les sciences sociales et les autres disciplines associées à la gestion des risques (plus probablement au travers de partenariats et de collaborations);
- iv) La formation continue des membres du personnel des SMHN, de leurs partenaires et des parties prenantes; et,
- v) L'éducation et la sensibilisation du public.

La formation ne doit pas se limiter au personnel des SMHN, mais doit aussi inclure celui des agences partenaires ainsi que les membres des communautés exposées. Par exemple, aux États-Unis d'Amérique, le Service météorologique national (National Weather Service - NWS) travaille avec l'Agence fédérale de gestion des situations d'urgence (Federal Emergency Management Agency - FEMA) pour enseigner aux responsables des situations d'urgence la façon de se servir des produits et des services du NWS grâce à des formations sur place et à distance sur:

- i) Les dangers météorologiques et la préparation aux inondations;
- ii) La coordination des alertes;
- iii) Les partenariats pour mettre en place et conserver des groupes d'observateurs; et
- iv) La planification en cas d'ouragan.

Chapitre 4

EXEMPLES DE SYSTEMES D'ALERTE PRECOCE PROBANTS

Les exemples ci-après sont des illustrations concrètes de certains des principes évoqués dans les présentes directives.

4.1 EXEMPLES DE HONG KONG (CHINE)

Hong Kong est une métropole de plus de sept millions d'habitants qui essuie souvent des cyclones tropicaux et de fortes pluies. Les cyclones tropicaux peuvent s'accompagner de coups de vent ou même des vents de la force d'un ouragan, ainsi que de pluies torrentielles. Il n'est pas rare d'enregistrer dans la ville plus de 100 mm de pluie par jour lors du passage d'un cyclone ou en cas de thalweg de mousson, ce qui peut provoquer des glissements de terrain et des inondations. Les exemples qui suivent illustrent la façon dont l'Observatoire de Hong Kong (Hong Kong Observatory - HKO), le Service météorologique national à Hong Kong (Chine), atténue les impacts des dangers naturels.

Système d'alerte aux cyclones tropicaux en tant que mécanisme de déclenchement de mesures de protection contre des phénomènes météorologiques dangereux

En moyenne, Hong Kong subit six cyclones tropicaux par an. Pour atténuer l'impact des cyclones tropicaux, la ville dispose d'un système d'alerte aux cyclones tropicaux à plusieurs niveaux afin de prévenir la population du danger que représentent les vents qui accompagnent un tel phénomène. Il s'agit de cinq niveaux représentant les niveaux croissants de la force du vent. Le signal No 1 du système d'alerte aux cyclones tropicaux est émis dès qu'un cyclone tropical évolue dans un rayon de 800 km autour de Hong Kong et pourrait plus tard atteindre le territoire. Les signaux Nos 3 et 8 avertissent la population de l'arrivée respectivement de vents forts et de coups de vent/vents de tempête sur le territoire. Le signal No 9 signifie que les coups de vent ou les vents de tempête s'accroissent et le signal No 10 est émis lorsque les vents sont de la force d'un ouragan.

Les normes de construction étant très strictes à Hong Kong, les habitations sont en général considérées comme les lieux les plus sûrs où la population puisse s'abriter en cas de cyclone tropical. Lorsque le signal No 8 est émis, le HKO conseille au public de rester à la maison ou d'y retourner. Presque tout est alors fermé dans la ville: écoles, bureaux gouvernementaux, banques, bourse et tribunaux sont fermés. La plupart des services de transport public s'arrêtent progressivement. Lorsque le signal No 9 est émis, les services ferroviaires sont souvent suspendus. Au signal No 10, toute la ville s'arrête complètement et se prépare à l'assaut d'un véritable typhon.

Néanmoins, l'émission du signal No 8 pourrait déjà causer le chaos puisque des millions d'habitants tentent de rentrer chez eux en même temps. Pour que tout se passe dans l'ordre, une annonce publique préalable est faite sur l'imminence du signal No 8 deux heures avant qu'il ne soit effectivement émis. Cela permet aux opérateurs des transports de prendre les mesures nécessaires pour satisfaire la hausse de la demande en

transport et aux citoyens de rejoindre leur foyer de façon sûre et ordonnée avant l'arrivée du cyclone.

Le système d'alerte aux cyclones tropicaux est en place depuis de nombreuses années et le public y est désormais familiarisé. Le système, ainsi que les mesures d'intervention correctement coordonnées des organismes de secours se sont révélés très efficaces dans la réduction du nombre de décès et de pertes matérielles liés aux cyclones tropicaux.

Lien entre des alertes aux tempêtes de pluie et la fermeture des écoles

Hong Kong connaît de fortes tempêtes de pluie locales, en général entre avril et septembre. Ces tempêtes peuvent éclater rapidement et s'accompagner de très fortes pluies dont les taux instantanés dépassent parfois 300 mm par heure. Dans une ville aussi densément peuplée, de fortes pluies et les glissements de terrain qu'elles provoquent peuvent s'avérer catastrophiques sans une bonne gestion, notamment aux heures de pointe.

Depuis 1992, le HKO a mis en place un système d'alerte aux tempêtes de pluie basé sur un code couleur et disposant de 3 niveaux: orange, rouge et noir. Le signal orange est émis pour prévenir de la possibilité de fortes pluies pouvant déboucher sur des tempêtes de niveau rouge ou noir. Les signaux rouge et noir sont émis pour avertir la population de l'imminence de fortes pluies (entre 50 et 70 mm par heure respectivement) pouvant être dangereuses et résulter sur d'importantes perturbations.

Au moment où le signal rouge est émis, les conditions sur les routes ne sont plus considérées comme praticables pour les étudiants pour qu'ils circulent entre leur domicile et l'école. L'émission du signal rouge va donc déclencher une série de mesures liées aux écoles. Des instructions préalables sont transmises aux administrateurs des écoles, aux opérateurs de bus scolaires et aux parents pour qu'ils adoptent certaines actions. Les étudiants sont priés de rester chez eux s'ils ne sont pas déjà sur la route. Pour ceux et celles qui sont déjà partis, les écoles seront ouvertes et disposeront de suffisamment de personnel pour prendre soin des élèves jusqu'à ce que les conditions leur permettent de rentrer chez eux. Les classes déjà en cours ne seront pas perturbées par l'émission de signaux et les élèves ne seront libérés que lorsque la menace s'éloignera. Les prévisionnistes collaborent étroitement avec les autorités de l'éducation à l'approche de fortes pluies et de l'imminence du signal rouge. Une coordination si étroite est en place depuis plus de dix ans et ce genre de mauvaises conditions climatiques ne tuent ou ne blessent pratiquement aucun élève.

Alertes en cas de temps très chaud ou très froid et centres de secours temporaires pour les nécessiteux

Dans le climat subtropical de Hong Kong, les températures extrêmes ne sont pas fréquentes, n'excédant que rarement 36 °C et ne tombant jamais sous 0 °C. Toutefois, les conséquences sociales et les effets pour la santé peuvent se faire ressentir dès lors que les températures dépassent certains niveaux «de confort» lors

de vagues de chaleur ou de froid qui peuvent frapper Hong Kong plusieurs fois par an. Les personnes âgées et celles souffrant de maladies chroniques sont particulièrement menacées. L'hypothermie et le coup de chaleur peuvent entraîner la mort de personnes surexposées aux éléments ou en activité à l'extérieur.

Pour prévenir la population de tels risques, le HKO émet des alertes en cas de temps très chaud ou très froid. Tenant compte des effets combinés du vent et de l'humidité, les critères de température urbaine de référence pour déclencher les alertes se situent en général autour de 33 °C et au-delà pour l'alerte en cas de temps très chaud, et autour de 12 °C et en deçà pour l'alerte en cas de temps très froid. Les alertes sont diffusées à la radio et à la télévision, accompagnées de conseils sur les actions à prendre. Lors de l'émission de telles alertes, le Ministère des Affaires intérieures ouvre des centres de secours temporaires équipés de systèmes d'air conditionné en cas de temps très chaud, et de couvertures et d'aliments chauds en cas de temps très froid, pour aider les nécessiteux à traverser cette période difficile.

4.2 EXEMPLE DE FRANCE

Événements importants survenus ces dix dernières années et leur incidence sur le système de vigilance

Ces dix dernières années, la France métropolitaine a connu des catastrophes naturelles de grande ampleur qui ont eu des conséquences considérables en termes de pertes humaines et/ou matérielles. Chacune d'entre elles a permis d'améliorer les différentes parties concernées de l'ancien système d'alerte.

I. La vague de chaleur de 2003

De juin à août 2003, l'Europe a été frappée par une vague de chaleur sans précédent. En France, à la fois la durée de cet épisode de chaleur et les températures enregistrées pendant la première moitié du mois d'août ont été exceptionnelles. Bien que les prévisions météorologiques à moyenne échéance se sont avérées exactes, les conséquences humaines de cette catastrophe ont été particulièrement graves puisqu'un nombre anormalement élevé de décès – près de 15 000 personnes – ont eu lieu au mois d'août, principalement parmi les personnes âgées. De nombreuses critiques ont donc vu le jour à propos de la lenteur de la mise en place d'un plan d'urgence. La révision des services de prévention et d'alerte en cas de catastrophe, de même que des services de secours et d'urgence qui a été menée dans la foulée de ce phénomène a surtout mené à l'inclusion du risque de vague de chaleur dans le système de vigilance météorologique. Cette décision résulte également de l'introduction de modalités de coordination entre le ministère de la Santé, l'Institut de veille sanitaire (INVS), l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) et Météo-France.

II. Les inondations de 2005

Les inondations survenues dans les départements du Gard et de l'Hérault du 5 au 9 septembre 2005 ont fait deux morts et ont causé des dégâts matériels dans 242 communes. Il ne s'agissait pas des inondations les plus graves que la France ait connues ces dernières années puisque les bilans de celles de 1999, de 2002 et de 2003 étaient plus lourds. Toutefois, il convient de citer les événements de 2005, car ils ont

débouché sur une meilleure coordination entre les services hydrologiques et météorologiques au niveau des alertes précoces. Auparavant, le système de vigilance de Météo-France, de nature exclusivement météorologique, ne se concentrait que sur le phénomène des fortes pluies sans aborder l'impact des «inondations». Après les inondations de 2005, la décision a été prise de remplacer le paramètre «fortes précipitations» par celui «pluie-inondation» sur base d'une procédure consolidée impliquant la coopération et la coordination entre les services de prévision météorologique de Météo-France et le réseau de prévision des crues.

Événements récents au cours desquels le système de vigilance s'est révélé efficace

III. La vague de chaleur de 2006

Du 30 juin au 1^{er} août 2006, presque tout le territoire français a connu une vague de chaleur qui a donné lieu à trois alertes orange à la « canicule », plaçant 66 départements en alerte. Une étude des caractéristiques météorologiques de l'été 2006 a révélé que la vague de chaleur était l'une des plus importantes que la France a connue depuis les années 1950, après celle de 2003. À titre de comparaison, l'épisode de 2006 a duré plus longtemps, mais était moins intense et moins réparti sur le plan géographique qu'en 2003. La vague de chaleur aurait pu causer la mort de 6 400 personnes selon la corrélation température-mortalité, mais le nouveau système de prévention et d'atténuation, y compris les alertes précoces faites au public, mis en place après la catastrophe de 2003, a permis de réduire le nombre de décès supplémentaires à environ 2 000.

IV. La tempête Klaus du 24 janvier 2009

Le 24 janvier 2009, une tempête exceptionnellement forte a balayé le sud-ouest de la France. Les vents ont atteint des vitesses comparables à celles enregistrées en 1999, avec des rafales allant jusqu'à 190 km/h sur la côte méditerranéenne. Pendant cet épisode, Météo-France a placé neuf départements en alerte rouge, le niveau maximum de danger; il s'agissait de la première fois depuis la mise en place du système de vigilance météorologique qu'une alerte de ce niveau était déclenchée pour une tempête. Grâce aux confirmations des résultats des modèles à chaque observation des images satellites qui montraient la formation et l'amplification de la tempête au-dessus de l'Atlantique, le passage à l'alerte rouge a été opéré plus de 12 heures à l'avance. Des centres de crise ont été mis sur pied, du personnel supplémentaire a été prévu pour tous les services et des mesures de déploiement des services d'urgence et de restriction du trafic ont été activées. Même si la tempête a frappé une zone plus petite qu'en 1999, ses conséquences ont été effroyables, causant directement la mort de huit personnes et de quatre autres par intoxication au monoxyde de carbone (causée par des générateurs de secours ou des chauffages dans des zones où l'électricité avait été coupée). En dehors des conséquences considérables sur les forêts, les pertes humaines sont sans commune mesure avec celles de la tempête de 1999 qui a tué près de 90 personnes.

4.3 EXEMPLE DES ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Le programme IMET

Aux États-Unis d'Amérique, le service météorologique national (National Weather Service - NWS) apporte son soutien aux agences de lutte contre les feux de forêt grâce à des météorologistes spécialement formés aux incidents (Incident Meteorologists - IMET). Les IMET sont des prévisionnistes volontaires présents dans de nombreux bureaux de prévision météorologique de tout le pays et sont spécialement formés pour assurer un rôle de soutien dans la gestion des situations d'urgence. Leur mission est de fournir des prévisions à court et long terme, d'interpréter des données météorologiques et de faire office de veille météorologique en temps réel pour garantir la sécurité des intervenants sur le terrain et pour fournir des données météorologiques pertinentes lors de décisions tactiques pendant l'incident. Les IMET ont un délai de réponse de 24 heures et peuvent fournir un soutien météorologique localisé en se rendant n'importe où sur le territoire des États-Unis dans les 24 heures qui suivent une demande.

Le programme IMET du NWS, actuellement intégré au ministère de l'Agriculture des États-Unis, a débuté en 1916 par des soutiens météorologiques sur le terrain apportés au Service des forêts dans le cadre de l'extinction des incendies de forêt. Au fil des ans, la mission des agences de lutte contre les incendies a évolué de l'extinction des feux à un rôle s'apparentant plus à la gestion des incendies, les éteignant par moment, mais aussi en s'en servant comme la nature le faisait auparavant pour gérer la biomasse de combustible des forêts nationales. Le programme IMET a donc aussi évolué et de nos jours, il compte près de 80 météorologistes formés.

Les météorologistes IMET stagiaires suivent de nombreux cours de commandement des interventions et sur les conditions météorologiques propices aux incendies. Individuellement, cela représente au total environ 250 heures de cours. Il reçoit ensuite une liste de tâches à accomplir et de travaux à mener à bien sous la tutelle d'un IMET certifié afin d'acquérir une série de compétences exigées dans la liste de tâches. Cette étape dure encore 80 à 160 heures de formation sur le terrain et aborde la prévision de conditions météorologiques propices aux incendies et l'organisation du commandement de crise. Une fois les tâches de la liste accomplies et les cours terminés, le stagiaire reçoit une certification en tant que météorologiste IMET. Pour la préserver, il doit participer à un atelier tous les printemps portant sur des thèmes comme les consignes de sécurité en cas d'incendie, et doit avoir travaillé en tant qu'IMET au cours de l'année précédente.

Le matériel des météorologistes IMET, appelé All-hazards Meteorological Response System (AMRS – système de réponse météorologique aux dangers), se compose d'un ordinateur portable, de dispositifs de communication pour accéder à internet et de communication vocale, d'une imprimante et d'un système d'observation en altitude (radiosonde). Du moment que l'IMET dispose d'une source d'alimentation électrique, qu'il peut obtenir d'un générateur ou d'une batterie automobile, il peut monter un bureau de terrain mobile en 15 minutes et commencer à produire des prévisions en 30 minutes. L'IMET est complètement

autonome, y compris en matériel de camping et en nourriture, pendant les premières 72 heures.

Ces 30 dernières années, le rôle des IMET a évolué, ne fournissant plus exclusivement un soutien à l'extinction des incendies, mais à la lutte contre tous les dangers. Ils suivent des formations spéciales sur les matières dangereuses à haut risque (HAZMAT), sur les prévisions marines et sur les interventions en cas de marée noire. Citons en guise d'exemples récents d'incidents auxquels les météorologistes IMET ont collaboré, les efforts de récupération de la navette spatiale Columbia, le soutien apporté au centre des opérations d'urgence des conventions nationales des deux principaux partis politiques aux États-Unis et l'appui fourni aux services d'intervention d'urgence dans le golfe du Mexique au moment du passage de l'ouragan Katrina (2005) et de la marée noire de la plate-forme pétrolière Deepwater Horizon (2010). Le programme IMET a aussi été étendu pour fournir de l'aide et des compétences sur le plan international en participant à un programme d'échange de prévisionnistes avec l'Office de météorologie d'Australie (Bureau of Meteorology - BoM) qui permet aux IMET d'aider le personnel du BoM pendant la saison des incendies en Australie, de novembre à mars, et aux membres du personnel de BoM de venir prêter main-forte aux équipes du NWS pendant la saison des feux aux États-Unis, de mai à septembre, où ils ne travaillent pas uniquement dans les bureaux de prévisions météorologiques, mais aussi au sein des cellules de crise pour les incendies de forêt en fournissant des prévisions météorologiques et des bulletins d'informations.

4.4 L'EXEMPLE EUROPÉEN D'EMMA

La plupart des pays européens sont relativement peu étendus si l'on considère l'ampleur des phénomènes météorologiques synoptiques classiques. Bon nombre d'événements météorologiques importants, comme des tempêtes de vent, de fortes pluies, des ondes de tempête ou des vagues de froid touchent en effet de vastes zones géographiques couvrant plusieurs pays en même temps. Ces phénomènes peuvent en outre survenir très rapidement. Il existe également de nombreuses mers dont les côtes se trouvent dans plusieurs pays comme c'est le cas de la mer Baltique, de la Manche, de la Méditerranée et de la mer du Nord. Le besoin s'est donc fait ressentir dans plusieurs pays européens d'échanger efficacement les alertes. C'est désormais le cas depuis quelque temps.

Le programme européen multiservices d'alerte météorologique (EMMA)

Le programme EMMA repose sur le principe d'une prise de conscience météorologique et son objectif général est la conception d'un système d'information graphique accessible au public reprenant des renseignements sur les dangers météorologiques attendus les 24 prochaines heures au moins.

Le système doit compléter les systèmes d'alerte nationaux en place en offrant un moyen simple et efficace de sensibiliser les utilisateurs aux risques météorologiques possibles. Il permet également l'échange efficace entre prévisionnistes européens de données météorologiques liées à des événements météorologiques à fort impact.

Voici les principales caractéristiques du système:

- i) Un code couleur lié au niveau de sensibilisation météorologique des phénomènes météorologiques graves couverts par le système;
- ii) Une série de phénomènes météorologiques dangereux qui concernent l'Europe et qui s'affichent grâce à une série homogène de pictogrammes auxquels les pays peuvent éventuellement ajouter certains phénomènes «nationaux»;
- iii) Un accès interactif à des niveaux d'information supplémentaire comme la qualification des risques pour les phénomènes identifiés afin d'accroître la prise de conscience;
- iv) Des procédures de mise à jour souples conçues en tenant compte des méthodes de fonctionnement de chaque Service météorologique et hydrologique national, des zones géographiques et des fuseaux horaires;
- v) Des informations disponibles en plusieurs langues, du moins pour les niveaux d'accès les plus élevés; et
- vi) La mise en œuvre du système grâce à des technologies internet.

Le site web de «Meteoalarm»

Les spécifications définies par les programmes EMMA ont aujourd'hui mené à la conception d'un site web, Meteoalarm (<http://www.meteoalarm.eu>), qui permet l'inclusion de liens internes et de toute la technologie disponible pour garantir un accès aisé. Il s'agit notamment d'un accès aux informations par hyperliens, de la possibilité de zoomer à partir d'une carte de l'Europe pour obtenir les alertes nationales détaillées et, pour bon nombre de pays, de l'accès à des éléments textuels, au moins dans la langue nationale et en anglais.

Le site Meteoalarm fournit une vue synchronisée de l'état de sensibilisation dans les différents pays ou «régions» participants, de même que la possibilité de sélectionner une langue de travail parmi 28 langues différentes. Des hyperliens mènent aux explications des pictogrammes, à des informations générales et aux conditions d'utilisation, et des liens sont en place vers d'autres sites et informations intéressants.

Il est possible de zoomer région par région. Cette possibilité d'agrandir la carte permet d'éviter les confusions lorsque différents types de risque coexistent au niveau local, chacun étant représenté par la couleur appropriée. Un lien relatif au deuxième niveau national permet d'accéder aux bulletins d'alerte régionaux rédigés dans la langue nationale et souvent en anglais.

L'EXEMPLE CROATE

En Croatie, les rôles et les responsabilités des agences participant au système d'alerte précoce et à la gestion des catastrophes sont définis dans des plans nationaux et sont prévus par la loi; des mécanismes de collaboration et de coordination sont définis au travers de procédures opérationnelles types.

Les principaux partenaires du programme d'alerte précoce sont le Service météorologique et hydrologique (DHMZ) et la Direction de la protection et des secours nationaux (DUZS). La coopération entre le DHMZ et la DUZS se fonde sur une longue expérience de travaux communs et de contacts mutuels établis à la fois au niveau du travail quotidien et lors de situations extraordinaires.

En situation normale, le DHMZ fournit à la DUZS toutes les données d'observation et les prévisions météorologiques quotidiennes. La DUZS se charge ensuite de diffuser les informations météorologiques aux centres régionaux grâce à son réseau de communication.

En cas de danger météorologique et de catastrophe possible ou avérée, la procédure opérationnelle pour l'utilisation des prévisions météorologiques de DHMZ stipule le contenu des prévisions et des alertes, le moment de la publication, ainsi que la diffusion des alertes spécifiques, des données supplémentaires, des interprétations et des explications. Les activités requises dépendent du type de danger:

Pour les dangers de type I (dangers météorologiques), le DHMZ a pour unique mission de diffuser des alertes au public (par exemple, vent fort, violents orages, importantes chutes de neige, etc.). Il existe en général deux sortes d'alerte, les alertes publiques, et les prévisions et alertes spéciales définies par les utilisateurs.

Les alertes publiques sont spécialement préparées pour les médias (radio, TV, Internet). En général, les prévisionnistes de garde participent aux enregistrements des alertes à la télévision et à la radio. En Croatie, cela fait longtemps que DHMZ communique de cette façon les prévisions et les alertes au public (depuis 1950 à la radio et 1956 à la télévision) et tous les prévisionnistes de DHMZ sont spécifiquement formés à la communication efficace des alertes.

Les prévisions et les alertes spéciales définies par les utilisateurs sont conçues pour répondre à des besoins spécifiques et sont définies en fonction de critères précis suggérés par les utilisateurs (par exemple, la DUZS). Du reste, les informations de Meteoalarm pour la Croatie se sont révélées utiles pour les activités de la DUZS et complètent valablement la coordination habituelle. La Croatie participe donc de façon opérationnelle au système d'alerte de Meteoalarm depuis 2009.

Pour les dangers de type II (dangers non météorologiques), la DUZS a l'unique mandat de concevoir l'alerte pour le danger précis. Le DHMZ joue un rôle de soutien à l'égard des agences impliquées en fournissant des prévisions et des alertes météorologiques spéciales ainsi que des interprétations si nécessaire avant, pendant et après l'événement.

Chapitre 5

SYSTÈMES DE PRÉVISION IMMÉDIATE

La prévision immédiate fait en général référence à des prévisions pour les quelques heures à venir par l'analyse et l'extrapolation des systèmes météorologiques observés grâce aux radars, aux satellites et aux autres données d'observation, et par l'application de prévisions numériques du temps à courte échéance. La technique est souvent appliquée aux prévisions à court terme de systèmes météorologiques à petite échelle comme des orages qui engendrent des tornades, des crues éclair, la foudre et des vents destructeurs. Il s'agit d'un outil puissant pour alerter le public de conditions météorologiques dangereuses et à fort impact.

L'extrapolation de cellules orageuses et de convection profonde à partir d'images radar et satellites est une vieille technique qui existe depuis que les prévisionnistes ont accès à ces données de télédétection. En revanche, la capacité de numériser et de fusionner ces données avec des données d'observation *in situ*, comme des données pluviométriques, et avec des prévisions numériques du temps a été mise au point ces vingt dernières années. Les données de radars fournissent la taille, la forme, l'intensité, la vitesse et la direction du mouvement de tempêtes individuelles de façon quasi continue. Il est possible d'estimer l'intensité et la trajectoire d'une tempête donnée ou d'un groupe de tempêtes. La capacité de prévoir la hauteur des précipitations ou la probabilité de conditions météorologiques dangereuses, comme la foudre et les grains à un endroit donné et à un moment donné est surtout utile pour la mise au point d'alertes précoces pour les systèmes à méso-échelle. Des informations sur les espaces bâtis, le drainage et l'occupation des sols peuvent servir à formuler des alertes aux inondations avec une plus grande précision.

Malgré l'efficacité de telles techniques, des recherches sont toujours activement menées sur la prévision immédiate. Bon nombre de Services météorologiques et hydrologiques nationaux (SMHN) ont mis au point des systèmes de prévision immédiate et s'en servent pour appuyer les services d'alertes météorologiques pour les événements météorologiques à fort impact. Il est possible de trouver davantage d'informations sur les recherches menées sur la prévision immédiate sur le site web du Programme mondial de recherche sur la prévision du temps de l'OMM (PMRPT) à l'adresse suivante: http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/nowcasting_research.html.

5.1 SYSTÈMES DE PRÉVISION IMMÉDIATE

Les paragraphes qui suivent décrivent des systèmes de prévision immédiate de Services météorologiques et hydrologiques nationaux ayant participé au projet de démonstration en matière de prévisions mis en œuvre à l'occasion des Jeux olympiques de Beijing 2008 (B08FDP) tel que décrit par Wang et al. (2009).

5.1.1 *Beijing Auto-Nowcaster et NCAR VDRAS*

Le Beijing Auto-Nowcaster (BJANC) est un système de prévision immédiate des orages de zéro à une

heure de l'Office météorologique de Beijing. Il est issu d'une activité de transfert de technologie du Centre national américain de recherches atmosphériques (National Center for Atmospheric Research - NCAR) et se base sur le système Auto-Nowcaster du NCAR. Le BJANC intègre de multiples séries de données, dont des produits de radars, de satellites, de stations de surface, de radiosondes et de modèles numériques. Il est possible d'obtenir différents paramètres de prévision à partir de ces séries de données et de les combiner en recourant à une logique floue pour générer des prévisions de convections. Certains algorithmes et règles de prévision ont été modifiés par rapport à ceux utilisés lors du projet PMRPT de démonstration en matière de prévisions mis en œuvre à l'occasion des Jeux olympiques de Sydney. Ces modifications portent sur: a) les algorithmes pour l'estimation quantitative des précipitations et la prévision quantitative des précipitations en temps réel; b) une relation Z-R optimale pour la région de Beijing; c) une adaptation irrégulière du polygone à l'algorithme de poursuite d'une cellule isolée; et réglages et optimisation des paramètres de l'algorithme sur base de recherches climatologiques, d'études de cas et d'expériences de prévision pour des tempêtes.

Le BJANC produit des prévisions à 30 et à 60 minutes de la réflectivité radar et du taux de précipitation qui sont mises à jour toutes les six (6) minutes. Le système était capable de fournir des prévisions immédiates de la naissance, de l'évolution et de la dissipation d'orages de convection. De plus, sur base de lignes de convergence entrées manuellement, il produisait des extrapolations de prévisions de leur position future.

Le Variational Radar Data Assimilation System (VDRAS) du NCAR a également été testé. Il s'agit d'un système perfectionné en 4 dimensions d'assimilation des données pour l'analyse à haute résolution (1 à 3 km) et rapidement actualisée (12 minutes) du vent en ingérant des données radar sur la vitesse radiale et la réflectivité, ainsi que des données d'observation en surface recueillies à intervalles rapprochés.

5.1.2 *Canadian Radar Decision System*

Le Canadian Radar Decision System (CARDS) est un système opérationnel de traitement radar d'Environnement Canada. Il est conçu pour traiter des données sur les balayages volumétriques avec des objectifs divers comme la surveillance météorologique générale, la détection de conditions météorologiques dangereuses et l'émission d'avertissements, l'estimation quantitative des précipitations et la prévision immédiate des précipitations grâce aux radars. Le client offre des possibilités d'interaction notamment au niveau de l'affichage du produit, des animations, des panoramiques et des zooms, de la coupe verticale interactive et de la possibilité de faire un zoom avant pour passer du niveau des mosaïques à celui des cellules orageuses. Les prévisionnistes peuvent afficher des vues en plan et des sections verticales. Quant à l'application pour les phénomènes météorologiques dangereux, CARDS identifie les cellules, leurs propriétés (comme la zone et

l'intensité), la présence de mésocyclones et de vents rabattants, et prévoit les trajectoires. Un outil de diagnostic essentiel est sa capacité de passer directement de mosaïques synoptiques à méso-échelle, utilisées pour la surveillance, à une multitude de produits à l'échelle des orages nécessaires pour les prises de décision en cas d'alerte. Pour l'estimation quantitative des précipitations, le système se fie à des données dont la qualité est contrôlée et sur la bonne relation Z-R. Pour les prévisions immédiates de précipitations, la persistance et le suivi de la zone par corrélation croisée sur les produits planaires servent à déterminer le déplacement spatial et à faire des prévisions immédiates à 90 minutes. Au Canada, le produit type est une prévision locale présentée sous la forme d'un météogramme.

5.1.3 GRAPES-based Severe Weather Integrated Forecasting Tools

Les outils de prévision des phénomènes météorologiques dangereux basés sur le système mondial/régional de prédiction (Global/Regional Assimilation PrEdiction System – GRAPES), GRAPES-SWIFT, ont été conçus en 2005 par le Bureau de météorologie provincial de Guangdong, en collaboration avec l'Académie chinoise des sciences météorologiques (Chinese Academy of Meteorological Sciences - CAMS). Le système est prévu pour fournir une plate-forme opérationnelle pour la prévision immédiate de fortes conditions convectives en intégrant des données de la nouvelle génération de radars Doppler chinois, de stations météorologiques automatiques, de satellites et des résultats des modèles de prévision numérique du temps à méso-échelle. La plate-forme permet le suivi, l'analyse et la prévision de conditions convectives et prévoit des fonctions d'alerte ainsi que l'affichage des produits sur base du système d'information géographique.

Le système GRAPES-SWIFT comporte deux éléments: le premier est un modèle à méso-échelle non hydrodynamique appelé GRAPES et disposant d'une résolution horizontale de 30 km et de 31 couches verticales; il fournit des analyses toutes les trois heures et des prévisions toutes les six heures. Le second comprend un module de prévision immédiate, SWIFT, qui produit des prévisions immédiates grâce à des techniques d'extrapolation de données radar et de méthodes statistiques. L'algorithme de convection de GRAPES-SWIFT produit une mosaïque de réflectivité radar en deux dimensions, des estimations quantitatives des précipitations, des prévisions quantitatives des précipitations de zéro à trois heures, des possibilités de conditions convectives et l'identification, le suivi et la prévision d'orages unicellulaires.

5.1.4 McGill Algorithm for Precipitation Nowcasting by Lagrangian Extrapolation

L'algorithme de McGill pour la prévision immédiate de précipitations par extrapolation de Lagrange (McGill Algorithm for Precipitation Nowcasting Using Lagrangian Extrapolation - MAPLE), mis au point à l'Université McGill de Montréal, Canada, utilise des techniques statistiques sur d'anciennes images radar pour prévoir la localisation et l'intensité futures de la réflectivité, et le volume futur des précipitations. Avant le traitement par MAPLE, la qualité des données radar

était contrôlée, elles étaient ensuite combinées dans une mosaïque en trois dimensions grâce à un logiciel conçu par le National Severe Storms Laboratory (NSSL). Le logiciel mosaïque du NSSL produit deux fichiers de sortie: la réflectivité composite et le relief « le plus bas » suivant le champ de réflectivité à partir duquel la prévision quantitative des précipitations est dérivée.

5.1.5 Niwot

Niwot est un système de prévision immédiate conçu par le NCAR pour fournir des prévisions de une à six heures de précipitations convectives. Les prévisions se basent sur la combinaison et la fusion de prévisions de précipitation issues d'extrapolations d'échos radar avec des prévisions de précipitation issues de prévisions numériques du temps. Le système d'analyse des prévisions assimile des données d'observation en altitude, des profils des vents, des mesures de la vapeur d'eau par GPS et des données de surface à méso-échelle. Niwot se sert d'un nombre limité de règles heuristiques pour combiner les données.

La première hypothèse pour combiner les données est qu'une extrapolation de l'écho radar permet une meilleure localisation des précipitations et que le modèle numérique est capable de prévoir les changements de l'ampleur des précipitations. Donc, si des échos radar plus élevés que 35 dBZ sont présents au moment de la prévision, celle-ci se base sur l'écho radar extrapolé et la zone de l'écho extrapolé est augmentée ou diminuée en fonction des changements infimes survenus dans la zone de prévision modélisée. Si aucun écho radar n'excède 35 dBZ au moment de la prévision et que la prévision numérique du temps prévoit la naissance d'une convection, alors le résultat de la prévision numérique du temps sert de prévision. Du reste, Niwot permet des modifications manuelles des prévisions émises automatiquement. Le prévisionniste peut choisir un lieu et en modifier les prévisions comme souhaité.

Niwot produit des prévisions d'une à six heures par réflectivité radar toutes les heures avec une résolution horizontale d'un kilomètre. Les prévisions sont disponibles toutes les heures à partir des extrapolations de l'écho radar, de modèles de précipitation transformés en réflectivité, de prévisions combinées et de prévisions combinées manuellement modifiées.

5.1.6 Short-Term Ensemble Prediction System

Le système de prévision d'ensemble à court terme (Short Term Ensemble Prediction System - STEPS) est un système d'estimation et de prévision du volume des précipitations par radar basé sur les résultats du projet PMRPT de démonstration en matière de prévisions de Sydney et issu de la collaboration entre le Bureau météorologique australien et le Met Office du Royaume-Uni. STEPS se sert d'un algorithme de poursuite écho élaboré et d'un élément de prévision d'ensemble des précipitations. Le système radar d'estimation quantitative des précipitations comprend des algorithmes qui rendent compte de l'occultation partielle par la topographie, nettoient les brouillages radar liés à une propagation anormale, les échos de la mer et du sol, corrigent le profil vertical de la réflectivité, séparent les relations Z-R pour les précipitations étendues et convectives, et procèdent aux ajustements en temps réel en recourant à des pluviomètres en tant que référence-

terrain. Le système STEPS utilise un modèle statistique pour générer des ensembles de régimes de précipitations spatiaux et temporels pour la période de prévision. Les prévisions servent ensuite à dériver la probabilité de dépasser un nombre de seuils de précipitation dans les 60 prochaines minutes.

Les produits STEPS les plus importants sont l'analyse du volume accumulé des précipitations par heure, les prévisions de précipitation pour les 30, 60 et 90 minutes à venir et la probabilité de précipitations supérieures à 1, 2, 5, 10, 20 et 50 mm dans l'heure suivante.

5.1.7 *Short-range Warning of Intense Rainstorms in Localized Systems*

Le système de prévision immédiate de l'Observatoire de Hong Kong (HKO) et d'alerte à courte échéance en cas de gros orages (Short-range Warning of Intense Rainstorms in Localized Systems - SWIRLS), est en place depuis 1999. Sa deuxième version, SWIRLS-2, est en phase de développement et de test en temps réel à Hong Kong depuis 2007. À l'origine, SWIRLS se concentrait avant tout sur la prévision des trajectoires des tempêtes et des orages. SWIRLS-2 a été fortement amélioré et comprend une famille de sous-systèmes pour l'intégration de données d'observation conventionnelles et de télédétection, l'exécution d'algorithmes de prévision immédiate ainsi que la production, diffusion et visualisation de produits grâce à différents moyens. Il intègre de nouvelles techniques de prévision immédiate, y compris la combinaison et l'utilisation associée de prévisions immédiates par radar et d'analyse et de prévisions de modèle de prévision numérique du temps à haute résolution, la détection et la prévision immédiate d'événements météorologiques à fort impact dont les éclairs, les grains et la grêle grâce à des modèles conceptuels, une méthode de poursuite des tempêtes à plusieurs échelles par quadrillage et des représentations probabilistes des incertitudes de prévision immédiate découlant de la surveillance des tempêtes, de leur évolution et dissipation.

Les produits SWIRLS les plus importants incluent des prévisions d'accumulation des précipitations jusqu'à six heures, des prévisions de la probabilité de précipitations et d'éclairs, des vecteurs de mouvement de l'écho radar, des analyses et prévisions de la trajectoire de cellules orageuses, des prévisions de menaces d'orage, de l'intensité des précipitations nuage-sol et du mouvement des échos de la foudre, de forts vents rabattants, des grains et de fortes grêles. Du reste, SWIRLS comprend également plusieurs interfaces graphiques, dont un visualiseur de téphigramme, un visualiseur du mouvement écho, un visualiseur d'orages et de phénomènes météorologiques dangereux, un panneau d'alerte intégré, des produits en langage KML (Keyhole Markup Language) qui peuvent être affichés sur des logiciels d'information géographique et des globes virtuels, et des pages web pour l'affichage de cartes et d'images satellites de prévision numérique du temps.

5.2 SERVICE DE PRÉVISION IMMÉDIATE

Grâce aux systèmes de prévision immédiate, des produits et des services utiles peuvent être conçus pour permettre au public et aux utilisateurs qui mènent des activités sensibles aux conditions météorologiques, de prendre des mesures d'atténuation pour réduire les

risques de dommages et de pertes causés par un événement météorologique à fort impact. Grâce à la technologie internet, les produits de prévision immédiate quantitative peuvent désormais être présentés aux utilisateurs sous un format graphique en trois dimensions (x, y et temps).

Les paragraphes suivants décrivent des exemples de services de prévision immédiate fournis à Hong Kong, Chine lors de l'Exposition universelle Shanghai 2010 et en Australie.

5.2.1 *Prévisions immédiates des précipitations pour la région du delta de la rivière des Perles (Chine)*

Le delta de la rivière des Perles est une région autour de l'estuaire de la rivière des Perles, dans le sud de la Chine. Elle s'étend sur 40 000 kilomètres carrés et compte 48 millions d'habitants. Des convections associées à la mousson et aux cyclones tropicaux sont fréquentes dans la région pendant les mois d'été. L'Observatoire météorologique de Hong Kong a mis au point un produit de prévision immédiate par radar pour la région: il s'agit d'une carte de prévision de la répartition des précipitations pour les deux heures à venir (conformément au temps de balayage du radar). La couverture aérienne du produit s'étend sur environ 120 kilomètres autour de Hong Kong. Il fournit au public des informations quantitatives et graphiques des prévisions de précipitation.

Le produit utilise la norme KML d'Open GIS. Les utilisateurs peuvent agrandir une petite zone qui les intéresse et animer les prévisions immédiates de précipitation. Cela leur permet de visualiser la couverture spatiale et le déplacement des zones de pluie ainsi que le volume des précipitations attendues.

Le système de prévision immédiate SWIRLS de HKO fournit les prévisions de pluie. Les principales données d'entrée de SWIRLS comprennent des réflectivités radar (les signaux radar reflétés à partir des gouttes de pluie) recueillies par les radars météorologiques de l'Observatoire, de même que les chutes de pluie enregistrées par des pluviomètres locaux. La prévision immédiate de précipitations implique quatre étapes principales, à savoir:

- i) La poursuite de l'écho radar;
- ii) La calibration et la conversion en temps réel des échos radar en taux de précipitations;
- iii) L'extrapolation en temps des valeurs estimatives des précipitations obtenues à partir des données radar (partant du principe que le taux de précipitation et le mouvement des échos ne changent pas); et
- iv) Le calcul du volume des précipitations accumulées à la surface du quadrillage.

La résolution horizontale du quadrillage utilisé pour générer des prévisions de précipitation est de deux kilomètres. Le produit de prévision immédiate est mis à jour toutes les 30 minutes, lorsque le radar termine son balayage qu'il entame toutes les heures et toutes les heures trente. La Figure 2 est un exemple de prévision immédiate montrant le passage d'une ligne de grains sur le delta de la rivière des Perles.

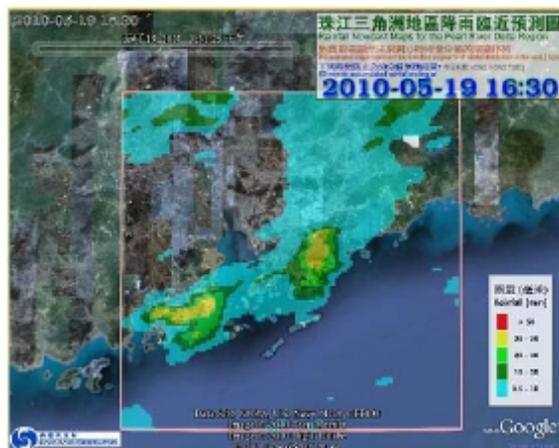


Figure 2: Prévision immédiate à T+2 heures de l'intensité horaire des précipitations sur le delta de la rivière des Perles lors du passage d'une ligne de grains.

5.2.2 Service de prévision immédiate de l'Exposition universelle (Chine)

Lors de l'exposition universelle de Shanghai en 2010, il y a fréquemment eu des pluies et des orages, ainsi que quelques événements météorologiques à fort impact, dont de fortes précipitations, des grains, des éclairs et des cyclones tropicaux. Il était nécessaire de prévenir immédiatement de l'arrivée de conditions météorologiques à fort impact afin d'aider à la planification et à la coordination des activités de l'exposition, de garantir le fonctionnement en toute sécurité des activités des pavillons de l'exposition et de préserver la santé et les biens des personnes lors de ces phénomènes météorologiques à fort impact.

Le Bureau météorologique de Shanghai (Shanghai Meteorological Bureau - SMB) de l'Administration météorologique chinoise (China Meteorological Administration - CMA) était chargé des services météorologiques pour l'Exposition universelle. En cas de prévision d'orages ou d'autres conditions météorologiques dangereuses, des aperçus de ces phénomènes (de zéro à 12 heures) étaient diffusés toutes les six heures pour le site de l'exposition. Du reste, des messages d'alerte précoce spéciaux étaient émis grâce à la plate-forme de diffusion du système d'alerte précoce multidangers de Shanghai (Multi-Hazards Early Warning System - M-HEWS).

Les services de prévision immédiate de l'Exposition universelle (World EXPO Nowcasting Service - WENS) étaient assurés par la CMA et des groupes de participants internationaux, avec le soutien actif de l'OMM. Les systèmes suivants ont été utilisés pour générer des produits de prévision immédiate:

- i) Beijing Auto-NowCaster (BJANC) – Bureau météorologique de Beijing;
- ii) NowCasting and Warning System (NoCAWS) – Bureau météorologique de Shanghai;
- iii) Short-Term Ensemble Prediction System (STEPS) – Bureau météorologique australien;

- iv) Severe Weather Automatic Nowcast system (SWAN) – Administration météorologique chinoise;
- v) WRF ADAS-3dvar Rapid Refresh (STI-WARR) – Institut des typhons de Shanghai; et
- vi) Short-range Warning of Intense Rainstorms in Localized Systems (SWIRLS) – Observatoire de Hong Kong.

Les utilisateurs des produits WENS étaient:

- i) Des prévisionnistes en météorologie;
- ii) Les organisateurs de l'Exposition universelle et des participants;
- iii) Des départements ministériels concernés, surtout des organismes d'intervention d'urgence;
- iv) Des utilisateurs spéciaux, surtout des secteurs des transports et de l'énergie; et
- v) Des membres du public (y compris des visiteurs de l'exposition).

Voici des produits classiques de WENS:

- i) Dernières estimations quantitatives des précipitations de zéro à une heure;
- ii) Prévisions quantitatives des précipitations de zéro à six heures (à 10-15 minutes d'intervalle);
- iii) Réflectivité radar de zéro à six heures (à une heure d'intervalle);
- iv) Foudre;
- v) Grêle; et
- vi) Grain.

Les figures 3 à 7 fournissent quelques exemples de produits WENS.

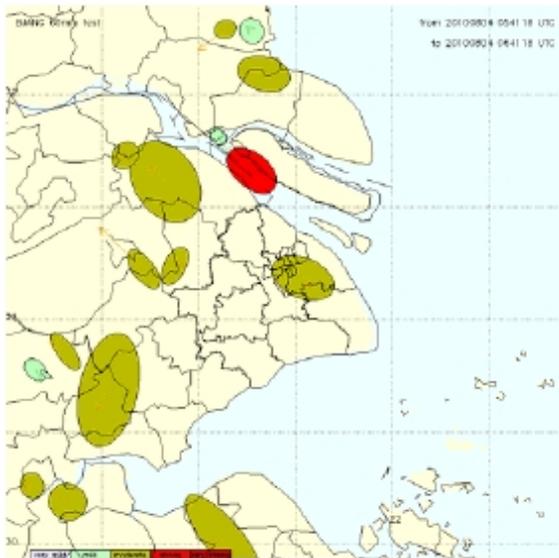


Figure 3: Prévision immédiate à T+60 minutes d'orages, produite par BJANC

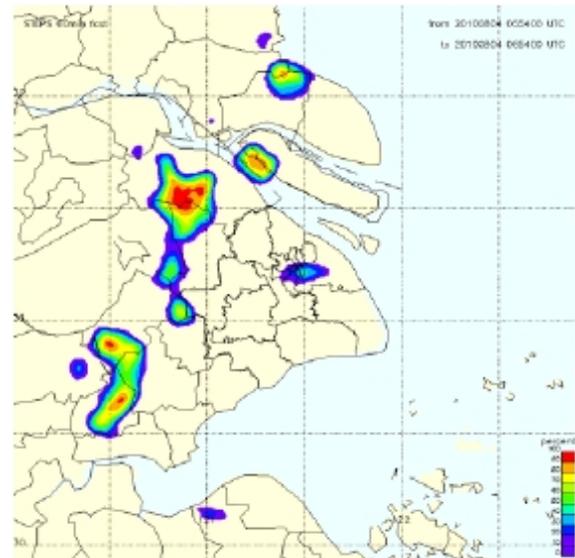


Figure 5: Probabilité de prévision immédiate de précipitations horaires supérieures à 10 mm dans l'heure à venir, produite par STEPS



Figure 4: Prévision immédiate à T+60 minutes des quantités des précipitations par heure, générée par NoCAWS

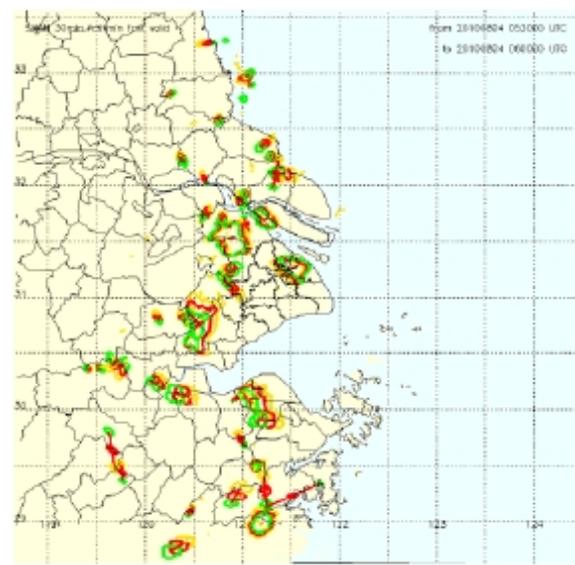


Figure 6: Prévision immédiate de la trajectoire d'une tempête pour les 30 minutes à venir, générée par SWAN

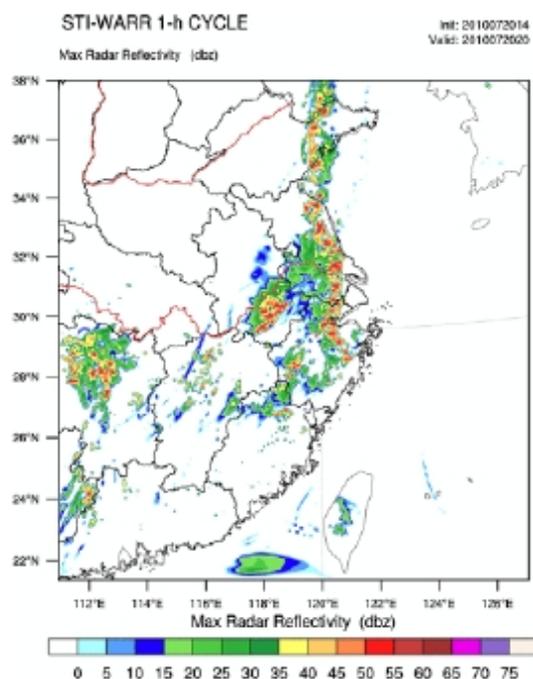


Figure 7: Préviction immédiate de réflectivité radar pour les 60 minutes à venir, produite par STI-WARR

5.2.3 Alertes en cas d'orage violent (Australie)

En Australie, l'alerte en cas d'orage violent est un avertissement bien détaillé transmis au public, aux services d'urgence et à d'autres organisations. Pour que cette alerte soit émise, les services météorologiques s'attendent à ce qu'un orage violent génère au moins un des événements suivants:

- i) Une tornade;
- ii) Des grêlons d'au moins 2 cm de diamètre;
- iii) Des rafales d'au moins 90 km/heure;
- iv) De très fortes précipitations générant des crues éclair.

Ce genre d'alerte décrit chaque orage violent et compte donc fortement sur une analyse détaillée des données radar. Par ailleurs, les informations provenant de stations météorologiques automatiques, des mesures des conditions en altitude prises par des ballons météorologiques, de profils atmosphériques, d'aéronefs dotés d'instruments spéciaux et de produits de prévision numérique du temps sont également utilisées.

Les représentations graphiques de l'alerte disponibles sur Internet (Figure 9) reprennent la localisation de chaque orage violent sous la forme d'une ellipse rouge. Les ellipses indiquent la position de l'orage pour la «période de validité» précisée sur l'image. Il s'agira en général de quelques minutes avant l'émission de l'alerte. Les positions de l'orage sont calculées sur base des données radar. Le graphique montre une représentation simplifiée de la situation qui peut être très complexe. Seuls les orages violents (ou qui pourraient devenir violents de façon imminente) sont repris.

EXEMPLE

IDQ20038

Bureau météorologique australien
Bureau régional du Queensland
Le signal standard d'urgence ne doit PAS être associé au présent avertissement

**PRIORITÉ ABSOLUE À DIFFUSER
IMMÉDIATEMENT - AVIS D'ORAGE VIOLENT -
SUD-EST DU QUEENSLAND - VENT VIOLENT**
Aux membres des conseils de GYMPIE, de la BAIE MORETON, de la SUNSHINE COAST, de SOMERSET, de SOUTH BURNETT et de TOOWOOMBA.

Émis à 15 h 33, jeudi 21 août 2008.

Le Bureau météorologique signale qu'à 15h35, des orages violents ont été détectés sur les radars météorologiques à proximité de Haden. Ces orages se dirigent vers le nord-est. Ils devraient atteindre Crows Nest, Toogoolawah, Moore, la zone est de Toogoolawah et la région entre Crows Nest et Cooyar vers 16h05, et Kilcoy, la zone est de Kilcoy, Conondale, Montville, Mapleton et Kenilworth vers 16h35. Il est possible que des vents violents les accompagnent.

Les Services de gestion des situations d'urgence du Queensland conseillent que les habitants:

- * Ne placent pas leurs véhicules sous un arbre et les en éloignent.
- * Arriment les objets à l'extérieur qui pourraient être emportés.
- * Se mettent à l'abri, de préférence à l'intérieur et jamais sous un arbre.
- * Évitent d'utiliser un téléphone lors d'un orage.
- * Fassent attention aux arbres abattus et aux lignes à haute tension au sol.
- * En cas d'urgence, veuillez contacter SES au numéro 132 500.

Le prochain avis devrait être émis à 16 h 35.

Une alerte plus générale aux orages est également valable pour Wide Bay et Burnett, Darling Downs et Granite Belt, Southeast Coast et une partie des Central Highlands et Coalfields, les districts de Maranoa et de Warrego.

Les avis sont également diffusés à la télévision et à la radio, sur le site web du Bureau (www.bom.gov.au) ou au numéro 1300 659 219.

Le Bureau météorologique et les Services de gestion des situations d'urgence du Queensland souhaiteraient que les alertes soient régulièrement diffusées.

Figure 8: Exemple d'avis d'orage violent



Figure 9: Exemple de prévision immédiate d'un orage violent pour le sud-est du Queensland, Australie

Une flèche représente la trajectoire prévue de chaque orage. Il s'agit de la direction dans laquelle l'orage se déplace. Les arcs servent à montrer les positions prévues pour le bord antérieur de l'orage à 10 minutes d'intervalles (Figure 9).

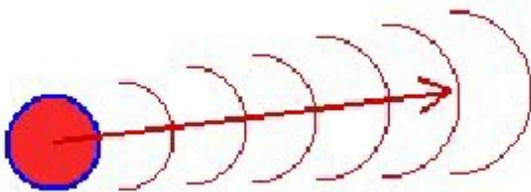


Figure 10: Représentation graphique du déplacement d'un orage

Le nombre de positions prévues à 10 minutes d'intervalle dépend du comportement des orages: en général, le graphique comportera six arcs, précisant les positions prévues du front antérieur de l'orage à 10 minutes d'intervalle pour 60 minutes à partir de la période de validité. Parfois, pour des orages de plus longue durée, les positions prévues iront jusqu'à 90 minutes. À d'autres occasions, les orages violents pourraient ne durer qu'une courte période de temps et les arcs ne représenteront que les 30 prochaines minutes.

Occasionnellement, des orages violents et les conditions météorologiques dangereuses qui les accompagnent ont une durée de vie particulièrement courte. Les localisations individuelles des orages et de leur trajectoire prévue seraient alors peu utiles puisqu'il est probable que les orages se dissipent avant que le

public ait pu être informé. Dans ces cas, la région menacée par des orages violents sera représentée, mais les cellules individuelles ne seront pas reprises.

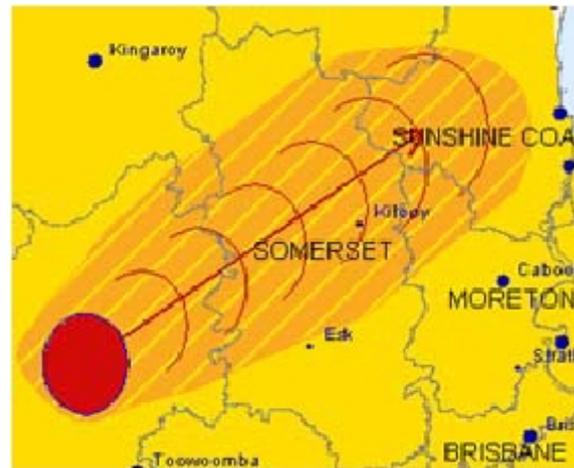


Figure 11: Région menacée par des orages dans un produit de prévision immédiate

La zone grisée dans la représentation graphique de l'alerte montre la zone qui est, selon les prévisionnistes, directement menacée par des orages violents pendant la période d'alerte (Figure 11). Elle sera souvent plus vaste que la zone de trajectoire prévue des orages violents montrée sur le graphique afin de tenir compte de la possibilité de déviation des orages de la trajectoire prévue et de la formation de nouveaux orages violents ou de l'intensification d'orages qui n'ont pas encore été qualifiés de violents.

L'heure d'émission est l'heure locale à laquelle le Bureau météorologique a diffusé l'avis. La période de validité est celle des localisations initiales de l'orage violent montrées par les ellipses rouges sur le graphique. Les alertes sont valables pour 90 minutes, mais seront mises à jour toutes les 30 à 60 minutes en fonction de l'évolution des conditions météorologiques.

Seuls les orages identifiés comme violents ou qui pourraient devenir violents (en fonction de la définition ci-dessus) sont mentionnés et repris dans l'avis. Les autres orages qui ne présentent par les caractéristiques radar habituellement associées avec des orages violents ne sont pas inclus.

Un autre produit graphique est établi sur mesure pour les organismes d'intervention, mais n'est pas accessible au public. Il montre non seulement les zones directement menacées par un orage violent, mais également la région qui a récemment subi un orage violent. Ce genre d'information est particulièrement utile pour ces organismes afin qu'ils puissent rapidement déployer leur personnel sur les zones où leur aide sera probablement la plus demandée.

Chapitre 6

RÉFÉRENCES ET LECTURES

I. RÉFÉRENCES ET LECTURES

———, 2005: Cadre d'action de Hyogo 2005-2015: Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes (disponible à l'adresse: <http://www.unisdr.org/eng/hfa/hfa.htm>)

Glantz, Michel H., 2004. Usable Science 8: Early Warning Systems: Do's and Don't's – Rapport de l'atelier organisé à Shanghai (Chine) le 16 octobre 2003. (Disponible sur internet à l'adresse: <http://www.ccb.ucar.edu/warning/report.html>).

Groupe intergouvernemental des Nations Unies sur l'évolution du climat (GIEC), 2007: Changement climatique 2007: les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au Quatrième rapport d'évaluation du GIEC [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, et H. L. Miller (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York, NY (États-Unis d'Amérique), 996 p.

Gunasekera, Don, 2004. Natural Disaster Mitigation: Role and Value of Warnings, Outlook 2004. Documents des orateurs, Atelier sur la gestion des catastrophes, Canberra (Australie).

Lalande (Dr), Françoise (sous la conduite de), 2003: Mission d'expertise et d'évaluation du système de santé pendant la canicule 2003, publiée par la Documentation française. (disponible sur internet à l'adresse: <http://ladocumentationfrançaise.fr/BRP/034000558/0000.pdf>).

OMM, 2002: *Guide on Improving Public Understanding of And Response to Warnings*, PWS-8, WMO/TD No 1139, Genève, Suisse. (Disponible sur le site web de l'OMM: http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm).

OMM, 2003: *Guidelines on Cross-Border Exchange of Warnings*, PWS-9, WMO/TD No. 1179, Genève, Suisse. (Disponible à partir du site web de l'OMM: http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm).

OMM, 2005: *Guidelines on Integrating Severe Weather Warnings into Disaster Risk Management*, PWS-13, WMO/TD. N° 1292, Genève, Suisse. (Disponible sur le site web de l'OMM http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm).

OMM, 2008: Guidelines on Communicating Forecast Uncertainty (Principes directeurs pour la communication relative à l'incertitude des prévisions), PWS-18, WMO/TD n° 1422, Genève, Suisse (disponible sur le site web de l'OMM: http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/publicationsguidelines_en.htm).

Stratégie internationale de prévention des catastrophes, 2006: Statistiques sur les catastrophes [1991-2005] <http://www.unisdr.org/disaster-statistics/pdf/isdr-disaster-statistics-impact.pdf>)

Wang, J., X. Zhang, T. Keenan, and Y. Duan, 2009: Amélioration de la qualité de l'air et prévision du temps pendant les Jeux olympiques de Beijing en 2008. Bulletin de l'Organisation météorologique mondiale, 58(1), 31-40.

Wilhite, D.A., M. J. Hayes, C. Knutson, et K. H. Smith, 2000: *Planning for Drought: Moving from crisis to risk management*. J. American Water Resources Association, 36, 697-710

II. SITES WEB UTILES

Billion Dollar U.S. Weather Disasters, depuis 1980: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/reports/billionz.html>

Stratégie internationale de prévention des catastrophes (SIPC): <http://www.unisdr.org>

Plate-forme de l'ONU et de la SIPC pour la promotion des alertes précoces: <http://www.unisdr.org/ppew/ppew-index.htm>

Troisième Conférence internationale sur les systèmes d'alerte précoce: <http://www.ewc3.org>

Site web du Programme mondial de recherche sur la prévision du temps (PMRPT) de l'OMM: http://www.wmo.int/pages/prog/arep/wwrp/new/nowcasting_research.html

[États-Unis] Federal Emergency Management Agency National Response Framework: <http://www.fema.gov/emergency/nrf/>

[États-Unis] Natural Hazards Center: <http://www.colorado.edu/hazards>

Meteoalarm: <http://www.meteoalarm.eu>

